

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA VISCOCRETE-3330 EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EN LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA ELEMENTOS VERTICALES, TRUJILLO 2019

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

Autores:

Bach. Celso Ysidro Reyes Anticona

Bach. Tatihana Lizeth Echevarría Carrión

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2019

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo frente a las adversidades, por darme fuerzas e iluminar mi mente, por haber puesto en mi camino a buenas personas que me apoyaron y me motivaron por seguir adelante.

A mi familia por ser las personas que me brindaron todo su apoyo y que me formaron en todo lo que soy y que me motivaron en todo este tiempo.

A mis maestros que, con sus enseñanzas me inspiraron a seguir adelante en la profesión, por sus consejos y experiencias que sirvieron para prepararme en la vida profesional que está por venir.

A mis amigos por permitirme conocerlos, por pasar buenos momentos y por ayudarme cuando los necesitaba.

Reyes Anticona, Celso Ysidro

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mis maestros que, en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

Echevarría Carrión, Tatihana Lizet

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestro asesor de tesis el Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz por la oportunidad que nos dio de emprender con esta investigación de estudio, por su gran apoyo y dedicación, por siempre guiarnos y alentarnos para mejorar en la investigación que hoy presentamos; de igual manera también agradecemos al técnico César Flores, por su tiempo compartido y por apoyar en la investigación; a Wesley, Claudia y a todo el equipo de laboratorio de tecnología del concreto por darnos facilidades con los equipos y por su amabilidad nos hizo sentir en confianza y tranquilidad al ejecutar nuestra tesis y a nuestro director de carrera de ingeniería civil M. SC. Ing. Wiston Henry Azañedo Medina por su comprensión y enseñanzas durante nuestra formación académica y desarrollo de nuestra tesis.

Agradezco con todo mi cariño y amor a todas las personas que hicieron lo posible en esta vida, para que pueda lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a mis padres por alentarme siempre en todo, para ellos va mi agradecimiento y cariño incondicional. Fabián Echevarría Monzón y María Antonieta Carrión Salas.

A Reyes Anticona, Celso Ysidro por ser mi compañero de tesis, quien con su ayuda me apoyo en todo momento en la realización de la tesis, a pesar de todo siempre estuvo ahí para alentarme y darme paciencia y seguir perseverando, siempre estuvo presente para hoy culminar este proyecto de investigación que nos tomó tiempo y dedicación. Gracias por entenderme y enseñarme varias cosas a lo largo de este camino.

Echevarría Carrión, Tatihana Lizet

Agradezco, primero a Dios por permitirme tener unos padres que me apoyaron en mis decisiones y proyectos; y darme lo mejor de ellos con sus consejos, también por permitirme tener una buena experiencia en estos años dentro de la universidad donde conocí a buenas personas con las que pasé buenos momentos.

A Echevarría Carrión, Tatihana Lizet por ayudarme en la realización de este proyecto y a concluir este importante paso dentro de mis logros profesionales.

Reyes Anticona, Celso Ysidro

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	¡Error! Marcador no definido.
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE TABLAS .....	11
ÍNDICE DE FIGURAS .....	13
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	14
RESUMEN .....	15
ABSTRACT .....	16
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	17
1.1. Realidad problemática .....	17
1.2. Formulación del problema .....	25
1.3. Justificación .....	25
1.4. Limitaciones .....	26
1.5. Objetivos .....	26
1.5.1. Objetivo general .....	26
1.5.2. Objetivos específicos .....	26
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	27
2.1 Antecedentes .....	27
2.2. Bases teóricas .....	31
2.2.1. Concreto .....	31
2.2.1.1. Concreto autocompactante .....	31
2.2.1.1.1 Aplicaciones del concreto autocompactante .....	32
2.2.1.1.2. Ventajas del concreto autocompactante .....	32
2.2.1.1.3. Materiales .....	33
2.2.1.1.3.1. Cemento .....	33
2.2.1.1.3.2. Agregado grueso .....	34
2.2.1.1.3.3. Agregado fino .....	34
2.2.1.1.3.4. Agua .....	35
2.2.1.1.3.5. Aditivo .....	36
2.2.1.1.3.5.1. Aditivos superplastificantes .....	37
2.2.1.1.3.5.1.1 Aditivo Sika Viscocrete 3330 .....	38
2.2.1.1.4. Propiedades del concreto .....	39
2.2.1.1.4.1. Propiedades en estado fresco .....	40
2.2.1.1.4.1.1 Propiedades del concreto autocompactante .....	41
2.2.1.1.4.1.1.1. Fluidez .....	42
2.2.1.1.4.1.1.2. Resistencia al Bloqueo .....	44
2.2.1.1.4.1.1.3. Resistencia a la Segregación .....	45
2.2.2.1.1.4.2. Propiedades en estado endurecido .....	48
2.2.2.1.1.4.2.1. Resistencia a la compresión .....	49
2.2.2.1.1.2. Elementos verticales .....	52
2.2.2.1.1.2.1. Pilares o columnas .....	52

2.2.1.1.2.2. Muros .....	52
2.3. Definición de términos básicos.....	53
2.4. Hipótesis.....	55
2.4.1. Hipótesis general.....	55
2.4.2. Hipótesis específicas .....	56
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>59</b>
3.1. Operacionalización de variables .....	59
3.2. Diseño de investigación.....	59
3.3. Unidad de Estudio .....	60
3.4. Población.....	63
3.5. Muestra.....	63
3.6. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos .....	66
3.6.1. Técnica:.....	66
Observación .....	66
3.6.2. Instrumento: .....	66
3.6.3. Procedimiento de Recolección de datos.....	68
3.6.3.1. Procedencia y caracterización de los agregados.....	70
3.6.3.1.1. Procedencia.....	70
3.6.3.1.2. Caracterización de los agregados .....	70
3.6.3.1.2.1. Calidad de los agregados.....	70
3.6.3.1.2.2. Análisis granulométrico de los agregados (NTP 400.012).....	71
3.6.3.1.2.3. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021) .....	72
3.6.3.1.2.4. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (NTP400.022) .....	75
3.6.3.1.2.5. Método de ensayo para determinar el peso unitario de los agregados (NTP 400.017) ...	77
3.6.3.1.2.6. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185) .....	79
3.6.3.2. Diseño del concreto autocompactante.....	81
3.6.3.3. Ensayos del concreto autocompactante.....	84
3.6.3.3.1. Fluidez.....	84
3.6.3.3.1.1. Caracterización de la fluidez - Ensayo del escurrimiento UNE 83361 .....	84
3.6.3.3.1.2. Ensayo del Embudo en V UNE 83364.....	86
3.6.3.3.2. Resistencia al bloqueo.....	87
3.6.3.3.2.1. Ensayo de escurrimiento con anillo en J UNE 83362 .....	87
3.6.3.3.2.2. Método de ensayo de caja en L UNE 83363 .....	89
3.6.3.3.4. Resistencia a la segregación.....	90
3.6.3.3.5. Resistencia a la compresión .....	92
3.6.3.3.6. Ensayo en elementos verticales.....	93
3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos .....	94
3.7.1. Métodos .....	94
3.7.2. Instrumentos.....	94
3.7.3. Procedimiento de análisis de datos .....	95
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>96</b>
4.1. Análisis granulométrico de los agregados (NTP 400.012) .....	96
4.1.1.4. Promedio del análisis granulométrico del agregado fino. ....	99

4.1.2. Análisis granulométrico del agregado grueso. ....	100
4.1.2.4. Promedio del análisis granulométrico del agregado grueso. ....	103
4.2. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)	104
4.3. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (NTP400.022) .....	105
4.4. Método de ensayo para determinar el peso unitario de los agregados (NTP 400.017).....	106
4.4.1. Peso unitario del agregado grueso.....	106
4.4.1.1. Peso unitario suelto del agregado grueso. ....	106
4.4.1.2. Peso unitario compactado del agregado grueso. ....	107
4.4.2. Peso unitario del agregado fino.....	108
4.4.2.1. Peso unitario suelto del agregado fino. ....	108
4.4.2.2. Peso unitario compactado del agregado fino.....	109
4.5. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185) .....	110
4.5.1. Contenido de humedad dela agregado fino. ....	110
4.5.2. Contenido de humedad dela agregado grueso.....	111
4.6. Peso unitario del agregado global.....	112
4.7. Diseño del concreto autocompactante .....	114
4.8. Ensayos del concreto autocompactante .....	116
4.8.1. Fluidez .....	116
4.8.1.1. Caracterización de la fluidez - Ensayo del escurrimiento UNE 83361 .....	116
4.8.1.2. Ensayo del Embudo en V UNE 83364.....	117
4.8.2. Resistencia al bloqueo.....	117
4.8.2.1. Ensayo de escurrimiento con anillo en J UNE 83362 .....	117
4.8.2.2. Método de ensayo de caja en L UNE 83363 .....	118
4.8.3. Resistencia a la segregación.....	118
4.8.3.1. Ensayo de índice de estabilidad visual ASTM 1611 - M05 .....	118
4.8.4. Promedio de ensayos en estado fresco del concreto autocompactante.....	119
4.8.5. Resistencia a la compresión .....	120
4.8.4.1. Ensayo de Resistencia a la compresión en probetas cilíndricas NTP 339.034.....	120
4.8.4.1. Promedio de ensayo de Resistencia a la compresión .....	121
4.9. Análisis de resultados .....	122
4.9.1. Ensayo de escurrimiento T50.....	122
4.9.2 Ensayo de embudo en V.....	124
4.9.3. Ensayo del anillo en J.....	126
4.9.4. Ensayo de caja en L. ....	128
4.9.5. Ensayo de resistencia a la compresión. ....	132
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>134</b>
5.1. Discusiones.....	134
5.1.1. Caracterización de los agregados.....	134
5.1.2. Ensayos del concreto autocompactante.....	137
5.1.2.1. Ensayos de la Fluidez.....	137
5.1.2.2. Ensayos de la resistencia al bloqueo. ....	140
5.1.2.3. Ensayo de resistencia a la segregación.....	144
5.1.2.4. Ensayo de resistencia a la compresión.....	145
5.1.2.5 Ensayo en elementos verticales.....	147

5.2 Conclusiones .....	148
RECOMENDACIONES .....	150
REFERENCIAS .....	152
ANEXOS.....	154
Anexo I-01. Ficha técnica del cemento tipo I.....	156
Anexo I-02. Ficha técnica del aditivo Sika visocrete 3330.....	157
Anexo II-01. Diseño de un concreto autocompactante, ACI 237R-07.....	159
Anexo II-02. Especificaciones del hormigón estructural – 2008.....	160
Anexo II-03. Recomendaciones para la utilización del hormigón autocompactante (ANEJO17).....	161
Anexo III-01. NTP 400.012 Análisis granulométrico del agregado.....	163
Anexo III-02. NTP400.037 Especificaciones delos agregados.....	164
Anexo III-03. NTP 339.185 Contenido de humedad.....	165
Anexo III-04. NTP 400.017 Peso unitario de los agregados.....	166
Anexo III-05. NTP 400.022 Peso específico y absorción del agregado fino.....	167
Anexo III-06. NTP 400.021 Peso específico y absorción del agregado grueso.....	168
Anexo IV-01. UNE 83361 Ensayo de escurrimiento.....	170
Anexo IV-02. UNE 83364 Ensayo del embudo en V.....	171
Anexo IV-03. UNE 83362 Ensayo del anillo en J.....	172
Anexo IV-04. UNE 83363 Método de caja en L.....	173
Anexo IV-05. ASTM C1611-05 Índice de estabilidad visual.....	174
Anexo IV-06. NTP 339.034 Resistencia a la compresión.....	175
Anexo V-01. Resultados de la granulometría del agregado fino 01.....	177
Anexo V-02. Resultados de la granulometría del agregado fino 02.....	178
Anexo V-03. Resultados de la granulometría del agregado fino 03.....	179
Anexo V-18. Resultados del escurrimiento UNE 83361.....	194
Anexo V-19. Resultados del embudo en V UNE 83364.....	195
Anexo V-20. Resultados del anillo en J UNE 83362.....	196
Anexo V-21. Resultados de caja en L UNE 83363.....	197
Anexo V-22. Resultados del Índice de estabilidad visual ASTM C1611-05.....	198
Anexo V-23. Resultados de Resistencia a la compresión sin aditivo.....	199
Anexo V-24. Resultados de Resistencia a la compresión al0.9% de aditivo.....	200
Anexo V-25. Resultados de Resistencia a la compresión al1.10% de aditivo.....	201
Anexo V-26. Resultados de Resistencia a la compresión al1.30% de aditivo.....	202
Anexo V-27. Resultados de guías de observación de probetas sin aditivo.....	203
Anexo V-28. Resultados de guías de observación de probetas al 0.9% aditivo.....	204
Anexo V-29. Resultados de guías de observación de probetas al 1.1% aditivo.....	205
Anexo V-30. Resultados de guías de observación de probetas al 1.3% aditivo.....	206
Anexo V-31. Resultados de guías de observación de elementos verticales sin aditivo.....	207
Anexo V-32. Resultados de guías de observación de elementos verticales al 0.9%de aditivo.....	208
Anexo V-33.Resultados de guías de observación de elementos verticales al 1.1%de aditivo.....	209
Anexo V-34.Resultados de guías de observación de elementos verticales al 1.3%de aditivo.....	210
Anexo VI-01. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 01.....	212
Anexo VI-02. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 02.....	213
Anexo VI-03. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 03.....	214
Anexo VI-04. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 04.....	215



Anexo VI-05. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 05.....	216
Anexo VI-06. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 06.....	217
Anexo VI-07. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 07.....	218
Anexo VI-08. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 08.....	219
Anexo VI-09. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 09.....	220
Anexo VI-10. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 10.....	221
Anexo VI-11. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 11.....	222
Anexo VI-12. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 12.....	223
Anexo VI-13. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 13.....	224
Anexo VI-14. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 14.....	225
Anexo VII-01. Análisis de costo para un concreto patrón.....	227
Anexo VII-02. Análisis de costo para un concreto con aditivo al 0.9% .....	227
Anexo VII-03. Análisis de costo para un concreto con aditivo al 1.1% .....	228
Anexo VII-04. Análisis de costo para un concreto con aditivo al 1.3% .....	228
Anexo VIII-01. Almacenado en baldes de los agregados en lab. UPN. ....	230
Anexo VIII-02. Pesado de agregado para contenido de humedad.....	231
Anexo VIII-03. Colocado del agregado al horno para contenido de humedad.....	232
Anexo VIII-04. Análisis granulométrico del agregado. ....	233
Anexo VIII-05. Peso específico del agregado fino.....	234
Anexo VIII-06. Peso unitario del agregado.....	235
Anexo VIII-07. Preparación del concreto.....	236
Anexo VIII-08. Ensayo de escurrimiento.....	237
Anexo VIII-09. Ensayo de anillo en J. ....	238
Anexo VIII-10. Ensayo de embudo en V. ....	239
Anexo VIII-11. Ensayo de caja en L. ....	240
Anexo VIII-12. Probetas de concreto.....	241
Anexo VIII-13. Concreto autocompactante en elementos verticales.....	242
Anexo VIII-14. Visitas a campo de elementos verticales con evidencia de segregación. ....	243
Anexo VIII-15. Visitas a campo de elementos verticales con evidencia de segregación 2. ....	244
Anexo IX-01. Resultados de la granulometría del agregado fino 01.....	246
Anexo IX-02. Resultados de la granulometría del agregado fino 02.....	247
Anexo IX-03. Resultados de la granulometría del agregado fino 03.....	248
Anexo IX-04. Resultados de la granulometría del agregado grueso 01.....	249
Anexo IX-05. Resultados de la granulometría del agregado grueso 02.....	250
Anexo IX-06. Resultados de la granulometría del agregado grueso 03.....	251
Anexo IX-07. Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso.....	252
Anexo IX-08. Resultados del peso específico y absorción del agregado fino. ....	253
Anexo IX-09. Resultados del peso unitario suelto del agregado grueso. ....	254
Anexo IX-10. Resultados del peso unitario compactado del agregado grueso.....	255
Anexo IX-11. Resultados del peso unitario suelto del agregado fino.....	256
Anexo IX-12. Resultados del peso unitario compactado del agregado fino. ....	257
Anexo IX-13. Resultados del contenido de humedad del agregado fino. ....	258
Anexo IX-14. Resultados del contenido de humedad del agregado grueso.....	259
Anexo IX-15. Resultados del peso unitario del agregado global.....	260
Anexo IX-16. Resultados del escurrimiento UNE 83361.....	261
Anexo IX-17. Resultados del embudo en V UNE 83364 y anillo en J UNE 83362.....	262

Anexo IX-18. Resultados de caja en L UNE 83363. ....	263
Anexo IX-19. Resultados del Índice de estabilidad visual ASTM C1611-05 .....	264
Anexo IX-20. Resultados de Resistencia a la compresión sin aditivo. ....	265
Anexo IX-21. Resultados de Resistencia a la compresión al 0.9% de aditivo. ....	266
Anexo IX-22. Resultados de Resistencia a la compresión al 1.10% de aditivo. ....	267
Anexo IX-23. Resultados de Resistencia a la compresión al 1.30% de aditivo. ....	268
Anexo IX-24. Resultados de guías de observación de elementos verticales sin aditivo. ....	269
Anexo IX-25. Resultados de guías de observación de elementos verticales al 0.9% de aditivo. ....	270
Anexo IX-26. Resultados de guías de observación de elementos verticales al 1.1% de aditivo. ....	271
Anexo IX-27. Resultados de guías de observación de elementos verticales al 1.3% de aditivo. ....	272
Anexo IX-28. Certificado UPN de ensayos de laboratorio. ....	273

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Requisitos generales para la autocompactabilidad. ....	41
Tabla 2.Clases de escurrimiento. ....	42
Tabla 3. Clases de viscosidad. ....	43
Tabla 4.Clases de resistencia al bloqueo. ....	44
Tabla 5.Hipótesis general. ....	55
Tabla 6.Hipótesis específica 01. ....	56
Tabla 7.Hipótesis específica 02. ....	57
Tabla 8.Hipótesis específica 03. ....	58
Tabla 9.Operacionalización de variables. ....	59
Tabla 10: Ensayo a la compresión. ....	60
Tabla 11. Ensayo del anillo en J. ....	61
Tabla 12: Ensayo de la caja en L. ....	61
Tabla 13: Ensayo del embudo en V. ....	62
Tabla 14: Ensayo de escurrimiento. ....	62
Tabla 15: Valores de la distribución normal estandarizada. ....	64
Tabla 16.Cantidad de muestras por ensayos. ....	65
Tabla 17.Cantidad mínima de muestra de agregado grueso. ....	71
Tabla 18.Cantidad mínima de agregado grueso. ....	73
Tabla 19.Cantidad mínima de agregado. ....	79
Tabla 20.Objetivos de flujo de asentamiento. ....	81
Tabla 21.Contenido de aire. ....	82
Tabla 22.Rangos contenidos de cemento. ....	83
Tabla 23.Parámetros y proporcionamiento de mezclas autocompactantes. ....	83
Tabla 24.Análisis granulométrico del agregado fino, ensayo 1. ....	96
Tabla 25.Análisis granulométrico del agregado fino, ensayo 2. ....	97
Tabla 26.Análisis granulométrico del agregado fino, ensayo 3. ....	98
Tabla 27.Promedio del análisis granulométrico del agregado fino. ....	99
Tabla 28.Análisis granulométrico del agregado grueso, ensayo 1. ....	100
Tabla 29.Análisis granulométrico del agregado grueso, ensayo 2. ....	101
Tabla 30.Análisis granulométrico del agregado grueso, ensayo 3. ....	102
Tabla 31.Promedio del análisis granulométrico del agregado grueso. ....	103
Tabla 32.Peso específico y absorción del agregado grueso. ....	104
Tabla 33.Peso específico y absorción del agregado fino. ....	105
Tabla 34.Peso unitario suelto del agregado grueso. ....	106
Tabla 35.Peso unitario compactado del agregado grueso. ....	107
Tabla 36.Peso unitario suelto del agregado fino. ....	108
Tabla 37.Peso unitario compactado del agregado fino. ....	109
Tabla 38.Contenido de humedad del agregado fino. ....	110
Tabla 39.Contenido de humedad del agregado grueso. ....	111
Tabla 40.Peso unitario suelto y compactado del agregado global. ....	112
Tabla 41.Resumen de la caracterización de agregados. ....	113
Tabla 42.Proporciones para un concreto autocompactante. ....	114
Tabla 43.Materiales para un concreto patrón en m <sup>3</sup> . ....	114
Tabla 44.Peso seco, peso SSS, peso húmedo del concreto patrón. ....	115
Tabla 45.Cantidad de materiales a una tanda de 40L. ....	115
Tabla 46.Ensayo de escurrimiento. ....	116
Tabla 47.Ensayo de embudo en V. ....	117
Tabla 48.Ensayo de anillo en J. ....	117
Tabla 49.Ensayo de Caja en L. ....	118
Tabla 50.Ensayo del índice de estabilidad visual. ....	118
Tabla 51.Resumen de ensayos del concreto. ....	119
Tabla 52.Ensayo de resistencia a la compresión. ....	120
Tabla 53.Promedio de ensayos de resistencia a la compresión. ....	121
Tabla 54.Prueba de normalidad del T50. ....	122
Tabla 55.Prueba de homocedasticidad del T50. ....	123
Tabla 56.Prueba de hipótesis. ....	123

Tabla 57.Prueba de normalidad del embudo en V.....	124
Tabla 58.Prueba de homocedasticidad del embudo en V.....	125
Tabla 59.Prueba de hipótesis.....	125
Tabla 60.Prueba de normalidad del anillo en J.....	126
Tabla 61.Prueba de homocedasticidad del anillo en J.....	127
Tabla 62.Prueba de hipótesis.....	127
Tabla 63.Prueba de normalidad de caja en L (T20).....	128
Tabla 64.Prueba de homocedasticidad de caja en L (T20).....	129
Tabla 65.Prueba de hipótesis.....	129
Tabla 66.Prueba de normalidad de caja en L (T40).....	130
Tabla 67.Prueba de homocedasticidad de caja en L (T40).....	131
Tabla 68.Prueba de hipótesis.....	131
Tabla 69.Prueba de normalidad de resistencia a la compresión.....	132
Tabla 70.Prueba de homocedasticidad de resistencia a la compresión.....	133
Tabla 71.Prueba de hipótesis.....	133
Tabla 72.Criterios del índice de estabilidad visual.....	144

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de investigación .....	60
Figura 2. Recolección de datos.....	67
Figura 3. Esquema de procesos de recolección de datos .....	68
Figura 4. Ubicación de la cantera Yauri .....	70
Figura 5. Esquema de procesos de análisis de datos.....	95
Figura 6. Curva granulométrica del agregado fino, ensayo 1 .....	96
Figura 7. Curva granulométrica del agregado fino, ensayo 2 .....	97
Figura 8. Curva granulométrica del agregado fino, ensayo 3 .....	98
Figura 9. Curva granulométrica del promedio del agregado fino.....	99
Figura 10. Curva granulométrica del agregado grueso, ensayo 1.....	100
Figura 11. Curva granulométrica del agregado grueso, ensayo 2.....	101
Figura 12. Curva granulométrica del agregado grueso, ensayo 3.....	102
Figura 13. Curva granulométrica del promedio del agregado grueso.....	103
Figura 14. Peso unitario suelto y compactado del agregado global.....	113
Figura 15. Comparación de los pesos específicos de los agregados.....	135
Figura 16. Comparación de la absorción y humedad de los agregados.....	135
Figura 17. Comparación de los pesos unitarios de los agregados.....	136
Figura 18. Curva del peso unitario del agregado global.....	137
Figura 19. Ensayo de escurrimiento (df).....	138
Figura 20. Ensayo de escurrimiento (T50).....	138
Figura 21. Ensayo del embudo en V (Tv).....	139
Figura 22. Comparación de diámetros del df, djf y el valor mínimo del anillo en J.....	141
Figura 23. Ensayo del anillo en J (Djf).....	141
Figura 24. Ensayo del anillo en J (hj).....	142
Figura 25. Comparación del ensayo de caja en L (T20 y T40).....	143
Figura 26. Ensayo de caja en L (CbL).....	144
Figura 27. Comparación de resistencia a la compresión.....	146

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tamaño de muestra. ....	63
Ecuación 2. Peso específico de la masa (Pem) .....	74
Ecuación 3. Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pesss).....	74
Ecuación 4. Peso específico aparente (pea).....	74
Ecuación 5. Absorción (Ab).....	74
Ecuación 6. Densidad (secado al horno).....	76
Ecuación 7. Densidad (saturada superficialmente seca) .....	77
Ecuación 8. Densidad aparente.....	77
Ecuación 9. % Absorción.....	77
Ecuación 10. Peso Unitario del agregado .....	78
Ecuación 11. Contenido humedad.....	80
Ecuación 12. Diámetro final del escurrimiento. ....	85
Ecuación 13. Diámetro del anillo en J. ....	88
Ecuación 14. Coeficiente altura del anillo en J. ....	89
Ecuación 15. Coeficiente de bloqueo. ....	90
Ecuación 16. Resistencia a la compresión .....	93

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación se desarrolló en la ciudad de Trujillo en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, se determinó la influencia del aditivo Sika Viscocrete 3330 en el ensayo de resistencia a la compresión y en las propiedades de un concreto autocompactante para elementos verticales empleando el método del ACI 237R en el diseño de mezcla, se realizaron ensayos según las normas técnicas peruanas (NTP) para la caracterización de los agregados y para evaluar que un concreto autocompactante cumpla los requisitos de autocompactabilidad se emplearon las normas UNE y la ASTM, así como para la resistencia a la compresión se empleó la NTP, además el concreto se ensayó en un molde de vidrio con el fin de verificar el comportamiento del concreto autocompactante y de su acabado superficial, cuyos datos fueron recolectados en guías de observación validadas.

La presente investigación es de tipo experimental, porque por medio de la manipulación de la variable la independiente, el aditivo Sika Viscocrete 3330, se determinará la influencia que genera sobre la variable dependiente: la resistencia a la compresión y las propiedades de autocompactabilidad del concreto, en cuanto el diseño de la investigación es experimental puro, ya que se puede controlar y limitar las variaciones del aditivo.

Se concluyó que se influye de manera positiva en la resistencia a la compresión a edades de 7, 14 y 28 días con respecto a las patrón, además en los ensayos para un concreto autocompactante se mejoró las características de autocompactabilidad y se determinó la cantidad óptima de aditivo de 1.1% que aprobó todos los ensayos, si bien también se comprobó que si se añade demasiado aditivo no se obtiene un buen desempeño en el concreto.

## ABSTRACT

The present research project was developed in the city of Trujillo in the laboratory of the Universidad Privada del Norte, the influence of the Sika Viscocrete 3330 additive was determined in the property of resistance to compression and in the properties of a self-compacting concrete for vertical elements using the ACI 237R method in the mix design, tests were carried out according to the Peruvian technical standards (NTP) for the characterization of the aggregates and to evaluate that a self-compacting concrete meets the self-compacting requirements, the UNE and ASTM standards were used as well as for the compressive strength the NTP was used, in addition the concrete was tested in a glass mold in order to verify the behavior of the self-compacting concrete and its surface finish, whose data were collected in validated observation guides.

The present investigation is of experimental type, because by means of the manipulation of the variable the independent one, the additive Sika Viscocrete 3330, the influence that it generates on the dependent variable will be determined: the resistance to the compression and the properties of autocompactabilidad of the concrete, as soon as the design of the research is pure experimental, since it is possible to control and limit the variations of the additive.

It was concluded that the resistance to compression was influenced positively at ages of 7, 14 and 28 days with respect to the standards, in addition in the tests for a self-compacting concrete, the compactibility characteristics were improved and the optimum quantity of additive of 1.1% that approved all the tests, although it was also verified that if too much additive is added, a good performance in the concrete is not obtained.



## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La construcción hoy, es una de las actividades de mayor crecimiento en el mundo, la cual se ha visto impulsada por una población mundial en constante crecimiento, una veloz urbanización y expansión de las ciudades y una mejora de la calidad de vida. O.I.T (2001). Representándose esto en un aumento de la infraestructura, es por eso que una actividad tan importante requiere de estrictos controles de su gran variedad de procesos en la construcción que pueden ser ejecutados de manera óptima que implique una menor reducción de los tiempos mediante el empleo de materiales nuevos cada vez más perfeccionados que influyen en el desempeño de una estructura. Uno de los procesos de mayor preponderancia es la preparación de concreto, componente importante: por su versatilidad (pues ofrece facilidad de moldearse y de adaptarse), por la aceptación universal que tiene, y por la resistencia que brinda. Es así como en el mercado mediante el empleo de aditivos es que se busca mejorar las propiedades del concreto, respondiendo a las diferentes circunstancias que se dan obra. SIKA PERU (2008).

En Chile, un concreto tiene propiedades que debe cumplir para que sea considerado como un concreto autocompactante, que es aquel que se compacta bajo la acción de su propio peso sin la necesidad de fuerzas externas provenientes del vibrado. Estas propiedades son: Fluidez. Es la capacidad que tiene el concreto de fluir libremente sobre el moldaje o encofrado ocupando uniformemente los espacios a través de las armaduras, Resistencia a la segregación. Que consiste en que un concreto fresco mantiene la habilidad de homogeneidad de sus componentes esto quiere decir que sus áridos están distribuidos uniformemente tanto verticalmente como horizontalmente, Distribución del aire. Se refiere que un concreto después de su colocación, debe

presentar una uniformidad del aire atrapado en su interior producto del proceso del mezclado de los áridos con el fin de presentar un centro de menor y distribuida porosidad y un área lisa, la trabajabilidad es un parámetro que se define como la capacidad de colocación del concreto fresco en el encofrado, sin que se modifique sus propiedades físicas y químicas. Sciaraffia (2005).

En México, el concreto autocompactante (CAC), es un tipo de concreto al que se le añadió un aditivo con el fin de mejorar las propiedades, entre ellas: su trabajabilidad, se comprobó que un CAC presenta una trabajabilidad más alta que un concreto normal, en cuanto a su colocación se verificó que el CAC tuvo un mejor desempeño en columnas altamente confinadas, también que se obtuvo más homogeneidad entre la resistencia a la compresión de un CAC en muestras, que con unas de concreto normal, mientras que en sus capacidades de carga máxima son similares mas no en lo dúctil, pues un CAC en columnas tiene más ductilidad que un concreto normal. Álvarez (2007).

En España, se denomina hormigón autocompactante (HAC), y con el fin de mejorar sus propiedades se emplearon aditivos sintéticos, como artificiales: se sustituyó parte del diseño de mezcla de la arena por escoria de alto horno en forma de pequeños granos similar al tamaño de la arena, obteniéndose un HAC que cumple con los requisitos de fluidez y viscosidad así también este tipo de hormigón añadido son escoria presenta en su resistencia a la compresión a los 28 y 90 días un aumento relativo con respecto a la resistencia inicial en 7 días. Benito (2014).

En España, en armaduras se ha visto que el HAC posee mayor adherencia en los aceros cuando estas son estructuras densamente pobladas y que un concreto tradicional. Se obtuvo que en las propiedades de un concreto autocompactante, se tiene una resistencia a la tracción indirecta aproximada en un 30% mayor a un concreto tradicional.

Brindándole con esto mayor ductilidad al HAC en estado endurecido, otro aspecto que se ha obtenido es que en un HAC con una dosificación de cemento baja, genera longitudes de anclaje mayores a uno normal pero cuando la dosificación de cemento es alta, ahí ya no se encontraron diferencias en esas longitudes. Rigueira (2007).

En el Perú se han empleado aditivos superplastificantes y con una relación de a/c de 0.336 y 0.50, se vio que las propiedades del concreto han tenido variabilidad en cuanto en su desempeño, pues se han obtenido mediante ensayos de resistencia mecánica, resistencias a la tracción y a la compresión más elevadas, así como poca exudación y poca permeabilidad. Se comprobó que el CAC se caracteriza por ser un concreto que fluye libremente a través de del encofrado, presenta baja viscosidad (poca resistencia al paso del fluido de la mezcla) y sin segregaciones. Pineda (2003).

En la ciudad de Trujillo se han obtenido buenos resultados en el concreto autocompactante, mejorando sus propiedades en estado fresco y endurecido, por ejemplo: el concreto en su estado fresco, cuando se incrementó en pequeñas cantidades el aditivo hiperplastificante, este influyó de manera que se obtuvo una mayor trabajabilidad, una mayor resistencia a la segregación, poca exudación (pérdida de agua del concreto en su parte superior) y además que en las propiedades en estado endurecido también se ha visto influenciada como en todo concreto autocompactante, principalmente en la resistencia a la compresión. Molina & Saldaña (2014).

Pineda (2003), encontró que “Con los materiales usados y con las relaciones a/c entre 0.50 y 0.336 se demostró con los concretos fluidos que presentan compactación o también denominados concretos autocompactante, son mezclas de excelente trabajabilidad que presentan: gran capacidad de deformarse y fluir libremente, baja viscosidad, buena cohesión para evitar segregaciones y ningún tipo de bloqueo. También demuestran mayores resistencias mecánicas a la compresión y a la tracción,

así como baja permeabilidad y escasa exudación, debido principalmente a las bajas relaciones a/c que se pueden obtener utilizando aditivos superplastificantes necesario para generarlas”.

Huarcaya (2014), encontró que “la producción de concreto con alta trabajabilidad requiere una selección cuidadosa de los materiales componentes, empleo de aditivos plastificantes y superplastificantes y un estricto control de calidad en todas las etapas de fabricación y uso. La aplicación del aditivo es variable depende de que tan trabajable se requiere. En el ensayo de asentamiento del concreto se realizó un control en la medición del slump por un periodo de tres horas en intervalos de 30 min cada uno, donde se pudo observar que el diseño Sikament 1,0% mantuvo una trabajabilidad por un tiempo mayor a los demás diseños, ya que su asentamiento se mantuvo en el rango de (6”-8”)”.

Silva, Robayo, Matthey, & Delvasto (2015), encontró que “Elementos constructivos de mampostería en la producción de concretos autocompactantes como sustitución parcial del cemento es técnicamente viable. Los concretos donde se utilizaron finos de estos residuos presentaron las características necesarias para ser considerados como autocompactantes; dichas características se reflejan en flujo adecuado con buena resistencia a la segregación, exudación y una excelente capacidad de paso y de relleno, además en estado endurecido muestra un buen aspecto estético y sus propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión y tracción indirecta lo que le permite a este concreto autocompactante competir sin ningún problema con el concreto convencional”.

Es importante divulgar las características que un concreto autocompactante puede aportar, pues investigaciones del tema dan soluciones a problemas como la

segregación, estas características son: la fluidez, que significa que el concreto autocompactante pueda desplazarse a lo largo del encofrado llenándolo completamente sin vacíos evitando la segregación causada por separación de los agregados en función de sus densidades, otra característica del concreto autocompactante es la capacidad que tiene de compactarse o asentarse bajo la acción de su propio peso sin la necesidad de fuerzas externas como el vibrado, esta es la autocompactación, otro punto es que cuando se logra que el concreto tenga homogeneidad al momento del colocado y por la compactación de su mismo peso, este concreto adquiera unos ligeros aumentos en cuanto a su resistencia, claro teniendo en cuenta que la sustitución de un porcentaje del componente cemento por el aditivo se haga de manera técnica y conforme con las especificaciones de éste.

Actualmente, empresas relacionadas al rubro de la construcción han realizado investigaciones con respecto al concreto y sus propiedades, con el fin de ser calificadamente más especializados en el sector ganando con ello mayor competitividad, eficiencia e ingresos para la empresa.

En la empresa CEMEX, que es una compañía multinacional de construcción. Sus investigadores del Centro Global de Tecnología e Innovación: “desarrollan soluciones basadas en un profundo conocimiento y aplicación de la tecnología de concreto”. Sus expertos según ellos: “pueden modificar las propiedades del concreto mediante el uso de innovadoras mezclas químicas, combinadas con las proporciones correctas de los diversos elementos que constituyen el concreto” y “diseñan concretos especiales que satisfacen los requerimientos de desempeño cada vez más exigentes de la industria de la construcción. CEMEX ofrece un portafolio especial de concretos, integrado por productos como el concreto de ultrarrápido endurecimiento, concreto resistente a

agrietamiento, concreto autocompactante, concreto arquitectónico, concreto permeable, etc”. CEMEX S.A.B (2017).

En SIKA, que es una empresa global de productos químicos y de la industria manufacturera en construcción, en el Centro de Tecnología de SIKA. También hace investigaciones sobre las propiedades del concreto con el objetivo de encontrar nuevos compuestos químicos que conlleven a una mejora del concreto. “las propiedades de fluidez y estabilidad del concreto fresco a ser colocado en obra, el procedimiento común contempla diseñar mezclas en laboratorio bajo una práctica de prueba y error hasta obtener el rango de fluidez requerido en las especificaciones técnicas”, usando superplastificantes se han reducido el contenido de agua e incrementado la trabajabilidad, se obtuvo mayor resistencia, eficiencia en costos y minimización de fisuras por contracción. SIKA S.A. (2015).

Actualmente, debido a que la construcción es una actividad de rápido crecimiento con una gran variedad de obras se necesitan que tengan una adecuada ejecución de procesos que permitan una mejora en la calidad de una estructura pues se ha visto problemas en obra que afectan las propiedades del concreto las cuales indicarán si es correcto o no el desempeño de una edificación. La trabajabilidad es la facilidad que tiene el concreto de ser colocado, consolidado y de resistir a la segregación; la segregación, es muy común hoy en nuestro país, en obras de pequeña y mediana envergadura, dejando que el concreto adquiera irregularidad en su densidad pues sus agregados al ser de variada consistencia y de granulometría, se van asentando los más densos en el fondo mientras que la concentración de los agregados finos queda en la superficie del encofrado haciendo que el concreto disminuya su resistencia, su durabilidad, que tenga fisuras y dejándolo un mal acabado en su superficie.

La segregación del concreto que es un problema importante en obra se da por varias causas: un transporte de inadecuado del concreto, mala colocación, elevada relación agua/cemento, demasiada cantidad de agregados grueso con pocos finos, un exceso de vibración, mezclado inadecuado, una poca cantidad de cemento porque este tiene la capacidad de unir los agregados para así darle cohesión, entre otros, además unas estructuras densamente armadas como: muros de contención, pilotes o estructuras de geometría compleja traen dificultades pues el concreto que se ha de verter debe de ser sometido a un proceso de vibrado interno, con lo cual incrementaría la necesidad de personal calificado que operen vibradores así como los costos. Siendo éste un factor que también influye en las propiedades, la mano de obra, que en nuestro país a veces no se emplea el personal calificado que esté preparado y capacitado. Esto repercute en la preparación del concreto como un factor humano, haciendo que las mezclas no tengan un buen desempeño. Las cangrejeras es otro problema que afecta a las propiedades en estado endurecido estas se dan mayormente en estructuras con elevadas cuantías de acero por tener zonas a lo largo de la estructura de difícil acceso y donde a veces el concreto no puede acceder a lugares estrechos formando vacíos de aire internos o externos que aminoran la durabilidad del concreto pues le quitan estos vacíos la adherencia que debe existir entre el concreto y el refuerzo evitando que forme un todo como estructura monolítica. Sus causas son por una congestión de estribos y ganchos que oponen resistencia al paso del concreto; que el concreto tenga poca fluibilidad y que presente gravas de mayor tamaño.

Es importante aportar con nuevos estudios para que las empresas de la construcción pueden tener una visión más clara sobre la mejora que trae en las capacidades de un concreto los aditivos superplastificantes disponibles en el mercado pues estos

incrementan la fluidez del concreto sin incrementar la cantidad de agua de mezcla, dando como resultado un concreto de baja permeabilidad, fácil de trabajar y con menor riesgo de dejar cangrejas luego del vaciado, que es uno de los factores que perjudica en el concreto, afectando en el avance de obra y aumentando costos de reparación.

Por lo tanto, siendo este aditivo uno de los que aún no se han realizado investigaciones en Trujillo sobre sus usos y su empleo para elaborar un concreto autocompactante, motiva en este estudio a ser empleado, contribuyendo así al sector de la construcción trujillana a tener más opciones y fuentes de referencia sobre la manera que influye en el concreto y a partir de eso escoger la que mejor se adopte a sus exigencias.



## **1.2. Formulación del problema**

¿Qué influencia tiene el aditivo Sika Viscocrete - 3330 en el ensayo de Resistencia a la Compresión y en las Propiedades de un Concreto Autocompactante para Elementos Verticales?

## **1.3. Justificación**

El concreto autocompactante es un tipo de concreto que aún debe de ser estudiado en el país, pues aún no es de mayor difusión en obras de pequeña y mediana envergadura, es por ello que es necesario que se difunda este concreto demostrando sus capacidades como alternativa de solución a problemas comunes en obra.

Los problemas que se dan en obra que afectan al concreto se dan cuando en el proceso de mezclado y colocado del concreto, se presentan problemas en la consistencia y trabajabilidad, a veces por falta de capacitaciones al personal o por desconocimiento de un exceso de vibrado o que no se utilice el vibrado en las estructuras, se generen segregaciones en la mezcla y posteriormente cangrejeras, afectando su resistencia es por ello que surge la necesidad de realizar la presente tesis con el fin de contribuir en dar mayor conocimiento a las personas dedicadas a la construcción y a las empresas con esta investigación, además que en la ciudad de Trujillo son muy pocos los estudios sobre el concreto autocompactante, es por eso la razón de la importancia de la tesis.

Con esta investigación se contribuirá en lo académico y formativo a los próximos tesis que querrán realizar un estudio de investigación o que busquen información sobre el mismo tema, con la cual para ellos les servirá como fuente de referencia y apoyo para la realización de sus actividades, además de reforzar los conocimientos adquiridos hasta hoy y que serán complementados con futuras investigaciones.

#### **1.4. Limitaciones**

No se ha encontrado muchos libros específicos sobre el concreto autocompactante a nivel nacional por lo que se recurrió a material de otros países y a algunas tesis realizadas en el país.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo general**

- Determinar la influencia en el ensayo de resistencia a la compresión y en las propiedades de un concreto autocompactante que ejerce el aditivo Sika Viscocrete - 3330 para elementos verticales.

##### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar el agregado fino y grueso según las recomendaciones de las Normas Técnicas Peruanas (NTP).
- Establecer el diseño de mezcla según las recomendaciones del ACI 237R para la dosificación de los materiales de un concreto autocompactante.
- Comparar la resistencia a la compresión entre probeta patrón y con diferente porcentaje de aditivo.
- Evaluar las propiedades de un concreto autocompactante mediante ensayos de laboratorio según las normas UNE y ASTM.
- Determinar la dosificación óptima de aditivo para un concreto autocompactante que cumpla con los requisitos de compactibilidad.
- Describir el comportamiento en los elementos verticales entre una muestra patrón y del concreto autocompactante con aditivo superplastificante.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

*Título: “Diseño de un concreto autocompactable”*

Rabanal & Su (2017) Demostrar a partir de ensayos específicos para concreto autocompactante, que el diseño del mismo sea óptimo, se hizo dos dosificaciones de concreto: una para un concreto convencional y otra para un concreto autocompactante de 280 kg/cm<sup>2</sup> y de 500kg/cm<sup>2</sup>. A edades de 7,14 y 28 días, para ello se realizó una serie de pruebas para un concreto en estado fresco como: Método del embudo V, Extensibilidad de flujo T50, Método de ensayo de caja en L, con lo cual se vio que cumple con los rangos establecidos para un concreto autocompactante, también mediante ensayos de resistencia a la compresión se comprobó que un concreto autocompactante posee una resistencia a la compresión mayor a uno convencional. “Se demostró que el concreto autocompactable diseñado fue óptimo y de alta calidad ya que superó todos los ensayos proyectados en su momento, cumpliendo con los parámetros establecidos para cada uno de los ensayos y también con las características específicas de un concreto autocompactante”. Este estudio sirvió como un aporte para la elaboración de probetas para el ensayo de resistencia a la compresión en un diseño de concreto autocompactante evaluados a 7, 14 y 28 días además que se empleó agregado grueso que tenga un tamaño de 1/2” con el fin de obtener unos mejores resultados que un concreto tradicional.

*Título: “Optimización en el sistema constructivo para elementos verticales en edificaciones empleando el sistema de vaciado por inyección desde la parte inferior con concreto autocompactante”*

Levi & Tolmos (2016), Optimizar el proceso constructivo empleado en elementos verticales de las edificaciones con la inyección de concreto autocompactante. Se hizo pruebas de ensayos en laboratorio: extensión de flujo, embudo en V, caja en L para luego hacer la prueba en obra por el sistema de vaciado por inyección en elementos verticales en la construcción de departamentos de Proyecto Ciudad Sol de Collique. Se obtuvo buenos resultados con el concreto autocompactante pues fluyó y llenó todo el encofrado, no necesitó vibrado y cuando se desencofró la estructura tenía sus superficies lisas, sin cangrejeras con un buen acabado superficial. Concluyéndose que el concreto autocompactante garantiza calidad en sus propiedades y un excelente acabado superficial en muros.

Este estudio se tomó como referencia en hacer una evaluación del concreto autocompactante en estado fresco en elementos verticales verificando visualmente la segregación, la distribución del agregado y el acabado superficial en un molde.

*Título: “Diseño de mezcla de concreto autocompactante”*

Pineda (2003), Diseñar una mezcla de concreto de autocompactante. Se generó mezclas a partir de concretos normales adicionando aditivo superplastificante luego se varió la relación de arena/piedra para posteriormente hacer variaciones en la cantidad de pasta que fueron ensayadas por extensión de flujo y caja en L. se obtuvo que relaciones a/c entre 0,5 y 0,336 son concretos que tienen una buena autocompactabilidad además de una buena capacidad de fluir y consolidación además, se concluyó que el exceso de agua y/o unas altas dosificaciones de aditivo

superplastificante genera que las mezclas tengan inestabilidad y poca cohesión trayendo consigo una segregación alta que no mantiene a los componentes del concreto unidos.

La presente investigación fue empleada como referencia con el fin de tener un control preciso y adecuado de la cantidad de aditivo superplastificante además de obtener la cantidad óptima de aditivo para el concreto autocompactante y evitar mezclas con segregación y exudación poco estables.

*Título: “Diseño y evaluación de hormigones autocompactantes”*

Vargas & Sciaraffia (2005), Analizar los procedimientos de diseños de mezclas y los equipos para evaluar mezclas de hormigón autocompactante. Se analizaron los procedimientos de diseño de mezclas según una metodología secuencial que consiste desde lograr la saturación de la pasta y establecer una adecuada proporción de agregados con los ensayos para un hormigón autocompactante. Se obtuvo unos buenos resultados con la utilización de aditivo superplastificante con una relación de agua/cemento de 0,4 que cumplió con todos los ensayos.

Se pudo diseñar un hormigón autocompactante con un buen desempeño y que sea factible evaluando la pasta hasta el comportamiento de la mezcla por ensayos.

La presente investigación fue empleada como referencia, la relación de agua/cemento de 0,40 el cual cumple y está dentro de los parámetros fijados por las recomendaciones de la ACI 237R-07.

*Título: “Propiedades mecánicas y retracción de hormigones autocompactantes fabricados con escorias siderúrgicas de alto horno”*

Benito (2014), Estudiar las propiedades reológicas con sustitución del árido fino de cantera por escoria granulada de alto horno. Se ejecutaron dos diseños de muestras:

un concreto autocompactante normal y otro concreto con escorias de alto horno que remplazaban al agregado fino. Se realizaron los ensayos reológicos en estado fresco como la segregación mediante el índice de estabilidad visual ASTM 1605-M05 se vio, que con el remplazo del agregado fino por la escoria granulada de alto horno también se tiene un buen comportamiento. Por lo que todos los hormigones con sustitución de arena por escorias de alto horno cumplen con los requisitos de fluidez, viscosidad y sin segregación.

Este estudio aportó con la prueba del índice de estabilidad visual ASTM1611-M05 como un complemento para la evaluación de la resistencia a la segregación en un concreto autocompactante que sea libre de segregación y exudación según sus criterios.

*Título: “diseño de mezclas para un hormigón autocompactante”*

Parra & Eguez (2009), Establecer un método apropiado para diseñar hormigones autocompactantes. Se realizaron mezclas a relaciones de a/c: 0,42; 0,54; 0,50; 0,39; 0,43 y 0,48 con el fin de obtener una mezcla con el mejor desempeño para el concreto autocompactante utilizando las recomendaciones del ACI 237R-07, Se hicieron ensayos de escurrimiento, anillo en J, caja en L, embudo en V para caracterizar las mezclas y que estas cumplan con los requerimientos para un concreto autocompactante, se obtuvo que, con las recomendaciones del ACI 237R-07 se pudo realizar un concreto autocompactante con una mejor cohesión y viscosidad entre partículas.

