

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN DE SIKACEM PLASTIFICANTE PARA MEJORAR LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS INFORMALES EN EL DISTRITO LA ESPERANZA, TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO (a) CIVIL

Autores:

Bach. FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR

Bach. LIZ MARISOL VERA BALLENA

Asesor:

Ing. Mg. ALBERTO RUBÉN VÁSQUEZ DIAZ

Trujillo - Perú

2020



## DEDICATORIA

A Dios por la vida, la salud y la oportunidad  
de tener una existencia fructífera.

A nuestros padres y hermanos  
les dedicamos el presente, como tributo a su  
apoyo incondicional, confianza, amistad y amor.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Privada del Norte, sede Trujillo  
y a todos nuestros docentes.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema .....	43
1.3. Objetivos .....	43
1.4. Hipótesis .....	45
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>47</b>
2.1. Tipo de investigación .....	47
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	47
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	48
2.4. Procedimiento .....	49
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>87</b>
3.1. Dosificación en obra, ensayo de Slump y tipo de cemento. ....	87
3.2. Resistencia a compresión de especímenes obtenidos en campo .....	88
3.3. Caracterización de los agregados.....	89
3.4. Diseño de mezcla.....	90
3.5. Propiedades del concreto ensayado en estado fresco.....	91
3.6. Propiedades del concreto ensayado en estado endurecido.....	91
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>94</b>
4.1. Discusión.....	94
4.2. Conclusiones.....	115
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>122</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>TABLA 1. Licencias de construcción en los últimos 3 años en el Distrito la Esperanza.</i>	22
<i>TABLA 2. Matriz de consistencia.</i>	46
<i>TABLA 3. Coordenadas de ubicación de viviendas en construcción para muestreo de concreto en obra.</i>	54
<i>TABLA 4. Datos de campo y dosificación para concreto preparado en las diferentes construcciones, muestreadas in situ.</i>	56
<i>TABLA 5. Coordenadas de ubicación de puntos de muestreo de agregados.</i>	59
<i>TABLA 6. Medida de las muestras de agregado.</i>	60
<i>TABLA 7: Cálculo de datos obtenidos en ensayo granulométrico A.F.</i>	61
<i>TABLA 8: Cálculo de datos obtenidos en ensayo granulométrico A.G</i>	63
<i>TABLA 9. Cálculo del peso unitario suelto seco</i>	64
<i>TABLA 10. Cálculo del peso unitario suelto compactado.</i>	64
<i>TABLA 11. Cálculo del porcentaje de vacíos de los agregados.</i>	65
<i>TABLA 12. Cálculo del peso específico y absorción del A.F.</i>	67
<i>TABLA 13. Cálculo del peso específico y absorción del A.G.</i>	69
<i>TABLA 14. Contenido de humedad del A.F. &amp; A.G.</i>	70
<i>TABLA 15. Dosificaciones, asentamiento y tipo de cemento usado en la construcción de viviendas en el Distrito La Esperanza.</i>	87
<i>TABLA 16. Resistencia a compresión de especímenes de concreto obtenido de las diferentes construcciones muestreadas.</i>	88
<i>TABLA 17. Resumen de las características físicas del agregado fino.</i>	89
<i>TABLA 18. Resumen de las características físicas del agregado grueso</i>	89
<i>TABLA 19. Resumen de caracterización de los agregados para diseño de mezcla</i>	90
<i>TABLA 20. Diseño de mezcla general para 1m<sup>3</sup></i>	90
<i>TABLA 21. Cantidad de aditivo, por 1 bolsa de cemento.</i>	91
<i>TABLA 22. Propiedades del concreto fresco ensayado en laboratorio.</i>	91
<i>TABLA 23. Control de especímenes de concreto endurecido ensayado en laboratorio.</i>	92
<i>TABLA 24. Descripción de la codificación de muestras de.</i>	92
<i>TABLA 25. Costo unitario de materiales.</i>	93
<i>TABLA 26. Costo de materiales para preparar 1m<sup>3</sup> de concreto</i>	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>ILUSTRACIÓN 1. Consumo nacional de cemento, incluye despacho nacional y las importaciones ajustadas de pequeñas empresas 2019. ....</i>	<b>18</b>
<i>ILUSTRACIÓN 2. Consumo nacional de cemento. (fuente: III seminario web Control mix express,.....</i>	<b>19</b>
<i>ILUSTRACIÓN 3. Evolución del índice mensual de la producción nacional-2019.....</i>	<b>21</b>
<b>ILUSTRACIÓN 4. Viviendas de albañilería confinada con notables fallas estructurales.....</b>	<b>23</b>
<b>ILUSTRACIÓN 5. Ubicación del Distrito la Esperanza en la ciudad de Trujillo.....</b>	<b>24</b>
<b>ILUSTRACIÓN 6. La Esperanza se encuentra como uno de los distritos más poblados del Perú.....</b>	<b>25</b>
<b>ILUSTRACIÓN 7: Verificación rápida por prospección simple de la situación de algunas edificaciones en el sector Manuel Arévalo.....</b>	<b>50</b>
<b>Ilustración 8. Construcción de un segundo nivel, en una vivienda informal, solo con un maestro empírico y sin ningún criterio técnico y de seguridad.....</b>	<b>51</b>
<b>ILUSTRACIÓN 9: Identificación de construcciones y coordinación con los propietarios y/o encargados solicitando autorización para tomar muestras de concreto.....</b>	<b>52</b>
<b>ILUSTRACIÓN 10. Croquis de ubicación de puntos de muestreo de concreto en viviendas en construcción.....</b>	<b>53</b>
<b>ILUSTRACIÓN 11. Verificación de vaciado de concreto en vigas y prueba de Slump.....</b>	<b>55</b>
<b>ILUSTRACIÓN 12. Quebrada del León - Río seco. Adaptado del PPRRD- MD-Huanchaco, 2019. ....</b>	<b>57</b>
<b>ILUSTRACIÓN 13. Visita a las canteras para obtención de muestras. Izq. C. Silva, Der. C. Lescano</b>	<b>58</b>
<b>ILUSTRACIÓN 14. Gráfico de zonificación para muestreo de agregado en obra.....</b>	<b>59</b>
<b>ILUSTRACIÓN 15. Resistencia promedio a la compresión requerida.....</b>	<b>71</b>
<b>ILUSTRACIÓN 16. Asentamientos recomendados para diferentes tipos de construcción.....</b>	<b>72</b>
<b>ILUSTRACIÓN 17. Requisitos aproximados de volumen unitario de agua.....</b>	<b>73</b>
<b>ILUSTRACIÓN 18. Contenido de aire atrapado en el concreto.....</b>	<b>74</b>
<b>ILUSTRACIÓN 19. Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.....</b>	<b>74</b>
<i>ILUSTRACIÓN 20. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....</i>	<b>76</b>
<i>ILUSTRACIÓN 21. Asentamiento del concreto convencional obtenido en obra.....</i>	<b>96</b>
<i>ILUSTRACIÓN 22. Resistencia a compresión del concreto obtenido en obra.....</i>	<b>98</b>
<i>ILUSTRACIÓN 23. Contenido de humedad del agregado fino.....</i>	<b>101</b>
<i>ILUSTRACIÓN 24. Contenido de humedad del agregado grueso.....</i>	<b>101</b>

<i>ILUSTRACIÓN 25. Porcentaje de absorción de los agregados.....</i>	<b>102</b>
<i>ILUSTRACIÓN 26. % de agregado fino que pasa malla 200.....</i>	<b>103</b>
<i>ILUSTRACIÓN 27. % de agregado grueso que pasa malla 200 .....</i>	<b>104</b>
<i>ILUSTRACIÓN 28. Módulo de fineza de agregados .....</i>	<b>104</b>
<i>ILUSTRACIÓN 29. Peso unitario de agregado grueso .....</i>	<b>105</b>
<i>ILUSTRACIÓN 30. Peso unitario de agregado fino.....</i>	<b>106</b>
<i>ILUSTRACIÓN 31. Proporciones de materiales para concreto patrón .....</i>	<b>107</b>
<i>ILUSTRACIÓN 32. Cantidad de aditivo plastificante por bolsa de cemento .....</i>	<b>107</b>
<i>ILUSTRACIÓN 33. Diferencia de proporciones entre concreto en obra y concreto ACI .....</i>	<b>108</b>
<i>ILUSTRACIÓN 34. Slump de las muestras de concreto a evaluar en laboratorio .....</i>	<b>109</b>
<i>ILUSTRACIÓN 35. Resistencia a compresión de concreto ensayado en laboratorio .....</i>	<b>111</b>

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: Módulo de finura .....	62
ECUACIÓN 2: Volumen del recipiente en m <sup>3</sup> .....	63
ECUACIÓN 3: Cálculo del peso unitario suelto seco.....	64
ECUACIÓN 4: Cálculo del peso unitario suelto compactado .....	65
ECUACIÓN 5: Porcentaje de vacíos de los agregados .....	65
ECUACIÓN 6: Peso específico de la masa .....	67
ECUACIÓN 7: Peso específico de la masa saturada superficialmente seco.....	67
ECUACIÓN 8: Peso específico aparente .....	67
ECUACIÓN 9: Porcentaje de absorción .....	68
ECUACIÓN 10: Peso específico de la masa .....	69
ECUACIÓN 11: Peso específico de la masa saturada superficialmente seco .....	69
ECUACIÓN 12: Peso específico aparente .....	69
ECUACIÓN 13: Porcentaje de absorción .....	69
ECUACIÓN 14: Contenido de humedad del agregado fino y grueso (w%) .....	70
ECUACIÓN 15: Interpolación para relación agua/cemento .....	75
ECUACIÓN 16: Contenido de cemento .....	75
ECUACIÓN 17: Volumen del agregado grueso seco compactado .....	76
ECUACIÓN 18: Interpolación para Volumen del agregado grueso seco compactado .....	76
ECUACIÓN 19: Cantidad del agregado grueso seco .....	77
ECUACIÓN 20: Volumen de cemento .....	77
ECUACIÓN 21: Volumen de agua. ....	77
ECUACIÓN 22: Volumen de aire.....	77
ECUACIÓN 23: Volumen de agregado grueso (A.G.) .....	77
ECUACIÓN 24: Volumen de agregado fino (A.F.) .....	77
ECUACIÓN 25: Cantidad de agregado fino (C.A.F.) .....	77
ECUACIÓN 26: Cantidad de agregado fino corregido por humedad (A.F.C.H.) .....	78



<b>ECUACIÓN 27: Cantidad agregado Grueso corregido por humedad (A.G.C.H)</b> .....	<b>78</b>
<b>ECUACIÓN 28: Humedad superficial del agregado fino (H.S.A.F)</b> .....	<b>78</b>
<b>ECUACIÓN 29: Humedad superficial del agregado grueso (H.S.A.G)</b> .....	<b>78</b>
<b>ECUACIÓN 30: Aporte de humedad del agregado fino (A.H.A.F.)</b> .....	<b>78</b>
<b>ECUACIÓN 31: Aporte de humedad del agregado grueso (A.H.A.G.)</b> .....	<b>78</b>
<b>ECUACIÓN 32: Aporte de humedad de los agregados (A.H.A.)</b> .....	<b>79</b>
<b>ECUACIÓN 33: Agua efectiva (A.E.)</b> .....	<b>79</b>
<b>ECUACIÓN 34: Cálculo de las proporciones en peso</b> .....	<b>79</b>
<b>ECUACIÓN 35: Conversión de PUSS a PUSH</b> .....	<b>80</b>
<b>ECUACIÓN 36: Cálculo de las proporciones en volumen</b> .....	<b>81</b>
<b>ECUACIÓN 37: Peso unitario real del concreto (D)</b> .....	<b>84</b>
<b>ECUACIÓN 38: Contenido de aire (A)</b> .....	<b>84</b>
<b>ECUACIÓN 39: Rendimiento del concreto (Y)</b> .....	<b>84</b>
<b>ECUACIÓN 40: Esfuerzo a la compresión (Rc)</b> .....	<b>86</b>
<b>ECUACIÓN 41: Cálculo del área (A)</b> .....	<b>86</b>

## RESUMEN

El Distrito La Esperanza, urbanísticamente está conformada por edificaciones que se construyeron bajo la influencia de una población migrante, con un proceso constructivo de viviendas fundamentado en técnicas empíricas y tradicionales.

El propósito de esta investigación fue verificar la dosificación, trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto producido en la construcción de viviendas informales.

Se sustrajeron muestras de agregados en obra y de cantera, que fueron evaluados en laboratorio, con cuyos resultados, se diseñó una dosificación de concreto con la aplicación de sikacem plastificante, que fueron ensayados con una metodología experimental para determinar la magnitud del efecto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Con ello, se busca mejorar el nivel resistente del concreto mediante la aplicación de un aditivo reductor de agua.

En el estudio de campo, se verificó la falta de conocimiento técnico respecto a los métodos constructivos, quedando demostrado, que en obras informales no se usa ningún tipo de aditivo en la producción de concreto.

De los resultados de laboratorio, se concluye, que el uso del aditivo mejora las propiedades físicas y de resistencia del concreto, el cual se propone como alternativa para resolver los defectos que presentan las características del concreto común y mejorar la calidad resistente de los elementos estructurales de las viviendas en construcción, que se producen masivamente, convirtiéndose en un serio problema frente al óptimo crecimiento urbano de nuestro Distrito.

**Palabras clave:** Dosificación de concreto, trabajabilidad, resistencia a la compresión, vulnerabilidad estructural, viviendas informales.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El crecimiento y establecimiento de los asentamientos humanos informales, motivada por los fenómenos de migración interna que se gestaron en el Perú, nos ha conducido a que, en la actualidad, una gran parte de la población urbana viva expuesta a la precariedad, característica de poblaciones altamente vulnerables. La formación misma de los centros urbanos, guardan intrínsecamente su origen informal y con el transcurrir del tiempo, algunos han mejorado sus condiciones y otros simplemente han maquillado su emplazamiento hasta lograr ser imperceptibles dentro del desarrollo, convivencia y cotidianidad de la ciudad formal. Resulta necesario conocer el concepto de la célula básica que conforma una urbe informal.

“El concepto de vivienda autoconstruida define los esfuerzos tanto individuales como colectivos y es identificada como la mejora progresiva de una casa o asentamiento existente o como la construcción completa de una nueva. Este concepto es usado también, como una descripción para un proceso constructivo que ocurre de manera espontánea en muchas áreas del mundo [...]”. (Dreifuss et al., 2018).

De acuerdo a la descripción del autor, en la ciudad informal actual, puede darse las construcciones con la participación de profesionales, técnicos, además de la intervención del propio trabajo de los habitantes de las edificaciones o como ciudadanos comunes quienes iniciaron en el sistema de autoconstrucción y luego van innovando con el empleo de métodos más técnicos e industrializados a medida que se mejora las condiciones de las familias, los pequeños contratistas y el barrio.

En el mismo sentido, Sáez et al., (2010), en una de sus investigaciones realizadas, indica que en Latinoamérica la urbanización de las ciudades se generó a partir de ocupaciones de pequeños grupos sociales conformados por obreros, artesanos, vendedores ambulantes amas de casa, entre otros, que buscan unificarse por medio de organizaciones sociales informales y así ejercer una intervención directa sobre el espacio de ocupación y que con el tiempo buscan promover una aceptación legal. Cita como ejemplo el caso de Lima, donde las políticas de asistencia a las invasiones en la elección de los terrenos y la elaboración de un plan para el reparto de suelo, con vistas a facilitar la tenencia, han derivado posteriormente en un considerable desarrollo de los barrios periféricos, a través de una mayor inversión de trabajo y esfuerzo por parte de los habitantes, que desde las primeras etapas tienen garantías en la tenencia del suelo, aunque no en la propiedad y durante varias décadas los barrios presentan una considerable integración en la ciudad, comparado con otros ejemplos de Latinoamérica. No obstante, las intervenciones institucionales se han basado sólo en la regularización de la propiedad del suelo, lo que supone desplazar el problema de la propiedad de la vivienda. Este hecho dificulta las transformaciones tipológicas de vivienda unifamiliar o colectiva, cuando la ciudad se densifica, presenta deficiencia en la calidad constructiva y estructural.

Si bien es cierto el plan del estado de asistir con la propiedad a los invasores estuvo orientado a dar una solución al inminente problema, no se evaluó con la rigurosidad necesaria, pues finalmente se encausó un desborde popular que ocasionó un crecimiento urbano desordenado y sobre todo un gran problema por la ocupación de áreas geográficas vulnerables en zonas peligrosas, naturales intangibles y un problema técnico, con mala calidad en la construcción de viviendas que ha sobrevivido en el tiempo aún más allá de la creación del reglamento nacional de edificaciones en 1970.

Estos acontecimientos, han tenido un gran impacto en el desarrollo urbano a lo largo del territorio peruano formando ciudades como Trujillo, donde se ha ocupado los arenales en las faldas del cerro Cabras y el cauce de las quebradas el León y San Idelfonso, los que han mostrado una alta peligrosidad como hábitat frente a los fenómenos naturales, como lo ocurrido en el año 2017 y del cual, hemos sido testigos. Orientando la situación más allá de las condiciones de hábitat geográfico, Gaytán, (2017), nos recuerda que el Perú se encuentra ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico, por ello presenta un alto potencial sísmico donde frecuentemente hay sismos por toda la energía acumulada que hay en la tierra y se tiene que liberar. Así mismo, hace énfasis en que la gran mayoría de las edificaciones están construidas con sistemas simples de albañilería en adobe y ladrillo, muchas de estas autoconstruidas, sin ningún tipo de supervisión o asesoría profesional. Como consecuencia, habrá pérdidas de vidas y de importantes recursos económicos en un posible temblor o terremoto.

Al respecto, ya lo decía Kuroiwa (2016), que nuestro país, se encuentra en una zona altamente sísmica, lo cual, coloca a nuestras ciudades en lugares vulnerables frente a cualquier evento sísmico, sobre todo por los factores de mala calidad de materiales y construcciones, entre ellos, malos diseños de estructuras, procesos constructivos deficientes, falta de intervención profesional, etc. Por ello, recomienda que debemos buscar mejores mecanismos para construir edificaciones sismo resistentes, apoyado en las normas de construcción peruana, recomendando ampliamente el sistema constructivo de albañilería confinada, previa evaluación del suelo, independientemente del lugar donde se va a construir.

En el departamento de la Libertad, la ciudad de Trujillo, constantemente se ha registrado un incremento significativo del desarrollo urbano, lo que influye en el

crecimiento formal e informal en cada uno de los Distritos que la conforman. En el 2017, el INEI estimó para Trujillo una tasa de crecimiento promedio anual de 0.7% y Particularmente en el Distrito La Esperanza de 2.2 %. Hay que precisar, que la misma Municipalidad reconoce que el Distrito aún va creciendo mediante equipamientos comunales y autoconstrucción de viviendas, donde, en una gran mayoría, los inmuebles construidos y los que aún están en proceso de construcción se ejecutan con métodos artesanales y tradicionales. (MDE, 2020). Esta característica no es única del Distrito en mención, se sabe, como lo describe Kuroiwa y también lo hablaba Loayza, en su artículo, Causas y consecuencias de la informalidad en el Perú, que esta condición refleja la inherente pertenencia a un sistema de políticas públicas y regulación deficiente con una débil capacidad de ejecución y control, característico y altamente peligroso de un país en desarrollo.

“La informalidad –una característica fundamental del subdesarrollo– se configura tanto a partir del modelo de organización socioeconómica heredado por economías en transición hacia la modernidad como a partir de la relación que establece el estado con los agentes privados a través de la regulación, el monitoreo y la provisión de servicios públicos. Por ello, la informalidad debe ser entendida como un fenómeno complejo y multifacético”. (Loayza, 2008).

Este análisis sintetiza ampliamente generalizada la informalidad en el Perú, el cual muestra niveles alarmantes y en efecto, las mediciones disponibles la ubican como una de las más altas del mundo. Esto es motivo de preocupación porque refleja una ineficiente asignación y control de recursos, así también, una ineficiente utilización de los servicios y administración de las entidades del estado, lo cual, pone en riesgo las perspectivas de crecimiento urbano planificado, ordenado y constante en todo el país.

Esta situación, no es un concepto aislado. Existen innumerables estudios sobre la fundación y crecimiento de nuestras ciudades, como los sucesos ocurridos en las últimas tres décadas, donde la vivienda "informal" y los barrios formados por invasión han constituido la mayor parte del desarrollo urbano en las ciudades más grandes de América Latina. Esto motivó a que los gobiernos observaran con especial interés el crecimiento urbano; “[...] el asentamiento informal, se reconoce como uno de los factores más importantes en la urbanización del tercer mundo”. (Alexander, 1987).

Por lo cual, al abordar la problemática de la vivienda, los países en vías de desarrollo de América latina, han producido innumerables alternativas públicas tendentes a mitigar en algo la situación de la vivienda en los barrios marginales que se proliferan masivamente.

Como afirma Vega ( 2019) que el Perú es histórica y mayoritariamente informal. Pues, ya el Ilustre historiador Jorge Basadre, a inicios del siglo XX lo definió magistralmente haciendo una distinción entre “el Perú real y el Perú formal”. A inicio de los años 80, el Antropólogo José Matos Mar, graficó la esencia informal del Perú como “un desborde popular y crisis del estado”, enfatizando sobre la ausencia de instituciones y el estado en nuestro país.

En 1986, el economista Hernando de soto, en su publicación original “el otro sendero” reeditado en el año 2010, p 45. analiza ampliamente la informalidad y manejo del estado en la vida nacional inmerso en ese momento dentro de una fuerte corriente migratoria interna y la influencia de estas poblaciones en el crecimiento urbano, económico y cultural de las urbes del país tomando como referencia los acontecimientos ocurridos en ese momento en la ciudad de Lima y el florecimiento de los asentamientos humanos también conocidos por la denominación de conos o pueblos jóvenes.

“En los asentamientos informales las habilitaciones se producen precisamente a la inversa de lo que prescribe el urbanismo tradicional. Los informales ocupan primero el lote, después lo construyen, luego habilitan y solo al final obtienen la propiedad del terreno; exactamente a la inversa de lo que sucede en el mundo formal. Es por eso que estos asentamientos evolucionan de una manera distinta que la ciudad formal y dan la impresión de hallarse en edificación permanente”. (De Soto et al., 2010) .

Lo señalado por De Soto, define el hecho mismo de la construcción de viviendas informales como aquellas actividades que se desarrollan sin respetar las formas, los modos y las normas, y que se ha convertido en la estructura dominante en la conformación de asentamientos urbanos, como el fenómeno social que más influencia ha tenido en la apertura de las nuevas ciudades en Latinoamérica, especialmente en el Perú, donde la migración interna se ha manifestado con mayor intensidad.

En muy pocos países dicho evento ha tenido tanta fuerza y complejidad como el caso peruano. La migración de cientos de miles de pobladores andinos y selváticos, a las ciudades de la costa, ha transformado de raíz la conformación de las nuevas urbes; asentándose la influencia invasora como una mayoría predominante de su matriz andina, nativa y rural, reafirmando una nueva cultura popular urbana cuyo efecto también se acentuó en la construcción de sus propias viviendas unifamiliares y multifamiliares con materiales propios, precarios y en material noble sin ninguna dirección técnica. La descripción y antecedentes del fenómeno migratorio y la vivienda informal en el Perú. (Campos, 2018).

Ocola, en su estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo de desastre sísmico en el Perú, determinó que la mayor concentración de edificaciones vulnerables está en las



provincias de Ica, Chincha, Lima, Trujillo, Chiclayo en la costa; y en las principales ciudades de la sierra, desde la frontera Perú-Bolivia hasta la frontera Perú-Ecuador. De la conjugación, en el ámbito nacional, de los niveles de peligro sísmico, concentración poblacional, índice de desarrollo humano y distribución geográfica del ambiente constructivo vulnerable a los sismos, se concluye que los puntos de mayor probabilidad de desastres, por sismos, son las Regiones de Ica, Lima, La Libertad, Lambayeque, Piura, en la costa, y las principales ciudades y poblaciones rurales en la zona de la sierra. (Ocola, 2019).

Si bien es cierto, los análisis descritos sobre la informalidad se enfocan desde un contexto histórico, sin embargo, en la actualidad es todavía un tema tan moderno que se debe abordar con urgencia, puesto que la informalidad en el sector construcción, tanto en las prácticas como en los procesos constructivos, es masiva y mayoritaria que fluye económicamente como un sector fuerte y clave para el desarrollo nacional.

Algunos datos publicados por la revista construcción e industria, en febrero del 2019, señalan que “[...] la informalidad actual en el sector ronda el 75% y otras señalan que bordea el 79%, números más o números menos, esta mayoritaria informalidad es el signo distintivo del sector”. (Vega, 2019. p.52).

De acuerdo a sus estudios, la Cámara Peruana de la Construcción advierte que en el Perú el 80 % de viviendas construidas son de carácter informal y “[...] de acuerdo con el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), en las zonas periféricas de las ciudades, el nivel de informalidad en la construcción puede alcanzar el 90%, incluso”.(CAPECO, 2018).

Lo confirma Del Rio (2018), presidente de la asociación de desarrolladores inmobiliarios del Perú (ADI), quien advierte que, en el país, tres de cada cuatro casas que se construyen son informales, pese a la política que implementa el Ministerio de

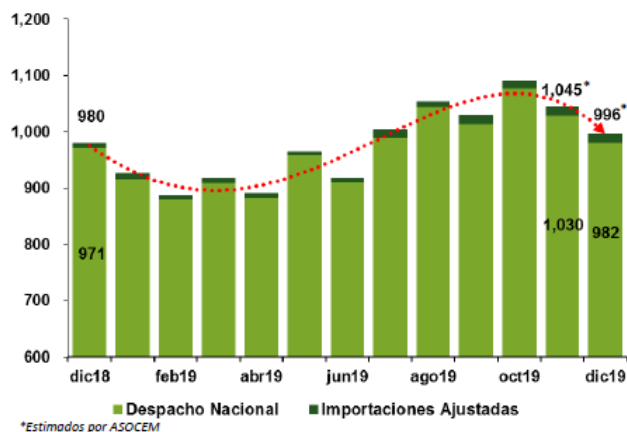
Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) para impulsar la vivienda formal y reducir la brecha habitacional, no se ha logrado conseguir que la vivienda informal no siga ganando terreno.

las cifras son peligrosamente alarmantes, pues son en estas condiciones donde cada familia decide construir según su propio gusto, al cual, el albañil solamente se limita y acata las indicaciones o recomienda un proceso constructivo sin conocimientos sólidos de la tecnología de la construcción, que, como consecuencia, genera el surgimiento de las fallas técnicas y estructurales en las edificaciones.

Es importante contrastar con la estadística nacional que maneja la Asociación de productores de cemento en el Perú. La cual, indica que la producción de cemento alcanzó 10 574 toneladas al cierre del año 2019, logrando un crecimiento de 5.2 % respecto del año 2018 y el consumo nacional de cemento alcanzó las 11 724 toneladas en el año 2019, logrando un crecimiento de 4.7 % frente a las 11 201 toneladas alcanzadas en el 2018.(ASOCEM, 2020)

## Consumo Nacional de Cemento

(En Miles de TM)



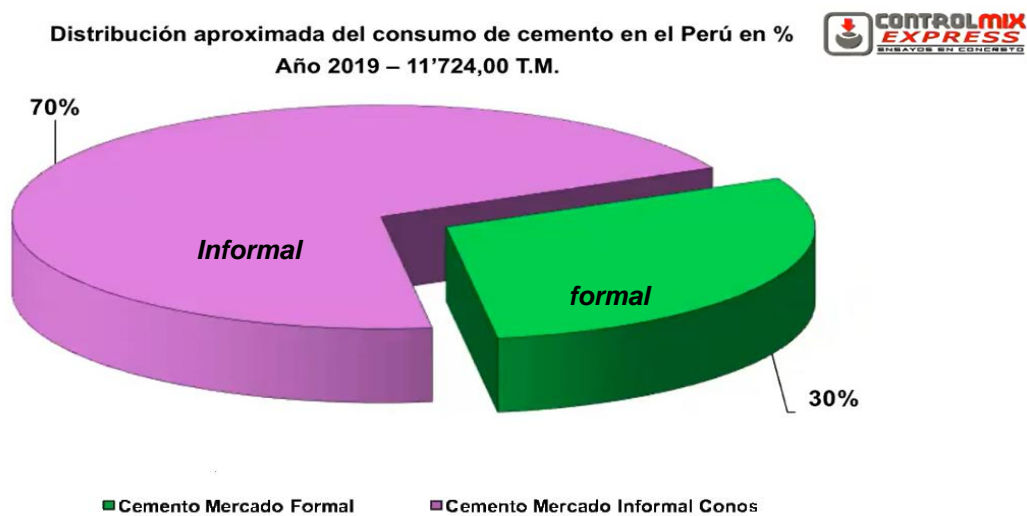
Consumo			
Mes	2019	2018	Var %
Enero	927	922	0.5%
Febrero	888	856	3.7%
Marzo	918	887	3.5%
Abril	890	873	2.0%
Mayo	965	897	7.7%
Junio	918	874	5.1%
Julio	1,004	904	11.0%
Agosto	1,053	989	6.4%
Septiembre	1,029	972	5.9%
Octubre	1,090	1,021	6.8%
(*) Noviembre	1,045	1,026	1.8%
(*) Diciembre	996	980	1.6%
TOTAL (12 meses)	11,724	11,201	4.7%

\*Estimado por ASOCEM debido a que las cifras del INEI solo están actualizadas hasta octubre.

- El Consumo Nacional es un estimado de 996 mil TM en el mes de noviembre, logrando un avance de 1.6% con respecto al mismo mes del año anterior.
- En los últimos 12 meses, el Consumo Nacional de Cemento alcanzó un acumulado de 11,724 mil TM, 4.7% mayor al período enero 2018 a diciembre 2018.

*Ilustración 1. Consumo nacional de cemento, incluye despacho nacional y las importaciones ajustadas de pequeñas empresas 2019. (fuente: Sunat, Asocem)*

Conocer esta estadística es importante, pues como informa el Ing. Enrique Pasquel, en cada seminario académico que realiza sobre los mitos y realidades del concreto informal en el Perú, en donde afirma que “el concreto informal por sus características es potencialmente muy susceptible a ocasionar fallas en las edificaciones ante eventos sísmicos”(Pasquel, 2010). Un dato importante, producto de sus investigaciones, es que, de toda la producción nacional de cemento, el 70 % del consumo se da en el mercado informal y solamente el 30 % lo consume el mercado formal.



**Ilustración 2.** Consumo nacional de cemento. (fuente: III seminario web Control mix express, “dilemas técnicos en la construcción con concreto (08-05-2020)”

En esta misma línea, el Presidente de la República Ing. Martín Vizcarra, durante la clausura del Expo Real Estate Perú 2018, expresó: “la realidad es que la vivienda informal, tiene un alto porcentaje en el Perú y ocasiona una serie de problemas puesto que no necesariamente se edifica en un terreno seguro y eso se aprecia en los damnificados que hay cuando se presenta un problema con la naturaleza”.

El jefe de estado, también hizo mención que debemos tener en cuenta que estamos en una zona sísmica y gran parte de las viviendas están construidas en zonas vulnerables, ya sea por características propias o porque se hicieron sin dirección técnica y no tienen el diseño estructural para soportar un evento de gran magnitud, por lo cual, sugirió que

las municipalidades hagan respetar los lineamientos básicos para la construcción de viviendas y ejerzan control sobre las invasiones; pues es la única manera para ir reduciendo gradualmente la informalidad (El Peruano, p 7, noviembre 2018).

El estado peruano protege y da derecho constitucional sobre la propiedad predial, sustentado en el artículo 70 de la Constitución Política del Perú; sin embargo, también faculta el establecimiento de límites legales en la aplicación del ejercicio de este derecho.

Es así que en el artículo 957 del Código Civil del Perú se establece que la propiedad predial queda sujeta a la zonificación, a los procesos de habilitación y subdivisión y a los requisitos y limitaciones que establecen las disposiciones respectivas. Dichos procedimientos están contemplados en la Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones y; su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 029-2019-VIVIENDA. Con ello, el estado refuerza las normas y procedimientos administrativos para la autorización y verificación de la construcción de viviendas, bajo la administración de las Municipalidades; art. 7, ley 29090 & ley orgánica de Municipalidades, ley 27972. (Normas legales actualizadas, 2019).

Así, en el caso de la construcción informal, se busca incentivar a los ciudadanos para que ejerzan su derecho a demoler, remodelar, ampliar y edificar dentro de la formalidad y acorde a las normas urbanísticas; como también, se regula la verificación del proceso constructivo de las viviendas, según su modalidad.

De acuerdo a los indicadores estadísticos publicado por el INEI en febrero del año 2020, muestran que la producción nacional en el año 2019 registró un crecimiento de 2,16%, del cual, el sector Construcción aportó el 1,51% impulsado por el mayor consumo interno de cemento que fue de 4.7%. (INEI-Gobierno del Perú, 2020).

