



**Universidad Científica del Perú - UCP**  
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,  
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

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

# **TESIS**

**“INFLUENCIA DEL TIEMPO DE MEZCLADO EN LAS PROPIEDADES  
DEL CONCRETO PREMEZCLADO EN ESTADO FRESCO EN LA  
CIUDAD DE TARAPOTO”**

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

**ASESOR:**

**M.Sc. Ing. Keler Humberto Panduro Torres**

**AUTOR:**

**RUIZ PÉREZ, Rudy Joseph**

**TARAPOTO - PERÚ**

**2021**

# DEDICATORIA

A mi esposa Karin.

A mis hijos Fabiana Nicole y Leonardo Gabriel.

A mis queridos padres, Raúl y Olenki.

A mis hermanos Junior, Gary, Fiorella y Lila.

El Autor.

# AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer de una manera especial a la Universidad Científica del Perú, por forjarme académicamente, a través de su valiosa plana docente.

De igual forma, dar las gracias a los docentes de la carrera profesional de Ingeniería Civil, en especial al Ingeniero Daniel Rengifo Cárdenas, quien desde un principio me impulsó a desarrollarme en esta rama de la Ingeniería.

También me gustaría expresar mi especial agradecimiento al Ingeniero Keler Humberto Panduro Torres, asesor de esta tesis, por su gran contribución en el desarrollo de la misma, agradezco de sobremanera su entusiasmo y la dedicación que siempre mostró durante la realización de este trabajo, pero sobre todo le doy gracias por su gran calidad como ser humano y docente.

Por último, quiero agradecer a mi colega Sintya Risco Vargas y a todo el personal del laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos JHCD Contratistas SAC, por el apoyo en la realización de los ensayos experimentales de concreto.

El Autor.

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

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

### “INFLUENCIA DEL TIEMPO DE MEZCLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PREMEZCLADO EN ESTADO FRESCO EN LA CIUDAD DE TARAPOTO”

De los alumnos: **RUIZ PÉREZ RUDY JOSEPH**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **7% de plagio**.

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

San Juan, 26 de Octubre del 2021.











Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética – UCP

## Document Information

Analyzed document	UCP_ingenieriacivil_2021_Tesis_RudyRuiz_V1.pdf (D115620757)
Submitted	2021-10-18 17:57:00
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	7%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>18402-Rodriguez Dionisio, Sandra_.pdf</b> Document 18402-Rodriguez Dionisio, Sandra_.pdf (D61018409)	 10
<b>SA</b>	<b>Universidad Científica del Perú / UCP_ingenieriacivil_2021_TSP_Jerson_Santillan_V1.pdf</b> Document UCP_ingenieriacivil_2021_TSP_Jerson_Santillan_V1.pdf (D95921051) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com	 6
<b>SA</b>	<b>30335-Caycho Agapito, Fernando Augusto.pdf</b> Document 30335-Caycho Agapito, Fernando Augusto.pdf (D103181057)	 11
<b>SA</b>	<b>TESIS DISEÑO DE MEZCLAS ESTRUCTURAL.docx</b> Document TESIS DISEÑO DE MEZCLAS ESTRUCTURAL.docx (D47455854)	 9
<b>SA</b>	<b>Universidad Científica del Perú / UCP_ciencias e ingeniería_2021_TSP_CaritoSolsoL_OsmaReátegui_V1.pdf</b> Document UCP_ciencias e ingeniería_2021_TSP_CaritoSolsoL_OsmaReátegui_V1.pdf (D110457573) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com	 2
<b>SA</b>	<b>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERIACIVIL_2021_TESIS_YURIPEREZ_YOLYPLASENCIA_V1.pdf</b> Document UCP_INGENIERIACIVIL_2021_TESIS_YURIPEREZ_YOLYPLASENCIA_V1.pdf (D112730531) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com	 2
<b>SA</b>	<b>Universidad Científica del Perú / UCP_ingenieriacivil_2021_TSP_ElGonzales_CristianArteaga_V1.pdf</b> Document UCP_ingenieriacivil_2021_TSP_ElGonzales_CristianArteaga_V1.pdf (D107252256) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com	 3
<b>SA</b>	<b>09 PAMELA VASQUEZ LUJAN.docx</b> Document 09 PAMELA VASQUEZ LUJAN.docx (D110408925)	 6



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución N° 873-2021-UCP-FCEI del 26 de noviembre 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. Andrés Pinedo Delgado, Mg.     | Presidente |
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc. | Miembro    |
| • Ing. Luis Paredes Aguilar, M. Sc.   | Miembro    |

Como Asesor: **Ing. Keler Humberto Panduro Torres, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 19:25 horas del día 04 de diciembre del 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"INFLUENCIA DEL TIEMPO DE MEZCLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PREMEZCLADO EN ESTADO FRESCO EN LA CIUDAD DE TARAPOTO"**

Presentado por el sustentante:

**RUDY JOSEPH RUIZ PÉREZ**

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: **APROBADA POR UNANIMIDAD**

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



Ing. Andrés Pinedo Delgado, Mg.  
Presidente



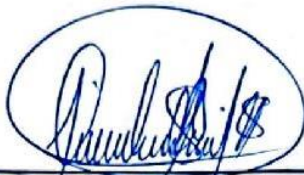
Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc.  
Miembro



Ing. Luis Paredes Aguilar, M. Sc.  
Miembro

# APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 04 de diciembre a las 19:25 horas del 2021.



Ing. ANDRÉS PINEDO DELGADO, Mg.  
PRESIDENTE DEL JURADO



Ing. JOEL PADILLA MALDONADO, M. Sc.  
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. LUIS PAREDES AGUILAR, M. Sc.  
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. KELER HUMBERTO PANDURO TORRES, M. Sc.  
ASESOR

# ÍNDICE

RESUMEN .....	14
ABSTRACT .....	16
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	18
1.1 TÍTULO: .....	18
1.2 ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	18
1.2.1 Área de investigación.....	18
1.2.2 Línea de investigación .....	18
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.4.1 Problema general .....	19
1.4.2 Problema específico.....	19
1.5 OBJETIVOS.....	19
1.5.1 Objetivo general .....	19
1.5.2 Objetivo específico .....	20
1.6 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO .....	20
1.6.1 Antecedentes Internacionales.....	20
1.6.2 Antecedentes Nacionales .....	22
1.7 BASES TEÓRICAS .....	26
1.7.1 El concreto y sus componentes .....	26
1.7.1.1 Definición de concreto .....	26
1.7.1.2 Componentes del concreto .....	26
1.7.1.2.1 Cemento Portland.....	27
a) Definición .....	27
b) Composición .....	28
c) Tipos .....	29
1.7.1.2.2 Agua .....	33
a) El agua de mezcla.....	33
b) El agua para curado .....	34
1.7.1.2.3 Agregados.....	35
a) Definición .....	35
b) Agregado Fino.....	37
c) Agregado Grueso.....	38
d) Características físicas.....	40
d.1) Condiciones de saturación .....	40
d.2) Peso específico .....	41
d.3) Peso unitario .....	41
d.4) Porcentaje de vacíos .....	41
d.5) Absorción .....	42
d.6) Porosidad.....	42
d.7) Humedad .....	42
e) Características resistentes .....	42
e.1) Resistencia.....	42
e.2) Tenacidad .....	43
e.3) Dureza.....	43
f) Propiedades térmicas .....	43
f.1) Coeficiente de expansión .....	44



f.2)	Calor específico .....	44
f.3)	Conductividad térmica .....	44
f.4)	Difusividad .....	44
g)	Análisis granulométrico .....	44
h)	Módulo de fineza .....	45
i)	Superficie específica .....	46
1.7.1.2.4	Aditivos .....	46
a)	Definición .....	46
b)	Clasificación .....	46
b.1)	Aditivos acelerantes .....	46
b.2)	Aditivos reductores de agua - plastificantes .....	47
b.3)	Aditivos superplastificantes .....	48
b.4)	Aditivos retardadores .....	48
1.7.2	Concreto premezclado .....	49
1.7.2.1	Definición de concreto premezclado .....	49
1.7.2.2	Planta de dosificación .....	49
1.7.2.3	Mezcladores .....	50
1.7.2.4	Transporte a obra .....	50
1.7.2.5	Tiempo de empleo del concreto premezclado .....	50
1.7.2.6	Vida útil del concreto premezclado .....	51
1.7.3	Comportamiento de las propiedades del concreto en estado fresco en climas cálidos	51
1.7.3.1	Definición de clima cálido .....	51
1.7.3.2	Reglamentaciones vinculadas a la temperatura del concreto .....	52
1.7.3.2.1	Reglamento Nacional de Edificaciones .....	52
1.7.3.2.2	Manual de Carreteras .....	52
1.7.3.2.3	Código ACI 318-14 .....	52
1.7.3.3	Propiedades del concreto afectadas en estado fresco .....	53
1.7.3.3.1	Trabajabilidad y pérdida de trabajabilidad .....	53
1.7.3.3.2	Tiempos de fraguado .....	54
1.8	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	55
1.9	HIPÓTESIS .....	56
1.9.1	Hipótesis general .....	56
1.9.2	Hipótesis específica .....	56
1.10	VARIABLES .....	56
1.10.1	Variable Independiente .....	56
1.10.2	Variable Dependiente .....	56
<b>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>57</b>
2.1	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	57
2.1.1	Tipo de investigación .....	57
2.1.2	Diseño de investigación .....	57
2.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	57
2.2.1	Población .....	57
2.2.2	Muestra .....	57
2.3	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	58
2.3.1	Técnicas de recolección de datos .....	58
2.3.2	Instrumentos de recolección de datos .....	58
2.3.3	Procedimientos de recolección de datos .....	58

2.4	PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	59
2.4.1	Materiales para la elaboración del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .....	59
2.4.1.1	Cemento .....	59
2.4.1.2	Agregados.....	60
2.4.1.2.1	Granulometría de los agregados .....	61
2.4.1.2.2	Propiedades físicas de los agregados .....	62
2.4.1.3	Agua .....	62
2.4.1.4	Aditivos .....	62
2.4.2	Equipos para la elaboración del concreto .....	63
2.4.3	Materiales para el ensayo de asentamiento del concreto .....	63
2.4.4	Metodología .....	64
2.4.4.1	Características climáticas .....	64
2.4.4.2	Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .....	64
2.4.4.3	Aditivos retardantes de fragua.....	65
2.4.4.4	Ensayo de asentamiento del concreto .....	65
2.4.4.5	Validación estadística de los resultados.....	65
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		66
3.1	RESULTADOS .....	66
3.1.1	Condiciones climáticas .....	66
3.1.2	Fabricación del concreto .....	68
3.1.3	Dosificación de Aditivos.....	70
3.1.4	Resultados del ensayo de asentamiento del concreto .....	70
3.1.4.1	Asentamiento del concreto de la muestra de control .....	70
3.1.4.2	Asentamiento del concreto de la muestra experimental 01 (aditivo EUCO WR-75) 72	
3.1.4.3	Asentamiento del concreto de la muestra experimental 02 (aditivo ECOTAR) 75	
3.1.4.4	Asentamiento del concreto de la muestra experimental 03 (aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE).....	78
3.1.5	Comportamiento de la pérdida de trabajabilidad en concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Tarapoto.....	81
3.1.5.1	Comportamiento de la pérdida de trabajabilidad del concreto en el horario de la mañana 81	
3.1.5.2	Comportamiento de la pérdida de trabajabilidad del concreto en el horario del mediodía 83	
3.1.6	Validación estadística de los resultados.....	84
3.1.6.1	Análisis de regresión.....	85
3.1.6.2	Bondad de ajuste.....	87
3.1.6.3	Prueba de significación de Fisher .....	88
3.2	DISCUSIÓN.....	89
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		92
4.1	CONCLUSIONES.....	92
4.2	RECOMENDACIONES .....	95
CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		96
CAPÍTULO VI: ANEXOS .....		100

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto. 27	27
<b>Ilustración 2.</b> Temperatura ambiente del 08 al 11 de enero, en el horario de la mañana. .... 67	67
<b>Ilustración 3.</b> Temperatura ambiente del 08 al 11 de enero, en el horario del mediodía. .... 68	68
<b>Ilustración 4.</b> Representación gráfica de la dosificación del concreto. .... 69	69
<b>Ilustración 5.</b> Asentamientos de la muestra de control. .... 71	71
<b>Ilustración 6.</b> Asentamientos de la muestra control vs. muestra experimental 01 en el horario de la mañana. .... 73	73
<b>Ilustración 7.</b> Asentamientos de la muestra control vs. muestra experimental 01 en el horario del mediodía ..... 74	74
<b>Ilustración 8.</b> Asentamientos de la muestra control vs. muestra experimental 02 en el horario de la mañana. .... 76	76
<b>Ilustración 9.</b> Asentamientos de la muestra control vs. muestra experimental 02 en el horario del mediodía..... 77	77
<b>Ilustración 10.</b> Asentamientos de la muestra control vs. muestra experimental 03 en el horario de la mañana. .... 79	79
<b>Ilustración 11.</b> Asentamientos de la muestra control vs. muestra experimental 03 en el horario del mediodía. .... 80	80
<b>Ilustración 12.</b> Pérdida de trabajabilidad de las muestras a los 90 y 150 minutos del inicio del mezclado - horario mañana..... 82	82
<b>Ilustración 13.</b> Pérdida de trabajabilidad de las muestras a los 90 y 150 minutos del inicio del mezclado - horario mediodía. .... 84	84
<b>Ilustración 14.</b> Ecuación lineal de la pérdida de trabajabilidad del concreto en la ciudad de Tarapoto..... 87	87

# ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Requisitos físicos estándar ASTM C-150 para cementos.....	31
<b>Tabla2.</b> Requisitos químicos estándar ASTM C-150 para cementos.....	32
<b>Tabla 3.</b> Límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la norma ITINTEC 339.088.....	35
<b>Tabla4.</b> Requisitos granulométricos del agregado fino .....	37
<b>Tabla 5.</b> Requisitos granulométricos del agregado grueso.....	39
<b>Tabla 6.</b> Valores máximos de partículas inconvenientes en el agregado grueso .....	40
<b>Tabla 7.</b> Tamices estándar ASTM.....	45
<b>Tabla 8.</b> Propiedades químicas del cemento Portland.....	59
<b>Tabla 9.</b> Propiedades físicas del cemento Portland.....	60
<b>Tabla 10.</b> Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino (arena). .....	61
<b>Tabla 11.</b> Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso (grava). .....	61
<b>Tabla 12.</b> Propiedades físicas de los agregados.....	62
<b>Tabla 13.</b> Propiedades nominales de los aditivos. ....	63
<b>Tabla 14.</b> Temperatura ambiente del 08 al 11 de enero, en el horario de la mañana.....	66
<b>Tabla 15.</b> Temperatura ambiente del 08 al 11 de enero, en el horario del mediodía.....	67
<b>Tabla 16.</b> Dosificación utilizada para la fabricación del concreto.....	68
<b>Tabla 17.</b> Dosificación de los aditivos. ....	70
<b>Tabla 18.</b> Asentamiento del concreto de la muestra de control en el horario de la mañana. .	70
<b>Tabla 19.</b> Asentamiento del concreto de la muestra de control en el horario del mediodía..	71
<b>Tabla 20.</b> Asentamiento del concreto de la muestra experimental 01 en el horario de la mañana.....	72
<b>Tabla 21.</b> Asentamiento del concreto de la muestra experimental 01 en el horario del mediodía. ....	73
<b>Tabla 22.</b> Asentamiento del concreto de la muestra experimental 02 en el horario de la mañana.....	75
<b>Tabla 23.</b> Asentamiento del concreto de la muestra experimental 02 en el horario del mediodía. ....	76
<b>Tabla 24.</b> Asentamiento del concreto de la muestra experimental 03 en el horario de la mañana.....	78
<b>Tabla 25.</b> Asentamiento del concreto de la muestra experimental 03 en el horario del mediodía. ....	79
<b>Tabla 26.</b> Pérdida de la trabajabilidad del concreto de todas las muestras en el horario de la mañana.....	81

<b>Tabla 27.</b> Pérdida de la trabajabilidad del concreto de todas las muestras en el horario del mediodía .....	83
<b>Tabla 28.</b> Datos sometidos al análisis de regresión.....	85
<b>Tabla 29.</b> Estadísticas de la regresión. ....	86
<b>Tabla 30.</b> Análisis de varianza. ....	86
<b>Tabla 31.</b> Valores para la ecuación. ....	86
<b>Tabla 32.</b> Resultado de la prueba de bondad de ajuste.....	87
<b>Tabla 33.</b> Criterios para la prueba de significación de Fisher. ....	88
<b>Tabla 34.</b> Resultado de la prueba de significación de Fisher. ....	88

## RESUMEN

Esta investigación presenta el estudio acerca de la influencia del tiempo en las propiedades del concreto premezclado en estado fresco, centrándose específicamente en la pérdida de la trabajabilidad.

El objetivo de esta investigación es determinar si el tiempo influye de manera significativa en la trabajabilidad del concreto premezclado, fabricado en climas cálidos como la ciudad de Tarapoto.

El diseño de mezcla utilizado, corresponde a un concreto premezclado con una resistencia a compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se utilizó cemento Portland compuesto tipo ICo, el agregado grueso se extrajo del río Huallaga y el agregado fino del río Cumbaza, el agua que se utilizó para el amasado de la mezcla es potable.

En ese sentido, se desarrolló los ensayos experimentales con cuatro muestras de concreto premezclado (una muestra sin aditivos y tres muestras con aditivos retardantes de fragua de diferentes fabricantes), elaborados bajo condiciones de laboratorio.

Para el horario de la mañana, se observó que la menor pérdida de la trabajabilidad del concreto a los 90 minutos de iniciado el mezclado, se obtuvo en la muestra control (sin aditivos), con una pérdida de la trabajabilidad de 1.7 pulgadas/hora; sin embargo, las muestras experimentales con aditivos presentaron pérdidas de trabajabilidad que oscila entre 2.7 y 3.3 pulgadas/hora.

En cambio, para el horario del mediodía, se observó que la menor pérdida de la trabajabilidad del concreto a los 90 minutos de iniciado el mezclado de los materiales en el tambor, se obtuvo en la muestra experimental 01 (aditivo EUCO WR-75), con una pérdida de la trabajabilidad de 1.7 pulgadas/hora, seguido de la muestra control (sin aditivos) con una pérdida de la trabajabilidad de 2.7 pulgadas/hora; la



muestra experimental 02 (aditivo ECOTAR) presentó una pérdida de trabajabilidad a los 90 minutos en el orden de 3.3 pulgadas/hora y la mayor pérdida de trabajabilidad con 4.0 pulgadas/hora se presentó en la muestra experimental 03 (aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE).

Los resultados de los ensayos experimentales obtenidos indican que, en los primeros 30 minutos de iniciado el mezclado de los materiales, el concreto fabricado con aditivos retardadores de fragua duplica y hasta triplica la rapidez de pérdida de la trabajabilidad respecto del concreto fabricado sin aditivos.

Además, los resultados demuestran que, bajo las condiciones ambientales de clima cálido de la ciudad de Tarapoto, ningún aditivo retardante de fragua utilizado en los ensayos experimentales logró ser eficiente en el mantenimiento de la trabajabilidad del concreto en el tiempo, pese a haberse dosificado en el rango recomendado por los fabricantes de dichos insumos.

Finalmente, se validó los resultados estadísticamente, determinándose con un nivel de confianza del 95%, que la trabajabilidad del concreto posee una dependencia significativa de la variable tiempo.

**Palabras clave: concreto premezclado, trabajabilidad, slump.**

## **ABSTRACT**

This research presents the study about the influence of time on properties of ready-mixed concrete in a fresh state, specifically focusing on loss of workability.

The objective of this research is to determine if time has a significant influence on the workability of ready-mixed concrete, manufactured in hot climates such as Tarapoto city.

The mix design used was a ready-mixed concrete with a compressive strength  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , ICo-type composite Portland cement was used, the coarse aggregate was extracted from the Huallaga river and the fine aggregate from the Cumbaza river, the water that was used for kneading the mixture was tap water.

In this sense, experimental tests were carried out with four samples of ready-mixed concrete (one sample without additives and three samples with setting retarding additives from different manufacturers), made under laboratory conditions.

For the morning schedule, it was observed that the lowest loss of workability of the concrete at 90 minutes after starting the mixing, was obtained in the control sample (without additives), with a loss of workability of 1.7 inches/hour; however, the experimental samples with additives showed workability losses ranging between 2.7 and 3.3 inches/hour.

After starting the mixing of the materials in the drum, it was obtained in the experimental sample 01 (EUCO WR-75 additive), with a loss of workability of 1.7 inches/hour, followed by the control sample (without additives) with a loss of the workability of 2.7 inches/hour; experimental sample 02 (ECOTAR additive) presented a workability loss at 90 minutes in the order of 3.3 inches/hour and the greatest workability

loss at 4.0 inches/hour was presented in experimental sample 03 (SIKA PLASTIMENT additive - 80 PE ).

The results of the experimental tests obtained indicate that, in the first 30 minutes after starting the mixing of the materials, concrete made with set retardant admixtures doubles to triples the rate of loss of workability relative to concrete made without admixtures.