Este trabajo de investigación sirvió como referencia con las recomendaciones del ACI 237R-07 para el diseño de mezclas de concreto autocompactante para obtenerse resultados más óptimos.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Concreto**

Según Rivva (2010), Es un compuesto de agregados grueso y fino, cemento, agua y en algunos casos aditivos. Cuyos elementos son dosificados mediante diseños de mezcla adquiriendo luego de su mezcla una consistencia plástica con capacidad de moldearse, adoptando cualquier forma y que luego al endurecerse y fraguarse adquiere una forma sólida capaz de resistir deformaciones por agentes externos (p.01). El concreto es un material ampliamente empleado a nivel mundial en la industria de la construcción en varias obras de ingeniería (represas, edificios, túneles, puentes, etc.) por ser un material muy versátil por sus propiedades lo que lo hace que sea utilizado como un elemento estructural.

#### **2.2.1.1. Concreto autocompactante**

Según Ríos & Tolmos (2016), “Es un concreto que logra la compactación sin vibración, puesto que se compacta por su propia naturaleza”. (p.13). Es un tipo de concreto que no requiere del uso de fuerzas externas como el vibrado, sino que bajo la acción de su propio peso tiene la capacidad de consolidarse y autocompactarse.

“Este tipo de concreto tiene que ser uniforme, homogéneo, de alta cohesión y de gran resistencia a la segregación durante el flujo. Para elaborar este concreto, se necesitan una serie de aditivos principales como: Reductores de agua de alto rango”. (p.13)

Una de las aplicaciones del concreto Autocompactante según Ríos & Tolmos (2016), “la aplicación de este tipo de concreto es en estructuras esbeltas con gran cantidad de armadura de acero, donde el vibrado casi era imposible”. Esto se da porque este tipo de concreto va fluyendo a través de estructuras que presentan una gran densidad de acero sin que exista segregación de sus componentes, por consiguiente al endurecerse se adquiere una uniformidad en toda la estructura, pues en comparación de un concreto

normal colocado en estructuras muy densas en acero el concreto Autocompactante puede rellenar fácilmente el encofrado así sean espacios reducidos y de formas irregulares evitándose así problemas de obra como las cangrejeras y también un mal vibrado.

Según Garcia & Mas (2009), las características de un concreto Autocompactante: Fluidez, Resistencia al Bloqueo y Resistencia a la Segregación, permiten que se reproduzca al detalle cualquier superficie que lo contiene. Con ello esa cualidad da la posibilidad de mejorar de forma considerable el acabado superficial de estructuras de concreto.

#### **2.2.1.1.1 Aplicaciones del concreto autocompactante**

Según González, Landaverde, & Romero (2005), “puede ser en general aplicado en formas complejas donde es dificultoso obtener la fluidez y consolidación adecuadas para el concreto. Como por ejemplo en columnas, placas, puentes, túneles, presas, productos de concreto tales como bloques, tuberías de drenaje, paredes, tanques de agua, paredes de diafragma, bóvedas, etc”. (p.111). Estas aplicaciones determinan que el concreto autocompactante es un material muy importante hoy en día pues se utiliza en obras de mucha importancia urbana ofreciendo alternativas de solución a ciertos problemas de obra como un mal vibrado, colocado y transporte es por ello que debido a un aumento hoy en día de obras de este tipo permitirán a futuro que, por necesidad, el concreto autocompactante obtenga mayor difusión en el país.

#### **2.2.1.1.2. Ventajas del concreto autocompactante**

El concreto autocompactante tiene ventajas frente a un concreto normal, según Vargas & Sciaraffia (2005):



- Ahorro en costos por trabajos adicionales en elementos estructurales que fueron mal vibrados al emplear concretos normales.
- Reducción de problemas en elementos que tengan congestiones de acero, garantizando un llenado uniforme.
- Reducción del ruido en obra y del entorno especialmente si es una zona urbana por lo que se genera un ambiente más agradable.
- Mayor durabilidad por la falta de segregación y mayor cantidad de finos generando un concreto más compacto y de menor impermeabilidad.
- No se requiere del uso de vibradores para consolidarlo.
- Mayor velocidad de colocación por lo que se tiene personal libre para otras actividades.
- Mejores acabados superficiales.
- Reducción de problemas en el llenado de las partes bajas en pilares o muros.
- Reducción de costos por arriendo y mantenimiento de equipos de vibración.
- Capacidad de colocar concreto en lugares de difícil acceso obteniéndose una excelente calidad.

### **2.2.1.1.3. Materiales**

#### **2.2.1.1.3.1. Cemento**

Según Rivva (2010), “el cemento es un material aglutinante que presenta propiedades de adherencia y cohesión, que permiten unión de fragmentos de minerales entre sí; formando un todo compacto”. (p.19). Es un material que tiene la capacidad unir elementos en un solo compuesto dándole cohesión. Se produce cuando la caliza y arcilla sometidas a procesos de calcinación y molienda, se obtiene Clinker y que luego al añadirsele yeso se produce cemento.

El cemento según Molina & Saldaña (2014), “es un aglomerante hidráulico, esto quiere decir que reacciona con el agua. Al ser mezclado con agregado grueso (grava), agregado fino (arena) y agua, crea una mezcla llamada concreto. En cuanto a su composición química es una combinación de silicatos y aluminatos de calcio” (p.28). El cemento tiene varias aplicaciones: una de ellas es conformar parte del concreto, siendo el componente principal que le da mayor resistencia a la estructura, también sirve como pegante entre objetos de diferente material, así como también se utiliza como recubrimiento de estructuras.

#### **2.2.1.1.3.2. Agregado grueso**

Según la NTP 400.037 el agregado grueso se considera a las partículas que son retenidas en la malla N° 04 mediante el proceso de tamizado. Estos agregados deben ser de formas regulares como rodadas o cúbicas y no de forma irregular alargadas, porosas y ásperas; también es necesario que el agregado grueso no posea ángulos excesivos, porque eso demandaría más agua en la mezcla, así como afectaría la trabajabilidad de la misma. Se denomina al grupo de partículas que pueden provenir de procesos de trituración (artificial) o ser obtenidos de manera natural en canteras debidamente comprobadas en cuanto a su calidad y de acuerdo a las exigencias requeridas para el diseño del concreto.

#### **2.2.1.1.3.3. Agregado fino**

Según la NTP 400.037 el agregado fino es aquel grupo de partículas que pasa la malla 3/8” y que es retenida por la malla N°200. Al igual que los agregados gruesos estos pueden proceder de la trituración de las rocas o de manera natural por medio de erosión y fragmentación de macizos rocosos, y este tipo de agregados son desplazados a depósitos por medio del viento o agua, también estas partículas son

conformadas principalmente de sílice, además para ser usados en el concreto deben de ser de aspecto redondeado y de suave contextura.

#### **2.2.1.1.3.4. Agua**

Rivva (2010), el agua es un ingrediente muy esencial en la confección del concreto desde que éste, está en su modo fresco, hasta cuando está en su modo endurecido (p.47), pues en su modo fresco, el agua cumple el papel de dar lubricación a la mezcla entre agregado y cemento permitiéndole que el concreto fresco posea en función de su dosificación una relativa plasticidad.

Según la ACI 318S-11 un agua que no tenga olor y sabor acentuado puede ser empleado para el concreto además de ser un agua apta el consumo sin impurezas u objetos extraños, libre de sales, cloruros, álcalis, etc. o cualquier elemento que pueda disminuir las capacidades del concreto.

El agua al ser un factor importante dentro del concreto se desempeña de dos maneras según Quiroz & Salamanca (2006):

**El agua de amasado**, “cumple una doble funcione en el concreto, por un lado, participa en la reacción del cemento, y por otro confiere al concreto el grado de trabajabilidad necesaria para su correcta puesta en obra”. (p. 65).

**El agua para curado**, “es el más importante durante la etapa de fraguado y el endurecimiento. Tiene por objetivo evitar la desecación, mejorar la hidratación del cemento y evitar la retracción”. (p.65). cuando el concreto está en su estado endurecido el agua se encarga a través del curado, que el concreto logre obtener su resistencia proyectada.

#### **2.2.1.1.3.5. Aditivo**

Aragón & Solano (2006), dice: “Los aditivos son aquellos productos o sustancias que se incorporan al concreto en una proporción inferior al 5% del peso del cemento, para modificar alguna característica, propiedad o comportamiento en su estado fresco o endurecido”. (p.21). Su empleo está justificado pues con ellos se alcanzan propiedades mejoradas que no se podrían obtener de manera tradicional o si se obtuvieran serían por procesos poco económicos. Es necesario que las cantidades de aditivos sean correspondientes a las especificadas en el aditivo y si en caso se requiera usar cantidades más elevadas del rango de dosificación se deberá de hacer ensayos o pruebas en laboratorio previos.

Según Rivva (2010), el empleo de aditivos genera lo siguiente en el concreto:

- Reducción del costo de fabricación del concreto.
- Elevar las especificaciones del concreto.
- Garantizar con su empleo la calidad del concreto frente a condiciones de exposiciones severas o perjudiciales en el proceso de mezclado, transporte, colocación, curado, etc. (p.89).

Los aditivos según la ASTM C494 se clasifican de la siguiente manera:

TIPO A - Reductores de agua.

TIPO B – Retardantes de fraguado.

TIPO C – Acelerantes de fraguado.

TIPO D – Reductores de agua Retardantes.

TIPO E - Reductores de agua Acelerantes.

TIPO F – Reductores de agua de alto rango.

TIPO G – Reductores de agua de alto rango retardantes.

Los aditivos reductores de agua de alto rango también son llamados aditivos superplastificantes.

#### **2.2.1.1.3.5.1. Aditivos superplastificantes**

Según Rivva (2010), Son los aditivos químicos de última generación que tienen la disposición de reducir la cantidad de agua de mezcla debido a sus componentes, obteniéndose una disminución de la relación de agua/cemento lo que incrementaría la resistencia del concreto. (p.94).

Pérez (2015), afirma, estos aditivos tienen como componente principal los compuestos melamínicos o naftalínicos, generando en el concreto mayor fluidez llamándose autocompactante y a su vez una baja tendencia a que el concreto presente problemas relacionados a la segregación. (p.43).

Según Quiroz & Salamanca (2006), Este tipo de aditivo tiene la capacidad de convertir un concreto normal en uno de características muy fluidas que no requieran del proceso de vibrado, así mismo también permiten una reducción del contenido de agua en la mezcla en un 30%. (p.71). Por lo tanto, al lograr que el concreto tenga una relación de agua/cemento baja, se obtiene un aumento en la resistencia del concreto, un aumento de la trabajabilidad y una elevada fluidez, así como de su capacidad de colocado en estructuras de mucha densidad de refuerzo, pues se mejora la consolidación y el revenimiento del concreto.

Según Sika, en la mezcla de concreto se producen en escala microscópica una aglutinación o unión de las partículas que están suspendidas en el medio dispersante que es el agua, a través de la floculación, que es la atracción entre partículas, es por

eso que cuando se quiere aumentar la fluidez es necesario disminuir en las partículas la atracción de estas fuerzas usando superplastificante.

#### **2.2.1.3.5.1.1 Aditivo Sika Viscocrete 3330**

Según SIKA, el aditivo es un superplastificantes de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para climas fríos y que necesiten altas resistencias tempranas.

#### **Usos**

Es útil para concreto autocompactante, concretos de alta resistencias, concretos bajo agua, sistemas tremie, para concretos de pavimentos tipo fast track, concretos de pronta puesta en servicio, concretos con alta reducción de agua, y en concreto prefabricado.

#### **Ventajas**

Según SIKA, gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia)
- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
- Adecuado para la producción de concreto Autocompactante.
- Alta impermeabilidad.
- Menor relación agua/cemento.
- Aumenta la durabilidad del concreto.
- Reduce la exudación y segregación.
- Aumenta la cohesión del concreto.

- Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Reduce la carbonatación del concreto.

### **Dosis**

Según SIKA,

- Para concretos plásticos suaves: 0,4 % - 1 % del peso del cemento.
- Para concretos fluidos y autocompactante: 1 % - 2 % del peso del cemento.

#### **2.2.1.1.4. Propiedades del concreto**

Rivva (2010), El concreto debido a sus estados, se puede encontrar en estado fresco y en estado endurecido, y cada estado del concreto cuenta con propiedades las cuales son determinadas por ensayos que buscan caracterizar el concreto. Una de las propiedades a las que mayormente se hace más referencia es a la resistencia a la compresión, por ser una prueba de mayor facilidad y disponibilidad de evaluarse, pero existen otras propiedades que son también de importantes de estudiar con el fin de mejorar y adecuar la calidad del concreto a las exigencias de obra ya que requieren de varios procesos constructivos que son influenciados por problemas relacionados al concreto y que afectan a sus propiedades. (p.99)

En cuanto a las propiedades en estado endurecido se tiene: resistencia a la compresión, tracción y flexión (p.99). Para el presente proyecto se someterán a ensayos según Anejo 17 (2008), las propiedades de un concreto Autocompactante evaluadas en estado fresco las cuales son: Fluidez, Resistencia al bloqueo, Resistencia a la segregación y resistencia a la compresión evaluada en estado endurecido.

#### **2.2.1.1.4.1. Propiedades en estado fresco**

Zabaleta (1992), “En esta etapa el concreto acepta desplazamientos y deformaciones con pequeños aportes de energía externa, para lo cual debe vencer principalmente dos reacciones internas del concreto: una que es derivada del frotamiento de las partículas granulares entre sí, cuya medida se denomina fluidez y la otra consistencia que se refiere a la estabilidad del concreto” (p.23).

Carrasco (2013), El concreto en su condición fresca es una concentración de los agregados finos y gruesos (partículas sólidas) y de la pasta de cemento (liquido viscoso). El estado fresco es el tiempo que pasa desde que el cemento y los agregados entran en reacción exotérmica con el agua hasta el momento en que éste ha fraguado (p.01). Un buen desempeño del concreto en sus etapas iniciales conllevará a un buen funcionamiento de una estructura.

La mala calidad de las estructuras se debe a que en su momento el concreto en estado fresco no ha sido elaborado de manera adecuada por malas prácticas constructivas. Es por ello que las propiedades en estado fresco también influyen directamente sobre las propiedades del estado endurecido (p.01).

Unas de las dificultades que hay en obra tenemos: “Los espesores delgados, la alta densidad de armaduras, los encofrados no estancos, la falta de curado adecuado, hacen que el hormigón no sea suficientemente compacto, resistente y durable. La dosificación de una mezcla de hormigón en laboratorio debe contemplar que la misma se utilizará en una obra donde las condiciones de colocación son totalmente diferentes” (p.01).



#### 2.2.1.1.4.1.1 Propiedades del concreto autocompactante

Las propiedades en estado fresco de un concreto autocompactante según el Anejo 17 (2008), se evalúan a través de métodos de ensayo específicos que permiten caracterizar las prestaciones del concreto autocompactante, éstas son:

- Fluidez, por medio de los ensayos de Escurrimiento o extensión de flujo UNE 83361 y Ensayo de Embudo V UNE 83364.
- Resistencia al Bloqueo, ensayo de Anillo en J UNE 83362 y en el ensayo de Caja en L UNE 83363.
- Resistencia a la Segregación, que no tienen ensayos normalizados para evaluarlos pero que se puede apreciar a partir del comportamiento del concreto autocompactante con los ensayos anteriores. Para la presente tesis de investigación se complementará esta propiedad según Benito (2014), con el Índice de estabilidad visual ASTM 1611 M05.

*Tabla 1. Requisitos generales para la autocompactabilidad.*

Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Escurrimiento	T 50	$T 50 \leq 8\text{seg}$
	df	$550\text{mm} \leq df \leq 850\text{mm}$
Embudo en V	Tv	$4\text{seg} \leq Tv \leq 20\text{seg}$
Escurrimiento con anillo en J	C bL	$0,75 \leq CbL \leq 1,00$
Caja en L	djf	$\geq df - 50\text{mm}$

*Fuente: Anejo 17, Recomendaciones para la utilización del hormigón autocompactante, 2019*

#### 2.2.1.1.4.1.1.1. Fluidéz

Anejo 17 (2008), Es una capacidad que tiene el concreto de desplazarse libremente sin ayuda externa por los elementos estructurales dentro de su encofrado sin mostrar segregación de los agregados dentro del vaciado de la estructura Gerardo A. Rivera L (2000), “Un concreto con poca agua y mucho cemento será muy rígido, por lo tanto, no podrá admitir la adición del agregado sin llegar a ser enteramente inmanejable. Por otro lado, si el contenido de agua es muy alto y del cemento es bajo, la pasta del concreto no será tan fluida para su colocado” (p.82).

Anejo 17 (2008), La siguiente tabla muestra las clases de escurrimiento y las especificaciones que tiene un concreto autocompactante en función del escurrimiento. (Ver tabla 2)

*Tabla 2. Clases de escurrimiento.*

<b>Clase</b>	<b>Criterio, según UNE 83361</b>
AC-E1	$550\text{mm} \leq df \leq 650\text{mm}$
AC-E2	$650\text{mm} < df \leq 750\text{mm}$
AC-E3	$750\text{mm} < df \leq 850\text{mm}$

*Fuente: Anejo 17, Recomendaciones para la utilización del hormigón autocompactante, 2019*

La clase AC-E1 es la más adecuada para la mayor parte de los elementos que se construyen habitualmente, el Anejo 17 (2008), recomienda su uso en:

- Estructuras no muy fuertemente armadas.
- Estructuras en las que el llenado de los encofrados es sencillo, el concreto pasa por huecos amplios y los puntos de vertido no exige que el concreto autocompactante se desplace largas distancias en el interior del encofrado.

- Elementos estructurales en que la superficie no encofrada se separa ligeramente de la horizontal.

Además, para la clase AC-E3, recomienda en lo siguiente:

- Estructuras muy fuertemente armadas.
- Estructuras en los que el llenado de los encofrados es muy difícil, el concreto debe pasar por huecos muy pequeños y los puntos de vertido del mismo exigen que se desplace horizontalmente distancias muy largas en el interior del encofrado.
- Elementos horizontales en los que es muy importante conseguir la autonivelación del propio concreto.
- Elementos muy altos, de gran esbeltez y muy fuertemente armados.

Según el Anejo 17 (2008), por medio del embudo en V el concreto autocompactante se clasifica en V1 para concretos más viscosos, hasta los V3 con menor viscosidad más aptos para aplicaciones más exigentes.

*Tabla 3. Clases de viscosidad.*

<b>Clase</b>	<b>Criterio por el ensayo de escurrimiento, según UNE 83361</b>	<b>Criterio por el ensayo de embudo en V, según UNE 83364</b>
AC-V1	$2'5 \text{ seg} < T 50 \leq 8 \text{ seg}$	$10 \text{ seg} \leq T_v \leq 20 \text{ seg}$
AC-V2	$2\text{seg} < T50 < 8\text{seg}$	$6 \text{ seg} \leq T_v \leq 10 \text{ seg}$
AC-V3	$T50 \leq 2 \text{ seg}$	$4 \text{ seg} \leq T_v \leq 6 \text{ seg}$

*Fuente: Anejo 17, Recomendaciones para la utilización del hormigón autocompactante, 2019*

#### 2.2.1.1.4.1.1.2. Resistencia al Bloqueo

David Camposanto, David Silva (2016), “La resistencia al bloqueo consiste en la habilidad de pasar entre las barras de armadura sin obstrucción en su paso” (p.05). Es capaz de fluir y llenar completamente moldes, incluso en presencia de gran cantidad de cuantía de acero, esta propiedad es muy fundamental para que un hormigón sea autocompactante. Según el Anejo 17 (2008), esta propiedad es medida mediante los ensayos del escurrimiento con anillo J, según UNE 83362 y mediante ensayos de la caja en L, según UNE 83363.

*Tabla 4. Clases de resistencia al bloqueo.*

Clase	Exigencia de la característica.	Criterio por el ensayo de anillo J, según UNE 83362	Criterio por el ensayo de caja en L, según UNE 83363
AC-RB1	Exigible cuando el tamaño máximo del árido sea superior a 20 mm o el espesor de los huecos por los que pase el hormigón este comprendido entre 80 y 100mm.	$d_{jf} \geq d_f - 50\text{mm}$ , con un anillo de 12 barras.	$\geq 0,80$ , con 2 barras.
AC-RB2	Exigible cuando el tamaño máximo del árido sea igual o inferior a 20 mm o el espesor de los huecos por los que pase el hormigón este comprendido entre 60 y 80mm.	$d_{jf} \geq d_f - 50\text{mm}$ , con un anillo de 20 barras.	$\geq 0,80$ , con 3 barras.

*Fuente: Anejo 17, Recomendaciones para la utilización del hormigón autocompactante, 2019*

### **2.2.1.1.4.1.1.3. Resistencia a la Segregación**

Anejo 17 (2008), Es una propiedad que le permite obtener una distribución uniforme de los áridos en todo su volumen (p. 558).

Rivva (2010), La segregación es cuando el agregado grueso y fino tiende a separarse de la mezcla de concreto afectando a sus componentes y alterando la cohesión del mismo en el estado fresco, por lo tanto, con su comportamiento y estructuración deja de tener uniformidad, siendo definida como la separación mecánica del concreto (p.108). Las partículas que poseen una mayor densidad por gravedad se asientan en el fondo y las de menor densidad ascienden. Con ello la segregación generará una disminución de la durabilidad además de fisuras al interior o en la superficie de la estructura.

“las principales causas de la segregación que se presentan son: la diferencia de densidades entre sus componentes, el tamaño y forma de las partículas y la distribución granulométrica, también pueden influir otros factores como un mal mezclado, un inadecuado sistema de transporte, una colocación deficiente y un exceso de vibración en la compactación” (p.108). Las primeras se refieren a causas como los elementos del concreto mientras que las segundas se refieren a procesos de colocado y transporte en obra.

Quiroz & Salamanca (2006), En el concreto la segregación de los componentes se da de dos maneras:

- Separación entre agregados gruesos y finos: debido a que los gruesos se depositan en el fondo por acción de gravedad y los finos tienden a subir ocasionando las cangrejeras.

- Separación entre la pasta de cemento y los agregados: siendo originada porque la mezcla tiene un exceso de humedad.

### **Factores que influyen en la segregación**

Afirma Quiroz & Salamanca (2006), “La segregación de los diversos componentes del concreto es perjudicial y debe realizarse todos los esfuerzos posibles para minimizarla. Las diferencias en el concreto endurecido, como cangrejeras, capas débiles, porosidades y costras superficiales suelen estar relacionadas con la segregación” (p.112).

Si el tamaño máximo es mayor con respecto a las dimensiones del elemento a donde se vaciará el concreto y que los agregados sean muy ásperos y no de forma cúbica o esférica. El agua también tiende a subir cuando los agregados se depositan en el fondo por sedimentación, con esta agua que asciende, representa una pérdida de agua en la superficie de la mezcla denominándose exudación (p.113).

Quiroz & Salamanca (2006), “la dosificación es el único de los factores importantes que influye sobre la segregación. Después de mezclar, todas las operaciones relacionadas en el transporte y vaciado del concreto, brindan oportunidades adicionales para la pérdida de la uniformidad. También el llenado de tolvas o carretillas y su descarga en el encofrado dan lugar a más oportunidades de segregación” (p.113).

### **Ensayo del índice visual de estabilidad**

Según la ASTM (1611) M05. Es un método para determinar el comportamiento de segregación que presenta una mezcla de concreto. Este ensayo puede realizarse después de haber hecho el ensayo de flujo de asentamiento.

Sus resultados se pueden clasificar por un índice de segregación y exudación producido después del flujo del concreto.

En el concreto Autocompactante según Benito (2014), debe de presentar una buena distribución de los áridos además de no presentar síntomas de exudación y/o segregación comprobándose de manera cualitativa visualmente (p.207)

### **Evaluación**

ASTM (1611) M05, para su evaluación de la segregación por Índice Visual de Estabilidad se ha establecido rangos que son los siguientes:

Un índice menor o igual a cero indica que no hay segregación ni lechada bordeando el hormigón en el resultado final del ensayo por extensión de flujo.

Según la ASTM 1611 (M05), los criterios para evaluar el índice de estabilidad visual son:

- Muy estable = (0), que significa que no hay evidencia de segregación o sangrado.
- Estable = (1), No hay evidencia de segregación y sangrado leve como brillo en la masa de concreto.
- Inestable = (2), Un ligero halo de mortero < 0.5 pulg. (< 10mm) y/o una pila de agregados en la masa de hormigón.

- Muy Inestable = (3), Claramente inestable de un gran halo de mortero  $> 0.5$  pulg. ( $> 10\text{mm}$ ) y/o una gran pila de agregados en el centro de la masa de hormigón.

#### **2.2.2.1.1.4.2. Propiedades en estado endurecido**

Molina & Saldaña (2014), Esta comprende cuando el concreto ya fraguado comienza su proceso de endurecimiento verdadero alcanzando una adquisición paulatina de solidez y que es capaz de resistir esfuerzos mecánicos. (p 52). El concreto por ser una de sus características el de tener durabilidad y resistencia es lo que le permitió establecerse como un material universal en el uso intensivo de estructuras.

Zabaleta (1992), “En esta etapa, las propiedades del concreto evolucionan con el tiempo, dependiendo de las características y proporciones de los materiales componentes y de las condiciones ambientales a que está expuesto durante su vida útil” (p.29). Es por eso que un concreto debe de tomarse en cuenta la cantidad de materiales a través de un apropiado diseño de mezcla que permita un concreto resistente.

A su vez para poder definir las propiedades del concreto en su endurecimiento se recurre a procedimientos presentes en los ensayos, los cuales consisten en la elaboración de probetas (p.29), realizadas al mismo tiempo cuando se vacía el concreto en la estructura. Esos resultados deben de ser tomados como referencia y como un aproximado pues puede darse el caso que los datos conseguidos no representen las resistencias que alcanzarán en un concreto en obra, pues los condicionantes en obra son diferentes a los de un laboratorio.



#### **2.2.2.1.1.4.2.1. Resistencia a la compresión**

Pérez (2015), afirma: “la resistencia a la compresión es la propiedad más apreciada por los diseñadores y por los ingenieros de control de calidad. Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento la compresión en comparación con la tracción” (p.64).

La resistencia a compresión es el mayor esfuerzo que llega a soportar el concreto sin sufrir alteración como agrietarse o romperse. Según Flores (2015), “se determina a través de ensayos en probetas de forma cilíndrica de 15 cm. de diámetro y de altura 30cm”. (p.37). La resistencia del concreto con el pasar del tiempo presenta un incremento en su resistencia y además ésta depende de la humedad que se tiene durante el proceso de fraguado.

#### **A. Factores que influyen en la resistencia a compresión**

##### **La relación de agua/cemento**

Según Rivva (2010), “La relación agua/cemento (a/c) en una mezcla de mortero o concreto se describe como la cantidad de agua en masa, sin incluir el agua absorbida por los agregados” (p.120) Esta es uno de los parámetros de más evaluación en la construcción porque ella influye grandemente en la resistencia del concreto.

“La resistencia del concreto está estrechamente relacionada con la relación a/c, de tal manera, que entre mayor sea el contenido de agua de mezclado, mayor será la cantidad que no se cambia con el cemento, y por consiguiente, al disiparse la parte de agua evaporable la pasta será más porosa y la resistencia del concreto disminuirá” (p.120). Si una mezcla posee una relación de agua/cemento alto, esto afectará en darle al concreto una menor resistencia,

es por ello que la relación de agua/cemento, es inversamente proporcional a su resistencia.

### **El cemento**

García, Jacobo, & Mendoza (2014), El cemento posee características de cohesión y de adhesión, obteniendo una capacidad de juntar los agregados para obtener el concreto.

Esto depende de la composición química, el fraguado, el calor y su grado de hidratación. (p.17). También para diferentes necesidades en obra se tiene los tipos de cemento que desempeñaran un diferente comportamiento en la mezcla.

Según Rivva (2010), “El contenido de cemento utilizado tiene una gran influencia en la resistencia que finalmente conseguirá el concreto, debido a que el cemento es el material químicamente activo en la mezcla” (p.122). Es por eso que el cemento es el material principal que le debe la resistencia al concreto lo que le hace un elemento fundamental dentro de este.

Aragón & Solano (2006), “Los cementos son conglomerantes hidráulicos, esto es, productos que mezclados con agua forman pastas que fraguan y endurecen” (p.10). Esta tiene la función de darle la capacidad de unir a los agregados en un solo material por medio de reacciones exotérmicas con el agua además de que el concreto, conforme su proporción de cemento sea más alta, su resistencia también aumenta.

### **Curado del concreto.**

Según Carrasco (2013), El curado se refiere al tratamiento de hidratación del concreto y consiste en mantener la humedad y la temperatura, dentro y fuera del concreto. La

hidratación del cemento se logra si los capilares del concreto están llenos de agua por lo que es necesario mantenerlos saturados de agua con el fin de evitar que se pierda agua por evaporación. (p.19). Es necesario saber que el concreto en días cálidos por haber mayor temperatura ambiental se debe hacer el curado durante más tiempo en comparación con climas fríos.

García, Jacobo, & Mendoza (2014), “El objeto del curado es mantener tan saturado como sea posible el concreto para permitir la total hidratación del cemento; pues si está no se completa la resistencia final del concreto se disminuirá” (p.21). Por ello es necesario que el curado sea realizado de manera eficiente pues con ello se logra en el proceso, que el concreto alcance su resistencia requerida, además que a través de la NTP 339.033 se establece como debe de realizarse el curado en probetas cilíndricas para ensayos.

## **B. Ensayo de resistencia a la compresión**

### **Evaluación**

Según la NTP 339.034 “Se evalúa aplicando una carga axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es la calculada por división de la carga máxima durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta” (p.03).

Este ensayo consiste según Alvarez (2007), “Es la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), se determina a la edad de 28 días y para determinarla

se realizan pruebas sobre probetas cilíndricas que miden 15 cm de diámetro y 30 cm de altura’’ (p.73).

#### **2.2.2.1.1.2. Elementos verticales**

Medina (2012), Afirma “Son aquellas estructuras que soportan los mayores esfuerzos y están colocados en posición vertical’’ (p.02) estas estructuras están dispuestas de manera perpendicular con respecto al terreno, por ejemplo: pilares y muros, que conforma parte de una edificación cuya función es de acoger las cargas provenientes de los elementos horizontales que son losas o plateas y vigas; y distribuirlos a las cimentaciones. En el presente proyecto de investigación para el desarrollo se procederá a elaborar muros de mediana altura los cuales serán hechos de concreto en función de diferentes dosificaciones de aditivo.

Según Toscano (2015), Se clasifican en:

##### **2.2.2.1.1.2.1. Pilares o columnas**

“Se refiere a elementos verticales que transmiten las cargas verticales a la cimentación’’ (p.15) además son componentes estructurales rígidos que soportan esfuerzos axiales provenientes de cargas ubicadas en la parte superior a éstas. Presente en los pisos, además éstos se caracterizan por tener esbeltez y de poseer en su sección transversal forma circular o cuadrilátera. Las columnas pueden ser hechas de piedra, acero o de concreto.

##### **2.2.1.1.2.2. Muros**

“Son elementos verticales que resisten cargas verticales y laterales que se presentan en su plano’’ (p.16) estos también se caracterizan por ser elementos muy largos con relación a su ancho que pueden soportar cargas paralelas o verticales con respecto a la superficie de su plano cuyas dimensiones son

diseñadas dependiendo de la magnitud de esas cargas, así como también pueden ser estructuras que no las soportan por ser solo para divisiones. Los muros pueden ser de ladrillo, piedra, adobe, o de concreto reforzado llamados también placas.

### **2.3. Definición de términos básicos**

**Aditivo.-** Es un ingrediente añadido al concreto antes o después de realizarse el mezclado con la finalidad de mejorar sus capacidades, para que cumplan de acuerdo a las exigencias requeridas por obra. Su empleo está justificado pues con ellos se alcanzan propiedades mejoradas que no se podrían obtener de manera tradicional o si se obtuvieran serían por procesos poco económicos.

**Concreto.-** Es un compuesto de agregados grueso y fino, cemento, agua y en algunos casos aditivos. Cuyos elementos son dosificados mediante diseños de mezcla adquiriendo luego de su mezcla una consistencia plástica con capacidad de moldearse, adoptando cualquier forma y que luego al endurecerse y fraguarse adquiere una forma sólida capaz de resistir deformaciones por agentes externos.

**Concreto autocompactante.-** Es un tipo de concreto que no requiere del uso de fuerzas externas como el vibrado sino que bajo la acción de su propio peso tiene la capacidad de consolidarse y autocompactarse, fluyendo a través de estructuras que presentan una gran densidad de acero sin que exista segregación de sus componentes, por consiguiente al endurecerse se adquiere una uniformidad en toda la estructura.

**Elementos.-** Son las componentes de las estructuras que conforman parte de sistemas de edificación que se caracterizan soportar cargas y distribuir las a su vez tienen la consistencia de ser rígidas.

**Elementos verticales.-** Se denomina aquellas estructuras dispuestas de manera perpendicular con respecto al terreno por ejemplo: pilares y muros, que conforma parte de una edificación cuya función es de acoger las cargas provenientes de losas y vigas; y distribuirlos a las cimentaciones. En el presente proyecto de investigación consisten en muros de mediana altura que serán elaborados los cuales serán hechos de concreto en función de diferentes dosificaciones de aditivo.

**Influye. -** se refiere a la determinación de la cuantificación de parámetros en el grado de afectación que tiene el aditivo Sika Viscocrete 3330 en las propiedades del concreto.

**Propiedades.-** son el conjunto de cualidades o atributos que posee el concreto. El concreto debido a sus estados, se puede encontrar en estado fresco y en estado endurecido, y cada estado del concreto, cuenta con propiedades. Las cuales son determinadas por ensayos que buscan caracterizarlo.

**Sika Viscocrete 3330.-** Según SIKA “Sika Viscocrete 3330 es un aditivo Superplastificante de tercera generación para concretos y mortero, ideal para climas fríos y para altas resistencias a tempranas edades”.

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

La adición del aditivo Sika Viscocrete - 3330 influenciará en el ensayo de resistencia a la compresión y las propiedades de un concreto autocompactante para elementos verticales en la ciudad de Trujillo 2019.

*Tabla 5. Hipótesis general.*

Hipótesis General	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	VARIABLES	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La adición del aditivo Sika Viscocrete - 3330 influenciará en el ensayo de resistencia a la compresión y en las propiedades de un concreto autocompactante para elementos verticales en la ciudad de Trujillo 2019.	Aditivo Sika Viscocrete 3330	Concreto.	Mejora	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte-sede Trujillo.	Año 2019
	Propiedades de un concreto autocompactante				

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

## 2.4.2. Hipótesis específicas

Tabla 6. Hipótesis específica 01.

Hipótesis específica 01	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	VARIABLES	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La adición de 0.9% de aditivo Sika Viscocrete - 3330 influenciará en el ensayo de resistencia a la compresión y en las propiedades de un concreto autocompactante para elementos verticales en la ciudad de Trujillo 2019.	Aditivo Sika Viscocrete 3330	Concreto.	Mejora	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte-sede Trujillo.	Año 2019
	Propiedades de un concreto autocompactante				

Fuente: Elaboración propia, 2019



Tabla 7. Hipótesis específica 02.

Hipótesis específica 01	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	VARIABLES	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La adición de 1.1 % de aditivo Sika Viscocrete - 3330 influenciará en el ensayo de resistencia a la compresión y en las propiedades de un concreto autocompactante para elementos verticales en la ciudad de Trujillo 2019.	Aditivo Sika Viscocrete 3330	Concreto.	Mejora	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte-sede Trujillo.	Año 2019
	Ensayo de resistencia a la compresión				
	Propiedades de un concreto autocompactante				

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 8. Hipótesis específica 03.

Hipótesis específica 01	Componentes metodológicos		Componentes referenciales	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio El tiempo
La adición de 1.3 % de aditivo Sika Viscocrete - 3330 influenciará en el ensayo de resistencia a la compresión y las propiedades de un concreto autocompactante para elementos verticales en la ciudad de Trujillo 2019.	Aditivo Sika Viscocrete 3330			
	Ensayo de resistencia a la compresión	Concreto.	Mejora	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte-sede Trujillo. Año 2019
	Propiedades de un concreto autocompactante			

Fuente: Elaboración propia, 2019

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Operacionalización de variables

Tabla 9. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
Propiedades de un concreto autocompactante	Son propiedades que miden las características de autocompactabilidad y que son evaluadas en estado fresco.	Para evaluar el concreto se elaboró 60 especímenes y 60 probetas de concreto conformada por muestras patrón y con aditivo.	Fluidez	Escurrimiento	Df T50
				Embudo en V	Tv
			Resistencia al bloqueo	Anillo en J	Djf hj
				Caja en L	T20 T40 CbL
Ensayo de resistencia a la compresión	Es la carga máxima que puede soportar una probeta por área.		Resistencia a la compresión	Índice de estabilidad visual F'C	ISV F/A

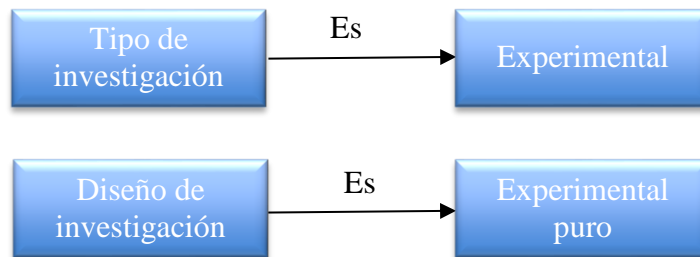
Fuente: Elaboración propia, 2019

### 3.2. Diseño de investigación

La presente investigación es de tipo experimental, porque por medio de la manipulación de la variable independiente, el aditivo Sika Viscocrete 3330, se determinará la influencia que genera sobre las variables dependientes: Resistencia a la compresión y las propiedades del concreto autocompactante de manera intencional y así establecer una relación de causalidad y consecuencias entre estas dos variables, en cuanto el diseño de la investigación es experimental puro, ya que se puede controlar y limitar las variaciones de aditivo para el comportamiento del concreto autocompactante, puesto que existe control y repeticiones en la elaboración de especímenes de concreto en la incorporación de distintas cantidades de aditivo y tiene una validez interna ya que se sabe qué está ocurriendo realmente en relación entre las dos variables logrando mejorar el

comportamiento de las propiedades del concreto autocompactante empleándose para elementos verticales. Esta investigación es aplicativa ya que se recurrirá a laboratorio para realizar los ensayos correspondientes.

*Figura 1. Diseño de investigación*



*Fuente: Elaboración propia, 2019*

### 3.3. Unidad de Estudio


La unidad de estudio es cada uno de los especímenes de concreto autocompactante ensayados según las propiedades de un concreto autocompactante: de fluidez, resistencia al bloqueo y resistencia a la segregación evaluado en estado fresco y la resistencia a la compresión ensayado en estado endurecido incorporando aditivo superplastificante.

*Tabla 10: Ensayo a la compresión.*

Probeta cilíndrica	
	Dimensiones:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diámetro: 10.16cm</li> <li>• Altura: 20.32cm</li> </ul>
	Composición:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregado grueso y fino</li> <li>• Cemento TIPO I</li> <li>• Agua</li> <li>• SIKA VISCOCRETE 3330</li> </ul>

*Fuente: PyS Equipos EIRL, 2019*

Tabla 11. Ensayo del anillo en J.

Muestra del Anillo en J	
	<p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diámetro Externo:30.00 cm</li> <li>• Diámetro de las varillas:2.8 cm</li> <li>• Altura: 12.00 cm</li> </ul> <p>Composición:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregado grueso y fino</li> <li>• Cemento TIPO I</li> <li>• Agua</li> <li>• SIKA VISCOCRETE 3330</li> </ul>

Fuente: Testmak, 2019

Tabla 12: Ensayo de la caja en L.

Muestra de la Caja en L	
	<p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Largo: 80.00 cm</li> <li>• Ancho:20.00 cm</li> <li>• Altura:60.00 cm</li> <li>• Diámetro de varillas:3.5 cm</li> </ul> <p>Composición:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregado grueso y fino</li> <li>• Cemento TIPO I</li> <li>• Agua</li> <li>• SIKA VISCOCRETE 3330</li> </ul>

Fuente: Testmak, 2019

*Tabla 13: Ensayo del embudo en V.*

Muestra del embudo en V	
	<p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Largo Súper.: 49.00 cm</li> <li>• Largo Inf.: 6.5 cm</li> <li>• Ancho: 7.5 cm</li> <li>• Altura: 57.5 cm</li> </ul> <p>Composición:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregado grueso y fino</li> <li>• Cemento TIPO I</li> <li>• Agua</li> <li>• SIKA VISCOCRETE 3330</li> </ul>

*Fuente: Testmak, 2019*

*Tabla 14: Ensayo de escurrimiento.*

Muestra del ensayo de escurrimiento	
	<p>Dimensiones Cono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diámetro Súper.: 10.00 cm</li> <li>• Diámetro Inf.: 20.00 cm</li> <li>• Altura: 30.00 cm</li> </ul> <p>Dimensiones Plancha:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Largo: 100 cm</li> <li>• Ancho: 100 cm</li> </ul> <p>Composición:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregado grueso y fino</li> <li>• Cemento TIPO I</li> <li>• Agua</li> <li>• SIKA VISCOCRETE 3330</li> </ul>

*Fuente: Testmak, 2019*

### 3.4. Población

Consta de todas las probetas y especímenes de concreto, empleándose un total de 120 compuestas de la siguiente manera: para el concreto en estado fresco; **la fluidez**, se empleó 12 especímenes de entre ellas 03 como muestras patrón, y 03 especímenes para cada dosificación de 0.9%, 1.1%, 1.3% y para la **resistencia a la segregación** se elaboró 12 especímenes de los cuales 03 especímenes como muestras patrón y otras 03 para cada dosificación de 0.9%, 1.1%, 1.3%, además de para la **resistencia al bloqueo** se hicieron 12 cada uno y para la **resistencia a la compresión** se elaboraron 60 probetas de las que serán ensayadas a 7, 14 y 28 días.

### 3.5. Muestra

La presente investigación es de tipo probabilístico, pues la cantidad de especímenes no es grande como para que dificulte el análisis de cada muestra, por eso debido a esa accesibilidad y facilidad se procederá a tomar la misma cantidad de la población de 120 especímenes, para la cantidad total de muestra.

El muestreo para las probetas de concreto se hizo de manera probabilística empleando como referencia el Manual de estadística de la Universidad Privada del Norte (2016).

*Ecuación 1. Tamaño de muestra.*

$$n_0 = \frac{Z^2 S^2}{E^2}$$

Donde:

$n_0$  = tamaño de la muestra.

$Z$  = valor de distribución normal estandarizada, para el nivel de confianza fijado por el investigador (ver Tabla 15).

S = desviación estándar de la variable fundamental de estudio o de interés para el investigador.

E = error del muestreo en porcentaje (%) fijado por el investigador.

Tabla 15: Valores de la distribución normal estandarizada

Valores de la distribución normal estandarizada			
Error (Tipo I): Puede ser unilateral o bilateral			
Nivel de confianza (1- $\alpha$ )	Error ( $\alpha$ )	Valor Z	
		Bilateral	Unilateral
90%	0.10	1.64	1.28
95%	0.05	1.96	1.64
99%	0.01	2.57	2.32
Error (Tipo II): Siempre es Unilateral			
Poder (1- $\beta$ )	Error ( $\beta$ )	Valor Z	
0.80	0.20	0.842	
0.90	0.10	1.282	
0.95	0.05	1.645	
0.99	0.01	2.326	

Fuente: UPN, 2016

Obteniendo los siguientes valores para probetas sometidas a ensayos de resistencia a la compresión:

Z= El nivel de confianza para el presente proyecto de investigación es de 95% (Z=1.96).

S= La desviación estándar asignada para esta investigación tomada en base a estudios realizados anteriormente la cual es de (0.045).

E= El error del muestreo es de 5% (E=0.05%).

Con los datos previamente obtenidos se remplaza en la fórmula y se obtiene el tamaño de muestra:

$$n_0 = \frac{(1.96)^2(0.045)^2}{(0.05)^2}$$

$$n_0 = 3$$



Hay que resaltar que se aumentó a 2 muestras adicionales por fines estadísticos y de mayor confiabilidad, de este modo tenemos a  $n_0 = 5$  réplicas en la propiedad mecánica de la resistencia a la compresión evaluados en el estado endurecido de un concreto para cada tiempo de curado y adición, con el fin de un estudio más confiable. Sin embargo, se realizó un muestreo de 3 réplicas para los ensayos de las propiedades de un concreto autocompactante evaluados en estado fresco por motivos que no se encuentran parámetros estadísticos de desviación estándar, confiabilidad, y error en las normas UNE para muestras de un concreto autocompactante, por lo que se optó como cantidad de muestras el valor mínimo de  $n_0 = 3$  teniendo como referencia el valor mínimo de muestras calculado previamente para obtener un promedio de confiabilidad en los ensayos a realizar. Las características que presenta cada espécimen es que será elaborado de manera similar por lo que sus cualidades serán casi las mismas dentro de cada diseño.

Tabla 16. Cantidad de muestras por ensayos.

<b>Propiedades de un concreto autocompactante</b>							<b>N° muestras</b>	<b>Población</b>
<b>Ensayos en estado fresco</b>	<b>E. T50</b>	<b>Embudo V</b>	<b>Anillo J</b>	<b>Caja L</b>	<b>IEV</b>			
Patrón	0	3	3	3	3	60	120	
	0.90%	3	3	3	3			
Aditivo	1.10%	3	3	3	3			
	1.30%	3	3	3	3			
<b>Ensayo en estado endurecido</b>	<b>Resistencia a la compresión</b>							
	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>					
Patrón	0	5	5	5	60			
	0.90%	5	5	5				
Aditivo	1.10%	5	5	5				
	1.30%	5	5	5				

Fuente: Elaboración propia, 2019

### **3.6. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnica:**

La principal técnica empleada durante la ejecución del proyecto es la observación debido a que el comportamiento del aditivo en la mezcla requiere de mucha atención puesto que reacciona de inmediato en la preparación de la mezcla; además se consideró el cumplimiento de las normativas ASTM, NTP y UNE seleccionadas dependiendo del ensayo a realizar.

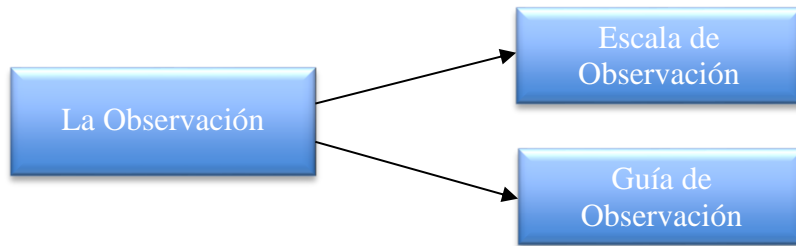
#### **Observación**

Se empleará la observación en esta presente tesis porque se busca ver de manera detallada lo que está pasando en un determinado espacio y tiempo, caracterizar los datos, anotarlos y comparar entre varias muestras elaboradas, para posteriormente analizarlas y desarrollar la investigación. Esta técnica su fin es recoger información inmediata sobre el tema de estudio por medio de los sentidos (visibilidad), siendo el caso el concreto autocompactante.

#### **3.6.2. Instrumento:**

El principal instrumento empleado para la recolección de datos fue la escala de observación y las guías de observación (ver anexo V y anexo VI); las cuales para poder dar conformidad de su validez fueron visadas por el Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz con el código del colegio de ingeniero del Perú (CIP: 166228); asesor de tesis y del personal de apoyo de las distintas áreas necesarias para la ejecución del proyecto de investigación. De este modo permitió recolectar información necesaria y clave al momento de realizar los ensayos respectivos.