Sector	Ponderación 1/	Variación Porcentual	
		2019/2018	
		Diciembre	Enero-Diciembre
<b>Economía Total</b>	<b>100,00</b>	<b>1,12</b>	<b>2,16</b>
<b>DI-Otros Impuestos a los Productos</b>	<b>8,29</b>	<b>3,06</b>	<b>1,84</b>
<b>Total Industrias (Producción)</b>	<b>91,71</b>	<b>0,97</b>	<b>2,19</b>
Agropecuario	5,97	7,08	3,17
Pesca	0,74	-48,46	-25,87
Minería e Hidrocarburos	14,36	1,58	-0,05
Manufactura	16,52	-5,50	-1,68
Electricidad, Gas y Agua	1,72	1,99	3,92
<b>Construcción</b>	<b>5,10</b>	<b>-9,86</b>	<b>1,51</b>
Comercio	10,18	3,65	3,00
Transporte, Almacenamiento, Correo y Mensajería	4,97	2,78	2,27
Alojamiento y Restaurantes	2,86	4,82	4,69
Telecomunicaciones y Otros Servicios de Información	2,66	3,85	5,58
Financiero y Seguros	3,22	5,58	4,44
Servicios Prestados a Empresas	4,24	3,48	3,40
Administración Pública, Defensa y otros	4,29	5,05	4,94
Otros Servicios 2/	14,89	4,35	3,84

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, Ministerio de Agricultura y Riego, Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de la Producción, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Superintendencia de Banca, Seguros y AFP, Ministerio de Economía y Finanzas, Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, y Empresas Privadas.

### *Ilustración 3. Evolución del índice mensual de la producción nacional-2019*

La Municipalidad Distrital de la Esperanza, dentro de sus documentos de gestión, tiene el Texto único de Procedimientos Administrativos (TUPA), publicado el 18 de octubre del 2019 en el diario oficial El Peruano. En donde se establece los requisitos mínimos para la construcción de una obra nueva que se resume en lo siguiente:

- Solicitud dirigida al Señor Alcalde, se compra en caja S/. 10.50 nuevos soles.
- Copia de DNI, copia literal de dominio o copia de Título de Propiedad, copia de Licencias según el caso. Copia de Autovalúo año anterior al presente.
- Certificado de Habitabilidad del Profesional (original) o Declaración Jurada.
- Juegos de planos completos: estructuras, bases, sobrestados, conexiones eléctricas, sanitarias, cimentaciones y aligerados.
- Cancelar los derechos de trámite de Licencia de Construcción en caja (adjuntar copia de recibo de pago).
- Cancelar los derechos de trámite de Licencia de Construcción en caja.

Basta con hacer un simple recorrido al azar por las calles del Distrito, se puede observar diferentes y variados tipos de construcción, ya sean edificaciones nuevas, ampliaciones o complementos de construcciones evidentemente realizadas en etapas. Con el fin de corroborar la acreditación de las construcciones que se ejecutan y que muestran un continuo crecimiento en la edificación de viviendas, se verificó, en la Municipalidad Distrital de la Esperanza, la cantidad de licencias de construcción expedidas en los últimos tres años, como se registra en el siguiente cuadro.

**TABLA 1.** *Licencias de construcción en los últimos 3 años en el Distrito la Esperanza.*

AÑO	LICENCIAS NUEVAS, AMPLIACIONES Y REGULARIZACIONES	LICENCIAS POR TECHO PROPIO
	(Unidad)	(Unidad)
2017	500	254
2018	325	182
2019	767	68

**Fuente:** *Municipalidad Distrital de La Esperanza*

Según la fuente, estos datos registran aproximadamente un 25 % de las construcciones que se ejecutan en el Distrito de La Esperanza, del cual se apertura un debate bien complejo e incierto hasta la fecha, pues, más del 75 % de construcciones son de carácter informal y peor aún, existe un gran sector de la población que, obteniendo la licencia, ha encontrado la forma de realizar sus construcciones a su criterio, al margen o en contra de las disposiciones legales.

Es así como ha prevalecido preponderantemente hasta nuestros días como una tradición histórica la actividad denominada autoconstrucción, asociado con gran solides a un fenómeno económico incontrolable aún en nuestro país, como es la informalidad, que tiene como característica principal la edificación de viviendas sin un control de calidad de los componentes básicos como son los agregados, la verificación correspondiente de la relación agua/cemento que en consecuencia produce una deficiente dosificación de concreto y el mismo proceso constructivo en sí, desde

la fundación, pasando por los elementos estructurales hasta los trabajos de acabados, los cuales están bajo la responsabilidad de los maestros de obra, quienes con su empírico conocimiento y mucho ingenio, cubren un demandante mercado en la industria de la construcción como la más económica opción frente a la urgente y creciente necesidad de la vivienda.



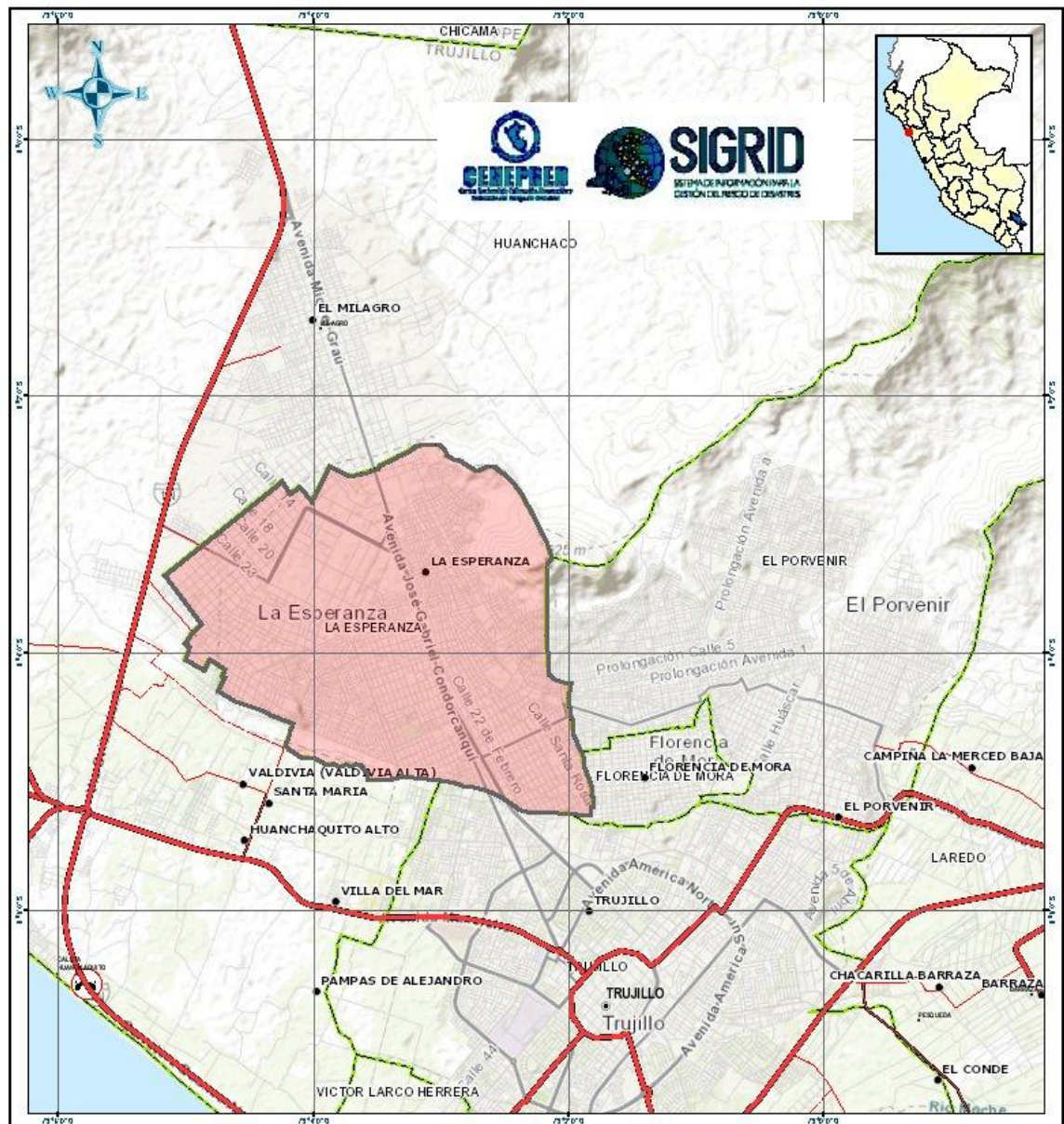
*Fuente: Elaboración Propia.*

La mayoría de las viviendas son construidas de albañilería confinada, en donde, no ha intervenido un personal especializado para el diseño y proceso constructivo; en complicidad con un deficiente proceso de fiscalización por parte de las entidades gubernamental responsables de monitorear a las viviendas en proceso de construcción, con lo cual, se continúa generando el problema de viviendas de mala calidad, con deficiencia estructural.

Teniendo en cuenta el sector de estudio para nuestro proyecto, que está circunscrito a viviendas ubicadas dentro del área urbana del distrito de La Esperanza, es importante describir su ubicación geográfica.

El distrito la Esperanza se ubica a 4 km al norte del centro histórico de Trujillo, con un área territorial de 15.5 km<sup>2</sup>, a una altura promedio de 77 m.s.n.m. con escasas lluvias, de clima templado con una T° que varía entre 14 y 31 °C.

Por el norte y oeste limita con el Distrito de Huanchaco, por el este limita con Florencia de Mora y el Porvenir, por el sur con el Distrito de Trujillo.(MDE, 2020)



**Ilustración 5.** Ubicación del Distrito la Esperanza en la ciudad de Trujillo. FUENTE: CENEPRED – SIGRID & MDE. (2020)

El distrito de La Esperanza, creada en 1965 como tal, ha tenido un crecimiento exponencial y lo más impresionante es que ha sido esencialmente informal desde sus



orígenes. El sistema de “autoconstrucción”, ha sido y es aún en la actualidad una práctica muy común, teniendo como justificación la necesidad por parte de los propietarios de acceder a una vivienda digna y económica donde coexistir en familia. Para ello, se aprovecha los recursos al alcance y cuya disposición generalmente conlleva a una construcción en fases muy distantes en tiempo, la cual, debido a las experiencias obtenidas por la presencia de los fenómenos naturales ocurridos, nos dan indicadores de que este tipo de construcciones no siempre nos brinda seguridad, ello hace que nuestras viviendas sean altamente vulnerables, expuestos potencialmente al peligro y riesgo de perder mucho más que los bienes materiales, la vida de sus habitantes.

Según el censo del año 2017, el distrito La Esperanza está dentro de los 30 distritos más poblados del país. Dicho conglomerado poblacional, aumenta el grado de vulnerabilidad de la localidad.(INEI-Gobierno del Perú, 2020)

PERÚ: POBLACIÓN CENSADA Y TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL, DE LOS 30 DISTRITOS MÁS POBLADOS, 1993, 2007 Y 2017

UBIGEO	DISTRITO	POBLACIÓN			TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL (%)	
		1993	2007	2017	1993-2007	1993-2007
130101	Trujillo	247 028	294 899	314 939	1,2	0,7
150108	Chorrillos	217 000	286 977	314 241	2,0	0,9
140101	Chiclayo	239 887	260 948	270 496	0,6	0,4
150101	Lima	340 422	299 493	268 352	-0,9	-1,1
150118	Lurigancho	100 240	169 359	240 814	3,7	3,6
211101	Juliaca	151 960	225 146	228 726	2,8	0,2
060101	Cajamarca	117 509	188 363	218 741	3,4	1,5
150112	Independencia	183 927	207 647	211 360	0,9	0,2
021801	Chimbote	278 271	215 817	206 213	-1,8	-0,5
150111	El Agustino	154 028	180 262	198 862	1,1	1,0
040104	Cerro Colorado	61 865	113 171	197 954	4,3	5,7
150137	Santa Anita	118 659	184 614	196 214	3,1	0,6
130102	El Porvenir	80 698	140 507	190 461	4,0	3,1
130105	La Esperanza	105 361	151 845	189 206	2,6	2,2
150128	Rimac	189 736	176 169	174 785	-0,5	-0,1
150115	La Victoria	226 857	192 724	173 630	-1,1	-1,0
200601	Sullana	121 894	156 601	169 335	1,8	0,8

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Censos Nacionales de Población y Vivienda.

*Ilustración 6. La Esperanza se encuentra como uno de los distritos más poblados del Perú.*

De acuerdo al plan de desarrollo Municipal Provincial de Trujillo, 2012 – 2021, el Distrito La Esperanza, con mira al bicentenario, demandará de una mayor área territorial debido al crecimiento demográfico constante que presenta cada año, con el cual realizan una proyección poblacional de 207 824 habitantes al año 2021, que representa el 9.8 % más, respecto al último censo realizado en el año 2017. (PLANDET-Trujillo, 2012)

En relación a todas las condiciones expuestas, es conocido que la construcción formal también no está exenta de una serie de errores, sin embargo, con los profesionales se busca las más adecuadas soluciones técnicas para abordar las dificultades y mejorar en el proceso. Y mucho más en condiciones tan diversas como las que presenta geográficamente nuestro país a lo largo y ancho de su territorio, lo que nos permite abordar con seriedad lo descrito por el Ing. Enrique Pasquel en su obra “Tópicos de tecnología del concreto”.

“Nuestro país cuenta con toda la gama de climas y condiciones ambientales posibles, y que en algunos casos son singulares, por lo que problemas tan antiguos como son el producir técnicamente concreto durable en la sierra y el altiplano, trabajar en forma científica y eficiente con agregados marginales como es el caso de nuestra selva, o superar profesionalmente las dificultades de hacer concreto en climas cálidos como sucede en la mayor parte de la costa, están a la espera de soluciones creativas de uso corriente que contribuyan al avance de la tecnología del concreto local”. (Pasquel, 1999).

La identificación de los problemas técnicos en la construcción informal, específicamente en la parte estructural, como demanda esta investigación, no es algo nuevo. En diferentes lugares, a nivel local, nacional e internacional, se han realizado

investigaciones al respecto, confirmando una difícil realidad; sin embargo, también se han propuesto diversas metodologías aplicando la tecnología del concreto y adaptadas al propio medio en particular, y se registran como antecedentes veraces sobre la realidad y en muchos casos la propuesta de aplicación de esta tecnología, como el uso de aditivos químicos, con el fin de solucionar las deficiencias técnicas del concreto, los cuales se describen a continuación:

### **A NIVEL LOCAL.**

Laucata (2013). En su tesis “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo”, de la Universidad Católica, realiza el estudio de la vulnerabilidad en viviendas de albañilería de los distritos El Porvenir y Víctor Larco Herrera, tomando una muestra en total de 30 viviendas, encontrando un inadecuado control de calidad sobre los materiales, las unidades de albañilería artesanales utilizadas en todas la viviendas, juntas de construcción mal ubicadas, aceros expuestos, tabiques sin arriostre, mala distribución de elementos estructurales, mano de obra deficiente, entre otras características inadecuadas, con lo cual, concluye que el riesgo sísmico en dichos distritos es alto con un 87%.

Este antecedente nos muestra un indicador de alta vulnerabilidad; por tanto, existe la necesidad de evaluar, identificar las causas estructurales fundamentales de vulnerabilidad sobre el segundo distrito más poblado: La Esperanza, considerando además que en todos sus sectores de expansión presenta un común denominador que es la aplicación de autoconstrucción en la edificación de viviendas y proponer una solución frente a tan significativo problema que se afronta día a día en el crecimiento urbano del Distrito.

En el mismo sentido, Vidal & Quiroz, (2015). En su tesis “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas

aportados y de albañilería confinada en el sector de la esperanza parte baja – Trujillo”, de la Universidad Antenor Orrego, Evaluaron el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas aplicando un método de encuesta, con lo cual, determinaron las fallas constructivas, características de elementos estructurales, análisis de la arquitectura, materiales y la condición en la que se encuentra las viviendas. Adicional a la verificación por observación, realizaron muestras del concreto usado en obra para columnas y vigas, del cual, evaluando a los 28 días dieron como resultado una resistencia promedio de 110 kg/cm<sup>2</sup>.

De esta investigación se corrobora que los resultados de la resistencia a compresión de los especímenes tomados en campo, no cumple con la resistencia mínima que exige la NTP 060. Por tanto, representa un importante indicador de que las viviendas del distrito la Esperanza, en una gran mayoría, son por la composición de sus elementos estructurales, altamente vulnerables frente a un potencial evento sísmico.

Así también, Soto & Villegas (2019), de la Universidad Nacional de Trujillo, realizaron una investigación en las obras de autoconstrucción de viviendas en la ciudad de Trujillo y en zonas rurales de la Libertad, en la cual determinaron que un gran porcentaje de edificaciones utilizan hormigón como agregado para la preparación de concreto. Esta opción económica de agregado, sin un control de calidad adecuado, es una de las causas de que el concreto sea de mala calidad. La evaluación a los 28 días, arrojó una resistencia entre 120 kg/cm<sup>2</sup> y 140 kg/cm<sup>2</sup>, el cual, finalmente se traduce en viviendas altamente vulnerables. Dada esta realidad, analizaron las proporciones de agregado grueso con tamaño máximo nominal de 1” y agregado fino con módulo de finura de 2.4 respectivamente en proporciones de 50%-50%, 60%-40%, 70%-30%, con una relación agua cemento que va desde 0.9 a 1.9.

Con esta investigación se verificó que también en las construcciones de material noble en las zonas rurales no se llega a la resistencia mínima del concreto, para lo cual sugirieron algunas aplicaciones para mejorar el concreto en obra con el agregado de la zona y una dosificación 1:5 de cemento de uso común (portland tipo I) con hormigón; los cuales, pueden ser usados para elementos estructurales, ya sea armados o simple, pero que en los demás diseños solamente pueden ser usados en elementos no estructurales, dando así una alternativa para mejorar la calidad de concreto con el uso de hormigón.

Siendo conocido el problema de la baja calidad del concreto en obras de construcción, se han realizado diferentes investigaciones sobre los factores determinantes para esta condición del concreto estructural y se ha propuesto diferentes alternativas de solución como el estudio que realizó Vergara, (2018) en su tesis “Influencia de los aditivos plastificantes tipo A sobre la compresión, peso unitario y asentamiento en el concreto estructural” de la Universidad Nacional de Trujillo, evaluó el comportamiento del concreto con la adición de plastificantes de diferentes marcas como plastiment HE 98, Chema plast y Euco WR 91. Para lo cual, usó agregado grueso de TMN 1/2", arena gruesa con módulo de finura de 2.9, cemento portland tipo ICo, agua potable, con un diseño de mezcla para el concreto según el comité ACI 211.1, para una  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. Las dosificaciones de los aditivos plastificantes fueron de: 0.4%, 0.8%, 1.2%, 1.6%, 2.0% y 2.4% respectivamente.

De ello se obtuvo resultados óptimos y favorables sobre el asentamiento, resistencia a compresión y peso unitario en el concreto. Destacando el uso de estos aditivos por la mayoría de empresas concreteras como: Unicon, Mixercon, Control Mix, Concremax entre otras, que transportan concreto hacia las diferentes obras: como son las construcciones de viviendas, edificios, pavimentos, puentes, etc, garantizando un

mejor ciclo de vida en ellas, aumentando la productividad reduciendo costos e impactos ambientales; recomendando así, el uso de aditivos en la industria de la construcción formal e informal en la ciudad de Trujillo.

De otro lado, Cubas, (2019), en su tesis “Influencia del aditivo ASTM C494 tipo E en el asentamiento, fragua y resistencia a la compresión del concreto convencional”, de la Universidad Privada del Norte, Haciendo referencia a la industria de la construcción como un sector de gran demanda y crecimiento local hace referencia a la ejecución de obras impulsadas por el sector público y el sector privado, en la cual, se fomenta la aplicación de la tecnología del concreto para mejorar las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad del concreto según su uso. Por ello, se propuso analizar el efecto de los aditivos clasificados por ASTM C494 como tipo E, aplicado en un diseño de mezcla con cemento Portland Tipo I (Pacasmayo) y agregado de la cantera Rubio-Jaén del sector el Milagro, para formar un concreto convencional de 210 kg/cm<sup>2</sup> de tal manera que aumente el asentamiento, la resistencia a la compresión y disminuya el tiempo de fraguado, para lo cual, recomienda mantener una relación agua/cemento de 0.611; las proporciones de agregado Fino en 40%, Agregado Grueso 34%, Cemento 16% y agua el 10%, con una posterior adición de aditivo (Accelguard 90) al 4% respecto al peso del cemento y el 2% del Z Fragua #5. De acuerdo a esta investigación, en el cual, demostró que cumplen con los estándares de la ASTM C494, recomendó el uso de aditivos para concreto convencional en la ciudad de Trujillo.

### **A NIVEL NACIONAL**

Huarcaya, (2014) en su tesis “comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional sikament 290N y aditivo súper plastificante de alto desempeño sika viscoflow 20E” de la Universidad Ricardo Palma, haciendo un estudio del traslado de concreto premezclado entre diferentes Distritos en Lima, analiza el comportamiento

del concreto aplicando aditivos plastificantes y súper plastificantes en dosis de 0,5 % - 1,0 % - 1,5 % respecto al peso del cemento, que permitan conservar la fluidez y trabajabilidad, a pesar del transporte a grandes distancias, hasta lograr la colocación del concreto en obra, obteniendo resultados sorprendentes con un retardante de tipo G con un tiempo de fraguado inicial de hasta 13 horas.

Con los resultados de su investigación, Huarcaya, deja un importante antecedente del uso de aditivos plastificantes y súperplastificantes para ser aplicados de acuerdo a la necesidad y condición de obra, ya sea concreto premezclado o convencional en la ciudad de Lima.

En ese mismo sentido, Mayta, (2014), en su investigación denominada “Influencia del aditivo súper plastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto en la ciudad de Huancayo” de la Universidad del centro del Perú, realizó 18 ensayos para diseño de mezcla con una relación a/c de 0.4%, 0.5% y 0.6%, para los especímenes patrones. Luego realizó la misma dosificación adicionando a cada uno un porcentaje de aditivo súper plastificante (250 ml, 450, ml, 650 ml, 850ml, 1050ml por cada 100kg de cemento) en la cual, evaluó las propiedades del concreto como: segregación estática, asentamiento, temperatura, exudación, peso unitario, tiempo de fraguado en el concreto fresco y resistencia en el concreto endurecido, sabiendo que Huancayo se encuentra a una altura de 3260 msnm.

Como señala Mayta, Los resultados obtenidos fueron contundentes, considerando que Huancayo es una ciudad alto andina, respecto al aumento de la trabajabilidad, y un aumento de la resistencia a la compresión en una aplicación de aditivo entre los 250ml y 650 ml para lo cual recomienda su uso aplicando los controles necesarios.

En cantidades superiores a 650 ml, se registró una disminución de la resistencia, por lo cual, pone el límite y se recomienda no aplicar aditivo.

También en Lima, Garay & Quispe, (2016) en su tesis “estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo súper plastificante” de la Universidad católica, sacaron muestras de concreto de los vaciados de techos en viviendas informales, específicamente en los distritos de Chorrillos y Ate Vitarte, luego de los ensayos, determinaron que el concreto elaborado al pie de obra para el vaciado de techos, a los 28 días alcanza una resistencia promedio de 138 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual, no cumple con la resistencia mínima que exige la norma técnica peruana para un elemento estructural como las vigas, que debe ser de 173.4 kg/cm<sup>2</sup>. Por tanto, realizaron un análisis del proceso de preparación de concreto en diferentes obras a través de encuestas e hicieron un análisis del agregado para conocer si cumple el tamaño máximo nominal y módulo de finura que especifica la ASTM C136 y NTP 400.012. A partir de los resultados obtenidos, propusieron un diseño de mezcla con una cantidad promedio de 118 kg de arena gruesa, 162 kg de piedra de 1/2” con una cantidad recomendable de 31 litros de agua para 42.5 kg de cemento y 425 ml de aditivo súper plastificante por bolsa de cemento, del cual, fueron ensayados en el laboratorio y arrojaron buenos resultados en cuando a la resistencia a los esfuerzos mecánicos del concreto endurecido.

Con este estudio, se obtiene un antecedente más efectivo respecto al uso de aditivo súper plastificante en la preparación de concreto para aplicación y práctica en las viviendas unifamiliares edificadas con el estilo de autoconstrucción en los conos de la ciudad de Lima.

Con la misma necesidad de verificar el uso de aditivos para la preparación de concreto en el norte del país, Rabanal & Su, (2017) en su tesis “Diseño de un concreto auto



compactable” de la Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, al observar diferentes tipos de fallas en el momento del vaciado en las estructuras de concreto armado, tales como: mala calidad del tipo de acabados, baja resistencia, vacíos internos, cangrejeras visibles, durabilidad, etc., del cual, los errores más comunes observaron que radicaban en el vaciado, compactado y con características de trabajabilidad inadecuadas. Por ello, evaluaron y ensayaron varios tipos de concreto con los que tuvieron resultados favorables, de los cuales, recomiendan el uso de los aditivos SikaViscocrete 1110 y MicrosíliceSika Fume, con los que establecieron las debidas relaciones de agua cemento de baja proporción según fue su requerimiento para los diferentes diseños f'c que se realizaron y complementan su recomendación con la utilización de agregado grueso, solamente de ½”, no superiores y una misma relación agua/cemento.

De esta investigación, se propusieron diseñar y recomendar un concreto auto compactable para mejorar la calidad de las estructuras en proyectos de edificaciones, así como ampliar y difundir la utilización de nuevas tecnologías con el uso de aditivos súper plastificantes y empezar a desarrollar su expansión para obras de edificación que contengan grandes volúmenes de concreto y se encuentren densamente armadas con acero.

Valga hacer énfasis en que la utilización de este tipo de aditivos puede ser empleado en la preparación de concreto premezclado, como concreto convencional respectivamente en las diferentes obras de la ciudad.

De otro lado, también Bedón, (2017) en su tesis “Diseño óptimo para obtener concreto de alta resistencia para obras civiles en zonas alto andinas del Perú” de la Universidad Nacional del Santa, observó en las zonas alto andinas, tomando como referencia la ciudad de Huaraz, que el crecimiento en el sector construcción ya sea por la edificación de viviendas unifamiliares, por la expansión urbana o también por la presencia de

empresas inmobiliarias que ofertan viviendas por departamentos y la construcción de centros comerciales, en la cual, existe un masivo consumo del concreto ya sea convencional o premezclado. Este último, de uso generalmente en la construcción de centros comerciales y edificios, requiere un concreto de alta resistencia superiores a  $280 \text{ kg/cm}^2$  del cual se debe conocer sus propiedades y características de la dosificación del aditivo. Para este caso, se eligió el 2% de súper plastificante respecto al peso del cemento y para el diseño del concreto con aditivo más microsílíce se dosifico con 2.3% respecto al peso del cemento. Debido al incremento de microsílíce del 12% con respecto al peso del cemento, es necesario usar mayor aditivo para mantener la trabajabilidad del concreto. Se logró un mejor desempeño a la resistencia a la compresión del diseño del concreto con aditivo súperplastificante más microsílíce ( $f'c = 915 \text{ kg/cm}^2$ ) en comparación con la resistencia a la compresión del diseño concreto con aditivo súperplastificante ( $f'c = 756 \text{ kg/cm}^2$ ) a una edad de 90 días.

En ese sentido, dichas construcciones inmobiliarias habitacionales y comerciales se beneficiarían del uso de concretos de alta resistencia, ya que se pasaría de una resistencia para el concreto sin aditivo, ni microsílíce, de  $615 \text{ kg/cm}^2$  (100%), a un concreto con resistencia de  $915 \text{ kg/cm}^2$  (149%). Para lo cual, se recomienda ejecutar un control en la dosificación de los aditivos y control de calidad de los agregados en obra. Ejerciendo estos controles, es factible el uso de aditivos en esta parte de la sierra del departamento de Ancash.

Desde el sur este del país, Palomino, (2017), en su investigación “estudio comparativo en la autoconstrucción de edificaciones utilizando concreto autocompactante con la incorporación de aditivo súperplastificante frente al concreto convencional realizados en la ciudad de Abancay” de la Universidad Tecnológica de los Andes, bajo el mismo contexto del crecimiento de la construcción informal, la cual, se ejecuta a la

experiencia de los maestros de obra, sin ninguna dirección técnica que amerita la edificación de las viviendas, realizó un análisis del agregado de las canteras más conocidas en la ciudad de Abancay, determinando que el agregado cumple con la NTP y ASTM pues en su mayoría proceden de plantas chancadoras. Para el diseño de mezcla de concreto, optaron por el método de agregado global y el método ACI; con los cual, propuso una dosificación de concreto adicionando aditivo químico como súperplastificante y autocompactante, realizando un cuadro comparativo entre los dos métodos de diseños de mezcla para concreto convencional y autocompactante (American Institute Concret vs Agregado Global), se hizo con la finalidad de ver la proporción de materiales que entra en un m<sup>3</sup>; en la cual se concluyó que con método ACI tiene la siguiente proporción 1: 2.8: 3.0/ 30.9 Lit y con el método agregado global la proporción es: 1: 3.0: 1.0 / 30.4 Lit. podemos decir que el agregado global proporciona mayor trabajabilidad del concreto en comparación con el método de ACI. Por otro la en cuanto al diseño de mezcla de concreto autocompactante con el método ACI la proporción fue 1: 3.3: 2.5 / 30.8 Lit y con el agregado global fue: 1: 3.0: 2.8 / 30.7 Lit. donde obtuvo resultados favorables con el uso de aditivos.

En razón de la investigación, recomienda la utilización del concreto autocompactante, debido a que ofrece mayor trabajabilidad con respecto a los concretos convencional; evidentemente se observó que el costo es mayor, pero al utilizar un concreto autocompactante se garantiza un concreto con mayor trabajabilidad, resistencia, impermeabilidad con las más óptimas propiedades físicas y mecánicas que requiere el concreto, en todo tipo de construcción, pero con especial énfasis en la construcción de viviendas.

Así también, en el sur del país, Coapaza & Cahui, (2018) en su tesis “influencia del aditivo súperplastificante en las propiedades del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> como

alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno”, de la Universidad Nacional del Altiplano, realizan una investigación que analiza el efecto que tiene la adición del aditivo en la mezcla del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y el concreto producido en techos de vivienda autoconstruidos en la ciudad de Puno; con el objeto de proponer alternativas de mejora en la resistencia a compresión del concreto en techos de vivienda autoconstruidos, a través de muestras del concreto, sin realizar ningún cambio en su producción y también muestras del concreto con la adición de aditivo superplastificante; y los factores que influyen en la resistencia a la compresión. Para el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> se preparó el diseño de mezcla con una relación de a/c de 0.56 según el método de módulo de fineza, mientras para las viviendas autoconstruidos la proporción de los materiales que utilizados fue 1 bolsa de cemento por 36 lampadas de hormigón y 28 litros de agua en promedio. Súperplastificante en dosis de (0.70%, 1.05%, 1.40% del peso del cemento). Con el fin de obtener el diseño de mezcla del concreto “idóneo” los materiales utilizados fue Cemento Portland IP, agregado de la cantera Cutimbo. La gradación de los agregados gruesos para el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> se ciñe al Huso Granulométrico N° 67 (ASTM C 33), con un T.M. de 1”. Determinándose que con la adición del aditivo súperplastificante en las dosis añadidas aumenta considerablemente su asentamiento (desde un 25.07% hasta un 124.45%), y en el estado endurecido a los 28 días de edad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> aumenta la resistencia a la compresión (en 189.84%, 202.35% y 182.00%); y Para el concreto producido en techos de vivienda a los 28 días aumenta la resistencia a la compresión (en 171.92%, 180.10% y 158.10%).

Obteniendo buenos resultados al aplicar súperplastificantes en la preparación de concreto, recomiendan usar el aditivo aplicando siempre los controles en el agregado

y la relación agua/cemento de tal manera que no se modifique la mezcla para poder usarlo en los techos de viviendas autoconstruidos en la ciudad de Puno.

## **A NIVEL INTERNACIONAL**

Previo a la exposición de algunas alternativas y usos de aditivos para concreto en algunos países de nuestra región, se hace necesario resaltar a Palacios ( 2010), quien describe los efectos causado por el terremoto y tsunami en Chile del 27 de febrero del 2010, en una publicación de la Revista Urbano de la Universidad del Bio – Bio, p. 69, en donde detalla una masiva destrucción de estructuras en todo el radio de acción del sismo en la zona central del país. Sin embargo, hace un especial énfasis en el hecho de que las estructuras de las viviendas más afectadas durante el evento, fueron muchas construcciones que habían incumplido la norma de seguridad antisísmica existente en el país desde 1960, producto de la vivienda informal y de la construcción en algunos sectores urbanos inapropiados.

Esta información confirma los antecedentes que se registra respecto a la manera como se ha desarrollado el crecimiento urbano de las diferentes ciudades de Latinoamérica y otras regiones del mundo.

Al respecto Ortega & Hernández ( 2017), Nos dicen que los procesos de densificación de las colonias populares formadas en América Latina y México, determina una creciente migración poblacional de la zona rural a las grandes urbes. Ello motivó la ocupación irregular en informal de predios en zonas periféricas de las ciudades y motivó el desarrollo de las actividades de autoconstrucción de viviendas que consolidaron nuevos asentamientos humanos populares convirtiéndose, tal fenómeno, en una perspectiva mal abordada por los entes gubernamentales, predominando la práctica social de los invasores.

En tal sentido, Hernández (2005), en su tesis “Plastificantes para el hormigón” de la Universidad Austral de Chile, aborda un análisis del uso de aditivos para la preparación de diferentes tipos de concreto para ser usados en diferentes aplicaciones de la industria de la construcción, destacando la clara clasificación, usos y características de los diferentes tipos de Aditivos y Plastificantes, y además de las principales características de los Súper Plastificantes.

Como resultado de su análisis concluyó que la relación agua-cemento es fundamental para diseñar una mezcla de hormigón, ya que junto con otros elementos determina la calidad final del concreto. Así también, indica que la utilización de aditivos está muy relacionado a diferentes variables, tales como: condiciones climáticas, calidad de los materiales, una correcta dosificación y condiciones de tiempo necesario para la colocación del concreto.