In addition, the results show that, under the warm climate environmental conditions in Tarapoto city, no setting retardant admixture used in the experimental tests was able to be efficient in maintaining the workability of the concrete over time, despite having been dosed in the range recommended by the manufacturers of these inputs.

Finally, the results were statistically validated, determining with a confidence level of 95% that the workability of concrete has a significant dependence on the time variable.

**Keywords: ready-mix concrete, workability, slump.**

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1 TÍTULO:**

“INFLUENCIA DEL TIEMPO DE MEZCLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PREMEZCLADO EN ESTADO FRESCO EN LA CIUDAD DE TARAPOTO”.

### **1.2 ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.2.1 Área de investigación**

Tecnología del concreto.

#### **1.2.2 Línea de investigación**

Concreto premezclado.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En España, Ortiz J. (2005), indica que, en la elaboración de los concretos premezclados, la utilización de aditivos retardantes, reductores de agua, simples o de alta actividad, no resuelve de todo el problema de la pérdida de la trabajabilidad. Diversas fuentes afirman incluso que los aditivos retardantes – reductores o simplemente reductores de agua, se comportan a altas temperaturas ambientales como aceleradores del fraguado.

En Puno, Perú, Speicher M. (2007), señala que, en las obras viales, las distancias a recorrer por los materiales como el concreto Portland, para cuya elaboración se emplean plantas industriales localizadas y que desde allí se debe transportar el concreto premezclado hasta distancias que sobrepasa los 25 Km., demandando tiempos entre los 60 y 100 minutos; se presume que se van generando reacciones endotérmicas que originan el endurecimiento inicial del concreto, con el riesgo de un desarrollo prematuro de fraguado antes de su colocación final.

Del mismo modo, Pasquel E. (2017), indica que, el tiempo de transporte promedio de un mixer en Lima hasta las obras oscila en promedio de 30 a 45 minutos, luego, en el caso más crítico con un tiempo de fraguado inicial de 1.5 horas sin el uso de aditivos, el constructor tendría una vida útil antes del fraguado inicial del orden de 45 minutos para el transporte, colocación y compactación del concreto en obra. El tiempo promedio de espera de los camiones de premezclado en las obras en Lima antes de poder vaciar es de 25 minutos y el tiempo de vaciado neto es del orden de 45 minutos en promedio. Por consiguiente, los constructores sólo disponen de 70 minutos en promedio en las labores que son de su responsabilidad que sumados al promedio de tiempo de transporte nos resulta un total de 115 minutos. El sentido común nos dice que, sin el uso de aditivos retardadores, los constructores deberían desechar casi todo el concreto que reciben, dado que o ya se produjo el fraguado inicial o se cumplió el límite de 1.5 horas por manejo de trabajabilidad.

## **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1 Problema general**

¿En qué medida influirá el tiempo de mezclado en las propiedades del concreto premezclado en estado fresco, en la ciudad de Tarapoto?

### **1.4.2 Problema específico**

¿Cómo influye el tiempo en la trabajabilidad del concreto premezclado, en la ciudad de Tarapoto?

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo general**

Determinar la influencia del tiempo de mezclado en las propiedades del concreto premezclado en estado fresco, en la ciudad de Tarapoto.

### 1.5.2 Objetivo específico

Determinar la influencia del tiempo en la trabajabilidad del concreto premezclado, en la ciudad de Tarapoto.

## 1.6 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

### 1.6.1 Antecedentes Internacionales

Referente a nuestro tema de investigación, en España, tenemos la tesis doctoral del autor: José Ángel Ortiz Lozano (2005), titulada: **“ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN PREPARADO”** de la Universidad Politécnica de Catalunya, el mismo que llegó a las siguientes conclusiones:

- De los resultados y tendencias observadas en los ensayos experimentales, se puede deducir que la trabajabilidad y la resistencia del concreto están influenciadas por las propiedades de los áridos, los cuales son susceptibles de variaciones en función de la temperatura.
- Las temperaturas ambientales altas en verano (temperatura promedio de 29.1°C) ocasionan pérdidas de trabajabilidad en el concreto, asimismo, una baja temperatura ambiental en invierno (temperatura promedio de 4.6°C) tiene el mismo efecto, pero en menor magnitud. Las mejores trabajabilidades se obtienen para temperaturas intermedias.
- Una elevada temperatura del concreto tiene un efecto de aceleración sobre la velocidad de hidratación del cemento, y acelera también la velocidad de pérdida de trabajabilidad. Esto sugiere que con una reducción en la velocidad de hidratación del cemento (por ejemplo, añadiendo un aditivo retardante) sería posible disminuir la



tasa de pérdida de trabajabilidad. En la práctica ocurre lo opuesto. Esto se ha demostrado en los trabajos de algunos autores como (Ravina, 1975), (Pérez Uceda, 1992), (Howland, 1997), utilizando diferentes marcas comerciales de aditivos químicos plastificantes y retardadores.

En Colombia, tenemos la tesis de los autores: Carlos Eduardo Cárdenas Aranguren y Viviana Paola Pinzón Ballesteros (2010), titulada **“EFECTOS DE LA PÉRDIDA DE ASENTAMIENTO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO DE 3000 PSI”** de la Universidad Militar Nueva Granada, quienes llegaron a las siguientes conclusiones:

- A pesar de su simplicidad, con el ensayo de asentamiento del concreto es posible establecer que la pérdida del mismo en la mezcla de concreto afecta en parte a la resistencia final, por lo tanto, el uso adecuado del mismo y la importancia de este son ideales para el manejo adecuado en obra del concreto garantizando resistencias finales ideales.
- Además, señalan que factores externos como el sol, la lluvia, el viento y la variación climática del día en la cual fue realizada la mezcla conlleva como consecuencia a que la manejabilidad de la misma se vea afectada, ya que a causa del sol o el viento la mezcla endurece con prontitud y por lo tanto la trabajabilidad de la misma disminuye afectando de igual forma el asentamiento y contenido de aire de la misma.
- Se presentó una pérdida del 47.7% respecto al asentamiento obtenido a la llegada de la mezcla a la obra

con relación al asentamiento obtenido una hora después. Dicha pérdida se debe a factores externos como cambios en la temperatura tanto de la mezcla y el ambiente.

### 1.6.2 Antecedentes Nacionales

En Puno – Perú, tenemos la tesis del autor: Moisés Baruj Speicher Fernández (2007), titulada **“PÉRDIDA DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN EL TIEMPO”** de la Universidad Ricardo Palma, el mismo que llegó a las siguientes conclusiones:

- Los reportes en campo y posteriores comprobaciones de laboratorio indican una marcada pérdida de fluidez o del estado plástico del concreto, cuando es transportado por tiempo superior a los 60 minutos, indicativo de la poca “eficiencia en el tiempo” del reductor/plastificante empleado en obra.
- La pérdida de fluidez del concreto, con todas las dosis de aditivo Rheobuild 1000 ensayadas, es una función casi constante, siendo los 42 minutos el tiempo máximo que un asentamiento mínimo de  $1 \frac{3}{4}$ ” podrá ser tolerado y mantenido.
- A menores concentraciones de aditivo Rheobuild 1000 (debajo de 1% e incluso fuera del rango especificado por el fabricante) la no consecución del slump proyectado, así como una rápida disminución del él, caracterizan esta condición.
- A mayores dosificaciones de aditivo Rheobuild 1000 (con sus correspondientes elevados valores de slump) la caída de fluidez con el tiempo, es más notoria y brusca que para

concretos con escasa a nula concentración del mismo aditivo.

En Piura – Perú, tenemos la tesis del autor: Jorge Antonio Manrique Purizaca (2019), titulada **“DISEÑO Y PRUEBA DE MEZCLAS DE CONCRETO CON BAJA PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD EN EL TIEMPO”** de la Universidad de Piura, el mismo que llegó a las siguientes conclusiones:

- La incorporación de los aditivos inorgánicos generó que el asentamiento inicial de los diseños en los que se dosificaron estos productos, fuera mayor al de la mezcla patrón; sin embargo, aunque el material estuvo almacenado al interior del trompo mezclador durante el desarrollo del programa experimental, no se logró mantener la trabajabilidad durante el periodo mínimo de 4 horas.
- El concreto presentó una caída considerable de slump a lo largo del tiempo, este diseño desarrolló fluidez por 45 minutos únicamente, periodo que está muy por debajo del lapso de 90 minutos durante el que una mezcla de concreto puede llegar a tener fluidez a raíz de la incorporación del aditivo EUCON 1037, como se afirma en la ficha técnica del aditivo.
- El diseño de mezcla patrón presentó una pérdida de asentamiento similar a la desarrollada por el diseño adicionado con EUCO WR-75, pese a que la función de este producto era mejorar la trabajabilidad en el material y prolongar el tiempo de fraguado; además, el aumento en las propiedades del aditivo provocó que, después de un

determinado periodo de tiempo, el concreto perdiera cohesión.

- El aditivo retardante no provocó que la trabajabilidad de las mezclas de concreto se mantuviera por 4 horas o más, esto se concluyó a partir de los diámetros alcanzados por las mezclas tras realizar el ensayo de extensibilidad; el material ya no poseía la fluidez necesaria para aplicar la prueba pasados los 90 minutos después de su fabricación.
- Todos los diseños desarrollaron resistencia a la compresión por encima de lo establecido, sin embargo, ninguno de éstos se mantuvo trabajable durante el tiempo especificado (4 horas).

En Lima – Perú, tenemos la revista técnica del autor: Enrique Pasquel Carbajal (2017), titulada **“ENTENDIENDO EL CONCRETO”** sección 2 “concreto en estado fresco en la obra”: las confusiones entre tiempo de vida útil, trabajabilidad, tiempo de fragua y tiempo de desencofrado”, indica lo siguiente:

- El comportamiento típico de pérdida de slump en un concreto premezclado  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Lima, se tiene que en verano con una temperatura referencial de  $29^\circ\text{C}$ , la pérdida de slump en un concreto sin aditivos en promedio es 2.7 pulgadas/hora y un concreto con aditivos en promedio es 1.7 pulgadas/hora.
- Para las condiciones de invierno con una temperatura referencial de  $17^\circ\text{C}$ , la pérdida de slump en un concreto sin aditivos en promedio es 2.3 pulgadas/hora y un concreto con aditivos en promedio es 1.5 pulgadas/hora.

Asimismo, en dicha revista técnica, brinda las siguientes conclusiones prácticas:

- El tiempo límite de 90 minutos para el uso del concreto establecido por ACI 318 y la Norma E. 060, está referido a su trabajabilidad para emplearlo en el proceso constructivo luego de transcurrido dicho tiempo, dependiendo este criterio exclusivamente de la percepción del constructor y su proceso constructivo.
- Ambas normas establecen que dicho límite puede ser obviado por el constructor si considera que el concreto continúa trabajable y puede seguir colocándose sin necesidad de retemplarlo con agua.
- Ninguna norma fija un tiempo mínimo o máximo de fraguado inicial para el concreto, ya que depende del diseño de mezcla, temperatura del concreto, temperatura ambiente, humedad y el tiempo, debiendo ser evaluado en lo aplicable para cada caso particular que así lo requiera aplicando la metodología estandarizada por ASTM C 403 y la nacional equivalente NTP339.082.
- La realidad de las condiciones locales en Lima demuestra que el uso de concreto premezclado sin aditivos plastificantes – retardadores ocasionaría que los clientes dispusieran solamente de un tiempo del orden de 30 a 45 minutos para la espera del camión y el proceso de vaciado, periodo que en la práctica es superado ampliamente en la mayoría de las obras.
- La trabajabilidad de los concretos está influenciada por su relación agua/cemento, y a mayor resistencia y menor relación agua/cemento, es más trascendente la eficiencia de los aditivos, ya que las mezclas tienden a perder

trabajabilidad más rápido, lo que puede afectar sensiblemente el proceso constructivo y producir estructuras con defectos.

## **1.7 BASES TEÓRICAS**

### **1.7.1 El concreto y sus componentes**

#### **1.7.1.1 Definición de concreto**

Según Pasquel E. (1998), el concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.

Rivva E. (2010), define al concreto como un material heterogéneo el cual está compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua, y agregados fino y grueso.

A su vez Ortega J. (2015), señala que el concreto es un material duro, tiene similitud a la piedra y resulta al efectuarse un adecuado mezclado entre cemento, agregados (piedra y arena), agua y aire.

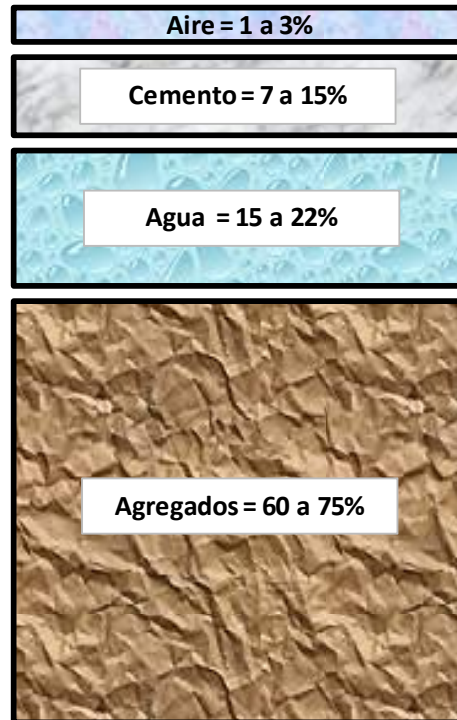
De estas tres definiciones de concreto, la más completa es la brindada por Pasquel, debido a que en la actualidad se utiliza con mayor frecuencia los concretos con aditivos, siendo este último capaz de modificar una o más propiedades del concreto, ya sea en estado fresco o endurecido.

#### **1.7.1.2 Componentes del concreto**

La tecnología del concreto moderno define para este material cuatro componentes: cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo. Si bien la definición



tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad.



*Ilustración 1. Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto<sup>1</sup>.*

#### 1.7.1.2.1 Cemento Portland

##### a) Definición

Es un material aglomerante que tiene propiedades de adherencia y cohesión necesarias para unir áridos inertes entre sí, formando una masa sólida. (Ortega J. 2015).

Así también Pasquel E. (1998) indica que el cemento Portland es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en

---

<sup>1</sup>La figura representa las proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto. Tomado de Tópicos de tecnología del concreto (p.14), por E. Pasquel - 1998.

presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.

La Norma Técnica Peruana (N.T.P.) 334.001 define al cemento Portland como un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker de Portland compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda.

La Norma E.060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones, define al cemento Portland como el producto obtenido por la pulverización de clinker<sup>2</sup> Portland con la adición eventual de sulfato de calcio.

En cuanto al cemento, el principal fabricante en la región San Martín es Cementos Selva S.A., empresa subsidiaria de Cementos Pacasmayo, y cuenta con una planta de fabricación de cemento, ubicada en la localidad de Rioja, actualmente tiene una capacidad de producir 223,000 toneladas métricas por año.

#### **b) Composición**

En términos generales el cemento Portland está compuesto por silicatos tricálcicos, silicatos dicálcicos, aluminato tricálcico, alúmino – ferrito tetracálcico, óxido de magnesio, óxido de potasio y sodio y óxidos de manganeso y titanio. La dosificación de cada uno de estos compuestos, son los que determinan los cinco tipos de cemento Portland y a su vez cabe precisar, que en su mayoría los aumentos de resistencia están controlados por los silicatos tricálcicos y dicálcicos,

---

<sup>2</sup>Clinker: Combinación de rocas calcáreas y arcillosas molidas en cierta composición y sometidas a temperaturas sobre los 1 300°C.

debido a que éstos componentes sumados dan más del 70% del total para la mayoría de los cementos.

Harmsen T. (1997), señala que el cemento está constituido por los siguientes componentes:

- Silicato tricálcico ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{S} \rightarrow \text{Alita}$ ), el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.
- Silicato dicálcico ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{S} \rightarrow \text{Belita}$ ), el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.
- Aluminato tricálcico ( $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_3\text{A}$ ), es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle yeso durante la fabricación del cemento.
- Alumino-Ferrito Tetracálcico ( $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_4\text{AF}$ -Celita), influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.
- Componentes menores: óxidos de magnesio ( $\text{MgO}$ ), óxidos de potasio y sodio ( $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Alcalis}$ ), óxidos de manganeso y titanio ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ).

### **c) Tipos**

Para satisfacer ciertos requerimientos físicos y químicos para propósitos específicos se elaboran diferentes tipos de cemento Portland. Las especificaciones estándar de éstos tipos de cemento y los métodos de prueba se encuentran al detalle en las especificaciones American Society for Testing and Materials (ASTM, por sus siglas en inglés), provee cinco tipos de cemento Portland: Tipo I, II, III, IV y V, y

en la Norma C-150 de la Canadian Estándar Association (CSA, por sus siglas en inglés) provee también cinco tipos: normal, moderado, de altas resistencias iniciales, de bajo calor de hidratación y de resistencia a los sulfatos.

- Tipo I.- De uso general, donde no se requieren propiedades especiales.
- Tipo II.- De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.
- Tipo III.- Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Para uso en clima frío o en los casos en los que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras.
- Tipo IV.- De bajo calor de hidratación. Para concreto masivo.
- Tipo V.- Alta resistencia a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos.

La Norma ASTM C-595-94A especifica las características de los cementos adicionados, los cuales contienen, además de los compuestos ya mencionados, escoria y puzolanas, que modifican el comportamiento del conjunto. Entre ellos se tiene: Tipo IS, ISM, IP e IPM.

**Tabla 1. Requisitos físicos estándar ASTM C-150 para cementos.**

DESCRIPCIÓN	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO
	I	IA	II	IIA
Contenido de aire en % (máximo, mínimo)	12,NA	22,16	12,NA	22,16
Fineza con turbidímetro en m <sup>2</sup> /Kg (mín.)	160	160	160	160
Fineza por permeabilidad de aire en m <sup>2</sup> /Kg (mínimo)	280	280	280	280
Expansión en autoclave	0.80	0.80	0.80	0.80
<b>Resistencia en compresión en Mpa</b>				
A 3 días	12.40	10.00	10.30	8.30
A 7 días	19.30	15.50	17.20	13.80
Fraguado inicial Gillmore mínimo en min.	60	60	60	60
Fraguado final Gillmore mínimo en min.	600	600	600	600
Fraguado inicial Vicat mínimo en min.	45	45	45	45
Fraguado final Vicat mínimo en min.	375	375	375	375

DESCRIPCIÓN	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO
	III	IIIA	IV	V
Contenido de aire en % (máximo, mínimo)	12,NA	22,16	12,NA	12,NA
Fineza con turbidímetro en m <sup>2</sup> /Kg (mín.)			160	160
Fineza por permeabilidad de aire en m <sup>2</sup> /Kg (mínimo)			280	280
Expansión en autoclave	0.80	0.80	0.80	0.80
<b>Resistencia en compresión en Mpa</b>				
A 3 días	24.10	19.30		8.30
A 7 días			6.60	15.20
Fraguado inicial Gillmore mínimo en min.	60	60	60	60
Fraguado final Gillmore mínimo en min.	600	600	600	600
Fraguado inicial Vicat mínimo en min.	45	45	45	45
Fraguado final Vicat mínimo en min.	375	375	375	375

*Fuente: Norma ASTM C-150.*

**Tabla2. Requisitos químicos estándar ASTM C-150 para cementos**

DESCRIPCIÓN	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO
	I	IA	II	IIA
SiO <sub>2</sub> , % mínimo	---	---	20.00	20.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % máximo	---	---	6.00	6.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % máximo	---	---	6.00	6.00
MgO, % máximo	6.00	6.00	6.00	6.00
<b>SO<sub>3</sub>, % máximo</b>				
Cuando C <sub>3</sub> A es menor o igual a 8%	3.00	3.00	3.00	3.00
Cuando C <sub>3</sub> A es mayor a 8%	3.50	3.50	N/A	N/A
Pérdidas por ignición, % máximo	3.00	3.00	3.00	3.00
Residuos insolubles, % máximo	0.75	0.75	0.75	0.75
Fraguado final Vicat mínimo en min.	375	375	375	375

DESCRIPCIÓN	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO
	III	IIIA	IV	V
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % máximo	---	---	6.50	---
MgO, % máximo	6.00	6.00	6.00	6.00
<b>SO<sub>3</sub>, % máximo</b>				
Cuando C <sub>3</sub> A es menor o igual a 8%	3.50	3.50	2.30	2.30
Cuando C <sub>3</sub> A es mayor a 8%	4.50	4.50	N/A	N/A
Pérdidas por ignición, % máximo	3.00	3.00	2.50	3.00
Residuos insolubles, % máximo	0.75	0.75	0.75	0.75
C <sub>3</sub> S, % máximo	---	---	35.00	---
C <sub>2</sub> S, % máximo	---	---	40.00	---
C <sub>3</sub> A, % máximo	15.00	15.00	7.00	5.00
C <sub>4</sub> AF+2(C <sub>3</sub> A), % máximo	---	---	---	25.00

*Fuente: Norma ASTM C-150.*

### **1.7.1.2.2 Agua**

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia potable. La Norma Técnica Peruana NTP 339.088 menciona como permisibles para la elaboración y el curado respectivo del concreto, todas las aguas cuyas características, propiedades y contenidos de aquellas sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

- El máximo contenido que el agua puede contener de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3mg/l (3 ppm).
- El máximo contenido de residuo insoluble no excederá el valor de 5 gr/l (5000 ppm).
- El contenido de pH estará comprendido entre 5.5 y 8.0.
- El máximo contenido de sulfatos, mostrados como ión SO<sub>4</sub> será menor de 0.6 gr/l (600 ppm).
- El máximo contenido de cloruros, expresado como ión Cl, será menor de 1 gr/l (1000 ppm).
- El máximo contenido permisible de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en NaHCO<sub>3</sub> deberá ser menor de 1 gr/ml (1000 ppm).