*Figura 2. Recolección de datos*



*Fuente: Elaboración propia, 2019*

### **Guía de observación**

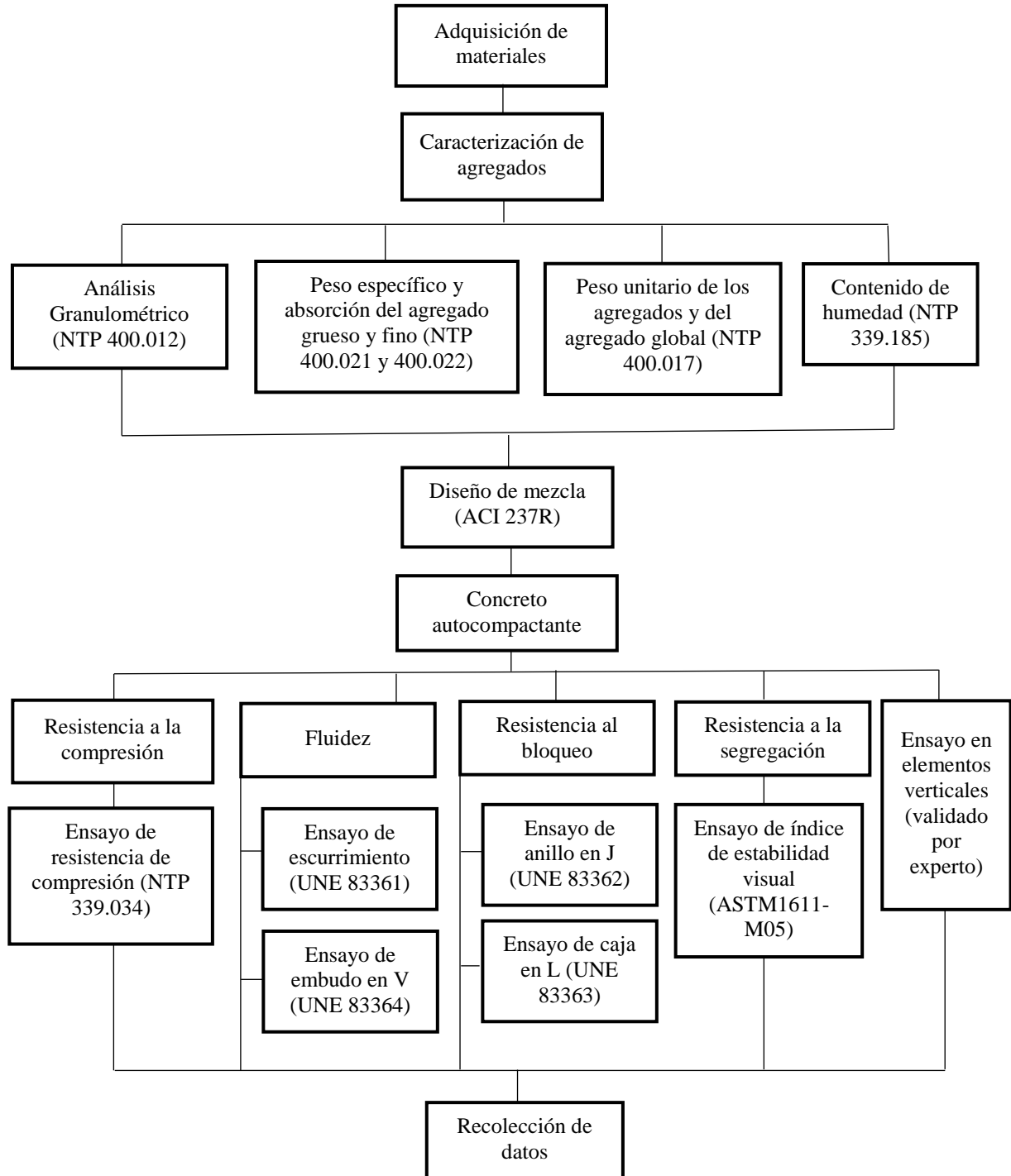
Es el instrumento y medio por el cual se registran los datos de la investigación, será mediante el empleo de guías de observación con el fin de recolectar la información obtenida por la observación y anotarlos de manera clara y ordenada según indicadores y criterio a considerar (ver anexos V).

### **Escala de observación**

Es el registro sistemático de una serie de rasgos o características de los sujetos observados, que permite al observador asignar un valor a una determinada categoría conductual (unidad de observación), indicando el grado de intensidad o frecuencia con que se manifiesta, mediante una calificación cualitativa y/o cuantitativa (ver anexos VI)

### 3.6.3. Procedimiento de Recolección de datos

Figura 3. Esquema de procesos de recolección de datos.



Fuente: Elaboración propia, 2019

En la presente tesis se empleó el cemento tipo I, que cumple con la Norma Técnica Peruana (NTP 334.009) por ser un tipo de cemento empleado en el país para usos generales en construcción, sin adiciones, compuesto solamente de clinker y yeso, que no requiera de propiedades específicas especiales, puesto que se emplea para obras comunes tales como: puentes, edificios, elementos de concreto, placas, pisos, pavimentos, etc.

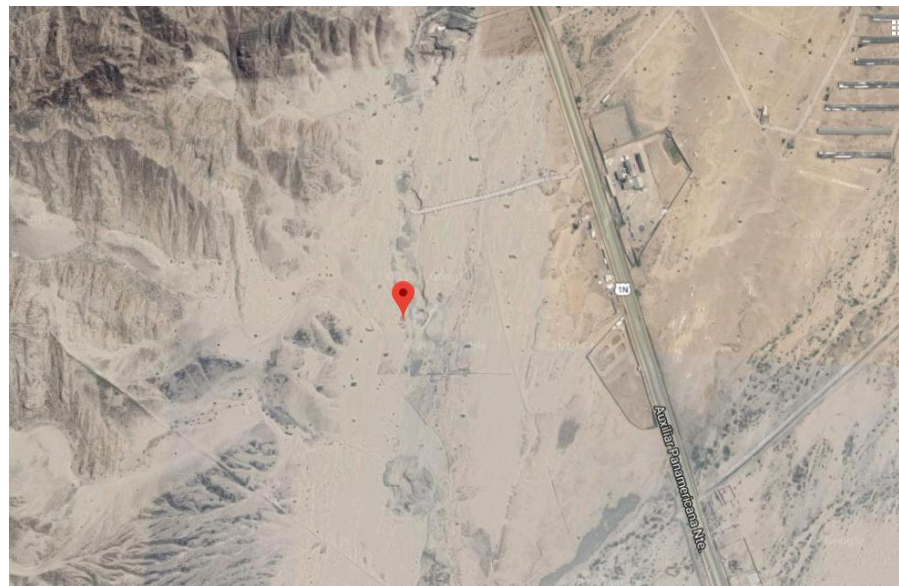
Actualmente en el país existen solo normas para concreto autocompactante como la NTP 339.219 de fluidez y la NTP 339.220 del anillo en J que han sido recientemente aprobadas, las cuales tienen su equivalencia en las normas españolas como las UNE 83361 y la UNE 83362, no existiendo normas peruanas para la Caja en L ni Embudo en V a pesar de ello estas normas peruanas se deben de complementar con las otras normas UNE como la UNE 83364 de embudo en V y la UNE 83363 de caja en L, pues para tener un concreto autocompactante que garantice y que cumpla con todos los requisitos de autocompactabilidad es necesario evaluarlas con más criterios para producirse un concreto autocompactante de mayor calidad además que a nivel bibliográfico nacional e internacional existen muchas investigaciones que se apoyan en las normas UNE.

### 3.6.3.1. Procedencia y caracterización de los agregados

#### 3.6.3.1.1. Procedencia

Los agregados empleados, con el fin que la investigación tenga mayor alcance; son de procedencia de la cantera Yauri, ubicada en el sector El Milagro, por ser una cantera que provee en masa a la ciudad y a la municipalidad de Trujillo en diferentes obras. El agregado grueso (piedra ½”) y agregado fino (arena gruesa), para su movilización fueron llenados en baldes y posteriormente trasladados en movilidad particular al laboratorio de la Universidad Privada del Norte para ser posteriormente ensayados.

*Figura 4. Ubicación de la cantera Yauri.*



*Fuente: Google Maps, 2019*

#### 3.6.3.1.2. Caracterización de los agregados

##### 3.6.3.1.2.1. Calidad de los agregados

Los agregados fino y grueso fueron caracterizados cumpliéndose según los criterios de las Normas Técnicas Peruanas (NTP) en el Laboratorio de la Universidad Privada del Norte en la Urb. San Isidro en la Provincia de Trujillo.

### 3.6.3.1.2.2. Análisis granulométrico de los agregados (NTP 400.012)

#### Materiales

- Balanza electrónica
- Cepillos y brochas
- Tamices de bronce

#### Muestras

- Agregado fino según norma NTP 400.012, el mínimo es de 500g. pero con el fin de obtener un resultado más óptimo se empleó una cantidad mayor a la del mínimo especificado 1500 g.
- Agregado grueso según norma NTP 400.012, el mínimo es de 2kg. pero con el fin de obtener un resultado más óptimo se empleó una cantidad mayor a la del mínimo especificado 3kg. (ver tabla 17)

*Tabla 17. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso.*

Tamaño máximo nominal		Cantidad mínima de
abertura cuadrada		muestra de ensayo
Mm	(in)	Kg
9.500	(3/8)	1
12.500	(1/2)	2
19.000	(3/4)	5
25.000	(1)	10
37.500	(1 ½)	15
50.000	(2)	20
63.000	(2 ½)	35
75.000	(3)	60
90.000	(3 ½)	100
100.000	(4)	150
125.000	(5)	300

*Fuente: NTP 400.012 Análisis granulométrico de los agregados, 2019*

## Procedimiento

- Se colocó los tamices según el tipo de agregado para el agregado grueso (1 ½'', 1'', ¾'', ½'', 3/8'', N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N°100) y para el agregado fino (3/8'', N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N°100, N°200 y Fondo).
- Se vertió la muestra en los tamices y se zarandeó tapando la parte superior.
- De manera manual se hizo movimientos circulares de manera que la muestra esté en movimiento durante 5 min.
- Luego se procedió a sacar la muestra de cada tamiz para ser pesado cada retenido y se elaboró la curva granulométrica.
- Se procedió a llenar los datos en una tabla.
- Se procedió a sacar los porcentajes retenidos en cada malla.
- Finalmente se dibujó la gráfica semilogarítmica.

### 3.6.3.1.2.3. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)

#### Materiales

- Balanza electrónica
- Cesta con malla de alambre
- Depósito de agua
- Tamiz N°4
- Horno



## Muestras

- Agregado grueso, para la cantidad de agregado se vio en la NTP 400.021 y se tomó una cantidad superior al mínimo de muestra para un mejor resultado. (ver tabla 18)

*Tabla 18. Cantidad mínima de agregado grueso.*

Tamaño máximo nominal de agregado mm (in)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso norma (kg)
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
5.0 (1)	4.0
37.5 (1.1/2)	6.0
50.0 (2)	8.0
63.0 (2.1/2)	10.0
75.0 (3)	13.0
90.0 (3.1/2)	16.0
100.0 (4)	25.0
150 (6)	50.0

*Fuente: NTP 400.021 específico y absorción del agregado grueso, 2019*

## Procedimientos

- Se lavó la muestra del agregado grueso.
- Posteriormente se llevó la muestra al horno a una temperatura de 110°C +/- 5°C y se dejó por unas 24 horas.
- Luego de las 24 horas se puso la muestra a secar de 1 a 3 horas.
- Después se volvió a sumergir la muestra por otras 24 horas y luego se vació el agua para eliminarla.
- Se procedió a secar la muestra con un paño absorbente para hallar el peso saturado superficial para ser pesada la muestra en la balanza.

- Se colocó la muestra en la cesta de alambre y se halló el peso saturado en agua.
- Se Llevó la muestra al horno por otras 24 horas y se sacó la muestra dejándola enfriar de 1 a 3 horas y se pesó la muestra para hallar el peso seco final.

### **Ecuaciones**

*Ecuación 2. Peso específico de la masa (Pem)*

$$Pem = \frac{A}{(B - C)} * 100$$

*Ecuación 3. Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pesss)*

$$PeSSS = \frac{B}{(B - C)} * 100$$

*Ecuación 4. Peso específico aparente (pea)*

$$Pea = \frac{A}{(A - C)} * 100$$

*Ecuación 5. Absorción (Ab)*

$$Ab (\%) = \frac{B - A}{A} * 100$$

Donde:

A= Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr).

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca (SSS) en el aire (gr).

C= Peso en el agua de la muestra saturada.

#### **3.6.3.1.2.4. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (NTP400.022)**

##### **Materiales**

- Picnómetro
- Molde metálico cono truncado
- Pisón metálico
- Cuchara metálica
- Balanza electrónica
- Horno

##### **Muestra**

- Agregado fino, debido a la pérdida de material en el ensayo se empleó 1500 g,

##### **Procedimiento**

- Se tomó una muestra de aproximadamente 1.5 kg
- Posteriormente se secó la muestra de prueba en un horno, para enfriarla al ambiente.
- Se cubrió con agua la muestra por un tiempo de 24 horas.
- Luego se decantó los excesos de agua sin que se dio pérdida de finos.
- Se esparció la muestra sobre una superficie plana y no absorbente para ser calentada en la cocina, se mezcló el material hasta que tenga homogeneidad en el secado hasta que el agregado alcanzó una condición superficialmente seca.

- Se procedió a realizar la prueba superficial húmeda del agregado a través del llenado de éste en el molde de un cono truncado con el diámetro mayor hacia abajo.
- Se apisonó la muestra dentro del molde unas 25 veces.
- Luego se retiró el molde verticalmente hasta que la muestra se disgregue levemente la parte superior y con eso se obtuvo la condición saturada superficialmente seca.

### **Procedimiento gravimétrico**

- Se llenó el picnómetro parcialmente con agua y se introdujo unos 500 gramos de muestra en condición saturada superficialmente seca en el picnómetro, y se llenó con agua hasta la marca del picnómetro.
- Luego manualmente se giró el picnómetro con la muestra dentro, sobre su base por los bordes y se agitó para eliminar las burbujas de aire.
- Se determinó la masa total del picnómetro, conteniendo el agua y la muestra.
- Se removió la muestra dentro del picnómetro para luego secarse en el horno a 110°C, Se sacó la muestra y se dejó enfriar al ambiente entre 30min a 1 hora.
- Luego se pesó la muestra seca, se determinó la masa del picnómetro lleno hasta la capacidad de calibración con agua a 23°C.

### **Ecuaciones**

*Ecuación 6. Densidad (secado al horno)*

$$PeM = 997.5 \times \left( \frac{A}{B + S - C} \right)$$

*Ecuación 7. Densidad (saturada superficialmente seca)*

$$PeSSS = 997.5 \times \left( \frac{S}{B+S-C} \right)$$

*Ecuación 8. Densidad aparente*

$$PeA = 997.5 \times \left( \frac{A}{B+A-C} \right)$$

*Ecuación 9. % Absorción*

$$Pe = \left( \frac{S-A}{A} \right) \times 100$$

A = Peso muestra seca al aire (g).

B = Peso del picnómetro lleno de agua (g).

C = Peso de frasco lleno con agua y muestra (g).

S = Peso de arena SSS. (g).

### **3.6.3.1.2.5. Método de ensayo para determinar el peso unitario de los agregados (NTP 400.017)**

#### **Materiales**

- Balanza electrónica.
- Barra compactadora de acero liso.
- Recipiente metálico y cilíndrico

#### **Muestra**

- Agregado grueso.
- Agregado fino.

### Calibración

- Se llenó con agua el recipiente con el fin de obtener el factor de calibración luego se pesó y se obtuvo el factor dividiendo la densidad del agua entre el peso del agua con el recipiente.

### Procedimiento peso compactado

- Se pesó el recipiente para luego llenarse el agregado en 3 capas, en la primera capa se dio 25 golpes con la varilla así con la segunda y la tercera capa.
- Se procedió a enrasar el recipiente con agregado, con la varilla metálica con el fin de nivelarse.
- Luego se procedió a pesar la muestra junto con el recipiente.

### Procedimiento peso suelto

- Se pesó el recipiente para luego llenarse el agregado a una altura no menor de 50 mm por encima de la parte superior del recipiente.
- Se procedió a enrasar el recipiente con agregado, con la varilla metálica con el fin de nivelarse.
- Luego se procedió a pesar la muestra junto con el recipiente.

### Ecuación:

*Ecuación 10. Peso Unitario del agregado*

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

Donde:

M = Peso Unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup>.

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg.

T = Peso del recipiente de medida en kg.

V = Volumen de la medida en m<sup>3</sup>.

### 3.6.3.1.2.6. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185)

#### Materiales

- Balanza electrónica.
- Horno.
- Recipiente para la muestra.

#### Muestra

- Agregado fino.
- Agregado grueso,

Para la cantidad de agregado se vio en la NTP 339.185 (ver tabla 19)

*Tabla 19. Cantidad mínima de agregado.*

Tamaño máximo nominal de agregado mm	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal (kg)
4.75 (0.187) (N°4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
5.0 (1)	4.0
37.5 (2.1/2)	6.0
50.0 (2)	8.0
63.0 (2.1/2)	10.0
75.0 (3)	13.0
90.0 (3.1/2)	16.0
100.0 (4)	25.0
150 (6)	50.0

*Fuente: NTP 339.185 Contenido de humedad de los agregados, 2019*

### **Procedimiento**

- Se taró el recipiente y se puso a pesar la muestra.
- Luego en el horno se puso a secar la muestra hasta que ésta no presente humedad por 24 horas.
- Se dejó enfriar la muestra y se volvió a pesar en estado seco.

### **Ecuación,**

Para el cálculo del contenido de humedad se empleó la siguiente ecuación:

*Ecuación 11. Contenido humedad*

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

%H = Porcentaje del contenido de humedad.

W = Masa original del agregado húmedo (g.)

D = Masa de la muestra seca luego del horno (g.)



### 3.6.3.2. Diseño del concreto autocompactante

- Para el diseño de un concreto autocompactante se empleó el método de dosificación de las directrices del ACI 237 R-07, para ello se estableció un valor inicial del flujo de asentamiento según las características de los elementos, (ver tabla 20)

Tabla 20. Objetivos de flujo de asentamiento.

Características de elementos estructurales		SLUMP FLOW		
		< 550 mm	550 - 600 mm	> 650 mm
Nivel de refuerzo	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Elementos de forma complicada	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Elementos profundos	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Excelentes acabados superficiales	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Elementos largos	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Paredes delgadas	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Contenido de agregado grueso	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Energía de colocación	Bajo			
	Medio			
	Alto			

Fuente: ACI 237R-07 Concreto Autocompactante, 2019

- De acuerdo a la presente tesis en que se elaborará elementos verticales (muretes) evaluados en estado fresco se optó como característica el elemento estructural: Paredes delgadas con un flujo de asentamiento de mayor a 650 mm.
- Para la cantidad de agregado grueso y fino para mezclas autocompactantes se empleó el peso unitario global de los agregados siguiendo los mismos procedimientos de la norma NTP 400.017 con este método se obtuvo la densidad máxima entre el agregado global, lo que significa la menor cantidad de vacíos entre agregados.
- Posteriormente se hizo la curva de densidad de la combinación del agregado global a porcentajes de agregado fino: 40%, 45%, 50%, 53%, 55%, 57%, 60%, obteniéndose la densidad máxima a 55% de fino y 45% de a. grueso.
- Luego se eligió el contenido de aire en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso de ½” (ver tabla 21).

*Tabla 21. Contenido de aire.*

<b>TMN del A. grueso</b>	<b>Aire atrapado%</b>
3/8”	3.00
½”	2.50
¾”	2.00
1”	1.50
1 ½”	1.00
2”	0.50
3”	0.30
4”	0.20

*Fuente: ACI, 2019*

- Seguido de ello, se eligió la relación de a/c dentro de los intervalos del ACI 237R. (ver tabla 23)
- Posteriormente para un flujo de asentamiento mayor a 650 mm le corresponde una cantidad de cemento mayor a 458 kg/m<sup>3</sup>. (ver tabla 22).

*Tabla 22. Rangos contenidos de cemento.*

<b>SLUMP FLOW</b>			
<b>mm.</b>	<b>&lt; 550</b>	<b>550 - 600</b>	<b>&gt; 650</b>
Contenido de material cementicio (Kg/cm <sup>3</sup> )	355 - 385	385 - 445	> 458

*Fuente: ACI 237R-07 Concreto Autocompactante, 2019*

- Por lo tanto, para hallar la cantidad de cemento y teniéndose previamente: la cantidad de aire de 2.5%, la del agregado grueso y fino (55% y 45% con respecto a la cantidad total de los agregados), la relación a/c de 0.4, y la condición de cemento de mayor a 458Kg/m<sup>3</sup>. Se elige por tanteo el proporcionamiento, verificando que se ajuste a las proporciones del ACI 237R. (ver tabla 23)

*Tabla 23. Parámetros y proporcionamiento de mezclas autocompactantes.*

Volumen absoluto de agregado grueso	28 - 32% (tamaño máximo nominal 12mm)
Fracción de pasta	34 - 40% (volumen total de la mezcla)
Fracción de mortero	68 - 72 % (volumen total de la mezcla)
Relación típica agua/material cementicio	0,32 - 0,45
Contenido de material cementicio	386 - 475 Kg/m <sup>3</sup> (contenido menor usar agentes modificadores de viscosidad)

*Fuente: ACI 237R-07 Concreto Autocompactante, 2019*

- Finalmente, después de tener las proporciones del concreto autocompactante se hicieron las correcciones por humedad y absorción.

### **3.6.3.3. Ensayos del concreto autocompactante**

#### **3.6.3.3.1. Fluides**

##### **3.6.3.3.1.1. Caracterización de la fluides - Ensayo del escurrimiento UNE 83361**

Según la UNE 83361 “Este método de prueba cubre la determinación del flujo de asentamiento del Concreto autocompactante”.

#### **Materiales**

- Placa metálica no absorbente.
- Barra metálica lisa para enrasar.
- Cono de Abrams.
- Wincha metálica.
- Cronómetro.
- Recipiente para llenado.

#### **Procedimiento**

- La prueba de flujo de asentamiento se realizó en una placa base plana, nivelada y no absorbente.
- Se colocó y ajustó la placa base para que quede completamente apoyada, plana y nivelada.
- Se llenó el molde de Cono de Abrams en posición invertida con la abertura más pequeña del molde hacia abajo sosteniendo firmemente el cono.
- Se enrasó la superficie del nivel del concreto autocompactante con una varilla.
- Se retiró el concreto del área que rodea la base del molde para que no impida e interfiera con el movimiento del hormigón que fluye.

- Posteriormente se levantó verticalmente el cono.
- Se tomó el tiempo con el cronómetro desde el momento que se levantó el cono y se registró el período que se toma el concreto en llegar a la circunferencia de 500mm de diámetro.
- Luego de terminar de fluir el concreto autocompactante se midió un diámetro y un segundo diámetro de la extensión circular en un ángulo aproximadamente perpendicular al diámetro medido original.

### **Ecuación,**

Se calculó el flujo de asentamiento utilizando

*Ecuación 12. Diámetro final del escurrimiento.*

$$Df = \left( \frac{D1 + D2}{2} \right)$$

Dónde:

Df = Diámetro final del escurrimiento.

D1 = el diámetro más grande de la extensión circular del hormigón y

D2 = la extensión circular del hormigón en un ángulo aproximadamente perpendicular a D1

- Finalmente se registró el promedio de los dos diámetros.

### **3.6.3.3.1.2. Ensayo del Embudo en V UNE 83364**

Este ensayo caracteriza el tiempo de flujo del concreto autocompactante.

#### **Materiales**

- Embudo en V
- Balde
- Badilejo
- Cronómetro
- Recipiente para llenado.

#### **Procedimiento**

- Se fijó de manera firme el embudo V sobre el suelo.
- Luego se humedeció las superficies interiores del embudo.
- Se llenó completamente el embudo V con concreto sin compactarlo o presionarlo, sólo se niveló el concreto de la parte superior con el badilejo.
- Se abrió la trampilla 10 segundos después del llenado y se dejó que el concreto salga por su propio peso.
- De manera simultánea, se inició el cronómetro y registró el tiempo hasta que termine de descargarse (el tiempo de flujo).
- Finalmente se anotó el tiempo de flujo.

### **3.6.3.3.2. Resistencia al bloqueo**

#### **3.6.3.3.2.1. Ensayo de escurrimiento con anillo en J UNE 83362**

Este ensayo sirve para la caracterización del concreto autocompactante en presencia de barras metálicas.

#### **Materiales**

- Placa metálica no absorbente.
- Cronómetro.
- Badilejo.
- Regla metálica.
- Anillo en J.
- Cono de asentamiento.
- Recipiente para llenado.
- Wincha.

#### **Procedimiento**

- Se empleó 6 litros de concreto autocompactante para realizar el ensayo, que se toman como muestra.
- Se humedeció la placa metálica base y el interior del cono de asentamiento.
- Luego se colocó la placa metálica sobre una superficie estable y se colocó el Anillo J centrado en la placa base y el cono centrado en el Anillo J y se sujetó hacia abajo con firmeza.
- Se llenó el cono con concreto sin compactar, sólo se niveló el concreto de la parte superior del cono con el badilejo, además se quitó el hormigón sobrante de alrededor de la base del cono.

- Se elevó el cono verticalmente y se dejó que el concreto fluya hacia el exterior libremente.
- Se tomó el tiempo con el cronómetro desde el momento que se levantó el cono y se registra el período que se toma el concreto en llegar a la circunferencia de 500mm de diámetro.
- Luego se midió el diámetro final del concreto en dos direcciones perpendiculares y se calculó el promedio de los dos diámetros medidos (en mm).
- Además, se midió la diferencia de altura entre el concreto justo en el interior de las barras y el que se encuentra justo en el exterior de las mismas.
- Finalmente se calculó el promedio de la diferencia de altura en cuatro lugares (en mm).

**Ecuación:**

*Ecuación 13. Diámetro del anillo en J.*

$$D_{jf} = \left( \frac{D1 + D2}{2} \right)$$

Dónde:

$D_{jf}$  = Diámetro del anillo en J

$D1$  = El diámetro más grande de la extensión circular del hormigón y

$D2$  = El diámetro del concreto autocompactante en un ángulo aproximadamente perpendicular a  $D1$ .



*Ecuación 14. Coeficiente altura del anillo en J.*

$$H_j = H_2 - H_1$$

H<sub>j</sub> = Coeficiente altura del anillo en J

H<sub>2</sub> = Altura exterior

H<sub>1</sub> = Altura interior

### **3.6.3.3.2.2. Método de ensayo de caja en L UNE 83363**

Este ensayo sirve para la caracterización del concreto autocompactante en presencia de barras metálicas.

#### **Materiales**

- Caja en L de un material rígido no absorbente.
- Badilejo.
- Cronómetro.
- Recipiente para llenado.
- Wincha metálica.

#### **Procedimiento**

- Se necesitó unos 14 litros de concreto autocompactante para realizar el ensayo como muestra.
- Se colocó la caja en L sobre terreno firme y uniforme; asegurándose de que la compuerta deslizante puede moverse con libertad.
- Luego se humedeció las superficies interiores de la caja en L y se llenó la sección vertical y más alta de la caja en L con la muestra de concreto autocompactante.

- Luego se elevó la compuerta deslizante y se dejó que el hormigón fluya hacia la sección horizontal.
- De manera simultánea, se activó el cronómetro registrándose los tiempos que requiere el hormigón para alcanzar las marcas de 200 y de 400 mm.
- Cuando el hormigón deje de fluir, se miden las alturas “H1” y “H2”.

### **Ecuación:**

*Ecuación 15. Coeficiente de bloqueo.*

$$CbL = \frac{H1}{H2}$$

CbL = Coeficiente de bloqueo.

H1 = altura interna posterior.

H2 = altura interna delantera.

### **3.6.3.3.4. Resistencia a la segregación**

#### **Ensayo de índice de estabilidad visual ASTM 1611 - M05**

Este ensayo se empleó como método cualitativo de inspección visual del concreto autocompactante.

### **Materiales**

- Placa metálica no absorbente.
- Barra metálica lisa para enrasar.
- Cono de Abrams
- Wincha metálica.
- Cronómetro.
- Recipiente para llenado.

## Procedimiento

- Este ensayo se realizó después del ensayo de extensión de flujo su finalidad es brindar un valor cuantitativo y/o cualitativo de la mezcla de concreto de la segregación por medio de unos indicadores, previa evaluación visual de la muestra.

Según ASTM C1611 M05 se procedió a evaluar conforme a los siguientes parámetros:

- Muy estable = (0), que significa que no hay evidencia de segregación o sangrado.
- Estable = (1), No hay evidencia de segregación y sangrado leve como brillo en la masa de concreto.
- Inestable = (2), Un ligero halo de mortero < 0.5 pulg. (< 10mm) y/o una pila de agregados en la masa de hormigón.
- Muy Inestable = (3), Claramente inestable de un gran halo de mortero > 0.5 pulg. (> 10mm) y/o una gran pila de agregados en el centro de la masa de hormigón.

Posteriormente se anotó los resultados.

### **3.6.3.3.5. Resistencia a la compresión**

#### **Ensayo de Resistencia a la compresión en probetas cilíndricas NTP 339.034**

##### **Materiales**

- Máquina de ensayo de compresión.

##### **Procedimiento**

- Como primer paso, las probetas de concreto autocompactante fueron retiradas de la posa de curado de acuerdo a los días en que serán ensayadas de 7,14 y 28 días.
- Posteriormente las probetas fueron llevadas a la máquina de compresión.
- Se procedió a tomar las medidas de los diámetros de cada probeta y se colocó el anillo y los neoprenos en éstos de manera que estén bien encajados.
- Se colocó las probetas ya listas en la máquina de compresión de manera que estén centradas y niveladas.
- Se verificó que la pantalla indique cero y se procedió a aplicar la carga de manera constante con una velocidad dentro del rango de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s.
- Esta carga se aplicó hasta que comenzó a descender el indicador en la pantalla de la máquina de compresión.
- Se procedió a tomar los datos de las cargas para las probetas ensayadas y se determinó la resistencia a la compresión.
- Para determinar la resistencia de cada probeta o espécimen de concreto se recurre a la siguiente fórmula:

### **Ecuación:**

*Ecuación 16. Resistencia a la compresión*

$$R_{fc} = \frac{4G}{\pi \times D^2}$$

Donde:

R<sub>fc</sub>=Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>).

G=Carga máxima de rotura (kg).

D=diámetro de la probeta (cm).

### **3.6.3.3.6. Ensayo en elementos verticales**

Este es un procedimiento fue validado por Ing. Rubén Vásquez con el fin de describir y verificar las diferencias entre una muestra patrón y otras con aditivo.

### **Materiales**

- Caja de vidrio doble de 1.00m de altura x 0.50m de ancho x 0.15cm de espesor.
- Recipiente para llenado.
- Barra lisa metálica.

### **Procedimiento**

- Para este procedimiento como primer paso se colocó la caja de vidrio en una superficie plana y nivelada.
- Se procedió a humedecer la superficie interna de la caja de vidrio.
- Después se vertió el concreto autocompactante con un recipiente sobre la caja de vidrio hasta llenarse a una altura de 80cm, para el concreto patrón sin aditivo se procedió a dar 25 chuseadas con la varilla metálica en tres capas y para el concreto autocompactante se vertió sin chusear.

- Se procedió a la verificación y comparación visual de la muestra patrón y de las muestras con aditivo de las características como: la segregación, de la distribución del agregado y del acabado superficial en el molde o caja de vidrio.

### **3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos**

#### **3.7.1. Métodos**

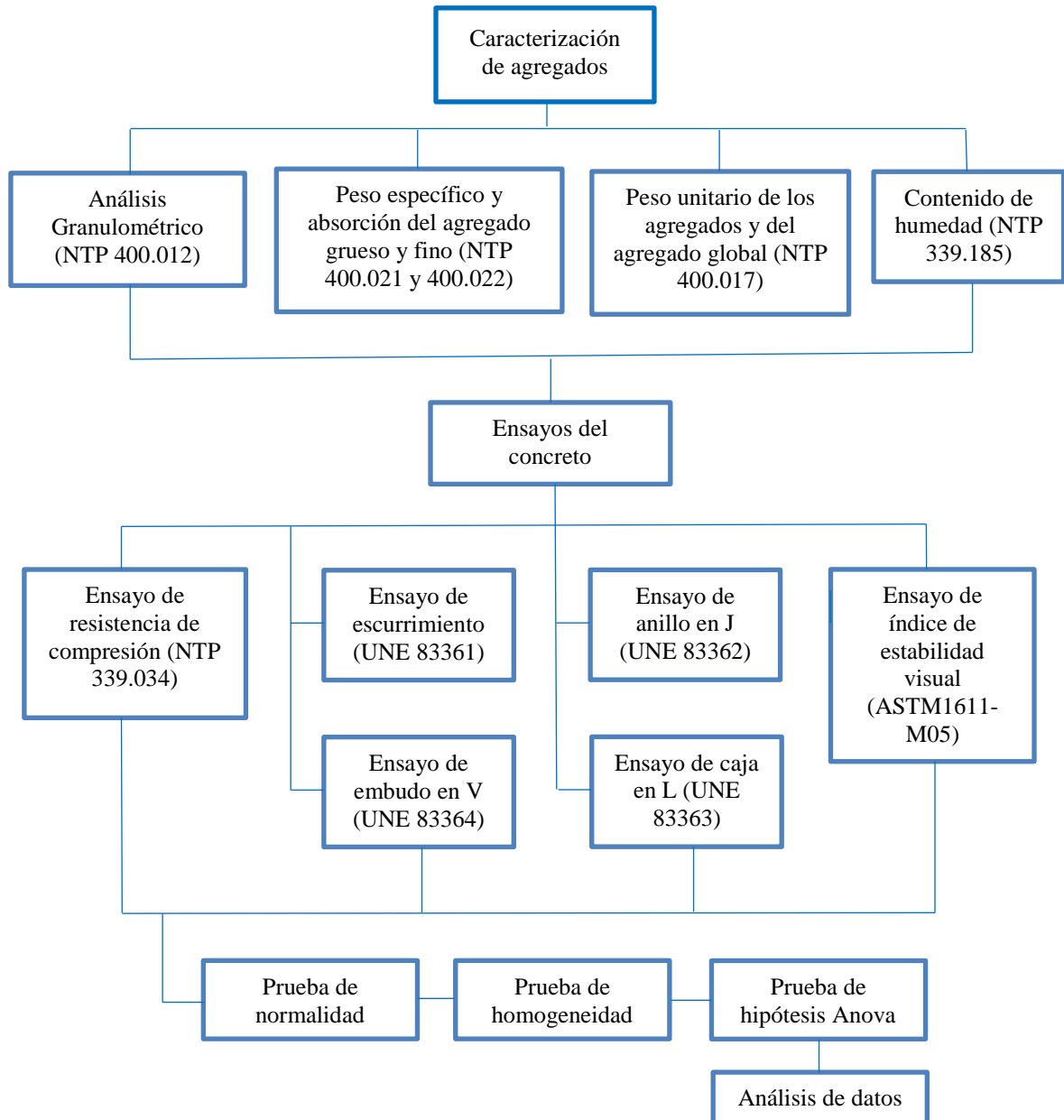
La presente investigación se realizó por el método de la inferencia estadística porque a partir de la información proporcionada por una muestra nos permite inducir cual es el comportamiento de una población junto a un error determinado en términos de probabilidad.

#### **3.7.2. Instrumentos**

En esta investigación se empleó el análisis de varianza Anova que es una herramienta estadística que señala si dos variables (una independiente y otra dependiente) están relacionadas comparando si las medias de las variables dependientes son diferentes en los grupos de la variable independiente por lo que señala si las medias entre dos o más grupos son parecidos o no, si una significancia es menor a 0.05 se concluye que la variable dependiente e independiente entre si están relacionados, por último para los análisis de los resultados se usó el SPSS, que es un programa de análisis estadísticos y generación de gráficos y tablas de datos complejos.

### 3.7.3. Procedimiento de análisis de datos

Figura 5. Esquema de procesos de análisis de datos.



Fuente: Elaboración propia, 2019

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis granulométrico de los agregados (NTP 400.012)

#### 4.1.1. Análisis granulométrico del agregado fino.

##### 4.1.1.1. Análisis granulométrico del agregado fino del ensayo 1.

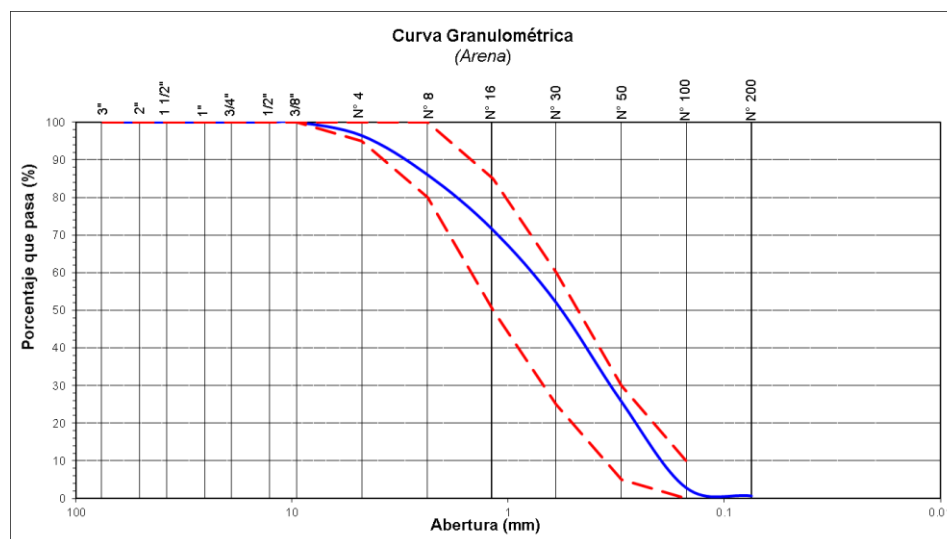
Tabla 24. Análisis granulométrico del agregado fino, ensayo 1.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.750	54.0	3.6	3.6	96.4
N° 8	2.360	156.0	10.4	14.0	86.0
N° 16	1.180	219.0	14.6	28.6	71.4
N° 30	0.600	291.0	19.4	48.0	52.0
N° 50	0.300	393.0	26.2	74.2	25.8
N° 100	0.150	345.0	23.0	97.2	2.8
N° 200	0.075	32.0	2.1	99.3	0.7
Fondo		8.0	0.5	99.9	0.1

Módulo de Finura : 2.66

Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 6. Curva granulométrica del agregado fino, ensayo 1.



Fuente: Elaboración propia, 2019



#### 4.1.1.2. Análisis granulométrico del agregado fino del ensayo 2.

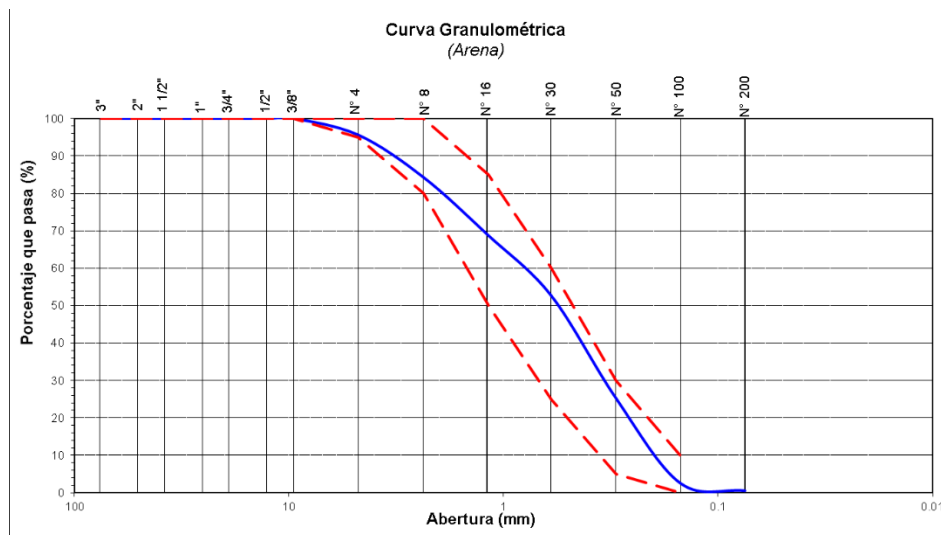
Tabla 25. Análisis granulométrico del agregado fino, ensayo 2.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.750	66.0	4.4	4.4	95.6
N° 8	2.360	170.0	11.3	15.7	84.3
N° 16	1.180	232.0	15.5	31.2	68.8
N° 30	0.600	242.0	16.1	47.3	52.7
N° 50	0.300	410.0	27.3	74.7	25.3
N° 100	0.150	342.0	22.8	97.5	2.5
N° 200	0.075	30.0	2.0	99.5	0.5
Fondo		7.0	0.5	99.9	0.1

Módulo de Finura : 2.71

Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 7. Curva granulométrica del agregado fino, ensayo 2.



Fuente: Elaboración propia, 2019

#### 4.1.1.3. Análisis granulométrico del agregado fino del ensayo 3.

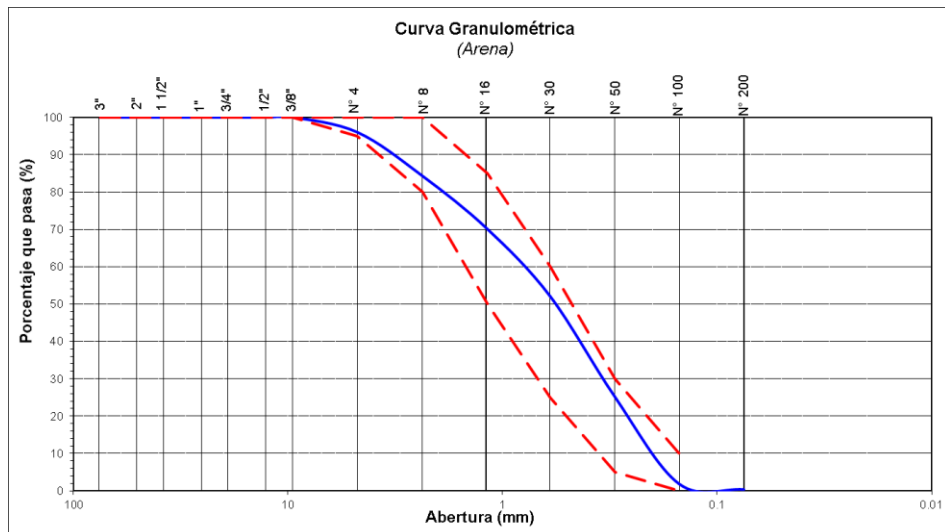
Tabla 26. Análisis granulométrico del agregado fino, ensayo 3.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.750	60.0	4.0	4.0	96.0
N° 8	2.360	176.0	11.7	15.7	84.3
N° 16	1.180	212.0	14.1	29.9	70.1
N° 30	0.600	271.0	18.1	47.9	52.1
N° 50	0.300	403.0	26.9	74.8	25.2
N° 100	0.150	351.0	23.4	98.2	1.8
N° 200	0.075	22.0	1.5	99.7	0.3
Fondo		3.0	0.2	99.9	0.1

Módulo de Finura : 2.71

Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 8. Curva granulométrica del agregado fino, ensayo 3.



Fuente: Elaboración propia, 2019

#### 4.1.1.4. Promedio del análisis granulométrico del agregado fino.

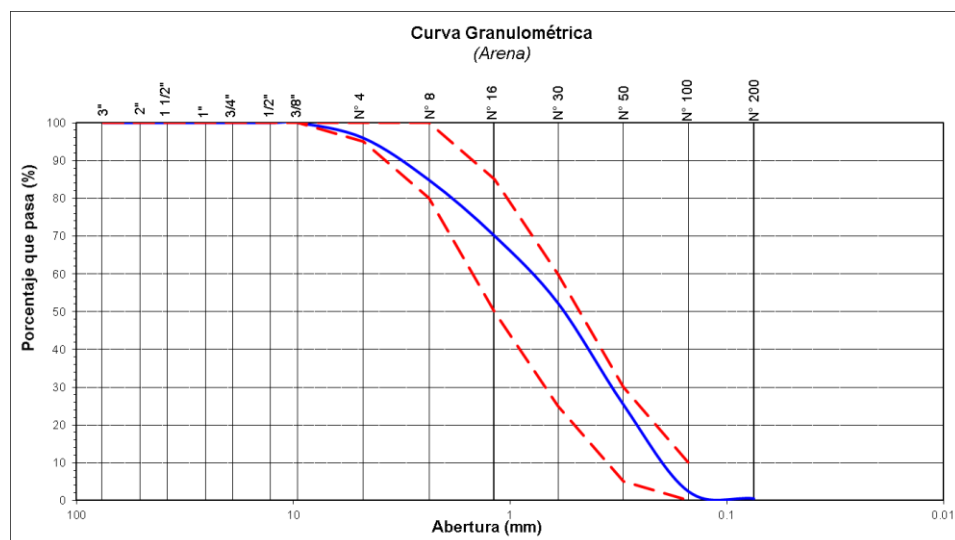
Tabla 27. Promedio del análisis granulométrico del agregado fino.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.750	60.0	4.0	4.0	96.0
Nº 8	2.360	167.3	11.2	15.2	84.8
Nº 16	1.180	221.0	14.7	29.9	70.1
Nº 30	0.600	268.0	17.9	47.8	52.2
Nº 50	0.300	402.0	26.8	74.6	25.4
Nº 100	0.150	346.0	23.1	97.6	2.4
Nº 200	0.075	28.0	1.9	99.5	0.5
Fondo		6.0	0.4	99.9	0.1

Módulo de Finura : 2.69

Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 9. Curva granulométrica del promedio del agregado fino.



Fuente: Elaboración propia, 2019

#### 4.1.2. Análisis granulométrico del agregado grueso.

##### 4.1.2.1. Análisis granulométrico del agregado grueso del ensayo 1.

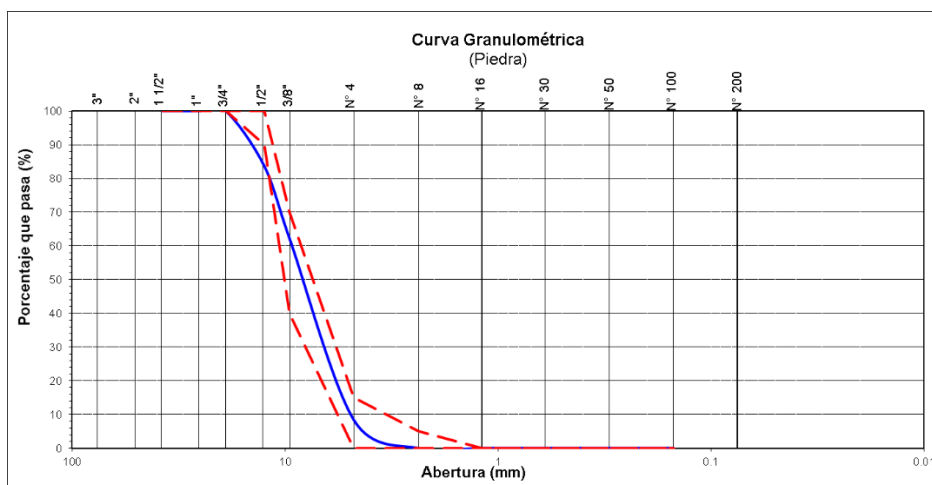
Tabla 28. Análisis granulométrico del agregado grueso, ensayo 1.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	491.0	16.4	16.4	83.6
3/8"	9.500	650.0	21.7	38.1	61.9
Nº 4	4.750	1608.0	53.6	91.7	8.3
Nº 8	2.360	249.0	8.3	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0

Módulo de Finura : 6.30

Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 10. Curva granulométrica del agregado grueso, ensayo 1.



Fuente: Elaboración propia, 2019

#### 4.1.2.2. Análisis granulométrico del agregado grueso del ensayo 2.

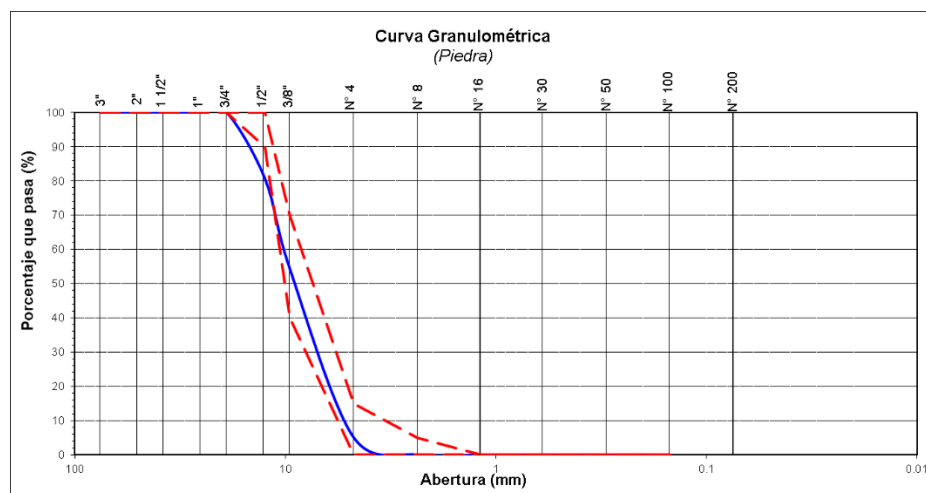
Tabla 29. Análisis granulométrico del agregado grueso, ensayo 2.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	578.5	19.3	19.3	80.7
3/8"	9.500	794.3	26.5	45.8	54.2
Nº 4	4.750	1470.0	49.0	94.8	5.2
Nº 8	2.360	156.3	5.2	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0

Módulo de Finura : 6.41

Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 11. Curva granulométrica del agregado grueso, ensayo 2.