De todo ello, recomienda que, si no son considerados estos aspectos, no es aconsejable la utilización de aditivos. y si se cumpliera con estos requisitos, aun así, lo más conveniente es tener una supervisión con personal calificado, para así lograr un buen resultado en la aplicación del producto y por lo tanto una correcta elaboración del concreto especificado.

En ese mismo contexto, Cevallos (2013), en su tesis “Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad” de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, analizó el comportamiento de los aditivos plastificantes en el hormigón, su resistencia y durabilidad. Sometió los diferentes tipos de especímenes de concreto a distintas condiciones de curado; normal, curado con 5% de sulfato de sodio y 10% de sulfato de sodio. Dichos especímenes fueron evaluados a los 7 días, 28 días, 56 días y 91 días.

En esta investigación comparó los resultados de cada ensayo por compresión y flexión, determinando que la utilización de aditivos en el concreto aporta una mejora en el desarrollo de la resistencia y durabilidad del concreto, teniendo en cuenta que, para los ensayos, los agregados no cumplían con las especificaciones, pero con el aditivo, se obtuvo buenos resultados.

De las evidencias obtenidas, en consecuencia, con la investigación anterior, también recomienda su uso bajo estrictas condiciones de control de calidad de los componentes, diseño y dosificación del tipo de concreto.

Igualmente, Moraes (2016), en su artículo “Aditivos para el concreto” de la Facultad de Ciencias Sociales y Agrarias de Itapeva, Brasil, destaca la importancia del uso de aditivos en la fabricación de concretos y las ventajas que presenta en términos técnicos, económicos y ambientales; teniendo como característica principal la reducción de agua para una misma consistencia, mejorando la fluidez y resistencia a la compresión del concreto. Dentro de toda la familia de aditivos existentes, resalta la presencia y acción de los reductores de agua, plastificantes y súperplastificantes, los cuales, en estado fresco mejoran la fluidez, plasticidad del concreto, y en consecuencia mejora la compactación con un menor consumo de energía y en concreto endurecido, aumentando la resistencia a la compresión y resistencia a acciones nocivas, en función a la dosificación aplicada. Para tal efecto, suma también una recomendación importante, indicando que las dosificaciones deben ser controladas técnicamente y evaluadas por personal capacitado en el tema del concreto.

Así mismo, Benavides (2014), en su tesis “Concreto de Alto Desempeño”, de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, hace referencia de que en el medio colombiano las obras de construcción prácticamente han estandarizado en el tiempo la resistencia a la compresión normal de 21 Mpa, con la concepción de que esta

resistencia satisface los requerimientos de cualquier tipo de infraestructura y obras de concreto armado. Sin embargo, gracias al desarrollo de nuevos aditivos como los plastificantes, súperplastificantes e hiperplastificantes propone la elaboración de concreto de alto desempeño, mayores a 21 Mpa de manera industrial y masiva; pues con ello se determina el incremento de ventajas y cualidades que pueden significar un proceso de adaptación a estructuras sostenibles y duraderas en el tiempo que no requerirán mayor inversión en mantenimiento. Así también, los concretos de alto desempeño buscan cumplir con requisitos de uniformidad que difícilmente se pueden alcanzar rutinariamente con el uso de materiales convencionales y practicas normales de mezclado, colocación y curado.

En consecuencia, con el estudio de Benavides, con el concreto de alto desempeño se busca obtener un material que en estado fresco presente manejabilidad en obra, por razones económicas calidad constructiva y que en estado endurecido se comporte como una mezcla homogénea, con elevada compacidad, estabilidad y durabilidad, para lo cual, recomienda un control de calidad, como la base para ajustar las etapas de industrialización, desde la obtención de los insumos idóneos, con conocimiento previo de su procedencia, con exigencia de certificados de productos como el material cementante y aditivos hasta el mismo proceso de fabricación con la dosificación teórica establecida, que permitirá realizar con mayor experiencia menores correlaciones de ajuste a las mezclas.

En virtud de lo expuesto, se puede afirmar que una importante proporción de la población de las ciudades latinoamericanas, dentro de las cuales está incluido nuestro país, resuelve sus necesidades habitacionales por fuera de los mecanismos del mercado inmobiliario formal. Si bien el Estado ha apelado a la construcción de vivienda social como estrategia para ampliar el acceso a la vivienda de familias vulnerables, no ha



conseguido dar respuesta categórica a las necesidades de vivienda de la población de menores recursos y que navegan entre la extrema pobreza y la pobreza al margen de la ley y de esta manera, amplios sectores se han visto obligados a desarrollar estrategias propias de acceso al suelo y la vivienda, contribuyendo a las urbanizaciones informales que cada día van en aumento.

Es muy común que los barrios resultantes de este proceso se caractericen por la precariedad que presentan en sus condiciones habitacionales. Esto no quiere decir que están excluidos de la dinámica de producción capitalista del hábitat, sino que se mueven en los circuitos del hábitat informal. En este sentido, existen acoplamientos e interrelaciones entre el sector informal y el formal, entre muchos otros: la provisión de insumos y capital, el trabajo asalariado, etc. En términos generales, los procesos de producción del hábitat constituyen un universo heterogéneo de prácticas sociales de producción y reproducción de las condiciones sociales necesarias para habitar en la ciudad. Este universo incluye prácticas tan disímiles como la construcción a través de empresas constructoras o los procesos de autoconstrucción del hábitat. (Di Virgilio et al., 2014).

Esta interacción económica y social, se ha desarrollado como parte de nuestra cultura urbana por muchos años y no puede ser erradicado. Es prácticamente imposible creer que se puede desaparecer de Río de Janeiro las favelas, de Buenos Aires, las villas miseria, de Valparaíso los campamentos poblacionales, de Caracas los barrios de ranchos y de Lima y las demás ciudades del Perú, los pueblos jóvenes.

Esta situación de informalidad urbana está “mediada por factores sociales, y por decisiones políticas que pueden orientar o bien facilitar procesos integrales de inserción urbana plena, pero que, si en algún momento se lograra una acertada planificación y ejecución de programas de vivienda, demandará de mucho tiempo

alcanzar la formalidad y en su ejecución, no siempre se logra cubrir al total de la demanda, pues, siendo optimistas también sabemos, que las políticas públicas, no están exentas de un significativo margen de error. Por ello, es oportuno proponer a nuestra realidad actual como una etapa de transición, en la cual se debe propugnar evaluar alternativas técnicas con toda la tecnología que tenemos al alcance y proponer un aporte de mejora de la calidad constructiva de las edificaciones en nuestras ciudades. Si bien es cierto, tradicionalmente definimos al concreto como un producto constituido en proporciones de cemento, agregados (piedra y arena), agua y aire incluido; Y que, en conjunto, en su estado fresco, aparentemente brinda las condiciones de trabajabilidad que se requiere en una obra de construcción común, pero en su estado endurecido no logra alcanzar las resistencias mínimas a los esfuerzos mecánicos que exigen la normas NTP E060; del cual en el Perú, ya en los años 90 hablaba el ingeniero Enrique Pasquel y proponía la aplicación de los aditivos químico como los reductores de agua, entre otros, que aportan una enorme utilidad en las características físicas y mecánicas del concreto, enfatizando también, las buenas prácticas del control de calidad que se requiere para la preparación de concreto.

“Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad [...]” (Pasquel, 1999)

En relación a todas estas consideraciones, proponemos en esta investigación un estudio del uso de un reductor de agua, como es el sikacem plastificante, para mejorar la trabajabilidad y resistencia del concreto usado en elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el distrito la esperanza-Trujillo.

## 1.2. Formulación del problema

¿ De qué manera influye el sikacem plastificante en la mejora de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto destinado a la conformación de elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del sikacem plastificante en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto destinado a la conformación de elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los diferentes aspectos que rigen la producción del concreto en obra, destinado para la conformación de elementos estructurales, durante la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo.
- Verificar si la resistencia al esfuerzo de compresión ( $f^c$ ) del concreto destinado a elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo, está dentro del rango mínimo que establece la Norma Técnica Peruana E 060.
- Determinar la relación que existe entre los aspectos que rigen la producción de concreto en obra con la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto destinado a la conformación de elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo.

- Realizar un diseño de mezcla patrón para uno de los agregados sustraídos de los puntos de muestreo, aplicando sikacem plastificante a tres muestras distintas en una proporción de 0.6%, 1.2% y 2.4% respecto a la cantidad de cemento, usado para una tanda en mezclador tipo trompo.
- Evaluar la influencia del sikacem plastificante en la trabajabilidad del concreto destinado a la conformación de elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo.
- Evaluar la influencia del sikacem plastificante en la resistencia a compresión del concreto destinado a la conformación de elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo.
- Sintetizar los efectos desfavorables del uso de aditivo sikacem plastificante en la producción de concreto destinado a la conformación de elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo.
- Definir los beneficios del uso de aditivo sikacem plastificante en la mejora de la trabajabilidad y del nivel resistente del concreto destinado a la conformación de elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo.
- Determinar el porcentaje de sikacem plastificante más óptimo con la posibilidad de proponer una cantidad conveniente de aditivo, para adición al concreto, que se produce en obra, destinado a la conformación de elementos estructurales de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

La adición del sikacem plastificante mejorará la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto destinado a la conformación de elementos estructurales, en la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- Existe relación directa entre los aspectos que rigen la producción de concreto en obra con la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto destinado a la conformación de elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo.
- El concreto estructural utilizado en obras informales, no cumple con las condiciones mínimas requeridas por el reglamento nacional de edificaciones.
- La poca información de los materiales granulares utilizados en construcción perjudican a los diseños de mezcla convencionales.
- La adición de sikacem plastificante en el diseño de mezcla de concreto, podría mejorar los procesos constructivos de las edificaciones informales.

**TABLA 2. Matriz de consistencia.**

Título	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Diseño de la investigación
EVALUACION DEL SIKACEM PLASTIFICANTE PARA MEJORAR LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO USADO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS INFORMALES EN EL DISTRITO LA ESPERANZA, TRUJILLO	¿De qué manera influye el sikacem plastificante para mejorar la trabajabilidad y resistencia del concreto destinado para la conformación de elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el distrito La Esperanza, Trujillo?	<p><b>General</b></p> <p>Determinar la influencia del sikacem plastificante en la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto destinado a la conformación de elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo.</p>	<p><b>General</b></p> <p>La adición del sikacem plastificante mejorará la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto destinado a la conformación de elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el distrito La Esperanza, Trujillo.</p>	<p><b>Independiente</b></p> <p>- Caracterización físicas de los agregados.</p> <p>- Dosificación del concreto</p>	<p><b>Agregados</b></p> <p>Ensayo granulométrico, peso específico, absorción, vacíos, humedad, peso unitario suelto y compactado.</p>	<p>experimental</p> <p>Con técnicas de:</p> <p>- Observación</p> <p>- Muestreo</p> <p>Con instrumentos de:</p> <p>evaluación in situ y en laboratorio.</p>
		<p><b>Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar los diferentes aspectos que rigen la producción del concreto en obra.</li> <li>- Verificar si la resistencia al esfuerzo de compresión (f'c), está dentro del rango mínimo que establece la NTP E 060.</li> <li>- Determinar la relación que existe entre los aspectos que rigen la producción de concreto en obra con la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto.</li> <li>- Realizar un diseño de mezcla, usando S. P. en una proporción de 0.6%, 1.2% y 2.4% respecto a la cantidad de cemento.</li> <li>- Evaluar la influencia del aditivo S. P. en la trabajabilidad del concreto.</li> <li>- Evaluar la influencia del aditivo S.P. en la resistencia a compresión del concreto.</li> <li>- Sintetizar los efectos desfavorables del uso de sikacem plastificante.</li> <li>- Definir el uso de S. P. en la mejora de trabajabilidad y resistencia del concreto.</li> <li>- Determinar el porcentaje de S. P. más conveniente de aditivo, para adición al concreto, que se produce en obra.</li> </ul>	<p><b>Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe relación directa entre los aspectos que rigen la producción de concreto en obra con la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto destinado a la conformación de elementos estructurales en la construcción de viviendas informales en el Distrito La Esperanza, Trujillo.</li> <li>- El concreto estructural utilizado en obras informales, no cumple con las condiciones mínimas requeridas por el reglamento nacional de edificaciones.</li> <li>- La poca información de los materiales granulares utilizados en construcción perjudican a los diseños de mezcla convencionales.</li> <li>- La adición de sikacem plastificante en el diseño de mezcla de concreto, podría mejorar los procesos constructivos de edificaciones informales.</li> </ul>	<p><b>Dependientes</b></p> <p>- Trabajabilidad.</p> <p>- Resistencia a la compresión.</p> <p>- Durabilidad del concreto en elementos estructurales.</p> <p>- Costo para preparación de concreto en materiales.</p>	<p><b>Concreto</b></p> <p>Asentamiento.</p> <p>Peso Unitario.</p> <p>Temperatura.</p> <p>Resistencia a la Compresión.</p>	

Fuente: elaboración propia.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

El tipo de diseño elegido es experimental; Porque por medio de la manipulación intencional de la variable independiente y la adición de aditivo sikacem plastificante en las proporciones de 0.60%, 1.20% y 2.4 % respecto de la cantidad de cemento, nos permitirá evaluar el comportamiento del concreto y sus efectos sobre las variables dependientes. Y, en consecuencia, a través de la observación y experimentación podremos determinar la proporción más adecuada para ser aplicada y recomendada en la elaboración de concreto que cumpla con las especificaciones de resistencia ( $f'c$ ), descritas en el cap. 21.3.2, que establece Norma Técnica Peruana E 060.

### **2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

#### **2.2.1. la población**

La población está constituida por todas las probetas de concreto obtenidas en campo y laboratorio con dimensiones de 4" x 8", cada uno; sometidos a observación de las características físicas y ensayos de resistencia a los esfuerzos mecánicos.

#### **2.2.2. Muestra**

La muestra es no probabilística, pues, la selección y cantidad de probetas a evaluar se da por conveniencia. Basados en el criterio fundamentado en la experiencia de nuestro asesor, se estableció ejecutar 3 repeticiones para observación de trabajabilidad en concreto fresco tanto en campo como en laboratorio, así también, la obtención de 6 unidades de probetas para ensayo de concreto endurecido, obtenido de campo, con una cantidad de 96 unidades, y 9 probetas de cada diseño en laboratorio para ensayos de resistencia, con una cantidad de 36 unidades. En total se ensayaron 132 probetas cilíndricas de concreto (diámetro 4" x longitud 8"). En laboratorio, se realizarán 9 especímenes sin aditivo con la dosificación aplicada por los maestros de obra, 27

especímenes con Aditivo sikacem plastificante al 0.6%, 1.2% y 2.4% respectivamente, para evaluar la trabajabilidad del concreto fresco y la resistencia a los esfuerzos mecánicos a 7, 14 y 28 días. (NTP 339.034).

### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

Para fundamentar la problemática de la investigación se ha recurrido a un análisis documental como fuente. Así mismo, la recolección de datos se realiza en dos aspectos: Primero, Intencionalmente los investigadores identificaron y seleccionaron las obras en construcción donde se realizó una entrevista personal con los maestros de obra, seguido de la verificación, in situ, del proceso de preparación de concreto y la obtención de muestras de los agregados y especímenes para su evaluación, análisis y ensayos. Segundo, en el laboratorio se aplicó la observación experimental; de cuyos resultados se obtuvo la información sobre la cual se propuso los diseños de mezcla con la adición premeditada de sikacem plastificante y se contrastaron bajo la observación minuciosa de los investigadores fundamentado en los estándares establecidos en la norma técnica peruana del concreto, evaluando las principales características como son:

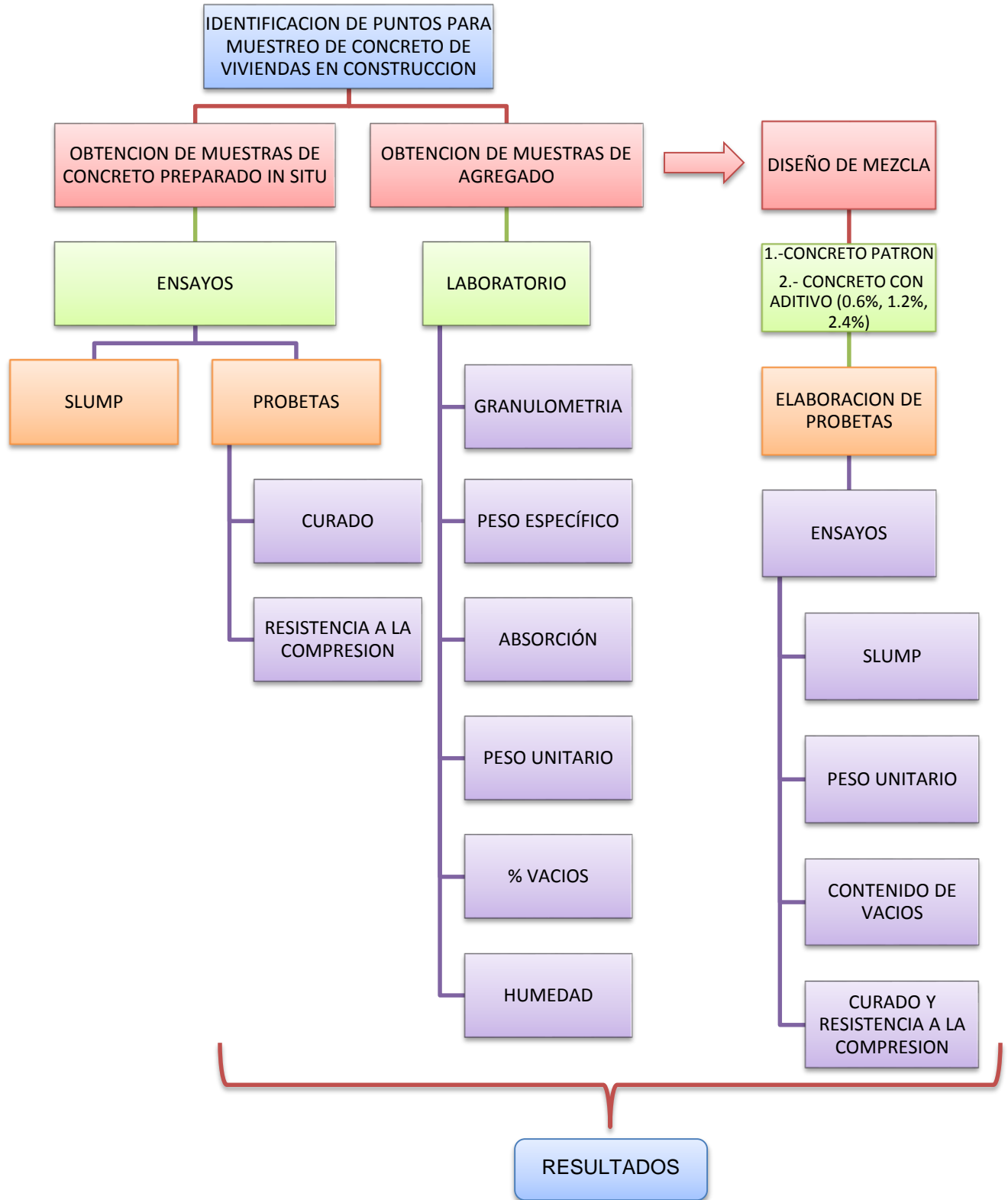
- Muestreo de mezcla de concreto fresco, según NTP 339.036.
- determinación de la temperatura de mezclas de concreto, según NTP 339.184.
- Asentamiento, según NTP 339.035.
- La dosificación para la elaboración y curado de probetas de ensayo se realizará de acuerdo a la NTP 339.033, fragua del concreto, según NTP 339.082.
- Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días, según la NTP 339.034.

El instrumento que se usó para poder recoger y registrar los datos de la investigación, es la GUÍA DE OBSERVACIÓN. A fin de que todo sea registrado de forma clara y ordenada de acuerdo a las características de cada ensayo realizado.



**2.4. Procedimiento**

Diagrama de flujo de la secuencia de investigación



*Fuente: Elaboración propia*

### 2.4.1. identificación de puntos para muestreo de concreto en viviendas en construcción

Inicialmente, En los primeros días del mes de febrero del año 2020, siendo conocedores por los antecedentes de investigaciones anteriores sobre las malas prácticas constructivas en la ciudad de Trujillo, y habiendo corroborando la información con una prospección simple y rápida al transitar por algunas calles, en un solo un sector del Distrito, como es Manuel Arévalo, se pueden observar las deficiencias y fallas estructurales que poseen muchas de las edificaciones, así como la observación de malas prácticas en el proceso de construcción, tal y como se muestran en las siguientes ilustraciones:



*Ilustración 7: Verificación rápida por prospección simple de la situación de algunas edificaciones en el sector Manuel Arévalo.*



*Ilustración 8. Construcción de un segundo nivel, en una vivienda informal, solo con un maestro empírico y sin ningún criterio técnico y de seguridad.*

Por tanto, se tomó la decisión de obtener datos técnicos relacionados a la preparación y colocación de concreto en los elementos estructurales de las viviendas en construcción, en el sitio, y conocer tangiblemente la realidad de la calidad del concreto y las construcciones que se ejecutan en la localidad.

Para ello, conociendo la forma como está constituida urbanística y poblacionalmente el Distrito, se organizó un recorrido por las diferentes vías internas de 8 de los 10 sectores que conforman La Esperanza, como son los sectores de: Manuel Arévalo, Jerusalén, Santa Verónica, sector Central, Wichanzao, San Martín, pueblo libre y el Parque Industrial; exceptuando al sector Fraternidad e Indoamérica, en cuya extensión también se ubican asentamientos humanos nuevos conformados por viviendas construidas con adobe, quincha, madera y plásticos, producto de las últimas invasiones producidas en el Distrito La Esperanza. El fin era identificar viviendas en construcción

y solicitar autorización para participar en la preparación de concreto y obtener muestras en fresco y para especímenes de concreto endurecido.



*Ilustración 9: Identificación de construcciones y coordinación con los propietarios y/o encargados solicitando autorización para tomar muestras de concreto.*

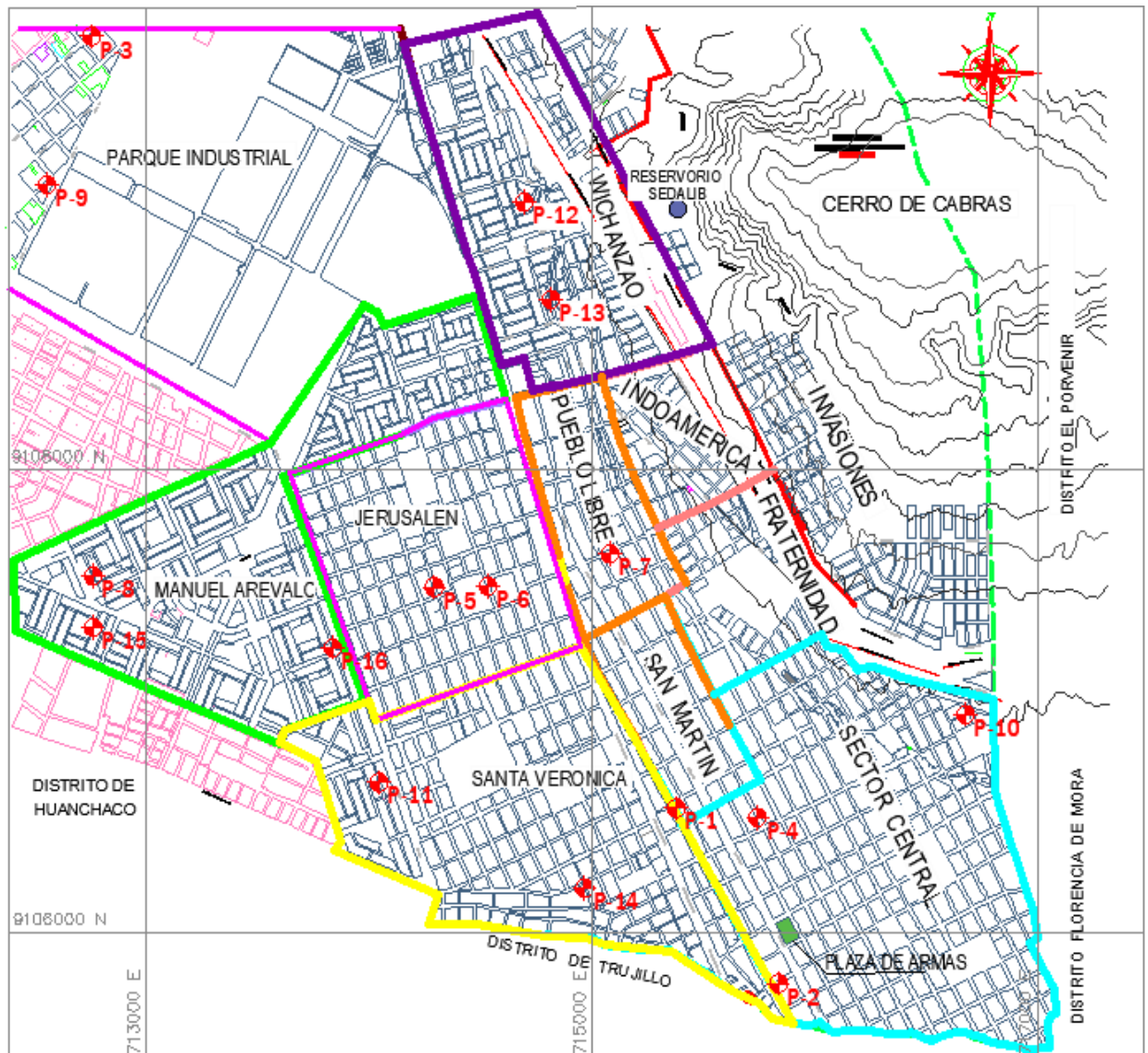
La asignación de los sectores fue asumida principalmente con un criterio de seguridad para salvaguardar nuestra integridad física, debido a que se tenía que buscar construcciones recorriendo las calles a pie y siendo conocedores de los sectores con mayor riesgo por los altos índices de asalto y robo, se optó por tomar como zona de muestreo calles centrales de sectores que prestan cierto grado de seguridad.

Se identificaron diversas construcciones en las cuales se buscó una entrevista con los propietarios o con los maestros responsables de la obra, a quienes se les explicó el objetivo de la visita, basado en nuestro tema de investigación, solicitando autorización para poder participar en una de las actividades de preparación y colocado de concreto en cualquiera de los elementos estructurales de la vivienda, ya sea zapatas, columnas o vigas. En una gran mayoría de las obras consultadas obtuvimos una respuesta negativa, Se entiende también la gran desconfianza de los propietarios debido justamente a la incertidumbre que genera la inseguridad ciudadana y los casos

delictivos que se producen en la ciudad bajo cualquier descuido, excusa o modalidad.

Sin embargo, de los pocos que accedieron darnos la oportunidad de participar en su obra con lo solicitado, se cuentan 16 construcciones.

Los puntos de ubicación de viviendas en construcción, fueron tomados con GPS navegador, en coordenadas UTM-WGS 84 - Z 17 S y referenciado en el plano digital del Distrito, obtenido de la Municipalidad, como se muestra en la siguiente ilustración:



**Ilustración 10.** Croquis de ubicación de puntos de muestreo de concreto en viviendas en construcción.

Fuente: elaboración propia

**TABLA 3.** *Coordenadas de ubicación de viviendas en construcción para muestreo de concreto en obra*

PUNTO	NORTE	ESTE	PUNTO	NORTE	ESTE
1	9106539	715377	9	9109231	712554
2	9105782	715833	10	9106944	716674
3	9109873	712754	11	9106650	714043
4	9106498	715741	12	9109156	714694
5	9107493	714289	13	9108737	714813
6	9107497	714532	14	9106192	714964
7	9107638	715078	15	9107321	712758
8	9107541	712760	16	9107233	713833

*UTM WGS 84. Fuente: elaboración propia*

Identificado las viviendas en construcción y habiendo hecho las coordinaciones necesarias para participar durante el proceso de preparación de concreto y obtención de muestras, ejecutamos un cronograma de campo con las fechas indicadas, sin embargo, tuvimos que adaptarnos a las indicaciones y llamado de los maestros de obra debido a los cambios e imprevistos que se presentan particularmente. Todas las visitas de campo y muestreo de concreto se dieron en el periodo entre el 8 y 21 de febrero del 2020. Para cada obra se ejecutó la misma secuencia, siempre coordinando con el maestro encargado, evitando generar tiempos muertos a su programación de vaciado, siguiendo los siguientes pasos:

- **Dosificación.** Proceso de observación y registro de 8 o 10 cargas continuas de agregado grueso, piedra, agua y cemento al trompo, y verificando para que tipo de elemento estructural será designado el concreto preparado. Se observa también el método de trabajo y vaciado.
- **Muestra.** Intervención súbita, para obtención de concreto en un recipiente de 20 litros. Las muestras para Slump se obtuvieron de 3 diferentes preparaciones para el mismo elemento.
- **Temperatura.** Verificación de la hora y con el termómetro digital se obtiene la temperatura del ambiente y del concreto.

- **Slump.** Realización de la prueba del cono de Abrams para conocer el asentamiento y la trabajabilidad del concreto.
- **Probetas.** De tres preparados diferentes se obtuvieron muestras de concreto y de cada una de ellas se realizaron 3 probetas; haciendo un total 9 especímenes. De los cuales, en la prueba de resistencia se ensayarían 3 unidades cada 7, 14 y 28 días respectivamente.
- **Fraguado.** En coordinación con el maestro de obra, se ubicaron los moldes en un lugar seguro hasta el siguiente día, en el cual, se recogen los especímenes y se llevan a laboratorio para su curado y control hasta la fecha de rotura.

Para el trabajo de campo se usaron los siguientes instrumentos: Cono de Abrams, plancha metálica, varilla lisa de 5/8", martillo de Goma, cucharón metálico, flexómetro, termómetro digital, moldes de plástico 10 cm x 20 cm.

El tiempo promedio de presencia en cada obra es de 2 horas, espacio en el cual, junto a los maestros obra se observaba el proceso de preparación y vaciado de concreto quienes sustentaban el procedimiento de trabajo bajo la consigna de sus métodos tradicionales y aun siendo evidente la excesiva colocación de agua en el concreto, el argumento indica que es necesario para la trabajabilidad.



*Ilustración 11. Verificación de vaciado de concreto en vigas y prueba de Slump.*

**TABLA 4.** Datos de campo y dosificación para concreto preparado en las diferentes construcciones, muestreadas in situ.