#### **a) El agua de mezcla**

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.

- Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

La dosificación de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento. El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de éstas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento.

#### **b) El agua para curado**

Pasquel E. (1998), indica que en general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado, y por otro lado en las obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto. El agua adicional que puede contribuir a hidratar el concreto proveniente del curado, representa una fracción solamente del agua total (alrededor de la quinta parte en volumen absoluto), por lo que las limitaciones para el caso del agua de curado pueden ser menos exigentes que en el caso del agua de mezcla, pudiendo aceptarse reducirlas a la mitad en la mayoría de los casos.

El agua de lavado de mixers o mezcladoras, puede emplearse normalmente sin problemas en el curado del concreto, siempre que no tenga muchos sólidos en suspensión, ya que en algunos casos se crean costras de cemento sobre las superficies curadas, sobre todo cuando el agua proviene del lavado de equipo donde se han preparado mezclas ricas en cemento y se ha empleado poca agua en esta labor.



**Tabla 3.** Límites permisibles para agua de mezcla y de curado según la norma ITINTEC 339.088.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión	5,000 p.p.m. máximo
Materia orgánica	3 p.p.m. máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1,000 p.p.m. máximo
Sulfato (Ión SO <sub>4</sub> )	600 p.p.m. máximo
Cloruros (Ión Cl <sup>-</sup> )	1,000 p.p.m. máximo
pH	5 a 8

*Fuente:* Norma ITINTEC 339.088.

### 1.7.1.2.3 Agregados

#### a) Definición

Tanto el agregado fino como el grueso, constituyen los elementos inertes del concreto, ya que no intervienen en las reacciones químicas entre cemento y agua, (Harmsen T. 1997).

Según Pasquel E. (1998), define los agregados como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las  $\frac{3}{4}$  partes del volumen total, además las calidades de estos tienen una importancia primordial en el producto final.

Además, Pasquel E. (1998), agrega que la denominación de inertes es relativa, porque si bien no intervienen directamente en las reacciones químicas entre el cemento y el agua, para producir el aglomerante o pasta de cemento, sus características afectan notablemente el producto resultante, siendo en algunos casos tan importantes como el cemento para el logro de ciertas propiedades particulares de resistencia, conductibilidad, durabilidad, etc. Están constituidos usualmente por partículas minerales de arenisca, granito, basalto, cuarzo o combinaciones de ellos, y sus características físicas y

químicas tienen influencia en prácticamente todas las propiedades del concreto.

Las distribuciones volumétricas de las partículas tienen gran trascendencia en el concreto para obtener una estructura densa y eficiente, así como una trabajabilidad adecuada. Está científicamente demostrado que debe haber un ensamble casi total entre las partículas, de manera que las más pequeñas ocupen los espacios entre las mayores y el conjunto esté unido por la pasta de cemento.

A su vez Ortega E. (2015), señala que los agregados se clasifican básicamente en dos tipos: agregados gruesos o gravas, y agregados finos o arenas, los mismos que en su conjunto ocupan del 70% al 75% del volumen de la masa endurecida. La resistencia y economía del concreto es consecuencia directa de la mejor compactación que los agregados pueden tener, siendo muy importante la granulometría de las partículas.

Otros autores, tales como Dilek y Leming (2004), señalan que los áridos (o agregados) constituyen aproximadamente el 80% del volumen de un concreto; por lo tanto, sus características influirán de una forma decisiva en las propiedades y en el comportamiento de éste. El tamaño máximo, la forma y la granulometría del árido son tres de los factores que mayor influencia tienen sobre la cantidad de agua necesaria para alcanzar una determinada consistencia.

En nuestro medio, por lo general, el agregado grueso es extraído del río Huallaga debido a que este material cuenta con mayor resistencia al desgaste, intemperismo, a la meteorización y a los esfuerzos mecánicos, respecto a los áridos del río Cumbaza. Una investigación realizada por Meléndez R. (1996); llegó a la conclusión que el agregado grueso del río Huallaga tiene mayor dureza y es más

denso que el agregado grueso del río Cumbaza, además afirma que, para iguales cantidades de cemento, utilizando agregado grueso del río Huallaga, se obtiene concreto de mejor calidad que al usar agregados del río Cumbaza.

**b) Agregado Fino**

Rivva E. (2010), define al agregado fino como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa al tamiz 9.5 mm (3/8”) y que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037. El agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duras compactas y resistentes.

En general, es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites:

**Tabla4. Requisitos granulométricos del agregado fino**

MALLA	% QUE PASA
3/8”	100
Nº 4	95 - 100
Nº 8	80 - 100
Nº 16	50 – 85
Nº 30	25 - 60
Nº 50	10 - 30
Nº 100	2 - 10

*Fuente: Norma ASTM C-33-93.*

Harmsen T. (1997), afirma que el agregado fino debe ser durable, fuerte, limpio, duro y libre de materias impuras como polvo, limo, pizarra, álcalis y materias orgánicas. No debe tener más del 5% de arcilla o limos ni más de 1.5% de materias orgánicas. Sus partículas deben tener un tamaño menor a 1/4” y su gradación debe satisfacer los requisitos propuestos en la norma ASTM C-33-93.

### **c) Agregado Grueso**

Harmsen T. (1997), indica que el agregado grueso está constituido por rocas graníticas, dioríticas y sieníticas. Puede usarse piedra partida en chancadora o grava zarandeada de los lechos de los ríos o yacimientos naturales. Al igual que el agregado fino, no debe contener más de un 5% de arcillas y finos ni más de 1.5% de materias orgánicas, carbón, etc. Es conveniente que su tamaño máximo sea menor que  $1/5$  de la distancia entre las paredes del encofrado,  $3/4$  de la distancia libre entre armaduras y  $1/3$  del espesor de las losas (ACI-3.3.2). Al igual que para la arena, la norma ASTM C-33-93 también establece una serie de condiciones para su gradación.

Rivva E. (2010), define al agregado grueso como el material retenido en el tamiz NTP 4.75 mm (Nº 4) y cumple los límites establecidos en la Norma NTP 400.037. Además, añade que el agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada, piedra partida, o agregados metálicos naturales o artificiales. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos podrá ser natural o artificial. El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa. Las partículas deben ser químicamente estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites especificados en la Norma NTP 400.037 o en la Norma ASTM C 33. Es recomendable tener en consideración lo siguiente:

- La granulometría seleccionada deberá ser de preferencia continua.

- La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.
- La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4".

**Tabla 5. Requisitos granulométricos del agregado grueso.**

MALLA	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN DE GRANULOMETRÍA ASTMC -33					
	1	2	3	357	4	457
	31/2" a 11/2"	21/2" a 11/2"	2" a 1"	2" a #4	11/2" a 3/4"	11/2" a #4
4"	100					
3 1/2"	90 a 100					
3"	---	100				
2 1/2"	25 a 60	90 a 100	100	100		
2"	---	35 a 70	90 a 100	95 a 100	100	100
1 1/2"	0 a 15	0 a 15	35 a 70	---	90 a 100	95 a 100
1"	---	---	0 a 15	35 a 70	20 a 55	---
3/4"	0 a 5	0 a 5	---	---	0 a 15	35 a 70
1/2"			0 a 5	10 a 30	---	---
3/8"				---	0 a 5	10 a 30
#4				0 a 5		0 a 5

MALLA	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN DE GRANULOMETRÍA ASTMC -33						
	5	56	57	6	67	7	8
	1" a 1/2"	1" a 3/8"	1" a #4	3/4" a 3/8"	3/4" a #4	1/2" a #4	3/8" a #8
1 1/2"	100	100	100				
1"	90 a 100	90 a 100	95 a 100	100	100		
3/4"	20 a 55	40 a 85	---	90 a 100	90 a 100	100	
1/2"	0 a 10	10 a 40	25 a 60	20 a 55	---	90 a 100	100
3/8"	0 a 5	0 a 15	---	0 a 10	20 a 55	40 a 70	85 a 100
#4		0 a 5	0 a 10	0 a 5	0 a 10	0 a 15	10 a 30
#8			0 a 5		0 a 5	0 a 5	0 a 10
#16							0 a 5

*Fuente: Norma ASTM C-33-93.*

El porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado grueso no deberá exceder de los siguientes valores:

**Tabla 6.** Valores máximos de partículas inconvenientes en el agregado grueso

<b>PARTÍCULA</b>	<b>%</b>
Arcilla	0.25
Partículas deleznales	5.00
Material más fino que la malla N° 200	1.00
Carbón y lignito:	
a) Cuando el acabado superficial del concreto es de importancia	0.50
b) Otros concretos	1.00

Fuente: Norma ASTM C-33-93.

#### **d) Características físicas**

Pasquel E. (1998), señala que en general son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad, y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación. Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas estándar que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas. Es importante para evaluar estos requerimientos el tener claros los conceptos relativos a las siguientes características física de los agregados.

##### **d.1) Condiciones de saturación**

Las condiciones de saturación de una partícula ideal de agregado, parte de la condición seca hasta cuando tiene humedad superficial, pasando por los siguientes estados:

- Secado al horno.
- Secado al aire.
- Parcialmente saturado superficialmente seco.

- Saturado superficialmente seco.
- Con humedad.

#### **d.2) Peso específico**

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Su valor para agregados normales oscila entre 2,500 y 2,750 Kg/m<sup>3</sup>.

#### **d.3) Peso unitario**

Pasquel E. (1998), señala, que el peso unitario es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo. La Norma ASTM C-29 define el método estándar para evaluarlo, en la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8" en 3 capas. El valor obtenido, es el que se emplea en algunos métodos de diseño de mezclas para estimar las proporciones y también para hacer conversiones de dosificaciones en peso a dosificaciones en volumen. En este último caso hay que considerar que estas conversiones asumen que el material en estado natural tiene el peso unitario obtenido en la prueba estándar, lo cual no es cierto por las características de compactación indicadas.

#### **d.4) Porcentaje de vacíos**

Es la medida del volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados. Depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. La misma Norma ASTM C-29 establece la fórmula para calcularlo, empleando los valores de peso específico y peso unitario estándar, (Pasquel, 1998).

#### **d.5) Absorción**

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros debido a que siempre queda aire atrapado, (Pasquel, 1998).

#### **d.6) Porosidad**

Es el volumen de espacios dentro de las partículas de agregados. Tiene una gran influencia en todas las demás propiedades de los agregados, pues es representativa de la estructura interna de las partículas.

#### **d.7) Humedad**

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado. Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en la proporción de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas, (Pasquel, 1998).

### **e) Características resistentes**

En cuanto a las características resistentes de los agregados, Pasquel E. (1998), indica que están constituidas por aquellas propiedades que le confieren la capacidad de soportar esfuerzos o tensiones producidos por agentes externos.

#### **e.1) Resistencia**

Pasquel E. (1998), define a la resistencia como la capacidad de asimilar la aplicación de fuerzas de compresión, corte, tracción y flexión. Normalmente se mide por medio de la resistencia en compresión, para lo cual se necesita ensayar testigos cilíndricos o cúbicos de tamaño



adecuado al equipo de ensayo, que se perforan o cortan de una muestra lo suficientemente grande.

La resistencia en compresión está inversamente relacionada con la porosidad y la absorción y directamente con el peso específico. Agregados normales con peso específico entre 2.5 a 2.7, tienen resistencias en compresión del orden de 750 a 1,200 Kg/cm<sup>2</sup>. Los agregados ligeros con peso específico entre 1.6 a 2.5 usualmente manifiestan resistencias de 200 a 750 Kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia del concreto está estrechamente relacionada con la resistencia del agregado y la condiciona significativamente, por lo que es fundamental el evaluarla directa o indirectamente cuando se desea optimizar la calidad de los concretos.

### **e.2) Tenacidad**

Es la resistencia al impacto, está más relacionada con la sollicitación en flexión que en compresión, así como con la angularidad y aspereza de la superficie. Su estimación es más cualitativa que cuantitativa.

### **e.3) Dureza**

Es la resistencia al desgaste por la acción de unas partículas sobre otras o por agentes externos. En los agregados a ser utilizados en la fabricación del concreto se cuantifica por medio de la resistencia a la abrasión en la Máquina de los Ángeles, bajo los requerimientos de la Norma ASTM C-131 y ASTM C-535. Agregados con desgaste a la abrasión mayores al 50% producen concretos con características resistentes inadecuadas en la mayoría de los casos, (Pasquel, 1998).

### **f) Propiedades térmicas**

Asimismo, Pasquel E. (1998), afirma que las propiedades térmicas de los agregados, condicionan el comportamiento de los mismos ante el efecto de los cambios de temperatura. Tienen

importancia básica en el concreto debido al calor de hidratación generado por el cemento, además de los cambios térmicos ambientales actúan sobre los agregados provocando dilataciones, expansiones, retención o disipación de calor según sea el caso. Las propiedades térmicas están afectadas por la condición de humedad de los agregados, así como por la porosidad, por lo que sus valores son bastante variables.

#### **f.1) Coeficiente de expansión**

Cuantifica la capacidad de aumento de dimensiones de los agregados en función de la temperatura. Esta propiedad está condicionada por la composición y estructura interna de las rocas y varía significativamente entre los diversos tipos de roca.

#### **f.2) Calor específico**

Es la cantidad de calor necesaria para incrementar en 1°C la temperatura. No varía mucho en los diversos tipos de rocas salvo en el caso de agregados muy ligeros y porosos, (Pasquel, 1998).

#### **f.3) Conductividad térmica**

Es la mayor o menor facilidad para conducir el calor. Está influenciada básicamente por la porosidad siendo su rango de variación relativamente estrecho.

#### **f.4) Difusividad**

Representa la velocidad con que se pueden producir cambios térmicos dentro de una masa. Se expresa como el cociente de dividir la conductividad entre el producto del calor específico por la densidad.

#### **g) Análisis granulométrico**

El análisis granulométrico o granulometría, según Pasquel E. (1998), es la representación numérica de la distribución volumétrica de

las partículas por tamaños. La serie de tamices estándar ASTM para concreto tiene la particularidad de que empieza por el tamiz de abertura cuadrada 3" y el siguiente tiene una abertura igual a la mitad de la anterior. A partir de la malla 3/8" se mantiene la misma secuencia, pero el nombre de las mallas se establece en función del número de aberturas por pulgada cuadrada.

**Tabla 7. Tamices estándar ASTM.**

DENOMINACIÓN DEL TAMIZ	ABERTURA EN PULGADAS	ABERTURA EN MILIMETROS
3"	3.0000	75.0000
1 1/2"	1.5000	37.5000
3/4"	0.7500	19.0000
3/8"	0.3750	9.5000
Nº 4	0.1870	4.7500
Nº 8	0.0937	2.3600
Nº 16	0.0469	1.1800
Nº 30	0.0234	0.5900
Nº 50	0.0117	0.2950
Nº 100	0.0059	0.1475
Nº 200	0.0029	0.0737

*Fuente: Tamices estándar ASTM.*

El significado práctico del análisis granulométrico de los agregados radica en que la granulometría influye directamente en muchas propiedades del concreto fresco, así como en algunas del concreto endurecido, por lo que interviene como elemento indispensable en todos los métodos de diseño de mezclas.

#### **h) Módulo de fineza**

Pasquel E. (1998), define el módulo de fineza como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie estándar hasta el tamiz Nº 100 y esa cantidad se divide entre 100. La base experimental que apoya al concepto del módulo de fineza es que granulometrías que tengan igual módulo de fineza independientemente de la gradación

individual, requieren la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de similar plasticidad y resistencia.

**i) Superficie específica**

Según Pasquel E. (1998), define la superficie específica como el área superficial total de las partículas de agregados, referida al peso o al volumen absoluto. Conceptualmente al ser más finas las partículas se incrementa la superficie específica y el agregado necesita más pasta para recubrir el área superficial total, sucediendo al contrario si es más grueso.

**1.7.1.2.4 Aditivos**

**a) Definición**

Rivva E. (2010), define al aditivo como un material distinto del agua, del agregado, o del cemento, el cual es utilizado como un componente del concreto y que se añade a éste antes o durante el mezclado a fin de modificar una o algunas de sus propiedades.

Asimismo, Pasquel E. (1998), indica que son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto.

Los aditivos a ser empleados en las mezclas de concreto deberán cumplir con los requisitos de la norma NTP 334.088.

**b) Clasificación**

**b.1) Aditivos acelerantes**

Pasquel E. (1998), señala que son sustancias que reducen el tiempo normal de endurecimiento de la pasta de cemento y/o acelera el

tiempo normal de desarrollo de la resistencia. A continuación, se nombran sus ventajas:

- Desencofrado en menor tiempo del usual.
- Reducción de tiempo de espera necesario para dar acabado superficial.
- Reducción de tiempo de curado.
- Adelanto en la puesta de servicio de las estructuras.
- Posibilidad de combatir rápidamente las fugas de agua en estructuras hidráulicas.
- Reducción de presiones sobre los encofrados posibilitando mayores alturas de vaciado.
- Contrarrestar el efecto de las bajas temperaturas en clima frío desarrollando con mayor velocidad el calor de hidratación, incrementando la temperatura del concreto y consecuentemente la resistencia.

## **b.2) Aditivos reductores de agua - plastificantes**

Según Pasquel E. (1998), son compuestos orgánicos e inorgánicos que permiten emplear menor agua de las que se usaría en condiciones normales en el concreto, produciendo mejores características de trabajabilidad y también de resistencia al reducirse la relación agua/cemento. Usualmente reducen el contenido de agua por lo menos en un 5% a 10%; sus principales ventajas se mencionan a continuación:

- Economía, ya que se puede reducir la cantidad de cemento.

- Facilidad en los procesos constructivos, pues la mayor trabajabilidad de las mezclas permite menor dificultad en colocarlas y compactarlas, con ahorro de tiempo y mano de obra.
- Trabajo con asentamientos mayores sin modificar la relación agua/cemento.
- Mejora significativa de la impermeabilidad.
- Posibilidad de bombear mezclas a mayores distancias sin problemas de atoros, ya que actúa como lubricante, reduciendo la segregación.

### **b.3) Aditivos superplastificantes**

Pasquel E. (1998), afirma que son compuestos orgánicos e inorgánicos que permiten emplear menor agua de las que se usaría en condiciones normales en el concreto, produciendo mejores características de trabajabilidad y también de resistencia al reducirse la relación agua/cemento.

### **b.4) Aditivos retardadores**

Tienen como objetivo incrementar el tiempo de endurecimiento normal del concreto, con miras a disponer de un periodo de plasticidad mayor que facilite el proceso constructivo, (Pasquel, 1998).

Su uso principal se amerita en los siguientes casos:

- Vaciados complicados y voluminosos, donde la secuencia de colocación del concreto provocaría juntas frías si se emplean mezclas con fraguados normales.
- Vaciados en clima cálido, en que se incrementa la velocidad de endurecimiento de las mezclas convencionales.

- Bombeo de concreto a largas distancias para prevenir atoros.
- Transporte de concreto en mixers a larga distancia.
- Mantener el concreto plástico en situaciones de emergencia que obligan a interrumpir temporalmente los vaciados, como cuando e malogra algún equipo o se retrasa el suministro de concreto.

## **1.7.2 Concreto premezclado**

### **1.7.2.1 Definición de concreto premezclado**

Según Giammusso S. (1980), el hormigón elaborado<sup>3</sup>consiste esencialmente en la preparación de una mezcla de cemento, agregados y agua en una planta central y en el transporte de esa mezcla al lugar de obra para su colocación, densificación y curado por parte del usuario.

La NTP 339.114 (2012), define al concreto premezclado como aquel fabricado y entregado al comprador en estado fresco. De igual modo, esta norma se aplica al concreto premezclado transportado a obra, en conformidad con los requisitos de calidad establecidos en la misma.

### **1.7.2.2 Planta de dosificación**

La planta de dosificación debe estar provista con depósitos o compartimientos separados y adecuados para el agregado fino y para cada uno de los tamaños requeridos de agregado grueso. Cada compartimiento de la tolva debe estar diseñado para que la operación de descarga sea libre y eficiente.

---

<sup>3</sup>Entendiéndose a hormigón elaborado como concreto premezclado.

### **1.7.2.3 Mezcladores**

Los mezcladores pueden ser de los tipos estacionarios o montados sobre camión. Deben ser capaces de combinar los materiales del concreto dentro del tiempo o del número de revoluciones especificado, para obtener una mezcla completamente homogenizada y descargar el concreto adecuadamente (NTP 339.114, 2012).