Fuente: Elaboración propia, 2019

#### 4.1.2.3. Análisis granulométrico del agregado grueso del ensayo 3.

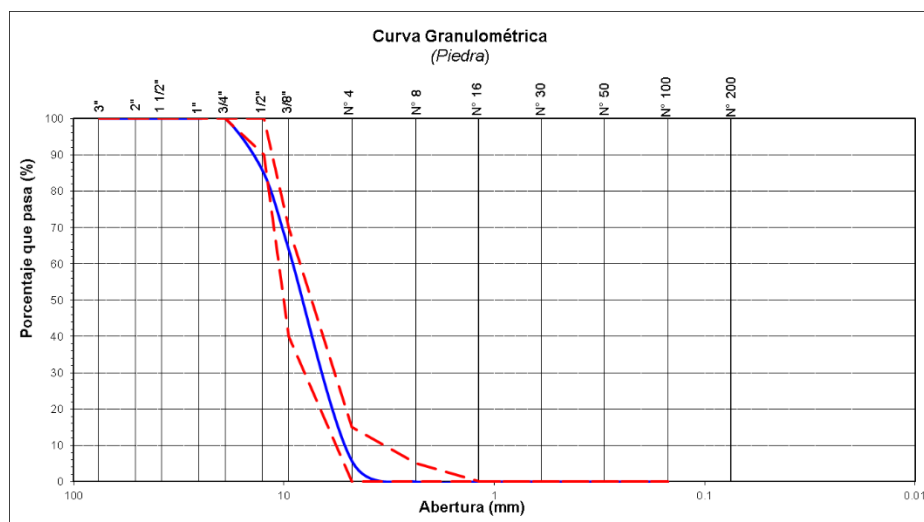
Tabla 30. Análisis granulométrico del agregado grueso, ensayo 3.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	447.4	14.9	14.9	85.1
3/8"	9.500	632.4	21.1	36.0	64.0
Nº 4	4.750	1750.5	58.4	94.4	5.6
Nº 8	2.360	169.2	5.6	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0

Módulo de Finura : 6.31

Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 12. Curva granulométrica del agregado grueso, ensayo 3.



Fuente: Elaboración propia, 2019

#### 4.1.2.4. Promedio del análisis granulométrico del agregado grueso.

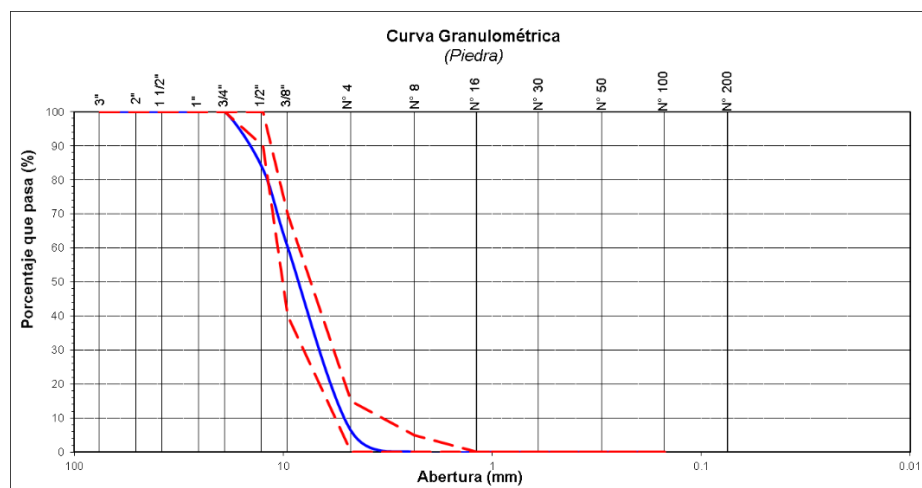
Tabla 31. Promedio del análisis granulométrico del agregado grueso.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	505.6	16.9	16.9	83.1
3/8"	9.500	692.2	23.1	39.9	60.1
Nº 4	4.750	1609.5	53.7	93.6	6.4
Nº 8	2.360	191.5	6.4	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0

Módulo de Finura : 6.34

Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 13. Curva granulométrica del promedio del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2019

#### 4.2. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)

Tabla 32. Peso específico y absorción del agregado grueso.

MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3
<b>PESO DE LA MUESTRA (Kg)</b>	3.500	3.500	3.500
<b>(B): PESO DE LA MUESTRA SSS (Kg)</b>	3.524	3.523	3.527
<b>(C): PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA S (Kg)</b>	2.194	2.198	2.198
<b>(A): PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (Kg)</b>	3.468	3.468	3.470
<b>Pem = A/(B-C)</b>	2.608	2.617	2.611
<b>Promedio del peso específico (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		<b>2.612</b>	
<b>PmSSS = B/(B-C)</b>	2.650	2.659	2.654
<b>Pea = A/(A-C)</b>	2.722	2.731	2.728
<b>% ABS = ((B-A)/A)*100</b>	1.615	1.586	1.643
<b>Promedio de la absorción %</b>		<b>1.61</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2019



### 4.3. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (NTP400.022)

*Tabla 33. Peso específico y absorción del agregado fino.*

<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO</b>			
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3
Wo = Es el peso en el aire de la muestra secada en el horno (gr)	496	496	496
V= Volumen del frasco (cm <sup>3</sup> )	500	500	500
Va = Peso en gramos o volumen (cm <sup>3</sup> de agua añadido al frasco)	314	316	314
<b>A.-Peso específico de la masa</b> Pe=Wo/(V-Va)	2.667	2.696	2.667
<b>Promedio (kg/m<sup>3</sup>)</b>		<b>2.676</b>	
<b>B.-Peso específico de Masa Saturada con su superficie seca.</b> 500/(V- Va)	2.688	2.717	2.688
<b>C.-Peso Específico Aparente</b> Pea= Wo/((V-Va)-(500-Wo))	2.725	2.756	2.725
<b>D.- Absorción</b> Ab=((500-Wo)*100)/Wo	0.81	0.81	0.81
<b>Promedio absorción %</b>		<b>0.81</b>	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

#### 4.4. Método de ensayo para determinar el peso unitario de los agregados (NTP 400.017)

##### 4.4.1. Peso unitario del agregado grueso.

##### 4.4.1.1. Peso unitario suelto del agregado grueso.

*Tabla 34. Peso unitario suelto del agregado grueso.*

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3
<b>PESO DEL MOLDE ( Kg)</b>	5.31	5.31	5.31
<b>PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)</b>	27.620	27.642	27.536
<b>PESO DE LA PIEDRA (Kg)</b>	22.31	22.332	22.226
<b>VOLUMEN DEL MOLDE (m3)</b>	0.014	0.014	0.014
<b>PUS (Kg/m3)</b>	1589.26	1590.82	1583.27
<b>PROMEDIO PUS (kg/m3)</b>	<b>1590</b>		

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

#### 4.4.1.2. Peso unitario compactado del agregado grueso.

Tabla 35. Peso unitario compactado del agregado grueso.

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>Muestra #1</b>	<b>Muestra #2</b>	<b>Muestra #3</b>
<b>PESO DEL MOLDE ( Kg)</b>	5.31	5.31	5.31
<b>PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)</b>	29.614	29.932	29.688
<b>PESO DE LA PIEDRA (Kg)</b>	24.304	24.622	24.378
<b>VOLUMEN DEL MOLDE (m3)</b>	0.014	0.014	0.014
<b>PUC(Kg/m3)</b>	1731.30	1753.95	1736.57
<b>PROMEDIO PUC (kg/m3)</b>		<b>1740</b>	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

#### 4.4.2. Peso unitario del agregado fino.

##### 4.4.2.1. Peso unitario suelto del agregado fino.

*Tabla 36. Peso unitario suelto del agregado fino.*

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>Muestra #1</b>	<b>Muestra #2</b>	<b>Muestra #3</b>
<b>PESO DEL MOLDE ( Kg)</b>	5.310	5.310	5.310
<b>PESO DEL MOLDE + ARENA (Kg)</b>	29.866	29.872	29.868
<b>PESO DE LA ARENA (Kg)</b>	24.556	24.562	24.558
<b>VOLUMEN DEL MOLDE (m3)</b>	0.014	0.014	0.014
<b>PUS (Kg/m3)</b>	1749.25	1749.68	1749.39
<b>PROMEDIO PUS (kg/m3)</b>		<b>1750</b>	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

#### 4.4.2.2. Peso unitario compactado del agregado fino.

Tabla 37. Peso unitario compactado del agregado fino.

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3
<b>PESO DEL MOLDE ( Kg)</b>	5.31	5.31	5.31
<b>PESO DEL MOLDE + ARENA (Kg)</b>	31.768	31.77	31.772
<b>PESO DE LA ARENA (Kg)</b>	26.458	26.460	26.462
<b>VOLUMEN DEL MOLDE (m3)</b>	0.014	0.014	0.014
<b>PUC(Kg/m3)</b>	1884.74	1884.88	1885.03
<b>PROMEDIO PUC (kg/m3)</b>	<b>1890</b>		

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

#### 4.5. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185)

##### 4.5.1. Contenido de humedad de la agregado fino.

*Tabla 38. Contenido de humedad del agregado fino.*

<b>Ensayo</b>	<b>muestra #1</b>	<b>muestra #2</b>	<b>muestra #3</b>
<b>PESO DE LA TARA (Kg)</b>	265.0	302.8	312.0
<b>PESO DE LA TARA + MUESTRA HÚMEDA (Kg)</b>	1265.0	1302.8	1312.0
<b>PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (Kg)</b>	1259.0	1296.0	1305.0
<b>PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA</b>	1000.0	1000.0	1000.0
<b>PESO DE LA MUESTRA SECA</b>	992.0	991.2	992.0
<b>%W</b>	0.81	0.89	0.81
<b>PROMEDIO %W</b>		<b>0.83</b>	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

#### 4.5.2. Contenido de humedad del agregado grueso.

*Tabla 39. Contenido de humedad del agregado grueso.*

<b>Ensayo</b>	<b>muestra #1</b>	<b>muestra #2</b>	<b>muestra #3</b>
<b>PESO DE LA TARA (Kg)</b>	178.5	216.5	241.0
<b>PESO DE LA TARA + MUESTRA HÚMEDA (Kg)</b>	2178.5	2216.5	2241.0
<b>PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (Kg)</b>	2167.5	2203.5	2233.0
<b>PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA</b>	2000.0	2000.0	2000.0
<b>PESO DE LA MUESTRA SECA</b>	1985.5	1984.5	1982.0
<b>%W</b>	0.73	0.78	0.91
<b>PROMEDIO %W</b>		<b>0.81</b>	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

#### 4.6. Peso unitario del agregado global.

Tabla 40. *Peso unitario suelto y compactado del agregado global.*

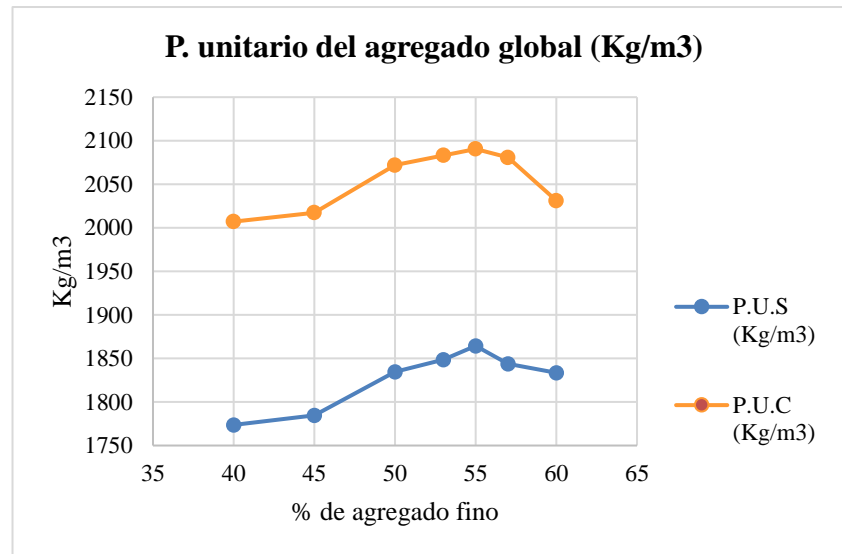
		IDENTIFICACION ENSAYO						
		1	2	3	4	5	6	7
<b>% de agregado fino (arena)</b>		40	45	50	53	55	57	60
<b>% de agregado grueso (piedra de 1/2" )</b>		60	55	50	47	45	43	40
<b>Peso de agregado fino</b>		12.00	13.50	15.00	15.90	16.50	17.10	18.00
<b>Peso de agregado grueso</b>		18.00	16.50	15.00	14.10	13.50	12.90	12.00
		PESO UNITARIO SUELTO						
<b>Peso del recipiente + muestra</b>	(Kg)	30.141	30.297	30.993	31.191	31.412	31.124	30.981
<b>Peso del recipiente</b>	(Kg)	5.310	5.310	5.310	5.310	5.310	5.310	5.310
<b>Peso de la muestra</b>	(Kg)	24.831	24.987	25.683	25.881	26.102	25.814	25.671
<b>Volumen</b>	(m3)	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140
<b>Peso unitario</b>	(Kg/m3)	1780	1790	1840	1850	1870	1850	1840
		PESO UNITARIO COMPACTADO						
<b>Peso del recipiente + muestra</b>	(Kg)	33.409	33.554	34.317	34.474	34.577	34.441	33.747
<b>Peso del recipiente</b>	(Kg)	5.310	5.310	5.310	5.310	5.310	5.310	5.310
<b>Peso de la muestra</b>	(Kg)	28.099	28.244	29.007	29.164	29.267	29.131	28.437
<b>Volumen</b>	(m3)	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140
<b>Peso unitario</b>	(Kg/m3)	2010	2020	2070	2080	<b>2090</b>	2080	2030

*Fuente: Elaboración propia, 2019*



En la figura siguiente del peso unitario del agregado global se puede apreciar el valor más alto de combinación de los agregados con la cantidad de 55% de agregado fino y 45% de agregado grueso.

Figura 14. Peso unitario suelto y compactado del agregado global.



Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 41. Resumen de la caracterización de agregados.

Ensayo	Agregado grueso	Agregado fino
P. e. m. (Kg/m <sup>3</sup> )	2612	2676
P. e. SSS. (Kg/m <sup>3</sup> )	2654	2698
P. e. a. (Kg/m <sup>3</sup> )	2727	2735
Absorción (%)	1.61	0.81
Humedad (%)	0.81	0.83
P.U.S (Kg/m <sup>3</sup> )	1590	1750
P.U.C (Kg/m <sup>3</sup> )	1740	1890
<b>Agregado global (55% fino)</b>		
P.U.S (Kg/m <sup>3</sup> )	1870	
P.U.C (Kg/m <sup>3</sup> )	2090	

Fuente: Elaboración propia, 2019

#### 4.7. Diseño del concreto autocompactante

Las proporciones fueron establecidas según los rangos de diseño para un concreto autocompactante de la ACI 237-R7.

*Tabla 42. Proporciones para un concreto autocompactante.*

<b>Parámetros de proporción</b>	
<i>Contenido de cemento</i>	<b>470kg</b>
<i>Fracción de pasta</i>	34%
<i>Fracción de mortero</i>	69%
<i>Relación de agua/cemento</i>	0.4
<i>Volumen absoluto de Ag. Grueso</i>	29%

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

La tabla muestra la cantidad de materiales por metro cúbico a usar para un concreto patrón sin aditivo.

*Tabla 43. Materiales para un concreto patrón en m<sup>3</sup>.*

<b>COMPONENTES</b>	<b>M3</b>
Cemento	0.1492
Agua	0.1880
Ag. fino	0.3508
Ag. grueso	0.2870
Aire	0.0250
	1.0000

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

La tabla siguiente muestra el peso seco, peso saturado superficialmente seco, el peso húmedo y el peso unitario del concreto patrón.

*Tabla 44. Peso seco, peso SSS, peso húmedo del concreto patrón.*

<b>Materiales</b>	<b>P. Seco (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>P. SSS (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>P. Húmedo (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Cemento tipo I	470	470	470
Agua	188	188	194
Agregado fino	939	946	946
Agregado grueso	750	762	756
Aire (2.5%)			
PUC (kg/m <sup>3</sup> )	2350	2370	2330

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

En los diseños que incluyen aditivo superplastificante se agregó porcentajes en función de la cantidad de cemento además se elaboró concreto a tandas de 40 L.

*Tabla 45. Cantidad de materiales a una tanda de 40L.*

<b>Materiales</b>	<b>Patrón</b>
Cemento tipo I	18.80
Agua	7.52
Agregado fino	37.86
Agregado grueso	30.23
Peso total (kg.)	94.62

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

#### 4.8. Ensayos del concreto autocompactante

##### 4.8.1. Fluidiez

##### 4.8.1.1. Caracterización de la fluidiez - Ensayo del escurrimiento UNE 83361

*Tabla 46. Ensayo de escurrimiento.*

% DE ADITIVO	T50	TIEMPO (seg.)	DF	D 1	D2	mm
<b>0.90%</b>	T50-1	5.35	DF- 1	530	550	540
	T50-2	5.48	DF- 2	550	574	562
	T50-3	5.51	DF- 3	580	579	580
<b>PROMEDIO</b>		<b>5.45</b>				<b>561</b>
% DE ADITIVO	T50	TIEMPO (seg.)	DF	D 1	D2	mm
<b>1.10%</b>	T50-1	3.37	DF- 1	665	630	648
	T50-2	3.44	DF- 2	650	680	665
	T50-3	3.39	DF- 3	633	670	652
<b>PROMEDIO</b>		<b>3.40</b>				<b>655</b>
% DE ADITIVO	T50	TIEMPO (seg.)	DF	D 1	D2	mm
<b>1.30%</b>	T50-1	1.13	DF- 1	720	735	728
	T50-2	1.28	DF- 2	780	770	775
	T50-3	1.36	DF- 3	770	790	780
<b>PROMEDIO</b>		<b>1.26</b>				<b>761</b>
% DE ADITIVO	T50	TIEMPO (seg.)	DF	D 1	D2	mm
<b>PATRÒN</b>	T50-1	-	DF- 1	-	-	-
	T50-2	-	DF- 2	-	-	-
	T50-3	-	DF- 3	-	-	-
<b>PROMEDIO</b>	<b>Indeterminado</b>	<b>-</b>		<b>Indeterminado</b>		<b>-</b>

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

#### 4.8.1.2. Ensayo del Embudo en V UNE 83364

Tabla 47. Ensayo de embudo en V.

	Código de identificación	Patrón	0.9%	1.1%	1.3%
Muestra	EV-1	-	14.23	9.21	5.40
	EV-2	-	14.12	9.05	5.26
	EV-3	-	13.90	9.34	5.56
Promedio	$4 \text{ seg} \leq T_v \leq 20 \text{ seg}$	-	<b>14.08</b>	<b>9.20</b>	<b>5.41</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019

#### 4.8.2. Resistencia al bloqueo

##### 4.8.2.1. Ensayo de escurrimiento con anillo en J UNE 83362

Tabla 48. Ensayo de anillo en J.

Muestras	Código de identificación	Patrón	0.9%	1.1%	1.3%
Diámetro (mm)	AJ-1	-	520	621	722
	AJ-2	-	510	632	724
	AJ-3	-	523	610	730
Promedio (mm)	$d_{j} \geq d_{f} - 50 \text{ mm}$	-	518	621	725
Alturas (mm)	AJ-1	-	19.0	10.0	5.0
	AJ-2	-	18.0	9.0	6.0
	AJ-3	-	19.0	9.0	5.0
Promedio (mm)		-	18.7	9.3	5.3

Fuente: Elaboración propia, 2019

#### 4.8.2.2. Método de ensayo de caja en L UNE 83363

Tabla 49. Ensayo de Caja en L.

Dosf. de Aditivo:	Código de identificación	T20cm	T40cm	H1	H2	H2/H1
0.9%	CL-1	1.57	3.37	12.8	6.2	0.48
	CL-2	1.66	3.47	13.5	5.7	0.42
	CL-3	1.59	3.55	13.0	6.0	0.46
<b>Promedio</b>	<b><math>0,75 \leq C_{bl} \leq 1,00</math></b>	<b>1.61</b>	<b>3.46</b>	<b>Promedio</b>	<b>0.46</b>	

Espécimen	Código de identificación	T20cm	T40cm	H1	H2	H2/H1
1.10%	CL-1	0.92	1.75	7.1	6.8	0.96
	CL-2	0.98	1.70	7.5	7.1	0.95
	CL-3	0.95	1.68	6.9	6.5	0.94
<b>Promedio</b>	<b><math>0,75 \leq C_{bl} \leq 1,00</math></b>	<b>0.95</b>	<b>1.71</b>	<b>Promedio</b>	<b>0.95</b>	

Espécimen	Código de identificación	T20cm	T40cm	H1	H2	H2/H1
1.30%	CL-1	0.56	1.36	8.5	6.50	0.76
	CL-2	0.58	1.35	8.9	6.60	0.74
	CL-3	0.60	1.41	9.0	6.50	0.72
<b>Promedio</b>	<b><math>0,75 \leq C_{bl} \leq 1,00</math></b>	<b>0.58</b>	<b>1.37</b>	<b>Promedio</b>	<b>0.74</b>	

Espécimen	Código de identificación	T20cm	T40cm	H1	H2	H2/H1
Patrón	CL-1	-	-	-	-	-
	CL-2	-	-	-	-	-
	CL-3	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>	<b><math>0,75 \leq C_{bl} \leq 1,00</math></b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>Promedio</b>	<b>-</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2019

### .8.3. Resistencia a la segregación

#### 4.8.3.1. Ensayo de índice de estabilidad visual ASTM 1611 - M05

*Tabla 50. Ensayo del índice de estabilidad visual.*

<b>Dosf. De aditivo:</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Valor del índice de estabilidad visual</b>
Patrón	I-1	-
	I-2	-
	I-3	-
<b>Dosf. De aditivo:</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Valor del índice de estabilidad visual</b>
0.90%	I-1	0
	I-2	0
	I-3	0
<b>Dosf. De aditivo:</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Valor del índice de estabilidad visual</b>
1.10%	I-1	0
	I-2	0
	I-3	0
<b>Dosf. De aditivo:</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Valor del índice de estabilidad visual</b>
1.30%	I-1	2
	I-2	2
	I-3	2

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

#### 4.8.4. Promedio de ensayos en estado fresco del concreto autocompactante.

*Tabla 51. Resumen de ensayos del concreto.*

Ensayo	Parámetro	Dosificación de aditivo		
		0,90%	1,10%	1,30%
<b>Escurecimiento (mm.)</b>	df (mm.)	561	655	761
	T50 (seg.)	5.45	3.40	1.26
<b>Embudo en V (seg.)</b>	Tv (seg.)	14.08	9.20	5.41
<b>Anillo en J</b>	djf (mm.)	518	621	725
	hj (mm.)	19	9	5
<b>Caja en L</b>	T20 (seg.)	1.61	0.95	0.58
	T40 (seg.)	3.46	1.71	1.37
	CbL	0.46	0.95	0.74
<b>Índice de estabilidad visual</b>	ISV	0	0	2

*Fuente: Elaboración propia, 2019*



#### 4.8.5. Resistencia a la compresión

##### 4.8.4.1. Ensayo de Resistencia a la compresión en probetas cilíndricas NTP 339.034

*Tabla 52. Ensayo de resistencia a la compresión*

Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Probeta	Patrón	Dosificación de aditivo		
			0.90%	1.10%	1.30%
7 días	P-1	356	389	445	428
	P-2	347	395	446	422
	P-3	345	400	447	418
	P-4	344	393	435	429
	P-5	353	400	433	419
14 días	P-1	399	468	487	459
	P-2	402	478	482	458
	P-3	399	464	480	463
	P-4	394	481	483	469
	P-5	395	469	481	457
28 días	P-1	429	506	543	512
	P-2	432	509	529	497
	P-3	434	500	537	512
	P-4	426	509	541	510
	P-5	427	504	529	511

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

Se ensayó probetas a los 14 días para tener una línea de tendencia más exacta que grafique con mayor precisión de la variabilidad de la resistencia a la compresión según, Rabanal & Su (2017).

#### 4.8.4.1. Promedio de ensayo de Resistencia a la compresión

*Tabla 53. Promedio de ensayos de resistencia a la compresión.*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>			
<b>Tipo del concreto</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
<b>Concreto patrón</b>	349	398	433
<b>Con (%)Aditivo</b>			
<b>0.90%</b>	395	472	505
<b>1.10%</b>	441	483	536
<b>1.30%</b>	423	461	508

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

## 4.9. Análisis de resultados

### 4.9.1. Ensayo de escurrimiento T50

#### Prueba de normalidad

La variable debe distribuirse según la Ley Normal en cada uno de los grupos que se comparan (criterio de “normalidad”).

Para que la prueba de normalidad cumpla, la significancia tiene que ser mayor al 5%.

*Tabla 54. Prueba de normalidad del T50.*

		Prueba de Normalidad		
		Shapiro-Wilk		
Aditivo Sika Viscocrete 3330		Estadístico	gl	Sig.
Escurrecimiento T50	0.90%	0.997	3	0.890
	1.10%	0.915	3	0.433
	1.30%	0.910	3	0.417

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

- H0: La variable sigue una distribución normal (hipótesis nula).
- H1: La variable no sigue una distribución normal (hipótesis alternativa).

La significancia  $> 0.05$  por tanto se acepta la H0.

#### Homogeneidad de varianzas

Las varianzas de la distribución de la variable cuantitativa de las que provienen los grupos que se comparan deben ser homogéneas (criterio de homogeneidad o homocedasticidad).

*Tabla 55. Prueba de homocedasticidad del T50.*

<b>Prueba de Homogeneidad de Varianzas</b>				
<b>Escurrecimiento T50</b>				
<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>	
<b>2.613</b>	3	8	0.123	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

Para que la prueba de homogeneidad cumpla, la significancia tiene que ser mayor al 5% esto quiere decir que las varianzas de la distribución de la variable cuantitativa de las que provienen los grupos que se comparan deben ser homogéneas (CRITERIO DE HOMOCEDASTICIDAD).

### **Anova**

El análisis de la varianza es una técnica estadística de contraste de hipótesis.

Trata de probar si el efecto de un factor o tratamiento en la respuesta de un proceso o sistema es significativo.

*Tabla 56. Prueba de hipótesis.*

<b>ANOVA</b>						
<b>Escurrecimiento T50</b>						
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	
<b>Entre grupos</b>	1053306.000	3	351102.000	2289.796	0.000	
<b>Dentro de grupos</b>	1226.667	8	153.333			
<b>Total</b>	<b>1054532.667</b>	<b>11</b>				

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

•H0: La adición de aditivo no aumenta el escurrimiento T50 (hipótesis nula).

•H1: La adición de aditivo aumenta el escurrimiento T50 (hipótesis alternativa).

$< 0.05$  por tanto rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

#### 4.9.2 Ensayo de embudo en V.

La variable debe distribuirse según la Ley Normal en cada uno de los grupos que se comparan (criterio de “normalidad”).

Para que la prueba de normalidad cumpla, la significancia tiene que ser mayor al 5%.

*Tabla 57. Prueba de normalidad del embudo en V.*

		Prueba de Normalidad		
		Shapiro-Wilk		
Aditivo Sika Viscocrete 3330 Embudo en V		Estadístico	gl	Sig.
	0.90%	0.964	3	0.637
	1.10%	0.996	3	0.886
	1.30%	0.999	3	0.927

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

•H0: La variable sigue una distribución normal (hipótesis nula).

•H1: La variable no sigue una distribución normal (hipótesis alternativa).

La significancia  $> 0.05$  por tanto se acepta la H0.

#### Homogeneidad de varianzas

Las varianzas de la distribución de la variable cuantitativa de las que provienen los grupos que se comparan deben ser homogéneas (criterio de homogeneidad o homocedasticidad).

Para que la a prueba de homogeneidad cumpla, la significancia tiene que ser mayor al 5%.

*Tabla 58. Prueba de homocedasticidad del embudo en V.*

<b>Prueba de Homogeneidad de Varianzas</b>				
<b>Embudo en V</b>				
<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>	
<b>1.932</b>	3	8	0.203	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

### Anova

El análisis de la varianza es una técnica estadística de contraste de hipótesis.

Trata de probar si el efecto de un factor o tratamiento en la respuesta de un proceso o sistema es significativo.

*Tabla 59. Prueba de hipótesis.*

<b>ANOVA</b>					
<b>Embudo en V</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	319.300	3	106.433	5923.931	0.000
<b>Dentro de grupos</b>	0.144	8	0.018		
<b>Total</b>	<b>319.444</b>	<b>11</b>			

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

- H0: La adición de aditivo no aumenta el Tv (hipótesis nula).
  - H1: La adición de aditivo aumenta el Tv (hipótesis alternativa).
- < 0.05 por tanto rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

#### 4.9.3. Ensayo del anillo en J.

La variable debe distribuirse según la Ley Normal en cada uno de los grupos que se comparan (criterio de “normalidad”).

Para que la prueba de normalidad cumpla, la significancia tiene que ser mayor al 5%.

*Tabla 60. Prueba de normalidad del anillo en J.*

		Prueba de Normalidad		
		Shapiro-Wilk		
Aditivo Sika Viscocrete 3330		Estadístico	gl	Sig.
Anillo en	0.90%	0.912	3	0.424
J	1.10%	1.000	3	1.000
(diámetro)	1.30%	0.923	3	0.463

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

- H0: La variable sigue una distribución normal (hipótesis nula).
- H1: La variable no sigue una distribución normal (hipótesis alternativa).

La significancia  $> 0.05$  por tanto se acepta la H0.

#### Homogeneidad de varianzas

Las varianzas de la distribución de la variable cuantitativa de las que provienen los grupos que se comparan deben ser homogéneas (criterio de homogeneidad o homocedasticidad).

Para que la a prueba de homogeneidad cumpla, la significancia tiene que ser mayor al 5%.

*Tabla 61. Prueba de homocedasticidad del anillo en J.*

<b>Prueba de Homogeneidad de Varianzas</b>				
<b>Anillo en J (diámetro)</b>				
<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>	
<b>2.313</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>0.153</b>	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

### **Anova**

El análisis de la varianza es una técnica estadística de contraste de hipótesis.

Trata de probar si el efecto de un factor o tratamiento en la respuesta de un proceso o sistema es significativo.

*Tabla 62. Prueba de hipótesis.*

<b>ANOVA</b>					
<b>Anillo en J (diámetro)</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	933312.667	3	311104.222	6738.720	0.000
<b>Dentro de grupos</b>	369.333	8	46.167		
<b>Total</b>	<b>933,682.000</b>	<b>11</b>			

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

- H0: La adición de aditivo no aumenta el escurrimiento djf (hipótesis nula).
  - H1: La adición de aditivo aumenta el escurrimiento djf (hipótesis alternativa).
- < 0.05 por tanto rechazamos la H0 y aceptamos la H1.



#### 4.9.4. Ensayo de caja en L.

##### Caja en L (T20)

La variable debe distribuirse según la Ley Normal en cada uno de los grupos que se comparan (criterio de “normalidad”).

Para que la prueba de normalidad cumpla, la significancia tiene que ser mayor al 5%.

*Tabla 63. Prueba de normalidad de caja en L (T20).*

		Prueba de Normalidad		
		Shapiro-Wilk		
Aditivo Sika Viscocrete 3330		Estadístico	gl	Sig.
Caja en	0.90%	0.907	3	0.470
L,	1.10%	1.000	3	1.000
T=20cm	1.30%	1.000	3	1.000

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

- H0: La variable sigue una distribución normal (hipótesis nula).
- H1: La variable no sigue una distribución normal (hipótesis alternativa).

La significancia  $> 0.05$  por tanto se acepta la H0.

##### Homogeneidad de varianzas

Las varianzas de la distribución de la variable cuantitativa de las que provienen los grupos que se comparan deben ser homogéneas (criterio de homogeneidad o homocedasticidad).

Para que la a prueba de homogeneidad cumpla, la significancia tiene que ser mayor al 5%.

*Tabla 64. Prueba de homocedasticidad de caja en L (T20).*

<b>Prueba de Homogeneidad de Varianzas</b>				
<b>Caja en L, T=20cm</b>				
<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>	
<b>3.404</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>0.074</b>	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

### **Anova**

El análisis de la varianza es una técnica estadística de contraste de hipótesis.

Trata de probar si el efecto de un factor o tratamiento en la respuesta de un proceso o sistema es significativo.

*Tabla 65. Prueba de hipótesis.*

<b>ANOVA</b>						
<b>Caja en L, T=20cm</b>						
	<b>Suma de</b>	<b>gl</b>	<b>Media</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	
	<b>cuadrados</b>		<b>cuadrática</b>			
<b>Entre grupos</b>	4.082	3	1.361	1540.311	0.000	
<b>Dentro de grupos</b>	0.007	8	0.001			
<b>Total</b>	<b>4.089</b>	<b>11</b>				

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

•H0: La adición de aditivo no aumenta el T20 (hipótesis nula).

•H1: La adición de aditivo aumenta el T20 (hipótesis alternativa).

< 0.05 por tanto rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

### Caja en L (T40)

La variable debe distribuirse según la Ley Normal en cada uno de los grupos que se comparan (criterio de “normalidad”).

Para que la prueba de normalidad cumpla, la significancia tiene que ser mayor al 5%.

*Tabla 66. Prueba de normalidad de caja en L (T40).*

		Prueba de Normalidad		
		Shapiro-Wilk		
Aditivo Sika Viscocrete 3330		Estadístico	gl	Sig.
Caja en	0.90%	0.996	3	0.878
L,	1.10%	0.942	3	0.537
T=40cm	1.30%	0.871	3	0.298

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

- H0: La variable sigue una distribución normal (hipótesis nula).
- H1: La variable no sigue una distribución normal (hipótesis alternativa).

La significancia  $> 0.05$  por tanto se acepta la H0.

### Homogeneidad de varianzas

Las varianzas de la distribución de la variable cuantitativa de las que provienen los grupos que se comparan deben ser homogéneas (criterio de homogeneidad o homocedasticidad).

Para que la a prueba de homogeneidad cumpla, la significancia tiene que ser mayor al 5%.

*Tabla 67. Prueba de homocedasticidad de caja en L (T40).*

<b>Prueba de Homogeneidad de Varianzas</b>				
<b>Caja en L, T=40cm</b>				
<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>	
<b>2,921</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>1.000</b>	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

### Anova

El análisis de la varianza es una técnica estadística de contraste de hipótesis.

Trata de probar si el efecto de un factor o tratamiento en la respuesta de un proceso o sistema es significativo.

*Tabla 68. Prueba de hipótesis.*

<b>ANOVA</b>						
<b>Caja en L, T=40cm</b>						
	<b>Suma de</b>	<b>gl</b>	<b>Media</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	
	<b>cuadrados</b>		<b>cuadrática</b>			
<b>Entre grupos</b>	18.270	3	6.090	2327.431	0.000	
<b>Dentro de grupos</b>	0.021	8	0.003			
<b>Total</b>	<b>18.291</b>	<b>11</b>				

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

•H0: La adición de aditivo no aumenta el T40 (hipótesis nula).

•H1: La adición de aditivo aumenta el T40 (hipótesis alternativa).

< 0.05 por tanto rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

#### 4.9.5. Ensayo de resistencia a la compresión.

La variable debe distribuirse según la Ley Normal en cada uno de los grupos que se comparan (criterio de “normalidad”).

Para que la prueba de normalidad cumpla, la significancia tiene que ser mayor al 5%.

*Tabla 69. Prueba de normalidad de resistencia a la compresión.*

Aditivo Sika Viscocrete 3330		Prueba de Normalidad		
		Shapiro-Wilk		
Resistencia a	Patrón 0.90%	Estadístico	gl	Sig.
Compresión 28 días	1.10%	0.950	5	0.739
	1.30%	0.934	5	0.624
		0.936	5	0.638
		0.820	5	0.116

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

•H0: La variable sigue una distribución normal (hipótesis nula).

•H1: La variable no sigue una distribución normal (hipótesis alternativa).

La significancia  $> 0.05$  por tanto se acepta la H0.

#### Homogeneidad de varianzas

Las varianzas de la distribución de la variable cuantitativa de las que provienen los grupos que se comparan deben ser homogéneas (criterio de homogeneidad o homocedasticidad).

Para que la a prueba de homogeneidad cumpla, la significancia tiene que ser mayor al 5%.

*Tabla 70. Prueba de homocedasticidad de resistencia a la compresión.*

<b>Prueba de Homogeneidad de Varianzas</b>				
<b>Resistencia a la compresión</b>				
<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>	
<b>2.175</b>	3.000	16	0.131	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

### **Anova**

El análisis de la varianza es una técnica estadística de contraste de hipótesis.

Trata de probar si el efecto de un factor o tratamiento en la respuesta de un proceso o sistema es significativo.

*Tabla 71. Prueba de hipótesis.*

<b>ANOVA</b>					
<b>Resistencia a Compresión</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	31649.484	3	10549.828	621.088	0.000
<b>Dentro de grupos</b>	271.777	16	16.986		
<b>Total</b>	<b>31921.261</b>	<b>19</b>			

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

- H0: La adición de aditivo no aumenta la resistencia a la compresión (hipótesis nula).
- H1: La adición de aditivo aumenta la resistencia a la compresión (hipótesis alternativa).

< 0.05 por tanto rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

## CAPÍTULO V. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

### 5.1. Discusiones

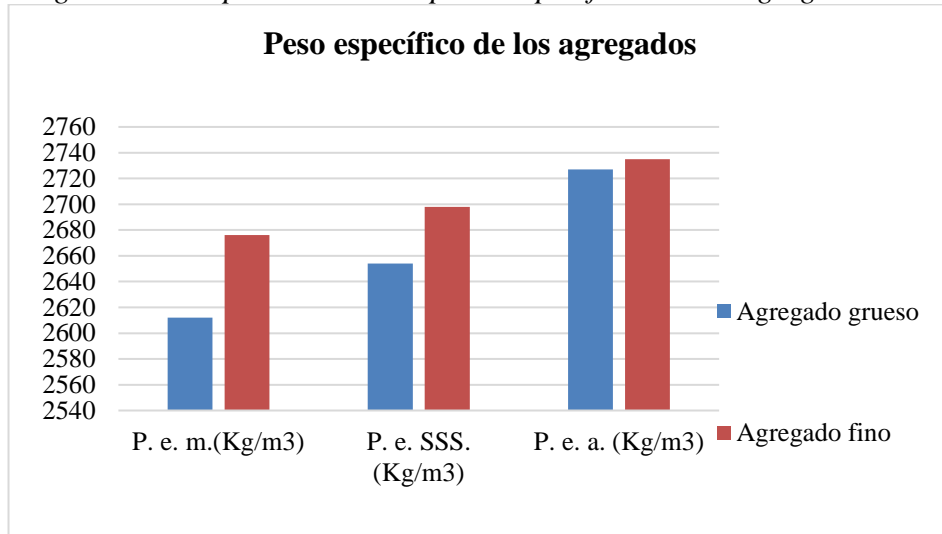
#### 5.1.1. Caracterización de los agregados.

En la investigación, para la caracterización de los agregados se realizó: el análisis granulométrico, peso específico, absorción de los agregados, peso unitario suelto y compactado; contenido de humedad y el peso unitario del agregado global, siguiendo los procedimientos de las normas técnicas peruanas.

Para el análisis granulométrico (NTP 400.012) se obtuvo un módulo de finura de 2.69 el cual está dentro de las recomendaciones de la norma de 2.30 y 3.10 además de estar conforme a los husos de la (NTP 400.037), para la granulometría del agregado grueso se obtuvo un MF de 6.34, en el huso 07 de tamaño máximo nominal de  $\frac{1}{2}$ " y de tamaño máximo de  $\frac{3}{4}$ ". En las gráficas granulométricas se apreció que los agregados tanto grueso como fino están dentro de los límites de los husos de acuerdo a la (NTP 400.037).

En el agregado grueso según la (NTP 400.021) se obtuvo un peso específico de masa de 2612 Kg/m<sup>3</sup>, en el peso específico saturado superficialmente seco 2654 Kg/m<sup>3</sup> y en el peso específico aparente 2727Kg/m<sup>3</sup>, además de una absorción de 1.61% para el agregado fino un peso específico de masa 2676 Kg/m<sup>3</sup>, en el peso específico saturado superficialmente seco 2654 Kg/m<sup>3</sup> y en el peso específico aparente 2727 Kg/m<sup>3</sup>y una absorción de 0.81%.

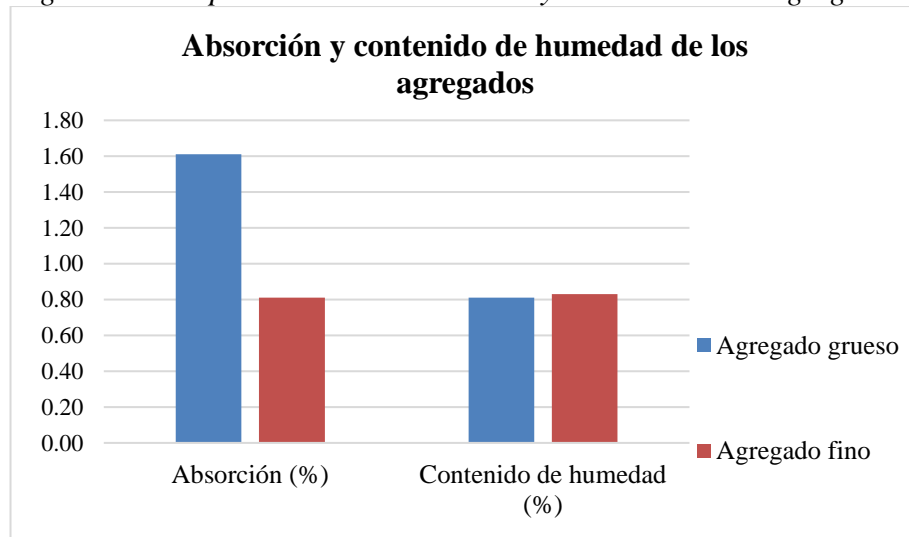
Figura 15. Comparación de los pesos específicos de los agregados.



Fuente: Elaboración propia, 2019

Con respecto al contenido de humedad según (NTP 339.185) el agregado fino tuvo 0.83% y en el agregado grueso 0.81%, los materiales estuvieron guardados en baldes con tapa en las mismas condiciones.

Figura 16. Comparación de la absorción y humedad de los agregados.

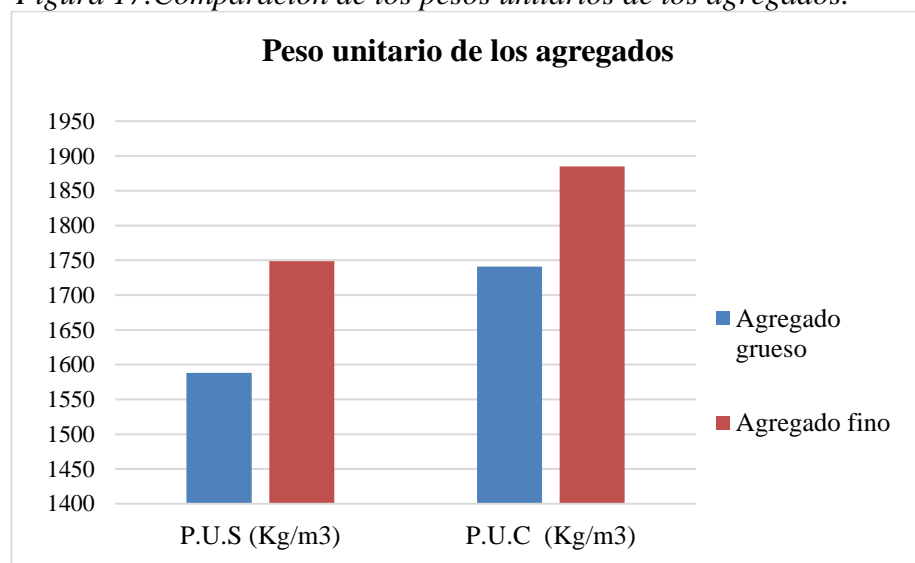


Fuente: Elaboración propia, 2019



Con relación al peso unitario según norma (NTP 400.017) el agregado grueso en su peso unitario suelto, tuvo 1590 Kg/m<sup>3</sup> y en su peso compactado 1740 Kg/m<sup>3</sup> con respecto al agregado fino en su peso suelto, éste arrojó 1750 Kg/m<sup>3</sup> y en su peso compactado 1890 Kg/m<sup>3</sup>, los pesos compactados se aprecian que son más altos debido a que tiene menor cantidad de vacíos por los tanto son más densos.

*Figura 17. Comparación de los pesos unitarios de los agregados.*

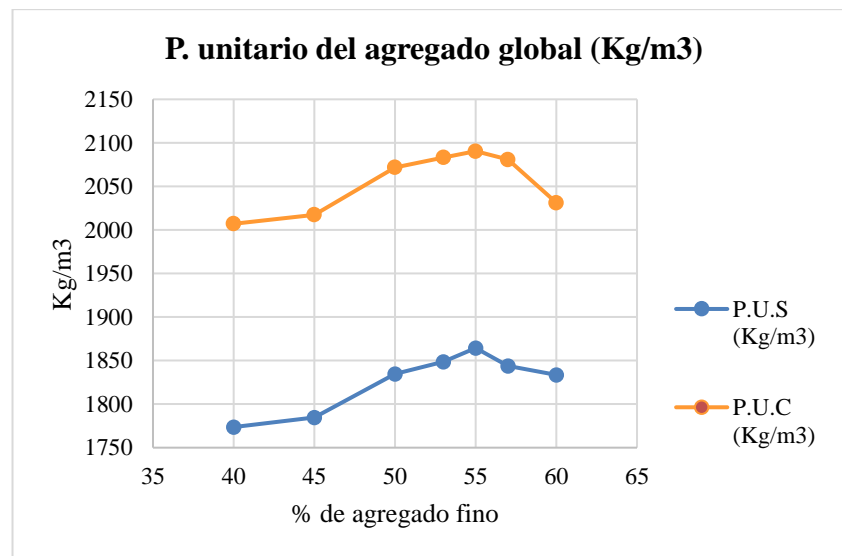


*Fuente: Elaboración propia, 2019*

Por otro lado, se hizo el peso unitario global el cual consta de unas combinaciones de agregado fino y grueso las cuales fueron 40%, 45%, 50%, 53%, 55%, 57%, 60%, obteniéndose la densidad máxima a 55% de fino y 45% de agregado grueso, para el de 40% de fino se obtuvo un peso suelto de 1770 Kg/m<sup>3</sup> y peso compactado de 2010 Kg/m<sup>3</sup>, a 45% de fino el peso suelto 1790Kg/m<sup>3</sup> y peso compactado 2020 Kg/m<sup>3</sup>, para 50% de fino el peso suelto 1840 Kg/m<sup>3</sup> y peso compactado 2070 Kg/m<sup>3</sup>, en 53% de fino el peso suelto 1850 Kg/m<sup>3</sup> y peso compactado 2080 Kg/m<sup>3</sup>, a 55% de fino el peso suelto 1860 Kg/m<sup>3</sup> y peso compactado 2090 Kg/m<sup>3</sup>, en 57%

de fino el peso suelto 1840 Kg/m<sup>3</sup> y peso compactado 2080 Kg/m<sup>3</sup> por último para 60 % de fino el peso suelto 1830 Kg/m<sup>3</sup> y peso compactado 2030 Kg/m<sup>3</sup>. Dado por los valores obtenidos se vio que la combinación de 55% de fino con 45% de grueso es el de más compacidad.

Figura 18. Curva del peso unitario del agregado global.



Fuente: Elaboración propia, 2019

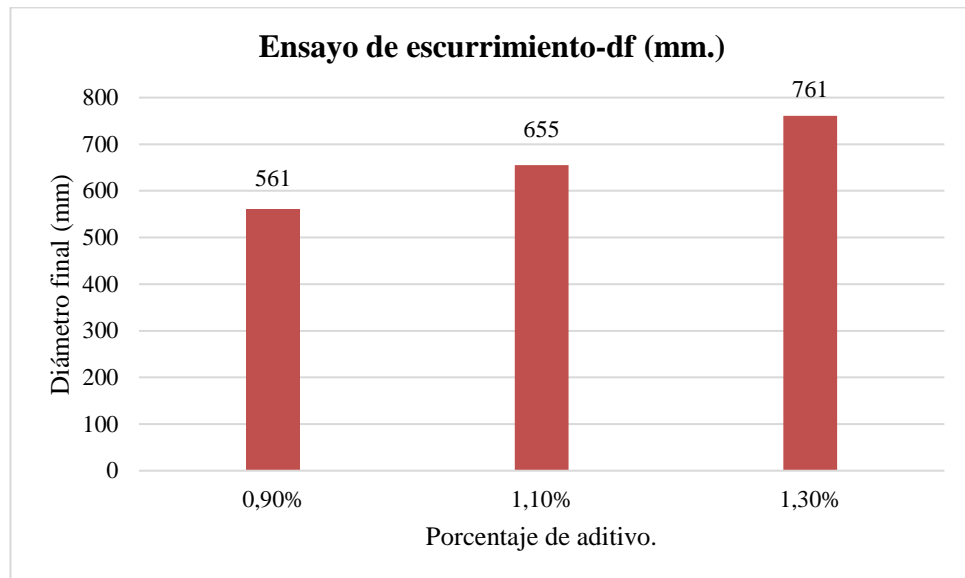
## 5.1.2. Ensayos del concreto autocompactante.