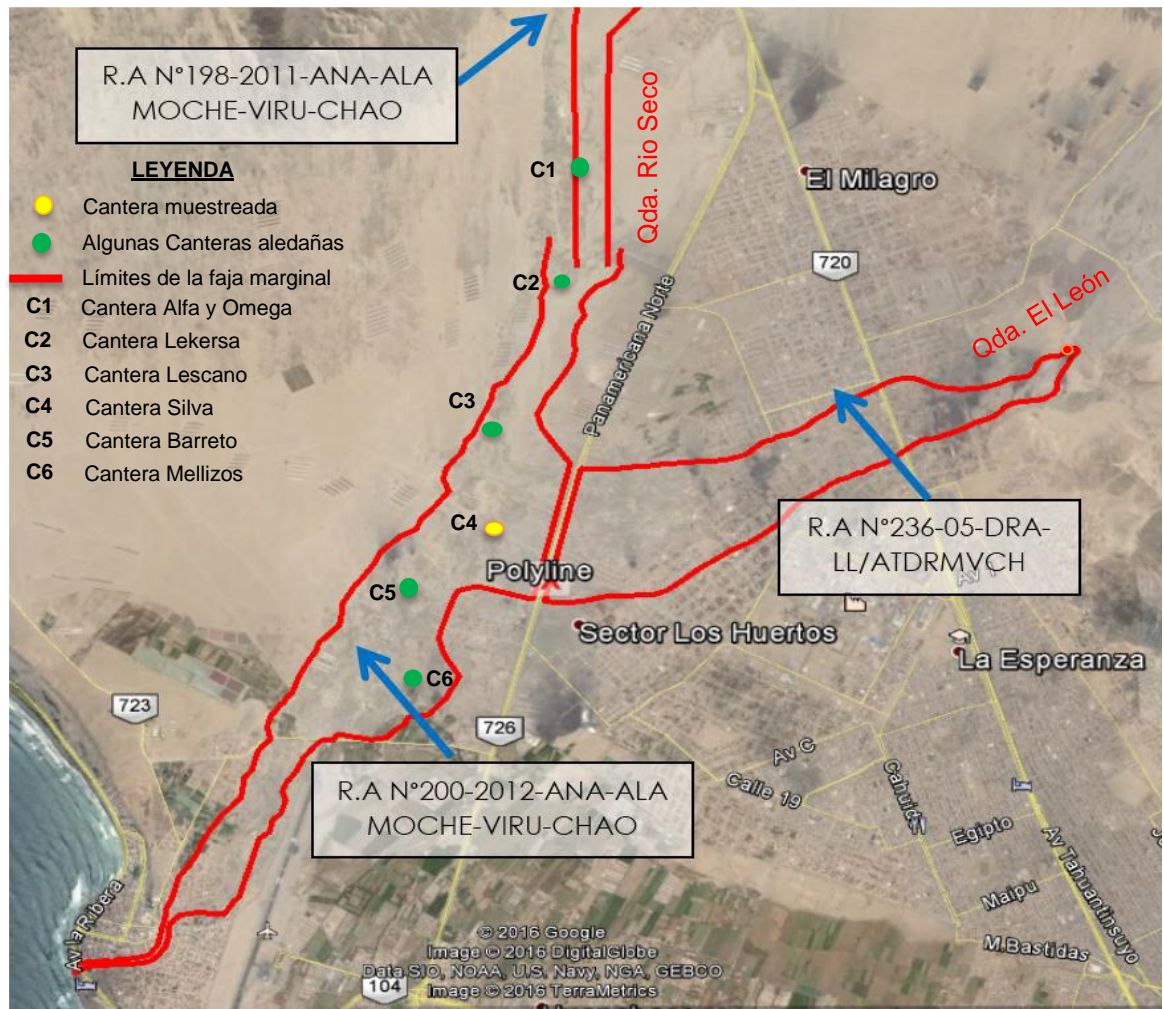
ITEM	CANTIDAD DE MATERIALES				ELEMENTO ESTRUCT.	SLUMP PULG.	TEMPERATURA		TIPO DE CEMENTO	FECHA OBT. MUESTRA	HORA
	ARENA BALD.	PIEDRA BALD.	CEMENTO BOLS.	AGUA BALD.			AMBIENT.	CONCRET.			
	1	4	6	1			2	vigas			
2	4	4	1	2	columnas	8 1/4	27.1	29.4	mochica rojo tipo I	11/02/2020	2.00 pm
3	4	4	1	2	columnas	7 1/2	26.7	28.8	mochica rojo tipo I	12/02/2020	10.30 am
4	4	5	1	2	columnas	7 1/4	26.9	28.3	mochica azul tipo I	12/02/2020	3.20 pm
5	4	4	1	2	vigas	6 1/2	26.1	27.9	mochica azul tipo I	13/02/2020	9.30 am
6	5	6	1	1 3/4	columnas	7 3/4	26.5	28.4	mochica rojo tipo I	13/02/2020	2.20 pm
7	4	4	1	2	columnas	8 1/4	25.4	27.1	mochica azul tipo I	14/02/2020	8.30 am
8	5	5	1	2	vigas	7 1/2	24.7	26.2	mochica rojo tipo I	14/02/2020	11.00 am
9	6	6	1	2.5	zapatas	8 1/2	25.2	27.2	inka azul tipo I	15/02/2020	9.00 am
10	4	4.5	1	1 3/4	vigas	6 1/4	25.5	26.1	mochica rojo tipo I	15/02/2020	11.30 am
11	4	4	1	1.5	columnas	8 1/4	25.2	26.0	mochica azul tipo I	15/02/2020	3.30 pm
12	5	5	1	2.5	columnas	9	24.9	29.5	Inka rojo tipo I	17/02/2020	1.00 pm
13	4	4	1	2	columnas	7 5/8	25.3	28.2	Inka rojo tipo I	17/02/2020	4.30 pm
14	4	5	1	1.5	columnas	9 1/4	29.5	30.9	mochica azul tipo I	21/02/2020	1.30 pm
15	4	4	1	1.5	vigas	5	25.1	27.8	Inka rojo tipo I	21/02/2020	3.45 pm
16	4	5	1	2	zapatas	5 1/4	25.5	28.5	mochica azul tipo I	21/02/2020	3.00 pm

**Fuente:** elaboración propia.

De la tabla 4, se obtuvieron 6 unidades de probetas por cada muestra, para no generar un juicio discrepante entre propietarios y maestros de obra respecto al rendimiento de su concreto, de los cuales se ensayarán por resistencia a 7, 14 y 28 días. Así mismo, como unidad de medida para colocación de agregado se usa el balde plástico de 20 litros. En cada construcción se realizó la consulta respecto al origen del agregado, la mayoría de los maestros desconocen con exactitud la procedencia, pues lo adquieren de ferreteros, quienes son intermediarios entre el proveedor de cantera y los clientes. Al realizar una rápida indagación, se concluye que el agregado que se usa para la construcción de viviendas en el distrito, procede masivamente de las canteras ubicadas entre La Esperanza y Huanchaco, de la zona conocida como el Milagro, que se ubica



en el lecho natural de la quebrada el León y la quebrada Rio Seco, que desembocan en el Océano Pacífico en la zona urbana de Huanchaco. Todo el cauce está lotizado como propiedades privadas, aunque es una zona intangible, del cual se extrae la materia prima para zarandear y obtener el agregado que se destina para la industria de la construcción en el Distrito la Esperanza y otras partes de la ciudad de Trujillo.



**Ilustración 12.** Quebrada del León - Rio seco. Adaptado - MD-Huanchaco, 2019. FUENTE: ALA - dibujado en google earth. (ANA, 2020)

Teniendo conocimiento sobre la importancia que tienen las características del agregado para obtener un buen concreto, visitamos la zona de las canteras para observar en el sitio, los métodos más comunes de obtención de los insumos pétreos.

Se realizó un recorrido por algunas de las canteras que se muestran en la ilustración

12, de la cual, se logró sacar muestras de la cantera C4 (cantera Silva), cuya ubicación se describe en la tabla 5.

Mediante la observación se evidencia claramente las características físicas de los agregados por sus variados tamaños y tipos de fragmentos de roca, denominados cantos rodados, que probablemente provengan de la disgregación de las rocas, producto de procesos geológicos que han ocurrido con la interacción de la naturaleza por miles de años en esta zona y que hace característico a los depósitos fluviales, del cual, se describe en el libro de tecnología del concreto “[...] encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de los ríos depositados en forma natural”. (Abanto, 2018), arrastran cantos rodados, gravas, arenas, arcillas y limos, del cual, los tres primeros, representan la materia prima para la obtención de agregados necesarios en la producción de los diferentes tipos de concreto.

Estos, son removidos de su emplazamiento natural con equipo pesado, como cargadores frontales y volquetes, para ser separados por gravedad mediante zarandas de diferentes dimensiones instalados en los taludes naturales o acondicionados artificialmente y como resultado se obtiene la piedra de 1/2", 3/4" ,1”, etc. así como arena gruesa y arena fina.



*Ilustración 13. Visita a las canteras para obtención de muestras. Izq. C. Silva, Der. C. Lescano.*

De los 16 puntos de donde se obtuvieron las muestras de concreto, se decidió muestrear el agregado en el 25% de construcciones; para ello, se dividió el distrito en tres zonas conocidas popularmente como parte alta, parte baja y zona norte, de donde se sustrajo el agregado para ser analizado en el laboratorio.

ZONA 1: Esperanza parte alta	ZONA 2: Esperanza parte baja	ZONA 3: Esperanza norte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pueblo Libre</li> <li>• San Martín</li> <li>• Sector central</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Santa Verónica</li> <li>• Jerusalén</li> <li>• Manuel Arévalo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wichanzao</li> <li>• El Parque Industrial</li> </ul>

**Ilustración 14.** Gráfico de zonificación para muestreo de agregado en obra.

**Fuente:** elaboración propia.

**TABLA 5.** Coordenadas de ubicación de puntos de muestreo de agregados

PUNTO	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
C4	9110194	710347	Cantera Silva (C4)
P2	9105782	715833	Esperanza alta
P8	9107541	712760	Esperanza baja
P9	9109231	712554	Esperanza norte
P14	9106192	714964	Esperanza baja

(UTM WGS 84) **Fuente:** elaboración propia.

**2.4.2. Caracterización de los agregados.** Todos los métodos, equipos, materiales y herramientas están reglamentados en la Norma Técnica Peruana, como se describe a continuación.

**a) Equipos.**

- Balanza: Se debe tener en consideración las siguientes condiciones: aproximación y exactitud de 0,1 g ó 0.1% de la masa de la muestra para agregado fino, y; aproximación y exactitud de 0,5 g ó 0.1% de la masa de la muestra para agregado grueso y con capacidad de 80 kg o 30kg.
- Tamices: Deberán cumplir con la NTP 350.001. Deben estar fabricados en una sola pieza a fin de evitar pérdida de material. Deberán tener la altura suficiente a fin de albergar la muestra en el proceso de tamizado.

- Horno: Capaz de mantener una temperatura constante de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Recipiente metálico estandarizado circular para muestreo de laboratorio.
- Moldes cilíndricos (10 cm x 20), varilla compactadora de 3/8" y 5/8".
- Cocina eléctrica, termómetro ambiental.
- Cono y pisón, fiola de 500 ml.
- Equipo completo de cono de Abrams.

**b) Materiales.**

- Muestra: La muestra deberá ser obtenida de acuerdo a la NTP 400.010. Deberá cumplir con la masa mínima de muestra de acuerdo a la siguiente tabla:

***TABLA 6.** Medida de las muestras de agregado.*

Tamaño máximo nominal del agregado	Masa mínima aproximada para la muestra de campo (Kg).
Agregado fino	
2.36 mm	10
4.76 mm	10
Agregado grueso	
9.5 mm	10
12.5 mm	15
19.0 mm	25
25.0 mm	50
37.5 mm	75
50.00 mm	100

***Fuente:** NTP 400.010 2001.*

**c) Herramientas.**

- Canastilla metálica, cronometro, embudo fino de plástico o metal, plancha de pulir concreto.
- Balde de 20 litros, carretilla, martillo de goma, franela, brocha de 3".
- recipiente para contener las muestras, cuchara metálica.
- Cámara fotográfica, bolígrafo y libreta de campo, equipo de protección personal.

### 2.4.2.1. Ensayo granulométrico de agregado fino (NTP 400.012)

- Obtener muestras representativas expuestas al ambiente. Se pesa tres muestras de agregado fino de 3000 gr respectivamente.
- Posteriormente se pesa cada tamiz, con el fin de medir el peso de cada una. (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y cazoleta). Luego se coloca los tamices de mayor a menor diámetro del N°4 a N°200.
- La colocación de material se hace por partes, para evitar romper las mallas y así efectuar la operación del tamizado manual, vibrando y girando por un tiempo adecuado hasta obtener un peso constante en cada tamiz.
- Se pesa cada tamiz con la muestra retenida en una balanza analítica de 0.1 gr. y con ello obtener el peso retenido. Repitiendo el mismo proceso tres veces.
- Se registra los datos en la libreta de campo para calcular los porcentajes retenidos y porcentajes que pasan en cada tamiz.
- En una hoja de Excel, se ingresan los datos obtenidos en los tamices para procesar la información en la secuencia que se muestra en la tabla 7.

**TABLA 7:** Cálculo de datos obtenidos en ensayo granulométrico A.F.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido. (gr)	Peso corregido (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
							Mínimo	Máximo
1"	25.000						100.0	100.0
3/4"	19.000						100.0	100.0
1/2"	12.500						100.0	100.0
3/8"	9.500				I	100 - I	100.0	100.0
Nº 4	4.750	A	-	-	I + J = K	101 - K	95.0	100.0
Nº 8	2.360	B	-	-	K + L = M	102 - M	80.0	100.0
Nº 16	1.180	C	-	-	M + N = Ñ	103 - Ñ	50.0	85.0
Nº 30	0.590	D	-	-	Ñ + O = P	104 - P	25.0	60.0
Nº 50	0.290	E	-	-	P + Q = R	105 - R	5.0	30.0
Nº 100	0.150	F	-	-	R + S = T	106 - T	0.0	10.0
Nº 200	0.075	G	-	-	T + U = V	107 - V	0.0	5.0
Fondo		H	-	-	V + W = Z	108 - Z	0.0	0.0
TOTAL			. = X	. = 100 %				MF = Y

**Fuente:** Elaboración propia, adaptado del Instructivo para práctica de laboratorio UPN.

Con los resultados se dibuja la curva granulométrica para determinar gráficamente si el agregado cumple o no con los requisitos que establece la NTP 400. 037.

- Se calcula el módulo de finura con la siguiente fórmula:

**Ecuación 1: Módulo de finura**

$$M_f = \frac{\sum \frac{\% \text{ retenido acumulado en las mallas}}{N^\circ 4,8,16,30,50,100}}{100}$$

- Luego se calcula el coeficiente de uniformidad, que es la relación del diámetro de las partículas que pasan por la ordenada del 60% entre la ordenada del 10%.

**2.4.2.2. Ensayo granulométrico de agregado grueso (NTP 400.012)**

- Obtener muestras representativas expuestas al ambiente.
- Se pesa tres muestras de agregado fino de 3000 gr respectivamente.
- Posteriormente se pesa cada tamiz, con el fin de medir el peso de cada una. (1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16 y cazoleta).
- Luego se coloca los tamices de mayor a menor diámetro del N°1 a N°16.
- Seguidamente, se procede secuencialmente, como los pasos especificados en el acápite 2.4.2.2.
- Después de graficar la curva granulométrica, se calcula el módulo de finura con la ecuación 1, el coeficiente de uniformidad.
- el tamaño máximo (TM): Aquel que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso
- tamaño máximo nominal (TMN): Aquel que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. De este modo, se determina si el agregado cumple con la norma técnica peruana NTP 400. 037.

**TABLA 8:** Cálculo de datos obtenidos en ensayo granulométrico A.G.

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido. (gr)	Peso corregido (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
							Mínimo	Máximo
1"	25.000				<b>H</b>	100 - H	100.0	100.0
3/4"	19.000	A	-	-	H+ I = J	101 - J	90.0	100.0
1/2"	12.500	B	-	-	J + K = L	102 - L		
3/8"	9.500	C	-	-	L + M = N	103 - N	20.0	55.0
Nº 4	4.750	D	-	-	N + O = P	104 - P	0.0	10.0
Nº 8	2.360	E	-	-	P + Q = R	105 - R	0.0	5.0
Nº 16	1.180	F	-	-	R + S = T	103 - T		
Fondo		G	-		V + W = Z	108 - Z		
TOTAL			. = X	. = 100 %			<b>MF = Y</b>	
TMN =	----							
TM =	----							

**Fuente:** Elaboración propia, adaptado del Instructivo para práctica de laboratorio UPN.

#### 2.4.2.3. Determinación del peso volumétrico suelto y compactado del agregado fino y agregado grueso (NTP 400.017)

La norma establece la determinación de la densidad de masa (Peso Unitario) del agregado fino y grueso en condición suelto o compactado y calcula los vacíos entre partículas.

- Se pesa el recipiente vacío.
- Se determina el volumen interno del recipiente en m<sup>3</sup>; para ello, vertimos el agua en toda la capacidad del molde, se toma el peso para calcular el volumen en m<sup>3</sup> del molde.

#### **Ecuación 2: Volumen del recipiente en m<sup>3</sup>.**

$$V = \frac{\pi D^2}{4} * h$$

- D = diámetro del recipiente
- H = altura del recipiente

- Para obtener el peso unitario suelto seco sin compactar (PUSS) de los agregados, se vierte la muestra de agregado en el molde hasta que sobresalga del borde superior aproximadamente 15 cm y se enraza la superficie con ayuda de la varilla de 5/8". Luego se pesa el recipiente con el agregado, repitiendo el procedimiento como mínimo 3 veces, verificando una variación menor de 1%.

**TABLA 9.** Cálculo del peso unitario suelto seco

Pesos	Peso recipiente	Peso netos
A	PR	A-PR
B	PR	B-PR
C	PR	C-PR
Peso neto del agregado = $W_s$ (kg)		$\bar{X}$
Volumen = $V$ (m <sup>3</sup> )		$V$
Peso Unitario Suelto Seco = PUSS (kg/m <sup>3</sup> )		PUSS

**Fuente:** Elaboración propia.

**Ecuación 3:** Cálculo del peso unitario suelto seco.

$$PUSS = \frac{W_s}{V}$$

- Para el peso unitario suelto compactado (PUSC) se realiza 3 capas iguales de material en el molde, cada capa se compacta uniformemente en todo el molde con una varilla normada 25 veces y se golpea 12 veces alrededor del molde con un martillo de goma y se enraza la superficie, para luego pesar el molde con la muestra de agregado y calcular el peso unitario suelto compactado.

**TABLA 10.** Cálculo del peso unitario suelto compactado.

Pesos	Peso recipiente	Peso netos
A	PR	A-PR
B	PR	B-PR
C	PR	C-PR
Peso neto del agregado = $W_s$ (kg)		$\bar{X}$
Volumen = $V$ (m <sup>3</sup> )		$V$
Peso Unitario Suelto Compactado = PUSC (kg/m <sup>3</sup> )		PUSC

**Fuente:** Elaboración propia.



#### Ecuación 4: Cálculo del peso unitario suelto compactado.

$$PUSC = \frac{Ws}{V}$$

#### 2.4.2.4. Porcentajes de vacíos en los agregados (NTP 400.017)

Los vacíos en los agregados se calculan empleando el peso unitario obtenido mediante apisonado, vibrado o simplemente el llenado a palanas.

**TABLA 11.** Cálculo del porcentaje de vacíos de los agregados.

DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
<b>A</b> = Peso específico aparente	A1	A2	A3
<b>B</b> = Peso unitario de agregados	B1	B2	B3
<b>W</b> = Peso unitario del agua	1000 Kg/m <sup>3</sup>		
% de vacíos	%.1	%.2	%.3
% de vacíos promedio	%.X		

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Ecuación 5: Porcentaje de vacíos de los agregados.

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{(AxW - B)}{AxW}$$

- A = Peso específico aparente según los procedimientos de NTP 400.022
- B = Peso unitario de los agregados, según la NTP 400. 017 en kg/m<sup>3</sup>.
- W = Peso unitario del agua, 1000 kg/m<sup>3</sup>, según la temperatura del agua.

#### 2.4.2.5. Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)

- De toda la muestra obtenida, hay que realizar la preparación de la muestra de ensayo por cuarteo, aproximadamente 1000 gr, y lavarlo.

- Se sumerge en agua la muestra (1000 gr.) seleccionada y lavada por un espacio mínimo de 24 horas para saturarlo hasta que alcance un peso constante.
- Seguidamente, se toma la muestra y se decanta cuidadosamente colocándole sobre una bandeja e iniciar un proceso de secado en una cocina eléctrica, hasta que las partículas puedan fluir libremente.
- En el molde tronco cónico se rellena en 3 capas iguales, se compacta cada capa con 25 golpes con el pisón metálico (340 gr.) de diámetro 25 mm. En el proceso de quitar el cono.
- Se retira el cono que contiene el agregado, al observarse que el cono de agregado se derrumba sin formar una torta, significa que el agregado ha alcanzado su condición de saturado superficialmente seco. En caso no ocurra se vuelve a realizar el mismo procedimiento hasta lograrlo.
- Una vez que el agregado haya cumplido la condición de SSS, se pesa la fiola con agua hasta 500 ml. Y se registra el dato.
- Seguidamente se pesa 500 g del agregado saturado superficialmente seco y se introduce en la fiola de 500 cm<sup>3</sup>, en el cual se añade agua hasta que quede aproximadamente 2.5 cm sobre el material.
- Se hace rodar la fiola sobre una superficie plana para eliminar todas las burbujas de aire, dejando reposar el agregado para que se asiente y se pesa la fiola con la muestra y el agua.
- Con cuidado se saca la muestra de la fiola y se lleva a secar al horno a una temperatura de 100 °C por un espacio de 24 horas. Para obtener su peso seco a T° ambiente.

- Con los datos obtenidos en el trabajo de laboratorio se procede a ejecutar los cálculos correspondientes referente al peso específico de masa, peso específico de masa saturada superficialmente seco, peso específico aparente y el porcentaje de absorción, el cual se detalla en la siguiente denominación:
  - A = Peso específico en el aire de la muestra secada al horno. (gr)
  - B = Volumen de fiola usado, más agua hasta la marca de calibración.
  - C = Peso de fiola lleno con agua hasta la marca de calibración, más A.F.
  - S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en gr.

**TABLA 12.** Cálculo del peso específico y absorción del A.F.

DESCRIPCION	SIMBOLO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Volumen Frasco (cm <sup>3</sup> )		500.00	500.00	500.00	500.00
Peso fiola vacía (gr)		Y	Y	Y	Y
Peso Seco (gr)	A	A1	A2	A3	$\bar{X} A$
Peso Fiola + Agua (gr)	B	B1	B2	B3	$\bar{X} B$
Peso Fiola + Agua + Arena F. (gr)	C	C1	C2	C3	$\bar{X} C$
Peso muestra SSS	S	S1	S2	S3	$\bar{X} S$
Peso Especifico Masa (gr/cm <sup>3</sup> )	A/(B+S-C)	PEM1	PEM2	PEM3	$\bar{X} PEM$
PEM SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	S/(B+S-C)	PEM SSS 1	PEM SSS 2	PEM SSS 3	$\bar{X} PEM SSS$
PEA (gr/cm <sup>3</sup> )	A/(B+A-C)	PEA 1	PEA 2	PEA 3	$\bar{X} PEA$
% ABSORCION	(S-A)/A x 100	.% ABS 1	.% ABS 2	.% ABS 3	$\bar{X} \% ABS$

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Ecuación 6: Peso específico de la masa.

$$P. E. M. = \frac{A}{(B + S - C)}$$

#### Ecuación 7: Peso específico de la masa saturada superficialmente seco.

$$P. E. M. SSS = \frac{S}{(B + S - C)}$$

#### Ecuación 8: Peso específico aparente.

$$P. E. A. = \frac{A}{(B + A - C)}$$

### **Ecuación 9: Porcentaje de absorción.**

$$\% ABS. = \left[ \frac{(S - A)}{A} \right] * 100$$

#### **2.4.2.6. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.022)**

- De toda la muestra obtenida, hay que realizar la preparación de la muestra de ensayo por cuarteo, aproximadamente 2000 gr, y lavarlo.
- Se sumerge en agua la muestra seleccionada y lavada por un espacio mínimo de 24 horas para saturarlo hasta que alcance un peso constante.
- Luego, se toma la muestra y se saca colocándole sobre una bandeja e iniciar un proceso de secado de la superficie con un paño, hasta que las partículas estén superficialmente secas.
- Una vez que el agregado grueso haya cumplido la condición de SSS, se pesa en el aire. Y se registra el dato.
- Seguidamente, se coloca el agregado en una cesta de alambre y se pesa dentro del agua a una temperatura promedio de 20 °C y obtener un peso sumergido.
- Finalmente se lleva la muestra a secar al horno a una temperatura de 100 °C por un espacio de 24 horas. Para obtener su peso seco a T° ambiente.
- Con los datos obtenidos en el trabajo de laboratorio se procede a ejecutar los cálculos correspondientes referente al peso específico de masa, peso específico de masa saturada superficialmente seco, peso específico aparente y el porcentaje de absorción, el cual se detalla en la siguiente denominación:
  - A = Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)
  - B = Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca (gr).
  - C = Peso en el agua de la muestra seca (gr).

**TABLA 13.** Cálculo del peso específico y absorción del A.G.

DESCRIPCION	SIMBOLO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso Seco (gr)	A	A1	A2	A3	$\bar{X} A$
Peso muestra SSS (gr)	B	B1	B2	B3	$\bar{X} B$
Peso en el agua de la muestra (gr)	C	C1	C2	C3	$\bar{X} C$
Peso Especifico Masa (gr/cm <sup>3</sup> )	A/(B-C)	PEM1	PEM2	PEM3	$\bar{X} PEM$
PEM SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	B/(B-C)	PEM SSS 1	PEM SSS 2	PEM SSS 3	$\bar{X} PEM SSS$
PEA (gr/cm <sup>3</sup> )	A/(A-C)	PEA 1	PEA 2	PEA 3	$\bar{X} PEA$
% ABSORCION	(B-A)/A x 100	.% ABS 1	.% ABS 2	.% ABS 3	$\bar{X} \% ABS$

*Fuente:* Elaboración propia.

**Ecuación 10: Peso específico de la masa.**

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

**Ecuación 11: Peso específico de la masa saturada superficialmente seco.**

$$P. e. m. sss = \frac{B}{(B - C)}$$

**Ecuación 12: Peso específico aparente.**

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

**Ecuación 13: Porcentaje de absorción.**

$$\% ABS. = \left[ \frac{(B - A)}{A} \right] * 100$$

**2.4.2.7. Contenido de humedad del agregado fino y grueso (NTP 339.185)**

- Se pesa en estado natural, al ambiente, tres muestras de agregado fino de (2000 gr) y agregado grueso (5000 gr), en promedio.
- Después se colocan las muestras en el horno (temperatura 100°C +/- 5°C) durante 24 horas, hasta alcanzar un peso constante y determinar un peso constante de la muestra.
- Luego se pesan las muestras secas de cada agregado (Ps).

- Finalmente se determina el contenido de humedad del agregado fino y grueso, mediante la siguiente ecuación 14.

**TABLA 14.** Contenido de humedad del A.F. & A.G.

DESCRIPCION	SIMBOLO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de tara	Z	Z1	Z2	Z3	$\bar{X} Z$
Peso tara + peso húmedo	A	A1	A2	A3	$\bar{X} A$
Peso tara + Peso seco	B	B1	B2	B3	$\bar{X} B$
Contenido de humedad (w%)	$(A-B)/B*100$	.%W 1	.%W 2	.%W 3	$\bar{X} \% W$

**Fuente:** Elaboración propia.

**Ecuación 14: Contenido de humedad del agregado fino y grueso (w%).**

$$w\% = \left[ \frac{(A - B)}{B} \right] * 100$$

- A = Peso de la muestra húmeda al natural (gr)
- B = Peso de la muestra seca al horno (gr).

### 2.4.3. Diseño de mezcla método ACI

El diseño de mezcla para la investigación se realiza de acuerdo al procedimiento de la American Concrete Institute ACI – 211.

**2.4.3.1. PASO 1: Elección de la resistencia requerida.** El diseño está dirigido para la construcción de elementos estructurales de viviendas, para ello usamos el método establecido en la NTP E060, que en el capítulo 5 dice: “[...] la resistencia mínima del concreto estructural,  $f'c$ , diseñado y construido de acuerdo con esta Norma no debe ser inferior a 17 MPa.”. Sin embargo, en el capítulo 21 hace referencia al concreto en elementos resistentes a fuerzas inducidas por sismo, donde indica “la resistencia especificada a la compresión del concreto ( $f'c$ ), no debe ser menor que 21 MPa”.(Reglamento Nacional de edificaciones, 2009).

Considerando que la ciudad de Trujillo, según la NTP E030, se encuentra en zona sísmica 4, la resistencia a compresión mínima será,  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y en consecuencia requiere calcular el valor de la resistencia promedio requerida ( $f'cr$ ), al no tener datos para establecer la desviación estándar de la muestra.

Para ello, sustentado en el acápite 5.3.2.2 de la NTP E060, procedemos a determinar el  $f'cr$  según los datos especificados en la ilustración 15.

$f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$f'cr$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$

**Ilustración 15.** Resistencia promedio a la compresión requerida.  
Fuente: NTP E060

Por tanto, para nuestra investigación, que va de  $210 \text{ kg/cm}^2$  a  $350 \text{ kg/cm}^2$ , le sumamos  $84 \text{ kg/cm}^2$ . Del cual se obtiene una resistencia requerida de  $294 \text{ kg/cm}^2$ .

**2.4.3.2. PASO 2: Selección del asentamiento (Slump).** Para un concreto natural, el comité ACI 211, recomienda verificar las especificaciones técnicas de obra que nos permita definir si requiere un concreto seco, plástico o fluido.

Pero al no especificar la consistencia, se puede seleccionar un valor adecuado, dependiendo del trabajo que se va a realizar, y se tendrá en cuenta la mezcla de consistencia más densa que pueda ser colocado eficientemente de acuerdo a la información que se registra en la ilustración 16.

Tipo de Estructuras	Slump	
	máximo	mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados.	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras.	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"
Notas :		
1) El slump puede incrementarse cuando se usan aditivos, siempre que no se modifique la relación Agua/Cemento ni exista segregación ni exudación.		
2) El slump puede incrementarse en 1" si no se usa vibrador en la compactación.		

*Ilustración 16. Asentamientos recomendados para diferentes tipos de construcción. Fuente: ACI 211-2002.*

Los elementos estructurales de las viviendas como zapatas, columnas y vigas nos conducen a elegir un Slump máximo de 4".

**2.4.3.3. PASO 3: Selección del tamaño máximo nominal del agregado.** Las normas de diseño estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso debe ser compatible con las dimensiones y características de las estructuras. La NTP E 060 en el capítulo 3, registra que el agregado grueso no debe ser mayor de:

- a) 1/5 de la menor separación entre los lados de los encofrados.
- b) 1/3 de la altura de la losa de ser el caso.
- c) 3/4 del espacio mínimo libre entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras o de tendones, tendones individuales o ductos de pre-esfuerzo.

Para esta investigación, se efectuó un análisis granulométrico del agregado sustraído de obra, del cual se obtuvo el tamaño máximo de 1" y tamaño máximo nominal 3/4".



**2.4.3.4. PASO 4: Estimación del agua de mezclado.** Siguiendo con el método ACI 211, nos presenta un cuadro de requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaño máximo del agregado, el cual, se muestra en la ilustración 17.

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

*Ilustración 17. Requisitos aproximados de volumen unitario de agua.*

*Fuente: Comité ACI 211-2002.*

Si bien es cierto, estos datos no toman en cuenta las características físicas del agregado como granulometría, textura y perfil, el volumen unitario de agua al natural sin aire incorporado para este caso, nos permite obtener una estimación inicial muy aproximada a los rangos de volumen de agua requerido, del cual, relacionando el Slump y TMN se obtiene un volumen de agua de 205 l/m<sup>3</sup>.

**2.4.3.5. PASO 5: Elección del contenido de aire.**

El método ACI 211, nos recomienda el uso de los datos mostrados en la ilustración 18, para estimar el contenido de aire atrapado en un concreto normal, sin aditivo plastificante, ni incorporador de aire.

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

**Ilustración 18.** Contenido de aire atrapado en el concreto.

**Fuente:** Comité ACI 211-2002.

Si bien es cierto, la ilustración 16 nos muestra también una cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto natural, sin aire incorporado y algunos promedios recomendados con aire incorporado, la ilustración 17 nos muestra los porcentajes de aire aproximado con mejor detalle del cual obtenemos 2.0 % de aire atrapado.

**2.4.3.6. PASO 6: Elección de la relación agua/cemento.** Existen dos criterios, por resistencia y por durabilidad. Para esta investigación aplicaremos el criterio por resistencia para lo cual tomamos la información indicada en la ilustración 19.

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS ( $f'_{cr}$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

**Ilustración 19.** Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto. **Fuente:** Comité ACI 211-2002.

Observamos que en la información de la ilustración 18, no existe la resistencia requerida de 294 kg/cm<sup>2</sup>. Por tanto, se realiza una operación de interpolación

entre 250 kg/cm<sup>2</sup> y 300 kg/cm<sup>2</sup> para obtener la relación agua/cemento requerida para nuestro f'cr.

300 -----	0.55
294 -----	r a/c
250 -----	0.62

#### **Ecuación 15: Interpolación para relación agua/cemento**

$$\frac{300 - 294}{0.55 - r \text{ a/c}} = \frac{300 - 250}{0.55 - 0.62}$$

Por tanto: r a/c = 0.558

**2.4.3.7. PASO 7: Cálculo del contenido de cemento.** Una vez estimada la relación agua cemento, la cantidad de cemento se obtiene de dividir la cantidad de agua entre la relación agua cemento, como se muestra en la ecuación 16.

#### **Ecuación 16: Contenido de cemento**

$$\text{Contenido de cemento (Kg)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado}}{\text{Relación } \frac{a}{c} \text{ (para f'cr)}}$$

$$C_c = \frac{205}{0.558} = 367.12 \text{ kg}$$

**2.4.3.8. PASO 8: Cálculo del contenido del agregado grueso.** El comité 211 del ACI, elaboró una tabla en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de finura del agregado fino, como se muestra en la ilustración 19, que permite obtener un coeficiente b/b<sub>0</sub>, resultante de esta división, donde:

b = peso seco del agregado grueso

b<sub>0</sub> = peso unitario seco y compactado del agregado grueso expresado en kg/m<sup>3</sup>.

V = volumen del agregado grueso, seco y compactado obtenido al relacionar el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de finura del agregado fino de la tabla que muestra la ilustración 20.

**Ecuación 17: Volumen del agregado grueso seco compactado**

$$\frac{b}{b_0} = V$$

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino. ( b / b <sub>0</sub> )				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	2.40	2.60	2.80	3.00
3 / 8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1 / 2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

*Ilustración 20. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.*

*Fuente: Comité ACI 211-2002.*

El módulo de finura del agregado fino ensayado para este diseño es 2.39 y TMN es 3/4 al relacionar los datos, observamos que no hay esa cantidad, por lo tanto, para tener un dato más aproximado interpolamos como en el paso 6.

$$\begin{array}{l} 2.60 \text{ ----- } 0.64 \\ 2.40 \text{ ----- } 0.66 \\ 2.39 \text{ ----- } V \end{array}$$

**Ecuación 18: Interpolación para Volumen del agregado grueso seco compactado**

$$\frac{2.60 - 2.40}{0.64 - 0.66} = \frac{2.40 - 2.39}{0.66 - V}$$

Por tanto: **V = 0.661 m<sup>3</sup>**

Este dato se multiplica con el peso unitario compactado del agregado grueso, como se muestra en la ecuación 19.