Giammusso S. (1980), señala que, algunas plantas están dotadas de mezcladoras fijas, pero la mayoría efectúa la mezcla en el propio camión mezclador (mixer). Asimismo, estima que el 70% de todo el concreto premezclado es preparado en los camiones mezcladores.

### **1.7.2.4 Transporte a obra**

El transporte a obra es necesario cuando las operaciones de dosificación y mezcla se efectúan fuera del ámbito de la obra, es el caso general de concreto premezclado. El transporte es la operación que demanda más tiempo, que más encarece la mezcla y que exige ciertas precauciones para que no se produzca detrimento a las propiedades del concreto.

La Norma ASTM C-94 señala que, cuando se utiliza un camión mezclador para llevar a cabo todo el proceso, normalmente se requiere de 70 a 100 revoluciones del tambor a la velocidad de mezclado designada por el fabricante para producir uniformidad especificada en el concreto. El mezclado a altas velocidades durante periodos prolongados, de una o más horas, puede producir pérdida de resistencia en el concreto a causa del aumento de temperatura, pérdida excesiva de aire incluido y pérdida acelerada del asentamiento.

### **1.7.2.5 Tiempo de empleo del concreto premezclado**

El Código ACI 318 y la Norma Técnica Peruana E.060 establecen que el concreto premezclado debe mezclarse y entregarse de acuerdo con la norma ASTM C 94 y la NTP 339.114, señalando



ambas que no se podrá emplear concreto que tenga más de 1.5 horas mezclándose desde el momento en que los materiales comenzaron a ingresar al tambor mezclador (Pasquel E. 2017).

Asimismo, Giammusso S. (1980), afirma que las normas de hormigón elaborado limitan en general el tiempo de mezclado en alrededor de 90 minutos (1.5 horas), porque para valores un poco superiores, el asentamiento comienza a acusar disminuciones que exigen correcciones.

#### **1.7.2.6 Vida útil del concreto premezclado**

La revista técnica Concretando (2016) de la empresa UNICON, establece para su producto Unibase (concreto premezclado diseñado para bases, pedestales, cimientos y/o zapatas) un periodo de vida útil en estado fresco de 2.5 horas (150 minutos), aduciendo que utiliza una nueva tecnología de aditivos que garantizan mayor trabajabilidad.

Así también Pasquel E. (2017), afirma que la mayoría de empresas ha establecido como un estándar de vida útil 2.5 horas empleando aditivos.

### **1.7.3 Comportamiento de las propiedades del concreto en estado fresco en climas cálidos**

#### **1.7.3.1 Definición de clima cálido**

El Comité 305 del ACI (1991), define al clima cálido como una combinación de las condiciones que tienden a deteriorar la calidad del hormigón en estado fresco o endurecido, mediante la aceleración de la velocidad de pérdida de humedad y la velocidad de hidratación del cemento.

La Revista Concretando (2016), en la página 5, señala que los principales efectos del incremento de la temperatura en el concreto fresco sin aditivos son dos:

- Reducción en el tiempo de mantenimiento de su trabajabilidad (slump).
- Reducción del tiempo de fraguado inicial (vida útil antes del endurecimiento).

### **1.7.3.2 Reglamentaciones vinculadas a la temperatura del concreto**

#### **1.7.3.2.1 Reglamento Nacional de Edificaciones**

Recomienda y especifica una temperatura máxima de 32°C en el concreto con la intención de no perder trabajabilidad ni una reducción en el tiempo de fragua, parámetros importantes.

#### **1.7.3.2.2 Manual de Carreteras**

Documento oficial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. En el capítulo 13 señala que, en ambientes en donde la temperatura excede los 30°C, se deberá contemplar el empleo de aditivos retardadores de fragua.

#### **1.7.3.2.3 Código ACI 318-14**

Precisa que la temperatura del concreto en estado fresco puede establecerse como máximo en 35°C.

### **1.7.3.3 Propiedades del concreto afectadas en estado fresco**

#### **1.7.3.3.1 Trabajabilidad y pérdida de trabajabilidad**

Según Pasquel E. (1998), la trabajabilidad está definida como la mayor o menor dificultad para mezclarlo, transporte, colocación y compactación del concreto. Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa.

Así también, la temperatura ambiental influye en la trabajabilidad del concreto. Soroka (1993), basado en datos experimentales indica que un aumento de 10°C en la temperatura del concreto trae como consecuencia la disminución en el asentamiento inicial de aproximadamente 2.5 centímetros; el efecto en la temperatura en la demanda de agua es principalmente producido por su efecto en la velocidad de la hidratación del cemento y también en la tasa de evaporación del agua.

Del mismo modo, Ortíz J. (2005), aclara la diferencia entre trabajabilidad y la pérdida de trabajabilidad. El asentamiento debe ser determinado lo más pronto posible después del amasado del concreto. El concreto en estado fresco se va rigidizando con el tiempo y perdiendo trabajabilidad; este fenómeno es conocido como “pérdida de trabajabilidad”. La pérdida de trabajabilidad es producida por la hidratación del cemento, evaporación del agua de amasado y la absorción de los áridos de esta agua. La actuación conjunta de estos junto con el hecho de que la formación de los productos de hidratación consume parte del agua de la mezcla, tendrán como resultado una pérdida de agua libre, que se manifestará finalmente en la reducción del efecto lubricante del agua del concreto.

### **1.7.3.3.2 Tiempos de fraguado**

Neville (1999), la define como la aparición de rigidez en el concreto fresco y precede a la ganancia de resistencia del concreto, que continúa durante largo tiempo si se presentan las condiciones favorables. Por lo tanto, se refiere a un estado de transición entre la fluidez y la rigidez.

A su vez Pasquel E. (1998), relaciona los tiempos de fraguado con el mecanismo de hidratación del cemento, denominando hidratación al conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento, que llevan consigo el cambio de estado plástico al endurecido.

Por otra parte, Ortiz J. (2005), señala que la velocidad de cualquier reacción química es tanto mayor cuanto más alta sea la temperatura a la que ésta tiene lugar. Así a 35°C el endurecimiento es casi dos veces más rápido que a 20°C.

En las investigaciones experimentales realizadas por Pasquel E. (2017), en la ciudad de Lima, para condiciones de verano (con un rango de temperatura referencial de 24°C a 28°C), logró determinar que el fraguado inicial de un concreto sin aditivos se producía alrededor de las 2 horas y para un concreto con aditivos el fraguado inicial se daba alrededor de las 4 horas, es decir, el doble de tiempo.

## 1.8 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**ACI.** Siglas en inglés del Instituto Americano de Concreto (American Concrete Institute).

**Asentamiento.** Medida de la consistencia del concreto en estado fresco, también llamado revenimiento o slump.

**ASTM.** Siglas en inglés de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (American Society for Testing and Materials).

**Concreto.** Material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.

**Concreto premezclado.** Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.

**Mixer.** Es el vehículo mezclador y transportador de concreto en estado fresco que consta de una tolva rotatoria a velocidad variable de forma ovalada ubicada en la parte posterior del vehículo.

**Planta de premezclado.** Es el espacio donde se instalan maquinarias y equipos especializados para elaborar concreto en grandes cantidades en condiciones similares a la de un laboratorio, para posteriormente entregarlo en obra como un producto no endurecido.

**Trabajabilidad.** También llamada manejabilidad, es la facilidad de colocación, compactación y acabado del concreto fresco.

## **1.9 HIPÓTESIS**

### **1.9.1 Hipótesis general**

**H<sub>0</sub>** El tiempo de mezclado no influye significativamente en las propiedades del concreto premezclado en estado fresco en la ciudad de Tarapoto.

**H<sub>i</sub>** El tiempo de mezclado influye significativamente en las propiedades del concreto premezclado en estado fresco en la ciudad de Tarapoto.

### **1.9.2 Hipótesis específica**

**H<sub>0</sub>** El tiempo no influye significativamente en la trabajabilidad del concreto premezclado en la ciudad de Tarapoto.

**H<sub>i</sub>** El tiempo influye significativamente en la trabajabilidad del concreto premezclado en la ciudad de Tarapoto.

## **1.10 VARIABLES**

### **1.10.1 Variable Independiente**

El tiempo.

### **1.10.2 Variable Dependiente**

Trabajabilidad del concreto premezclado.

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

#### **2.1.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación es cuantitativa.

#### **2.1.2 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es del tipo experimental, porque se realizó ensayos de asentamiento del concreto, de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Peruana 339.035, en cuatro muestras (una muestra sin aditivos y tres muestras con aditivos retardadores de fragua), con la finalidad de determinar la pérdida de trabajabilidad del concreto, manipulando la variable independiente, que para este caso específico es el tiempo de mezclado, en un lapso de 2.5 horas; finalmente se analizaron, compararon, validaron y discutieron los resultados obtenidos.

### **2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **2.2.1 Población**

Mezclas de concreto premezclado en estado fresco elaborado en la ciudad de Tarapoto.

#### **2.2.2 Muestra**

Ocho (8) mezclas de concreto premezclado en estado fresco, elaborados en condiciones de laboratorio sin aditivos y con aditivos.

## **2.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **2.3.1 Técnicas de recolección de datos**

La técnica que se empleó en la recolección de datos fue a través de ensayos de laboratorio para la determinación de la trabajabilidad, establecido en la N.T.P. 339.035 - Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

### **2.3.2 Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos que se empleó en la recolección de datos fueron los necesarios para una adecuada aplicación de la Norma Técnica Peruana 339.035 - Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

### **2.3.3 Procedimientos de recolección de datos**

Se desarrolló los ensayos experimentales del concreto, bajo los lineamientos de la Norma Técnica Peruana 339.035, que regula el ensayo para determinar el asentamiento del concreto de cemento Portland.

Se determinó el asentamiento del concreto de cuatro muestras (una muestra de control y tres muestras experimentales), en dos horarios del día: mañana y mediodía, en un lapso de tiempo de 2.5 horas, los ensayos se desarrollaron cada 30 minutos. Cabe precisar que de cada muestra se realizó seis ensayos de asentamiento en el horario de la mañana (07:30 a 10:00 horas) y seis ensayos de asentamiento en el horario del mediodía (12:00 a 14:30 horas). De manera paralela a la realización del ensayo de asentamiento, se midió la temperatura ambiente y la temperatura del concreto.



## 2.4 PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

### 2.4.1 Materiales para la elaboración del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

En este acápite se mencionan los materiales utilizados y sus principales características para la fabricación del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , el mismo que se empleó en los ensayos experimentales; dentro de los materiales utilizados para la realización de los ensayos tenemos el cemento, los agregados, el agua y aditivos.

#### 2.4.1.1 Cemento

Para la realización de todos los ensayos experimentales se utilizó cemento Portland compuesto tipo ICo, cuyas propiedades físicas y químicas cumple con los requisitos de la NTP 334.090, las mismas que se muestran a continuación en la tabla 8; esta información fue obtenida directamente de la ficha técnica del cemento, facilitada por el fabricante.

*Tabla 8. Propiedades químicas del cemento Portland.*

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS DE ENSAYOS
MgO (%)	6.0 máx.	1.3
SO <sub>3</sub>	4.0 máx.	2.6

Fuente: Ficha técnica del cemento Portland.

**Tabla 9. Propiedades físicas del cemento Portland.**

<b>REQUISITOS</b>	<b>ESPECIFICACIÓN</b>	<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12.0 máx.	5
Superficie específica (cm <sup>2</sup> /g)	No especifica	4490
Retenido M325 (%)	No especifica	3.4
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.05
Contracción en autoclave (%)	0.20 máx.	-
Densidad (g/mL)	No especifica	3.00
Resistencia a la compresión min. (MPa)		
1 día	No especifica	13.3
3 días	13.0	24.4
7 días	20.0	30.1
28 días	25.0	35.6
Tiempo de fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	195
Final, no mayor que:	420	331

Fuente: Ficha técnica del cemento Portland.

#### **2.4.1.2 Agregados**

Para la realización de todos los ensayos experimentales se utilizó agregado grueso extraído del río Huallaga y agregado fino obtenido de la cantera del río Cumbaza. El agregado grueso está compuesto por grava de <1" (triturada), procesada y acopiada posteriormente en la planta de concreto. El agregado fino está compuesto por arena natural zarandeada y acopiada posteriormente en planta de concreto.

### 2.4.1.2.1 Granulometría de los agregados

Para llevar a cabo la caracterización granulométrica de los agregados se procedió conforme a la norma ASTM D-422; a continuación, se muestra el análisis granulométrico realizado tanto al agregado fino (arena) como al agregado grueso (grava).

**Tabla 10.** *Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino (arena).*

<b>TAMIZ ASTM</b>	<b>ABERTURA TAMIZ (mm)</b>	<b>% QUE PASA</b>
3/8"	9.525	98.1
# 4	4.760	94.2
# 8	2.360	85.4
# 16	1.180	77.8
# 30	0.600	64.3
# 50	0.300	36.3
# 100	0.150	9.2
# 200	0.075	5.0
< # 200	Fondo	0.0

Fuente: Análisis granulométrico – agregado fino.

**Tabla 11.** *Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso (grava).*

<b>TAMIZ ASTM</b>	<b>ABERTURA TAMIZ (mm)</b>	<b>% QUE PASA</b>
3/4"	19.050	62.3
1/2"	12.700	5.1
3/8"	9.525	3.8
# 4	4.760	2.5
# 8	2.360	2.0
< # 8	2.360	0.0

Fuente: Análisis granulométrico – agregado grueso.

En base al análisis granulométrico realizado, se puede señalar que los agregados a ser utilizados en los ensayos presentan curvas muy bien graduadas.

#### 2.4.1.2.2 Propiedades físicas de los agregados

En la siguiente tabla se muestran las propiedades físicas de los agregados a emplearse en los ensayos experimentales, dentro de ellos se tiene la absorción, la humedad y el peso específico; dichas propiedades se obtuvieron de acuerdo a los procedimientos estipulados en la normativa ASTM C-128 y ASTM C-566.

*Tabla 12. Propiedades físicas de los agregados.*

<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>
% de Absorción	0.8%	0.65%
% de Humedad	0.2%	6.0%
Peso Específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.748	2.599

Fuente: Propiedades físicas de los agregados.

#### 2.4.1.3 Agua

El agua que se utilizó para la fabricación del concreto, se extrajo directamente de la conexión domiciliar de agua potable, entendiéndose que posee la pureza necesaria y especificada en la Norma Técnica Peruana 339.088, por tal motivo no se realizó ningún análisis de tipo físico – químico o bacteriológico.

#### 2.4.1.4 Aditivos

Los aditivos empleados en los ensayos experimentales son del tipo retardantes de fragua, se aplicaron tres (3) aditivos de diferentes fabricantes, para evaluar el comportamiento del asentamiento del concreto para cada caso.

**Tabla 13. Propiedades nominales de los aditivos.**

<b>PROPIEDADES NOMINALES</b>	<b>ADITIVO 1 EUCO WR-75</b>	<b>ADITIVO 2 ECOTAR</b>	<b>ADITIVO 3 SIKA PLASTIMENT - 80 PE</b>
Apariencia	Líquida	Líquida	Líquida
Color	Incoloro	Incoloro	Marrón Claro
Dosificación por peso de cemento	0.1 - 0.3%	0.2 - 0.9%	0.2 - 0.9%

Fuente: Fichas técnicas de aditivos.

#### **2.4.2 Equipos para la elaboración del concreto**

El concreto utilizado para los ensayos experimentales, se fabricó con los siguientes equipos:

- Mezcladora de concreto: mezcladora de concreto de laboratorio tipo trompo, alimentado por energía eléctrica, con una capacidad de 100 litros y una potencia de 0.5 HP.
- Balanza: balanza de mesa de acero inoxidable con una capacidad de hasta 40 Kg.

#### **2.4.3 Materiales para el ensayo de asentamiento del concreto**

Teniendo como marco normativo la Norma Técnica Peruana 339,035, que establece el ensayo para determinar el asentamiento del concreto de cemento Portland, se utilizó los siguientes materiales:

- Cono de Abrahms metálico: molde de forma troncocónica de 20 cm de diámetro en la base inferior, 10 cm en la base superior y 30 cm de altura.

- Varilla compactadora: se usó una varilla de acero lisa de 5/8" de diámetro con puntas semiesféricas de 60 cm aproximadamente.
- Cucharón: cucharón metálico de tamaño adecuado para colocar el concreto dentro del cono de Abrahms.
- Instrumento de medida: wincha de cinco metros para la medición del asentamiento.
- Plataforma metálica: plataforma lisa metálica para apoyar el cono metálico al realizar el ensayo de asentamiento.

#### **2.4.4 Metodología**

##### **2.4.4.1 Características climáticas**

En la práctica, el concreto en estado fresco es amasado y colocado a un amplio rango de temperaturas no isotérmicas, y de igual forma el concreto endurecido y en funcionamiento es sometido a diversos cambios de temperatura. Debido a esta condición de variabilidad de las condiciones climáticas externas, y teniendo en cuenta que la ciudad de Tarapoto presenta un promedio histórico de temperaturas máximas de 32.6°C y mínimas de 19.4°C, se ha visto por conveniente fabricar el concreto en dos horarios distintos: en la mañana de 07:30 hasta las 10:00 horas y al mediodía de 12:00 hasta las 14:30 horas.

##### **2.4.4.2 Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**

El concreto utilizado en los ensayos experimentales, corresponde a un concreto premezclado elaborado en condiciones de laboratorio, tiene una resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , y fue diseñado con un slump de 8 pulgadas mediante el cono de Abrahms.

#### **2.4.4.3 Aditivos retardantes de fragua**

Para los ensayos experimentales se utilizó tres aditivos retardantes de fragua de diferentes fabricantes, entre ellos tenemos:

- Aditivo 1: EUCO WR-75.
- Aditivo 2: ECOTAR.
- Aditivo 3: SIKA PLASTIMENT-80 PE.

#### **2.4.4.4 Ensayo de asentamiento del concreto**

Se desarrolló el ensayo de asentamiento del concreto, bajo los lineamientos de la Norma Técnica Peruana 339.035, que regula el ensayo para determinar el asentamiento del concreto de cemento Portland.

Se determinó el asentamiento del concreto de cuatro muestras (una muestra de control y tres muestras experimentales), en dos horarios del día: mañana y mediodía, en un lapso de tiempo de 2.5 horas, los ensayos se desarrollaron cada 30 minutos. Cabe precisar que de cada muestra se realizó seis ensayos de asentamiento en el horario de la mañana (07:30 a 10:00 horas) y seis ensayos de asentamiento en el horario del mediodía (12:00 a 14:30 horas). De manera paralela a la realización del ensayo de asentamiento, se midió la temperatura ambiente y la temperatura del concreto.

#### **2.4.4.5 Validación estadística de los resultados**

La validación estadística de los resultados se realizó con la finalidad de determinar la aceptación o rechazo de la hipótesis nula de la presente investigación, para ello se desarrolló el análisis de regresión en base a los resultados de las variables previamente definidas, siendo la variable independiente: El tiempo (X), y la variable dependiente la trabajabilidad del concreto premezclado (Y), luego del análisis de regresión, se validó los resultados tras pasar los criterios de bondad de ajuste y la prueba de significación de Fisher.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 RESULTADOS

#### 3.1.1 Condiciones climáticas

Los ensayos de asentamiento del concreto se desarrollaron en la ciudad de Tarapoto, bajo condiciones de laboratorio desde el día 08 hasta el 11 de enero de 2021, y para ello se definió dos horarios distintos: en la mañana de 07:30 hasta las 10:00 horas y al mediodía de 12:00 hasta las 14:30 horas; se midió la temperatura ambiente cada 30 minutos, obteniéndose los siguientes resultados:

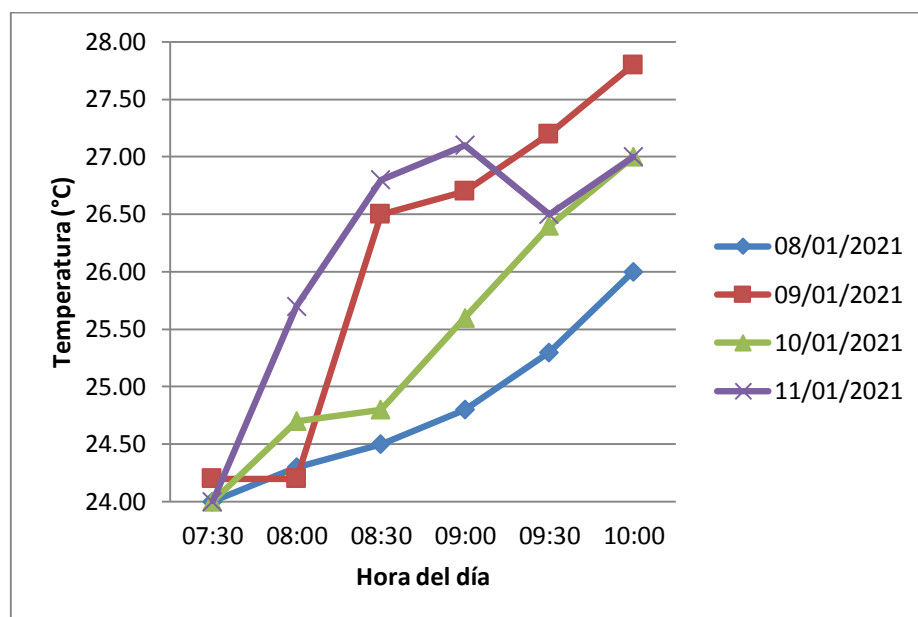
*Tabla 14. Temperatura ambiente del 08 al 11 de enero, en el horario de la mañana.*

HORA DEL DÍA	08/01/2021	09/01/2021	10/01/2021	11/01/2021
07:30	24.00	24.20	24.00	24.00
08:00	24.30	24.20	24.70	25.70
08:30	24.50	26.50	24.80	26.80
09:00	24.80	26.70	25.60	27.10
09:30	25.30	27.20	26.40	26.50
10:00	26.00	27.80	27.00	27.00

Fuente: Elaboración propia.