### 5.1.2.1. Ensayos de la Fluidéz.

Para la determinación de la fluidez, con el ensayo de escurrimiento según la UNE 83361 para la muestra patrón la cual no incluía aditivo al ser de consistencia muy seca no fluyó sino que mantuvo casi la forma del cono, pero para las muestras con aditivo estas si fluyeron determinándose el diámetro final (df) el cual para un 0.9% de aditivo se tuvo 561 mm, para 1.1% este fue de 655 mm, en el caso de 1.3% fue de 761 mm, además para el parámetro del T50 que es el tiempo a la que la circunferencia en su flujo llega a 50cm se obtuvo al porcentaje de 0.9% un tiempo de 5.45 seg, a 1.1% unos 3.40seg y a 1.3% fue de 1.26 seg. Por lo que se puede

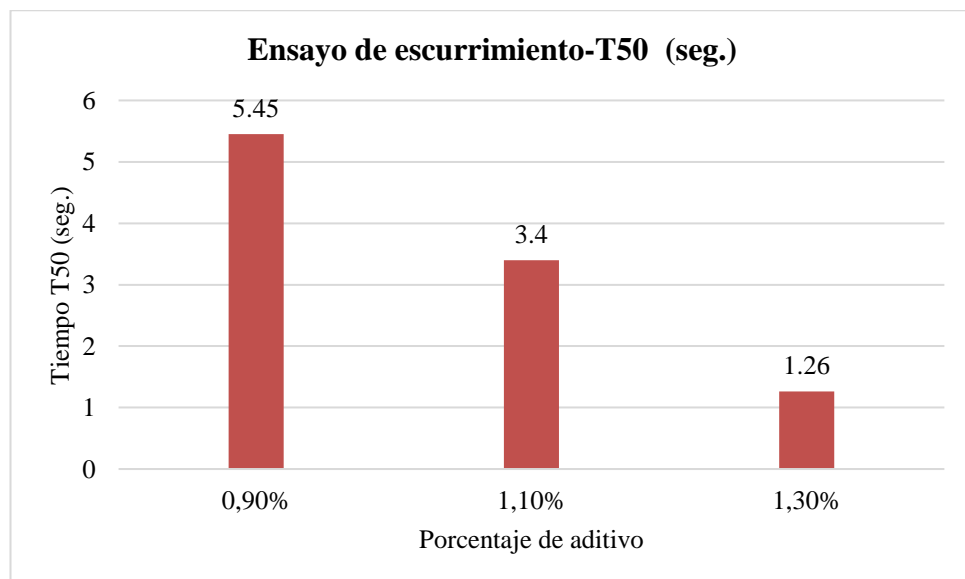
decir que mientras más aditivo tenga, el diámetro final es más alto y el T50 es más bajo.

*Figura 19. Ensayo de escurrimiento (df).*



*Fuente: Elaboración propia, 2019*

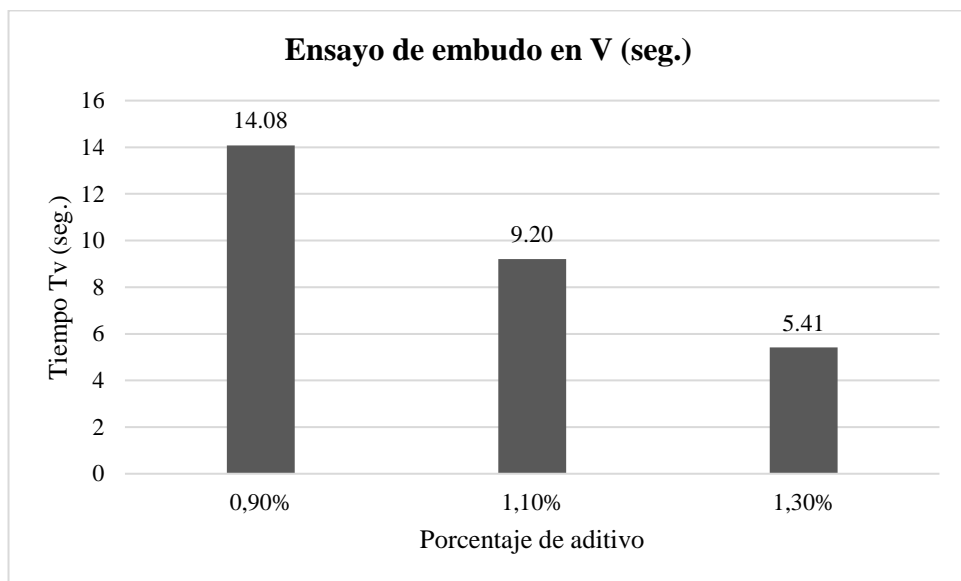
*Figura 20. Ensayo de escurrimiento (T50).*



*Fuente: Elaboración propia, 2019*

Con respecto al ensayo del embudo en V (UNE 83364) que caracteriza también la fluidez se obtuvo al 0.9% un tiempo de flujo de 14.08 seg siendo de consistencia más viscosa, para 1.1% que fue la más óptima, 9.20 seg, en el caso de 1.3% se tuvo como tiempo 5.41 seg.

*Figura 21. Ensayo del embudo en V (Tv).*



*Fuente: Elaboración propia, 2019*

Según las recomendaciones para el concreto autocompactante del (Anejo 17, 2008) el diámetro final de escurrimiento al 0.9% y 1.1% están dentro los requisitos generales entre 550mm y 850mm pero si bien la de 0.9% es de consistencia más viscosa que podría generar atascos por estar cerca del límite inferior de 550mm que establece como mínimo el (Anejo 17, 2008) mientras el 1.1% fue verificada como de consistencia óptima por estar dentro de los rangos y no presentar algún tipo de segregación del agregado grueso o exudación, mientras que para el de 1.3% presentaba segregación del agua de mezcla en los bordes lo cual no calificaba como un concreto autocompactante óptimo. En el T50 todos los tiempos de las

dosificaciones están dentro del rango del Anejo 17 (2008), de tiempos menores a 8 seg, igualmente en el tiempo del embudo V los tiempos están dentro del rango de 4seg a 20 seg, pero como se dijo anteriormente, solo calificaba la dosificación de 1.1%.

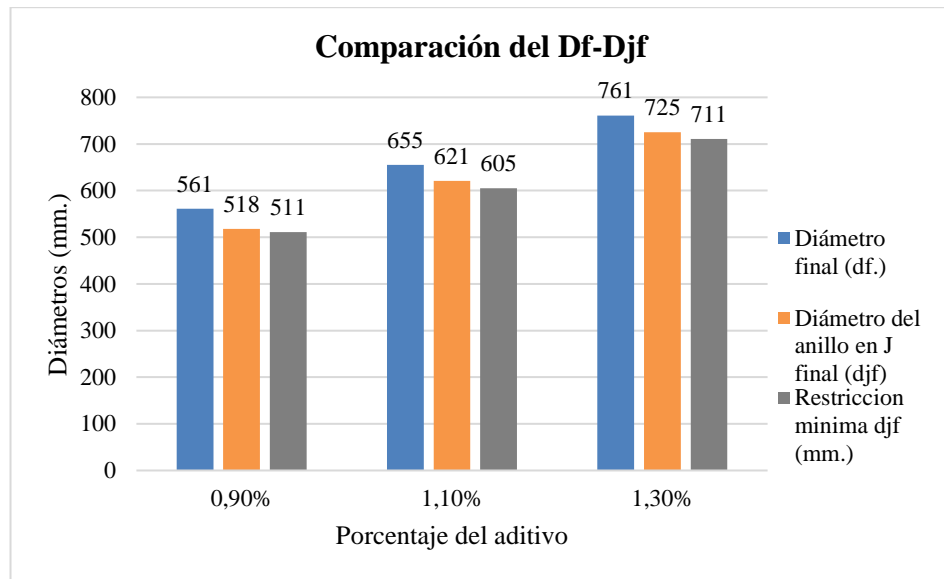
Siendo el porcentaje de 1.1% el más óptimo como concreto autocompactante, su clase de escurrimiento pertenece a un AC-E2 y un AC-V2, cualificándose su uso en estructuras no muy armadas, en elementos horizontales apto para encofrados no tan difíciles de llenar donde el concreto pueda fluir a través de los pequeños espacios, en elementos esbeltos y altos.

#### **5.1.2.2. Ensayos de la resistencia al bloqueo.**

En el ensayo del anillo en J (UNE 83362) empleado para demostrar la capacidad de pasar del concreto por las armaduras sin que se genere bloqueo. Se obtuvo en el diámetro final (djf) al 0.9% un diámetro de 518 mm, para el 1.1% unos 621 mm y para el 1.3% unos 725 mm, estos diámetros para calificar como un concreto autocompactante óptimo según la UNE 83362 debe de ser el  $d_{jf} \geq d_f - 50\text{mm}$ .

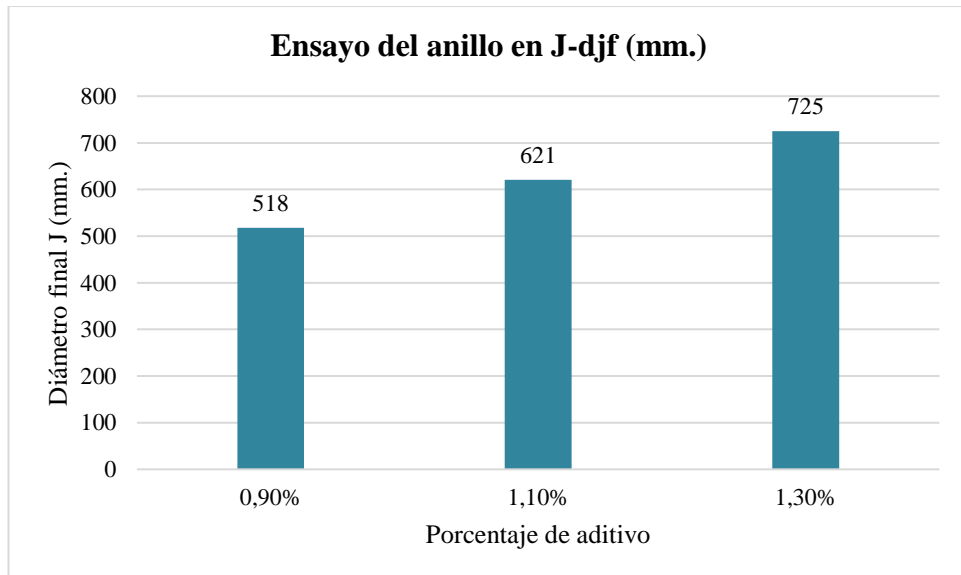
En la tabla () se compara los valores mínimos del djf, por lo que se aprecia las tres dosificaciones el djf están dentro del rango.

Figura 22. Comparación de diámetros del  $d_f$ ,  $d_{jf}$  y el valor mínimo del anillo en J.



Fuente: Elaboración propia, 2019

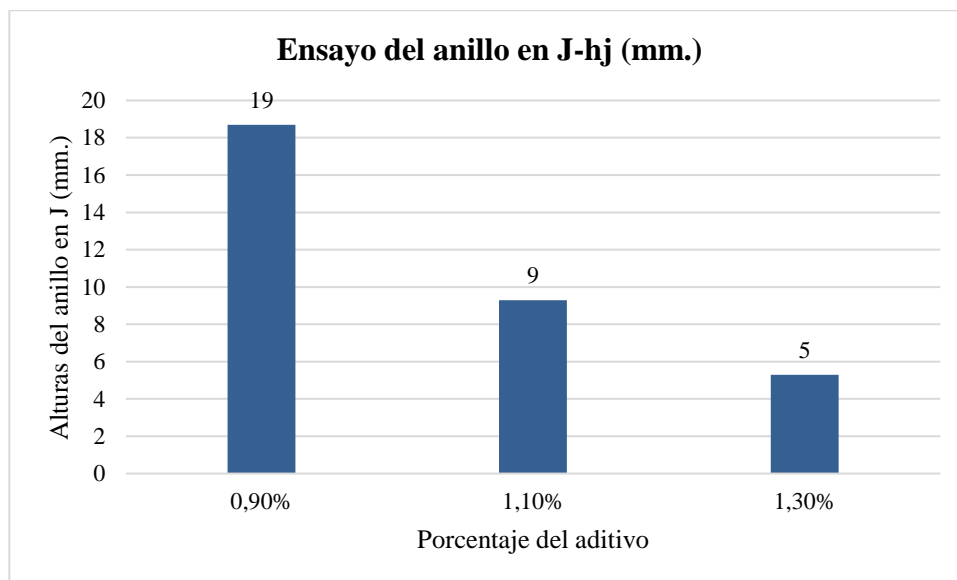
Figura 23. Ensayo del anillo en J ( $D_{jf}$ ).



Fuente: Elaboración propia, 2019

En las alturas del anillo en J para el porcentaje de 0.9% de aditivo se tuvo unos 19 mm, mientras que para un 1.1% se obtuvo 9 mm además en el 1.3% arrojó 5 mm. Se considera que si el concreto tiene un (hj) mayor a 15 mm es pobre, entre 10 mm y 15 mm tiene una capacidad de paso aceptable, si es menor a 10 mm es muy buena. Por lo tanto, con el 1.1% de aditivo se obtiene una capacidad buena de 9mm, al 0.9% pobre. En el 1.3% sería calificado como buena, siempre y cuando no haya presentado segregación en los bordes por lo tanto no se acepta.

*Figura 24. Ensayo del anillo en J (hj).*

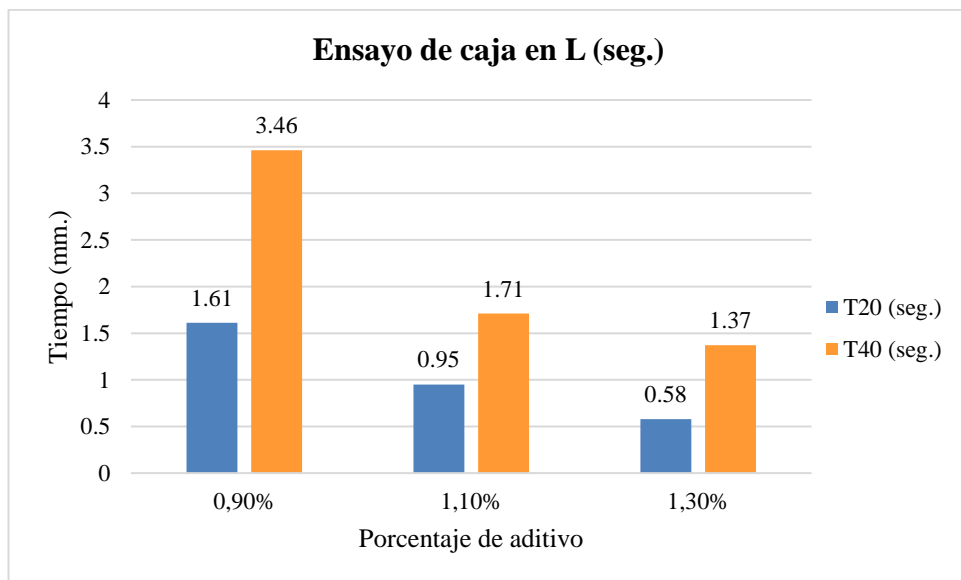


*Fuente: Elaboración propia, 2019*

Para el caso del ensayo de caja en L (UNE 83363) se obtiene el T20 que es el tiempo en desplazarse a la marca de 20 cm. en el 0.9% de aditivo con 1.61 seg, el concreto a 1.1% se obtuvo 0.95 seg, mientras que al 1.3% unos 0.58 seg en el caso del T40 al 0.9% unos 3.46 seg, al porcentaje de 1.1% unos 1.71 seg. Al 1.3% de aditivo unos 1.37 seg. Según la UNE 83363 se recomienda valores T20 < 1.5 seg. y T40 < 2.5 seg. Lo que se concluye que 0.9% no se acepta, la 1.1% que es la que muestra

mejor grado de fluidez es la más óptima, la 1.3% que obtiene unos tiempos dentro de los recomendados no se considera óptima ya que mostraba acumulación de agregado grueso en la parte posterior de la caja en L.

Figura 25. Comparación del ensayo de caja en L (T20 y T40).

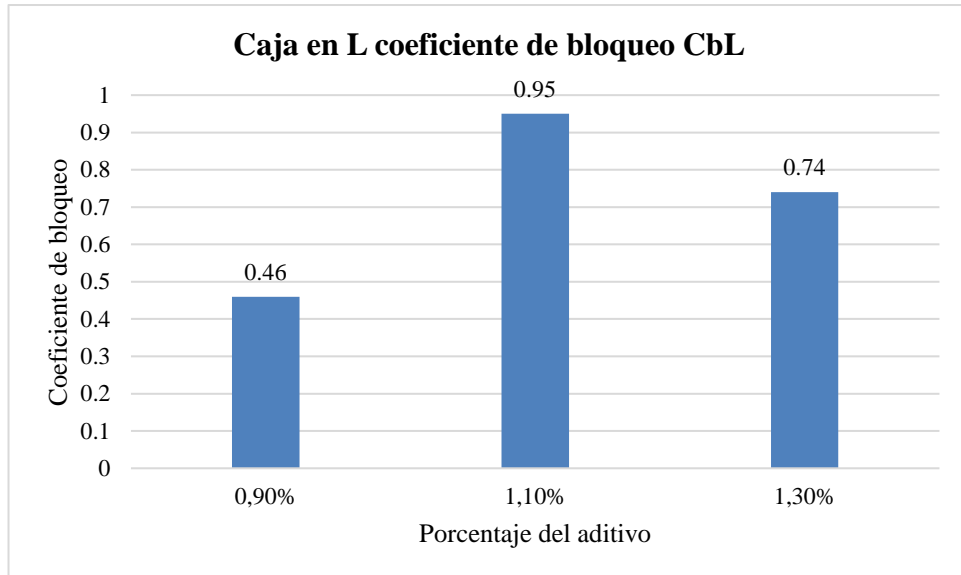


Fuente: Elaboración propia, 2019

En cuanto al coeficiente de bloqueo (CbL) que es la relación entre el H2 y el H1 se obtuvo al 0.9% un 0.46 debido a su mucha viscosidad en su flujo por lo tanto está fuera del intervalo de  $0,75 \leq CbL \leq 1,00$ . Al 1.1% tiene un buen coeficiente de 0.95 teniendo una buena nivelación en la caja en L y resistencia al bloqueo, mientras tanto en el 1.3% de aditivo se obtuvo 0.74, para el caso de 1.3% éste presentó una acumulación de agregado grueso retenido en la parte posterior, mostrando poca cohesión entre los agregados lo que explica que al ser fluida y tener poca cohesión del agregado grueso con el resto de los componentes del concreto tenga un bajo coeficiente de bloqueo.



Figura 26. Ensayo de caja en L (CbL).



Fuente: Elaboración propia, 2019

### 5.1.2.3. Ensayo de resistencia a la segregación.

Según la ASTM 1611-M5 el Índice de estabilidad visual que es una evaluación de la segregación de forma cualitativa y cuantitativa tiene los siguientes parámetros:

Tabla 72. Criterios del índice de estabilidad visual.

VSI VALOR	CRITERIOS
<b>0 = Muy estable</b>	No hay evidencia de segregación o sangrado.
<b>1 = Estable</b>	No hay evidencia de segregación y sangrado leve como brillo en la masa de concreto.
<b>2 = Inestable</b>	Un ligero halo de mortero < 0.5 pulg. (< 10mm) y/o una pila de agregados en la masa de hormigón
<b>3 = Muy inestable</b>	Claramente inestable de un gran halo de mortero > 0.5 pulg. (> 10mm) y/o una gran pila de agregados en el centro de la masa de hormigón

Fuente: Elaboración propia, 2019

Se verificó que el porcentaje de 0.9% no tenía segregación alguna, pero si de consistencia viscosa además de muy cohesiva lo que daba un índice de (0), para 1.1% de aditivo tampoco presentaba evidencia de segregación pues tuvo una buena distribución uniforme del agregado grueso en la superficie de la torta de concreto por lo que tuvo un índice de (0), mientras que para el 1.3% de aditivo si presentaba segregación de halo en los bordes, calificándose con un índice de (2).

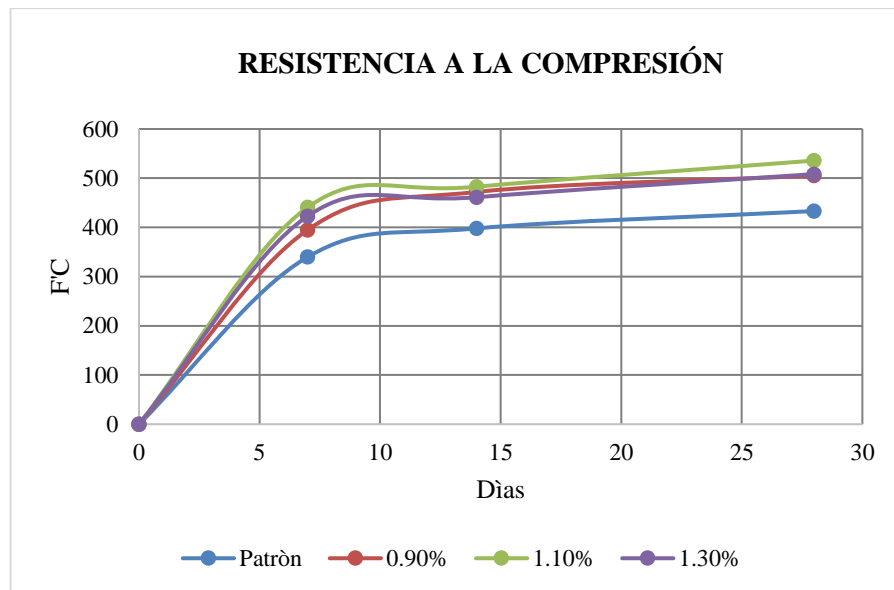
#### **5.1.2.4. Ensayo de resistencia a la compresión.**

La (NTP 339.034) consiste en determinar la resistencia máxima de probetas cilíndricas de concreto. Para el presente estudio se elaboraron probetas patrón a 7 días con un resultado de 349 Kg/cm<sup>2</sup>, en el caso de 14 días su resistencia alcanzada fue de 398 Kg/cm<sup>2</sup> mientras que a los 28 días fue de 433 Kg/cm<sup>2</sup>.

En las probetas a un porcentaje de 0.9% a los 7 días dio como resultado 395 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días unos 472 Kg/cm<sup>2</sup> y por último a los 28 días se obtuvo 505 Kg/cm<sup>2</sup>. Al 1.1% de aditivo a los 7 días arrojó 441 Kg/cm<sup>2</sup>, en 14 días fue de 483 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 536 Kg/cm<sup>2</sup> y al 1.3% a los 7 días fue de 423 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días dio unos 461 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de curado fue de 508 Kg/cm<sup>2</sup>.

Se puede analizar que las probetas con aditivo incrementan la resistencia a la compresión con respecto al patrón que fueron las únicas chuseadas mientras que las otras fueron hechas mediante vertido simple sin chusear.

Figura 27. Comparación de resistencia a la compresión.



Fuente: Elaboración propia, 2019

Se puede analizar que las tres dosificaciones aumentan la resistencia en comparación a la patrón, obteniéndose que las probetas con 1.1% son las de mayor resistencia de todas debiéndose que ésta dosificación fue la óptima que aprobó todos los ensayos de autocompactabilidad pues no tenía tendencia a segregarse o a la exudación, además de ser la de mayor compacidad, para la de 0.9% que fue la más viscosa arrojó menos resistencia al ser de menor compacidad, mientras que 1.3% dio un menor resultado debido a que era la que mostraba tendencia a segregarse y tener exudación por su poca cohesión entre sus componentes la cual fue apreciada en los ensayos de autocompactabilidad.

#### **5.1.2.5 Ensayo en elementos verticales.**

En esta prueba de tipo cualitativa consistió en verificar en un molde de vidrio si se presenta la formación de cangrejas, la uniformidad del llenado y el agregado, así como la consolidación del concreto autocompactante, para ello se evaluó empleando: una muestra patrón la cual fue chuseada, a un porcentaje de 0.9%, al 1.1% la cual fue la más óptima y por último a un 1.3% de aditivo.

En la muestra patrón de consistencia muy seca se procedió a aplicar 25 chuseadas con la varilla metálica a tres capas, pese a ser chuseada, aún contenía espacios visibles sin llenar con presencia de aire, generándose cangrejas en su superficie.

Al 0.9% la mezcla fue de consistencia viscosa y poco fluida, que durante el vaciado en el elemento vertical presentó la conformación de cangrejas por la acumulación de espacios vacíos formadas en el interior de la estructura producto de la poca fluidez y trabajabilidad de sus partículas.

Para 1.1% de aditivo, presentó una uniformidad en la consistencia y la textura de la muestra durante su proceso de mezclado, por ello tuvo mejor presencia en cuanto al acabado, se presentó una uniformidad de la disposición de las partículas en el momento del vaciado en la estructura, muy trabajable, homogénea y fluida. No existió la formación de cangrejas y fallas visibles.

Por último, al 1.3% de aditivo la mezcla fue muy fluida y segregada, con una consolidación del agregado grueso presentándose una tendencia a decantarse en el fondo del elemento vertical, se caracterizó por no ser homogénea y muy fluida con presencia de burbujas y ondulaciones visibles en las caras laterales producto de la segregación del agregado grueso.

## 5.2 Conclusiones

- Se determinó que la adición del aditivo Sika Viscocrete 3330 a porcentajes de 0.9%, 1.1% y 1.3% influye de manera positiva en la resistencia a la compresión a edades de 7, 14 y 28 días con respecto a las patrón, además en los ensayos para un concreto autocompactante se mejoró las características de autocompactabilidad como fluidez, resistencia al bloqueo y resistencia a la segregación si bien también se comprobó que si se añade demasiado aditivo como a 1.3% se obtiene una reducción en el buen desempeño de un concreto autocompactante.
- Se caracterizó el agregado fino y grueso según las NTP los cuales cumplieron con sus especificaciones, para el agregado fino tuvo un módulo de finura de 2.69, en su peso específico unos 2548 Kg/m<sup>3</sup>, con una absorción de 2.04%, además en su peso unitario suelto 1750 Kg/m<sup>3</sup>, en su peso compactado 1890 Kg/m<sup>3</sup> y en su contenido de humedad un 0.7%, mientras que en el agregado grueso de un TMN de ½” se tuvo de peso específico 2612 Kg/m<sup>3</sup>, absorción 1.61%, en su peso unitario suelto 1590 Kg/m<sup>3</sup>, en su peso compactado 1740 Kg/m<sup>3</sup> y en su contenido de humedad 0.5%.
- Se pudo establecer el diseño de mezcla según las recomendaciones del ACI 237R para un concreto autocompactante, obteniéndose para una tanda de 40L la siguiente cantidad: cemento 18.80kg, agua 7.75 kg, agregado fino 37.57, agregado grueso 30.00 kg y aditivo Sika Viscocrete 3330 a 0.207 kg.
- Se pudo comparar que la resistencia a la compresión de probetas con adición de aditivo tiene un incremento en su resistencia con respecto a la patrón a los 7 días de 349 Kg/cm<sup>2</sup>, al 0.9% a se obtuvo 395 Kg/cm<sup>2</sup>, a 1.1% unos 441

Kg/cm<sup>2</sup>, al 1.3% unos 423 Kg/cm<sup>2</sup>, además a los 14 días en la patrón 398 Kg/cm<sup>2</sup> a 0.9% se obtuvo 472 Kg/cm<sup>2</sup>, a 1.1% unos 483 Kg/cm<sup>2</sup>, al 1.3% unos 461 Kg/cm<sup>2</sup> y por último a los 28 días 433 Kg/cm<sup>2</sup> en la patrón, a 0.9% se obtuvo 505 Kg/cm<sup>2</sup>, a 1.1% unos 536 Kg/cm<sup>2</sup> y a 1.3% 508 Kg/cm<sup>2</sup>.

- Se evaluó por medio de las normas UNE y ASTM las propiedades de un concreto autocompactante como la fluidez, la resistencia al bloqueo y la resistencia a la segregación.
- Se determinó que la dosificación óptima de aditivo que cumplió con los requisitos de autocompactabilidad de un concreto autocompactante óptimo fue de 1.1% en relación al peso del cemento.
- Se verificó que en los elementos verticales la dosificación óptima de 1.1% tuvo un buen acabado superficial, sin segregación con una buena distribución de los agregados, sin embargo, al 0.9% al ser de consistencia muy viscosa presentaba un pobre acabado, al 1.3% tuvo decantación del agregado grueso en el fondo del elemento mientras que en las muestras patrón presentaron la formación de cangrejeras y un mal acabado pese a ser chuseadas.

## RECOMENDACIONES

- Investigar la influencia en las propiedades de un concreto autocompactante con varios tipos de cemento disponibles en el mercado de la ciudad de Trujillo.
- Realizar estudios de si es compatible emplear concreto reciclado de la ciudad de Trujillo para la elaboración de un concreto autocompactante.
- Se recomienda emplear las dosificaciones de un aditivo superplastificante dentro del especificado en la ficha técnica y partir de eso encontrar la dosificación óptima para el concreto autocompactante.
- Emplear agregado grueso de ½” para un concreto autocompactante con el fin de tener un mejor desempeño.
- Se recomienda emplear el método de la combinación del agregado global para obtener la mejor relación de agregado fino y grueso que aporte una mayor compacidad al concreto.
- Investigar la influencia del aditivo en otras propiedades como la flexión y tracción indirecta.
- Realizar estudios sobre la adición de filler o nanosílice para determinar cuánto mejora en la resistencia en la compresión y de modificadores de viscosidad que le aporten mayor cohesividad para obtenerse un concreto autocompactante.
- Se aconseja realizar los ensayos de autocompactabilidad con un mínimo de 2 personas para que los datos recolectados según los ensayos sean lo más preciso posibles.

- Elaborar un concreto autocompactante con relaciones de agua/cemento diferente a 0.4, además emplear otros aditivos superplastificantes disponibles en el mercado.



## REFERENCIAS




- Alvarez, A. (2007). *Desempeño del concreto autocompactable en estado fresco y endurecido*. Mexico D.F.
- Anejo 17. (2008). *Recomendaciones para la utilización del hormigón autocompactante-Anejo 17*. Madrid.
- Aragón, S., & Solano, J. (2006). *Manual de consejo prácticos sobre concreto*. San José.
- Benito, F. (2014). *Propiedades mecánicas y retracción de hormigones autocompactantes fabricados con escorias siderúrgicas de alto horno*. Valencia.
- Carrasco, F. (2013). *Propiedades de la mezcla fresca de hormigón*. Santa Fe.
- CEMEX S.A.B. (2017). CEMEX. Obtenido de <https://www.cemex.com/es/productos-servicios/productos/concreto-premezclado>
- David Camposanto., David Silva. (2016). *Caracterización de hormigón autocompactante reforzado con fibras sintéticas para uso estructural*. Santiago de Chile.
- Flores, B. (2015). *Hormigón Autocompactante*. Quito.
- García, L., Jacobo, F., & Mendoza, J. (2014). *Factores que influyen en la resistencia del concreto en la construcción de la residencia universitaria San Eloy de la ciudad de Trujillo*. Trujillo.
- García, S., & Mas, V. (2009). *Piel de Hormigón Aspectos Técnicos y Estéticos del Hormigón Autocompactante*. Valencia.
- Gerardo A. Rivera L. (2000). *Concreto simple*. Cauca.
- González, S., Landaverde, A., & Romero, C. (2005). *Concreto autocompactante: propuesta para el diseño de mezcla. Beneficios técnicos y consideraciones básicas para su implementación en el salvador*. San Salvador.
- Huarcaya, C. (2014). *Comportamiento de la asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional sikament 290N y aditivo super plastificante viscvoflow20E*. Lima.
- Levi, A., & Tolmos, F. (2016). *Optimización en el sistema constructivo para elementos verticales en edificaciones empleando el sistema de vaciado por inyección desde la parte inferior con concreto autocompactante*. Lima.
- Medina, L. (2012). *Sistemas Estructurales Verticales*. Valencia.
- Molina, C., & Saldaña, S. (2014). *Influencia del aditivo hiperplastificante plastol 200 ext en las propiedades del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido*. Trujillo.
- O.I.T. (2001). En *La industria de la construcción en el siglo XXI: su imagen, perspectivas de empleo y necesidades en materia de calificaciones*. Navarra.
- Parra, L., & Egeuz, H. (2009). *Diseño de mezclas para un hormigón autocompactante*. Guayaquil.
- Pérez, C. (2015). *Influencia del aditivo Sika Viscocrete 3330 en la durabilidad del concreto autocompactante elaborado con cemento tipo II y V*. Cajamarca.
- Pineda, H. (2003). *Diseño de mezcla de concreto autocompactante*. Lima.
- Portugal, P. (2007). *Tecnología del Concreto de Alto Desempeño*. Arequipa.
- Quiroz, M., & Salamanca, L. (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de tecnología del hormigón*. Cochabamba.
- Rabanal, D., & Su, A. (2017). *Diseño de un concreto autocompactable*. Pimentel.
- Rigueira, J. (2007). *Estudio de la sensibilidad e influencia de la composición en las propiedades reológicas y mecánicas de los hormigones autocompactantes*. Valencia.
- Rios, A., & Tolmos, F. (2016). *Optimización en el sistema constructivo para elementos verticales en edificaciones empleando el sistema de vaciado por inyección desde la parte inferior con concreto autocompactante*. Lima.
- Rivva, E. (2010). *Tecnología del concreto: Materiales, Propiedades, y Diseños de mezclas*. Bogotá.
- Sciaraffia, R. (2005). *Diseño y evaluación de hormigones autocompactantes*. Santiago.
- SIKA PERU S.A. (2008). *Excelencia de Negocios en Concreto con Sika*. 2.

- SIKA S.A. (2015). *Optimizaciòn del diseño de Mezclas del Concreto* . Obtenido de <https://per.sika.com/es/soluciones-y-productos/publicaciones/articulos-tecnicos/que-es-reologia-concreto-construccion/como-optimizar-diseno-mezclas-concreto.html>
- Silva, Y., Robayo, R., Mattey, P., & Delvasto, S. (2015). *Obtención de Concretos Autocompactantes Empleando Residuos de Demolición*. Cali.
- Toscano, D. (2015). *Vulnerabilidad Sísmica y Propuestas de Reforzamiento de Estructuras de Hormigón Armado en Guayaquil*. Samborondón.
- Vargas, R., & Sciaraffia, R. (2005). *Diseño y evaluaciòn de hormigones autocompactantes*. Santiago
- Walpole, R., Myers, R., & Myers, S. (1999). *Probabilidad y Estadística para Ingenieros* . México: Prentice Hall.
- Zabaleta, H. (1992). *Compendio de Tecnología del Hormigón*. Santiago: I.CH.C.H.

# ANEXOS


# I. FICHAS TÉCNICAS

**Anexo I-01. Ficha técnica del cemento tipo I.**

		<b>CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.</b> Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad Teléfono 317 - 6000		 G-CC-F-04 Versión 03	
<b>Cemento Portland Tipo I</b> Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C 150 Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017					
<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>		<b>CPSAA</b>		<b>Requisito NTP 334.009 / ASTM C150</b>	
MgO	%	2.3	Máximo 6.0		
SO3	%	2.7	Máximo 3.0		
Pérdida por ignición	%	3.0	Máximo 3.5		
Residuo Insoluble	%	0.92	Máximo 1.5		
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>		<b>CPSAA</b>		<b>Requisito NTP 334.009 / ASTM C150</b>	
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12		
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80		
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3750	Mínimo 2800		
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA		
<b>Resistencia Compresión :</b>					
Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	26.1 (266)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)		
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	33.9 (346)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)		
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)		
<b>Tiempo de Fraguado Vicat :</b>					
Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45		
Fraguado Final	min	267	Máximo 375		
<p>Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.          La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.          (*) Requisito opcional.</p>					
 <b>Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas</b> Superintendente de Control de Calidad					
Solicitado por :			Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.		
<small>Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.</small>					

Fuente: Cementos Pacasmayo, 2019

**Anexo I-02. Ficha técnica del aditivo Sika Viscocrete 3330.**



---

## HOJA TÉCNICA

# Sika® ViscoCrete®-3330

---

Aditivo superplastificante de alto rango para climas fríos

---

<p><b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b></p>	<p>Es un superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para climas fríos y/o se necesita altas resistencias a tempranas edades.</p>
<p><b>USOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es adecuado para la producción de concreto en obra y concreto pre-mezclado.</li> <li>▪ Se usa para los siguientes tipos de concreto:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concreto pre-fabricado.</li> <li>- Acelera la fragua del concreto.</li> <li>- Para concretos de pavimentos tipos Fast Track, concretos de pronta puesta en servicio.</li> <li>- Concreto para climas fríos.</li> <li>- Concreto con alta reducción de agua (hasta 30%)</li> <li>- Es adecuado para concreto bajo agua, sistemas Tremie. (la relación agua material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)</li> <li>- Concreto de alta resistencia.</li> <li>- Concreto autocompactante.</li> </ul> </li> <li>▪ El alto poder reductor de agua, la excelente fluidez y el corto tiempo de fraguado con altas resistencias tempranas tienen una influencia positiva en las aplicaciones antes mencionadas</li> </ul>
<p><b>CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS</b></p>	<p>Sika® ViscoCrete®-3330 actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia)</li> <li>▪ Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).</li> <li>▪ Adecuado para la producción de concreto autocompactante.</li> <li>▪ Incrementa las altas resistencias iniciales (producción de prefabricados)</li> <li>▪ Alta impermeabilidad</li> <li>▪ Menor relación agua – cemento la impermeabilidad.</li> <li>▪ Aumenta la durabilidad del concreto.</li> </ul>

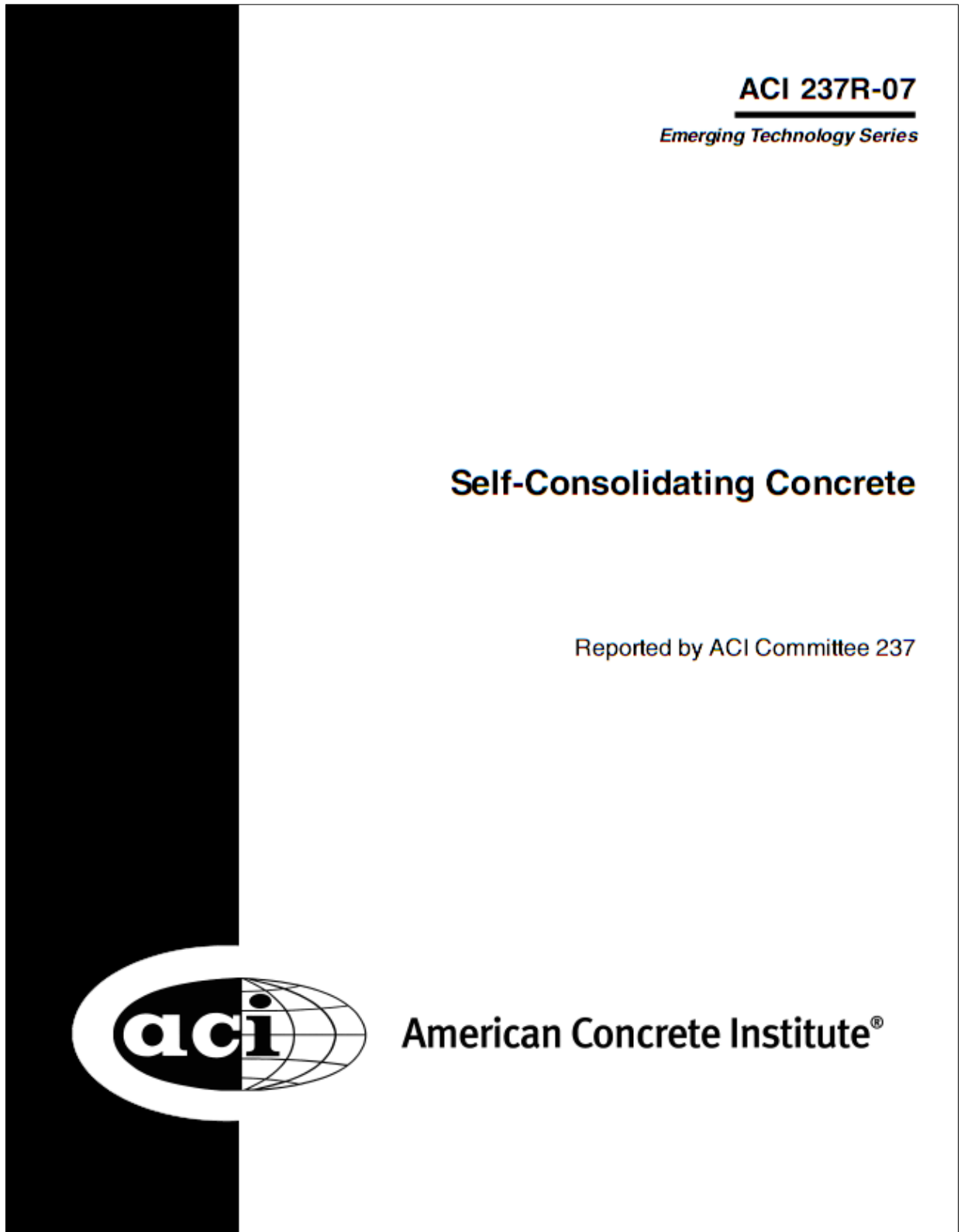
---

Hoja Técnica  
 Sika® ViscoCrete® - 3330  
 22.01.15, Edición 9

Fuente: SIKA, 2019

## **II. DISEÑO Y RECOMENDACIONES DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE**

**Anexo II-01. Diseño de un concreto autocompactante, ACI 237R-07.**



Fuente: ACI 237R-07



**Anexo II-02. Especificaciones del hormigón estructural – 2008**



**BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO**

AÑO CCCXLVIII • VIERNES 22 DE AGOSTO DE 2008 • SUPLEMENTO DEL NÚMERO 203

ESTE SUPLEMENTO CONSTA DE DOS FASCÍCULOS FASCÍCULO PRIMERO

**MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA**

**14167** *REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).*


**INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE-08)**



**MINISTERIO  
DE LA PRESIDENCIA**

Fuente: EHE-08

**Anexo II-03. Recomendaciones para la utilización del hormigón autocompactante  
(ANEJO17)**



# ANEJO 17

## Recomendaciones para la utilización del hormigón autocompactante

### 1 Alcance

A los efectos de este Anejo, se define como hormigón autocompactante aquel hormigón que, como consecuencia de una dosificación estudiada y del empleo de aditivos superplastificantes específicos, se compacta por la acción de su propio peso, sin necesidad de energía de vibración ni de cualquier otro método de compactación, no presentando segregación, bloqueo de árido grueso, sangrado, ni exudación de la lechada.

El hormigón autocompactante añade a las propiedades del hormigón convencional, en cualquiera de las clases resistentes, la propiedad de autocompactabilidad, descrita anteriormente.

Las prescripciones incluidas en el Articulado de esta Instrucción, están avaladas por la experiencia en hormigones convencionales, cuya docilidad se mide por su asiento en el cono de Abrams, según la UNE-EN 12350-2. En este Anejo se recogen unas recomendaciones para el empleo adecuado de estos hormigones que, por su autocompactabilidad, poseen propiedades en estado fresco que le confieren una docilidad que no puede ser evaluada mediante su asiento en el cono de Abrams.

Corresponde al Autor del Proyecto o, en su caso, a la Dirección Facultativa prescribir el tipo de hormigón autocompactante más adecuado en cada caso.

### 2 Complementos al texto de esta Instrucción

Seguidamente se indican, por referencia a los Títulos, Capítulos, Artículos y Apartados de esta Instrucción (con objeto de facilitar su seguimiento), recomendaciones para el empleo de hormigón autocompactante.

#### TÍTULO 1.º BASES DE PROYECTO

Son aplicables las bases establecidas en el articulado de la Instrucción.

#### TÍTULO 2.º ANÁLISIS ESTRUCTURAL

##### CAPÍTULO V. Análisis estructural

Son aplicables los principios y métodos de cálculo establecidos en el articulado.

Para cualquier análisis en el tiempo, así como para el cálculo de pérdidas o de flechas diferidas, el módulo de elasticidad, la fluencia y la retracción pueden ser diferentes en su valor y desarrollo en el tiempo a los hormigones de compactación convencional.

Fuente: Anejo17

# **III. ENSAYOS PARA CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS**



**Anexo III-02. NTP400.037 Especificaciones de los agregados.**

<b>NORMA TÉCNICA PERUANA</b>	<b>NTP 400.037 2014</b>
Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145	
Lima, Perú	
<p><b>AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto</b></p> <p>AGGREGATES. Standard Specification for Concrete Aggregates</p> <p>Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la norma ASTM C 33/C33M:2013, Standard Specification for Concrete Aggregates, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International</p> <p><b>2014-12-30</b> <b>3ª Edición</b></p>	
<p><b>PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL</b></p>	
R.0151-2014/CNB-INDECOPI. Publicada el 2015-01-14	Precio basado en 20 páginas
I.C.S.:91.100.30	<b>ESTA NORMA ES RECOMENDABLE</b>
Descriptores: Agregados, concreto, requisitos	

*Fuente: NTP 400.037*



**Anexo III-04. NTP 400.017 Peso unitario de los agregados.**

<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>NTP 400.017</b>
<b>PERUANA</b>	<b>2011</b>
Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI Calle De la Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145	
Lima, Perú	
<p><b>AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados</b></p> <p>AGGREGATE. Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate</p> <p>Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 29/C29M-2009 Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International.</p> <p><b>2011-02-02</b> <b>3ª Edición</b></p> <p>R.0002-2011/ CNB- INDECOPI. Publicada el 2011-03-12</p> <p>IC.S.: 91.100.30</p> <p>Descriptores: Agregados, densidad de masa, agregado grueso, densidad, agregado fino, peso unitario, vacíos en agregados</p> <p>Precio basado en 14 páginas</p> <p><b>ESTA NORMA ES RECOMENDABLE</b></p>	

*Fuente: NTP 400.017*

**Anexo III-05. NTP 400.022 Peso específico y absorción del agregado fino.**

<b>NORMA TÉCNICA PERUANA</b>	<b>NTP 400.022 2013</b>
Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145	
Lima, Perú	
 <b>AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino</b>	
AGGREGATES. Standard test method Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate	
Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 128-2012 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International	
<b>2013-12-26</b> <b>3ª Edición</b>	
 <b>PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL</b>	
R.0113-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2014-01-16	Precio basado en 20 páginas
I.C.S.: 91.100.30	<b>ESTA NORMA ES RECOMENDABLE</b>
Descriptor: absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, densidad, agregado fino; densidad relativa, gravedad específica	

*Fuente: NTP 400.022*



**Anexo III-06. NTP 400.021 Peso específico y absorción del agregado grueso.**

<b>NORMA TÉCNICA PERUANA</b>	<b>NTP 400.021 2013</b>
Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú	
<p><b>AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso</b></p> <p>AGGREGATES. Standard test method Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of coarse Aggregate</p> <p>Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 127-2012 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International</p> <p>2013-12-26 3ª Edición</p> <p>R.0113-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2014-01-16 Precio basado en 17 páginas I.C.S.: 91.100.30 <b>ESTA NORMA ES RECOMENDABLE</b> Descriptores: absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, densidad, agregado fino; densidad relativa, gravedad específica</p>	

Fuente: NTP 400.021

## **IV. ENSAYOS PARA UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE**

**Anexo IV-01. UNE 83361 Ensayo de escurrimiento.**

<b>norma española</b>		<b>UNE 83361</b>
		<b>Febrero 2007</b>
<b>TÍTULO</b>	<p><b>Hormigón autocompactante</b></p> <p><b>Caracterización de la fluidez</b></p> <p><b>Ensayo del escurrimiento</b></p> <p><i>Self-compacting concrete. Characterization of the flowability. Slump-flow test.</i></p> <p><i>Béton auto-plaçant. Caractérisation de la fluidité. Essai d'écoulement.</i></p>	
<b>CORRESPONDENCIA</b>		
<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>ANTECEDENTES</b>	<p>Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 83 Hormigón cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.</p>	
<p>Editada e impresa por AENOR Depósito legal: M 5907-2007</p> <p>© AENOR 2007 Reproducción prohibida</p>	<p>LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:</p> <p><b>AENOR</b> Asociación Española de Normalización y Certificación</p> <p>C Génova, 6 28004 MADRID-España</p> <p>Teléfono 91 432 60 00 Fax 91 310 40 32</p>	<p>4 Páginas</p> <p><b>Grupo 2</b></p>

*Fuente: UNE 83361*

**Anexo IV-02. UNE 83364 Ensayo del embudo en V.**

<b>norma española</b>		<b>UNE 83364</b>
		<b>Febrero 2007</b>
<b>TÍTULO</b>	<p><b>Hormigón autocompactante</b></p> <p><b>Determinación del tiempo de flujo</b></p> <p><b>Ensayo del embudo en V</b></p> <p><i>Self-compacting concrete. Determination of the flow time. V-funnel test.</i></p> <p><i>Béton auto-plaçant. Caractérisation du temps de fluage. Essai d'entonnoir en V.</i></p>	
<b>CORRESPONDENCIA</b>		
<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>ANTECEDENTES</b>	<p>Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 83 Hormigón cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.</p>	
<p>Editada e impresa por AENOR Depósito legal: M. 5910-2007</p> <p>© AENOR 2007 Reproducción prohibida</p>	<p>LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:</p> <p><b>AENOR</b> Asociación Española de Normalización y Certificación</p> <p>C Génova, 6      Teléfono 91 432 60 00 28004 MADRID-España      Fax 91 310 40 32</p>	<p>5 Páginas</p> <p><b>Grupo 3</b></p>

Fuente: UNE 83364

**Anexo IV-03. UNE 83362 Ensayo del anillo en J.**

<b>norma española</b>		<b>UNE 83362</b>
		Febrero 2007
<b>TÍTULO</b>	<p><b>Hormigón autocompactante</b></p> <p><b>Caracterización de la fluidez en presencia de barras</b></p> <p><b>Ensayo del escurrimiento con el anillo japonés</b></p> <p><i>Self-compacting concrete. Characterization of the flowability through rebars Slump-flow test with J-ring.</i></p> <p><i>Béton auto-plaçant. Caractérisation de la fluidité du béton en milieu confiné Essai d'étalement avec anneau-J.</i></p>	
<b>CORRESPONDENCIA</b>		
<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>ANTECEDENTES</b>	<p>Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 83 <i>Hormigón</i> cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.</p>	
<p>Editada e impresa por AENOR Depósito legal: M 5908/2007</p> <p>© AENOR 2007 Reproducción prohibida</p>	<p>LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:</p> <p><b>AENOR</b> Asociación Española de Normalización y Certificación</p> <p>CGénova, 6 28004 MADRID-España</p> <p>Teléfono 91432 60 00 Fax 91310 40 32</p>	<p>7Páginas</p> <p><b>Grupo 4</b></p>


Fuente: UNE 83362

**Anexo IV-04. UNE 83363 Método de caja en L.**

<b>norma española</b>		<b>UNE 83363</b>
		<b>Febrero 2007</b>
<b>TÍTULO</b>	<p><b>Hormigón autocompactante</b></p> <p><b>Caracterización de la fluidez en presencia de barras</b></p> <p><b>Método de la caja en L.</b></p> <p><i>Self-compacting concrete. Characterization of the flowability through rebars. L-box test.</i></p> <p><i>Béton auto-plaçant. Caractérisation de la fluidité du béton en présence d'armes. Essai de boîte en L.</i></p>	
<b>CORRESPONDENCIA</b>		
<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>ANTECEDENTES</b>	<p>Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 83 Hormigón cuya Secretaría desempeña ANEFHOP.</p>	
<p>Editada e impresa por AENOR Depósito legal: M 5909/2007</p> <p>© AENOR 2007 Reproducción prohibida</p>	<p>LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:</p> <p><b>AENOR</b> Asociación Española de Normalización y Certificación</p> <p>C. Génova, 6 28004 MADRID-España</p> <p>Teléfono 91 432 60 00 Fax 91 310 40 32</p>	<p>7 Páginas</p> <p><b>Grupo 4</b></p>

Fuente: UNE 83363

**Anexo IV-05. ASTM C1611-05 Índice de estabilidad visual.**


**C 1611/C 1611M – 05**

by two operators on the same batch of concrete should not differ by more than 3.0 in. [75 mm] (See Note 3).