**Ecuación 19: Cantidad del agregado grueso seco.**

$$\text{Cantidad del A. G. (Kg)} = \frac{b}{b_0} \times \text{peso unitario compactado del A. G.} \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$C. A. G. = 0.661 \text{ m}^3 \times 1578 \text{ kg/m}^3 = 1043.06 \text{ kg}$$

**2.4.3.9. PASO 9: Cálculo de volúmenes de los componentes del concreto.** Se calcula la cantidad de cada componente del concreto que corresponda para un 1 m<sup>3</sup> con las siguientes ecuaciones:

**Ecuación 20: Volumen de cemento.**

$$\text{Cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del cemento}}{\text{Peso específico del cemento}} = \frac{367.12 \text{ Kg}}{3000 \text{ Kg/m}^3} = 0.122 \text{ m}^3$$

**Ecuación 21: Volumen de agua.**

$$\text{Agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso específico del agua}} = \frac{205 \text{ l}}{1000 \text{ l/m}^3} = 0.205 \text{ m}^3$$

**Ecuación 22: Volumen de aire.**

$$\text{Aire (m}^3\text{)} = \frac{\text{Porcentaje de aire}}{100} = \frac{2\%}{100} = 0.020 \text{ m}^3$$

**Ecuación 23: Volumen de agregado grueso (A.G.)**

$$A. G. (m^3) = \frac{\text{Peso del A. G.}}{\text{Peso específico A. G.}} = \frac{1043.06 \text{ kg}}{2690 \text{ kg/m}^3} = 0.388 \text{ m}^3$$

**2.4.3.10. PASO 10: Cálculo del contenido del agregado fino.** Del cálculo de los componentes del paso 9, se suman para conocer la cantidad obtenida hasta el momento como volumen absoluto, el cual es: 0.735 m<sup>3</sup>. Este dato se resta de 1m<sup>3</sup> con la ecuación 24.

**Ecuación 24: Volumen de agregado fino (A.F.)**

$$A. F. (m^3) = 1 \text{ m}^3 - \text{Vol. absoluto} = 1 - 0.735 = 0.265 \text{ m}^3$$

Con este cálculo se obtiene también el peso del A.F. con la ecuación 25

**Ecuación 25: Cantidad de agregado fino (C.A.F.)**

$$C. A. F. (Kg) = \text{Vol. A. F.} * \text{Peso específico A. F.} = 0.265 * 2640 = 699.26 \text{ Kg}$$

#### 2.4.3.11. PASO 11: Ajustes por humedad de los agregados. Los agregados expuestos

al aire, presentan una humedad natural del ambiente, humedad que influye en la mezcla. Por lo cual, se debe controlar su efecto para que no disminuya la relación a/c, la trabajabilidad y la resistencia del concreto. De acuerdo al diseño ACI, se calcula con las siguientes ecuaciones:

##### **Ecuación 26: Cantidad de agregado fino corregido por humedad (A.F.C.H.)**

$$A.F.C.H. (Kg) = Cantidad A.F. * \left(1 + \frac{Contenido\ humedad\ A.F.}{100}\right)$$

$$A.F.C.H. (Kg) = 699.26 Kg * \left(1 + \frac{0.60}{100}\right) = 703.46 Kg$$

##### **Ecuación 27: Cantidad agregado Grueso corregido por humedad (A.G.C.H)**

$$A.F.C.H. (Kg) = Cantidad A.G. * \left(1 + \frac{Contenido\ humedad\ A.G.}{100}\right)$$

$$A.F.C.H. (Kg) = 1043.06 Kg * \left(1 + \frac{0.40}{100}\right) = 1047.23 Kg$$

##### **Ecuación 28: Humedad superficial del agregado fino (H.S.A.F)**

$$H.S.A.F. (\%) = Contenido\ humedad\ A.F. - \% Absorción\ A.F.)$$

$$H.S.A.F. (\%) = 0.60 - 1.60 = -1.00 \%$$

##### **Ecuación 29: Humedad superficial del agregado grueso (H.S.A.G)**

$$H.S.A.G. (\%) = Contenido\ humedad\ A.G. - \% Absorción\ A.G.)$$

$$H.S.A.G. (\%) = 0.40 - 0.90 = -0.50 \%$$

##### **Ecuación 30: Aporte de humedad del agregado fino (A.H.A.F.)**

$$A.H.A.F. (l) = cantidad\ A.F\ corregido\ por\ humedad * \frac{Humedad\ superficial\ A.F.}{100}$$

$$A.H.A.F. (l) = 703.46 * \frac{(-1.00\%)}{100} = -7.03 l$$

##### **Ecuación 31: Aporte de humedad del agregado grueso (A.H.A.G.)**

$$A.H.A.G. (l) = cantidad\ A.G\ corregido\ por\ humedad * \frac{Humedad\ superficial\ A.G.}{100}$$

$$A.H.A.G.(l) = 1047.23 * \frac{(-0.50\%)}{100} = -5.24 l$$

**Ecuación 32: Aporte de humedad de los agregados (A.H.A.)**

$$A.H.A.(l) = A.H.A.F + A.H.A.G = -12.27 l$$

**Ecuación 33: Agua efectiva (A.E.)**

$$A.E.(l) = \text{Volumen de agua} - \text{Aporte de humedad de los agregados}$$

$$A.E.(l) = 205 l - (-12.27) = 217.27 \text{ litros}$$

**2.4.3.12. PASO 12: Cálculo de materiales, proporciones y tanda por 1 pie3.**

- **Cantidad de materiales corregidos por humedad.** Se detalla el resumen en kilogramos de todo el proceso calculado respecto a los componentes al aire, para un metro cúbico de concreto.

Cemento----- 367.12 kg  
Agregado Fino----- 703.46 kg  
Agregado Grueso----- 1047.23 kg  
Agua efectiva----- 217.27 litros

- **Cálculo de las proporciones en peso húmedo.** Se calcula en función al peso de una bolsa de cemento.

**Ecuación 34: Cálculo de las proporciones en peso**

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A.F.H.}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A.G.H.}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\frac{367.12}{367.12} : \frac{703.46}{367.12} : \frac{1047.23}{367.12} / \frac{217.27}{367.12}$$

$$1 : 1.92 : 2.85 / 0.59$$

$$1 : 1.92 : 2.85 / 0.59 * 42.5$$

$$1 : 1.92 : 2.85 / 25.10 \text{ litros}$$

- **Cálculo de una tanda por bolsa de cemento (kg).** Se calcula multiplicando las proporciones por 42.50 kg que es el peso de una bolsa de cemento.

$$\begin{aligned} \text{Cemento} & \text{----- } 1 * 42.50 \text{ kg} & = & 42.50 \text{ kg} \\ \text{Agregado fino} & \text{----- } 1.92 * 42.50 \text{ kg} & = & 81.44 \text{ kg} \\ \text{Agregado grueso} & \text{---- } 22.85 * 42.50 \text{ kg} & = & 121.23 \text{ kg} \\ \text{Agua efectiva} & \text{----- } 0.59 * 42.50 \text{ kg} & = & 25.10 \text{ litros} \end{aligned}$$

Esta información, representa el diseño final en peso húmedo de los agregados, agua en litros para una bolsa de cemento.

**2.4.3.13. PASO 13: Proporcionamiento en volumen.** Este cálculo es necesario para convertir los datos obtenidos en peso estandarizado por el sistema internacional de medidas a volumen de la unidad de medida que se aplica en la construcción de viviendas que es una lata común, con capacidad de 20 litros de volumen. Para ello es importante conocer el peso unitario suelto seco (PUSS) y el peso unitario suelto húmedo de los agregados (PUSH).

- **Conversión de PUSS a PUSH.** Se calcula aplicando la ecuación 35.

**Ecuación 35: Conversión de PUSS a PUSH**

$$PUSH = PUSS \text{ agregado} * \left(1 + \frac{CH \text{ agregado}}{100}\right)$$

$$PUSH \text{ A. F.} = 1653 * \left(1 + \frac{0.60}{100}\right) = 1662.92 \text{ Kg/m}^3$$

$$PUSH \text{ A. G.} = 1442 * \left(1 + \frac{0.40}{100}\right) = 1447.77 \text{ Kg/m}^3$$

- **Conversión de kg/m<sup>3</sup> a kg/pie<sup>3</sup>.** Se realiza esta conversión para igualar la unidad del PUSH de los agregados al volumen de una bolsa de cemento que es 1.0 pie<sup>3</sup>, sabiendo que 1m<sup>3</sup> es igual a 35.315 pie<sup>3</sup>.

$$USH \text{ A. F.} = 1662.92 \text{ Kg/m}^3 * \left(\frac{1 \text{ m}^3}{35.315 \text{ kg/pie}^3}\right) = 47.00 \text{ Kg/pie}^3$$



$$USH A. G. = 1447.77 \text{ Kg/m}^3 * \left( \frac{1 \text{ m}^3}{35.315 \text{ kg/pie}^3} \right) = 41.00 \text{ Kg/pie}^3$$

- **Cálculo de las proporciones en volumen.** Se realiza este procedimiento con la ecuación 36, sabiendo que 1 pie<sup>3</sup> de cemento es igual a 42.50 kg.

- P.C. = Peso de bolsa de cemento

- A.E. = Agua efectiva

### Ecuación 36: Cálculo de las proporciones en volumen

$$\frac{P.C.}{P.C.} : \frac{\text{Proporción A.F. Peso} * P.C.}{PUSH A.F.} : \frac{\text{Proporción A.G. Peso} * P.C.}{PUSH A.G.} / A.E.$$

$$\frac{42.5}{42.5} : \frac{1.92 * 42.5}{47} : \frac{2.85 * 42.5}{41} / 25.10 \text{ litros}$$

$$1 : 2 : 3 / 25.10 \text{ litros}$$

- **Cálculo de las proporciones en volumen para la unidad usada en obra.** Se realiza este cálculo equivalente a un balde o lata que se usa para medir agregados en la construcción de viviendas en el Distrito la Esperanza. Las proporciones en volumen calculadas, se infieren a la capacidad en volumen de una lata, del cual, se sabe que una bolsa de cemento de 1m<sup>3</sup>, cabe aproximadamente en 2 latas.

#### 2.4.3.14. PASO 14: Uso del aditivo sikacem plastificante en el diseño de concreto.

El diseño de mezcla del comité ACI 211 – 2002, expone una serie de tablas estándares y referenciales para un concreto natural, sin aplicación de ningún tipo de aditivo. Este método nos favorece para la preparación del concreto patrón, el cual, teóricamente debería aplicarse en las estructuras de las viviendas. Sin embargo, como se especifica en la ilustración 16, el asentamiento para los elementos estructurales promedia las 4”, magnitud que en la realidad de las construcciones dificulta la trabajabilidad del concreto principalmente por las reducidas dimensiones de los elementos estructurales asociado a la densidad del acero de refuerzo colocado en ellas.

En estas condiciones, para darle mayor trabajabilidad al concreto, la acción más común materializada en obra es el aumento del volumen de agua a criterio del maestro encargado, el cual, técnicamente sabemos que genera diversas alteraciones desfavorables al concreto fresco y endurecido.

Dada la coyuntura, con toda la tecnología que existe en la actualidad en el mercado, se hace necesario la utilización de los aditivos químicos como el sikacem plastificante, del cual es motivo esta investigación, y de acuerdo a la ficha técnica del producto, actúa como un reductor de la cantidad de agua en la preparación de la mezcla, aproximadamente en un 10% de su volumen y beneficia al concreto tanto en la trabajabilidad como resistencia.

Para tal efecto, se dispone, adicionar al concreto patrón aditivo sikacem plastificante al 0.6%, 1.2% y 2.4%, respecto a la cantidad de cemento, por bolsa de 42.5 kg, que es la cantidad que se emplea en una tanda preparado en un mezclador tipo trompo, que en común son de 7 pie<sup>3</sup>, 9 pie<sup>3</sup> y 11 pie<sup>3</sup>.

#### **2.4.4. Ensayos para evaluar las propiedades del concreto en estado fresco.**

##### **2.4.4.1. Ensayo de consistencia del concreto (NTP 339.035)**

Está definido por el grado de humedecimiento de la mezcla, que está en función de la cantidad de agua usada. El ensayo conocido también como “revenimiento”, se realiza con un molde llamado Cono de Abrams, que permite medir la fluidez y la capacidad del concreto para adaptarse al molde de las estructuras, evaluando el asentamiento del concreto.

El equipo consiste en un tronco de cono, cuyas bases circulares son paralelas entre sí, que tiene un diámetro inferior de 200 mm, diámetro superior de 100 mm y una altura de 300 mm; además se utiliza una varilla de acero liso con punta semiesférica de 5/8” de diámetro y 24” de longitud.

- Se coloca el molde sobre una superficie plana y humedecida, manteniendo firme el cono contra la base (superficie plana), por medio del sostenimiento con los pies de las dos aletas.
- Se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen y se compacta con 25 golpes con la varilla, distribuido uniformemente.
- Seguidamente se colocan otras dos capas siguiendo el mismo procedimiento, apisonando con la varilla de manera que penetre en la capa inmediata inferior.
- En la superficie superior se llena con exceso para enrasar y elimina la mezcla sobrante.
- Levantar el cono con suavidad, en dirección vertical, para que el concreto en estado fresco se asiente. El ciclo no excederá los dos minutos.
- Por último, se calcula el asentamiento midiendo la distancia entre la altura del molde y el centro de la cara superior de la mezcla, lo que se denomina Slump.

#### **2.4.4.2. Ensayo de peso unitario, contenido de aire del concreto, temperatura y rendimiento (NTP 339.046)**

- Se toma una muestra de concreto de acuerdo con la NTP 339.036.
- Para obtener el peso unitario por el método gravimétrico, primero se toma las dimensiones del recipiente y se pesa en su condición de vacío.
- Se coloca el concreto en tres, varillando en cada capa con 25 golpes, sin que penetre más de 1” en la capa anterior, así mismo, se golpea con el martillo de goma de 10 a 15 veces en cada capa para eliminar el aire atrapado.
- Se enrasa con la plancha de pulir, removiendo el exceso de concreto en los bordes del recipiente.

- Pesar el recipiente contenido de concreto y anotar el resultado, para luego proceder a obtener los cálculos con las siguientes ecuaciones.

**Ecuación 37: Peso unitario real del concreto (D)**

$$D \left( \frac{Kg}{m^3} \right) = \frac{(Peso\ tara + concreto) - peso\ de\ tara}{Volumen\ de\ la\ tara}$$

**Ecuación 38: Contenido de aire (A)**

$$A (\%) = \frac{peso\ unitario\ teórico - Peso\ unitario\ real}{Peso\ unitario\ teórico} \times 100$$

**Ecuación 39: Rendimiento del concreto (Y)**

$$Y = \frac{peso\ unitario\ teorico}{Peso\ unitario\ real}$$

- La temperatura del concreto depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes, además del calor liberado por la hidratación del cemento, la energía de mezclado y el medio ambiente. Es necesario determinar la temperatura del concreto fresco para verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados en la NTP 339.184. Se sabe que la temperatura puede tener efectos de beneficio o afectación negativa sobre la demanda de agua, sobre el tiempo de fraguado y sobre la resistencia.
- En un recipiente no absorbente, que debe permitir un recubrimiento de al menos 3 pulgadas (75 mm) en todas direcciones, o por lo menos en 3 veces el TM del agregado, colocar el termómetro digital dejándolo unos dos minutos y anotar la temperatura del concreto. Se toma también la temperatura ambiente.

## **2.4.5. Ensayos para evaluar las propiedades del concreto en estado endurecido**

### **2.4.5.1. Elaboración de especímenes de concreto y curado (NTP 339.183)**

- Se coloca los moldes en una superficie nivelada, libre de vibraciones, tránsito vehicular o peatonal, evitando la exposición directa al sol.
- Para la elaboración de las probetas de concreto se utiliza moldes cilíndricos de diámetro de 4'' (100 mm) y altura de 8'' (200 mm), los cuales, deben estar limpios y cubiertos con desmoldante. También se usa un mazo de goma (0.6 kg +/- 0.2 kg), una varilla punta semiesférica de diámetro 3/8''.
- Se pesa cada uno de los materiales a utilizar según el diseño de mezcla del concreto y se añaden al mezclador. Al aplicar el aditivo, se añade al agua.
- Se mezcla los materiales en el trompo. Primero se introduce el agregado grueso y una porción del agua, después, se añade el agregado fino, el cemento y por último el agua restante.
- Se mezclan todos los materiales por espacio de 5 minutos hasta que tenga una característica homogénea.
- Se vacía el concreto fresco en una carretilla y se conformaron las probetas de 4'' x 8'', para añadir el material en los moldes en dos capas, compactadas con la varilla (diámetro 3/8'') con 25 golpes y 12 golpes alrededor exterior con el mazo de goma.
- En la segunda capa se enrasa la superficie y se cubre cada una con bolsas cuidadosamente para evitar la pérdida de humedad, codificando cada molde y se deja fraguar por 24 horas, después se desmolda las probetas.
- Seguidamente se prepara una solución acuosa con 3 g/litro de cal, para maximizar la hidratación del cemento, donde se sumerge los especímenes de concreto endurecido para su curado y control de tiempo para rotura.

#### 2.4.5.2. Ensayo de resistencia a la compresión de probetas (NTP 339.034)

Los resultados de pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para evaluar el cumplimiento del concreto suministrado con la resistencia especificada  $f'c$ .

De acuerdo al ACI 318.08, un ensayo de resistencia corresponde al promedio de la resistencia de tres probetas de 100 mm de diámetro y 200 mm de altura, ensayados a los 7, 14 y 28 días. Así mismo, se especifica que la resistencia a la compresión es conforme si: Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos a 28 días será mayor o igual a  $f'c$ , ningún ensayo individual de resistencia será menor que  $f'c$  en más de 35 kg/cm<sup>2</sup> cuando  $f'c$  es 350 kg/cm<sup>2</sup> o menor, ningún ensayo individual de resistencia será menor que  $f'c$  en más de 0.10 $f'c$  cuando  $f'c$  es mayor a 350 kg/cm<sup>2</sup>.

- Cada espécimen se mide tanto el diámetro superior e inferior como la altura.
- Se coloca en ambas caras de la probeta a ensayar el neopreno de 4'' y se procede a colocar sobre la prensa hidráulica de manera centrada.
- Se aplica la carga axial de compresión de manera continua con velocidad de 2.4 +/- 0.05 kN/s, desde el inicio hasta que se produzca la rotura de la probeta.
- La resistencia a compresión se calcula con la siguiente ecuación:

#### Ecuación 40: Esfuerzo a la compresión ( $R_c$ )

$$R_c \left( \frac{Kg}{cm^2} \right) = \frac{\text{Carga axial aplicada al cilindro (kN)}}{\text{Área del cilindro (cm}^2\text{)}}$$

#### Ecuación 41: Cálculo del área (A)

$$A \text{ (cm}^2\text{)} = \frac{\pi \times \text{diámetro}^2}{4}$$

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### 3.1. Dosificación en obra, ensayo de Slump y tipo de cemento.

De los ensayos de Slump, realizados en cada una de las obras muestreadas, en la tabla 15, se registra el resumen del resultado de cada punto y el asentamiento más notorio, que está en función a la cantidad de agua que se adiciona a la dosificación de mezcla para concreto más común en obras de construcción y que se viene aplicado en las distintas edificaciones, del cual, se estimó el tiempo de mezclado; y se verificó también, el tipo de cemento más usado para elementos estructurales en la construcción de viviendas del Distrito La Esperanza.

*TABLA 15. Dosificaciones, asentamiento y tipo de cemento usado en la construcción de viviendas en el Distrito La Esperanza.*

MUESTRA	DOSIFICACIÓN				SLUMP PULG.	ELEMENTO ESTRUCT.	TIPO DE CEMENTO
	ARENA BALD.	PIEDRA BALD.	CEMENTO BOLS.	AGUA BALD.			
P1	4	6	1	2	7 1/2	vigas	mochica azul tipo I
P2	4	4	1	2	8 1/4	columnas	mochica rojo tipo I
P3	4	4	1	2	7 1/2	columnas	mochica rojo tipo I
P4	4	5	1	2	7 1/4	columnas	mochica azul tipo I
P5	4	4	1	2	6 1/2	vigas	mochica azul tipo I
P6	5	6	1	1 3/4	7 3/4	columnas	mochica rojo tipo I
P7	4	4	1	2	8 1/4	columnas	mochica azul tipo I
P8	5	5	1	2	7 1/2	vigas	mochica rojo tipo I
P9	6	6	1	2.5	8 1/2	zapatas	inka azul tipo I
P10	4	4.5	1	1 3/4	6 1/4	vigas	mochica rojo tipo I
P11	4	4	1	1.5	8 1/4	columnas	mochica azul tipo I
P12	5	5	1	2.5	9	columnas	Inka rojo tipo I
P13	4	4	1	2	7 5/8	columnas	Inka rojo tipo I
P14	4	5	1	1,5	9 1/4	columnas	mochica azul tipo I
P15	4	4	1	1.5	5	vigas	Inka rojo tipo I
P16	4	5	1	2	5 1/4	zapatas	mochica azul tipo I
Dosificación predominante					: 1 cem. : 2 aren. : 2 pied. / 35 litros agua		
Tiempo de mezclado $\bar{X}$					: 3 minutos		
Slump de mayor incidencia					: 7 pulgadas		
Cemento más usado					: Mochica azul tipo I		

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.2. Resistencia a compresión de especímenes obtenidos en campo

En la tabla 16 se registra la síntesis del resultado de la evaluación de resistencia a la compresión de 96 especímenes obtenidos del concreto preparado en las diferentes construcciones, muestreadas para conocer su comportamiento en estado endurecido, siendo ensayado a 7, 14 y 28 días y con ello conocer con certeza uno de los parámetros más importantes en la calidad del concreto.

**TABLA 16.** Resistencia a compresión de especímenes de concreto obtenido de las diferentes construcciones muestreadas.

PUNTO DE MUESTREO	SECTOR DE UBICACIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
P1	San Martín	vigas	87.4	121.1	134.5
P2	Sect. Central	columnas	104.4	144.6	160.7
P3	Parque industrial	columnas	111.0	153.7	170.8
P4	Sect. Central	columnas	91.7	127.0	141.1
P5	Jerusalen	vigas	75.6	104.7	116.4
P6	Jerusalen	columnas	86.5	119.8	133.1
P7	Pueblo libre	columnas	96.9	134.1	149.0
P8	Manuel Arevalo	vigas	76.6	96.2	106.9
P9	Parque industrial	zapatas	75.5	106.3	118.1
P10	Sect. Central	vigas	120.0	137.3	152.5
P11	Santa Verónica	columnas	25.8	47.3	52.5
P12	Wichanzao	columnas	50.4	70.8	78.6
P13	Wichanzao	columnas	69.9	96.2	106.9
P14	Santa Verónica	columnas	107.6	131.6	146.3
P15	Manuel Arevalo	vigas	150.1	153.1	170.2
P16	Manuel Arevalo	zapatas	92.9	120.5	133.9
<b>Resistencia <math>\bar{X}</math></b>			<b>88.9</b>	<b>116.5</b>	<b>129.5</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

La prueba de resistencia de los especímenes, se ejecutó en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte, San Isidro. Cada uno de los ensayos y en el día correspondiente se trabajó bajo la supervisión del encargado del área, en coordinación con el asesor, quienes verificaron el procedimiento correcto de los ensayos.



### 3.3. Caracterización de los agregados

Se sustrajeron 5 muestras de agregado fino y 5 muestras de agregado grueso, de diferentes puntos para su evaluación física y determinar una muestra típica de cómo llega el agregado a obra en la construcción de viviendas en el Distrito La Esperanza. El criterio de la selección de los puntos de muestreo se detalla en la ilustración 14, tabla 5, de la pag. 59. Cada muestra fue ensayada 3 veces, promediando el valor de los resultados, siguiendo los procedimientos establecidos en la NTP 339.185, NTP 400.012, NTP 400.017, NTP 400.022, respectivamente como se describe en el procedimiento. Los resultados se detallan en la tabla 17 y 18.

**TABLA 17.** Resumen de las características físicas del agregado fino.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS - AGREGADO FINO							
MUESTRA	PESO ESPECIFICO (g/cm <sup>3</sup> )	P.U. COMPACTA DO (g/cm <sup>3</sup> )	P.U. SUELTO (g/cm <sup>3</sup> )	ABSORCION (%)	CONTENIDO HUMEDAD (%)	% < MALLA 200	MODULO DE FINURA
C4	2.665	1.897	1.776	1.420	1.002	1.700	2.780
P2	2.663	1.847	1.744	1.010	0.810	0.980	2.710
P8	2.469	1.823	1.682	3.970	0.925	1.800	2.960
P9	2.553	1.697	1.639	4.170	0.705	1.350	2.760
P14	2.640	1.765	1.653	1.600	0.600	3.860	2.390

*Fuente:* Elaboración propia

**TABLA 18.** Resumen de las características físicas del agregado grueso.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS - AGREGADO GRUESO							
MUESTRA	PESO ESPECIFICO (g/cm <sup>3</sup> )	P.U. COMPACTA DO (g/cm <sup>3</sup> )	P.U. SUELTO (g/cm <sup>3</sup> )	ABSORCION (%)	CONTENIDO HUMEDAD (%)	% < MALLA 200	MODULO DE FINURA
C4	2.662	1.622	1.498	1.330	1.170	0.200	4.790
P2	2.662	1.730	1.595	1.490	0.502	0.540	4.900
P8	2.685	1.627	1.442	1.220	0.842	0.400	4.680
P9	2.662	1.487	1.366	1.330	1.067	0.120	5.210
P14	2.690	1.578	1.442	0.900	0.400	0.300	4.600

*Fuente:* Elaboración propia

Cada uno de los ensayos se realizaron en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, sede San Isidro. bajo la supervisión del encargado del área y en coordinación

con nuestro asesor, quienes verificaron el procedimiento correcto de cada uno de los ensayos y fidelizar los resultados.

### 3.4. Diseño de mezcla.

De los resultados obtenidos de los ensayos, bajo el criterio del muestreo no probabilístico, se hizo una inferencia de los agregados más expuestos a la intemperie a juicio de experto. En base a la recomendación de nuestro asesor, se designó al agregado del punto de muestreo P14, cuyos datos se registran en las tablas 43, 44, 45 y 46, para realizar el diseño de mezcla de concreto, con el método ACI 211. Una de las características principales, fue el mayor valor que pasa la malla 200, frente a los demás agregados, como se registra en la tabla 17.

*TABLA 19. Resumen de caracterización de los agregados para diseño de mezcla.*

#### Tipo de Cemento

Cemento Mochica azul tipo I                      Peso Especifico (Kg/m<sup>3</sup>) : 2960.00

<u>Especificaciones</u>		<u>Agregado Fino</u>	<u>Agregado Grueso</u>
PESO ESPECÍFICO	(kg/m <sup>3</sup> )	2640.00	2690.00
PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> )	1653.00	1442.00
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	1765.00	1578.00
ABSORCIÓN	(%)	1.600	0.900
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.600	0.400
MÓDULO DE FINEZA		2.39	4.600
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		3/4
PERFIL			redondeado

*Fuente: Elaboración propia*

*TABLA 20. Diseño de mezcla general para 1m<sup>3</sup>*

<u>MATERIAL</u>	<u>PESO PARA 1 M3 (kg)</u>	<u>VOLUMEN (m3)</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>	<u>PESO x BOLSA DE CEMENTO (kg)</u>
Cemento tipo I	367.1	0.1	15.8	42.5
Agregado Fino	699.1	0.3	30.0	80.9
Agregado Grueso	1047.2	0.4	44.9	121.2
Agua	217.2	0.2	9.3	25.1
Peso total	2330.6	1.0	100.0	269.8

*Fuente: Elaboración propia*

*TABLA 21. Cantidad de aditivo, por 1 bolsa de cemento.*

ADITIVO SIKACEM PLASTIFICANTE PARA 1 BOLSA DE CEMENTO			
PESO (Kg)	0.25	0.50	1.00
PORCENTAJE (%)	0.6	1.2	2.4

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.5. Propiedades del concreto ensayado en estado fresco.

La tabla 22, registra las propiedades del concreto en estado fresco ensayado en laboratorio, el cual, representa el punto de partida del análisis de especímenes con la adición de aditivo plastificante.

*TABLA 22. Propiedades del concreto fresco ensayado en laboratorio*

Codigo Muestra	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	Temp (°C)	Slump (plg)	Peso Unitario del Concreto (P.U.C.)				
						Peso Bruto (kg)	Tara Recip (kg)	Peso Neto (kg)	Vol Recip (m <sup>3</sup> )	P.U.C. (kg/m <sup>3</sup> )
CP210	210	03-06-20	15:06	22.5	4 1/2	24.216	6.859	17.357	0.0074	<b>2,346</b>
C210-S250	210	03-06-20	16:35	21.5	5 1/4	24.157	6.859	17.298	0.0074	<b>2,338</b>
C210-S500	210	04-06-20	15:17	22.0	5 1/2	24.205	6.859	17.346	0.0074	<b>2,344</b>
C210-S1000	210	04-06-20	16:42	21.5	6.0	24.192	6.859	17.333	0.0074	<b>2,342</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.6. Propiedades del concreto ensayado en estado endurecido.

En la Tabla 23, se expone los resultados de las cargas, resistencia de los especímenes ensayados y los promedios de resistencia, como resultado del ensayo de resistencia a compresión del concreto en estado endurecido a edades de 7, 14 y 28 días; los especímenes son de concreto sin aditivo y para cada porcentaje del aditivo plastificante respectivamente.

**TABLA 23.** Control de especímenes de concreto endurecido ensayado en laboratorio.

Codigo Muestra	Fecha Ensayo	Fecha Muestreo	Edad (Días)	Carga			Resistencia a compresion			R.Prom (kg/cm2)
				C1 (Kg)	C2 (Kg)	C3 (Kg)	R1 (kg/cm2)	R2 (kg/cm2)	R3 (kg/cm2)	
CP210	10-06-20	03-06-20	7	20107	19612	20771	251	245	259	<b>252</b>
C210-S250	10-06-20	03-06-20	7	17159	18559	16840	214	232	210	<b>219</b>
C210-S500	11-06-20	04-06-20	7	17178	16780	17465	214	209	218	<b>214</b>
C210-S1000	11-06-20	04-06-20	7	15184	14832	15649	190	185	195	<b>190</b>
CP210	17-06-20	03-06-20	14	21561	23458	23212	269	293	290	<b>284</b>
C210-S250	17-06-20	03-06-20	14	23613	22297	23770	295	278	297	<b>290</b>
C210-S500	18-06-20	04-06-20	14	23704	24564	25321	296	307	316	<b>306</b>
C210-S1000	18-06-20	04-06-20	14	23030	24491	25712	287	306	321	<b>305</b>
CP210	01-07-20	03-06-20	28	29327	28702	29715	366	358	371	<b>365</b>
C210-S250	01-07-20	03-06-20	28	30854	29160	30411	385	364	380	<b>376</b>
C210-S500	02-07-20	04-06-20	28	30436	29380	30604	380	367	382	<b>376</b>
C210-S1000	02-07-20	04-06-20	28	30299	28833	29919	378	360	373	<b>370</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 24.** Descripción de la codificación de muestras de concreto

Codigo Muestra	Descripcion Muestra
CP210	CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2
C210-S250	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (250ML)
C210-S500	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (500ML)
C210-S1000	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (1000ML)
CP210	CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2
C210-S250	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (250ML)
C210-S500	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (500ML)
C210-S1000	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (1000ML)
CP210	CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2
C210-S250	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (250ML)
C210-S500	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (500ML)
C210-S1000	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (1000ML)

**Fuente:** Elaboración propia

**3.7. Costo de materiales para la obtención de concreto con aditivo.** Se realiza un cuadro con el costo de los materiales al mes de julio del 2020, para la obtención de 1 m<sup>3</sup> de concreto en obra. De acuerdo a las características de los materiales tenemos:

**TABLA 25.** Costo unitario de materiales.

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/)
Cemento tipo I	Bolsa	1.0	S/24.50
Agregado Fino	m <sup>3</sup>	1.0	S/24.00
Agregado Grueso (zarandeado)	m <sup>3</sup>	1.0	S/36.00
Agua (domestica)	m <sup>3</sup>	1.0	S/5.00
Aditivo Sikacem plastificante	balde (20 L)	1.0	S/125.00
	litro	1.0	S/6.25

*Fuente:* Elaboración propia

**TABLA 26.** Costo de materiales para preparar 1m<sup>3</sup> de concreto.

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO
Cemento Mochica tipo I	Bolsa	9.00	S/220.50
Agregado Fino (zarandeado)	m <sup>3</sup>	0.26	S/6.36
Agregado Grueso (zarandeado)	m <sup>3</sup>	0.39	S/14.01
Agua (domestica)	m <sup>3</sup>	0.22	S/1.09
Aditivo Sikacem plastificante	kg	2.25	S/14.06
<b>Costo promedio para 1 m<sup>3</sup> de concreto</b>			<b>S/256.02</b>

*Fuente:* Elaboración propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión.

En la presente tesis se analiza una muestra de concreto convencional preparado en la construcción informal de viviendas en el Distrito La Esperanza, evaluando las propiedades físicas y mecánicas en el sitio y en laboratorio. Así también, fue necesario realizar ensayos a 5 muestras de arena y piedra; cuyos datos nos permitieron conocer las características del agregado en obra y con ello, poder elaborar el diseño de mezcla de un concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , con adición de un aditivo plastificante, aplicando el método del ACI – 211; del cual, también se evalúa el concreto tanto en estado fresco como endurecido. Los ensayos que se realizaron en la investigación se sustentan en la Norma Técnica Peruana, como se especifica en cada parte del proceso descrito en el capítulo 2, metodología.

#### 4.1.1. Análisis del concreto convencional fresco preparado en obra.

La Tabla 4 contiene información recopilada del trabajo de campo, de las observaciones del manejo del agregado, del proceso de producción del concreto, métodos de trabajo y anotaciones de los ensayos hechos en obra.

Se registró la cantidad de materiales destinados para una tanda, que viene a ser lo que se conoce comúnmente como la preparación de un trompo para una bolsa de cemento, del cual, se obtuvo la proporción de piedra, arena, agua suministrada a la mezcla, el promedio de tiempo de mezclado y colocación del concreto.