La temperatura en el horario de la mañana (07:30 hasta las 10:00 horas) fluctúa entre 24°C y 27.8°C en el periodo analizado, se puede afirmar que la temperatura tiene un comportamiento ascendente conforme pasan las horas de la mañana, incrementándose hasta en 3°C en 2.5 horas.





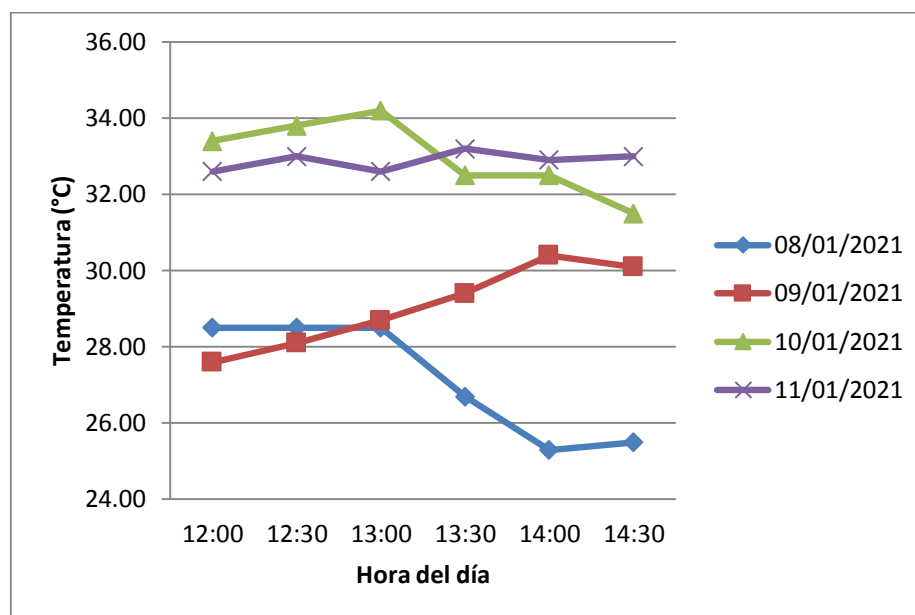
*Ilustración 2. Temperatura ambiente del 08 al 11 de enero, en el horario de la mañana.*

La temperatura en el horario del mediodía (12:00 hasta las 14:30 horas) fluctúa entre 25.3°C y 34.2°C en el periodo analizado, se puede afirmar que la temperatura tiene un comportamiento variable en el intervalo de tiempo estudiado, concentrándose los valores máximos entre las 12:00 y 13:00 horas.

*Tabla 15. Temperatura ambiente del 08 al 11 de enero, en el horario del mediodía.*

HORA DEL DÍA	08/01/2021	09/01/2021	10/01/2021	11/01/2021
12:00	28.50	27.60	33.40	32.60
12:30	28.50	28.10	33.80	33.00
13:00	28.50	28.70	34.20	32.60
13:30	26.70	29.40	32.50	33.20
14:00	25.30	30.40	32.50	32.90
14:30	25.50	30.10	31.50	33.00

Fuente: Elaboración propia.



*Ilustración 3. Temperatura ambiente del 08 al 11 de enero, en el horario del mediodía.*

### 3.1.2 Fabricación del concreto

El diseño de mezcla utilizado en los ensayos experimentales, corresponde a un concreto premezclado de fabricación comercial, elaborado en condiciones de laboratorio, cuya resistencia nominal es de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , con relación agua/cemento (a/c) de 0.63. El asentamiento esperado para este concreto es de 8". La dosificación utilizada se muestra en el siguiente cuadro:

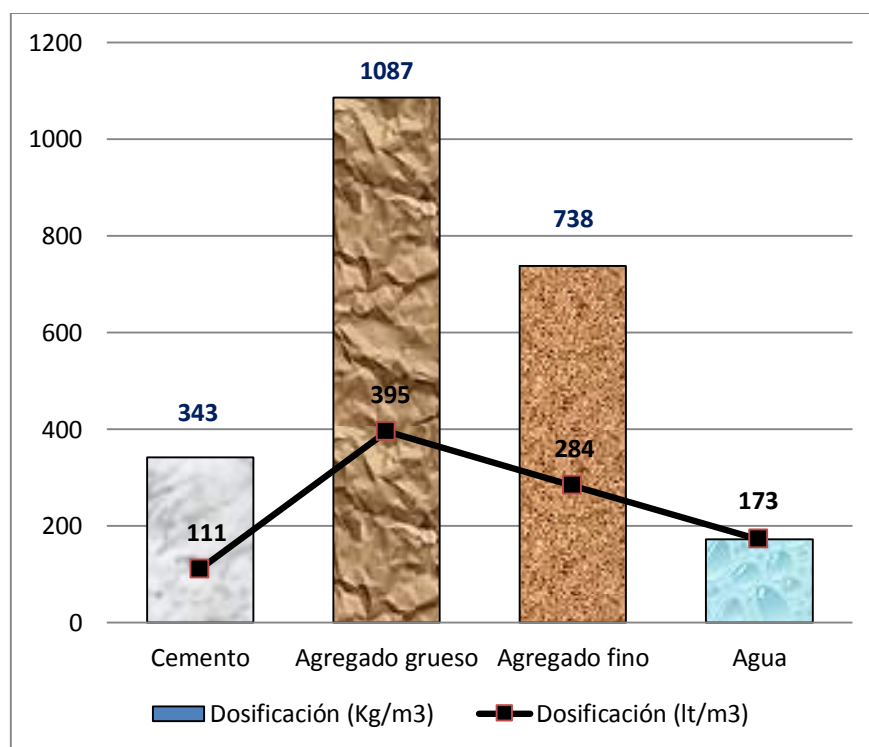
*Tabla 16. Dosificación utilizada para la fabricación del concreto.*

MATERIAL	DOSIFICACIÓN (Kg/m3)	% (peso)	DENSIDAD (gr/cm3)	DOSIFICACIÓN (l/m3)	% (volumen)
Cemento	343	14.7%	3.100	111	11.5%
Agregado Grueso	1,087	46.4%	2.750	395	41.1%
Agregado Fino	738	31.5%	2.599	284	29.5%
Agua	173	7.4%	1.000	173	17.9%
<b>TOTAL</b>	<b>2,340</b>	<b>100.0%</b>		<b>962</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que, para la dosificación en peso, la cantidad de áridos representa el 77.9% del peso total del concreto, mientras que, para la dosificación por volumen, los áridos ocupan un volumen total del 70.6% del concreto. Así mismo, es importante mencionar que el agua representa en peso solo un 7.4% del concreto, mientras que en volumen representa un 17.9%.

A continuación, se presenta en la siguiente ilustración, las proporciones utilizadas en la dosificación del concreto bajo estudio, en peso y en volumen sobre un metro cúbico.



*Ilustración 4. Representación gráfica de la dosificación del concreto.*

### 3.1.3 Dosificación de Aditivos

La dosificación de los aditivos en la fabricación del concreto, se llevó a cabo de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante; para todos los casos la cantidad de aditivo a ser aplicado en la mezcla de concreto se determinó de acuerdo al peso del cemento, a continuación, se presenta la dosificación de cada uno de ellos:

**Tabla 17.** *Dosificación de los aditivos.*

DOSIFICACIÓN	ADITIVO 1 EUCO WR-75	ADITIVO 2 ECOTAR	ADITIVO 3 SIKA PLASTIMENT - 80 PE
Dosificación por peso de cemento	0.15%	0.30%	0.20%

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4 Resultados del ensayo de asentamiento del concreto

#### 3.1.4.1 Asentamiento del concreto de la muestra de control

A continuación, en las tablas siguientes se muestran los resultados obtenidos correspondientes al asentamiento del concreto de la muestra de control (sin aditivos), tanto en el horario de la mañana como el horario del mediodía.

**Tabla 18.** *Asentamiento del concreto de la muestra de control en el horario de la mañana.*

TIEMPO (min)	Slump (pulg.)	Slump (mm)	T° Ambiente (°C)	T° Concreto (°C)
0	8	203.2	24.00	26.30
30	7	177.8	24.30	26.50
60	6	152.4	24.50	26.50
90	5.5	139.7	24.80	26.50
120	4	101.6	25.30	27.00
150	3.5	88.9	26.00	27.20

Fuente: Elaboración propia.

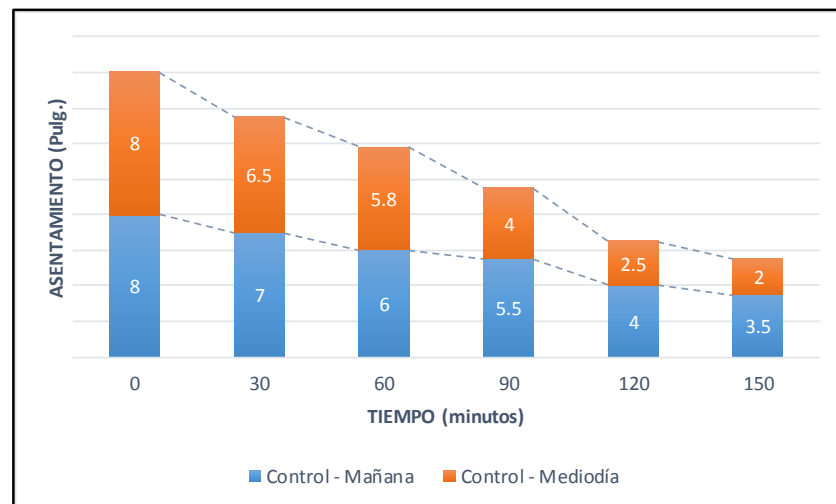
En el horario de la mañana, a los 90 minutos de iniciado el proceso de mezclado del concreto en el tambor, para la muestra de control (sin aditivos), se observa una pérdida de la trabajabilidad de 8" a 5.5", es decir, se ha perdido 2.5" en dicho intervalo de tiempo; y para todo el periodo de tiempo estudiado (150 minutos), se obtuvo un slump final de 3.5".

**Tabla 19.** Asentamiento del concreto de la muestra de control en el horario del mediodía.

TIEMPO (min)	Slump (pulg.)	Slump (mm)	T° Ambiente (°C)	T° Concreto (°C)
0	8	203.2	28.50	27.90
30	6.5	165.1	28.50	28.50
60	5.8	147.3	28.50	29.00
90	4	101.6	26.70	28.30
120	2.5	63.5	25.30	27.60
150	2	50.8	25.50	27.20

Fuente: Elaboración propia.

Así también, en el horario del mediodía, a los 90 minutos de iniciado el mezclado del concreto en el tambor, para la muestra de control (sin aditivos), se observó una pérdida de la trabajabilidad de 8" a 4", es decir, se ha perdido 4" en dicho periodo; y para todo el intervalo de tiempo estudiado (150 minutos), se obtuvo un slump final de 2".



**Ilustración 5.** Asentamientos de la muestra de control.

### 3.1.4.2 Asentamiento del concreto de la muestra experimental 01 (aditivo EUCO WR-75)

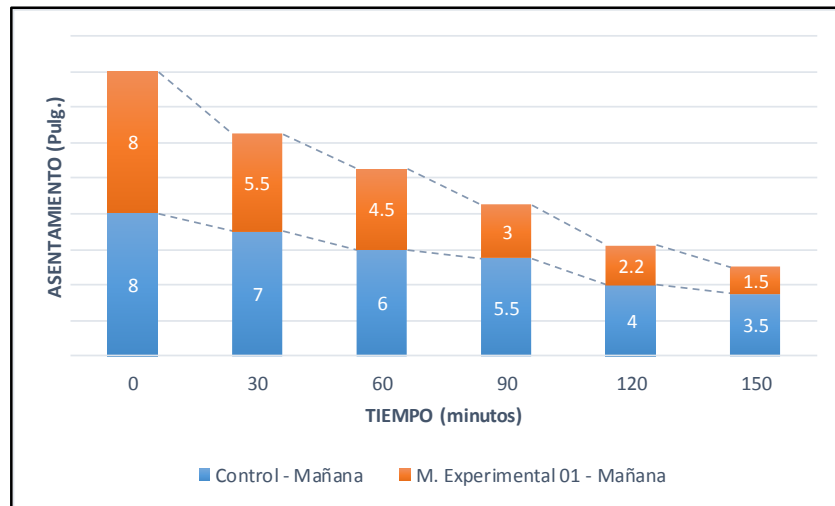
A continuación, en las tablas siguientes se muestran los resultados obtenidos correspondientes al asentamiento del concreto de la muestra experimental 01 (aditivo EUCO WR-75), tanto en el horario de la mañana como el horario del mediodía.

*Tabla 20. Asentamiento del concreto de la muestra experimental 01 en el horario de la mañana.*

<b>TIEMPO (min)</b>	<b>Slump (pulg.)</b>	<b>Slump (mm)</b>	<b>T° Ambiente (°C)</b>	<b>T° Concreto (°C)</b>
0	8	203.2	24.20	25.40
30	5.5	139.7	24.20	26.10
60	4.5	114.3	26.50	26.50
90	3	76.2	26.70	26.70
120	2.2	55.88	27.20	26.50
150	1.5	38.1	27.80	26.30

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20, se observa que, en el horario de la mañana, a los 90 minutos de iniciado el proceso de mezclado del concreto en el tambor, para la muestra experimental 01 (aditivo EUCO WR-75), se observa una pérdida de la trabajabilidad de 8" a 3", es decir, se ha perdido 5" en dicho intervalo de tiempo; y para todo el periodo de tiempo estudiado (150 minutos), se obtuvo un slump final de 1.5".



**Ilustración 6.** Asentamientos de la muestra control vs. muestra experimental 01 en el horario de la mañana.

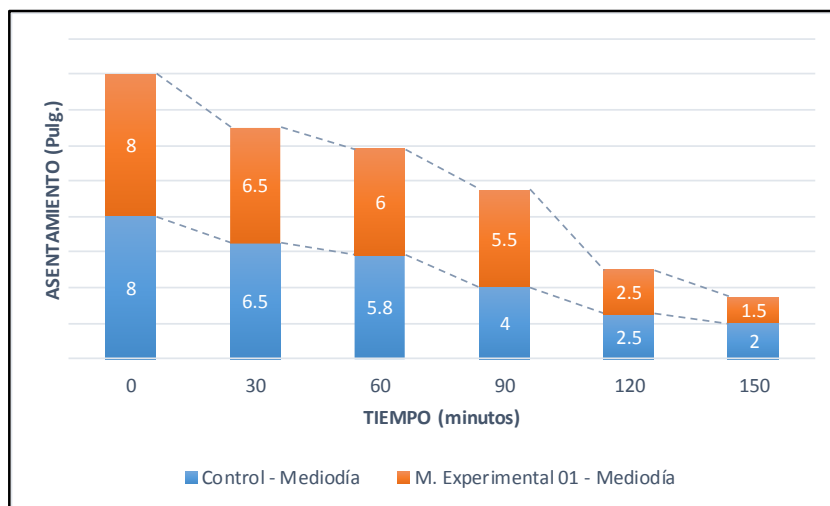
En la ilustración 6, se compara el comportamiento de la pérdida de la trabajabilidad del concreto de la muestra control y la muestra experimental 01, para el horario de la mañana, observándose que, para un tiempo de mezclado de 90 minutos, la muestra sin aditivo presentó un slump de 5.5”, mientras que la muestra con aditivo EUCO WR-75 presentó un slump de 3”. Asimismo, a las 2.5 horas se aprecia un slump de 3.5” y 1.5” del concreto sin aditivo y con aditivo EUCO WR-75, respectivamente.

**Tabla 21.** Asentamiento del concreto de la muestra experimental 01 en el horario del mediodía.

TIEMPO (min)	Slump (pulg.)	Slump (mm)	T° Ambiente (°C)	T° Concreto (°C)
0	8	203.2	27.60	27.60
30	6.5	165.1	28.10	28.50
60	6	152.4	28.70	28.70
90	5.5	139.7	29.40	28.70
120	2.5	63.5	30.40	28.10
150	1.5	38.1	30.10	27.60

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21, se observa que, en el horario del mediodía, a los 90 minutos de iniciado el proceso de mezclado del concreto en el tambor, para la muestra experimental 01 (aditivo EUCO WR-75), se observa una pérdida de la trabajabilidad de 8" a 5.5", es decir, se ha perdido 2.5" en dicho intervalo de tiempo; y para todo el periodo de tiempo estudiado (150 minutos), se obtuvo un slump final de 1.5".



**Ilustración 7.** Asentamientos de la muestra control vs. muestra experimental 01 en el horario del mediodía

En la ilustración 7, se compara el comportamiento de la pérdida de la trabajabilidad del concreto de la muestra control y la muestra experimental 01, para el horario del mediodía, observándose que, para un tiempo de mezclado de 90 minutos, la muestra sin aditivo presentó un slump de 4", mientras que la muestra con aditivo EUCO WR-75 presentó un slump de 5.5". Asimismo, a las 2.5 horas se aprecia un slump de 2" y 1.5" del concreto sin aditivo y con aditivo EUCO WR-75, respectivamente.



### 3.1.4.3 Asentamiento del concreto de la muestra experimental 02 (aditivo ECOTAR)

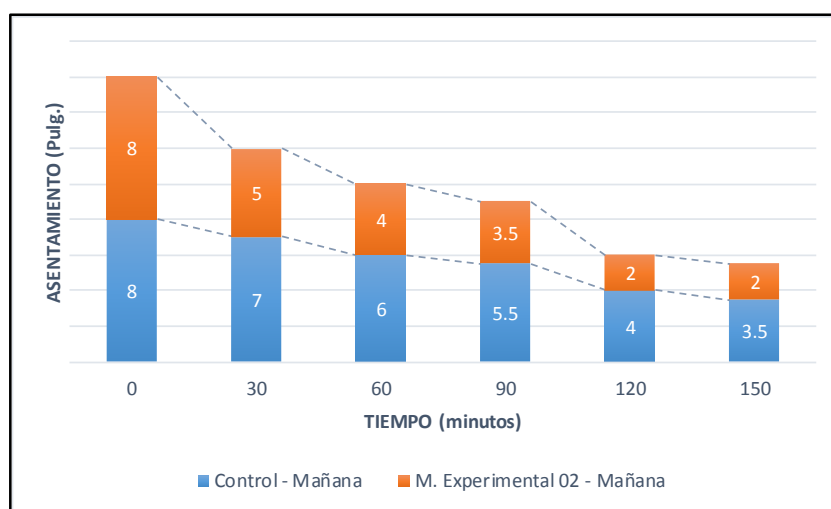
A continuación, en las tablas siguientes se muestran los resultados obtenidos correspondientes al asentamiento del concreto de la muestra experimental 02 (aditivo ECOTAR), tanto en el horario de la mañana como el horario del mediodía.

*Tabla 22. Asentamiento del concreto de la muestra experimental 02 en el horario de la mañana.*

<b>TIEMPO (min)</b>	<b>Slump (pulg.)</b>	<b>Slump (mm)</b>	<b>T° Ambiente (°C)</b>	<b>T° Concreto (°C)</b>
0	8	203.2	24.00	26.90
30	5	127	24.70	27.10
60	4	101.6	24.80	26.80
90	3.5	88.9	25.60	26.60
120	2	50.8	26.40	26.50
150	2	50.8	27.00	26.20

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior, se observa que, en el horario de la mañana, a los 90 minutos de iniciado el proceso de mezclado del concreto en el tambor, para la muestra experimental 02 (aditivo ECOTAR), se observa una pérdida de la trabajabilidad de 8" a 3.5", es decir, se ha perdido 4.5" en dicho intervalo de tiempo; y para todo el periodo de tiempo estudiado (150 minutos), se obtuvo un slump final de 2".