*Note 3—These numbers represent, respectively, the (1s) and (2s) limits as described in Practice C 670.*

11.4 *Bias*—The procedure used in this test method has no bias since slump flow is defined only in terms of this test method.

**APPENDIX**  
(Nonmandatory Information)

**X1. RELATIVE MEASURE OF FLOW RATE, VISCOSITY, AND STABILITY**

X1.1 The flow rate of a self-consolidating concrete mixture is influenced by its viscosity. Hence, for the purpose of developing a self-consolidating concrete mixture in the laboratory, a relative measure of viscosity is useful. When performing the slump flow test, the time it takes for the outer edge of the concrete mass, to reach a diameter of 20 in. [500 mm] from the time the mold is first raised, provides a relative measure of the unconfined flow rate of the concrete mixture. For similar materials, this time period, termed  $T_{50}$ , gives an indication of the relative viscosity of the self-consolidating concrete mixture.

*Note X1.1*—The  $T_{50}$  value can provide information on the flow properties of the self-consolidating concrete mixture, whereby longer values normally correspond to increased viscosity. Special high-range water-reducing admixtures are typically used to modify the flow properties of the self-consolidating concrete mixture. In addition, viscosity-modifying admixtures and other changes in mixture proportions and materials can also influence flow properties and resistance to segregation.

X1.2 The stability of self-consolidating concrete can be observed visually by examining the concrete mass and therefore can be used for quality control of self-consolidating concrete mixtures. Table X1.1 contains Visual Stability Index (VSI) values with corresponding criteria to qualitatively assess the stability of self-consolidating concrete. However, these values do not quantify a concrete property.

X1.3 *Apparatus:*

X1.3.1 *Inscribed base plate* - a base plate as described in 6.2, with a circular mark centrally located for the placement of slump cone, and a further concentric circle at 20 in [500 mm].

**12. Keywords**

12.1 halo; self-consolidating concrete; slump flow; spread; stability; viscosity; visual stability index

**TABLE X1.1 Visual Stability Index Values**

VSI Value	Criteria
0 = Highly Stable	No evidence of segregation or bleeding.
1 = Stable	No evidence of segregation and slight bleeding observed as a sheen on the concrete mass.
2 = Unstable	A slight mortar halo $\leq$ 0.5 in. ( $\leq$ 10 mm) and/or aggregate pile in the of the concrete mass.
3 = Highly Unstable	Clearly segregating by evidence of a large mortar halo $>$ 0.5 in. ( $>$ 10 mm) and/or a large aggregate pile in the center of the concrete mass.

*Note X1.2*—The centrally located circular mark made at the 20 in. [500 mm] location on the base plate will assist the user in determining the  $T_{50}$  value.

X1.3.2 *Stop watch* - least reading of not more than 0.01 s.

X1.4 *Procedure:*

X1.4.1 To determine  $T_{50}$ , use a stopwatch to measure the time in seconds it takes any part of the outer edge of the spreading concrete to reach the inscribed mark on the base plate from the time the mold is first lifted.

X1.4.2 After spreading of the concrete has stopped, visually inspect the concrete mixture by observing the distribution of the coarse aggregate within the concrete mass the distribution of the mortar fraction particularly along the perimeter, and the bleeding characteristics. Assign a Visual Stability Index (VSI) value to the concrete spread using the criteria shown in Table X1.1 and illustrated in Figs. X1.1-X1.4.

X1.5 *Recording:*

X1.5.1 Record  $T_{50}$  to the nearest 0. 2 second.

X1.5.2 Record the VSI value.

Fuente: ASTM C1611-05

**Anexo IV-06. NTP 339.034 Resistencia a la compresión.**

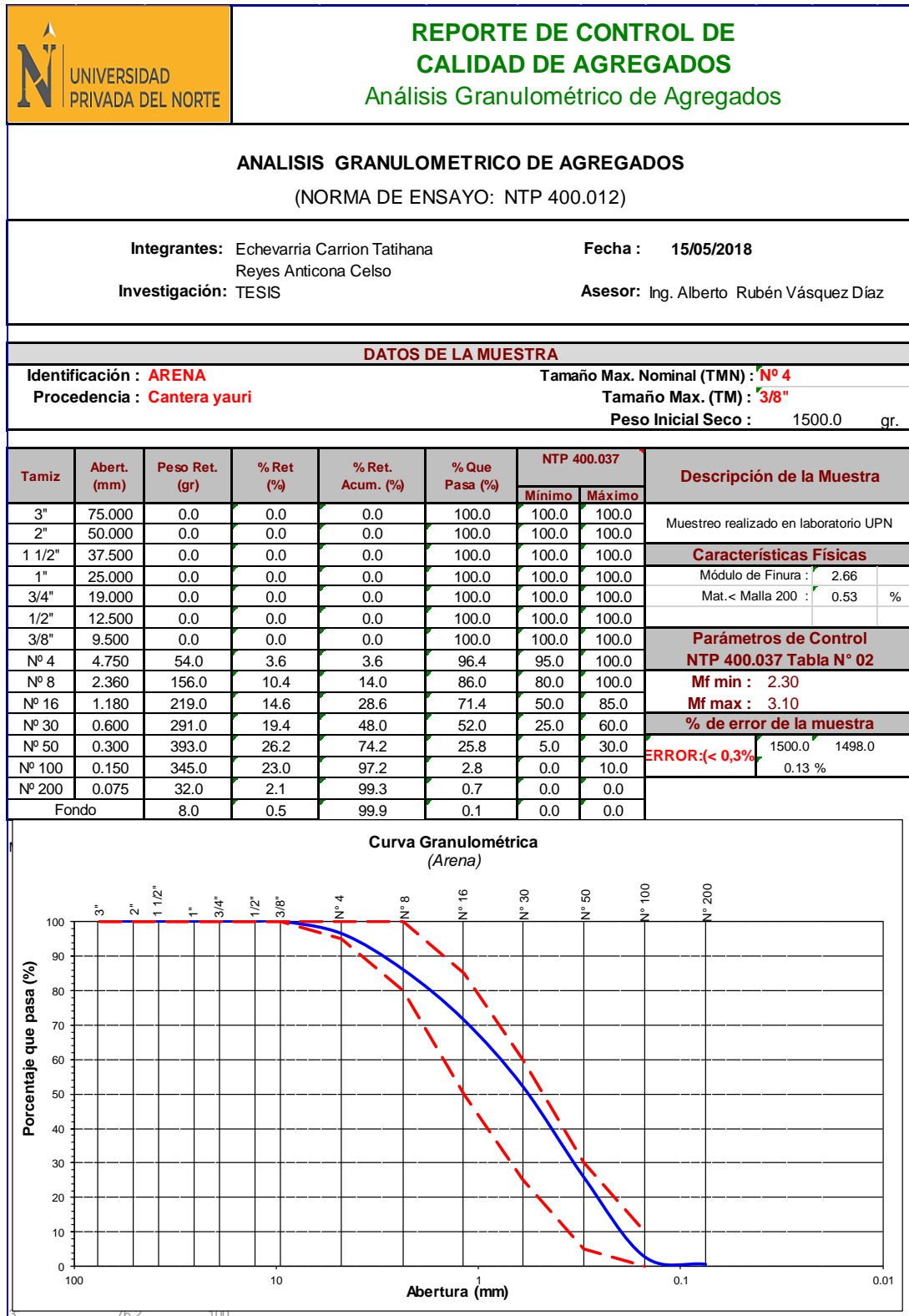
<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>NTP 339.034</b>
<b>PERUANA</b>	<b>2015</b>
Dirección de Normalización - INACAL Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)	Lima, Perú
 <b>CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas</b>	
Concrete Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens	
Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 39/C 39M:2015 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International	
<b>2015-12-22</b> <b>4ª Edición</b>	
<b>PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN O USO COMERCIALIZACIÓN</b>	
R.N°015-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-31	Precio basado en 19 páginas
I.C.S.: 91.100.30	<b>ESTA NORMA ES RECOMENDABLE</b>
Descriptor: Hormigón, concreto, resistencia a la compresión, muestras cilíndricas	

*Fuente: NTP 339.034*



## V. GUÍAS DE OBSERVACIÓN

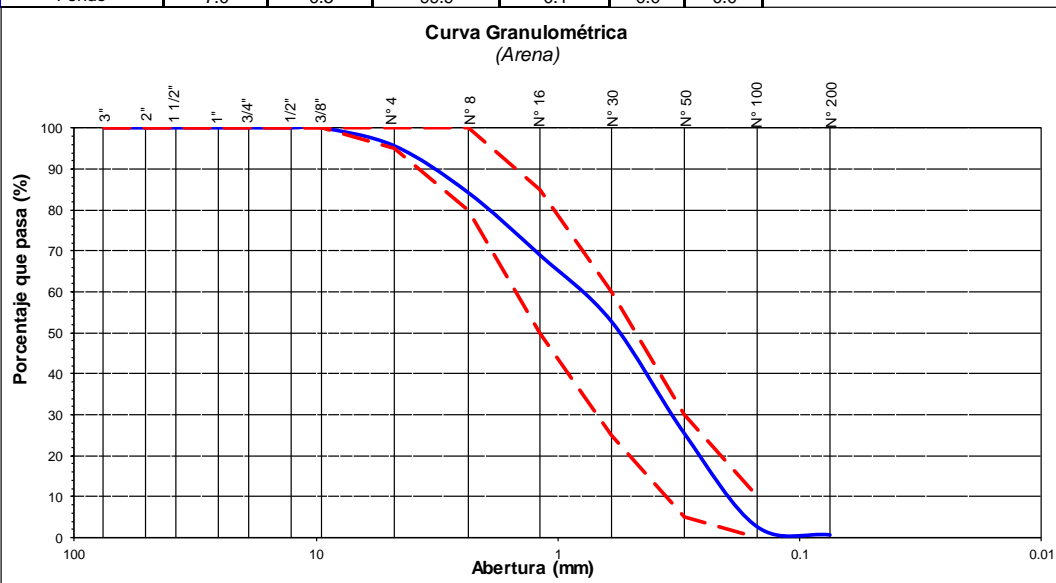
**Anexo V-01. Resultados de la granulometría del agregado fino 01.**



Fuente: Elaboración propia, 2019

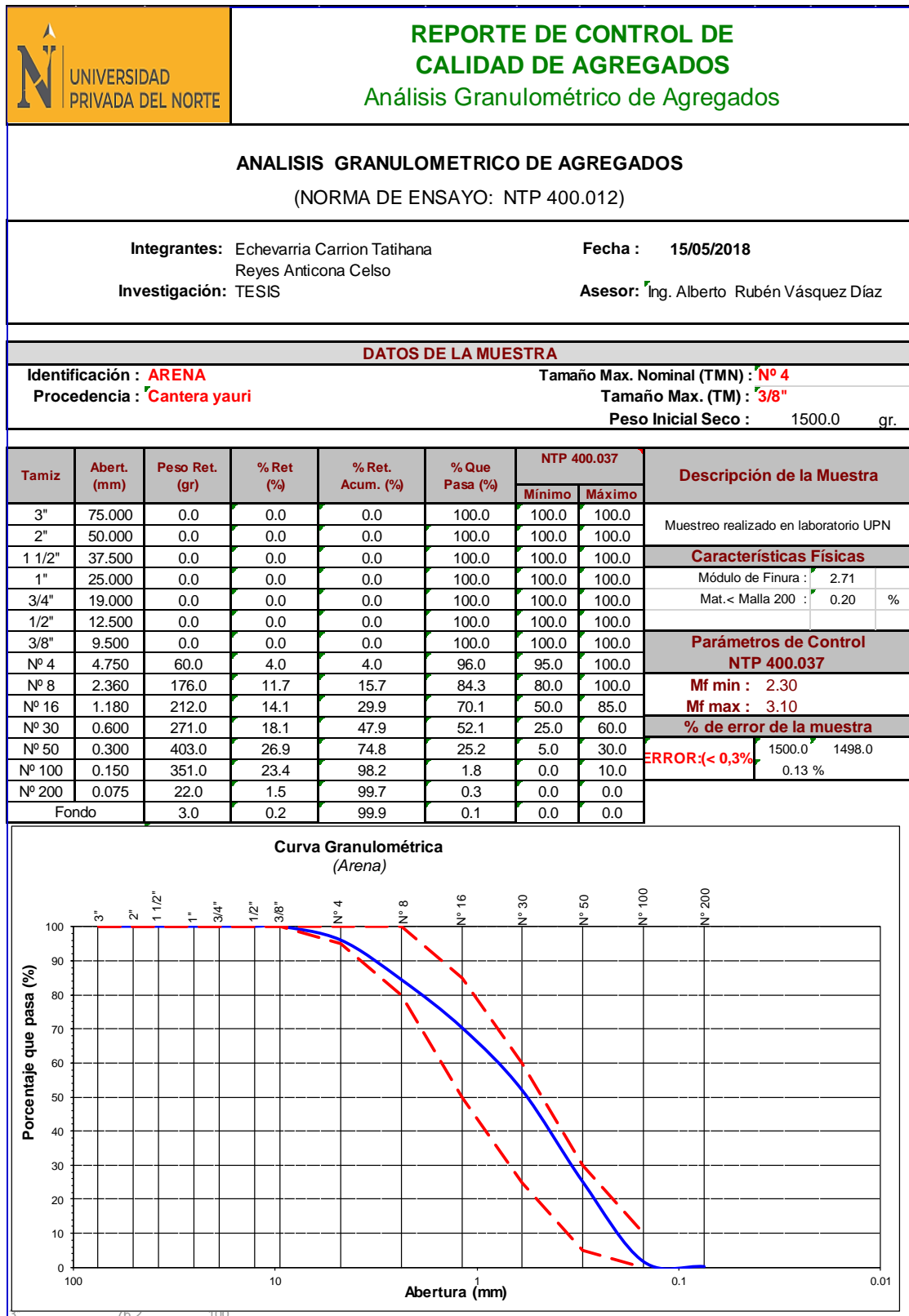
**Anexo V-02. Resultados de la granulometría del agregado fino 02.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> <b>Análisis Granulométrico de Agregados</b>						
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.012)								
<b>Integrantes:</b> Echevarría Carrion Tatihana Reyes Anticona Celso				<b>Fecha:</b> 15/05/2018				
<b>Investigación:</b> TESIS				<b>Asesor:</b> Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz				
DATOS DE LA MUESTRA								
<b>Identificación:</b> ARENA				<b>Tamaño Max. Nominal (TMN):</b> N° 4				
<b>Procedencia:</b> Cantera yauri				<b>Tamaño Max. (TM):</b> 3/8"				
				<b>Peso Inicial Seco:</b> 1500.0 gr.				
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037		Descripción de la Muestra
						Mínimo	Máximo	
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	Muestreo realizado en laboratorio UPN
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	<b>Características Físicas</b>
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	Módulo de Finura : 2.71
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	Mat. < Malla 200 : 0.47 %
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	<b>Parámetros de Control</b>
N° 4	4.750	66.0	4.4	4.4	95.6	95.0	100.0	<b>NTP 400.037 Tabla N° 02</b>
N° 8	2.360	170.0	11.3	15.7	84.3	80.0	100.0	<b>Mf min : 2.30</b>
N° 16	1.180	232.0	15.5	31.2	68.8	50.0	85.0	<b>Mf max : 3.10</b>
N° 30	0.600	242.0	16.1	47.3	52.7	25.0	60.0	<b>% de error de la muestra</b>
N° 50	0.300	410.0	27.3	74.7	25.3	5.0	30.0	<b>ERROR: (&lt; 0,3%)</b> 1500.0 1499.0 0.07 %
N° 100	0.150	342.0	22.8	97.5	2.5	0.0	10.0	
N° 200	0.075	30.0	2.0	99.5	0.5	0.0	0.0	
Fondo		7.0	0.5	99.9	0.1	0.0	0.0	



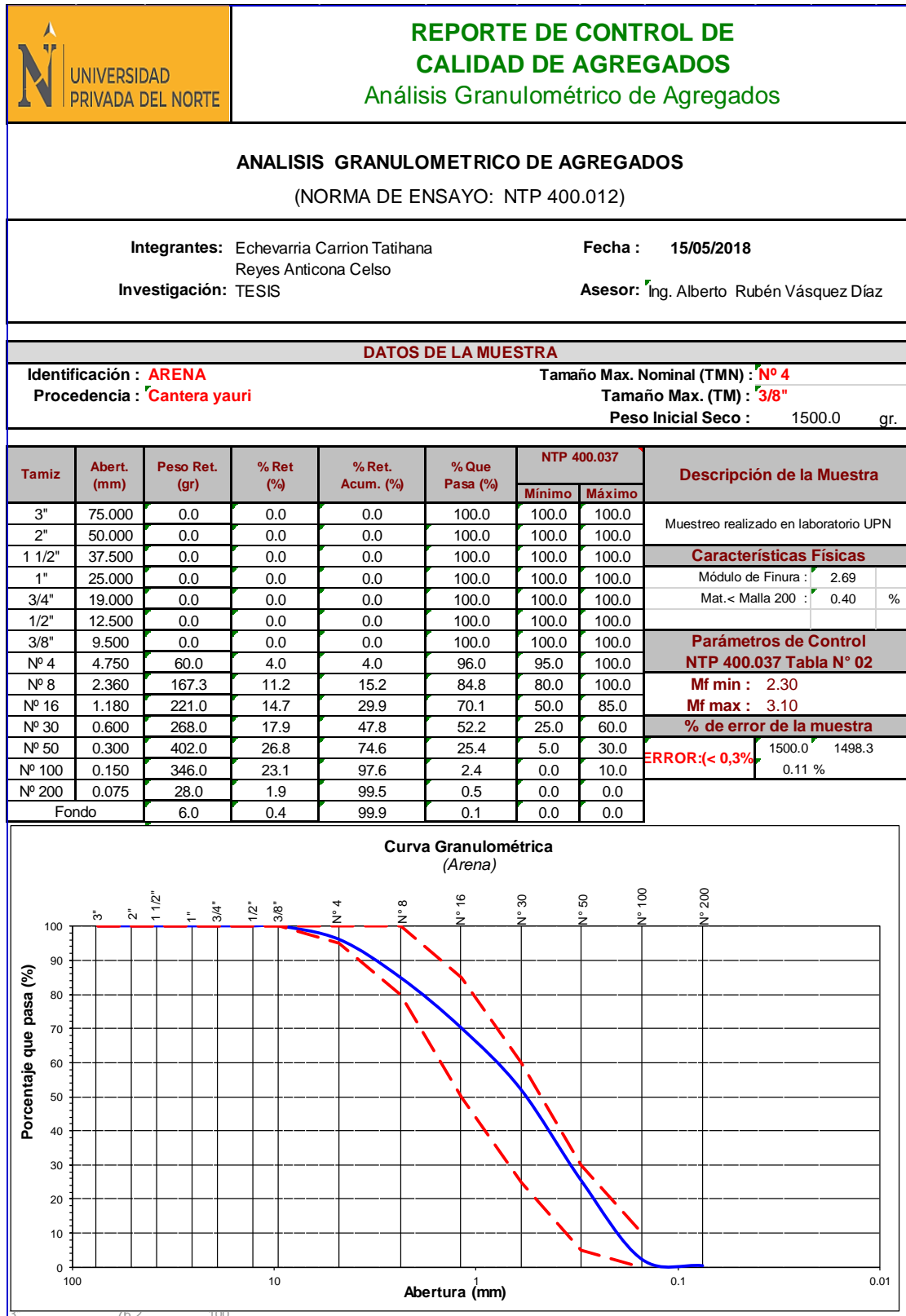
Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-03. Resultados de la granulometría del agregado fino 03.**



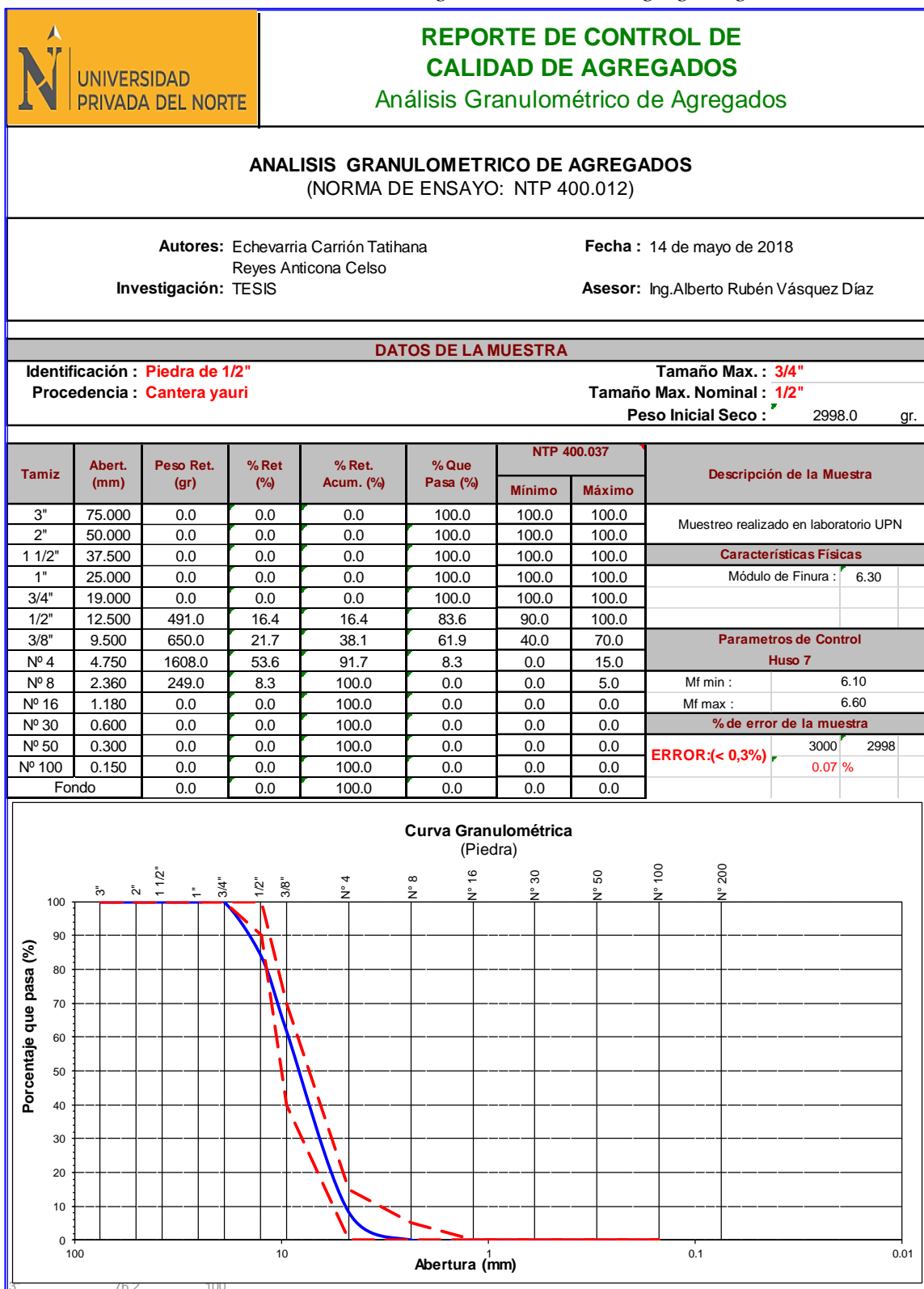
Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-04. Resultados de la granulometría promedio del agregado fino.**



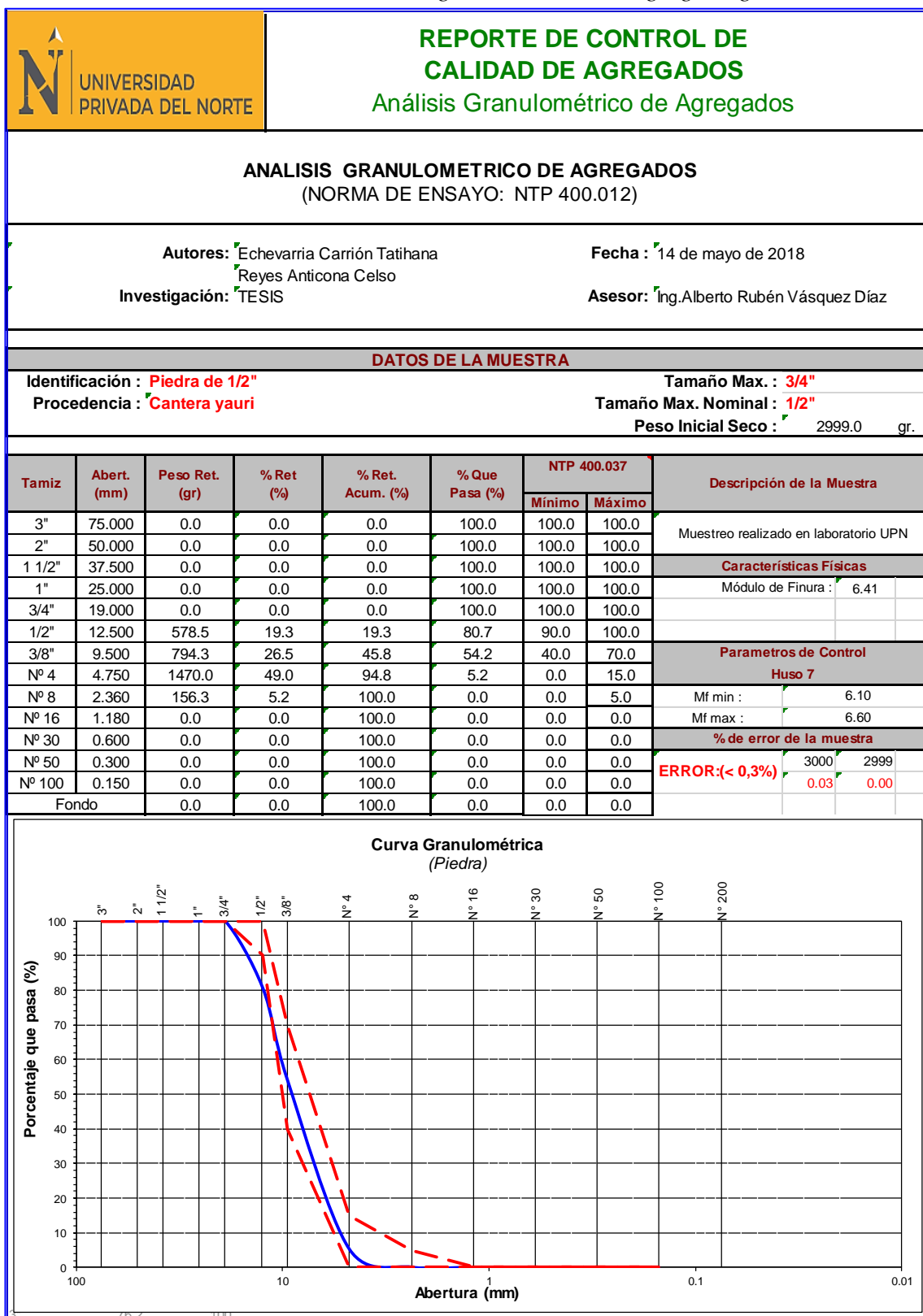
Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-05. Resultados de la granulometría del agregado grueso 01.**



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-06. Resultados de la granulometría del agregado grueso 02.**



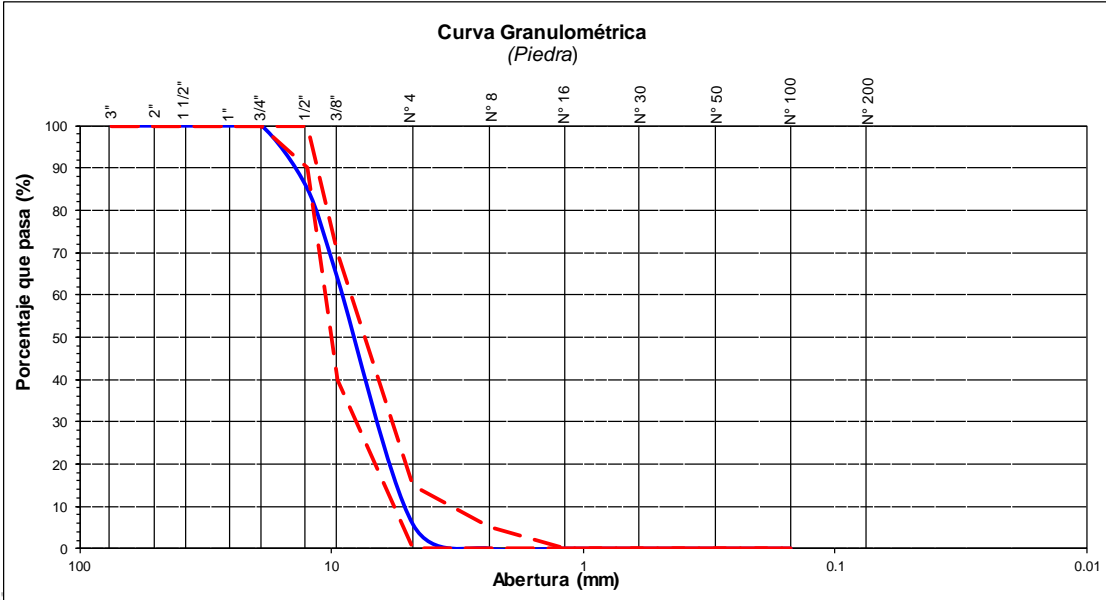
Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-07. Resultados de la granulometría del agregado grueso 03.**

Tamiz		Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037		Descripción de la Muestra
							Mínimo	Máximo	
<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Análisis Granulométrico de Agregados									
<b>ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.012)									
Autores: Echevarría Carrión Tatihana Reyes Anticona Celso					Fecha: 14 de mayo de 2018				
Investigación: TESIS					Asesor: Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz				
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
Identificación: Piedra de 1/2"					Tamaño Max.: 3/4"				
Procedencia: Cantera yauri					Tamaño Max. Nominal: 1/2"				
					Peso Inicial Seco: 2999.5 gr.				
Muestreo realizado en laboratorio UPN									
<b>Características Físicas</b>									
Módulo de Finura: 6.30									
<b>Parametros de Control Huso 7</b>									
Mf min: 6.10									
Mf max: 6.60									
<b>% de error de la muestra</b>									
ERROR: (< 0,3%) 3000 3000 0.02 0.00									
Fondo		0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	

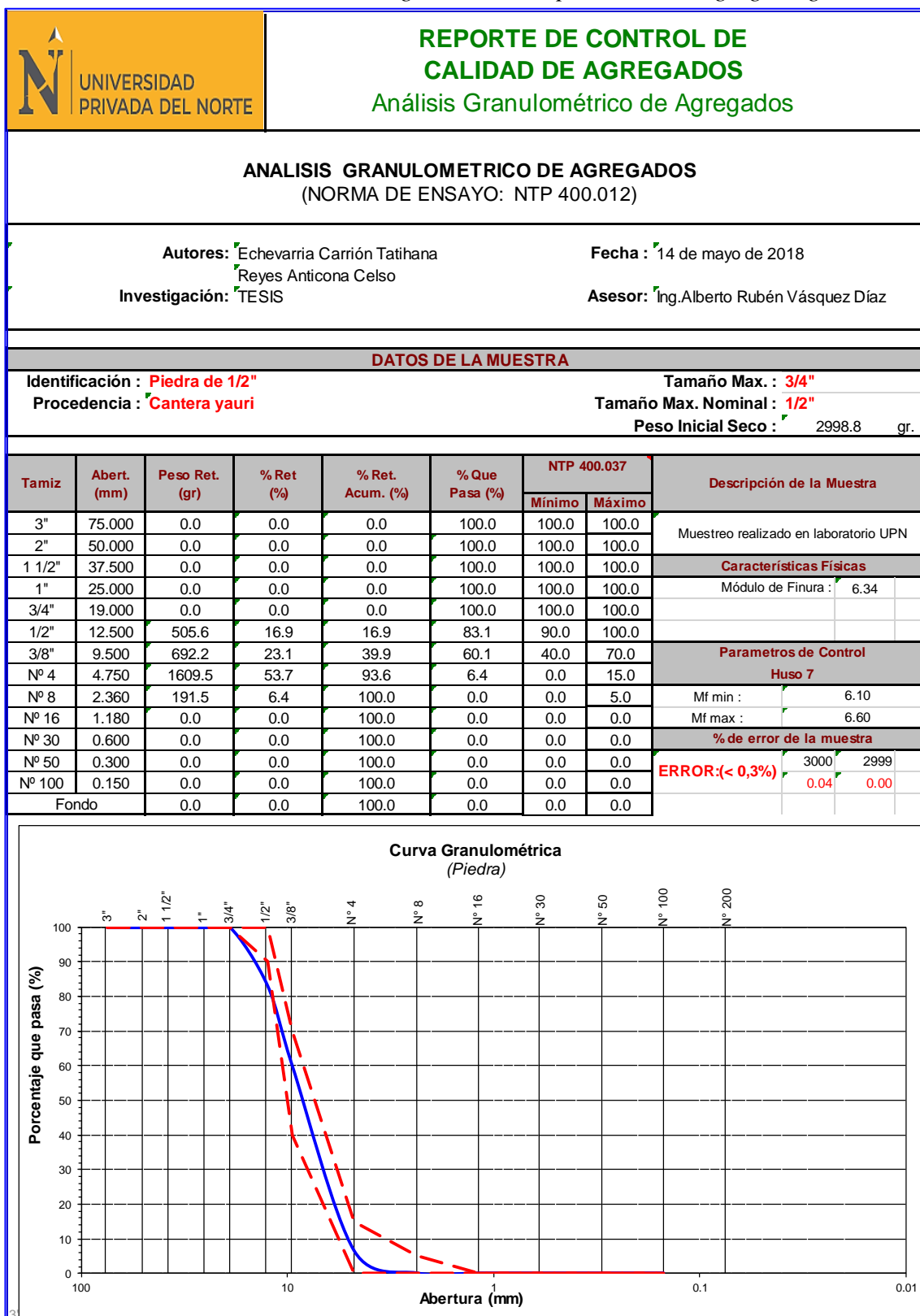
**Curva Granulométrica (Piedra)**



Fuente: Elaboración propia, 2019



**Anexo V-08. Resultados de la granulometría promedio del agregado grueso.**



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-09. Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> <b>Peso Unitario Específico del Agregado</b>			
<b>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO APARENTE Y REAL DEL AGREGADO</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.021)					
<b>Integrantes:</b> Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarria Carrion Tatihana <b>Investigación:</b> TESIS		<b>Fecha :</b> 12/05/2018 <b>Asesor:</b> Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz			
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
<b>Identificación :</b> Piedra de 1/2" <b>Procedencia :</b> Cantera yauri		<b>Hora:</b> 10:30 a.m <b>Peso Natural :</b> 3.500 kg.			
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Fórmula</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> <math display="block">Pe_a = \left[ \frac{\text{Peso de la muestra sacada del horno}}{\text{peso de la muestra sacada del horno} - \text{peso de la muestra } S} \right]</math> </td> </tr> </tbody> </table>				Fórmula	$Pe_a = \left[ \frac{\text{Peso de la muestra sacada del horno}}{\text{peso de la muestra sacada del horno} - \text{peso de la muestra } S} \right]$
Fórmula					
$Pe_a = \left[ \frac{\text{Peso de la muestra sacada del horno}}{\text{peso de la muestra sacada del horno} - \text{peso de la muestra } S} \right]$					
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>					
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3		
PESO DE LA MUESTRA (Kg)	3.500	3.500	3.500		
(B): PESO DE LA MUESTRA SSS (Kg)	3.524	3.523	3.527		
(C): PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA S (Kg)	2.194	2.198	2.198		
(A): PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (Kg)	3.468	3.468	3.470		
Pem = A/(B-C)	2.608	2.617	2.611		
Pem promedio	2.612				
PmSSS = B/(B-C)	2.650	2.659	2.654		
Pess promedio	2.654				
Pea = A/(A-C)	2.722	2.731	2.728		
Pea promedio	2.727				
% ABS = ((B-A)/A)*100	1.615	1.586	1.643		
Promedio de la	1.61				

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-10. Resultados del peso específico y absorción del agregado fino.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Peso Específico del Agregado	
<b>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO APARENTE Y REAL DEL AGREGADO FINO Y ABSORCION</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.022)			
<b>Integrantes:</b> Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarría Carrion Tatihana		<b>Fecha:</b> 11/05/2018	
<b>Investigación:</b> TESIS		<b>Asesor:</b> Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>Identificación:</b> ARENA GRUESA			
<b>Procedencia:</b> Cantera yauri		<b>Peso Natural:</b> 500.0 gr.	
<b>Fórmula</b>			
$Pe = \left[ \frac{\text{Peso de lamuestra seca en el horno}}{\text{Volumen del frasco usado en el ensayo - peso en gramos o volumen en cm3 añadido alfrasco}} \right]$			
<b>PESO ESPECIFICO</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>Muestra #1</b>	<b>Muestra #2</b>	<b>Muestra #3</b>
<b>Wo = Es el peso en el aire de la muestra secada en el horno (gr)</b>	496	496	496
<b>V= Volumen del frasco (cm3)</b>	500	500	500
<b>Va = Peso en gramos o volumen (cm3 de agua añadido al frasco)</b>	314	316	314
<b>a.-Peso específico de la masa Pe=Wo/(V-Va)</b>	2.667	2.696	2.667
<b>P.e.m promedio</b>	2.676		
<b>b.-Peso específico de Masa Saturada con su superficie seca. 500/(V- Va)</b>	2.688	2.717	2.688
<b>P.sss. promedio</b>	2.698		
<b>c.-Peso Especifico Aparente Pea= Wo/((V-Va)-(500-Wo))</b>	2.725	2.756	2.725
<b>P.a. promedio</b>	2.735		
<b>d.- Absorción Ab=((500-Wo)*100)/Wo</b>	0.81	0.81	0.81
<b>Abs. promedio</b>	0.81		

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-11. Resultados del peso unitario suelto del agregado grueso.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> <b>Peso Unitario Seco Suelto (PUSS)</b>							
<b>DETERMINACION DEL PESO UNITARIO VOLUMETRICO DE LOS AGREGADOS</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017)									
<b>Integrantes:</b> Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarria Carrion Tatihana		<b>Fecha :</b> 12/05/2018  <b>Asesor:</b> Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz							
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
<b>Identificación :</b> Piedra de 1/2" <b>Procedencia :</b> Cantera yauri		<b>Hora:</b> 9 a.m <b>Peso Natural :</b> 22.29 kg.							
<b>VOLUMEN DEL MOLDE CILÍNDRICO</b>									
MUESTRA	PESO DEL MOLDE ( Kg)	PESO DEL MOLDE + AGUA (Kg)	PESO DEL AGUA (Kg)	FACTOR CALIBRACIÓN DEL AGUA (Kg/m3)	VOLUMEN DEL MOLDE (m3)				
VOLUMEN DEL MOLDE	5.310	19.348	14.038	1000	0.014				
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Fórmula</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <math display="block">PUS = \left[ \frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]</math> </td> </tr> </tbody> </table>						Fórmula		$PUS = \left[ \frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]$	
Fórmula									
$PUS = \left[ \frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]$									
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>									
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3						
PESO DEL MOLDE ( Kg)	5.31	5.31	5.31						
PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)	27.620	27.642	27.536						
PESO DE LA PIEDRA (Kg)	22.31	22.332	22.226						
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.014	0.014	0.014						
PUS (Kg/m3)	1589.26	1590.82	1583.27						
PROMEDIO PUS	1590.00								

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

**Anexo V-12. Resultados del peso unitario compactado del agregado grueso.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> <b>Peso Unitario Seco Compactado (PUSC)</b>							
<b>DETERMINACION DEL PESO UNITARIO VOLUMETRICO DE LOS AGREGADOS</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017)									
<b>Integrantes:</b> Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarria Carrion Tatihana <b>Investigación:</b> TESIS			<b>Fecha :</b> 12/05/2018 <b>Asesor:</b> Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz						
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
<b>Identificación :</b> Piedra de 1/2" <b>Procedencia :</b> Cantera yauri			<b>Hora:</b> 10:30 a.m <b>Peso Natural :</b> 24.435 kg.						
<b>VOLUMEN DEL MOLDE CILÍNDRICO</b>									
MUESTRA	PESO DEL MOLDE ( Kg)	PESO DEL MOLDE + AGUA (Kg)	PESO DEL AGUA (Kg)	FACTOR CALIBRACIÓN DEL AGUA (Kg/m3)	VOLUMEN DEL MOLDE (m3)				
VOLUMEN DEL MOLDE	5.31	19.348	14.038	1000	0.014				
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Fórmula</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <math display="block">PUC = \left[ \frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]</math> </td> </tr> </tbody> </table>						Fórmula		$PUC = \left[ \frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]$	
Fórmula									
$PUC = \left[ \frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]$									
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>									
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3						
PESO DEL MOLDE ( Kg)	5.31	5.31	5.31						
PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)	29.614	29.932	29.688						
PESO DE LA PIERA (Kg)	24.304	24.622	24.378						
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.014	0.014	0.014						
PUC(Kg/m3)	1731.30	1753.95	1736.57						
PROMEDIO PUC	1740.00								

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

**Anexo V-13. Resultados del peso unitario suelto del agregado fino.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> <b>Peso Unitario Seco Suelto (PUSS)</b>							
<b>DETERMINACION DEL PESO UNITARIO VOLUMETRICO</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017)									
<b>Integrantes:</b> Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarria Carrion Tatihana <b>Investigación:</b> TESIS			<b>Fecha :</b> 11/05/2018 <b>Asesor:</b> Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz						
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
<b>Identificación :</b> ARENA GRUESA <b>Procedencia :</b> Cantera yauri			<b>Hora:</b> 10:00 am <b>Peso Natural :</b> 24.6 kg.						
<b>VOLUMEN DEL MOLDE CILÍNDRICO</b>									
MUESTRA	PESO DEL MOLDE ( Kg)	PESO DEL MOLDE + AGUA (Kg)	PESO DEL AGUA (Kg)	FACTOR CALIBRACIÓN DEL AGUA (Kg/m3)	VOLUMEN DEL MOLDE (m3)				
VOLUMEN DEL MOLDE	5.310	19.348	14.038	1000	0.014				
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fórmula</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <math display="block">PUS = \left[ \frac{\text{Peso de la arena}}{\text{Volumen del molde}} \right]</math> </td> </tr> </tbody> </table>						Fórmula		$PUS = \left[ \frac{\text{Peso de la arena}}{\text{Volumen del molde}} \right]$	
Fórmula									
$PUS = \left[ \frac{\text{Peso de la arena}}{\text{Volumen del molde}} \right]$									
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>									
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3						
PESO DEL MOLDE ( Kg)	5.310	5.310	5.310						
PESO DEL MOLDE + ARENA (Kg)	29.866	29.872	29.868						
PESO DE LA ARENA (Kg)	24.556	24.562	24.558						
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.014	0.014	0.014						
PUS (Kg/m3)	1749.252	1749.679	1749.395						
PROMEDIO PUS	1750.00								

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

**Anexo V-14. Resultados del peso unitario compactado del agregado fino.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> <b>Peso Unitario Seco Compactado (PUSC)</b>							
<b>DETERMINACION DEL PESO UNITARIO VOLUMETRICO</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017)									
<b>Integrantes:</b> Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarria Carrion Tatihana <b>Investigación:</b> TESIS			<b>Fecha :</b> 11/05/2018 <b>Asesor:</b> Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz						
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>									
<b>Identificación :</b> ARENA GRUESA <b>Procedencia :</b> Cantera yauri			<b>Hora:</b> 10:00 am <b>Peso Natural :</b> 26.5 kg.						
<b>VOLUMEN DEL MOLDE CILÍNDRICO</b>									
MUESTRA	PESO DEL MOLDE ( Kg)	PESO DEL MOLDE + AGUA (Kg)	PESO DEL AGUA (Kg)	FACTOR CALIBRACIÓN DEL AGUA (Kg/m3)	VOLUMEN DEL MOLDE (m3)				
VOLUMEN DEL MOLDE	5.31	19.348	14.038	1000	0.014				
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Fórmula</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <math display="block">PUC = \left[ \frac{\text{Peso de la arena}}{\text{Volumen del molde}} \right]</math> </td> </tr> </tbody> </table>						Fórmula		$PUC = \left[ \frac{\text{Peso de la arena}}{\text{Volumen del molde}} \right]$	
Fórmula									
$PUC = \left[ \frac{\text{Peso de la arena}}{\text{Volumen del molde}} \right]$									
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>									
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3						
PESO DEL MOLDE ( Kg)	5.31	5.31	5.31						
PESO DEL MOLDE + ARENA (Kg)	31.768	31.77	31.772						
PESO DE LA ARENA (Kg)	26.458	26.460	26.462						
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.014	0.014	0.014						
PUC(Kg/m3)	1884.74	1884.88	1885.03						
PROMEDIO PUC	1890.00								