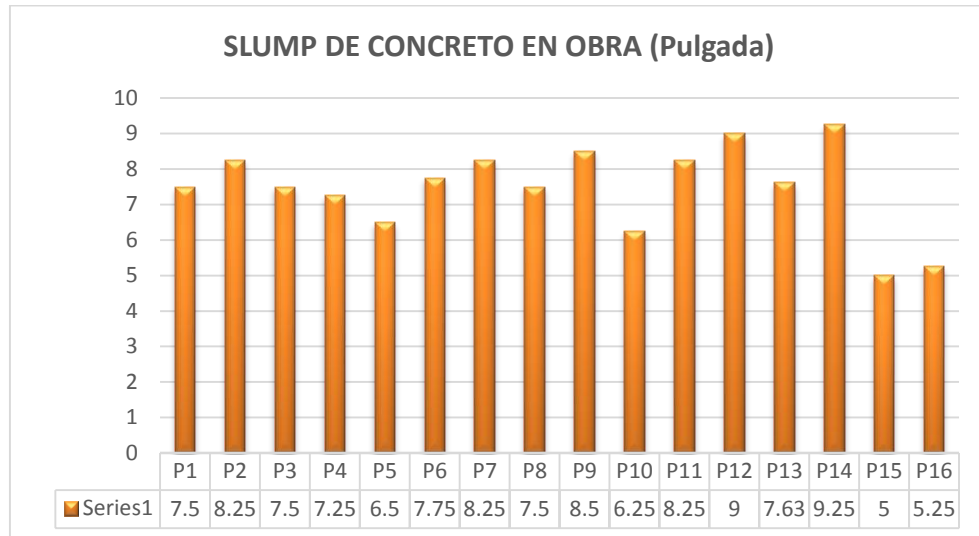
Los maestros de obra cambian ligeramente sus dosificaciones para cada elemento estructural en proceso de construcción, pues en zapatas, la mezcla es más pedregosa y suelta, al cual, le añaden rocas medianas para aumentar el volumen; al llenar columnas, que generalmente son de  $0.20\text{m} \times 0.20\text{m}$ , la mezcla es fluida; cuando están vaciando vigas preparan el concreto un poco más seco y cuando están en viguetas y losas es más

suelta y arenosa. Usan un trozo de varilla para chusear el concreto, sustituyendo al equipo vibrador para compactar. El común denominador en todas las obras muestreadas, es que tercerizan el vaciado de los techos, donde las cuadrillas contratadas para ese servicio son los supuestos especialistas en concreto.

Todos estos cambios producen variación en la dosificación de concreto, aunque casi siempre se mantiene la cantidad de agregados y cemento, sin embargo, hay enormes cambios en los volúmenes de agua que se usa como un regulador de consistencia del concreto. Por ello, se registran valores promedio para cada caso. Se observa también, que cada obra tiene sus propios principios y métodos tradicionales, haciendo una excepción con la obra P15, donde encontramos a cargo de la construcción un maestro de obra que era bachiller en ingeniería civil.

De las dieciséis obras investigadas, se obtuvieron los valores de Asentamiento del Concreto Sin Aditivo registrados en la tabla 15. Este asentamiento fue medido al concreto, tal y como es preparado en obra para diferentes elementos estructurales como Zapatas, columnas y vigas de viviendas unifamiliares (Ver Fotos en Anexos), de acuerdo a lo establecido en la NTP, 339.114.

Como se puede apreciar en la ilustración 21, en once de las obras, el asentamiento es mayor de 7.5 pulgadas, medida en la que promedia el Slump ensayado en campo. Según el Método para diseño de concreto del ACI 211, los valores máximos de Slump para elementos estructurales, es de 4 pulgadas (ver ilustración 16). Sin embargo, estas características de consistencia del concreto, se cumplen solamente en el cálculo matemático, pues en la realidad de las construcciones que se ejecutan se valora condiciones mucho más trabajables que la medida de Slump.



**Ilustración 21.** Asentamiento del concreto convencional obtenido en obra.  
Fuente: Elaboración propia

Las condiciones requeridas para un óptimo proceso constructivo están relacionadas con la fluidez del concreto para facilidad de transporte, facilidad de colocación, facilidad de compactación y facilidad de acabado en los elementos estructurales. Por ello, la prueba del asentamiento con el cono de Abrams no es un indicador determinante para conocer la trabajabilidad del concreto, pues como se describe en el libro tópicos de tecnología del concreto, p. 131, sobre el Slump que “[...] debe tenerse clara la idea que es más una prueba de uniformidad, que de trabajabilidad, pues es fácilmente demostrable que se pueden obtener concretos con igual Slump, pero trabajabilidades notablemente diferentes para las mismas condiciones de trabajo”. (Pasquel, 1999).

Se advierte que los valores de asentamiento del concreto de campo que se muestra en la investigación, no se encuentran dentro de los parámetros de calidad que especifica la E 060 (5.2.1) “[...] se logre la trabajabilidad y consistencia que permita colocar fácilmente el concreto ... que cumpla con los requisitos de los ensayos de resistencia”. Debido a la necesidad de proporcionarle trabajabilidad al concreto, rompiendo todos los protocolos, se adiciona más volumen de agua a la mezcla sobresaturando la



humedad de los materiales y como resultado se obtiene un concreto autocompactante y fácil de trabajar en el acto, pero evidentemente, con severas consecuencias en la resistencia y durabilidad de las estructuras.

Cabe mencionar, que el Slump no solo depende de la cantidad de agua, sino también de las características físicas de los agregados, del módulo de fineza total de la mezcla, la relación agua/cemento, la correcta distribución de los materiales al mezclarlo, el tiempo de mezclado, sumado a las condiciones del medio ambiente en que se trabaja.

#### **4.1.2. Análisis del concreto convencional endurecido muestreado en obra.**

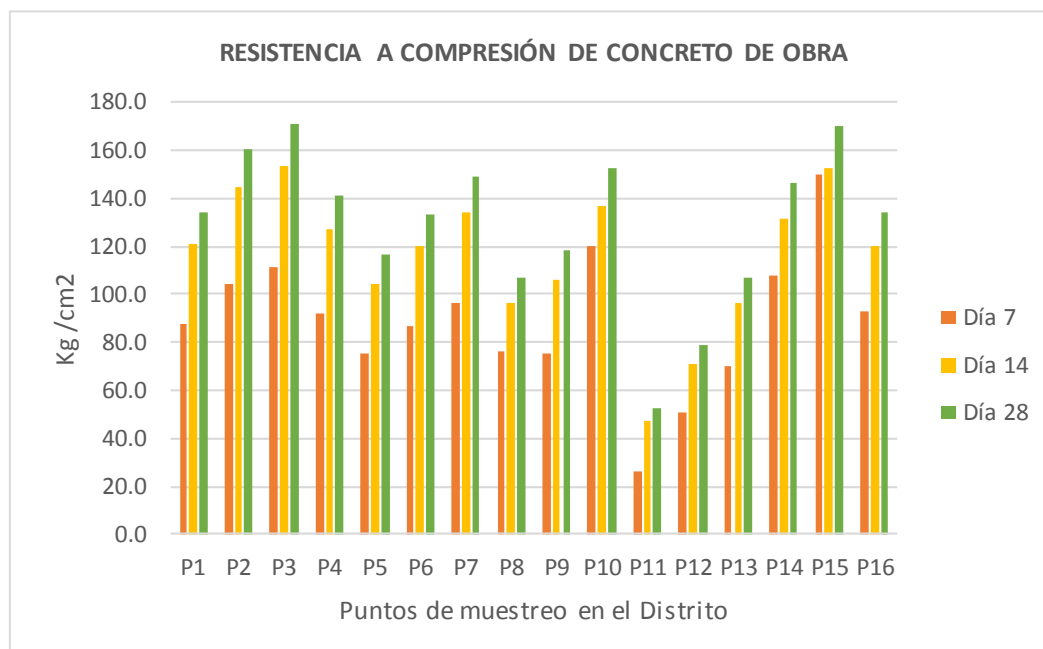
La norma de concreto nos indica que la resistencia es la capacidad que tiene el concreto para soportar esfuerzos y es un indicador importante de su buena o mala calidad, ya que ello definirá su comportamiento en su asociación con el acero para formar el concreto armado en las estructuras; para ello, la NTP E 060, nos detalla la resistencia requerida ( $f'_{cr}$ ) que necesita un concreto para no exceder el límite mínimo de resistencia.

Bajo las consideraciones de la NTP 339.183 se conformaron las probetas y se procedió a sumergirlos en una solución de agua y cal para su curado hasta ejecutar la rotura, en la cual, cada uno de los especímenes obtenidos del muestreo en las 16 obras, distribuidos en los diferentes sectores del Distrito, con los criterios que establece la NTP 339.034, se procedió a ejecutar los ensayos de resistencia a la compresión. Del cual, se llegó a resultados que promedian los  $130 \text{ kg/cm}^2$ .

Como se observa en la tabla 16 y graficado en la ilustración 22, solamente 2 ensayos alcanzaron el valor de  $170 \text{ kg/cm}^2$ . Corroborando contundentemente el planteamiento hecho en la hipótesis, respecto a que los concretos producidos en viviendas de carácter informal, no logran alcanzar la resistencia mínima requerida por la Norma Técnica Peruana E 0.60, capítulo 5, la cual exige una Resistencia Característica mínima de 17

Mpa para concreto vaciado en un elemento estructural, y es mucho más exigente aún, en el capítulo 21, al considerar un análisis de fuerzas inducidas por sismo sobre el concreto de elementos estructurales cuya resistencia no debe ser menor a 21 Mpa. o 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Al observar la ilustración 22 y de lo comentado anteriormente, se puede deducir que la resistencia real de las Estructuras muestreadas ( $f'_s$ ), es menor que la Resistencia requerida para el diseño de concreto ( $f'_{cr}$ ) e incluso mucho menor a la resistencia característica que demanda la NTP E060.



**Ilustración 22.** Resistencia a compresión del concreto obtenido en obra.

Fuente: Elaboración propia

Si nos detenemos un momento y analizamos con detenimiento lo indicado por la NTP E060, capítulo 5, inciso 5.3.2.2, donde se indica explícitamente que para una resistencia característica ( $f'_c$ ) menor a 210 kg/cm<sup>2</sup>, se le debe añadir 70 kg/cm<sup>2</sup>, para constituir la resistencia requerida promedio ( $f'_{cr}$ ). Por lo tanto, si producto de los ensayos de resistencia del concreto en obra tenemos un promedio de 130 kg/cm<sup>2</sup>, realizando una inferencia, y asumiendo un supuesto que a los 130 kg/cm<sup>2</sup> se le ha

asignado los 70 kg/cm<sup>2</sup> para conformar la resistencia requerida en obra, entonces, se deduce que la resistencia característica ( $f'c$ ) del concreto de las edificaciones en El Distrito La Esperanza es de 60 kg/cm<sup>2</sup>, el cual constituiría un dato realmente alarmante respecto al incesante crecimiento urbano de nuestra ciudad.

La verificación del nivel resistente del concreto en las diferentes obras testeadas es una referencia para tener un dato real de la calidad del concreto en obra.

#### **4.1.3. Caracterización de los agregados.**

Para la obtención de agregados y su evaluación en laboratorio se visitaron dieciséis obras en construcción, de las cuales, se sustrajeron cuatro muestras de agregado fino y cuatro muestras de agregado grueso (el criterio de la selección de los puntos de muestreo se detalla en la ilustración 14, tabla 5, de la pag. 59); así también, se visitaron seis canteras para observar el proceso de extracción y traslado de agregados, del cual, se sustrajo una muestra de agregado fino y una de agregado grueso (tabla 5).

En cantera se observa el zarandeo de material para extraer el agregado. En el perímetro se observa restos de material orgánicos, polvo y basura, quizá en parte, por caracterizarse como lugares clandestinos de arrojo de basura y desmonte y de otro lado, producto de la última avenida extraordinaria que se produjo en la quebrada el León en el año 2017, sin embargo, para descontaminar los agregados, con equipo pesado como cargadores frontales, se realiza un proceso comúnmente denominado el venteo para eliminar el polvo de los agregados. Para determinar la calidad granulométrica, se recurre a la experiencia de un operario, encargado de planta, a simple inspección visual. Ya colocado el agregado en obra, es vaciado en calles y avenidas más próximas a las construcciones, expuestos a extenderse y contaminarse con el polvo, basura y humedad por la interacción de hombres y animales.

Sabemos que para la elaboración del diseño de mezcla del concreto es importante obtener las propiedades físicas de los agregados, pues ejercen una gran importancia en la calidad final del concreto.

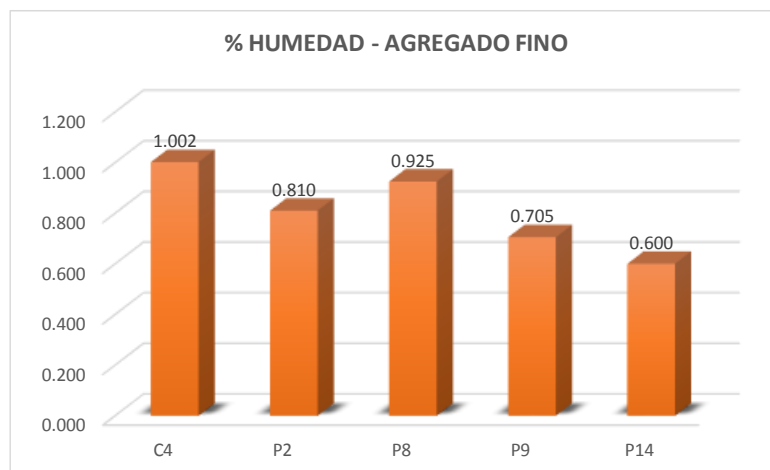
De las muestras sustraídas, se realizaron los ensayos de las propiedades físicas del agregado, de los cuales, se observan detalladamente desde la tabla 27 a la tabla 46 respectivamente.

En cuanto a la granulometría del agregado fino, en función a los límites establecidos en la NTP 400.037, observamos que no existe uniformidad granulométrica. De las cinco muestras, hay 3 que retienen material por encima de los límites. En la muestra C4, un 53 % de material es acumulado en el tamiz 50, en la muestra P2, un 32 % y la muestra P9, retiene un 34 % en el tamiz 100. Estos datos, reflejan una desviación de la granulometría. La muestra P8 y P14, tienen una mejor uniformidad granulométrica. Del agregado grueso se observa que la muestra C4 y P14, se mantienen dentro de los límites, sin embargo, en la muestra P2 y P9, la distribución granulométrica está por debajo del límite inferior, mientras que en la muestra P8, el tamiz 4 que debe retener de 0 a 10 %, retiene 39 % del material.

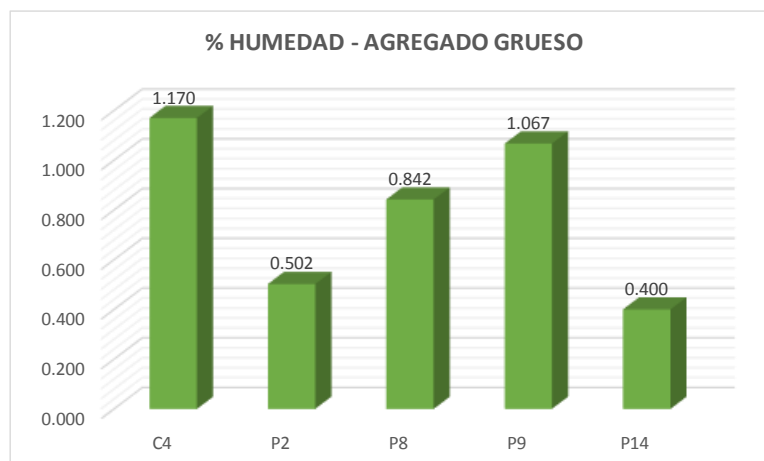
De lo observado, no podemos decir que el agregado no vale. Es evidente que falta control de calidad en cantera o en planta, pero nos da una visión general de cómo llega la gradación del agregado a obra; por eso, evaluamos el tamaño y forma de las partículas del agregado pues esto afecta a las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Al dosificar mezclas con igual tamaño de agregados o una distribución granulométrica muy heterogénea puede hacer que carezca de un correcto acomodo entre partículas dejando muchos espacios vacíos o con agregado demasiado fino que demande de un mayor consumo de agua y de todo esto, definitivamente que variará la trabajabilidad del concreto y sus propiedades mecánicas.

Los agregados con diferente forma tienen diferente superficie específica, por esta razón, la demanda de pasta cementante para alcanzar una misma trabajabilidad y una misma resistencia puede variar considerablemente. (León & Ramírez, 2010).

De los ensayos realizados, se resumen los resultados en la tabla 17 y tabla 18, los cuales se analizan para determinar si están dentro de los parámetros que especifica la NTP 339.185. Como se muestra en la ilustración 23 y 24 el contenido de humedad en los agregados es muy relativo. En algunos casos, se debe a un alto contenido de material fino que absorbe más humedad; también influye la hora de muestreo, la estación del año y la variación de las condiciones ambientales diarias que se presentan en la ciudad.



**Ilustración 23.** Contenido de humedad del agregado fino. Fuente: Elaboración propia.

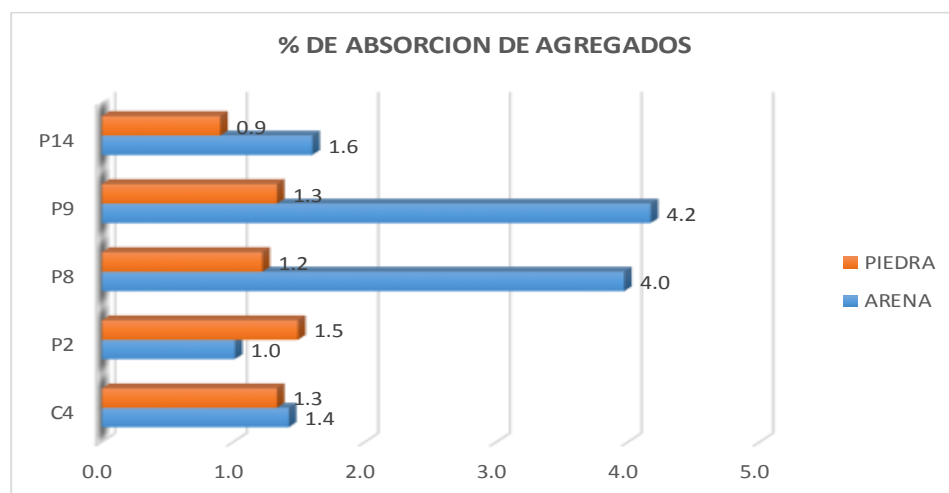


**Ilustración 24.** Contenido de humedad del agregado grueso. Fuente: Elaboración Propia.

Estos resultados nos llevan a definir, que las características físicas de los materiales deben ser evaluadas constantemente, cada día, pues observamos que el contenido de humedad no es un parámetro estático en todos los tipos de agregado ensayados.

En campo, se observó también que, en algunas de las construcciones, para proteger al agregado del viento, o evitar que se extienda en la calle, lo humedecen constantemente, por tanto, el agua añadida, puede hacer que se pierda el control del agua efectiva en el diseño de mezcla.

Otro factor que influye en la cantidad de agua del diseño de concreto es la capacidad de absorción de los agregados, dado que es el proceso mediante el cual, las partículas de roca absorben cierta cantidad de agua en un determinado tiempo a condición de temperatura ambiente, por tanto, es necesario conocer la capacidad de absorción de los materiales para hacer las correcciones necesarias en el diseño de mezclas. La ilustración 25 resume el porcentaje de absorción de los agregados.

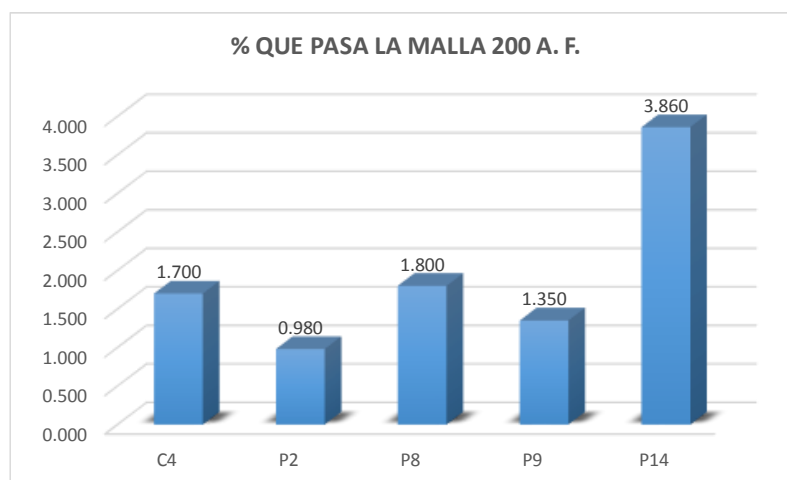


**Ilustración 25.** Porcentaje de absorción de los agregados. Fuente: Elaboración propia

Se sabe, de acuerdo a la NTP 400.021 Y 400.022, que los límites más óptimos del porcentaje de absorción están entre 1% y 5%. En la ilustración 25, se observa que para el agregado fino el máximo valor es 4.2 % y para el agregado grueso 1.6 %, lo que hace que los agregados muestreados estén dentro del rango establecido.

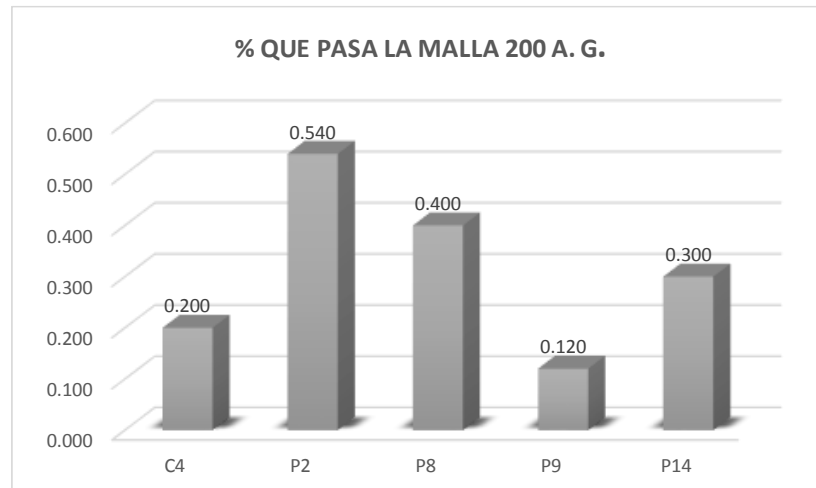
De otro lado, la NTP 400.37, indica que el Porcentaje que pasa la Malla #200 del agregado fino no debe ser mayor que 5% del total y en el agregado grueso no debe ser mayor que el 1%. En este caso, las 10 muestras evaluadas de agregado, no exceden estos límites, la máxima cifra lo representa la muestra P14 en agregado fino, con un valor de 3.86 %, como se registra en la ilustración 26.

Conociendo este dato, sumado a la humedad, es posible balancear la cantidad de agua efectiva que requiere el diseño de mezcla.



**Ilustración 26.** % de agregado fino que pasa malla 200. Fuente: Elaboración propia

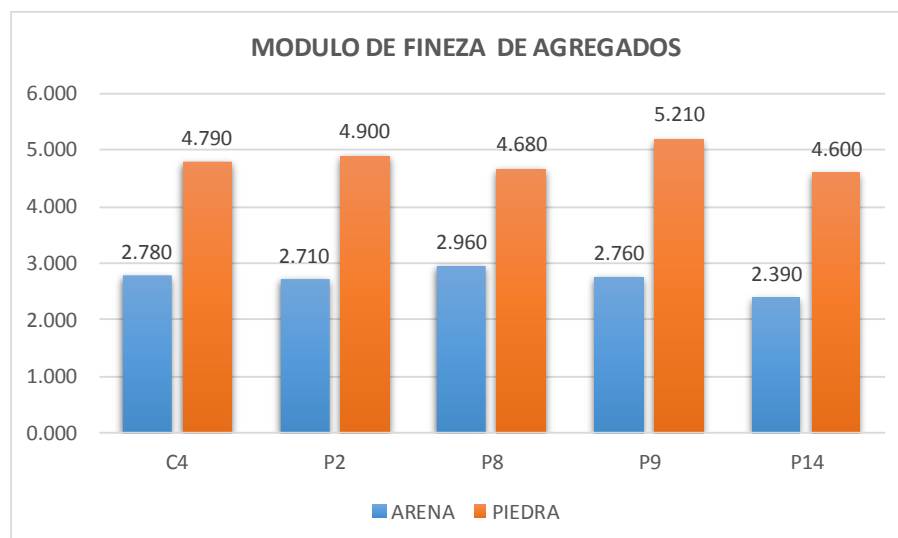
Se entiende también que un alto porcentaje de partículas de limos o arcillas podrían perjudicar la preparación de concreto, puesto que se convertirían en una barrera entre el agregado y el pegante, modificando los tiempos de fraguado y desarrollo de la resistencia del concreto. Es importante señalar lo propuesto por el Ing. Pasquel en su Libro “Tópicos de Tecnología del Concreto” donde afirma que el pasante de la malla #200 no necesariamente es perjudicial para el concreto. El pasante, que puede ser Limo o Arcilla, solo en caso sea arcilla afectaría las propiedades del concreto; sin embargo, si se comprueba que este pasante es Limo, este no afectaría mayormente a la mezcla pues se comportaría como adición de cemento, ya que se sabe que los cementos adicionados adquieren mejor comportamiento de resistencia a largo plazo.



**Ilustración 27.** % de agregado grueso que pasa malla 200. Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 27 se observa que el porcentaje de material que pasa la malla 200 es menor de 1%, esto refleja que está dentro de los límites permitidos por la norma, aunque no es garantía de que sea uniforme por las diferentes variables que influyen en obra, como el caso comentado en el párrafo anterior, que en algunas situaciones se lava y humedece el agregado.

Otro dato importante de la granulometría, es el módulo de fineza, que es un indicador de la mayor o menor presencia de partículas finas tanto en la arena como en la piedra, y cuyos datos de nuestro análisis se sintetizan en la ilustración 28.



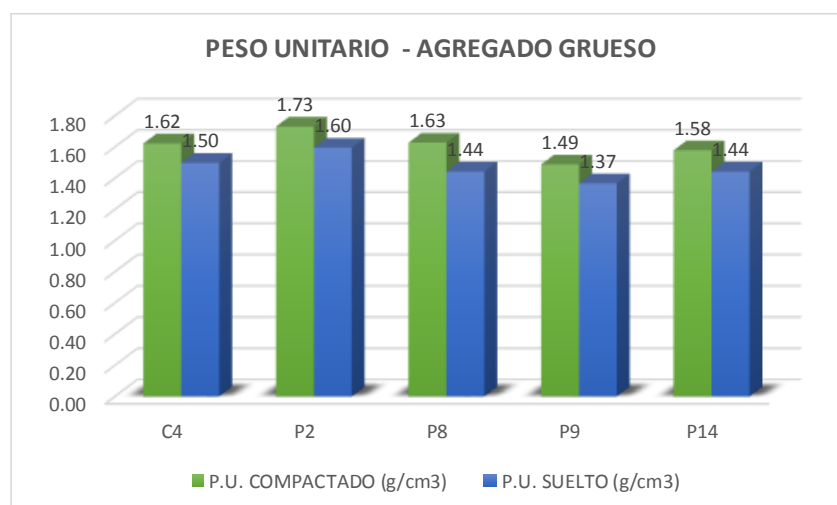
**Ilustración 28.** Módulo de fineza de agregados. Fuente: Elaboración propia



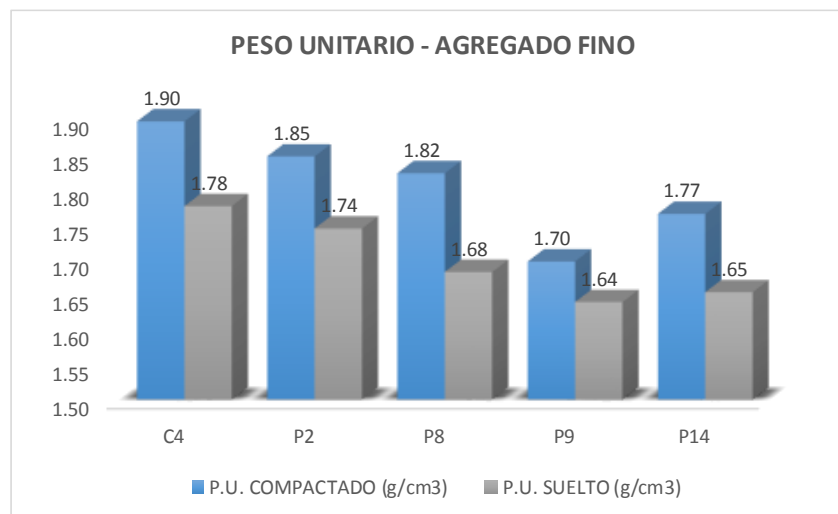
Para el agregado fino el módulo de fineza establecido en la NTP 400.037, se encuentra en el rango de 2.3 a 3.1, esta característica tiene relación directa con la superficie específica de las partículas, pues al tener más finos, la superficie específica de los agregados aumenta y una mayor superficie específica en los agregados requiere un mayor consumo de agua, que naturalmente, altera la relación agua/cemento del diseño de concreto, el cual, hace sumamente necesario conocer el módulo de fineza de los agregados.

Dentro de la caracterización física de los agregados, es importante conocer el peso unitario del agregado, que viene a ser la relación entre el peso de las partículas y el volumen que ocupan, incluyendo los vacíos del agregado sin compactar y compactado. Su unidad es  $kg/m^3$ . El ensayo se hace independientemente para cada tipo de agregado y para cada condición, compactado o sin compactar.

En la ilustración 29, se observa valores de peso unitario del agregado grueso compactado y sin compactar casi equivalentes para cada muestra. Esto es debido a que la piedra ocupa casi el mismo volumen; pero al compactar el material, las partículas se acomodan mejor y entra ligeramente un poco más de agregado.



*Ilustración 29. Peso unitario de agregado grueso. Fuente: Elaboración propia*



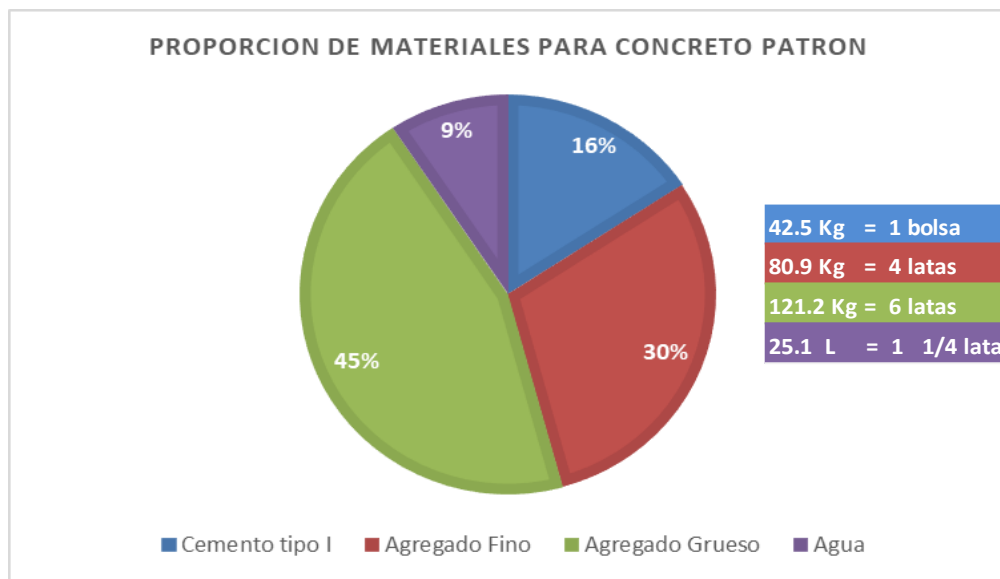
*Ilustración 30. Peso unitario de agregado fino. Fuente: Elaboración propia*

Para este caso que se observa en la ilustración 30, los agregados finos compactados, superan los pesos unitarios de los agregados finos sin compactar, esto debido a que, por ser partículas más pequeñas, al compactarse se acomodan mejor, permitiendo que ingrese mayor material.

#### 4.1.4. Diseño de Mezcla con el método ACI 211.

Se calculó la dosificación ideal por el método ACI 211, para un metro cubico de concreto e infiriendo la cantidad de materiales a una tanda común de obra, para una bolsa de cemento que pesa 42.5 kg como se registra en la tabla 20.

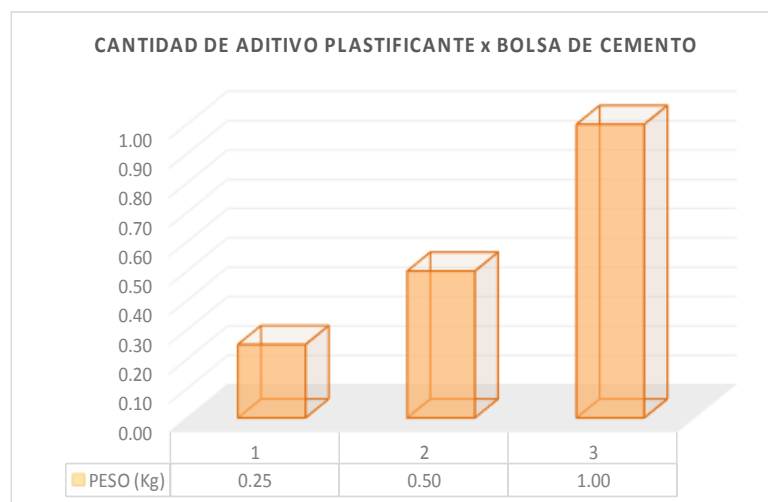
Se desarrolló, de esta dosificación, un concreto patrón con una resistencia característica  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y una resistencia requerida  $f'cr = 290 \text{ kg/cm}^2$ , sin aditivo químico y tres muestras de concreto con el mismo diseño, adicionado de un porcentaje de aditivo sikacem plastificante en proporción de 0.6 %, 1.2 % y 2.4 % respecto a la cantidad de cemento, como se observa en la ilustración 32, y se detalla en la tabla 21. En la ilustración 31, se visualiza gráficamente la proporción de materiales que intervienen en la producción de concreto, en función a una bolsa de cemento.