**Ilustración 8.** Asentamientos de la muestra control vs. muestra experimental 02 en el horario de la mañana.

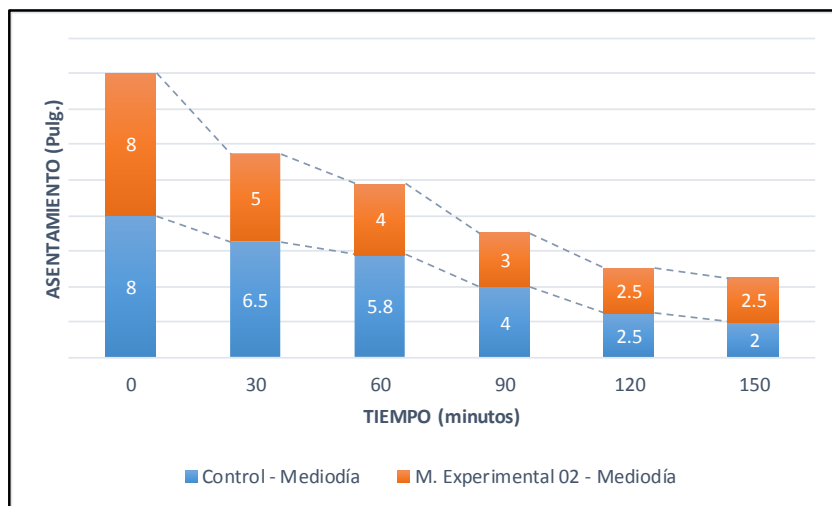
En la ilustración 8, se compara el comportamiento de la pérdida de la trabajabilidad del concreto de la muestra control y la muestra experimental 02, para el horario de la mañana, observándose que, para un tiempo de mezclado de 90 minutos, la muestra sin aditivo presentó un slump de 5.5", mientras que la muestra con aditivo ECOTAR presentó un slump de 3.5". Asimismo, a las 2.5 horas se aprecia un slump de 3.5" y 2" del concreto sin aditivo y con aditivo ECOTAR, respectivamente.

**Tabla 23.** Asentamiento del concreto de la muestra experimental 02 en el horario del mediodía.

TIEMPO (min)	Slump (pulg.)	Slump (mm)	T° Ambiente (°C)	T° Concreto (°C)
0	8	203.2	33.40	31.30
30	5	127	33.80	32.10
60	4	101.6	34.20	32.10
90	3	76.2	32.50	31.90
120	2.5	63.5	32.50	31.50
150	2.5	63.5	31.50	31.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23, se observa que, en el horario del mediodía, a los 90 minutos de iniciado el proceso de mezclado del concreto en el tambor, para la muestra experimental 02 (aditivo ECOTAR), se observa una pérdida de la trabajabilidad de 8" a 3", es decir, se ha perdido 5" en dicho intervalo de tiempo; y para todo el periodo de tiempo estudiado (150 minutos), se obtuvo un slump final de 2.5".



**Ilustración 9.** Asentamientos de la muestra control vs. muestra experimental 02 en el horario del mediodía.

En la ilustración 9, se compara el comportamiento de la pérdida de la trabajabilidad del concreto de la muestra control y la muestra experimental 02, para el horario del mediodía, observándose que, para un tiempo de mezclado de 90 minutos, la muestra sin aditivo presentó un slump de 4", mientras que la muestra con aditivo ECOTAR presentó un slump de 3". Asimismo, a las 2.5 horas se aprecia un slump de 2" y 2.5" del concreto sin aditivo y con aditivo ECOTAR, respectivamente.

#### 3.1.4.4 Asentamiento del concreto de la muestra experimental 03 (aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE)

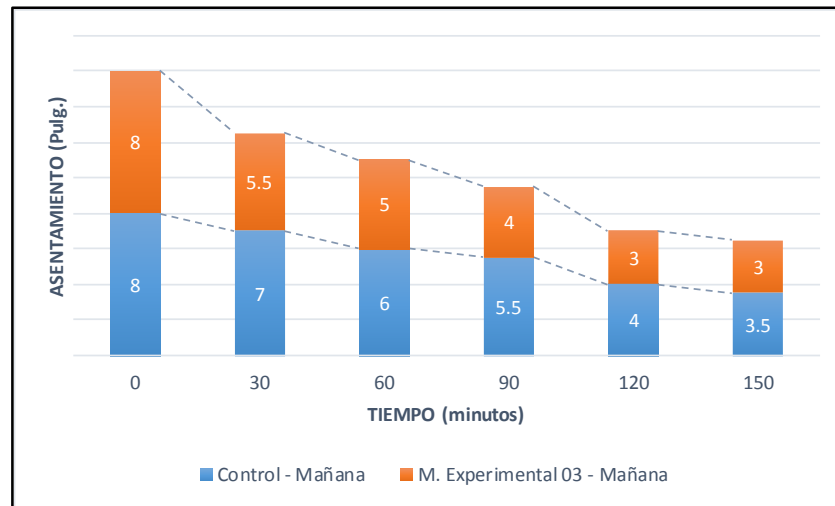
A continuación, en las tablas siguientes se muestran los resultados obtenidos correspondientes al asentamiento del concreto de la muestra experimental 03 (aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE), tanto en el horario de la mañana como el horario del mediodía.

*Tabla 24. Asentamiento del concreto de la muestra experimental 03 en el horario de la mañana.*

<b>TIEMPO (min)</b>	<b>Slump (pulg.)</b>	<b>Slump (mm)</b>	<b>T° Ambiente (°C)</b>	<b>T° Concreto (°C)</b>
0	8	203.2	24.00	25.60
30	5.5	139.7	25.70	26.30
60	5	127	26.80	26.70
90	4	101.6	27.10	26.80
120	3	76.2	26.50	26.80
150	3	76.2	27.00	27.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 24, se observa que, en el horario de la mañana, a los 90 minutos de iniciado el proceso de mezclado del concreto en el tambor, para la muestra experimental 03 (aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE), se observa una pérdida de la trabajabilidad de 8" a 4", es decir, se ha perdido 4" en dicho intervalo de tiempo; y para todo el periodo de tiempo estudiado (150 minutos), se obtuvo un slump final de 3".



**Ilustración 10.** Asentamientos de la muestra control vs. muestra experimental 03 en el horario de la mañana.

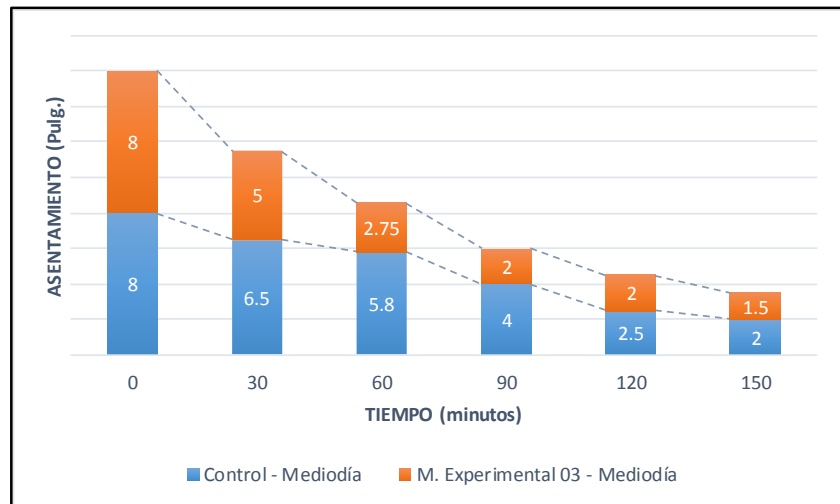
En la ilustración 10, se compara el comportamiento de la pérdida de la trabajabilidad del concreto de la muestra control y la muestra experimental 03, para el horario de la mañana, observándose que, para un tiempo de mezclado de 90 minutos, la muestra sin aditivo presentó un slump de 5.5”, mientras que la muestra con aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE presentó un slump de 4”. Asimismo, a las 2.5 horas se aprecia un slump de 3.5” y 3” del concreto sin aditivo y con aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE, respectivamente.

**Tabla 25.** Asentamiento del concreto de la muestra experimental 03 en el horario del mediodía.

TIEMPO (min)	Slump (pulg.)	Slump (mm)	T° Ambiente (°C)	T° Concreto (°C)
0	8	203.2	32.60	30.90
30	5	127	33.00	31.70
60	2.75	69.85	32.60	31.90
90	2	50.8	33.20	31.80
120	2	50.8	32.90	31.40
150	1.5	38.1	33.00	31.70

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 25, se observa que, en el horario del mediodía, a los 90 minutos de iniciado el proceso de mezclado del concreto en el tambor, para la muestra experimental 03 (aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE), se observa una pérdida de la trabajabilidad de 8" a 2", es decir, se ha perdido 6" en dicho intervalo de tiempo; y para todo el periodo de tiempo estudiado (150 minutos), se obtuvo un slump final de 1.5".



**Ilustración 11.** Asentamientos de la muestra control vs. muestra experimental 03 en el horario del mediodía.

En la ilustración 11, se compara el comportamiento de la pérdida de la trabajabilidad del concreto de la muestra control y la muestra experimental 03, para el horario del mediodía, observándose que, para un tiempo de mezclado de 90 minutos, la muestra sin aditivo presentó un slump de 4", mientras que la muestra con aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE presentó un slump de 2". Asimismo, a las 2.5 horas se aprecia un slump de 2" y 1.5" del concreto sin aditivo y con aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE, respectivamente.

### 3.1.5 Comportamiento de la pérdida de trabajabilidad en concreto f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Tarapoto

Con los resultados obtenidos en los ensayos de asentamiento para todas las muestras en los dos horarios, se procedió a analizar el comportamiento de la pérdida de trabajabilidad del concreto f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>, poniendo énfasis en la pérdida de trabajabilidad del concreto a los 90 minutos (tiempo de empleo de concreto premezclado de acuerdo con la norma ASTM C 94 y la NTP 339,114) y a los 150 minutos (estándar de vida útil del concreto premezclado aplicando aditivos).

#### 3.1.5.1 Comportamiento de la pérdida de trabajabilidad del concreto en el horario de la mañana

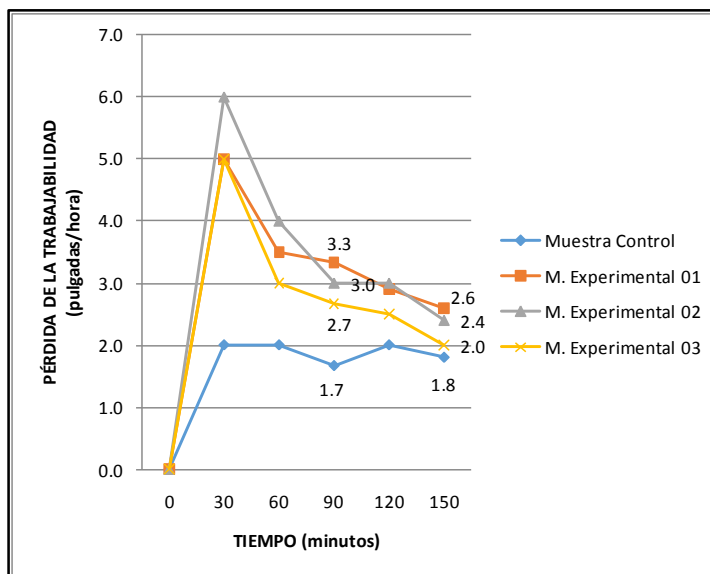
*Tabla 26. Pérdida de la trabajabilidad del concreto de todas las muestras en el horario de la mañana.*

<b>TIEMPO (min)</b>	<b>Pérdida Slump Muestra Control (pulg./hora)</b>	<b>Pérdida Slump Muestra Experimental 01 (pulg./hora)</b>	<b>Pérdida Slump Muestra Experimental 02(pulg./hora)</b>	<b>Pérdida Slump Muestra Experimental 03(pulg./hora)</b>
0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	2.0	5.0	6.0	5.0
60	2.0	3.5	4.0	3.0
<b>90</b>	<b>1.7</b>	<b>3.3</b>	<b>3.0</b>	<b>2.7</b>
120	2.0	2.9	3.0	2.5
<b>150</b>	<b>1.8</b>	<b>2.6</b>	<b>2.4</b>	<b>2.0</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 26, para el horario de la mañana, se observa que la menor pérdida de la trabajabilidad del concreto a los 90 minutos de iniciado el mezclado de los materiales en el tambor, se obtuvo en la muestra control (sin aditivos), con una pérdida de la trabajabilidad de 1.7 pulgadas/hora, seguido de la muestra experimental 03 (aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE) con una pérdida de la trabajabilidad de 2.7 pulgadas/hora; la muestra experimental 02 (aditivo ECOTAR) presenta

una pérdida de trabajabilidad a los 90 minutos en el orden de 3.0 pulgadas/hora y la mayor pérdida de trabajabilidad con 3.3 pulgadas/hora se presentó en la muestra experimental 01 (aditivo EUCO WR-75).



*Ilustración 12. Pérdida de trabajabilidad de las muestras a los 90 y 150 minutos del inicio del mezclado - horario mañana.*

En la ilustración 12, para el horario de la mañana, se puede evidenciar la rapidez de la pérdida de la trabajabilidad de las muestras con aditivos en los primeros 30 minutos, llegando incluso a la pérdida de 6.0 pulgadas/hora (aditivo ECOTAR). Sin embargo, la muestra control tiene una pérdida de la trabajabilidad más estable en el tiempo manteniéndose por debajo de las 2.0 pulgadas/hora.



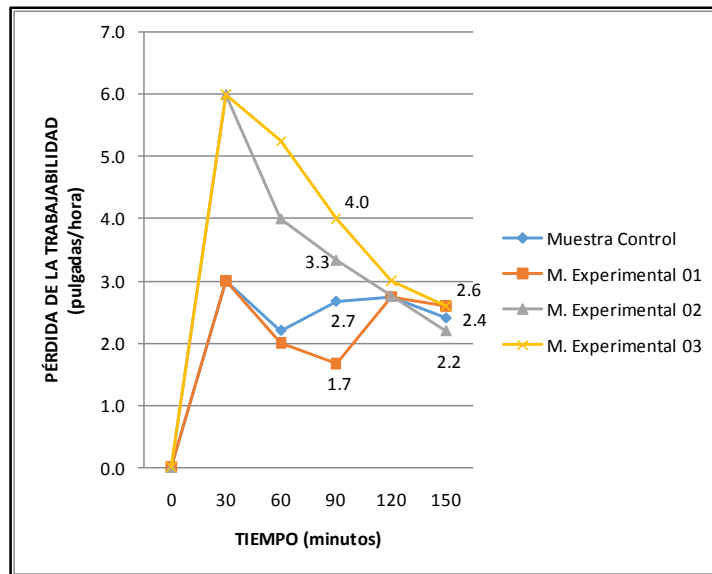
### 3.1.5.2 Comportamiento de la pérdida de trabajabilidad del concreto en el horario del mediodía

*Tabla 27. Pérdida de la trabajabilidad del concreto de todas las muestras en el horario del mediodía*

<b>TIEMPO (min)</b>	<b>Pérdida Slump Muestra Control (pulg./hora)</b>	<b>Pérdida Slump Muestra Experimental 01 (pulg./hora)</b>	<b>Pérdida Slump Muestra Experimental 02 (pulg./hora)</b>	<b>Pérdida Slump Muestra Experimental 03 (pulg./hora)</b>
0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	3.0	3.0	6.0	6.0
60	2.2	2.0	4.0	5.3
<b>90</b>	<b>2.7</b>	<b>1.7</b>	<b>3.3</b>	<b>4.0</b>
120	2.8	2.8	2.8	3.0
<b>150</b>	<b>2.4</b>	<b>2.6</b>	<b>2.2</b>	<b>2.6</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 27, para el horario del mediodía, se observa que la menor pérdida de la trabajabilidad del concreto a los 90 minutos de iniciado el mezclado de los materiales en el tambor, se obtuvo en la muestra experimental 01 (aditivo EUCO WR-75), con una pérdida de la trabajabilidad de 1.7 pulgadas/hora, seguido de la muestra control (sin aditivos) con una pérdida de la trabajabilidad de 2.7 pulgadas/hora; la muestra experimental 02 (aditivo ECOTAR) presenta una pérdida de trabajabilidad a los 90 minutos en el orden de 3.3 pulgadas/hora y la mayor pérdida de trabajabilidad con 4.0 pulgadas/hora se presentó en la muestra experimental 03 (aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE).



*Ilustración 13. Pérdida de trabajabilidad de las muestras a los 90 y 150 minutos del inicio del mezclado - horario mediodía.*

En la ilustración 13, para el horario del mediodía, se puede evidenciar la rapidez de la pérdida de la trabajabilidad de las muestras experimentales 03 y 02 (con aditivos) en los primeros 30 minutos, llegando incluso a la pérdida de 6.0 pulgadas/hora. Sin embargo, la muestra experimental 01 y control tiene una pérdida de la trabajabilidad más estable en el tiempo manteniéndose por debajo de las 3.0 pulgadas/hora.

### 3.1.6 Validación estadística de los resultados

Se validó estadísticamente los resultados, con la finalidad de determinar la aceptación o rechazo de la hipótesis nula, mencionada en el numeral 1.9 de la presente investigación:

**H<sub>0</sub>** El tiempo no influye significativamente en la trabajabilidad del concreto premezclado en la ciudad de Tarapoto.

**H<sub>i</sub>** El tiempo influye significativamente en la trabajabilidad del concreto premezclado en la ciudad de Tarapoto.

### 3.1.6.1 Análisis de regresión

En el numeral 1.10 de la presente investigación, se definió previamente las variables; siendo la variable independiente: El tiempo (X), y la variable dependiente la trabajabilidad del concreto premezclado (Y), tal como se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 28.** Datos sometidos al análisis de regresión.

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>TIEMPO</b>	<b>Slump</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>Slump</b>
<b>(min)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(min)</b>	<b>(mm)</b>
0	203.2	0	203.2
30	177.8	30	165.1
60	152.4	60	147.32
90	139.7	90	101.6
120	101.6	120	63.5
150	88.9	150	50.8
0	203.2	0	203.2
30	139.7	30	165.1
60	114.3	60	152.4
90	76.2	90	139.7
120	55.88	120	63.5
150	38.1	150	38.1
0	203.2	0	203.2
30	127	30	127
60	101.6	60	101.6
90	88.9	90	76.2
120	50.8	120	63.5
150	50.8	150	63.5
0	203.2	0	203.2
30	139.7	30	127
60	127	60	69.85
90	101.6	90	50.8
120	76.2	120	50.8
150	76.2	150	38.1

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el análisis de regresión utilizando el programa Excel, el mismo que brindó resultados confiables y ordenados, a continuación, se muestra los valores obtenidos:

**Tabla 29. Estadísticas de la regresión.**

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Coefficiente de correlación múltiple	0.903684007
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.816644785
R <sup>2</sup> ajustado	0.812658802
Error típico	23.69240698
Observaciones	48

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 30. Análisis de varianza.**

<b>Descripción</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de F</b>
Regresión	1	115004.842	115004.842	204.8791469	1.46528E-18
Residuos	46	25821.18684	561.3301486		
Total	47	140826.0288			

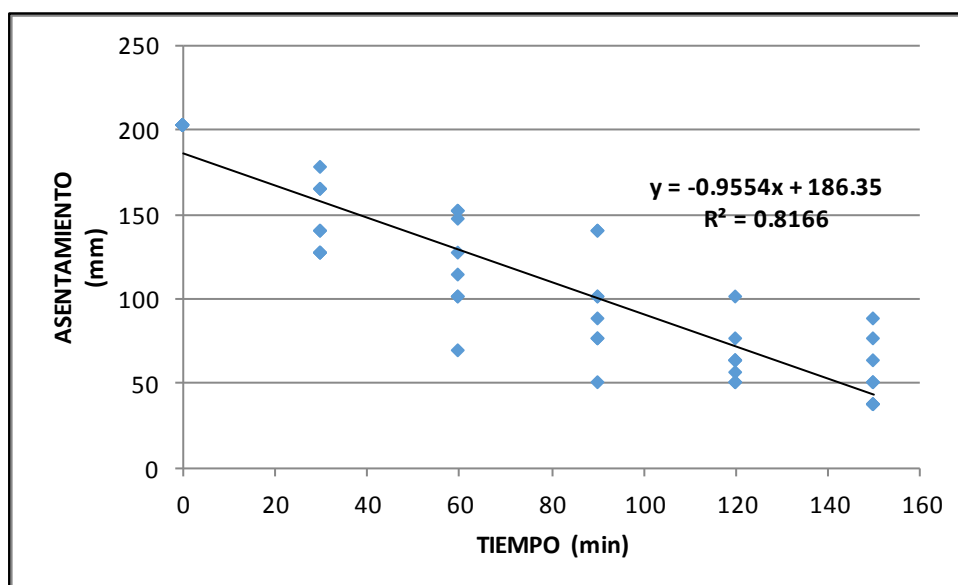
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 31. Valores para la ecuación.**

<b>Descripción</b>	<b>Coefficientes</b>	<b>Error Típico</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>Probabilidad</b>
Intercepción	186.3498214	6.062487916	30.73817614	2.59107E-32
Variable X1	-0.955372619	0.066745795	-14.31360007	1.46528E-18

Fuente: Elaboración propia.

El modelo lineal de esta investigación, se obtuvo al graficar los datos de la tabla 28, tal como se presenta en la ilustración siguiente:



*Ilustración 14. Ecuación lineal de la pérdida de trabajabilidad del concreto en la ciudad de Tarapoto.*

### 3.1.6.2 Bondad de ajuste

De la información obtenida en el análisis de regresión, se extrajo la información de la bondad de ajuste ( $r$  y  $R^2$ ), al cual se considera como el primer criterio analizado para la aceptación o rechazo de la hipótesis nula. En esta etapa se establece un umbral mínimo del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que debe ser superado; para este fin Alvarado y Obagi (2008) recomiendan superar el valor de  $R^2 = 0.80$  para los modelos lineales.