*Fuente: Elaboración propia, 2019*


**Anexo V-15. Resultados del contenido de humedad del agregado fino.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Contenido de Humedad			
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO FINO</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 339.185)					
<b>Integrantes:</b> Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarria Carrion Tatihana		<b>Fecha:</b> 11/05/2018			
<b>Investigación:</b> TESIS		<b>Asesor:</b> Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz			
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
<b>Identificación:</b> ARENA GRUESA		<b>Hora:</b> 11:00 am			
<b>Procedencia:</b> Cantera yauri		<b>Peso Natural:</b> 1000.0 gr.			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fórmula</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><math display="block">\%W = \left[ \frac{PH - PS}{PS} \right] \times 100</math></td> </tr> </tbody> </table>				Fórmula	$\%W = \left[ \frac{PH - PS}{PS} \right] \times 100$
Fórmula					
$\%W = \left[ \frac{PH - PS}{PS} \right] \times 100$					
<b>Ensayo</b>	<b>muestra #1</b>	<b>muestra #2</b>	<b>muestra #3</b>		
PESO DE LA TARA (Kg)	265.0	302.8	312.0		
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (Kg)	1265.0	1302.8	1312.0		
PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (Kg)	1257.0	1294.0	1304.0		
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	1000.0	1000.0	1000.0		
PESO DE LA MUESTRA SECA	992.0	991.2	992.0		
%W	0.81	0.89	0.81		
PROMEDIO %W	<b>0.83</b>				

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

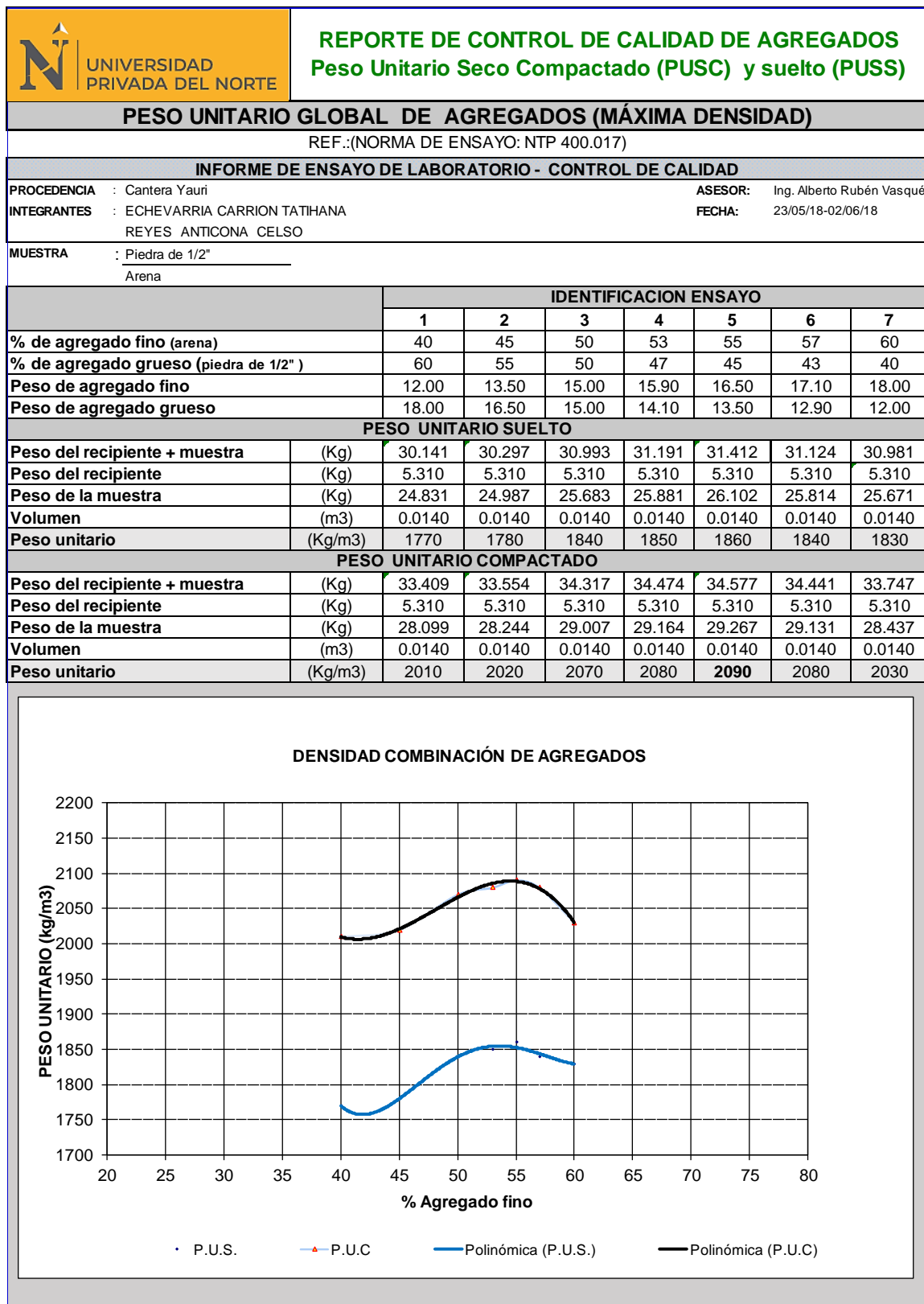


**Anexo V-16. Resultados del contenido de humedad del agregado grueso.**

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Contenido de Humedad																																	
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO GRUESO</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 339.185)																																			
<b>Integrantes:</b> Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarría Carrion Tatihana <b>Investigación:</b> TESIS		<b>Fecha :</b> 11/05/2018 <b>Asesor:</b> Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz																																	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>																																			
<b>Identificación :</b> Piedra de 1/2" <b>Procedencia :</b> Cantera yauri		<b>Hora:</b> 10 a.m <b>Peso Natural :</b> 2000.0 kg																																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Fórmula</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> <math display="block">\%W = \left[ \frac{PH-PS}{PS} \right] \times 100</math> </td> </tr> </tbody> </table>				Fórmula	$\%W = \left[ \frac{PH-PS}{PS} \right] \times 100$																														
Fórmula																																			
$\%W = \left[ \frac{PH-PS}{PS} \right] \times 100$																																			
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Ensayo</th> <th style="text-align: center;">muestra #1</th> <th style="text-align: center;">muestra #2</th> <th style="text-align: center;">muestra #3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">PESO DE LA TARA (Kg)</td> <td style="text-align: center;">178.5</td> <td style="text-align: center;">216.5</td> <td style="text-align: center;">241.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (Kg)</td> <td style="text-align: center;">2178.5</td> <td style="text-align: center;">2216.5</td> <td style="text-align: center;">2241.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (Kg)</td> <td style="text-align: center;">2164.0</td> <td style="text-align: center;">2201.0</td> <td style="text-align: center;">2223.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO DE LA MUESTRA HUMEDA</td> <td style="text-align: center;">2000.0</td> <td style="text-align: center;">2000.0</td> <td style="text-align: center;">2000.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO DE LA MUESTRA SECA</td> <td style="text-align: center;">1985.5</td> <td style="text-align: center;">1984.5</td> <td style="text-align: center;">1982.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">%W</td> <td style="text-align: center;">0.73</td> <td style="text-align: center;">0.78</td> <td style="text-align: center;">0.91</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PROMEDIO %W</td> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>0.81</b></td> </tr> </tbody> </table>	Ensayo	muestra #1	muestra #2	muestra #3	PESO DE LA TARA (Kg)	178.5	216.5	241.0	PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (Kg)	2178.5	2216.5	2241.0	PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (Kg)	2164.0	2201.0	2223.0	PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	2000.0	2000.0	2000.0	PESO DE LA MUESTRA SECA	1985.5	1984.5	1982.0	%W	0.73	0.78	0.91	PROMEDIO %W	<b>0.81</b>					
Ensayo	muestra #1	muestra #2	muestra #3																																
PESO DE LA TARA (Kg)	178.5	216.5	241.0																																
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (Kg)	2178.5	2216.5	2241.0																																
PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (Kg)	2164.0	2201.0	2223.0																																
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	2000.0	2000.0	2000.0																																
PESO DE LA MUESTRA SECA	1985.5	1984.5	1982.0																																
%W	0.73	0.78	0.91																																
PROMEDIO %W	<b>0.81</b>																																		

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

**Anexo V-17. Resultados del peso unitario del agregado global.**




Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-18. Resultados del escurrimiento UNE 83361.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		MÉTODO DE ENSAYO DE ESCURRIMIENTO (SLUMP FLOW) NORMA UNE 83361						
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona							
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro							
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad							
<b>OBJETIVO:</b>	El objetivo de este ensayo es evaluar la habilidad o facilidad de fluir del hormigón. Además se puede valorar cualitativamente, en términos visuales, la presencia de segregación. El ensayo se fundamenta en determinar: T50 y DF							
% DE ADITIVO	Fecha de elaboración	T50	TIEMPO (seg.)	DF	D 1	D2	mm	
PATRÓN	02/10/2018	T50-1	-	DF- 1	-	-	-	
	02/10/2018	T50-2	-	DF- 2	-	-	-	
	02/10/2018	T50-3	-	DF- 3	-	-	-	
<b>PROMEDIO</b>		Indeterminado	-	Indeterminado		-	-	
% DE ADITIVO	Fecha de elaboración	T50	TIEMPO (seg.)	DF	D 1	D2	mm	
0.90%	02/10/2018	T50-1	5.35	DF- 1	530	550	540	
	02/10/2018	T50-2	5.48	DF- 2	550	574	562	
	02/10/2018	T50-3	5.51	DF- 3	580	579	580	
<b>PROMEDIO</b>			5.45				561	
% DE ADITIVO	Fecha de elaboración	T50	TIEMPO (seg.)	DF	D 1	D2	mm	
1.10%	03/10/2018	T50-1	3.37	DF- 1	665	630	648	
	03/10/2018	T50-2	3.44	DF- 2	650	680	665	
	03/10/2018	T50-3	3.39	DF- 3	633	670	652	
<b>PROMEDIO</b>			3.40				655	
% DE ADITIVO	Fecha de elaboración	T50	TIEMPO (seg.)	DF	D 1	D2	mm	
1.30%	04/10/2018	T50-1	1.13	DF- 1	720	735	728	
	04/10/2018	T50-2	1.28	DF- 2	780	770	775	
	04/10/2018	T50-3	1.36	DF- 3	770	790	780	
<b>PROMEDIO</b>			1.26				761	


Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-19. Resultados del embudo en V UNE 83364.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>MÉTODO DE ENSAYO DEL EMBUDO EN V (NORMA UNE 83364)</b>						
<b>AUTORES:</b>	Echevarría Carrión Tatihana Celso Reyes Anticona							
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte							
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo - La Libertad							
<b>OBJETIVO:</b>	El Aparato Embudo V está usado para evaluar el tiempo de flujo de concreto autocompactante recién mezclado. La prueba no es adecuada cuando el tamaño máximo del agregado excede 22.4 mm.							
<b>DOSE. DE ADITIVO:</b>	0.9%, 1.1% y 1.3%	<b>Fecha elaboración:</b>	02/10/2018	02/10/2018	03/10/2018	04/10/2018		
<b>Muestra</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Patrón</b>	<b>0.9%</b>	<b>1.1%</b>	<b>1.3%</b>			
	EV-1	-	14.23	9.21	5.40			
	EV-2	-	14.12	9.05	5.26			
	EV-3	-	13.90	9.34	5.56			
<b>Promedio</b>	<b>4 seg ≤ Tv ≤ 20seg</b>	-	<b>14.08</b>	<b>9.20</b>	<b>5.41</b>			


Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-20. Resultados del anillo en J UNE 83362.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		MÉTODO DE ENSAYO DEL ANILLO EN J ( NORMA UNE 83362)									
		AUTORES:		LUGAR:		CIUDAD:		OBJETIVO:		DOSF. DE ADITIVO:	
		Tatiana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona		Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte		Trujillo - La Libertad		El anillo de barras, denominado a menudo anillo japonés, o J-Ring en inglés, es un aparato que se utiliza para la resistencia al bloqueo y efectos de evaluar conjuntamente las habilidades de fluir y de pasar entre barras de la armadura.			
		0.9%, 1.1% y 1.3%		16/10/2018		16/10/2018		16/10/2018		17/10/2018	
Muestras		Código de identificación		Fecha elaboración:		Patrón		0.9%		1.1%	
Diámetro (mm)		AJ-1		-		-		520		621	
		AJ-2		-		-		510		632	
		AJ-3		-		-		523		610	
Promedio (mm)		djf ≥ df - 50 mm		-		-		518		621	
		AJ-1		-		-		19.0		10.0	
Alturas (mm)		AJ-2		-		-		18.0		9.0	
		AJ-3		-		-		19.0		9.0	
Promedio (mm)		hj ≤ 15 mm		-		-		19		9	
										5	


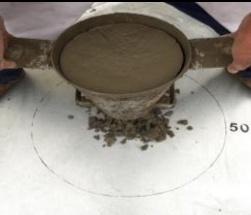
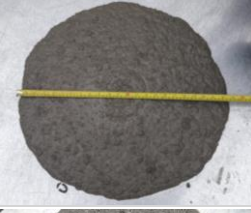


Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-21. Resultados de caja en L UNE 83363.**

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		MÉTODO DE ENSAYO DE CAJA EN L ( NORMA UNE 83363)					
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión						
	Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo - La Libertad						
<b>OBJETIVO:</b>	La Caja L está usada para determinar el coeficiente de bloqueo, el T20, T40 en un concreto autocompactante.						
Espécimen	Fecha de elaboración	Código de identificación	T20cm	T40cm	H1	H2	H2/H1
PATRÓN	09/10/2018	CL-1	-	-	-	-	-
	09/10/2018	CL-2	-	-	-	-	-
	09/10/2018	CL-3	-	-	-	-	-
<b>0,75 ≤ C bl ≤ 1,00</b>		<b>Promedio (seg.)</b>	-	-	<b>Promedio C bl</b>		-
Dosf. de Aditivo:	Fecha de elaboración	Código de identificación	T20cm	T40cm	H1	H2	H2/H1
0.9%	09/10/2018	CL-1	1.57	3.37	12.8	6.2	0.48
	09/10/2018	CL-2	1.66	3.47	13.5	5.7	0.42
	09/10/2018	CL-3	1.59	3.55	13.0	6.0	0.46
<b>0,75 ≤ C bl ≤ 1,00</b>		<b>Promedio (seg.)</b>	<b>1.61</b>	<b>3.46</b>	<b>Promedio C bl</b>		<b>0.46</b>
Espécimen	Fecha de elaboración	Código de identificación	T20cm	T40cm	H1	H2	H2/H1
1.10%	10/10/2018	CL-1	0.92	1.75	7.1	6.8	0.96
	10/10/2018	CL-2	0.98	1.70	7.5	7.1	0.95
	10/10/2018	CL-3	0.95	1.68	6.9	6.5	0.94
<b>0,75 ≤ C bl ≤ 1,00</b>		<b>Promedio (seg.)</b>	<b>0.95</b>	<b>1.71</b>	<b>Promedio C bl</b>		<b>0.95</b>
Espécimen	Fecha de elaboración	Código de identificación	T20cm	T40cm	H1	H2	H2/H1
1.30%	11/10/2018	CL-1	0.56	1.36	8.5	6.50	0.76
	11/10/2018	CL-2	0.58	1.35	8.9	6.60	0.74
	11/10/2018	CL-3	0.60	1.41	9.0	6.50	0.72
<b>0,75 ≤ C bl ≤ 1,00</b>		<b>Promedio (seg.)</b>	<b>0.58</b>	<b>1.37</b>	<b>Promedio C bl</b>		<b>0.74</b>




Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-22. Resultados del Índice de estabilidad visual ASTM C1611-05**

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>MÉTODO DE PRUEBA ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (ASTM C1611M-05)</b>		
<b>Autores:</b>	Celso Reyes Anticona Tatihana Echevarría Carrión			
<b>Lugar:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte			
<b>Ciudad:</b>	Trujillo - La Libertad			
<b>Dosf. De aditivo:</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Fecha de elaboración</b>	<b>Valor del índice de estabilidad visual</b>	
Patrón	I-1	02/10/2018	-	
	I-2	02/10/2018	-	
	I-3	02/10/2018	-	
<b>Dosf. De aditivo:</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Fecha de elaboración</b>	<b>Valor del índice de estabilidad visual</b>	
0.90%	I-1	02/10/2018	0	
	I-2	02/10/2018	0	
	I-3	02/10/2018	0	
<b>Dosf. De aditivo:</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Fecha de elaboración</b>	<b>Valor del índice de estabilidad visual</b>	
1.10%	I-1	03/10/2018	0	
	I-2	03/10/2018	0	
	I-3	03/10/2018	0	
<b>Dosf. De aditivo:</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Fecha de elaboración</b>	<b>Valor del índice de estabilidad visual</b>	
1.30%	I-1	04/10/2018	2	
	I-2	04/10/2018	2	
	I-3	04/10/2018	2	
<b>VSI VALOR</b>		<b>CRITERIOS</b>		
0 = Muy estable		No hay evidencia de segregación o sangrado.		
1 = Estable		No hay evidencia de segregación y sangrado leve como brillo en la masa de concreto.		
2 = Inestable		Un ligero halo de mortero < 0.5 pulg. (< 10mm) y/o una pila de agregados en la masa de hormigón.		
3 = Muy inestable		Claramente inestable de un gran halo de mortero > 0.5 pulg. (> 10mm) y/o una gran pila de agregados en el centro de la masa de hormigón.		

*Fuente: Elaboración propia, 2019*




**Anexo V-23. Resultados de Resistencia a la compresión sin aditivo.**

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
<b>OBJETIVO:</b>	Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m <sup>3</sup> .						
<b>PROBETA</b>	<b>CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN</b>	<b>FECHA DE ELABORACIÓN</b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>EDAD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>CARGA</b>	<b>F'c</b>
<b>PATRÓN</b>	P1	05/11/2018	12/11/2018	7	10.15	28,787	356
	P2	05/11/2018	12/11/2018	7	10.16	28,138	347
	P3	05/11/2018	12/11/2018	7	10.15	27,913	345
	P4	05/11/2018	12/11/2018	7	10.15	27,873	344
	P5	05/11/2018	12/11/2018	7	10.15	28,597	353
							<b>349</b>
 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
<b>OBJETIVO:</b>	Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m <sup>3</sup> .						
<b>PROBETA</b>	<b>CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN</b>	<b>FECHA DE ELABORACIÓN</b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>EDAD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>CARGA</b>	<b>F'c</b>
<b>PATRÓN</b>	P1	05/11/2018	19/11/2018	14	10.14	32,205	399
	P2	05/11/2018	19/11/2018	14	10.15	32,577	402
	P3	05/11/2018	19/11/2018	14	10.14	32,211	399
	P4	05/11/2018	19/11/2018	14	10.14	31,877	394
	P5	05/11/2018	19/11/2018	14	10.15	31,980	395
							<b>398</b>
 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
<b>OBJETIVO:</b>	Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m <sup>3</sup> .						
<b>PROBETA</b>	<b>CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN</b>	<b>FECHA DE ELABORACIÓN</b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>EDAD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>CARGA</b>	<b>F'c</b>
<b>PATRÓN</b>	P1	05/11/2018	03/12/2018	28	10.16	34,763	429
	P2	05/11/2018	03/12/2018	28	10.14	34,946	432
	P3	05/11/2018	03/12/2018	28	10.15	35,105	434
	P4	05/11/2018	03/12/2018	28	10.16	34,476	426
	P5	05/11/2018	03/12/2018	28	10.15	34,577	427
							<b>430</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019






**Anexo V-24. Resultados de Resistencia a la compresión al 0.9% de aditivo.**

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
<b>OBJETIVO:</b>	Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m <sup>3</sup> .						
PROBETA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIÁMETRO	CARGA	F'c
0.9%	P1	06/11/2018	13/11/2018	7	10.15	31,409	388
	P2	06/11/2018	13/11/2018	7	10.16	31,974	395
	P3	06/11/2018	13/11/2018	7	10.15	32,350	400
	P4	06/11/2018	13/11/2018	7	10.15	31,783	393
	P5	06/11/2018	13/11/2018	7	10.15	32,358	400
							<b>395</b>
 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
<b>OBJETIVO:</b>	Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m <sup>3</sup> .						
PROBETA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIÁMETRO	CARGA	F'c
0.9%	P1	06/11/2018	20/11/2018	14	10.15	37,873	468
	P2	06/11/2018	20/11/2018	14	10.14	38,590	478
	P3	06/11/2018	20/11/2018	14	10.14	37,534	464
	P4	06/11/2018	20/11/2018	14	10.15	38,910	481
	P5	06/11/2018	20/11/2018	14	10.15	37,964	469
							<b>472</b>
 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
<b>OBJETIVO:</b>	Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m <sup>3</sup> .						
PROBETA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIÁMETRO	CARGA	F'c
0.9%	P1	06/11/2018	04/12/2018	28	10.16	40,959	506
	P2	06/11/2018	04/12/2018	28	10.14	41,115	509
	P3	06/11/2018	04/12/2018	28	10.15	40,466	500
	P4	06/11/2018	04/12/2018	28	10.16	41,262	509
	P5	06/11/2018	04/12/2018	28	10.15	40,748	504
							<b>505</b>




*Fuente: Elaboración propia, 2019*

**Anexo V-25. Resultados de Resistencia a la compresión al 1.10% de aditivo.**

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
<b>OBJETIVO:</b>	Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m <sup>3</sup> .						
PROBETA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIÁMETRO	CARGA	F'c
1.1%	P1	07/11/2018	14/11/2018	7	10.16	36,047	445
	P2	07/11/2018	14/11/2018	7	10.15	36,056	446
	P3	07/11/2018	14/11/2018	7	10.15	36,112	447
	P4	07/11/2018	14/11/2018	7	10.14	35,114	435
	P5	07/11/2018	14/11/2018	7	10.16	35,109	433
							<b>441</b>
 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
<b>OBJETIVO:</b>	Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m <sup>3</sup> .						
PROBETA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIÁMETRO	CARGA	F'c
1.1%	P1	07/11/2018	21/11/2018	14	10.15	39,405	487
	P2	07/11/2018	21/11/2018	14	10.14	38,960	482
	P3	07/11/2018	21/11/2018	14	10.15	38,844	480
	P4	07/11/2018	21/11/2018	14	10.15	39,128	483
	P5	07/11/2018	21/11/2018	14	10.15	38,923	481
							<b>483</b>
 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
<b>OBJETIVO:</b>	Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m <sup>3</sup> .						
PROBETA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIÁMETRO	CARGA	F'c
1.1%	P1	07/11/2018	05/12/2018	28	10.15	43,938	543
	P2	07/11/2018	05/12/2018	28	10.14	42,748	529
	P3	07/11/2018	05/12/2018	28	10.16	43,506	537
	P4	07/11/2018	05/12/2018	28	10.16	43,856	541
	P5	07/11/2018	05/12/2018	28	10.15	42,789	529
							<b>536</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-26. Resultados de Resistencia a la compresión al 1.30% de aditivo.**

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b> Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona							
<b>LUGAR:</b> Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro							
<b>CIUDAD:</b> Trujillo, La Libertad							
<b>OBJETIVO:</b> Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m <sup>3</sup> .							
PROBETA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIÁMETRO	CARGA	F'c
1.3%	P1	13/11/2018	20/11/2018	7	10.16	34,654	428
	P2	13/11/2018	20/11/2018	7	10.15	34,145	422
	P3	13/11/2018	20/11/2018	7	10.15	33,853	418
	P4	13/11/2018	20/11/2018	7	10.14	34,671	429
	P5	13/11/2018	20/11/2018	7	10.16	33,909	419
							<b>423</b>
 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b> Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona							
<b>LUGAR:</b> Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro							
<b>CIUDAD:</b> Trujillo, La Libertad							
<b>OBJETIVO:</b> Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m <sup>3</sup> .							
PROBETA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIÁMETRO	CARGA	F'c
1.3%	P1	13/11/2018	27/11/2018	14	10.15	37,112	459
	P2	13/11/2018	27/11/2018	14	10.15	37,026	458
	P3	13/11/2018	27/11/2018	14	10.16	37,537	463
	P4	13/11/2018	27/11/2018	14	10.16	38,027	469
	P5	13/11/2018	27/11/2018	14	10.15	37,013	457
							<b>461</b>
 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b> Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona							
<b>LUGAR:</b> Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro							
<b>CIUDAD:</b> Trujillo, La Libertad							
<b>OBJETIVO:</b> Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m <sup>3</sup> .							
PROBETA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIÁMETRO	CARGA	F'c
1.3%	P1	13/11/2018	11/12/2018	28	10.15	41,436	512
	P2	13/11/2018	11/12/2018	28	10.14	40,137	497
	P3	13/11/2018	11/12/2018	28	10.14	41,380	512
	P4	13/11/2018	11/12/2018	28	10.15	41,249	510
	P5	13/11/2018	11/12/2018	28	10.15	41,355	511
							<b>508</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-27. Resultados de guías de observación de probetas sin aditivo.**

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	<p><b>GUÍA DE OBSERVACIÓN DE PROBETAS ELABORADAS CON ADITIVO SIKA VISCOCRETE 3330, TRUJILLO 2019</b></p>
<p><b>1.- DATOS INFORMATIVOS:</b></p>	<p>Reyes Anticona Echevarría Carrión Laboratorio UPN - Trujillo 03/12/2018 10:00 a.m. 28 días</p>
<p>1.1 AUTORES 1.2 UBICACIÓN 1.3 FECHA DE OBSERVACIÓN 1.4 HORA DE OBSERVACIÓN 1.5 EDAD DE ROPTURA</p>	
<p><b>2.- CANTIDAD DE ADITIVO</b></p>	
<p>a) 0% b) 0.9% c) 1.1% d) 1.3%</p>	
<p><b>4.- TIPO DE FALLA</b></p>	
<p>a) Falla tipo 1 b) Falla tipo 2 c) Falla tipo 3 d) Falla tipo 4 e) <b>Falla tipo 5</b> f) Falla tipo 6</p>	
<p><b>5.- NIVEL DE RESISTENCIA</b></p>	
<p>a) Buena b) <b>Normal</b> c) Mala</p>	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

**Anexo V-28.** Resultados de guías de observación de probetas al 0.9% aditivo.

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	<p><b>GUÍA DE OBSERVACIÓN DE PROBETAS ELABORADAS CON ADITIVO SIKA VISCOCRETE 3330, TRUJILLO 2019</b></p>
<p><b>1.- DATOS INFORMATIVOS:</b></p>	<p>Reyes Anticona Echevarría Carrión Laboratorio UPN - Trujillo 04/12/2018 11:30 a.m. 28 días</p>
<p>1.1 AUTORES</p> <p>1.2 UBICACIÓN</p> <p>1.3 FECHA DE OBSERVACIÓN</p> <p>1.4 HORA DE OBSERVACIÓN</p> <p>1.5 EDAD DE ROPTURA</p>	
<p><b>2.- CANTIDAD DE ADITIVO</b></p>	
<p>a) 0%</p> <p><b>b) 0.9%</b></p> <p>c) 1.1%</p> <p>d) 1.3%</p>	
<p><b>4.- TIPO DE FALLA</b></p>	
<p>a) Falla tipo 1</p> <p>b) Falla tipo 2</p> <p>c) Falla tipo 3</p> <p>d) Falla tipo 4</p> <p><b>e) Falla tipo 5</b></p> <p>f) Falla tipo 6</p>	
<p><b>5.- NIVEL DE RESISTENCIA</b></p>	
<p><b>a) Buena</b></p> <p>b) Normal</p> <p>c) Mala</p>	

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

**Anexo V-29.** Resultados de guías de observación de probetas al 1.1% aditivo.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN DE PROBETAS ELABORADAS CON ADITIVO SIKA VISCOCRETE 3330, TRUJILLO 2019</b>
<b>1.- DATOS INFORMATIVOS:</b>	<p>Reyes Anticona Echevarría Carrión Laboratorio UPN - Trujillo 05/12/2018 10:00 a.m. 28 días</p>
1.1 AUTORES  1.2 UBICACIÓN 1.3 FECHA DE OBSERVACIÓN 1.4 HORA DE OBSERVACIÓN 1.5 EDAD DE ROPTURA	
<b>2.- CANTIDAD DE ADITIVO</b>	
a) 0% b) 0.9% c) 1.1% d) 1.3%	
<b>4.- TIPO DE FALLA</b>	
a) Falla tipo 1 b) Falla tipo 2 c) Falla tipo 3 d) Falla tipo 4 e) Falla tipo 5 f) Falla tipo 6	
<b>5.- NIVEL DE RESISTENCIA</b>	
a) Buena b) Normal c) Mala	




Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo V-30.** Resultados de guías de observación de probetas al 1.3% aditivo.

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	<p><b>GUÍA DE OBSERVACIÓN DE PROBETAS ELABORADAS CON ADITIVO SIKA VISCOCRETE 3330, TRUJILLO 2019</b></p>
<p><b>1.- DATOS INFORMATIVOS:</b></p>	<p>Reyes Anticona Echevarría Carrión Laboratorio UPN - Trujillo 11/12/2018 09:30 a.m. 28 días</p>
<p>1.1 AUTORES 1.2 UBICACIÓN 1.3 FECHA DE OBSERVACIÓN 1.4 HORA DE OBSERVACIÓN 1.5 EDAD DE ROPTURA</p>	
<p><b>2.- CANTIDAD DE ADITIVO</b></p>	
<p>a) 0% b) 0.9% c) 1.1% <b>d) 1.3%</b></p>	
<p><b>4.- TIPO DE FALLA</b></p>	
<p>a) Falla tipo 1 b) Falla tipo 2 c) Falla tipo 3 <b>d) Falla tipo 4</b> e) Falla tipo 5 f) Falla tipo 6</p>	
<p><b>5.- NIVEL DE RESISTENCIA</b></p>	
<p>a) Buena b) Normal <b>c) Mala</b></p>	

Fuente: Elaboración propia, 2019




**Anexo V-31.** Resultados de guías de observación de elementos verticales sin aditivo.

		<b>GUÍA DE VISIBILIDAD EN ELEMENTOS VERTICALES</b>	
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona		
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte		
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo - La Libertad		
<b>OBJETIVO:</b>	Observar la segregación, fluidez, conformación de las partículas de la mezcla y el acabado superficial del concreto en un elemento vertical durante su colocación en el vaciado.		
ADICIÓN	CARACTERÍSTICA	IMAGEN	
<b>Patrón</b>	En la muestra patrón de consistencia muy seca se procedió a aplicar 25 chuseadas con la varilla metálica a tres capas, pese a ser chuseada, aún contenía gran cantidad de espacios visibles sin llenar con presencia de aire, generándose cangrejas en su superficie.		
<b>FOTOGRAFÍA</b>			
			

*Fuente: Elaboración propia, 2019*






**Anexo V-32. Resultados de guías de observación de elementos verticales al 0.9% de aditivo.**

 <b>GUÍA DE VISIBILIDAD EN ELEMENTOS VERTICALES</b>		
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona	
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte	
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo - La Libertad	
<b>OBJETIVO:</b>	Observar la segregación, fluidez, conformación de las partículas de la mezcla y el acabado superficial del concreto en un elemento vertical durante su colocación en el vaciado.	
ADICIÓN	CARACTERÍSTICA	IMAGEN
<b>0.90%</b>	Mezcla de consistencia viscosa y poco fluida, durante el vaciado se hizo sin chusear en el elemento vertical presenta la conformación de cangrejas por la acumulación de espacios vacíos formados en el interior de la estructura producto de la poca fluidez y trabajabilidad de sus partículas.	
<b>FOTOGRAFÍA</b>		
		




*Fuente: Elaboración propia, 2019*

**Anexo V-33. Resultados de guías de observación de elementos verticales al 1.1% de aditivo.**

ADICIÓN		CARACTERÍSTICA	IMAGEN	
<b>1.10%</b>		Presenta una uniformidad en la consistencia y la textura de la muestra durante su proceso de mezclado, por ello tiene mejor presencia en cuanto al acabado, se presenta una uniformidad de la disposición de las partículas en el momento del vaciado en la estructura, muy trabajable, homogénea y fluida. No existe la formación de cangrejas y fallas visibles.		
			<b>FOTOGRAFÍA</b>	
				

*Fuente: Elaboración propia, 2019*



**Anexo V-34. Resultados de guías de observación de elementos verticales al 1.3% de aditivo.**

 <b>GUÍA DE VISIBILIDAD EN ELEMENTOS VERTICALES</b>		
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona	
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte	
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo - La Libertad	
<b>OBJETIVO:</b>	Observar la segregación, fluidez, conformación de las partículas de la mezcla y el acabado superficial del concreto en un elemento vertical durante su colocación en el vaciado.	
ADICIÓN	CARACTERÍSTICA	IMAGEN
<b>1.30%</b>	Mezcla muy fluida y segregada, con una consolidación del agregado grueso que muestra una tendencia a decantarse en el fondo del elemento vertical, se caracteriza por no ser homogénea y súper fluida con presencia de burbujas y ondulaciones visibles en las caras laterales producto de la segregación del agregado grueso.	
<b>FOTOGRAFÍA</b>		
		

*Fuente: Elaboración propia, 2019*


## **VI. ESCALAS DE OBSERVACIÓN**

**Anexo VI-01. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 01.**

		ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO																	
		TIPO DE EDIFICACIÓN:					TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL					GRÁFICA							
Autores:		Celso Ysidro Reyes Anticona Tatiana Echevarría Carrión																	
EDIFICIO DE 12 PISOS "RESIDENCIAL TORRE BLANCA"		COLUMNA		PLACA			Placa de dimensión 2,00m x 0,30m x 2,60m												
		CANGREJERA (% de área)					MEZCLA DE CONCRETO												
		CANGREJERA		SEVERA			LEVE		MODERADO			SEVERA		FLUIDA		TRABAJABLE		SECA	
		X						X						X					
		<b>CRITERIO:</b>					<b>CRITERIO:</b>					<b>CRITERIO:</b>							
		LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.					LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.					FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a segregarse.							
		MODERADA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.					MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.					TRABAJABLE: Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.							
		SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos					SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.					SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.							

Fuente: Elaboración propia, 2019

Anexo VI-02. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 02.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO										
		TIPO DE EDIFICACIÓN:					TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL					GRÁFICA
Autores: Celso Ysidro Reyes Anticona Tatihana Echevarría Carrión												
EDIFICIO DE 12 PISOS "RESIDENCIAL TORRE BLANCA"		COLUMNA	Placa de dimensión 2.00m x 0.30m x 2.60m									
CANGREJERA		CANGREJERA (% de área)		MEZCLA DE CONCRETO								
LEVE	MODERADA	SEVERA	LEVE	MODERADO	SEVERA	FLUIDA	TRABAJABLE	SECA				
	X		X				X					
<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>				
LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.		LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al 100% de dicha área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al 100% de dicha área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a segregarse.		TRABAJABLE: Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.				
MODERADA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.		MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.		SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.				
SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.								



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VI-03. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 03.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO									
Autores: Celso Ysidro Reyes Anticona Tatiana Echevarría Carrión		GRÁFICA									
TIPO DE EDIFICACION:		TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL									
EDIFICIO DE 12 PISOS "RESIDENCIAL TORRE BLANCA"		COLUMNA		Columna de 0.30m x 0.50x2.60m							
		PLACA									
		MEZCLA DE CONCRETO									
CANGREJERA		CANGREJERA (% de área)									
LEVE	MODERADA	SEVERA	LEVE	MODERADO	SEVERA	FLUIDA	TRABAJABLE	SECA			
X				X					X		
CRITERIO:		CRITERIO:									
LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.		MODERADA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.		SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.	
						FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a segregarse.		TRABAJABLE: Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.		SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.	

Fuente: Elaboración propia, 2019


**Anexo VI-04. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 04.**

		ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO											
		TIPO DE EDIFICACIÓN:		TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL				GRÁFICA					
Autores: Celso Ysidro Reyes Anticona Tatiana Echevarría Carrión		EDIFICIO DE 12-PISOS "RESIDENCIAL TORRE BLANCA"		COLUMNA		Columna de 0.30m x 0.50x2.60m							
		PLACA											
		CANGREJERA (% de área)		MEZCLA DE CONCRETO									
		LEVE		MODERADO		SEVERA		FLUIDA		TRABAJABLE		SECA	
		X				X						X	
		<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>				<b>CRITERIO:</b>					
		LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.		LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.				FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a segregarse.					
		MODERADA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.		MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.				TRABAJABLE: Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.					
		SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.				SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.					

Fuente: Elaboración propia, 2019



**Anexo VI-05. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 05.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO									
Autores: Celso Ysidro Reyes Anticona Tatiana Echevarría Carrión		TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL									
TIPO DE EDIFICACIÓN:		GRÁFICA									
EDIFICIO DE 12 PISOS "RESIDENCIAL TORRE BLANCA"		COLUMNA		Columna de 0.30m x 0.50x2.60m						MEZCLA DE CONCRETO	
PLACA		CANGREJERA (% de área)		FLUIDA						TRABAJABLE	
LEVE		MODERADA		SEVERA		LEVE		MODERADO		SEVERA	
X		X		X		X		X		X	
CRITERIO:		CRITERIO:		CRITERIO:		CRITERIO:		CRITERIO:		CRITERIO:	
LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.		LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a segregarse.		TRABAJABLE: Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.		SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.	
MODERADA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.		MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		MODERADO: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.	
SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.	


Fuente: Elaboración propia, 2019

Anexo VI-06. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 06.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO				GRÁFICA
Autores: Celso Ysidro Reyes Anticona Tatihana Echevarría Carrión		TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL				
TIPO DE EDIFICACIÓN:		COLUMNA		PLACA		
EDIFICIO DE 12 PISOS "RESIDENCIAL TORRE BLANCA"		Placa de dimensión 2.00m x 0.30m x 2.60m		Placa de dimensión 2.00m x 0.30m x 2.60m		
TIPO DE EDIFICACIÓN:		MEZCLA DE CONCRETO				
CANGREJERA		CANGREJERA (% de área)		FLUIDA	TRABAJABLE	SECA
LEVE	MODERADA	SEVERA	LEVE	MODERADO	SEVERA	
X					X	
CRITERIO:		CRITERIO:				
LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.		LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al 100% de dicha estructura a evaluar.		FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a segregarse.		
MODERADA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.		MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al 100% de dicha estructura a evaluar.		TRABAJABLE: Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.		
SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al 100% de dicha estructura a evaluar.		SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.		

Fuente: Elaboración propia, 2019

Anexo VI-07. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 07.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO						GRÁFICA
Autores:		TIPO DE EDIFICACIÓN:		TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL				
Celso Ysidro Reyes Anticona Tatiana Echevarría Carrión		EDIFICIO DE 12 PISOS "RESIDENCIAL TORRE BLANCA"		COLUMNA		Columna de 0.30m x 0.50x2.60m		
TIPO DE EDIFICACIÓN:		TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL		MEZCLA DE CONCRETO				
CANGREJERA		CANGREJERA [% de área]		SECA				
LEVE	MODERADA	SEVERA	LEVE	MODERADO	SEVERA	FLUIDA	TRABAJABLE	SECA
X				X			X	
CRITERIO:		CRITERIO:		CRITERIO:				
LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.		LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a segregarse.				
MODERADA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.		MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		TRABAJABLE: Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.				
SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.				

Fuente: Elaboración propia, 2019

Anexo VI-08. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 08.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO				GRÁFICA	
Autores:		TIPO DE EDIFICACIÓN:				TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL	
Celso Ysidro Reyes Anticona Tatiana Echevarría Carrión		COLUMNA		PLACA		Placa de dimensión 2.10m x 0.30m x 2.30m	
EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 14 PISOS "GABRIELA IV"		CANGREJERA (% de área)		MEZCLA DE CONCRETO			
LEVE	MODERADA	SEVERA	LEVE	MODERADO	SEVERA	FLUIDA	TRABAJABLE
	X			X			X
<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>	
LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.		LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a segregarse.		TRABAJABLE: Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.	
MODERADA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.		MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.			
SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.					

Fuente: Elaboración propia, 2019

Anexo VI-09. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 09.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO				GRÁFICA
Autores: Celso Ysidro Reyes Anticona Tatiana Echevarría Carrión						
<b>TIPO DE EDIFICACIÓN:</b>		<b>TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>				
EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 14 PISOS "GABRIELA IV"		COLUMNA	Placa de dimensión 1.10m x 0.30m x 2.30m			
		PLACA				
		<b>MEZCLA DE CONCRETO</b>				
		CANGREJERA (% de área)	FLUIDA	TRABAJABLE	SECA	
LEVE	MODERADA	SEVERA				
			X			
<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>				
LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.		FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a sus materiales con mínima segregación.				
MODERADA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.		TRABAJABLE: Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.				
SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.				

Fuente: Elaboración propia, 2019





Anexo VI-11. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 11.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO				GRÁFICA		
Autores:		TIPO DE EDIFICACIÓN:						
Celso Ysidro Reyes Anticona Tatiana Echevarría Carrión		TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL		COLUMNA				
EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 14 PISOS "GABRIELA IV"		PLACA		Placa de dimensión 1.10m x 0.30m x 2.30m				
CANGREJERA		MEZCLA DE CONCRETO						
LEVE	MODERADA	SEVERA	LEVE	MODERADO	SEVERA	FLUIDA	TRABAJABLE	SECA
								X
CRITERIO:		CRITERIO:						
LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.		LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.						
MODERADA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.		MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.						
SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.						
		FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a segregarse.						
		TRABAJABLE: Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.						
		SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.						

Fuente: Elaboración propia, 2019


**Anexo VI-12. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 12.**

		<b>ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO</b>		TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL		GRÁFICA
				COLUMNA	PLACA	
<b>Autores:</b> Celso Ysidro Reyes Anticona Tatihana Echevarría Carrión				Placa de dimensión 1.60m x 0.30m x 2.30m		
<b>TIPO DE EDIFICACIÓN:</b> EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 14 PISOS "GABRIELA IV"				<b>MEZCLA DE CONCRETO</b>		
<b>CANGREJERA</b>		<b>CANGREJERA (% de área)</b>		<b>FLUIDA</b>		<b>SECA</b>
<b>LEVE</b>	<b>MODERADA</b>	<b>LEVE</b>	<b>MODERADO</b>	<b>SEVERA</b>	<b>SEVERA</b>	<b>SECA</b>
<b>CRITERIO:</b> LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.		<b>CRITERIO:</b> LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		<b>CRITERIO:</b> FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a segregarse.		<b>SECA:</b> Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.
<b>MODERADA:</b> Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.		<b>MODERADA:</b> (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		<b>TRABAJABLE:</b> Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.		<b>SECA:</b> Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.
<b>SEVERA:</b> Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		<b>SEVERA:</b> (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.				

Fuente: Elaboración propia, 2019




**Anexo VI-13. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 13.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO										
		TIPO DE EDIFICACIÓN:					TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL					GRÁFICA
Autores:		Celso Ysidro Reyes Anticona Tatihana Echevarría Carrión										
EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 14 PISOS "GABRIELA IV"		COLUMNNA		Placa de dimensión 1.60m x 0.30m x 2.30m								
CANGREJERA		PLACA		MEZCLA DE CONCRETO								
LEVE	MODERADA	SEVERA	LEVE	MODERADO	SEVERA	FLUIDA	TRABAJABLE	SECA				
											X	
<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>								
LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.		LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a segregarse.								
MODERADA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero .		MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		TRABAJABLE: Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.								
SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.		SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.								

Fuente: Elaboración propia, 2019

Anexo VI-14. Escalas de observación en estructuras verticales en campo 14.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ESCALA DE OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS VERTICALES EN CAMPO									
		TIPO DE EDIFICACIÓN:					TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL				
Autores:		Celso Ysidro Reyes Anticona Tatiana Echevarría Carrión									
EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 14 PISOS "GABRIELA IV"		COLUMNA	Placa de dimensión 1.60m x 0.30m x 2.30m				MEZCLA DE CONCRETO				
		PLACA					FLUIDA	TRABAJABLE	SECA		
		CANGREJERA		CANGREJERA (% de área)							
LEVE		MODERADA	SEVERA	LEVE	MODERADO	SEVERA	FLUIDA	TRABAJABLE	SECA		
X				X				X			
<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>		<b>CRITERIO:</b>			<b>CRITERIO:</b>				
LEVE: Elemento estructural que presenta una cangrejera superficial en el que no se presenta exposición del acero.		MODERADA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.		LEVE: (0% al 10%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.			FLUIDA: Se caracteriza por presentarse una mezcla muy diluida con gran cantidad de agua con fácil acceso a segregarse.				
SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		SEVERA: Elemento estructural que presenta una exposición superficial del acero.		MODERADA: (15% al 25%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.			TRABAJABLE: Mezcla homogénea y trabajable que presenta uniformidad en sus materiales con mínima segregación.				
		SEVERA: Elemento estructural que muestra una exposición total del acero y con gran profundidad de vacíos		SEVERA: (25% al 35%) Elemento estructural que presenta un porcentaje menor al área total comprendido del 100% de dicha estructura a evaluar.			SECA: Se caracteriza por presentar poca trabajabilidad en su manipulación, con una dificultad en su colocado en obra, con poca cohesión en los componentes de la mezcla.				

Fuente: Elaboración propia, 2019

## VII. ANÁLISIS DE COSTOS

**Anexo VII-01. Análisis de costo para un concreto patrón.**

<b>PARTIDA: Concreto patrón</b>						
<b>Rendimiento</b>	m3/DIA	20.0000	<b>Costo unitario directo (S/) por : m3</b>			<b>404.29</b>
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.0000	0.4000	22.67	9.07
	OPERARIO	HH	2.0000	0.8000	21.91	17.53
	OFICIAL	HH	2.0000	0.8000	17.56	14.05
	PEON	HH	8.0000	3.2000	15.83	50.66
						<b>91.30</b>
<b>Materiales</b>						
	AGREGADO GRUESO DE 1/2"	M3		0.2894	37.00	10.71
	AGREGADO FINO	M3		0.3535	26.00	9.19
	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		11.0588	25.00	276.47
	AGUA	M3		0.1940	6.00	1.16
						<b>297.53</b>
<b>Equipos</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	91.30	2.74
	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	HM	1.0000	0.4000	12.70	5.08
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3	HM	1.0000	0.4000	19.10	7.64
						<b>15.46</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VII-02. Análisis de costo para un concreto con aditivo al 0.9%**

<b>PARTIDA: Concreto a 0.9% de sika visocrete3330</b>						
<b>Rendimiento</b>	m3/DIA	20.0000	<b>Costo unitario directo (S/) por : m3</b>			<b>429.37</b>
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
	OPERARIO	HH	2.0000	0.8000	21.91	17.53
	OFICIAL	HH	2.0000	0.8000	17.56	14.05
	PEON	HH	8.0000	3.2000	15.83	50.66
						<b>82.23</b>
<b>Materiales</b>						
	AGREGADO GRUESO DE 1/2"	M3		0.2894	37.00	10.71
	AGREGADO FINO	M3		0.3535	26.00	9.19
	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		11.0588	25.00	276.47
	AGUA	M3		0.1940	6.00	1.16
	ADITIVO SIKA VISCOCRETE 3330	LT		3.9500	10.00	39.50
						<b>337.03</b>
<b>Equipos</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	82.23	2.47
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3	HM	1.0000	0.4000	19.10	7.64
						<b>10.11</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VII-03. Análisis de costo para un concreto con aditivo al 1.1%**

<b>PARTIDA: Concreto autocompactante 1.1% de sika visocrete3330 óptimo</b>						
<b>Rendimiento</b>	m3/DIA	20.0000	<b>Costo unitario directo (S/) por : m3</b>			<b>437.87</b>
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
	OPERARIO	HH	2.0000	0.8000	21.91	17.53
	OFICIAL	HH	2.0000	0.8000	17.56	14.05
	PEON	HH	8.0000	3.2000	15.83	50.66
						<b>82.23</b>
<b>Materiales</b>						
	AGREGADO GRUESO DE 1/2"	M3		0.2894	37.00	10.71
	AGREGADO FINO	M3		0.3535	26.00	9.19
	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		11.0588	25.00	276.47
	AGUA	M3		0.1940	6.00	1.16
	ADITIVO SIKA VISCOCRETE 3330	LT		4.8000	10.00	48.00
						<b>345.53</b>
<b>Equipos</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	82.23	2.47
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3	HM	1.0000	0.4000	19.10	7.64
						<b>10.11</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VII-04. Análisis de costo para un concreto con aditivo al 1.3%**

<b>PARTIDA: Concreto a 1.3% de sika visocrete3330</b>						
<b>Rendimiento</b>	m3/DIA	20.0000	<b>Costo unitario directo (S/) por : m3</b>			<b>446.97</b>
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
	OPERARIO	HH	2.0000	0.8000	21.91	17.53
	OFICIAL	HH	2.0000	0.8000	17.56	14.05
	PEON	HH	8.0000	3.2000	15.83	50.66
						<b>82.23</b>
<b>Materiales</b>						
	AGREGADO GRUESO DE 1/2"	M3		0.2894	37.00	10.71
	AGREGADO FINO	M3		0.3535	26.00	9.19
	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		11.0588	25.00	276.47
	AGUA	M3		0.1940	6.00	1.16
	ADITIVO SIKA VISCOCRETE 3330	LT		5.7100	10.00	57.10
						<b>354.63</b>
<b>Equipos</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	82.23	2.47
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3	HM	1.0000	0.4000	19.10	7.64
						<b>10.11</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019

## VIII. PANEL FOTOGRÁFICO

**Anexo VIII-01. Almacenado en baldes de los agregados en lab. UPN.**



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VIII-02.** Pesado de agregado para contenido de humedad.