**Ilustración 31.** *Proporciones de materiales para concreto patrón.*

**Fuente:** *Elaboración propia*

El proceso de preparación de concreto requiere de mucho control, empezando por distribuir correctamente los materiales y mantener los parámetros de la dosificación. En laboratorio se hace sencillo, pues es una pequeña muestra, sin embargo, en un proceso real de construcción, intervienen parámetros como los procesos constructivos, la productividad, eficiencia, tiempo, calidad, seguridad, costos, entre otros, en el cual, definitivamente tiene que intervenir un personal técnico o profesional capacitado.

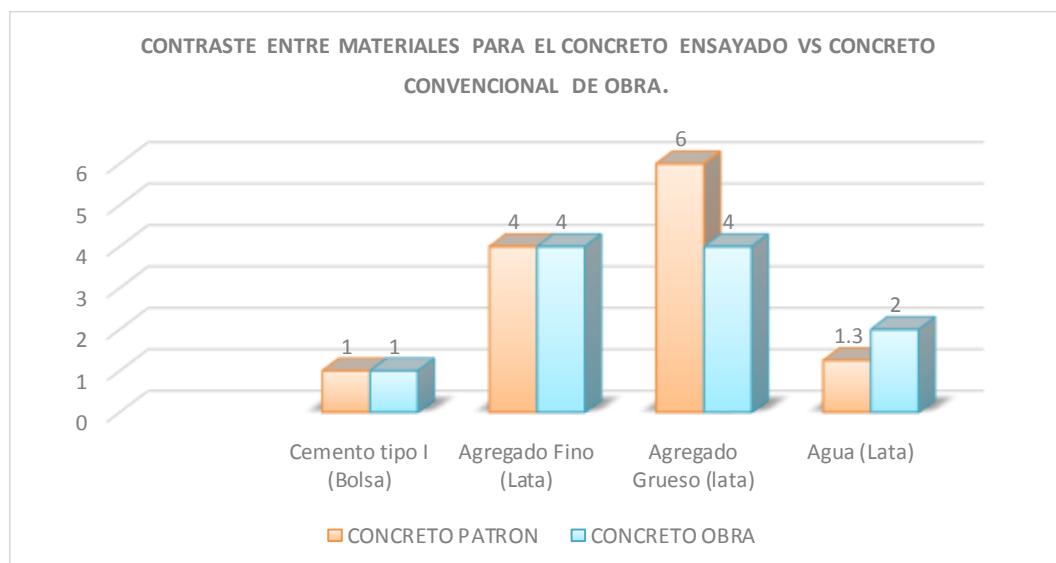


**Ilustración 32.** *Cantidad de aditivo plastificante por bolsa de cemento.*

**Fuente:** *Elaboración propia*

El parámetro más importante a comparar, es la cantidad de agua que se debería usar versus la cantidad de agua que se usa realmente en obra, ya que es la cantidad de agua que se adiciona a la mezcla, la condición en torno al cual gira el mayor problema en la producción de concreto en la construcción de viviendas de carácter informal, pues con el agua se busca graduar la consistencia del concreto que permita lograr la trabajabilidad requerida en obra.

En la ilustración 33, hacemos un comparativo específico, que grafica la cantidad de materiales usado en la preparación del concreto hecho en laboratorio y el concreto más común elaborado por los maestros de obra en la construcción de viviendas, donde el consumo de agua es en promedio 30 % más de lo que requiere el cemento para su hidratación, cuyo exceso se refleja en los datos de Slump de la tabla 15.

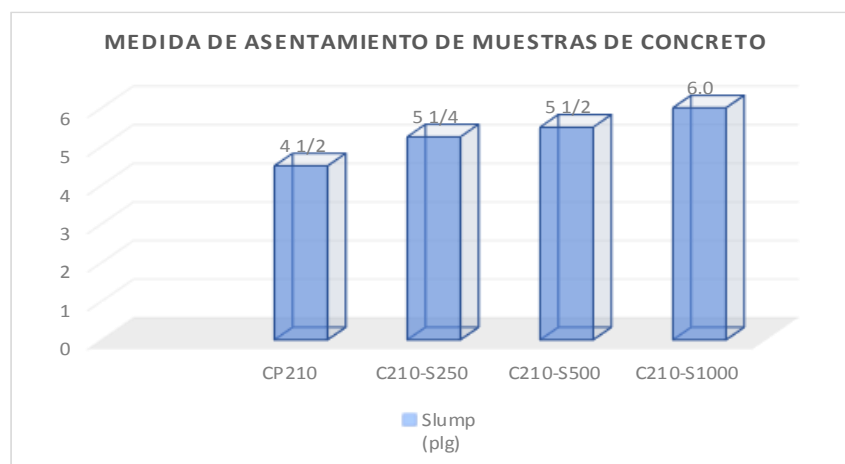


**Ilustración 33.** Diferencia de proporciones entre concreto en obra y concreto ACI

Esto, de ninguna manera significa que todos los concretos tienen que sujetarse a este diseño, pues no existe un diseño de concreto estático, varía constante respecto a otras variables que intervienen en todo el proceso. Pero sí, nos permite visualizar que existen formas para controlar la calidad de los concretos producidos en la construcción de viviendas de carácter informal, como es el uso de aditivos, como sikacem plastificante.

#### 4.1.5. Propiedades del concreto en estado fresco.

Preparado el concreto, se procedió a realizar los ensayos en estado fresco, con especial énfasis en la medida del asentamiento, cuyos resultados se registran en la tabla 22, pues con ello podemos determinar la consistencia del concreto, parámetro que define la trabajabilidad, en su amplio significado e importancia en obra, pues somos conscientes que la trabajabilidad no se limita a la simple medida del Slump, trabajabilidad es la característica que en obra proporciona las mejores condiciones para el proceso constructivo. En la ilustración 34, podemos observar la medida promedio de Slump para los cuatro tipos de concreto con la que se parte en este ensayo de laboratorio. Cada muestra fue trabajada de acuerdo a la NTP 339.035.



**Ilustración 34.** Slump de las muestras de concreto a evaluar en laboratorio.

**Fuente:** Elaboración propia

En la ilustración 34 observamos que la adición de sikacem plastificante, en este caso y con restricción a las cantidades ensayadas, es directamente proporcional al asentamiento, pues, en la medida que se adiciona más aditivo, aumenta también el Slump, favoreciendo la trabajabilidad del concreto. La gráfica también nos indica que la muestra de concreto patrón posee un Slump de 4.5”, al aplicarle el aditivo plastificante al 0.6 %, a la siguiente muestra (C210\_S250), se observa que el asentamiento aumenta en 17 %, respecto a la muestra patrón, con un Slump de 5.25”.

La muestra, C210\_S500, con el 1.2 % de aditivo plastificante, registra un incremento de Slump en 4 % respecto de la muestra que le antecede y un incremento de 22 % respecto a la muestra patrón, con un 5.5”.

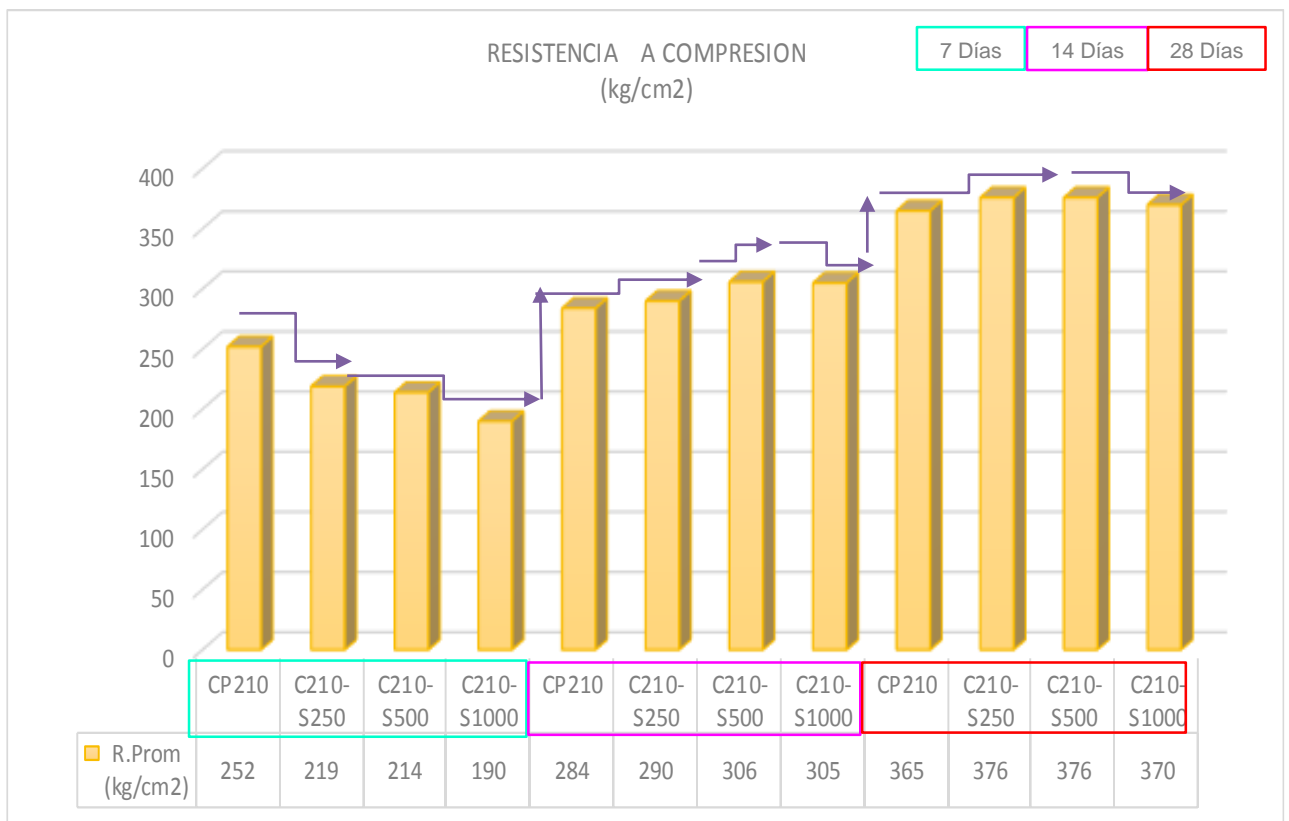
La muestra, C210\_S1000, con el 2.4 % de aditivo plastificante, registra un aumento de Slump de 9 %, respecto a la muestra que le antecede, y un incremento de 33 % respecto a la muestra patrón, con 6” de asentamiento. Estos valores, representan la forma como actúa el aditivo plastificante en su interacción con el concreto, logrando más trabajabilidad, aumentando el asentamiento, haciendo la mezcla más fluida.

Los resultados coinciden con lo expuesto por el ing. Tomás Abanto, en su libro tecnología del concreto, p. 107, que los reductores de agua mejoran la consistencia del concreto y reducen la cantidad de agua de mezclado. Así también, el Ing. Pasquel, en su libro, tópicos de tecnología del concreto, p 119, describe que los aditivos plastificantes trabajan en base al llamado efecto de superficie, en que crean una interfase entre el cemento y el agua en la pasta reduciendo las fuerzas de atracción entre las partículas, con lo que se mejora el proceso de hidratación proporcionando una serie de ventajas en los procesos constructivos. Los aditivos reductores de agua (ASTM C494) pueden reducir la cantidad de agua de diseño (de acuerdo al tipo del aditivo) impactando de manera directa en la fluidez de la mezcla, esta acción incrementa la resistencia a la compresión e impacta de manera positiva en la trabajabilidad de la mezcla.

Como se describe en los antecedentes, los aditivos químicos en el concreto son de uso normal en todo tipo de construcciones, tanto así que se recomienda la adición natural como parte de los materiales para producir concreto masivamente.

#### 4.1.6. Propiedades del concreto en estado endurecido.

Los especímenes conformados fueron colocados en una solución de agua y cal para su curado. Así mismo, se les realizó la prueba de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días bajo los parámetros de la NTP 339.034; producto del cual se obtuvieron los resultados registrados en la tabla 23. Estos datos se representan gráficamente en la ilustración 35 como se observa a continuación.



**Ilustración 35.** Resistencia a compresión de concreto ensayado en laboratorio

**Fuente:** Elaboración propia

En la ilustración 35, se observa con claridad el comportamiento del concreto, en cada espécimen, respecto al ensayo de resistencia, al que fueron sometidos, el cual, analizamos a continuación:

- A los 7 días, el espécimen patrón, CP 210, muestra una alta resistencia a la compresión respecto a sus pares ensayados en la misma fecha, con 252 kg/cm<sup>2</sup>.

Esta cifra representa un 13 % de resistencia por encima de la muestra C210\_S250, que tiene 219 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo, supera en un 15 % de resistencia a la muestra C210\_S500 que registra 214 kg/cm<sup>2</sup>. y finalmente, se impone con un contundente 33 % de resistencia superior al espécimen C210\_S1000 que consigna 190 kg/cm<sup>2</sup>. Evidentemente, la causa de este resultado es la diferencia de consistencia reflejado en la fluidez en cada una de las muestras.

- A los 14 días, el espécimen patrón, CP 210, incrementa su resistencia individual hasta lograr los 284 kg/cm<sup>2</sup>, muy cerca de la resistencia requerida que se había propuesto. Sin embargo, la muestra C210\_S250, también aumenta su resistencia individual hasta alcanzar los 290 kg/cm<sup>2</sup>, superando en un 2 % a la muestra patrón. La muestra C210\_S500, logra alcanzar los 306 kg/cm<sup>2</sup>, superando en 8 %, al espécimen patrón. Así mismo, La muestra C210\_S1000 registra 305 kg/cm<sup>2</sup> superando en 7.4 % a la muestra patrón, pero, baja en 0.3 % de resistencia respecto a la muestra anterior (C210\_S500).
- A los 28 días, el espécimen patrón, CP 210, también incrementa su resistencia individual hasta lograr los 365 kg/cm<sup>2</sup>; este valor sobre pasa en un 26 % a la resistencia requerida que era de 290 kg/cm<sup>2</sup>. El espécimen C210\_S250, junto a la muestra C210\_S500, aumentan en paralelo su resistencia hasta alcanzar los 376 kg/cm<sup>2</sup>, convertidos en concreto de alta resistencia, superan al concreto patrón en un 5 % de resistencia. La muestra C210\_S1000 registra 370 kg/cm<sup>2</sup> superando en 3 % a la muestra patrón, pero, baja en 2 % de resistencia respecto a las dos muestras anteriores (C210\_S250 y C210\_S500).

Los especímenes preparados con aditivo muestran buenos resultados respecto a la trabajabilidad y resistencia a la compresión. De acuerdo a la ficha técnica del producto, el sikacem plastificante, con 250 ml, por bolsa de cemento se comporta como



plastificante y con 500 ml, se comporta como súper plastificante, sin embargo, con nuestra experiencia hemos observado que, con el primero, aumenta el asentamiento del concreto en un 17 % y con el segundo, aumenta el asentamiento en un 22 %, comparado con el concreto patrón. Pero en la resistencia a compresión de 28 días, ambas cantidades han alcanzado la misma resistencia, superando incluso a la muestra donde se aplicó 1000 ml de aditivo. En general, las tres muestras con aditivo satisfacen las expectativas tanto en asentamiento como en resistencia.

Del resultado de los ensayos podemos deducir que, si se logra controlar la cantidad de agua aplicado en la preparación de concreto en obra, podríamos obtener buena resistencia. Como se observa, la muestra de concreto sin aditivo alcanzó una resistencia de 360 kg/cm<sup>2</sup>.

Claro que este resultado no es un dato aislado, pues, si verificamos la tabla 22, la muestra sin aditivo en concreto fresco, registró un Slump de 4.5”.

Esta característica, fuera del laboratorio, en el momento preciso durante la construcción de viviendas, representa un problema para la trabajabilidad, pues, como el concreto es de consistencia seca dificulta la colocación en las estructuras como columnas y vigas, que por lo general tienen las dimensiones estrechas, sumado a la densidad del acero, se torna difícil de compactar, prolongando las horas de trabajo del personal, retrasando la productividad, proceso constructivo, etc. Y es justo este problema, que en campo se resuelve aumentando el volumen de agua a la mezcla de concreto para lograr esa consistencia fluida. Es allí, donde se debe intervenir con la aplicación de los aditivos plastificantes, para no bajarle la resistencia al concreto y darle la trabajabilidad que se requiere en obra. Pero, ¿cómo aplicarlo?; es un tema de amplia discusión, puesto que en campo no se tiene la comodidad del laboratorio y se manejan volúmenes de concreto mucho más grandes.

De la investigación, observamos que es de imperante necesidad controlar todo el proceso de producción de concreto, empezando por conocer las características del agregado, pasando por una correcta distribución de materiales y adición de aditivos, etc. El cual, solamente lo puede hacer un personal capacitado, calificado y como es de conocimiento general, en una amplia mayoría, las construcciones que se vienen ejecutando a diario, en los diferentes puntos del Distrito La Esperanza y en toda la ciudad de Trujillo, no existe la intervención de profesionales en el proceso constructivo, es por eso que como se muestra en la tabla 16, tenemos casos de concreto sustraído de obra, con resistencias a compresión a los 28 días, de 78.6 kg/cm<sup>2</sup> y lo más preocupante, que se está desarrollando silenciosamente, como es el caso del punto de muestreo P11, concreto de una columna, que a los 28 días ha registrado una resistencia a compresión de 52.5 kg/cm<sup>2</sup>. Casos así, tienen sometida a nuestra ciudad a un alto grado de vulnerabilidad por baja resistencia estructural de las edificaciones.

#### **4.1.7. Evaluación económica de la preparación de concreto con aditivo.**

Definitivamente, el uso del aditivo representa un costo que suma al presupuesto común en las construcciones, ya que, al costo de materiales en común, se tiene que adicionar el costo del aditivo. En la tabla 25, se resume el costo a precio actual de los materiales que conforman el concreto, el cual, no es estable puesto que todo está sujeto a la oferta y demanda, y con ello, en la tabla 26, se resume el costo para producir un m<sup>3</sup> de concreto en obra, no incluye mano de obra, flete, entre otros, solo se trata de materiales. El costo del aditivo está en función a la cantidad que va a utilizar por cada tanda. De los ensayos realizados, vemos que las tres propuestas cumplen el objetivo, por lo cual, lo recomendable será usar 250 ml de aditivo por bolsa de cemento, pues, es la menor cantidad y con ello aumentará su rendimiento. A la fecha, el costo del aditivo representa un 6 % más del presupuesto total, al costo actual de los materiales.

## 4.2. Conclusiones

- Se logró participar en la operación de 16 obras de construcción de carácter informal, durante la producción de concreto y proceso de colocación de la mezcla en los diferentes elementos estructurales, donde, se corroboró tangiblemente la aplicación de prácticas tradicionales, fuera de los estándares de calidad que demanda nuestro reglamento nacional de edificaciones. Así mismo, se verificó que las dosificaciones de concreto son absolutamente intuitivas y a criterio del maestro constructor, que por su experiencia y tradición aplica modificaciones de acuerdo a lo que considere necesario, manipulando los volúmenes de agua que adiciona a la mezcla en busca de una consistencia trabajable, generalmente fluida, dependiendo del elemento estructural donde va a colocar el concreto, que tenga la facilidad de preparación, colocación, autocompactación y acabado. Las dosificaciones más comunes se resumen en la tabla 4, pero predomina 1: 2: 2: 1 (en pie 3).
- Se obtuvieron muestras de concreto de diferentes elementos estructurales, según se detalla en la tabla 4, los cuales fueron evaluados en estado fresco y endurecido, cuyos resultados fidelizan las hipótesis específicas de nuestra investigación. La mala calidad del concreto preparado en las obras de construcción informal, que se refleja en la baja resistencia, altos índices de porosidad (cangrejas), agrietamientos, entre otros, se debe a una serie de factores, que se ignoran por completo en el proceso de preparación, proceso constructivo y post constructivo, como no conocer las características del agregado, deficiente proporcionalidad de materiales, falta de compactación, falta de curado de los elementos vaciados; sin embargo, el problema más importante radica en la alta adición de la cantidad de agua a la mezcla, del cual, sabemos que genera los vacíos, segregación y baja resistencia (ver tabla 47 al 49, anexos n° 2).

- Se logró visitar seis canteras en la zona denominada el Milagro, que nos permitió conocer el proceso de extracción de agregados con los que se abastece a las construcciones del Distrito La Esperanza y otras zonas de Trujillo y en una de las canteras realizamos un muestreo, in situ, de agregados del cual se sustrajo una porción que analizamos en el laboratorio como parte del paquete de ensayos de los agregados sustraídos de obra para la presente investigación. Como se observa en los cuadros de resultados, tabla 17 y 18, y se ilustra gráficamente en los anexos, tablas 27 al 46, los agregados en general presentan ciertas desviaciones en la composición granulométrica, pero esto no es un indicador de mala calidad y desecho, en general podemos decir que los agregados ensayados, están dentro de un margen de los límites establecidos en la NTP 400.37, por lo cual, consideramos que sí son aptos para la construcción, sin embargo, necesitan ser evaluados constantemente, pues en cantera se verificó que no existe un control de calidad, el cual, no da la seguridad de una producción de agregado eficiente y sostenible. Si bien es cierto, existen canteras formales, la mayor cantidad de canteras que abastecen agregado a la construcción informal, también son informales, y tienen un amplio mercado por contemplar precios, un tanto, más económicos.
- Se realizó un diseño de mezcla patrón para uno de los agregados sustraídos de los puntos de muestreo, el cual fue seleccionado por presentar una de las características más comunes del agregado en obra, de estar extendido en la calle expuesto a la intemperie y al verificar su granulometría, se observa que pasa un mayor porcentaje de material por la malla 200, respecto a las demás muestras de agregado.
- Con el diseño de mezcla, se preparó una tanda de concreto, del cual, se obtuvo cuatro muestras. La primera, una muestra sin aditivo, la segunda con aditivo al 0.6% respecto a la cantidad de cemento, la tercera con aditivo al 1.2% y la cuarta con

aditivo al 2.4 %. El procedimiento fue ejecutado bajo los estándares establecidos en la American Concrete Institute ACI – 211, del cual se referencia nuestra norma técnica peruana de concreto.

- El concreto patrón y concreto con adición de sikacem plastificante, fueron evaluados tanto en estado fresco (trabajabilidad), como en estado endurecido (resistencia), cuyos resultados nos permitieron comparar las propiedades de los diferentes especímenes, con lo cual, se logró determinar el efecto en una mayor fluidez del concreto sin adicionar más agua, como uno de los beneficios que aporta el aditivo sikacem plastificante sobre la trabajabilidad y mejores valores de resistencia a la compresión del concreto, como un indicador que favorece el planteamiento propuesto en la hipótesis general de la presente investigación.
- De las tres cantidades ensayadas con sikacem plastificante, concluimos que la aplicación de 250 ml de aditivo por cada bolsa de cemento de 42.5 kg. es la más óptima para ser usado en la preparación de concreto en obras de construcción de viviendas en el Distrito La Esperanza, pues, se ha demostrado que cumple con las propiedades de consistencia y resistencia requeridas en obra; así mismo, al ser la menor cantidad, favorece el rendimiento del aditivo, del cual, un balde de 20 litros puede abastecer hasta 80 tandas de concreto, a diferencia que si se usa 500 ml el rendimiento bajaría al 50 %, abasteciendo solo para 40 tandas de concreto, sabiendo que hemos demostrado que en ambos casos se logra una resistencia a compresión equivalente. Por tanto, el uso de 250 ml se hace más económico y su aplicación debe ser cuando el cemento está hidratado, a los 3 minutos de mezclado, se le agrega el aditivo y se deja mezclar 2 minutos más con el aditivo. Sin embargo, no es posible recomendar una receta única, exclusiva y estandarizada de la cantidad de materiales que intervendrán en la preparación de concreto, pues es muy necesario que sea

trabajado y controlado por un personal capacitado, debido que el aditivo no es un producto sobrenatural y para que ejerza sus propiedades en el concreto, requiere conocimiento de todas las variables que influyen en su preparación.

- Evidentemente no existe un control de calidad sobre los materiales que se destina para la producción de concreto en una gran mayoría de las construcciones. Así mismo, la calidad de mano de obra es muy discutible. Esta situación demanda un análisis que va más allá de los aspectos técnicos y que abarque la parte social en cuanto a la organización, cultura, seguridad y respeto a las normas, una investigación más profunda del problema de la vivienda informal, pues, podrían presentarse muchas variables y factores no cuantificables técnicamente, en la parte que corresponde a la conformación de las estructuras de las edificaciones.

Sabiendo que la Esperanza es un distrito altamente poblado y representativo en la ciudad de Trujillo, y que en esta investigación hemos corroborado que el sistema de construcción informal está sometiendo a nuestras edificaciones a un alto grado de vulnerabilidad estructural, expuestos a un alto riesgo de colapso frente a un inminente evento sísmico u otro fenómeno natural como las avenidas extraordinarias de las quebradas en el año 2017 en la ciudad de Trujillo, urge la necesidad de buscar métodos de reforzamiento masivo de estas viviendas para reducir el alto grado de vulnerabilidad a la que están expuestas y controlar los procesos constructivos actuales para evitar el aumento de estructuras deficientes que abundan en la ciudad y con altas probabilidades, se están multiplicando abundantemente en todo el país.

## REFERENCIAS

- Abanto Castillo, T. F. (2018). *Tecnología del Concreto* (Editorial San Marcos EIRL (ed.); Tercera).
- Alexander, E. R. (1987). La vivienda "informal". La más avanzada tecnología en América latina: políticas para facilitar la construcción de alojamientos. *Informes de La Construcción*, 39(390), 61–68. <https://doi.org/10.3989/ic.1987.v39.i390.1640>
- ANA. (2020). *Autoridad Nacional del agua - Geohidro*. <https://geo.ana.gob.pe/geohidro/>
- ASOCEM. (2020, December). *Reporte Estadístico Mensual diciembre 2019 - Asocem*. Asociación de Productores de Cemento. <http://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales/reportes-estadistico-mensual-diciembre-2019>
- Bedon, J. E. (2017). Diseño óptimo para obtener concreto de alta resistencia para obras civiles en zonas alto andinas del Perú [Universidad Nacional del Santa - Chimbote]. In (*Tesis doctoral*). <https://doi.org/10.32911/as.2016.v9.n2.195>
- Benavides, R. (2014). Concreto de Alto Desempeño [Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito - Bogotá]. In (*Tesis De post grado*) (Issue c). <https://doi.org/10.16526/j.cnki.11-4762/tp.2014.11.051>
- Campos Ugaz, D. M. (2018). Capital social y asimilación ocupacional de los migrantes internos en Perú. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 35(3), 1–24. <https://doi.org/10.20947/s102-3098a0054>
- CAPECO. (2018, May 10). *Viviendas Informales*. Blog Maestro\_Construye Bien. <https://www.construyebien.com/blog/construccion-viviendas-informales/>
- Centro Nacional de Estimación, P. y R. del R. de D.-C. (2020). *Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres - SIGRID*. <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa#>
- Cevallos, X. (2013). Disertacion Sobre El Comportamiento De Aditivos Plastificantes En El Hormigón , En Su Resistencia Y Durabilidad [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. In (*Tesis De Pregrado*). <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6417>
- Coapaza, H., & Cahui, R. (2018). Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades de concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno [Universidad Nacional del Altiplano - Puno]. In (*Tesis De Pregrado*). <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7352>
- Cubas, F. (2019). Influencia del aditivo ASTM C494 tipo E en el asentamiento, fragua y resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo 2019. [Universidad Privada del Norte - Trujillo]. In (*Tesis De Pregrado*). <http://hdl.handle.net/11537/21285>
- Del Río, M. (2018, November 24). Tres de cada cuatro casas construidas son informales. *El Peruano\_Asiociación de Desarrolladores Inmobiliarios (ADI-Perú)*, 7. <https://elperuano.pe/noticia-tres-cada-cuatro-casas-construidas-son-informales-73165.aspx>
- Di Virgilio, M. M., Guevara, T. A., & Arqueros, M. S. (2014). POLÍTICAS DE REGULARIZACIÓN EN BARRIOS POPULARES DE ORIGEN INFORMAL EN ARGENTINA, BRASIL Y MÉXICO. *Revista INVI*, 29(80), 17–51. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582014000100002>
- Dreifuss Serrano, C., Schreier Barreto, C., & Jumpa, M. (2018). Criterios de clasificación de la vivienda informal. *Rita Revista Indexada de Textos Académicos*, 6(10), 98–103. [https://doi.org/10.24192/2386-7027\(2018\)\(V10\)\(05\)](https://doi.org/10.24192/2386-7027(2018)(V10)(05))
- Equipo técnico del PPRRD- MD-Huanchaco. (2019). *Plan de prevención y reducción de riesgo de desastre - Huanchaco 2019-2021*. [https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/8025\\_plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastre-del-distrito-huanchaco-2019-2021.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/8025_plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastre-del-distrito-huanchaco-2019-2021.pdf)
- Garay, L., & Quispe, C. (2016). Estudio Del Concreto Elaborado En Los Vaciados De Techos De Vivienda En Lima Y Evaluacion De Alternativa De Mejora Mediante El Empleo De Aditivo Superplastificante [Pontificia Universidad Católica del Perú - Lima]. In (*Tesis De Pregrado*). <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7625>
- Gaytán Chávez, J. J. (2017). Análisis de la respuesta sísmica de una edificación considerando la variación del tipo de unidad de albañilería en Lima [Universidad Cesar Vallejo]. In (*Tesis De Pregrado*). <https://hdl.handle.net/20.500.12692/1452>

- Hernández, C. (2005). Plastificantes Para el Hormigón [Universidad Austral de Chile]. In (*Tesis De Pregrado*). <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcih557p/doc/bmfcih557p.pdf>
- Huarcaya, C. I. (2014). Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional sikament 290n y aditivo super plastificante de alto desempeño sika viscoflow 20E. [Universidad Ricardo Palma - Lima]. In (*Tesis De Pregrado*). <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/432>
- INEI-Gobierno del Perú. (2020). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. INEI. <http://m.inei.gob.pe>
- Kuroiwa, J. (2016). Manual para la reducción de riesgos sísmicos de viviendas en el Perú. *Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento*, 112. <http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA PUBLICAR/MINISTERIOS/Manual para la Reduccion del Riesgo Sismico de Viviendas en el Peru.pdf>
- Laucata, J. (2013). Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo [Pontificia Universidad Católica del Perú]. In (*Tesis De Pregrado*). <http://hdl.handle.net/20.500.12404/4967>
- León, M. P., & Ramírez, F. (2010). Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes Morphological characterization of concrete aggregates by means of image analysis. *Revista Ingeniería de Construcción*, 25, 215–240. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732010000200003>
- Loayza, N. (2008). Causas y consecuencias de la informalidad en el Perú. *Revista de Estudios Económicos*, 15, 43–65. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Estudios-Economicos/15/Estudios-Economicos-15-3.pdf>
- Mayta, J. (2014). Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo [Universidad Nacional del Centro del Perú]. In (*Tesis De Pregrado*). <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/403>
- MDE. (2020). *Distrito La Esperanza - Trujillo*. Municipalidad Distrital de La Esperanza. [http://www.muniesperanza.gob.pe/website/Pages.php?n=La\\_Esperanza\\_\\_&pi=4&act=3&cat=1&catnieto=133](http://www.muniesperanza.gob.pe/website/Pages.php?n=La_Esperanza__&pi=4&act=3&cat=1&catnieto=133)
- Moraes, J. S. (2016). Concreto: Aditivos para concreto. *Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva - Brasil*. [http://fait.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/HtBS04Wx0iBUAD2\\_2014-4-22-17-20-16.pdf](http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/HtBS04Wx0iBUAD2_2014-4-22-17-20-16.pdf)
- Normas legales actualizadas. (2019). *Ley Orgánica de Municipalidades*. El Peruano. <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0015/3-ley-organica-de-municipalidades-1.pdf>
- Ocola, L. (2019, December). Peligro, vulnerabilidad, riesgo y la posibilidad de desastres sísmicos en el Perú. *Revista Geofísica*, 3, 81–125. <https://www.revistasipgh.org/index.php/regeofi/article/view/555>
- Ortega, L., & Hernández, J. (2017). Autoconstrucción de vivienda, espacio y vida familiar en la ciudad de Mexico. *Estudios Demográficos y Urbanos - Edición Digital - Mexico*, 32(3), 695–700. <https://doi.org/10.24201/edu.v32i3.1718>
- Palacios, A. (2010, May). El terremoto y tsunami del 27 de febrero en Chile. *Revista Urbano - Universidad Del BIO BIO*, 13(21), 63–79. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Palomino, J. (2017). Estudio comparativo en la autocnstruccion de edificaciones utilizando concreto autocopactante con la incorporacion de aditivo superplastificante frente al concreto convencional realizados en la ciudad de Abancay. [Universidad Tecnológica de los Andes - Abancay]. In (*Tesis De Pregrado*). <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/101>
- Pasquel Carbajal, E. (2010, November 4). *Mitos y realidades del concreto informal en el Perú*. ACI\_PERU. [http://www.aci-peru.org/eventos/IX\\_Conv\\_Nov/07\\_Enrique\\_Pasquel\\_-\\_Mitos\\_y\\_realidades\\_del\\_Concreto\\_informal\\_Peru.pdf](http://www.aci-peru.org/eventos/IX_Conv_Nov/07_Enrique_Pasquel_-_Mitos_y_realidades_del_Concreto_informal_Peru.pdf)
- Pasquel, E. (1999). *Temas de tecnología del concreto* (C. de I. del Perú (ed.); Segunda).
- PLANDET-TRUJILLO. (2012). *Plan de desarrollo municipal provincial - Trujillo al 2021*.
- Quiroz, L., & Vidal, L. (2015). Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas aporticados y de albañilería confinada en el sector de la Esperanza parte baja-Trujillo 2014 [Universidad Privada Antenor Orrego-Trujillo]. In (*Tesis*