**Tabla 32.** Resultado de la prueba de bondad de ajuste.

N°	Modelo	$b_0$	$b_1$	$r$	$R^2$	Calificación
1	$S = b_0 + b_1t$	186.35	-0.9554	0.9036	0.8166	Aceptado

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.6.3 Prueba de significación de Fisher

Para determinar si la ecuación lineal seleccionada es significativa o no, se utilizó la prueba de Fisher, tomando como criterio de decisión el F calculado, el cual fue comparado al F tabular, tal como se muestra en la tabla 33.

*Tabla 33. Criterios para la prueba de significación de Fisher.*

Condición	Decisión
F calculado > F tabular	El modelo lineal es significativo
F calculado < F tabular	El modelo es constante, no significativo

Fuente: Valverde J. (2017).

El modelo se acepta al cumplir la prueba de significación de Fisher, los resultados obtenidos muestran que el F calculado es mayor al F tabular.

*Tabla 34. Resultado de la prueba de significación de Fisher.*

Modelo	F	F-tabular	p-valor	Calificación
$S = b_0 + b_1t$	204.879	4.0544	1.46528E-18	Aceptado

Fuente: Elaboración propia.

Del resultado de la prueba de significación de Fisher, se afirma con un nivel de confianza del 95%, que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), es decir, el modelo lineal es significativo, ya que la variable trabajabilidad del concreto premezclado posee una dependencia de la variable tiempo.

### 3.2 DISCUSIÓN

Referente a la temperatura ambiental, la ciudad de Tarapoto no presenta estaciones definidas durante el año, por ello se analizó la variación entre el horario de la mañana y el mediodía, obteniéndose una temperatura media en la mañana de 25.9°C y de 29.7°C en el mediodía, determinándose que la oscilación de la temperatura entre ambos horarios no es muy marcada, sin embargo, sí lo es en otros lugares como la ciudad de Lima, donde Pasquel E. (2017), determinó que la temperatura media en verano alcanza los 29°C y 17°C en el invierno, siendo aún mayor en otras latitudes como España, donde la temperatura media en verano bordea los 29.1°C y 4.6°C en invierno (Ortiz, 2005).

En cuanto al concreto utilizado en los ensayos experimentales, se puede observar que, para la dosificación en volumen, los áridos representan el 70.6% de la masa del concreto, encontrándose dentro del rango señalado por Ortega E. (2015), al afirmar que el volumen de los agregados ocupan entre el 70% y el 75% de la mezcla; cabe precisar que en la presente investigación, se utilizó agregado grueso extraído del río Huallaga y agregado fino obtenido de la cantera del río Cumbaza, lo cual es una constante en obras ejecutadas en la ciudad de Tarapoto, debido a las diversas investigaciones llevadas a cabo localmente, como la desarrollada por Meléndez R. (1996), quien determinó que el agregado grueso del río Huallaga tiene mayor dureza y es más denso que el agregado grueso del río Cumbaza.

Los agregados al representar aproximadamente las  $\frac{3}{4}$  partes del concreto, tienen mucha influencia en sus propiedades, del cual la trabajabilidad no es ajena. Nambiar y Krishnamurthy (1984) determinaron que, los áridos expuestos directamente al sol se incrementan aproximadamente 4 a 5 °C comparado con los áridos que se encuentran en la sombra, influyendo de manera significativa en la

temperatura del concreto; asimismo, la Revista Concretando (2016), señala que uno de los principales efectos de las altas temperatura del concreto fresco, es la reducción en el mantenimiento de su trabajabilidad (slump), el mismo que es consecuencia de la aceleración de la velocidad de pérdida de humedad (Comité 305 ACI, 1991), coincidiendo con los resultados de Soroka (1993), quién afirma que la mayor demanda de agua en los concretos frescos de elevada temperatura, es principalmente producido por su efecto en la velocidad de la hidratación del cemento y también en la tasa de evaporación del agua.

En el desarrollo de la presente investigación se fabricó 04 muestras de concreto, una sin aditivos (muestra control) y tres con aditivos retardantes de fragua: EUCO WR-75, ECOTAR y SIKA PLATIMENT-80 PE, con dosificaciones por peso de cemento en el orden de 0.15%, 0.30% y 0.20%, respectivamente. Los resultados demuestran que la menor pérdida de trabajabilidad en el horario de la mañana, se obtuvo en el concreto sin aditivos a los 150 minutos de iniciado el mezclado, mientras que, para el horario del mediodía, en el mismo periodo de tiempo, la muestra experimental 02 (aditivo ECOTAR) evidenció menores pérdidas de trabajabilidad. El resultado de esta investigación también permite afirmar que, en los primeros 30 minutos de iniciado el mezclado de los materiales, el concreto fabricado con aditivos retardadores de fragua duplica y hasta triplica la rapidez de pérdida de la trabajabilidad respecto del concreto fabricado sin aditivos; coincidiendo por lo mencionado por Ortiz J. (2005), quién afirma que incluso los aditivos retardantes se comportan a altas temperaturas ambientales como aceleradores del fraguado, hecho que ha sido demostrado por autores como (Ravina, 1975), (Pérez Uceda, 1992), (Howland, 1997), utilizando diferentes marcas comerciales de aditivos químicos plastificantes y retardadores.



Bajo las condiciones ambientales de clima cálido de la ciudad de Tarapoto, ningún aditivo retardante de fragua utilizado en los ensayos experimentales de esta investigación, logró ser eficiente en el mantenimiento de la trabajabilidad del concreto en el tiempo, pese a haberse dosificado en el rango recomendado por los fabricantes de dicho insumo, coincidiendo con la investigación realizada en Piura por Manrique J. (2019), al aplicar el aditivo EUCON 1037 y EUCO WR-75, el concreto presentó una caída considerable de slump a lo largo del tiempo, concluyendo que el aditivo retardante no provocó que la trabajabilidad de las mezclas de concreto se prolongara; asimismo, investigaciones realizadas en climas fríos como Puno, Speicher M. (2007), comprobó una marcada pérdida de fluidez del concreto cuando es transportado por tiempo superior a los 60 minutos, afirmando la poca eficiencia en el tiempo del reductor/plastificante Rheobuild 1000 aplicado en obra, además determinó que a mayores dosificaciones del aditivo, la caída de fluidez en el tiempo es más notoria y brusca que para concretos sin aditivos.

Investigaciones desarrolladas por Ravina (1975), referente a los resultados adversos de los aditivos retardadores de fragua del concreto premezclado, señala que el efecto acelerador de los aditivos retardadores, se observó en ensayos en que el concreto en estado fresco se sometió a una agitación continua (como ocurre en el mixer), lo cual genera un efecto abrasivo, y a su vez elimina de la superficie de los granos de cemento la capa de aditivos adsorbida o la capa de sales de calcio precipitadas, y por lo tanto, durante la mezcla continua a lo largo de un periodo de tiempo prolongado, el mecanismo de retardar el tiempo de fraguado falla y el aditivo actúa como un plastificante, que puede acelerar la velocidad de hidratación incluso una hora antes que la mezcla sin aditivos.

## **CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES**

La ciudad de Tarapoto presenta un clima cálido durante todo el año, los ensayos experimentales de asentamiento del concreto, se realizaron bajo condiciones de laboratorio en el periodo comprendido desde el 08 hasta el 11 de enero de 2021; en el horario de la mañana se obtuvo una temperatura ambiente promedio de 25.9°C y en el horario del mediodía 29.7°C.

El diseño de mezcla utilizado para los ensayos experimentales, corresponde a un concreto premezclado con una resistencia a compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con una relación agua/cemento de 0.63 y un asentamiento de 8", se utilizó cemento Portland compuesto tipo ICo, con una dosificación en volumen de 11.5%, el agregado grueso <1" se extrajo del río Huallaga y el agregado fino de la cantera del río Cumbaza, ambos ocupan un volumen total de 70.6%, el agua que se utilizó para el amasado es potable y representó un volumen de 17.9%.

La dosificación de los aditivos en el concreto, se basó en los rangos establecidos por los mismos fabricantes, para esta investigación se utilizó una muestra control (concreto sin aditivos) y tres muestras experimentales; la muestra experimental 01 que está compuesta por concreto con aditivo EUCO WR-75 (0.15%), la muestra experimental 02 compuesta por concreto con aditivo ECOTAR (0.30%) y la muestra experimental 03 compuesta por concreto con aditivo SIKA PLASTIMENT- 80 PE (0.20%), en las tres muestras experimentales la cantidad de aditivo que se aplicó se determinó de acuerdo al peso del cemento.

Para el horario de la mañana, se observa que la menor pérdida de la trabajabilidad del concreto a los 90 minutos de iniciado el mezclado, se obtuvo en la muestra control (sin aditivos), con una

pérdida de la trabajabilidad de 1.7 pulgadas/hora, seguido de la muestra experimental 03 (aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE) con una pérdida de la trabajabilidad de 2.7 pulgadas/hora; la muestra experimental 02 (aditivo ECOTAR) presenta una pérdida de trabajabilidad a los 90 minutos en el orden de 3.0 pulgadas/hora y la mayor pérdida de trabajabilidad con 3.3 pulgadas/hora se presentó en la muestra experimental 01 (aditivo EUCO WR-75).

En cambio, para el horario del mediodía, se observa que la menor pérdida de la trabajabilidad del concreto a los 90 minutos de iniciado el mezclado de los materiales en el tambor, se obtuvo en la muestra experimental 01 (aditivo EUCO WR-75), con una pérdida de la trabajabilidad de 1.7 pulgadas/hora, seguido de la muestra control (sin aditivos) con una pérdida de la trabajabilidad de 2.7 pulgadas/hora; la muestra experimental 02 (aditivo ECOTAR) presenta una pérdida de trabajabilidad a los 90 minutos en el orden de 3.3 pulgadas/hora y la mayor pérdida de trabajabilidad con 4.0 pulgadas/hora se presentó en la muestra experimental 03 (aditivo SIKA PLASTIMENT - 80 PE).

El resultado de esta investigación también permite afirmar que, en los primeros 30 minutos de iniciado el mezclado de los materiales, el concreto fabricado con aditivos retardadores de fragua duplica y hasta triplica la rapidez de pérdida de la trabajabilidad respecto del concreto fabricado sin aditivos.

Bajo las condiciones ambientales de clima cálido de la ciudad de Tarapoto, ningún aditivo retardante de fragua utilizado en los ensayos experimentales de esta investigación, logró ser eficiente en el mantenimiento de la trabajabilidad del concreto en el tiempo, pese a haberse dosificado en el rango recomendado por los fabricantes de dicho insumo.

Independientemente del horario y si el concreto premezclado contiene o no aditivos, luego del análisis de regresión aplicado a los resultados de los ensayos y tras pasar las pruebas de bondad de ajuste, se afirma con un nivel de confianza del 95% que la trabajabilidad del concreto posee una dependencia significativa de la variable tiempo.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

Considerando que el alcance de la presente investigación se limitó a determinar el comportamiento de la pérdida de la trabajabilidad del concreto premezclado en el tiempo, se recomienda ampliarla, con la finalidad de conocer la influencia de este comportamiento en la resistencia a la compresión del concreto.

Los resultados de la presente investigación, bajo condiciones de laboratorio, demostraron la ineficiencia de los aditivos retardadores de fragua utilizados en los ensayos con las dosificaciones especificadas, por ello, se sugiere que en investigaciones posteriores se evalúe la eficiencia de los mismos a diferentes dosificaciones.

En las diversas obras a ejecutarse en la ciudad de Tarapoto u otras ciudades con climas cálidos, en los que sea necesario trasladar el concreto premezclado a distancias que demanden menos de 30 minutos de transporte, no se recomienda el uso de aditivos retardadores de fragua, debido a que éstos aceleran la pérdida de la trabajabilidad en dicho periodo hasta tres veces más que un concreto sin aditivos.

## **CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Alvarado, J; Obagi, J. (2008). *Fundamentos de inferencia estadística*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá – Colombia.

ASTM Standard C-29 (1987). *Standard test method for unit weight and voids in aggregate*.

ASTM Standard C-33 (1986). *Standard specification for Concrete aggregates*.

ASTM Standard C-94 (2003). *Especificaciones normalizadas para el hormigón premezclado*.

ASTM Standard C-128 (2004). *Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción de agregados finos*.

ASTM Standard C-131 (1981). *Standard test method for resistance to degradation of small size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles Machine*.

ASTM Standard C-150 (1986). *Standard specification for Portland cement*.

ASTM Standard D-422 (2007). *Análisis granulométrico por tamizado*.

ASTM Standard C-535 (1987). *Standard test method for resistance to degradation of large size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles Machine*.

ASTM Standard C-566 (2004). *Método de ensayo para medir el contenido total de humedad en agregados mediante secado*.

- ASTM Standard C-595 (1986). *Standard specification for blended Hydraulic cements.*
- Cárdenas, C. y Pinzón, V. (2010). Efectos de la pérdida de asentamiento en la resistencia de un concreto de 3000 PSI. Tesis de Pregrado, Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá – Colombia.
- Dilek, U. y Leming, M. (2004). Relationship Between Particle Shape and Void Content of Fine Aggregate. *Revista cemento, concreto y agregados Vol. 26.*
- Giammusso, S. (1980) *Hormigón elaborado.* Conferencia pronunciada en el Instituto del Cemento Portland Argentino. Buenos Aires – Argentina.
- Harmsen, T. (1997). *Diseño de estructuras de concreto armado.* Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú.
- Manrique, J. (2019). Diseño y pruebas de mezclas de concreto con baja pérdida de trabajabilidad en el tiempo. Tesis de Pregrado, Universidad de Piura. Piura – Perú.
- Meléndez, R. (1996). Resultados comparativos de diseño de mezclas de concreto con agregados de los ríos Cumbaza y Huallaga. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto – Perú.
- Neville, A. (1999). *Properties of Concrete (fourth edition).* Limited. Londres – Inglaterra.

- Norma Técnica de Edificación E.060. (2009). *Concreto armado* (Reglamento Nacional de Edificaciones). Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 334.001. (2001). *Cementos. Definiciones y nomenclatura*. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 334.088. (2006). *Cemento: aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón (concreto) especificaciones. 2da Edición*. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 334.090. (2020). *Cementos: Cementos hidráulicos adicionados*. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 339.035. (2009). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 339.088. (2019). *Concreto. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos*. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 339.114. (2012). *Hormigón (concreto): concreto premezclado*. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 400.037. (2014). *Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima – Perú.
- Ortega, J. (2015). *Diseño de estructuras de concreto armado - Tomo I*. Empresa Editora Macro EIRL. Lima – Perú.



- Ortiz, J. (2005). Estudio experimental sobre la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia del hormigón preparado. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona - España.
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto*. Colegio de Ingenieros del Perú. Lima – Perú.
- Pasquel, E. (2017). Concreto en estado fresco en la obra: las confusiones entre tiempo de vida útil, trabajabilidad, tiempo de fragua y tiempo de desencofrado. *Revista Entendiendo el concreto*. Lima – Perú.
- Ravina, D. (1975). Retemplado del concreto premezclado con aditivos en climas cálidos. *Revista ACI Vol. 72*. Detroit – Estados Unidos.
- Rivva, E. (2010). *Diseño de Mezclas*. Instituto de la Construcción y Gerencia. Lima – Perú.
- Soroka, I. (1993). *Concrete in Hot Environments*. Ed. E & FN Spon. Londres – Inglaterra.
- Speicher, M. (2007). Pérdida de consistencia del concreto en el tiempo a temperaturas inferiores o cercanas a cero. Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma. Lima – Perú.
- UNICON. (2016). El concreto y las temperaturas elevadas. *Revista Concretando*. Lima – Perú.

CAPÍTULO VI: ANEXOS

ANEXO 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @.jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

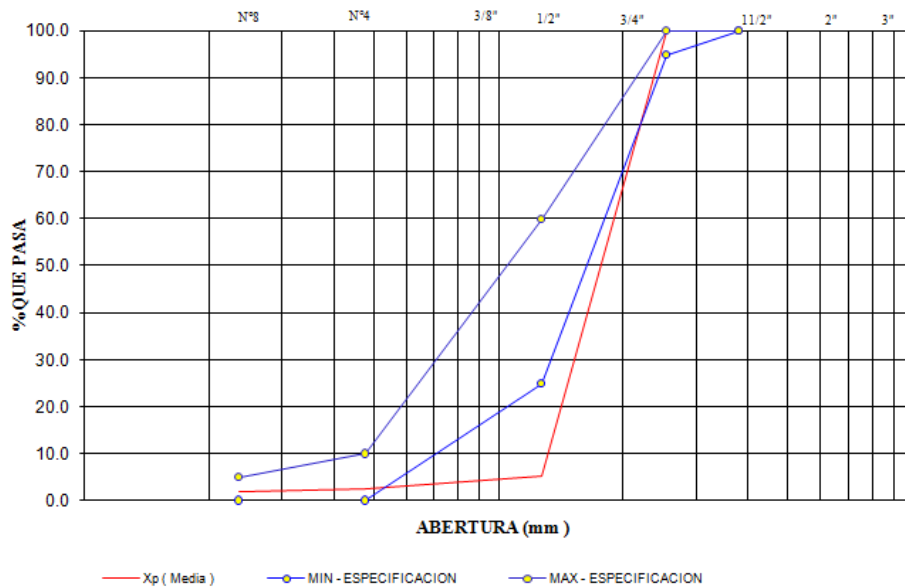
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA	"INFLUENCIA DEL TIEMPO DE MEZCLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PREMEZCLADO EN ESTADO FRESCO EN LA CIUDAD DE TARAPOTO"			TECNICO	: S.R.V
LOCALIDAD	: Tarapoto	ING° RESP.	: V.A.C.G	FECHA	: 06/01/2021
MATERIAL	: Grava Chancada Para concreto T.Max.<1"				
UBICACIÓN	: En Planta Industrial				
CANTERA	: RIO HUALLAGA				

**CURVA GRANULOMETRICA - ESTADISTICA**  
**ENSAYO PARA CONCRETO**

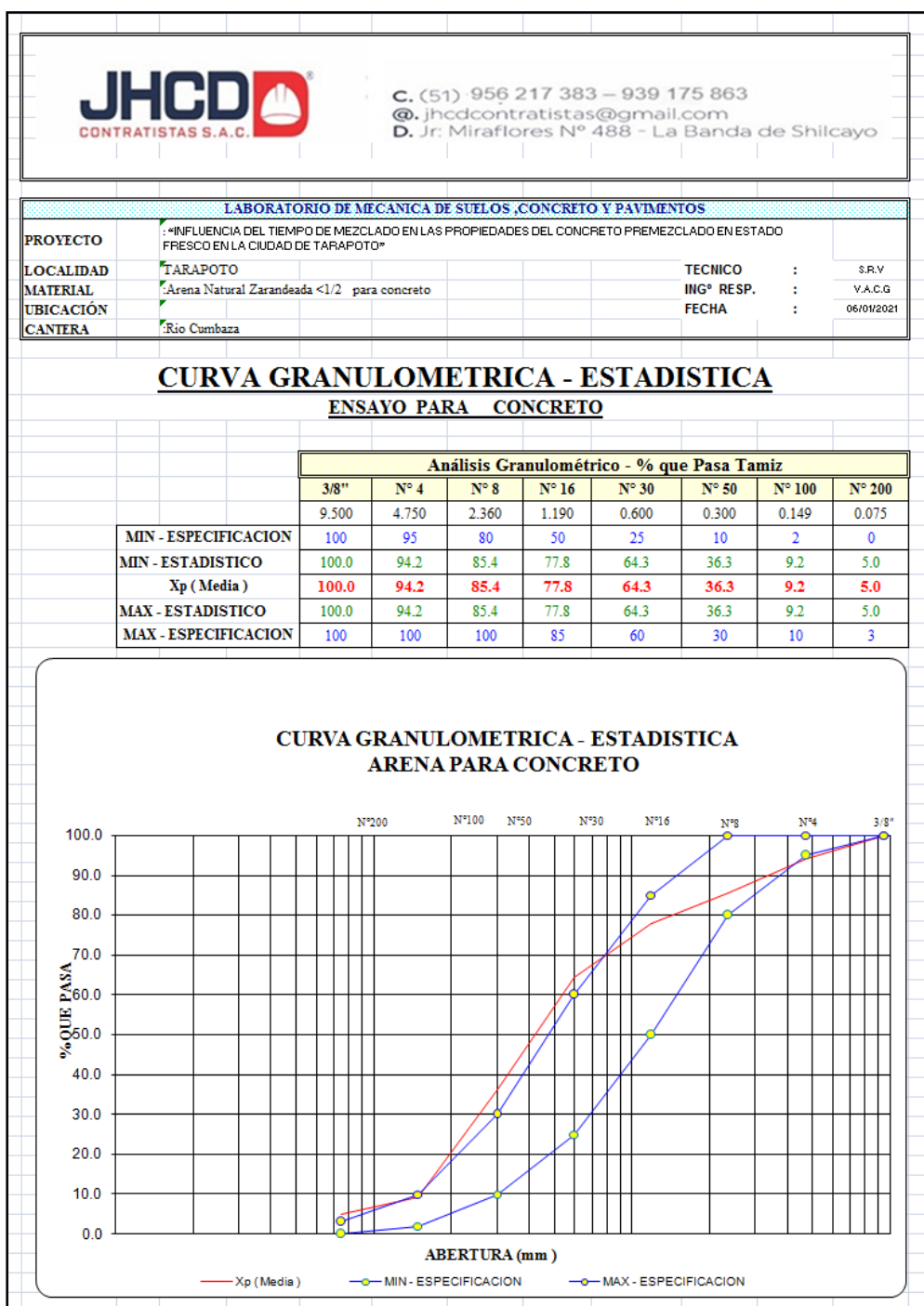
	Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz						
	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8
	38.100	25.400	19.050	12.700	9.525	4.760	2.360
MIN - ESPECIFICACION	100	95		25		0	0
MIN - ESTADISTICO	100.0	100.0	62.3	5.1	3.8	2.5	2.0
Xp ( Media )	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>62.3</b>	<b>5.1</b>	<b>3.8</b>	<b>2.5</b>	<b>2.0</b>
MAX - ESTADISTICO	100.0	100.0	62.3	5.1	3.8	2.5	2.0
MAX - ESPECIFICACION	100	100		60		10	5