Fuente: Elaboración propia, 2019



**Anexo VIII-03.** Colocado del agregado al horno para contenido de humedad.



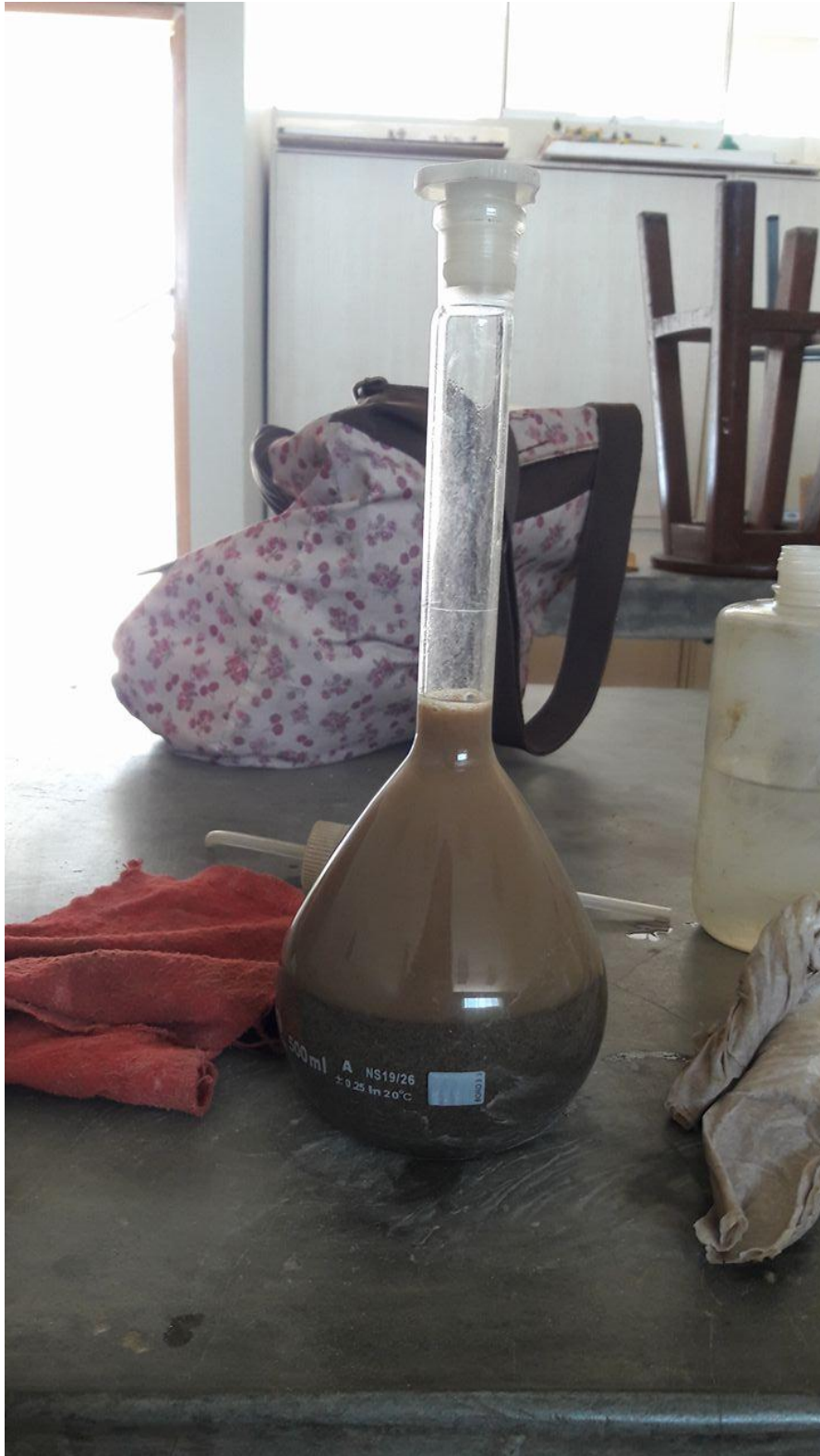
Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VIII-04. Análisis granulométrico del agregado.**



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VIII-05. Peso específico del agregado fino.**



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VIII-06. Peso unitario del agregado.**



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VIII-07. Preparación del concreto.**



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VIII-08. Ensayo de escurrimiento.**



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VIII-09. Ensayo de anillo en J.**



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VIII-10. Ensayo de embudo en V.**



Fuente: Elaboración propia, 2019



**Anexo VIII-11. Ensayo de caja en L.**



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VIII-12. Probetas de concreto.**



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VIII-13.** Concreto autocompactante en elementos verticales.



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VIII-14.** Visitas a campo de elementos verticales con evidencia de segregación.



Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo VIII-15.** Visitas a campo de elementos verticales con evidencia de segregación  
2.



Fuente: Elaboración propia, 2019

## **IX. GUÍAS VALIDADAS**

**Anexo IX-01. Resultados de la granulometría del agregado fino 01.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Análisis Granulométrico de Agregados						
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.012)								
Integrantes: Echevarría Carrion Tatihana Reyes Anticona Celso Investigación: TESIS				Fecha: 15/05/18 Asesor: Ing. Rubén Vázquez				
DATOS DE LA MUESTRA								
Identificación: Arena 1 Procedencia: Cantería Yauri				Tamaño Max. Nominal (TMN): N° 4 Tamaño Max. (TM): 3/8 Peso Inicial Seco: 1500 gr.				
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037		Descripción de la Muestra
						Mínimo	Máximo	
3"	75.000	0	0	0	100	100	100	Arena 2 Lab. UPN
2"	50.000	0	0	0	100	100	100	
1 1/2"	37.500	0	0	0	100	100	100	Características Físicas Módulo de Finura: 2.66
1"	25.000	0	0	0	100	100	100	
3/4"	19.000	0	0	0	100	100	100	Parametros de Control NTP 400.037 Tabla N° 02 Mf min: 2.3 Mf max: 3.1 % de error de la muestra
1/2"	12.500	0	0	0	100	100	100	
3/8"	9.500	0	0	0	100	100	100	
N° 4	4.750	54	3.6	3.6	96.4	95	100	
N° 8	2.360	156	10.4	14.0	86.0	80	100	error < 0.3%    0.13%
N° 16	1.180	219	14.6	28.6	71.4	50	85	
N° 30	0.600	291	19.4	48.0	52.0	25	60	
N° 50	0.300	343	22.2	74.2	25.8	5	30	
N° 100	0.150	345	23.0	97.2	2.8	0	10	
N° 200	0.075	32	2.1	99.3	0.7	0	0	
Fondo		8	0.5	99.9	0.1	0	0	

  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-02. Resultados de la granulometría del agregado fino 02.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Análisis Granulométrico de Agregados						
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.012)								
Integrantes: Echevarría Carrion Tatihana Reyes Anticona Celso Investigación: TESIS				Fecha: 15/05/18 Asesor: Ing. Rubén Vázquez				
DATOS DE LA MUESTRA								
Identificación: Arena 2 Procedencia: cantera Yauri				Tamaño Max. Nominal (TMN): N° 4 Tamaño Max. (TM): 3/8" Peso Inicial Seco: 1500 gr.				
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret. (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037		Descripción de la Muestra
						Mínimo	Máximo	
3"	75.000	0	0	0	100	100	100	Arena 2
2"	50.000	0	0	0	100	100	100	Lab. UPN
1 1/2"	37.500	0	0	0	100	100	100	Características Físicas
1"	25.000	0	0	0	100	100	100	
3/4"	19.000	0	0	0	100	100	100	Módulo de Finura: 2.71
1/2"	12.500	0	0	0	100	100	100	Parametros de Control NTP 400.037 Tabla N° 02
3/8"	9.500	0	0	0	100	100	100	
N° 4	4.750	66	4.4	4.4	95.6	95	100	Mf min: 2.3
N° 8	2.360	170	11.3	15.7	84.3	80	100	Mf max: 3.10
N° 16	1.180	232	15.5	31.2	68.8	50	85	% de error de la muestra
N° 30	0.600	242	16.1	47.3	52.7	25	60	error < 0.3%      0.07%
N° 50	0.300	410	27.3	74.7	25.3	5	30	
N° 100	0.150	342	22.8	97.5	2.5	0	10	
N° 200	0.075	30	2.0	99.5	0.5	0	0	
Fondo		7	0.5	99.9	0.1	0	0	

  
 \_\_\_\_\_  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019



**Anexo IX-03. Resultados de la granulometría del agregado fino 03.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Análisis Granulométrico de Agregados						
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.012)								
Integrantes: Echevarría Carrion Tatiñana Reyes Anticona Celso Investigación: TESIS				Fecha: 15/05/18 Asesor: Ing. Rubén Vozquez				
DATOS DE LA MUESTRA								
Identificación: Arena 3 Procedencia: cantera Yavri				Tamaño Max. Nominal (TMN): N° 4 Tamaño Max. (TM): 3/8" Peso Inicial Seco: 1500 gr.				
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret. (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037		Descripción de la Muestra
						Mínimo	Máximo	
3"	75.000	0	0	0	100	100	100	Arena 3 Laboratorio UPN
2"	50.000	0	0	0	100	100	100	
1 1/2"	37.500	0	0	0	100	100	100	Características Físicas Módulo de Finura: 2.7
1"	25.000	0	0	0	100	100	100	
3/4"	19.000	0	0	0	100	100	100	Parametros de Control NTP 400.037 Tabla N° 02 Mf min: 2.30 Mf max: 3.10
1/2"	12.500	0	0	0	100	100	100	
3/8"	9.500	0	0	0	100	100	100	% de error de la muestra
N° 4	4.750	60	4.0	4.0	96.0	95	100	
N° 8	2.360	176	11.7	15.7	84.3	80	100	error 20.3%      0.13%
N° 16	1.180	212	14.1	29.9	70.1	50	85	
N° 30	0.600	271	18.1	47.9	52.1	25	60	
N° 50	0.300	403	26.9	74.8	25.2	5	30	
N° 100	0.150	351	23.4	98.2	1.80	0	10	
N° 200	0.075	22	1.5	99.7	0.30	0	0	
Fondo		3	0.2	99.9	0.10	0	0	

  
 .....  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-04. Resultados de la granulometría del agregado grueso 01.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Análisis Granulométrico de Agregados						
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.012)								
Integrantes: Echevarría Carrion Tatihana Reyes Anticona Celso Investigación: TESIS				Fecha: 14/05/19 Asesor: Ing. Rubén Vasquez				
DATOS DE LA MUESTRA								
Identificación: Piedra 1/2" Procedencia: Cantero Yauri				Tamaño Max. Nominal (TMN): 1/2" Tamaño Max. (TM): 3/4" Peso Inicial Seco: 3000 gr.				
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037		Descripción de la Muestra
						Mínimo	Máximo	
3"	75.000	0	0	0	100.0	100.0	100.0	Piedra a Lab. UPN
2"	50.000	0	0	0	100.0	100.0	100.0	
1 1/2"	37.500	0	0	0	100.0	100.0	100.0	Características Físicas
1"	25.000	0	0	0	100.0	100.0	100.0	Módulo de Finura: 6.30
3/4"	19.000	0	0	0	100.0	100.0	100.0	Parametros de Control NTP 400.037 Tabla Nº 02
1/2"	12.500	491	16.4	16.4	83.6	90	100.0	
3/8"	9.500	650	21.7	38.1	61.9	40	100	Mf min: -
Nº 4	4.750	1608	53.6	91.7	8.3	0	15.0	Mf max: -
Nº 8	2.360	249	8.3	100.0	0	0	5.0	% de error de la muestra
Nº 16	1.180	0	0	0	0	0	0	Error 0.07%
Nº 30	0.600	0	0	0	0	0	0	
Nº 50	0.300	0	0	0	0	0	0	
Nº 100	0.150	0	0	0	0	0	0	
Nº 200	0.075	0	0	0	0	0	0	
Fondo		0	0	0	0	0	0	




Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-05. Resultados de la granulometría del agregado grueso 02.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Análisis Granulométrico de Agregados						
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.012)								
Integrantes: Echevarría Carrión Tatihana Reyes Anticona Celso Investigación: TESIS				Fecha: 14/05/18 Asesor: Ing. Rubén Vasquez				
DATOS DE LA MUESTRA								
Identificación: <i>Medra 2"</i> Procedencia: <i>cantera Yarri</i>				Tamaño Max. Nominal (TMN): <i>1/2"</i> Tamaño Max. (TM): <i>3/4"</i> Peso Inicial Seco: <i>3000</i> gr.				
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret. (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037		Descripción de la Muestra
						Mínimo	Máximo	
3"	75.000	0	0	0	100	100	100	<i>Medra 2 Lab. UPN</i>
2"	50.000	0	0	0	100	100	100	
1 1/2"	37.500	0	0	0	100	100	100	Características Físicas
1"	25.000	0	0	0	100	100	100	Módulo de Finura: <i>6.41</i>
3/4"	19.000	0	0	0	100	100	100	Parametros de Control NTP 400.037 Tabla N° 02 Mf min: <i>-</i> Mf max: <i>-</i>
1/2"	12.500	<i>578.5</i>	<i>19.3</i>	<i>19.3</i>	<i>80.7</i>	<i>90</i>	<i>100</i>	
3/8"	9.500	<i>794.3</i>	<i>26.5</i>	<i>45.8</i>	<i>54.2</i>	<i>40</i>	<i>70</i>	% de error de la muestra
N° 4	4.750	<i>1470.0</i>	<i>49.0</i>	<i>94.8</i>	<i>5.2</i>	<i>0</i>	<i>15</i>	
N° 8	2.360	<i>156.3</i>	<i>5.2</i>	<i>100.0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	<i>0.03%</i>
N° 16	1.180	0	0	0	0	0	0	
N° 30	0.600	0	0	0	0	0	0	
N° 50	0.300	0	0	0	0	0	0	
N° 100	0.150	0	0	0	0	0	0	
N° 200	0.075	0	0	0	0	0	0	
Fondo		0	0	0	0	0	0	

  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-06. Resultados de la granulometría del agregado grueso 03.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Análisis Granulométrico de Agregados						
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.012)								
Integrantes: Echevarría Carrion Tatiñana Reyes Anticona Celso Investigación: TESIS				Fecha: 14/05/18 Asesor: Sr. Rubén Vaquero				
DATOS DE LA MUESTRA								
Identificación: Piedra 1/2" Procedencia: cantón Yauri				Tamaño Max. Nominal (TMN): 1/2" Tamaño Max. (TM): 3/4" Peso Inicial Seco: 3000 gr.				
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret. (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037		Descripción de la Muestra
						Mínimo	Máximo	
3"	75.000	0	0	0	0	100	100	Piedra 3 Lab. UPN
2"	50.000	0	0	0	0	100	100	
1 1/2"	37.500	0	0	0	0	100	100	Características Físicas
1"	25.000	0	0	0	0	100	100	Módulo de Finura: 6.3
3/4"	19.000	0	0	0	0	100	100	
1/2"	12.500	447.4	14.9	14.9	85.1	90	100	
3/8"	9.500	632.4	21.1	36.0	64.0	40	30	Parametros de Control
Nº 4	4.750	1750.5	58.4	94.4	5.6	0	15	NTP 400.037 Tabla Nº 02
Nº 8	2.360	169.2	5.6	100.0	0	0	5	Mf min: -
Nº 16	1.180	0	0	0	0	0	0	Mf max: -
Nº 30	0.600	0	0	0	0	0	0	% de error de la muestra
Nº 50	0.300	0	0	0	0	0	0	error 0.02%
Nº 100	0.150	0	0	0	0	0	0	
Nº 200	0.075	0	0	0	0	0	0	
Fondo		0	0	0	0	0	0	



Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-07. Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Peso Unitario Especifico del Agregado	
<b>DETERMINACION DEL PESO ESPECÍFICO APARENTE Y REAL DEL AGREGADO</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.021)			
Integrantes: Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarría Carrion Tathiana Investigación: TESIS		Fecha: 12/05/18 Asesor: Ing. Rubén Vázquez	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Identificación: Piedra 1/2" Procedencia: cantera Yauri		Hora: 10.30am Peso Natural: 3500 Kg	
<b>Formula</b>			
$Pea = \left[ \frac{\text{Peso de la muestra sacada del horno}}{\text{peso de la muestra sacada del horno} - \text{peso de la muestra S}} \right]$			
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION</b>			
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3
PESO DE LA MUESTRA (Kg)	3.500	3.500	3.500
(B): PESO DE LA MUESTRA SSS (Kg)	3.524	3.523	3.527
(C): PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA S (Kg)	2.194	2.198	2.198
(A): PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (Kg)	3.468	3.468	3.470
Pem = A/(B-C)	2.608	2.617	2.611
Pem promedio	2.612		
PmSSS = B/(B-C)	2.650	2.659	2.654
Pmss promedio	2.654		
Pea = A/(A-C)	2.722	2.731	2.728
Pea promedio	2.727		
% ABS = ((B-A)/A)*100	1.615	1.586	1.643
Promedio de la	1.61		




Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-08. Resultados del peso específico y absorción del agregado fino.**


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Peso Especifico del Agregado	
DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO APARENTE Y REAL DEL AGREGADO FINO Y ABSORCIÓN (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.022)			
Integrantes: Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarria Carrion Tathiana Investigación: TESIS		Fecha: 11/05/19 Asesor: Ing. Rubén Vázquez	
DATOS DE LA MUESTRA			
Identificación: ARENA Procedencia: cantera Yauri		Peso Natural: 500 gr.	
Formula			
$Pe_a = \left[ \frac{\text{Peso de la muestra seca en el horno}}{\text{Volumen del frasco usado en el ensayo} - \text{peso en gramos} \div \text{volumen en cm}^3 \text{ añadido al frasco}} \right]$			
PESO ESPECIFICO			
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3
Wo = Es el peso en el aire de la muestra secada en el horno (gr)	496	496	496
V= Volumen del frasco (cm <sup>3</sup> )	500	500	500
Va = Peso en gramos o volumen (cm <sup>3</sup> de agua añadido al frasco)	314	316	314
a.-Peso específico de la masa Pe=Wo/(V-Va)	2.667	2.696	2.667
P.e.m promedio	2.676		
b.-Peso específico de Masa Saturada con su superficie seca. 500/(V- Va)	2.688	2.717	2.698
P.sss promedio	2.698		
c.-Peso Especifico Aparente Pea= Wo/((V-Va)-(500-Wo))	2.725	2.756	2.725
P.a. promedio	2.735		
d.- Absorción Ab=(500-Wo)*100/Wo	0.810	0.81	0.80
Abs. promedio	0.81		

  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-09. Resultados del peso unitario suelto del agregado grueso.**


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Peso Unitario Seco Suelto (PUSS)			
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO VOLUMETRICO Y LOS VACIOS EN LOS AGREGADOS (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017)					
Integrantes: Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarría Carrion Tatihana Investigación: TESIS		Fecha: 12/05/18 Asesor: Ing. Rubén Vásquez			
DATOS DE LA MUESTRA					
Identificación: Piedra 1/2" Procedencia: cantera Yauri		Hora: Peso Natural: 22.29 Kg			
VOLUMEN DEL MOLDE CILÍNDRICO					
MUESTRA	PESO DEL MOLDE (Kg)	PESO DEL MOLDE + AGUA (Kg)	PESO DEL AGUA (Kg)	FACTOR CALIBRACIÓN DEL AGUA (Kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DEL MOLDE (m <sup>3</sup> )
VOLUMEN DEL MOLDE	5.31	19.348	14.038	100	0.014
Formula $PUS = \left[ \frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]$					
PESO UNITARIO SUELTO					
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3		
PESO DEL MOLDE (Kg)	5.31	5.31	5.31		
PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)	27.620	27.642	27.576		
PESO DE LA PIEDRA (Kg)	22.31	22.332	22.226		
VOLUMEN DEL MOLDE (m <sup>3</sup> )	0.014	0.014	0.014		
PUS (Kg/m <sup>3</sup> )	1589.26	1590.82	1583.27		
PROMEDIO PUS	1587.79				

  
 -----  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-10. Resultados del peso unitario compactado del agregado grueso.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Peso Unitario Seco Compactado(PUSC)			
<b>DETERMINACION DEL PESO UNITARIO VOLUMETRICO Y VACIOS EN LOS AGREGADOS</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017)					
Integrantes: Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarria Carrion Tatihana Investigación: TESIS			Fecha: 12/05/18 Asesor: Ing. Rubén Vósquez		
DATOS DE LA MUESTRA					
Identificación: Piedra 1/2" Procedencia: cantera Yauri			Hora: Peso Natural: 24.435 Kg		
VOLUMEN DEL MOLDE CILÍNDRICO					
MUESTRA	PESO DEL MOLDE (Kg)	PESO DEL MOLDE + AGUA (Kg)	PESO DEL AGUA (Kg)	FACTOR CALIBRACIÓN DEL AGUA (Kg/m3)	VOLUMEN DEL MOLDE (m3)
VOLUMEN DEL MOLDE	5.31	19.348	14.038	1000	0.014
Formula $PUC = \left[ \frac{\text{Peso de la piedra}}{\text{Volumen del molde}} \right]$					
PESO UNITARIO COMPACTADO					
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3		
PESO DEL MOLDE (Kg)	5.31	5.31	5.31		
PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)	29.614	29.932	29.688		
PESO DE LA PIEDRA (Kg)	24.304	24.622	24.378		
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.014	0.014	0.014		
PUC(Kg/m3)	1731.3	1753.95	1736.57		
PROMEDIO PUC	1740.61				

  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019



**Anexo IX-11. Resultados del peso unitario suelto del agregado fino.**


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Peso Unitario Seco Suelto (PUSS)			
<b>DETERMINACION DEL PESO UNITARIO VOLUMETRICO</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017)					
Integrantes: Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarria Carrion Tatihana Investigación: TESIS			Fecha: 11/05/18 Asesor: <i>Fdz. Rubén Vóspquez</i>		
DATOS DE LA MUESTRA					
Identificación: <i>Arena</i> Procedencia: <i>Cantera Yari</i>			Hora: 10:00 am Peso Natural: 24.6 Kg		
VOLUMEN DEL MOLDE CILINDRICO					
MUESTRA	PESO DEL MOLDE (Kg)	PESO DEL MOLDE + AGUA (Kg)	PESO DEL AGUA (Kg)	FACTOR CALIBRACIÓN DEL AGUA (Kg/m3)	VOLUMEN DEL MOLDE (m3)
VOLUMEN DEL MOLDE	5.31	19.348	14.038	1200	0.014
Formula $PUS = \left[ \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen del molde}} \right]$					
PESO UNITARIO SUELTO					
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3		
PESO DEL MOLDE (Kg)	5.31	5.31	5.31		
PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)	29.866	29.872	29.868		
PESO (Kg)	24.556	24.562	24.558		
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.014	0.014	0.014		
PUS (Kg/m3)	1749.252	1749.639	1749.395		
PROMEDIO PUS	1749.44				

  
 -----  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-12. Resultados del peso unitario compactado del agregado fino.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Peso Unitario Seco Compactado(PUSC)			
<b>DETERMINACION DEL PESO UNITARIO VOLUMETRICO</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017)					
Integrantes: Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarria Carrion Tatihana Investigación: TESIS		Fecha: 11/05/19 Asesor: Ing. Rubén Vasquez			
DATOS DE LA MUESTRA					
Identificación: Arena Procedencia: cantera yavri		Hora: 10:00 am Peso Natural: 26.5 Kg			
VOLUMEN DEL MOLDE CILINDRICO					
MUESTRA	PESO DEL MOLDE (Kg)	PESO DEL MOLDE + AGUA (Kg)	PESO DEL AGUA (Kg)	FACTOR CALIBRACION DEL AGUA (Kg/m3)	VOLUMEN DEL MOLDE (m3)
VOLUMEN DEL MOLDE	5.31	19.348	14.038	1000	0.014
Formula $PUC = \left[ \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen del molde}} \right]$					
PESO UNITARIO COMPACTADO					
MUESTRA	Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3		
PESO DEL MOLDE (Kg)	5.31	5.31	5.31		
PESO DEL MOLDE + PIEDRA (Kg)	31.768	31.720	31.772		
PESO (Kg)	26.458	26.460	26.462		
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)	0.014	0.014	0.014		
PUC(Kg/m3)	1884.74	1884.88	1885.03		
PROMEDIO PUC	1884.88				

  
 -----  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-13. Resultados del contenido de humedad del agregado fino.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Contenido de Humedad																																	
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 339.185)																																			
Integrantes: Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarria Carrion Tatihana Investigaciòn: TESIS		Fecha: 11/05/18 Asesor: <i>Ingr. Rubèn Viquez</i>																																	
DATOS DE LA MUESTRA																																			
Identificación: <i>Sicna</i> Procedencia: <i>cantera Yauri</i>		Hora: <i>11:00 Am.</i> Peso Natural: <i>1000 Kg</i>																																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #f2f2f2;">Formula</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> <math display="block">\%W = \left[ \frac{PH-PS}{PS} \right] \times 100</math> </td> </tr> </tbody> </table>				Formula	$\%W = \left[ \frac{PH-PS}{PS} \right] \times 100$																														
Formula																																			
$\%W = \left[ \frac{PH-PS}{PS} \right] \times 100$																																			
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #f2f2f2;">Ensayo</th> <th style="background-color: #f2f2f2;">muestra #1</th> <th style="background-color: #f2f2f2;">muestra #2</th> <th style="background-color: #f2f2f2;">muestra #3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #f2f2f2;">PESO DE LA TARA (Kg)</td> <td style="text-align: center;">265.0</td> <td style="text-align: center;">302.8</td> <td style="text-align: center;">312.0</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f2f2f2;">PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (Kg)</td> <td style="text-align: center;">1265.0</td> <td style="text-align: center;">1302.8</td> <td style="text-align: center;">1312.0</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f2f2f2;">PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (Kg)</td> <td style="text-align: center;">1257.0</td> <td style="text-align: center;">1294.0</td> <td style="text-align: center;">1304.0</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f2f2f2;">PESO DE LA MUESTRA HUMEDA</td> <td style="text-align: center;">1000.0</td> <td style="text-align: center;">1000.0</td> <td style="text-align: center;">1000.0</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f2f2f2;">PESO DE LA MUESTRA SECA</td> <td style="text-align: center;">992.0</td> <td style="text-align: center;">991.2</td> <td style="text-align: center;">992.0</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f2f2f2;">%W</td> <td style="text-align: center;">0.81</td> <td style="text-align: center;">0.89</td> <td style="text-align: center;">0.81</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f2f2f2;">PROMEDIO %W</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">0.83</td> </tr> </tbody> </table>	Ensayo	muestra #1	muestra #2	muestra #3	PESO DE LA TARA (Kg)	265.0	302.8	312.0	PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (Kg)	1265.0	1302.8	1312.0	PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (Kg)	1257.0	1294.0	1304.0	PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	1000.0	1000.0	1000.0	PESO DE LA MUESTRA SECA	992.0	991.2	992.0	%W	0.81	0.89	0.81	PROMEDIO %W	0.83					
Ensayo	muestra #1	muestra #2	muestra #3																																
PESO DE LA TARA (Kg)	265.0	302.8	312.0																																
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (Kg)	1265.0	1302.8	1312.0																																
PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (Kg)	1257.0	1294.0	1304.0																																
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	1000.0	1000.0	1000.0																																
PESO DE LA MUESTRA SECA	992.0	991.2	992.0																																
%W	0.81	0.89	0.81																																
PROMEDIO %W	0.83																																		



Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-14. Resultados del contenido de humedad del agregado grueso.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Contenido de Humedad			
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> (NORMA DE ENSAYO: NTP 339.185)					
Integrantes: Reyes Anticona Celso Ysidro Echevarria Carrion Tatihana Investigación: TESIS		Fecha: 11/05/18 Asesor: Ing. Rubén Vasquez			
DATOS DE LA MUESTRA					
Identificación: Piedra 1/2" Procedencia: cantera Yauri		Hora: 10:00 am Peso Natural: 2000 Kg			
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Formula</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> <math display="block">\%W = \left[ \frac{PH-PS}{PS} \right] \times 100</math> </td> </tr> </tbody> </table>				Formula	$\%W = \left[ \frac{PH-PS}{PS} \right] \times 100$
Formula					
$\%W = \left[ \frac{PH-PS}{PS} \right] \times 100$					
Ensayo	muestra #1	muestra #2	muestra #3		
PESO DE LA TARA (Kg)	178.5	216.5	241.0		
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA (Kg)	2178.5	2216.5	2241.0		
PESO DE LA TARA+ MUESTRA SECA (Kg)	2164.0	2201.0	2223.0		
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	2000	2000	2000		
PESO DE LA MUESTRA SECA	1985.5	1984.5	1982.0		
%W	0.73	0.78	0.91		
PROMEDIO %W	0.81				

  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019


**Anexo IX-15. Resultados del peso unitario del agregado global.**


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		<b>REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</b> Peso Unitario Seco Compactado (PUSC) y suelto (PUS)								
<b>PESO UNITARIO GLOBAL DE AGREGADOS (MÁXIMA DENSIDAD)</b> REF.: (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017)										
<b>INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD</b>										
PROCEDENCIA: <u>Yavij (cantera)</u> INTEGRANTES: ECHEVARRIA CARRION TATIYANA REYES ANTICONA CELSO								ASESOR: Ing. Alberto Rubén Vasquez Diaz FECHA: <u>23/05/18 - 2/06/18</u>		
MUESTRA: <u>Piedra 1/2"</u> <u>arena</u>										
IDENTIFICACION ENSAYO										
	1	2	3	4	5	6	7			
% de agregado fino	40	45	50	55	55	57	60			
% de agregado grueso	60	55	50	47	45	43	40			
Peso de agregado fino	12	13.5	15	15.9	16.5	17.1	18			
Peso de agregado grueso	18	16.5	15	14.1	13.5	12.9	12			
PESO UNITARIO SUELTO										
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	30.141	30.297	30.993	31.191	31.412	31.124	30.981		
Peso del recipiente	(Kg)	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31		
Peso de la muestra	(Kg)	24.831	24.987	25.683	25.881	26.102	25.814	25.671		
Volumen	(m3)	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014		
Peso unitario	(Kg/m3)	1774	1785	1825	1849	1864	1844	1834		
PESO UNITARIO COMPACTADO										
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	33.409	33.554	34.317	34.474	34.577	34.441	33.747		
Peso del recipiente	(Kg)	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31		
Peso de la muestra	(Kg)	28.099	28.244	29.007	29.164	29.267	29.131	28.437		
Volumen	(m3)	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014		
Peso unitario	(Kg/m3)	2007	2017	2072	2083	2090	2081	2051		

  
 -----  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019


**Anexo IX-16. Resultados del escurrimiento UNE 83361.**

 <b>MÉTODO DE ENSAYO DE ESCURRIMIENTO (SLUMP FLOW)</b> <b>NORMA UNE 83361</b>							
AUTORES:		Tatiana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona					
LUGAR:		Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro					
CIUDAD:		Trujillo, La Libertad					
% DE ADITIVO	Fecha de elaboración	T50	TIEMPO (seg.)	DF	D 1	D2	mm
Patrón	02/10/18	T50-1	—	DF- 1	—	—	—
	02/10/18	T50-2	—	DF- 2	—	—	—
	02/10/18	T50-3	—	DF- 3	—	—	—
PROMEDIO		Indeterminado		Indeterminado			
% DE ADITIVO	Fecha de elaboración	T50	TIEMPO (seg.)	DF	D 1	D2	mm
0.9%	02/10/18	T50-1	5.35	DF- 1	530	550	540
	02/10/18	T50-2	5.48	DF- 2	550	574	562
	02/10/18	T50-3	5.51	DF- 3	580	579	580
PROMEDIO		Seg.	5.45	mm.		561	
% DE ADITIVO	Fecha de elaboración	T50	TIEMPO (seg.)	DF	D 1	D2	mm
1.1%	03/10/18	T50-1	3.37	DF- 1	665	630	648
	03/10/18	T50-2	3.44	DF- 2	650	680	665
	03/10/19	T50-3	3.39	DF- 3	633	670	652
PROMEDIO		Seg.	3.40	mm.		655	
% DE ADITIVO	Fecha de elaboración	T50	TIEMPO (seg.)	DF	D 1	D2	mm
1.3%	04/10/18	T50-1	1.13	DF- 1	720	735	728
	04/10/18	T50-2	1.28	DF- 2	780	770	775
	04/10/18	T50-3	1.36	DF- 3	770	790	780
PROMEDIO			1.26			761	

  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-17. Resultados del embudo en V UNE 83364 y anillo en J UNE 83362**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		MÉTODO DE ENSAYO DEL EMBUDO EN V ( NORMA UNE 83364)				
AUTORES:	Echevarría Carrión Tatihana Celso Reyes Anticona					
LUGAR:	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte					
CIUDAD:	Trujillo - La Libertad					
DOSE DE ADITIVO:	0.9; 1.1; 1.3%	Fecha elaboración:	2/10/18	2/10/18	3/10/18	4/10/18
Muestra	Código de identificación					
	EV-1	-	14.23	9.21	5.40	
	EV-2	-	14.12	9.05	5.26	
	EV-3	-	13.90	9.34	5.56	
Promedio	4 seg ≤ Tv ≤ 20seg	-	14.08	9.20	5.41	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		MÉTODO DE ENSAYO DEL ANILLO EN J ( NORMA UNE 83362)				
AUTORES:	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona					
LUGAR:	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte					
CIUDAD:	Trujillo - La Libertad					
DOSE DE ADITIVO:	0.9; 1.1; 1.3%	Fecha elaboración:	16/10/18	16/10/18	17/10/18	17/10/18
Muestras	Código de identificación	Patrón	0.9%	1.1%	1.3%	
Diámetro (mm)	AJ-1	-	520	621	722	
	AJ-2	-	510	632	724	
	AJ-3	-	523	610	730	
Promedio (mm)	dj ≥ df - 50 mm	-	518	621	725	
Alturas (mm)	AJ-1	-	19.0	10.0	5.0	
	AJ-2	-	18.0	9.0	6.0	
	AJ-3	-	19.0	9.0	5.0	
Promedio (mm)	hj ≤ 15 mm	-	19	9	5	

  
-----  
Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-18. Resultados de caja en L UNE 83363.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		MÉTODO DE ENSAYO DE CAJA EN L ( NORMA UNE 83363)					
<b>AUTORES:</b>		Tatiana Echevarria Carrión Celso Reyes Anticona					
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte					
<b>CIUDAD:</b>		Trujillo - La Libertad					
Espécimen	Fecha de elaboración	Código de identificación	T20cm	T40cm	H1	H2	H2/H1
Patrón	09/10/18	CL-1	-	-	-	-	-
	09/10/18	CL-2	-	-	-	-	-
	09/10/18	CL-3	-	-	-	-	-
0,75 ≤ C bl ≥ 1.00		Promedio	-	-	Promedio		-
Dosf. de Aditivo:	Fecha de elaboración	Código de identificación	T20cm	T40cm	H1	H2	H2/H1
0.9%	09/10/18	CL-1	1.57	3.37	12.8	6.2	0.48
	09/10/18	CL-2	1.66	3.47	13.5	5.7	0.42
	09/10/18	CL-3	1.59	3.55	13.0	6.0	0.46
0,75 ≤ C bl ≥ 1.00		Promedio	1.61	3.46	Promedio		0.46
Espécimen	Fecha de elaboración	Código de identificación	T20cm	T40cm	H1	H2	H2/H1
1.1%	10/10/18	CL-1	0.92	1.75	7.1	6.8	0.96
	10/10/18	CL-2	0.98	1.70	7.5	7.1	0.95
	10/10/18	CL-3	0.95	1.68	6.9	6.5	0.94
0,75 ≤ C bl ≥ 1.00		Promedio	0.95	1.71	Promedio		0.95
Espécimen	Fecha de elaboración	Código de identificación	T20cm	T40cm	H1	H2	H2/H1
1.3%	11/10/18	CL-1	0.56	1.36	8.5	6.50	0.76
	11/10/18	CL-2	0.58	1.35	8.9	6.60	0.74
	11/10/18	CL-3	0.60	1.41	9.0	6.50	0.72
0,75 ≤ C bl ≥ 1.00		Promedio	0.58	1.37	Promedio		0.74





Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019




**Anexo IX-19. Resultados del Índice de estabilidad visual ASTM C1611-05**


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	MÉTODO DE PRUEBA ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (ASTM C1611-05)		
<b>Autores:</b>	Celso Reyes Anticona Tatihana Echevarría Carrión		
<b>Lugar:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte		
<b>Ciudad:</b>	Trujillo - La Libertad		
<b>Dosf. De aditivo:</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Fecha de elaboración</b>	<b>Valor del índice de estabilidad visual</b>
Patrón	I-1	2/10/18	-
	I-2	2/10/18	-
	I-3	2/10/18	-
<b>Dosf. De aditivo:</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Fecha de elaboración</b>	<b>Valor del índice de estabilidad visual</b>
0.4%	I-1	2/10/18	0
	I-2	2/10/18	0
	I-3	2/10/18	0
<b>Dosf. De aditivo:</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Fecha de elaboración</b>	<b>Valor del índice de estabilidad visual</b>
1.1%	I-1	3/10/18	0
	I-2	3/10/18	0
	I-3	3/10/18	0
<b>Dosf. De aditivo:</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Fecha de elaboración</b>	<b>Valor del índice de estabilidad visual</b>
1.3%	I-1	4/10/18	2
	I-2	4/10/18	2
	I-3	4/10/18	2
<b>VSI VALOR</b>		<b>CRITERIOS</b>	
0 = Muy estable		No hay evidencia de segregación o sangrado.	
1 = Estable		No hay evidencia de segregación y sangrado leve como brillo en la masa de concreto.	
2 = Inestable		Un ligero halo de mortero < 0.5 pulg. (< 10mm) y/o una pila de agregados en la masa de hormigón	
3 = Muy inestable		Claramente inestable de un gran halo de mortero > 0.5 pulg. (> 10mm) y/o una gran pila de agregados en el centro de la masa de hormigón	


  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-20. Resultados de Resistencia a la compresión sin aditivo.**

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
PROBETA	CODIGO DE IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	F'c
Patrón	P1	5/11/18	12/11/18	7	10.15	28787	356
	P2	5/11/18	12/11/18	7	10.16	28138	347
	P3	5/11/18	12/11/18	7	10.15	27913	345
	P4	5/11/18	12/11/18	7	10.15	27873	344
	P5	5/11/18	12/11/18	7	10.15	28597	353

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
PROBETA	CODIGO DE IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	F'c
Patrón	P1	5/11/18	19/11/18	14	10.14	32205	399
	P2	5/11/18	19/11/18	14	10.15	32577	402
	P3	5/11/18	19/11/18	14	10.14	32211	399
	P4	5/11/18	19/11/18	14	10.14	31877	394
	P5	5/11/18	19/11/18	14	10.15	31980	395


 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
PROBETA	CODIGO DE IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	F'c
Patrón	P1	5/11/18	3/12/18	28	10.16	34763	429
	P2	5/11/18	3/12/18	28	10.14	34446	432
	P3	5/11/18	3/12/18	28	10.15	35105	434
	P4	5/11/18	3/12/18	28	10.16	34496	426
	P5	5/11/18	3/12/18	28	10.15	34577	427





Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-21. Resultados de Resistencia a la compresión al 0.9% de aditivo.**

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
PROBETA	CODIGO DE IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	F'c
0.9%	P1	6/11/18	13/11/18	7	10.15	31409	388
	P2	6/11/18	13/11/18	7	10.16	31974	395
	P3	6/11/18	13/11/18	7	10.15	32350	400
	P4	6/11/18	13/11/18	7	10.15	31783	393
	P5	6/11/18	13/11/18	7	10.15	32359	400

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
PROBETA	CODIGO DE IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	F'c
0.9%	P1	6/11/18	20/11/18	14	10.15	37873	468
	P2	6/11/18	20/11/18	14	10.14	38580	478
	P3	6/11/18	20/11/18	14	10.14	37534	464
	P4	6/11/18	20/11/18	14	10.15	38910	481
	P5	6/11/18	20/11/18	14	10.15	37964	462


 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
PROBETA	CODIGO DE IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	F'c
0.9%	P1	6/11/18	4/12/18	28	10.16	40959	506
	P2	6/11/18	4/12/18	28	10.14	41115	509
	P3	6/11/18	4/12/18	28	10.15	40466	500
	P4	6/11/18	4/12/18	28	10.16	41262	509
	P5	6/11/18	4/12/18	28	10.15	40748	504





Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-22. Resultados de Resistencia a la compresión al 1.10% de aditivo.**

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatiana Echevarria Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
PROBETA	CODIGO DE IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	F'C
1.1%	P1	7/11/18	14/11/18	7	10.16	36047	445
	P2	7/11/18	14/11/18	7	10.15	36056	446
	P3	7/11/18	14/11/18	7	10.15	36110	447
	P4	7/11/18	14/11/18	7	10.14	35114	435
	P5	7/11/18	14/11/18	7	10.16	35109	433

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatiana Echevarria Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
PROBETA	CODIGO DE IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	F'C
1.1%	P1	7/11/18	21/11/18	14	10.15	39405	487
	P2	7/11/18	21/11/18	14	10.14	38960	482
	P3	7/11/18	21/11/18	14	10.15	38844	480
	P4	7/11/18	21/11/18	14	10.15	39128	483
	P5	7/11/18	21/11/18	14	10.15	38923	481


 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b>	Tatiana Echevarria Carrión Celso Reyes Anticona						
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro						
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo, La Libertad						
PROBETA	CODIGO DE IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	F'C
1.10%	P1	7/11/18	5/12/18	28	10.15	43938	543
	P2	7/11/18	5/12/18	28	10.14	42748	529
	P3	7/11/18	5/12/18	28	10.16	43506	537
	P4	7/11/18	5/12/18	28	10.16	43856	541
	P5	7/11/18	5/12/18	28	10.15	42789	529





Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-23. Resultados de Resistencia a la compresión al 1.30% de aditivo.**

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b> Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona							
<b>LUGAR:</b> Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro							
<b>CIUDAD:</b> Trujillo, La Libertad							
PROBETA	CODIGO DE IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	F'c
1.3%	P1	13/11/18	20/11/18	7	10.16	34654	428
	P2	13/11/18	20/11/18	7	10.15	34145	422
	P3	13/11/18	20/11/18	7	10.15	33853	418
	P4	13/11/18	20/11/18	7	10.14	34678	429
	P5	13/11/18	20/11/18	7	10.16	33909	419

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b> Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona							
<b>LUGAR:</b> Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro							
<b>CIUDAD:</b> Trujillo, La Libertad							
PROBETA	CODIGO DE IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	F'c
1.3%	P1	13/11/18	27/11/18	14	10.15	37112	459
	P2	13/11/18	27/11/18	14	10.15	37026	458
	P3	13/11/18	27/11/18	14	10.16	37537	463
	P4	13/11/18	27/11/18	14	10.16	38027	469
	P5	13/11/18	27/11/18	14	10.15	37013	457

 <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS (NTP 334.039)</b>							
<b>AUTORES:</b> Tatihana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona							
<b>LUGAR:</b> Laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro							
<b>CIUDAD:</b> Trujillo, La Libertad							
PROBETA	CODIGO DE IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	F'c
1.3%	P1	13/11/18	11/12/18	28	10.15	41936	512
	P2	13/11/18	11/12/18	28	10.14	40137	497
	P3	13/11/18	11/12/18	28	10.14	41380	512
	P4	13/11/18	11/12/18	28	10.15	41249	510
	P5	13/11/18	11/12/18	28	10.15	41255	511




Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-24.** Resultados de guías de observación de elementos verticales sin aditivo.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		GUÍA DE VISIBILIDAD EN ELEMENTOS VERTICALES	
AUTORES:	Tatiana Echevarría Carrión Celso Ysidro Reyes Anticona		
LUGAR:	Lab. UPN		
CIUDAD:	Trujillo		
OBJETIVO:	observar segregación, fluidez, acabado superficial y de los porticos.		
ADICIÓN	CARACTERÍSTICA	IMAGEN	
Ojo patión	Consistencia muy seca se le aplico elusados con la varilla metálica aún así presentaba espacios vacíos de gran tamaño, muy visibles generando un congrejoso en su superficie.	Panel fotografía	Panel fotografía
FOTOGRAFÍA			
Panel fotografía	Panel fotografía	Panel fotografía	Panel fotografía



Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-25.** Resultados de guías de observación de elementos verticales al 0.9% de aditivo.


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		GUÍA DE VISIBILIDAD EN ELEMENTOS VERTICALES	
AUTORES:		Tatiana Echevarría Carrión Celso Ysidro Reyes Anticona	
LUGAR:		Lab. UPN TRUJILLO	
CIUDAD:		Trujillo	
OBJETIVO:		observar segregación, acabado superficial conformación de partículas	
ADICIÓN	CARACTERÍSTICA	IMAGEN	
0.9%	Mezcla de consistencia viscosa y poco fluida durante el vaciado en el elemento vertical presenta unos espacios vacíos no muy trabajable	Panel fotografía	Panel fotografía
FOTOGRAFÍA			
Panel fotografía	Panel fotografía	Panel fotografía	Panel fotografía




Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-26. Resultados de guías de observación de elementos verticales al 1.1% de aditivo.**

 <b>GUÍA DE VISIBILIDAD EN ELEMENTOS VERTICALES</b>			
<b>AUTORES:</b>	Tatiana Echevarría Celso Reyes		
<b>LUGAR:</b>	Lab. UPN		
<b>CIUDAD:</b>	Trujillo		
<b>OBJETIVO:</b>	observar la segregación, finidez, acabado superficial y de los partículas.		
ADICIÓN	CARACTERÍSTICA	IMAGEN	
1.10%	Presenta uniformidad en la consistencia y la textura de la muestra durante su proceso de mezclado, por ello tiene mejor presencia en cuanto al acabado, se presenta una uniformidad de la disposición de las partículas en el vaciado, trabajable, homogéneo, fluido y no hay conglomerados	Panel fotografía	Panel fotografía
FOTOGRAFÍA			
Panel fotografía	Panel fotografía	Panel fotografía	Panel fotografía



Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019



**Anexo IX-27. Resultados de guías de observación de elementos verticales al 1.3% de aditivo.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		GUÍA DE VISIBILIDAD EN ELEMENTOS VERTICALES	
AUTORES:	Tatiana Echevarría Carrión Celso Reyes Anticona		
LUGAR:	Lab. UPN		
CIUDAD:	TRUJILLO		
OBJETIVO:	observar la segregación, fluidez, acabado superficial y de los partículas		
ADICIÓN	CARACTERÍSTICA	IMAGEN	
1.3%	Mezcla muy fluida y segregada con una consolidación del agregado grueso que muestra una tendencia a decantarse en el fondo del elemento vertical, se caracteriza por no ser homogénea y muy fluida con presencia de burbujas y ondulaciones visibles en las caras laterales producto de la segregación del agregado.	Panel fotografía	Panel fotografía
FOTOGRAFÍA			
Panel fotografía	Panel fotografía	Panel fotografía	Panel fotografía



Coordinador de Laboratorio  
Carrera de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Anexo IX-28. Certificado UPN de ensayos de laboratorio.**



UNIVERSIDAD  
PRIVADA DEL NORTE

**CERTIFICADO**  
**DE ENSAYOS EN LABORATORIOS**

El que suscribe, Wesley John Leonardo Carrasco, hace constar por medio de la presente que los Sres. Celso Ysidro Reyes Anticona y Tatihana Echevarría Carrión, identificados con D.N.I N° 48245902 y 73533023 respectivamente, han realizado los ensayos de granulometría, contenido de humedad, peso específico, absorción, elementos verticales, peso unitario de agregados, elaboración y compresión de especímenes de concreto, en las instalaciones del *Laboratorio de Concreto* de esta universidad, requeridos para la tesis *Influencia del aditivo Sika Viscocrete 3330 en la propiedad de la resistencia a la compresión y en las propiedades de un concreto autocompactante para elementos verticales, Trujillo 2019*; los resultados obtenidos se encuentran registrados en nuestro archivo.

Se expide esta certificación a solicitud de los interesados, para los fines que estime conveniente.

Trujillo, 13 de mayo del 2019

  
Wesley J. Leonardo Carrasco  
Supervisor de Laboratorio

Mz. G Lte. 24 - Urb. Dean Saavedra  
El Cortijo - San Isidro - Trujillo  
www.upn.edu.pe

Fuente: UPN, 2019