**CURVA GRANULOMETRICA - ESTADISTICA**  
**GRAVA CHANCADA**



## ANEXO 2

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO



## ANEXO 3

### DISEÑO DE MEZCLA - MUESTRA CONTROL



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

#### Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico $f'_{cr} = 210+85 \text{ kg/cm}^2$

**Obra** : "INFLUENCIA DEL TIEMPO DE MEZCLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PREMEZCLADO EN ESTADO FRESCO EN LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**Localidad** : TARAPOTO

**Cemento** : Pacasmayo Tipo Ico **Fecha:** 07/01/2021

**Ag. Fino** : Arena Zarandeada < 1/2 " cantera Río Cumbaza

**Ag. Grueso** : Grava < 1 " (Chancado) Cantera Río Huallaga, procesada en Planta

**Agua** : Red Potable

**Asentamiento** : 6" - 8"

**Concreto** : **sin** aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Específico kg/m <sup>3</sup>	2.599	2.75	3100
Peso Unitario Suelto	1598	1500	1501
Peso Unitario Varillado	1760	1574	
Módulo de fineza	2.3		
% Humedad Natural	7.95	0.20	
% Absorción	0.65	0.80	
Tamaño Máximo Nominal		3/4"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
216.0	0.630	343	1.6

Volumen absolutos m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.216	0.111	0.016	0.343	0.657
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			40.0%	60.0%

Volumen absoluto de agregados		Fino	Grueso
0.657	m3	40.0% 0.263 m3	60.0% 0.394 m3
		683.43 kg/m3	1084.71 kg/m3

Pesos de los elementos kg/m3 de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	343	343
Ag. Fino	683.4	737.8
Ag. grueso	1085	1086.9
Agua	216.0	172.6
ADITIVO 1	0.00	0.00
ADITIVO 2	0.00	0.00
Colada kg/m <sup>3</sup>	2327.0	2340.1

Aporte de agua en los agregados	
Ag. Fino	-49.89 Lt/m3
Ag. grueso	6.51 Lt/m3
Agua libre	-43.38 Lt/m3
Agua efectiva	172.6 Lt/m3

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio				
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)
En m3	0.228	0.462	0.725	172.6
En pie3	8.07	16.30	25.59	172.6

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio				
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)
	1	2.15	3.17	0.50
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie3)	Ag. Grueso (pie3)	Agua (lt)
	1	2.02	3.17	21.4

Observaciones

Se empleó : Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

## ANEXO 4

### DISEÑO DE MEZCLA - MUESTRA EXPERIMENTAL 01



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @.jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

#### Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico $f'_{cr} = 210+85 \text{ kg/cm}^2$

**Obra** : "INFLUENCIA DEL TIEMPO DE MEZCLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PREMEZCLADO EN ESTADO FRESCO EN LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**Localidad** : TARAPOTO

**Cemento** : Pacasmayo Tipo Ico **Fecha:** 07/01/2021

**Ag. Fino** : Arena Zarandeada < 1/2 " cantera Río Cumbaza

**Ag. Grueso** : Grava < 1 " (Chancado) Cantera Río Huallaga, procesada en Planta

**Agua** : Red Potable

**Aditivo 1** : EUCCO WR-75 (RETARDANTE)  
 Dosis 0.15% P. Especific. 1.156 kg/lt

**Asentamiento** : 6" - 8"

**Concreto** : **sin** aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Específico kg/m <sup>3</sup>	2.599	2.75	3100
Peso Unitario Suelto	1598	1500	1501
Peso Unitario Varillado	1760	1574	
Módulo de finiza	2.3		
% Humedad Natural	7.95	0.20	
% Absorción	0.65	0.80	
Tamaño Máximo Nominal		3/4"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
216.0	0.630	343	1.6

Volumen absolutos m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.216	0.111	0.016	0.343	0.657
<b>Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.</b>			<b>40.0%</b>	<b>60.0%</b>

Volumen absoluto de agregados	
0.657	m3

Fino	40.0%	0.263	m3	683.43	kg/m3
Grueso	60.0%	0.394	m3	1084.71	kg/m3

Pesos de los elementos kg/m <sup>3</sup> de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	343	343
Ag. Fino	683.4	737.8
Ag. grueso	1085	1086.9
Agua	216.0	172.6
ADITIVO 1	0.51	0.51
Colada kg/m <sup>3</sup>	2327.5	2340.6

Aporte de agua en los agregados		
Ag. Fino	-49.89	Lt/m3
Ag. grueso	6.51	Lt/m3
Agua libre	-43.38	Lt/m3
Agua efectiva	172.6	Lt/m3

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio					
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo 1 (lt)
En m3	0.228	0.462	0.725	172.6	0.4
En pie3	8.07	16.30	25.59	172.6	0.4

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio					
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 (gr)
	1	2.15	3.17	0.50	1.50
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie3)	Ag. Grueso (pie3)	Agua (lt)	Aditivo 1 (ml)
	1	2.02	3.17	21.4	55.2

Observaciones

Se empleo : Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

## ANEXO 5

### DISEÑO DE MEZCLA - MUESTRA EXPERIMENTAL 02



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

#### Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico $f'_{cr} = 210+85 \text{ kg/cm}^2$

**Obra** : "INFLUENCIA DEL TIEMPO DE MEZCLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PREMEZCLADO EN ESTADO FRESCO EN LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**Localidad** : TARAPOTO

**Cemento** : Pacasmayo Tipo Ico **Fecha:** 07/01/2021

**Ag. Fino** : Arena Zarandeada < 1/2 " cantera Río Cumbaza

**Ag. Grueso** : Grava < 1 " (Chancado) Cantera Río Huallaga, procesada en Planta

**Agua** : Red Potable

**Aditivo 2** : ECOTAR (RETARDANTE)  
 Dosis 0.30% P. Especif. 1.2 kg/lt

**Asentamiento** : 6" - 8"

**Concreto** : **sin** aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Específico kg/m <sup>3</sup>	2.599	2.75	3100
Peso Unitario Suelto	1598	1500	1501
Peso Unitario Varillado	1760	1574	
Módulo de fineza	2.3		
% Humedad Natural	7.95	0.20	
% Absorción	0.65	0.80	
Tamaño Máximo Nominal		3/4"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
216.0	0.630	343	1.6

Volumen absolutos m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.216	0.111	0.016	0.343	0.657
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			40.0%	60.0%

Volumen absoluto de agregados		Fino	Grueso
0.657	m <sup>3</sup>	40.0% 0.263 m <sup>3</sup>	60.0% 0.394 m <sup>3</sup>
		683.43 kg/m <sup>3</sup>	1084.71 kg/m <sup>3</sup>

Pesos de los elementos kg/m <sup>3</sup> de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	343	343
Ag. Fino	683.4	737.8
Ag. grueso	1085	1086.9
Agua	216.0	172.6
ADITIVO 3	1.03	1.03
Colada kg/m <sup>3</sup>	2328.0	2341.2

Aporte de agua en los agregados		
		Lt/m <sup>3</sup>
Ag. Fino	-49.89	Lt/m <sup>3</sup>
Ag. grueso	6.51	Lt/m <sup>3</sup>
Agua libre	-43.38	Lt/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	172.6	Lt/m <sup>3</sup>

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio					
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo 2 (lt)
En m <sup>3</sup>	0.228	0.462	0.725	172.6	0.9
En pie <sup>3</sup>	8.07	16.30	25.59	172.6	0.9

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio					
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 2 (gr)
	1	2.15	3.17	0.50	3.00
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie <sup>3</sup> )	Ag. Grueso (pie <sup>3</sup> )	Agua (lt)	Aditivo 2 (ml)
	1	2.02	3.17	21.4	106.3

Observaciones

Se empleó : Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

## ANEXO 6

### DISEÑO DE MEZCLA - MUESTRA EXPERIMENTAL 03



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

#### Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico $f'_{cr} = 210+85 \text{ kg/cm}^2$

**Obra** : "INFLUENCIA DEL TIEMPO DE MEZCLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PREMEZCLADO EN ESTADO FRESCO EN LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**Localidad** : TARAPOTO

**Cemento** : Pacasmayo Tipo Ico **Fecha:** 07/01/2021

**Ag. Fino** : Arena Zarandeada < 1/2 " cantera Río Cumbaza

**Ag. Grueso** : Grava < 1 " (Chancado) Cantera Río Huallaga, procesada en Planta

**Agua** : Red Potable

**Aditivo 3** : sika Plastiment - 80 PE (RETARDANTE)  
 Dosis 0.2% P. Especif. 1.14 kg/lt

**Asentamiento** : 6" - 8"

**Concreto** : **sin** aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Específico kg/m <sup>3</sup>	2.599	2.75	3100
Peso Unitario Suelto	1598	1500	1501
Peso Unitario Varillado	1760	1574	
Módulo de finiza	2.3		
% Humedad Natural	7.95	0.20	
% Absorción	0.65	0.80	
Tamaño Máximo Nominal		3/4"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
216.0	0.630	343	1.6

Volumen absolutos m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.216	0.111	0.016	0.343	0.657
<b>Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.</b>			<b>40.0%</b>	<b>60.0%</b>

Volumen absoluto de agregados					
0.657	m3	Fino	40.0%	0.263	m3
		Grueso	60.0%	0.394	m3
				683.43	kg/m3
				1084.71	kg/m3

Pesos de los elementos kg/m3 de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	343	343
Ag. Fino	683.4	737.8
Agr. grueso	1085	1086.9
Agua	216.0	172.6
ADITIVO3	0.51	0.51
Colada kg/m <sup>3</sup>	2327.5	2340.6

Aporte de agua en los agregados		
Ag. Fino	-49.89	Lt/m3
Ag. grueso	6.51	Lt/m3
Agua libre	-43.38	Lt/m3
Agua efectiva	172.6	Lt/m3

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio					
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo 3 (lt)
En m3	0.228	0.462	0.725	172.6	0.5
En pie3	8.07	16.30	25.59	172.6	0.5

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio					
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 3 (gr)
	1	2.15	3.17	0.50	1.50
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie3)	Ag. Grueso (pie3)	Agua (lt)	Aditivo3 (ml)
	1	2.02	3.17	21.4	55.9

Observaciones

Se empleo : Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

## ANEXO 7

### FICHA TÉCNICA – CEMENTO PORTLAND COMPUESTO TIPO ICO



**CEMENTOS SELVA S.A.**  
 Calle La colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
 Carretera Fernando Belaunde Km 468 Distrito Elias Soplin Vargas - Rioja - San Martín  
 Teléfono (01) 317 - 6000 (5401/5434/5430) Fax: (01) 317-6000 (5411)



Planta: Rioja

**CEMENTO EXTRAFORTE**  
**Cemento Pórtland Compuesto Tipo ICO**  
 Periodo de despacho 01 de agosto de 2019 - 31 de agosto de 2019

8 de Setiembre de 2019

#### REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.090 Tablas 1 y 2

#### QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	1.3
SO <sub>3</sub> (%)	4.0 máx.	2.6


#### FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
<b>Contenido de aire del mortero (volumen %)</b>	12 máx.	5
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g)</b>	A	4490
<b>Retenido M325 (%)</b>	A	3.4
<b>Expansión en autoclave (%)</b>	0.80 máx.	0.05
<b>Contracción en autoclave (%)</b>	0.20 máx.	-
<b>Densidad (g/mL)</b>	A	3.00
<b>Resistencia a la compresión min. (MPa)</b>		
1 día	A	13.3
3 días	13.0	24.4
7 días	20.0	30.1
28 días	25.0	35.6
<b>Tiempo de fraguado, minutos, Vicat</b>		
Inicial, no menor que:	45	195
Final, no mayor que:	420	331

A No especifica.

La resistencia a 28 días corresponde al mes de julio del 2019.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.

  
 Ing. Luis Galarreta Ledesma  
 Jefe de Control de Calidad

Solicitado por:

DINO SELVA IQUITOS S.A.C.

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



## ANEXO 8

### FICHA TÉCNICA – EUCO WR - 75



## EUCO WR - 75®

### ADITIVO RETARDANTE DE FRAGUA PARA PLASTICIDAD PROLONGADA

#### DESCRIPCIÓN

EUCO WR-75 es un aditivo líquido a base de polímeros orgánicos, formulado específicamente para obtener un excelente desempeño reduciendo la pérdida de asentamiento inicial de concreto por un periodo más largo.

#### APLICACIONES PRINCIPALES

EUCO WR-75 está especialmente recomendado cuando se requiere:

- Concreto premezclado.
- Concreto colocados en climas cálidos y templados.
- Cuando se requiera transporta el concreto a largas distancias.
- Excelente trabajabilidad.

#### CARACTERÍSTICAS / BENEFICIOS

- Permite transportar la mezcla a larga distancia.
- Mejora la cohesión y reduce la segregación.
- Facilita el bombeo y colocación del concreto a distancias largas.
- Proporciona un retardo controlado, dependiendo la dosis empleada.
- Reduce la exudación y contracción del concreto.
- No contiene cloruros ni agentes corrosivos.

#### INFORMACIÓN TÉCNICA

Apariencia : Líquido.  
Densidad : 1.156 kg/l.  
Color : Incoloro.

#### NORMAS / ESPECIFICACIONES

Este producto cumple con las especificaciones de la norma ASTM C 494 Tipo B.

#### DIRECCIONES PARA SU USO

- Agregue EUCO WR- 75 al agua restante del amasado de la mezcla o directamente, no debe entrar en contacto directo con el cemento seco, no debe mezclarse con otros aditivos.
- Se puede agregar EUCO WR- 75 manualmente o con dosificadores, es un producto listo para usarse y no requiere agitación o mezclado adicional.

Química Suiza Industrial del Perú S.A.  
T +51-1 710 4000 Anexos: 2421 / 1211  
[ventasconstruccion@qsindustrial.biz](mailto:ventasconstruccion@qsindustrial.biz)  
[ingenieria.pe@qsindustrial.biz](mailto:ingenieria.pe@qsindustrial.biz)  
[www.qsindustrial.biz](http://www.qsindustrial.biz)

1

Hoja Técnica / JM  
Versión 01-QSI  
Enero 2016



una empresa QUICORP



## EUCO WR - 75®

### ADITIVO RETARDANTE DE FRAGUA PARA PLASTICIDAD PROLONGADA

#### DOSIFICACIÓN

El EUCO WR-75 es usado a una dosificación 0.1– 0.3% por peso del cementos, se recomienda hacer ensayos previos para establecer la dosis.

Se recomienda realizar ensayos previos a la obra para precisar las dosis requeridas, las cuales podrían variar de las dosificaciones recomendadas debido a las diversas condiciones de cada obra y cada tipo de materiales empleados. Cualquier consulta contacte al departamento de Construcción Química Suiza Industrial del Perú.

#### PRESENTACIÓN

Cilindro	230kg	45.7 gal aprox.
Balde	20kg	4.6 gal aprox.

\*galones americanos aproximados.

#### PRECAUCIONES / RESTRICCIONES

- Se debe proteger el EUCO WR- 75 contra el congelamiento.
- Se deberá de tener cuidado cuando se aplique en temperaturas de ambiente menores a 15°C ya que puede presentar tiempos de fraguados iniciales y finales prolongados.
- Los cambios en los tipos de cemento, agregados y temperatura modifican el desempeño de los aditivos en la mezcla de concreto, variando resultados en el concreto fresco y endurecido.
- No utilice aire para su agitación.









#### MANEJO Y ALMACENAMIENTO

EUCO WR -75 debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.

Vida útil de almacenamiento: 1 año.

## ANEXO 9

### FICHA TÉCNICA – ECOTAR

	
<p>Fecha de emisión: Ene 01 2016 Fecha de revisión: Dic 01 2017</p>	
 	
<b>ADITIVO ECOTAR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b> <p>ECOTAR es un aditivo retardante de fragua que permite mantener la trabajabilidad del concreto en el tiempo. Es exento de cloruros. Por tanto, NO ES OXIDANTE de metales ferrosos.</p>
	<b>ASPECTOS TÉCNICOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Control sobre el tiempo de fraguado del concreto.</li><li>• Libre de cloruros.</li><li>• Mantención prolongada del asentamiento del concreto.</li></ul>
	<b>VENTAJAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Permite el transporte del concreto en grandes distancias.</li><li>- Mejora la trabajabilidad del concreto.</li><li>- Permite vaciado en tiempos calurosos.</li></ul>
	<b>DOSIS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Del 0.2% a 0.9% del peso del cemento</li></ul> Lo ideal es contactar el servicio técnico INDUSTRIAS ECO ANDINA para optimizar su aplicación.
	<b>NORMAS</b> <p>Aditivo tipo F según ASTM C494. Cumple requisitos y especificaciones de norma SIA 162 (1989) y EN 942-2</p>
	<b>DATOS TÉCNICOS</b> <p><b>Duración:</b> 8 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, si estuviera expuesto a climas extremos, protegerlo o aislarlo a una temperatura entre 10° a 20° centígrados.</p> <p><b>Presentación:</b> En cilindros de 225 Kg o en dispenser de 1200 Kg</p> <p><b>Propiedades físicas:</b> Apariencia: Líquido Densidad: 1.20 ± 0.02 g/mL</p>
 <p><a href="mailto:servicioalcliente@ecoandina-peru.com">servicioalcliente@ecoandina-peru.com</a></p>  <p>(51-1)-759-4004</p> <p>Av. Paseo de la República 5181 Ofic. 903 A – Surquillo – Lima – Perú</p>	
	
	

**ANEXO 10**  
**FICHA TÉCNICA – ECOTAR**



**HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO**  
**Sika® Plastiment®-80 PE**

ADITIVO RETARDANTE DE FRAGUA PARA CONCRETO Y MORTERO.

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

Sika® Plastiment-80 es un aditivo retardante de fragua que permite mantener la trabajabilidad del concreto en el tiempo, exento de cloruros.

**USOS**

- Vaciado de concreto en tiempo caluroso.
- Vaciado de concreto en grandes volúmenes.
- Evita juntas frías en faenas continuas.
- Concreto premezclado.
- Transporte de concreto.
- Concreto bombeado.

**CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS**

Sika Plastiment-80 PE brinda las siguientes propiedades:

- Mantención prolongada del asentamiento del concreto
- Control sobre el tiempo de fraguado del concreto.
- Libre de cloruros.

**CERTIFICADOS / NORMAS**

Cumple con ASTM C494 tipo D

**INFORMACIÓN DEL PRODUCTO**

<b>Empaques</b>	IBC x 1,000 L
<b>Apariencia / Color</b>	Marrón claro a marrón oscuro
<b>Vida Útil</b>	12 meses a partir de la fecha de producción
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	En su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.
<b>Densidad</b>	1.14 +/- 0.01 kg/L

**INFORMACIÓN DE APLICACIÓN**

**Dosificación Recomendada** Del 0.2% al 0.9% del peso del cemento. Se deben realizar pruebas previas para optimizar la dosis

Hoja De Datos Del Producto  
Sika® Plastiment®-80 PE  
Agosto 2019, Versión 01.01  
02130301100000818

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### DOSIFICACIÓN

- Diluido en la última parte del agua de amasado.
- Si se utiliza otros aditivos se deben de añadir por separado.

### NOTAS

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

### RESTRICCIONES LOCALES

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

### ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

### REGULACIÓN (EC) Nº 1907/2006 - REACH

### DIRECTIVA 2004/42/CE - LIMITACIÓN DE LAS EMISIONES DE VOC

### NOTAS LEGALES

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





**ANEXO 11**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**



**Foto 1.** Agregado fino del río Cumbaza para el concreto.



**Foto 2.** Agregado grueso del río Huallaga para el concreto.



**Foto 3.** Mezcladora de concreto de laboratorio.



**Foto 4.** Materiales para el ensayo de asentamiento.





**Foto 5.** Pesaje de agregado grueso para el concreto.



**Foto 6.** Pesaje de agregado fino para el concreto.





**Foto 7.** Pesaje de aditivo EUCO WR-75.



**Foto 8.** Medición del slump.



**Foto 9.** Concreto con slump de 8”.



**Foto 10.** Concreto con slump de 2”.