- De Pregrado*). <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/1146>
- Rabanal, D., & Su, A. (2017). Diseño de un Concreto Autocompactable [Universidad Señor de Sipán - Chiclayo]. In (*Tesis De Pregrado*). <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/2713>
- Reglamento Nacional de edificaciones. (2009). *NTP E060, Concreto Armado* (Publicación Oficial del Perú (ed.); 1st ed.). <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Sáez Giraldez, E., García Calderón, J., & Roch Peña, F. (2010). La Ciudad Desde La Casa: Ciudades Espontáneas En Lima. *Revista INVI*, 25(70), 77–116. <https://doi.org/10.4067/s0718-83582010000300003>
- Soto, H. de, Ghibellini, M., Ghersi, E., & Instituto Libertad y Democracia. (2010). *El otro sendero* (Grupo Editorial Norma S.A.C. (ed.); 2nd ed.).
- Soto, M., & Villegas, K. (2019). Influencia de las proporciones de los agregados en el hormigón y la dosificación con cemento sobre el peso unitario y compresión de un concreto convencional [Universidad Nacional de Trujillo]. In (*Tesis De Pregrado*). <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14758>
- Vega Carreazo, R. (2019, February). Revista Construcción e Industria - Febrero 2019 by CAPECO - ISSUU. *Plan Nacional de Lucha Contra La Informalidad En El Sector Construcción*, 52–53. <https://issuu.com/capeco.org/docs/rcei0219>
- Vergara, B. (2018). Influencia de los aditivos plastificantes tipo A sobre la compresión, peso unitario y asentamiento en el concreto estructural. [Universidad Nacional de Trujillo]. In (*Tesis De Pregrado*). <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11042>

**ANEXOS**
**ANEXO N.º 1.** Tablas de análisis físico y granulométricos de los agregados.

*TABLA 27. Ensayo de peso específico, absorción, peso unitario, vacíos y humedad del agregado fino procedente de la cantera Silva.*

DATOS DE LA MUESTRA		
<b>Identificación :</b> Agregado fino	<b>Procedencia :</b> Cantera Silva	<b>Fecha :</b> 03/03/2020
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO		
	<b>Volumen Frasco (cm<sup>3</sup>)</b>	500.00
	<b>Peso fiola vacía (gr)</b>	173.00
A	<b>Peso Seco (gr)</b>	493.00
B	<b>Peso Fiola + Agua (gr)</b>	663.00
C	<b>Peso Fiola + Agua + Arena F. (gr)</b>	978.00
S	<b>Peso muestra SSS</b>	500.00
A/(B+S-C)	<b>Peso Especifico Masa (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.665
S/(B+S-C)	<b>PEM SSS (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.703
A/(B+A-C)	<b>PEA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.770
(S-A)/A x 100	<b>% ABSORCION</b>	1.42%
PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO		
A	<b>Peso Molde (gr)</b>	3335.00
B	<b>Peso Molde + Muestra varillada (gr)</b>	15881.70
C	<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	6613.0525
B-A/C	<b>Peso Unitario Compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.897
PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL AGREGADO FINO		
A	<b>Peso Molde (gr)</b>	3335.00
B	<b>Peso Molde + Muestra (gr)</b>	15081.00
C	<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	6613.05
B-A/C	<b>Peso Unitario suelto (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.776
PORCENTAJES DE VACIOS DEL AGREGADO FINO		
A	<b>Peso Unitario Compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.90
B	<b>Peso específico del agregado grueso clasificado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.66
B-A/B*100	<b>Porcentaje de vacíos (%)</b>	28.80%
PORCENTAJES DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO		
A	<b>peso húmedo</b>	1109.00
B	<b>Peso seco</b>	1098.00
(Ph-Ps)/Ps*100	<b>Contenido de humedad (w%)</b>	1.002%

*Fuente: Elaboración propia.*

**TABLA 28.** Ensayo de granulometría y curva granulométrica del Agregado fino de la cantera Silva.

DATOS DE LA MUESTRA								
Coordenadas de Ubicación:		X = 710347			Y = 9110194			
Procedencia :		Cantera Silva			Tamaño Max. :		3/8"	
Peso Inicial Seco :		3000.00 gr.			Tamaño Max. Nominal :		tamiz n° 4	
% error :		0.03			Peso que pasó :		2999.0 gr.	
Peso para corrección :		0.14 gr.			Peso final seco :		3000 gr.	

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido. (gr)	Peso corregido (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
							Mínimo	Máximo
3"	75.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2"	50.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
N° 4	4.750	230.0	230.1	7.7	7.7	92.3	95.0	100.0
N° 8	2.360	317.0	317.1	10.6	18.2	81.8	80.0	100.0
N° 16	1.180	318.0	318.1	10.6	28.8	71.2	50.0	85.0
N° 30	0.590	228.0	228.1	7.6	36.4	63.6	25.0	60.0
N° 50	0.290	1577.0	1577.1	52.6	89.0	11.0	5.0	30.0
N° 100	0.150	211.0	211.1	7.0	96.1	3.9	0.0	10.0
N° 200	0.075	67.0	67.1	2.2	98.3	1.7	0.0	5.0
Fondo		51.0	51.1	1.7	100.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>		<b>2999.0</b>	<b>3000</b>	<b>100.0</b>				

**Descripción de la Muestra**

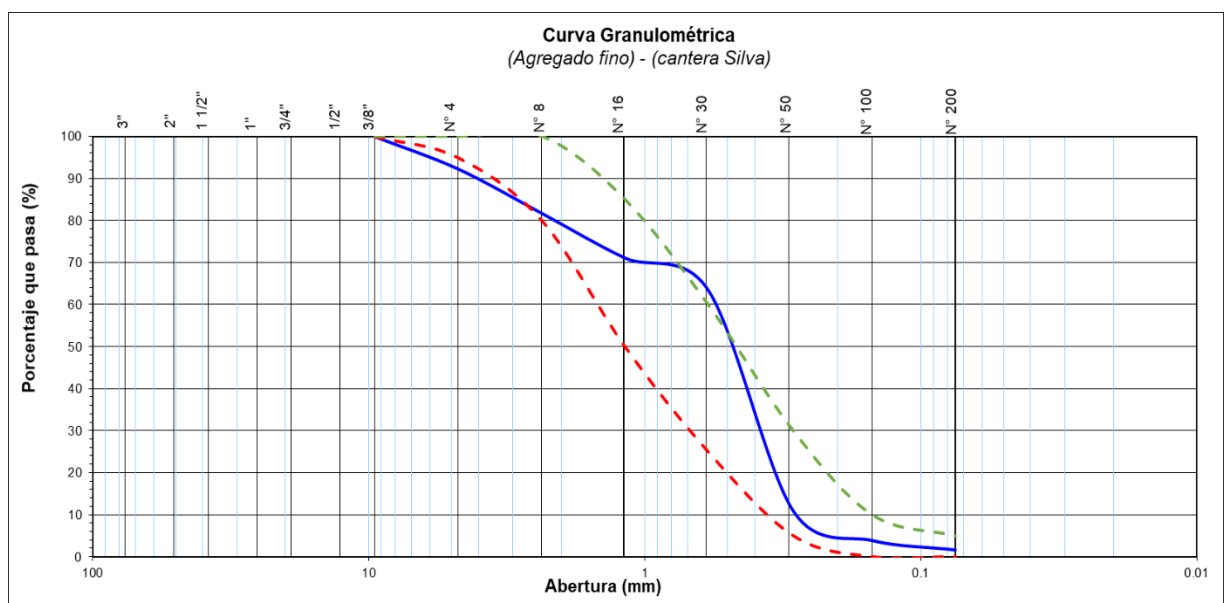
Muestreo realizado en cantera

**Características Físicas**

Módulo de Finura : 2.76

Mat. < Malla 200 : 1.70 %

Contenido de Humedad: 1.002 %



Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 29.** Ensayo de peso específico, absorción, peso unitario, vacíos y humedad del agregado grueso procedente de la cantera Silva.

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
<b>Identificación :</b> Agregado Grueso	<b>Procedencia :</b> Cantera Silva	<b>Fecha :</b> 03/03/2020
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	Peso Seco (gr)	1882.00
B	Peso muestra SSS (gr)	1907.00
C	Peso en el agua de la muestra (gr)	1200.00
A/(B-C)	Peso Especifico Masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.662
B/(B-C)	PEM SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.697
A/(A-C)	PEA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.760
(B-A)/A x 100	% ABSORCION	1.33%
<b>PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	Peso Molde (gr)	3335.00
B	Peso Molde + Muestra varillada (gr)	14062.00
C	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	6613.05
B-A/C	Peso Unitario Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.622
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	Peso Molde (gr)	3335.00
B	Peso Molde + Muestra (gr)	13240.00
C	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	6613.0525
B-A/C	Peso Unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.498
<b>PORCENTAJES DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	Peso Unitario Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.62
B	Peso específico del agregado grueso clasificado (gr/cm <sup>3</sup> )	2.66
B-A/B*100	Porcentaje de vacíos (%)	39.06%
<b>PORCENTAJES DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	peso húmedo	1124.00
B	Peso seco	1111.00
(A-B)/B*100	Contenido de humedad (w%)	1.170%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 30.** Ensayo de granulometría y curva granulométrica del Agregado grueso de la cantera Silva.

DATOS DE LA MUESTRA							
Coordenadas de Ubicación:	X = 710347	Y = 9110194		Tamaño Max. :	1"		
Procedencia :	Cantera Silva			Tamaño Max. Nominal :	3/4"		
Peso Inicial Seco :	3000.00 gr.			Peso que pasó :	2999.0 gr.		
% error :	0.03			Peso final seco :	3000 gr.		
Peso para corrección :	0.20 gr.						

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido. (gr)	Peso corregido (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
							Mínimo	Máximo
3"	75.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2"	50.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000	214.0	214.2	7.1	7.1	92.9	90.0	100.0
1/2"	12.500	1277.0	1277.2	42.6	49.7	50.3	40.0	85.0
3/8"	9.500	795.0	795.2	26.5	76.2	23.8	20.0	55.0
Nº 4	4.750	613.0	613.2	20.4	96.7	3.3	0.0	10.0
Nº 8	2.360	72.0	72.2	2.4	99.1	0.9	0.0	5.0
Nº 16	1.180	22.0	22.2	0.7	99.8	0.2	0.0	0.0
Fondo		6.0	6.2	0.2	100.0	0.0	0.0	0.0
Total		2999.0	3000	100.0				

**Descripción de la Muestra**

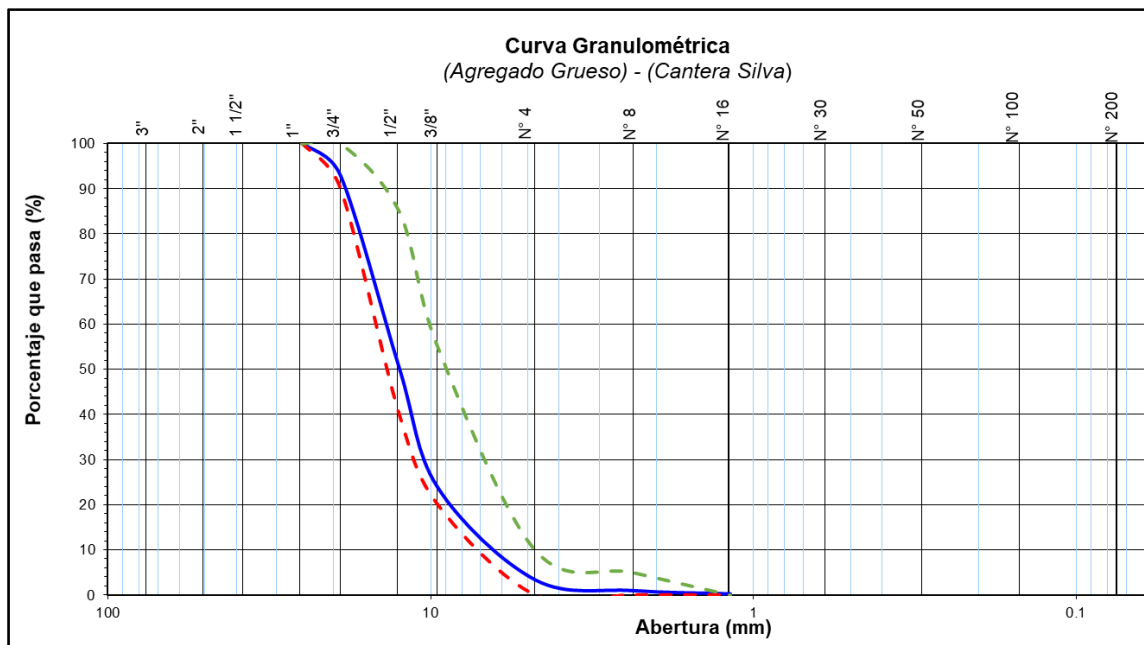
Muestreo realizado en cantera

**Características Físicas**

Módulo de Finura : 4.79

Mat. < Malla 200 : 0.2 %

Contenido de Humedad: 1.17 %



Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 31.** Ensayo de peso específico, absorción, peso unitario, vacíos y humedad del agregado fino procedente P2 Esperanza parte alta.

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
<b>Identificación :</b> Agregado fino	<b>Procedencia :</b> P2 Esperanza alta	<b>Fecha :</b> 04/03/2020
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO</b>		
	<b>Volumen Frasco (cm<sup>3</sup>)</b>	500.00
	<b>Peso fiola vacía (gr)</b>	159.00
A	<b>Peso Seco (gr)</b>	495.00
B	<b>Peso Fiola + Agua (gr)</b>	657.00
C	<b>Peso Fiola + Agua + Arena F. (gr)</b>	969.00
S	<b>Peso muestra SSS</b>	500.00
A/(B+S-C)	<b>Peso Especifico Masa (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.633
S/(B+S-C)	<b>PEM SSS (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.660
A/(B+A-C)	<b>PEA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.705
(S-A)/A x 100	<b>% ABSORCION</b>	1.01%
<b>PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO</b>		
A	<b>Peso Molde (gr)</b>	3335.00
B	<b>Peso Molde + Muestra varillada (gr)</b>	15546.33
C	<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	6613.0525
B-A/C	<b>Peso Unitario Compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.847
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL AGREGADO FINO</b>		
A	<b>Peso Molde (gr)</b>	3335.00
B	<b>Peso Molde + Muestra (gr)</b>	14865.00
C	<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	6613.0525
B-A/C	<b>Peso Unitario suelto(gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.744
<b>PORCENTAJES DE VACIOS DEL AGREGADO FINO</b>		
A	<b>Peso Unitario Compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.847
B	<b>Peso específico del agregado grueso clasificado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.633
B-A/B*100	<b>Porcentaje de vacíos (%)</b>	29.868%
<b>PORCENTAJES DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>		
A	<b>peso húmedo</b>	876.00
B	<b>Peso seco</b>	869.00
(Ph-Ps)/Ps*100	<b>Contenido de humedad (w%)</b>	0.81%

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA 32.** Ensayo de granulometría y curva granulométrica del Agregado fino procedente de P2 Esperanza parte alta.

DATOS DE LA MUESTRA								
Coordenadas de Ubicación:	X = 715833		Y = 9105782					
Procedencia :	P2 - Esperanza alta		Tamaño Max. :		3/8"			
Peso Inicial Seco :	3000.00 gr.		Tamaño Max. Nominal :		tamiz n° 4			
% error :	0.07		Peso que pasó :		2998.0 gr.			
Peso para corrección :	0.29 gr.		Peso final seco :		3000.3 gr.			

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido. (gr)	Peso corregido (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
							Mínimo	Máximo
3"	75.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2"	50.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
N° 4	4.750	47.0	47.3	1.6	1.6	98.4	95.0	100.0
N° 8	2.360	506.0	506.3	16.9	18.4	81.6	80.0	100.0
N° 16	1.180	444.0	444.3	14.8	33.3	66.7	50.0	85.0
N° 30	0.590	331.0	331.3	11.0	44.3	55.7	25.0	60.0
N° 50	0.290	959.0	959.3	32.0	76.3	23.7	5.0	30.0
N° 100	0.150	634.0	634.3	21.1	97.4	2.6	0.0	10.0
N° 200	0.075	48.0	48.3	1.6	99.0	1.0	0.0	5.0
Fondo		29.0	29.3	1.0	100.0	0.0	0	0
<b>Total</b>		<b>2998.0</b>	<b>3000</b>	<b>100.0</b>				

**Descripción de la Muestra**

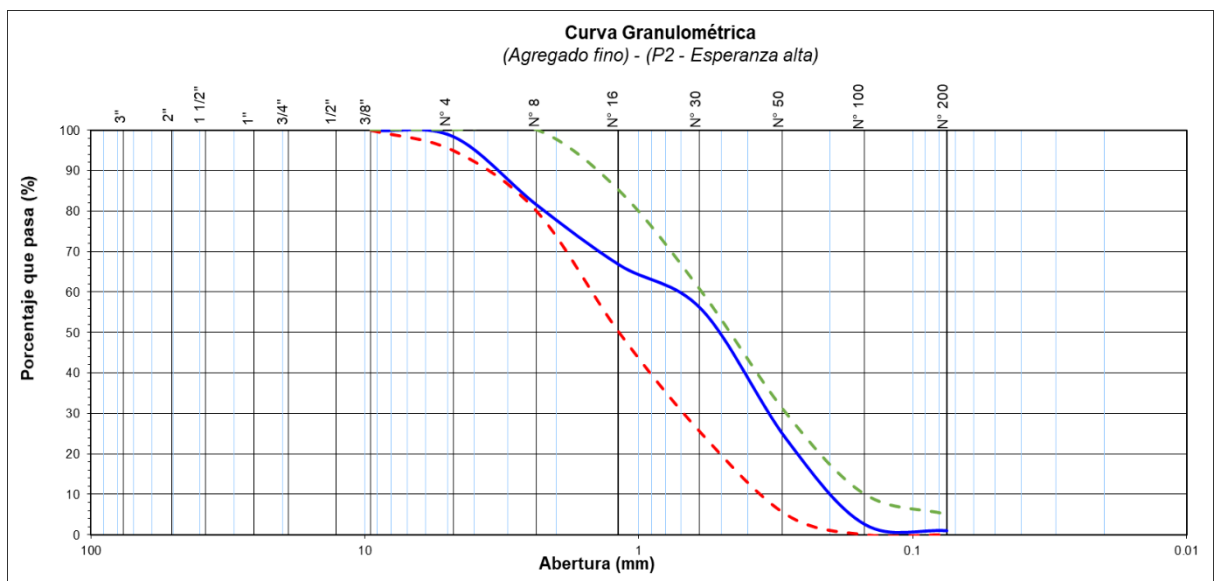
Muestreo realizado a pie de obra

**Características Físicas**

Módulo de Finura : 2.71

Mat. < Malla 200 : 0.98 %

Contenido de Humedad: 0.81 %



Fuente: Elaboración propia

**TABLA 33.** Ensayo de peso específico, absorción, peso unitario, vacíos y humedad del agregado grueso procedente P2 Esperanza parte alta.

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
<b>Identificación :</b> Agregado Grueso	<b>Procedencia :</b> P2 Esperanza alta	<b>Fecha :</b> 04/03/2020
A	<b>Peso Seco (gr)</b>	1275.00
B	<b>Peso muestra SSS (gr)</b>	1294.00
C	<b>Peso en el agua de la muestra (gr)</b>	815.00
A/(B-C)	<b>Peso Especifico Masa (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.662
B/(B-C)	<b>PEM SSS (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.701
A/(A-C)	<b>PEA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.772
(B-A)/A x 100	<b>% ABSORCION</b>	1.49%
<b>PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	<b>Peso Molde (gr)</b>	3335.00
B	<b>Peso Molde + Muestra varillada (gr)</b>	14777.70
C	<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	6613.0525
B-A/C	<b>Peso Unitario Compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.730
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	<b>Peso Molde (gr)</b>	3335.00
B	<b>Peso Molde + Muestra (gr)</b>	13883.00
C	<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	6613.0525
B-A/C	<b>Peso Unitario suelto (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.595
<b>PORCENTAJES DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	<b>Peso Unitario Compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.730
B	<b>Peso específico del agregado grueso clasificado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.662
B-A/B*100	<b>Porcentaje de vacíos (%)</b>	34.994%
<b>PORCENTAJES DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	<b>peso húmedo</b>	1401.00
B	<b>Peso seco</b>	1394.00
(Ph-Ps)/Ps*100	<b>Contenido de humedad (w%)</b>	0.502%

*Fuente: Elaboración propia*



**TABLA 34. Ensayo de granulometría y curva granulométrica del Agregado grueso procedente de P2 Esperanza parte alta**

DATOS DE LA MUESTRA							
Coordenadas de Ubicación:	X = 715833	Y = 9105782	Tamaño Max. :	1"			
Procedencia :	P2 - Esperanza alta		Tamaño Max. Nominal :	3/4"			
Peso Inicial Seco :	3000.00 gr.		Peso que pasó :	2999.0 gr.			
% error :	0.03		Peso final seco :	3000.4 gr.			
Peso para corrección :	0.20 gr.						

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido. (gr)	Peso corregido (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
							Mínimo	Máximo
3"	75.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2"	50.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000	497.0	497.2	16.6	16.6	83.4	90.0	100.0
1/2"	12.500	1398.0	1398.2	46.6	63.2	36.8	40.0	85.0
3/8"	9.500	521.0	521.2	17.4	80.6	19.4	20.0	55.0
Nº 4	4.750	447.0	447.2	14.9	95.5	4.5	0.0	10.0
Nº 8	2.360	80.0	80.2	2.7	98.1	1.9	0.0	5.0
Nº 16	1.180	40.0	40.2	1.3	99.5	0.5	0.0	0.0
Fondo		16.0	16.2	0.5	100.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>		<b>2999.0</b>	<b>3000</b>	<b>100.0</b>				

#### Descripción de la Muestra

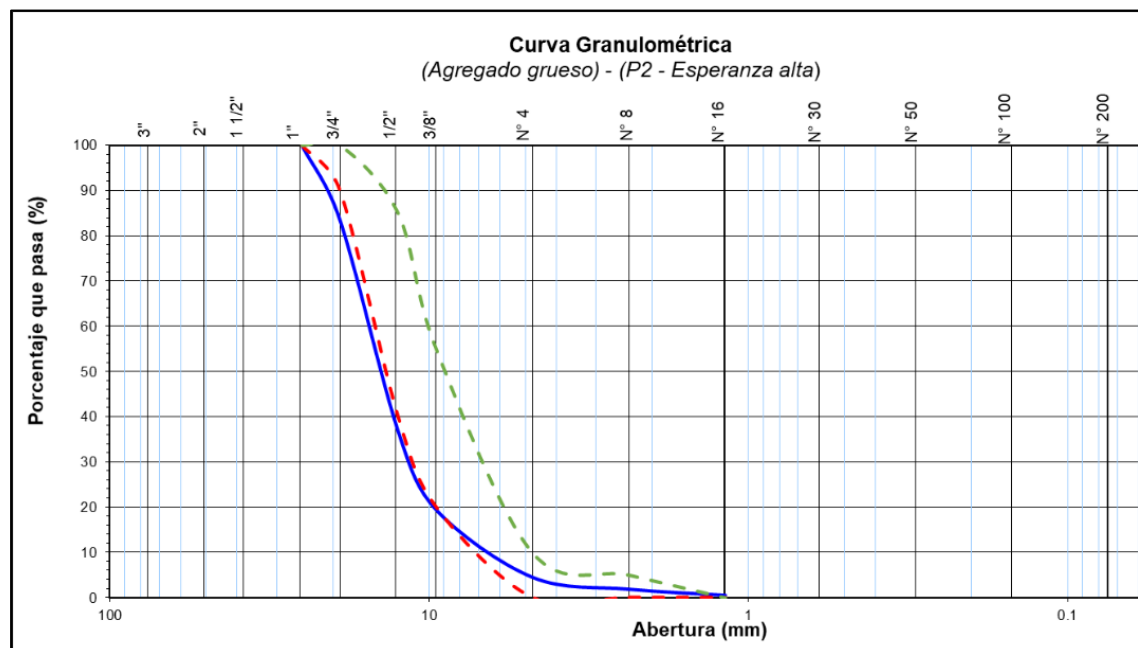
Muestreo realizado a pie de obra

#### Características Físicas

Módulo de Finura : 4.90

Mat. < Malla 200 : 0.54 %

Contenido de Humedad: 0.50 %



Fuente: Elaboración propia

**TABLA 35.** Ensayo de peso específico, absorción, peso unitario, vacíos y humedad del agregado fino procedente P8 Esperanza parte baja.

DATOS DE LA MUESTRA		
<b>Identificación :</b> Agregado fino	<b>Procedencia :</b> P8 - Esperanza baja	<b>Fecha :</b> 05/03/2020
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO		
	Volumen Frasco (cm <sup>3</sup> )	500.00
	Peso fiola vacía (gr)	173.00
A	Peso Seco (gr)	480.90
B	Peso Fiola + Agua (gr)	680.79
C	Peso Fiola + Agua + Arena F. (gr)	986.02
S	Peso muestra SSS	500.00
A/(B+S-C)	Peso Especifico Masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.469
S/(B+S-C)	PEM SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.567
A/(B+A-C)	PEA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.738
(S-A)/A x 100	% ABSORCION	3.97%
PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO		
A	Peso Molde (gr)	5320.00
B	Peso Molde + Muestra varillada (gr)	31213.00
C	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	14200.0000
B-A/C	Peso Unitario Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.823
PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL AGREGADO FINO		
A	Peso Molde (gr)	5320.00
B	Peso Molde + Muestra (gr)	29210.00
C	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	14200.0000
B-A/C	Peso Unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.682
PORCENTAJES DE VACIOS DEL AGREGADO FINO		
A	Peso Unitario Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.82
B	Peso específico del agregado grueso clasificado (gr/cm <sup>3</sup> )	2.47
B-A/B*100	Porcentaje de vacíos (%)	26.15%
PORCENTAJES DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO		
A	peso húmedo	1200.00
B	Peso seco	1189.00
(Ph-Ps)/Ps*100	Contenido de humedad (w%)	0.925%

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 36.** Ensayo de granulometría y curva granulométrica del Agregado fino procedente de P8 Esperanza parte baja.

DATOS DE LA MUESTRA							
Coordenadas de Ubicación:		X = 712760		Y = 9107541			
Procedencia :		P8 - Esperanza Baja		Tamaño Max. :		3/8"	
Peso Inicial Seco :		2000.00 gr.		Tamaño Max. Nominal :		tamiz n° 4	
% error :		0.07		Peso que pasó :		1998.7 gr.	
Peso para corrección :		0.19 gr.		Peso final seco :		2000 gr.	

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido. (gr)	Peso corregido (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
							Mínimo	Máximo
3"	75.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2"	50.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
N° 4	4.750	125.1	125.3	6.3	6.3	93.7	95.0	100.0
N° 8	2.360	404.1	404.3	20.2	26.5	73.5	80.0	100.0
N° 16	1.180	282.1	282.3	14.1	40.6	59.4	50.0	85.0
N° 30	0.590	199.5	199.7	10.0	50.6	49.4	25.0	60.0
N° 50	0.290	504.9	505.1	25.3	75.8	24.2	5.0	30.0
N° 100	0.150	403.9	404.1	20.2	96.0	4.0	0.0	10.0
N° 200	0.075	43.2	43.3	2.2	98.2	1.8	0.0	5.0
Fondo		35.9	36.1	1.8	100.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>		<b>1998.7</b>	<b>2000</b>	<b>100.0</b>				

#### Descripción de la Muestra

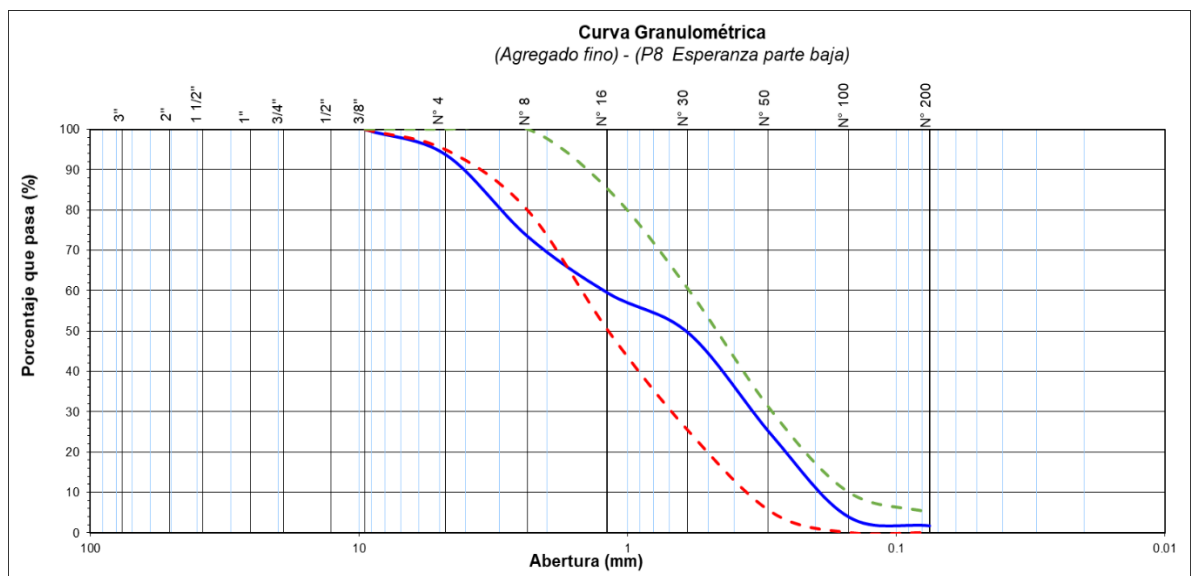
Muestreo realizado a pie de obra

#### Características Físicas

Módulo de Finura : 2.96

Mat. < Malla 200 : 1.80 %

Contenido de Humedad: 0.925 %



Fuente: Elaboración propia

**TABLA 37.** Ensayo de peso específico, absorción, peso unitario, vacíos y humedad del agregado grueso procedente P8 Esperanza parte baja.

DATOS DE LA MUESTRA		
<b>Identificación :</b> Agregado Grueso	<b>Procedencia :</b> P8 - Esperanza baja	<b>Fecha :</b> 05/03/2020
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO		
A	Peso Seco (gr)	1810
B	Peso muestra SSS (gr)	1832
C	Peso en el agua de la muestra (gr)	1158
A/(B-C)	Peso Especifico Masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.685
B/(B-C)	PEM SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.718
A/(A-C)	PEA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.776
(B-A)/A x 100	% ABSORCION	1.22%
PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO		
A	Peso Molde (gr)	5320.00
B	Peso Molde + Muestra varillada (gr)	28416.67
C	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	14200.0000
B-A/C	Peso Unitario Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.627
PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL AGREGADO GRUESO		
A	Peso Molde (gr)	5320.00
B	Peso Molde + Muestra (gr)	25800.00
C	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	14200.0000
B-A/C	Peso Unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.442
PORCENTAJES DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO		
A	Peso Unitario Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.63
B	Peso específico del agregado grueso clasificado (gr/cm <sup>3</sup> )	2.69
B-A/B*100	Porcentaje de vacíos (%)	39.43%
PORCENTAJES DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO		
A	peso húmedo	1198.00
B	Peso seco	1188.00
(A-B)/B*100	Contenido de humedad (w %)	0.842%

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 38.** Ensayo de granulometría y curva granulométrica del Agregado grueso procedente de P8 Esperanza parte baja.

DATOS DE LA MUESTRA									
Coordenadas de Ubicación:	X = 712760		Y = 9107541		Tamaño Max. :		1"		
Procedencia :	P8 - Esperanza Baja				Tamaño Max. Nominal :		3/4"		
Peso Inicial Seco :	2000.00 gr.				Peso que pasó :		1999.0 gr.		
% error :	0.05				Peso final seco :		2000 gr.		
Peso para corrección :	0.20 gr.								

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido. (gr)	Peso corregido (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
							Mínimo	Máximo
3"	75.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2"	50.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000	317.6	317.8	15.9	15.9	84.1	90.0	100.0
1/2"	12.500	815.0	815.2	40.8	56.7	43.3	40.0	85.0
3/8"	9.500	13.0	13.2	0.7	57.3	42.7	20.0	55.0
Nº 4	4.750	781.1	781.3	39.1	96.4	3.6	0.0	10.0
Nº 8	2.360	46.4	46.6	2.3	98.7	1.3	0.0	5.0
Nº 16	1.180	18.7	18.9	0.9	99.6	0.4	0.0	0.0
Fondo		7.3	7.5	0.4	100.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>		<b>1999.0</b>	<b>2000</b>	<b>100.0</b>				

#### Descripción de la Muestra

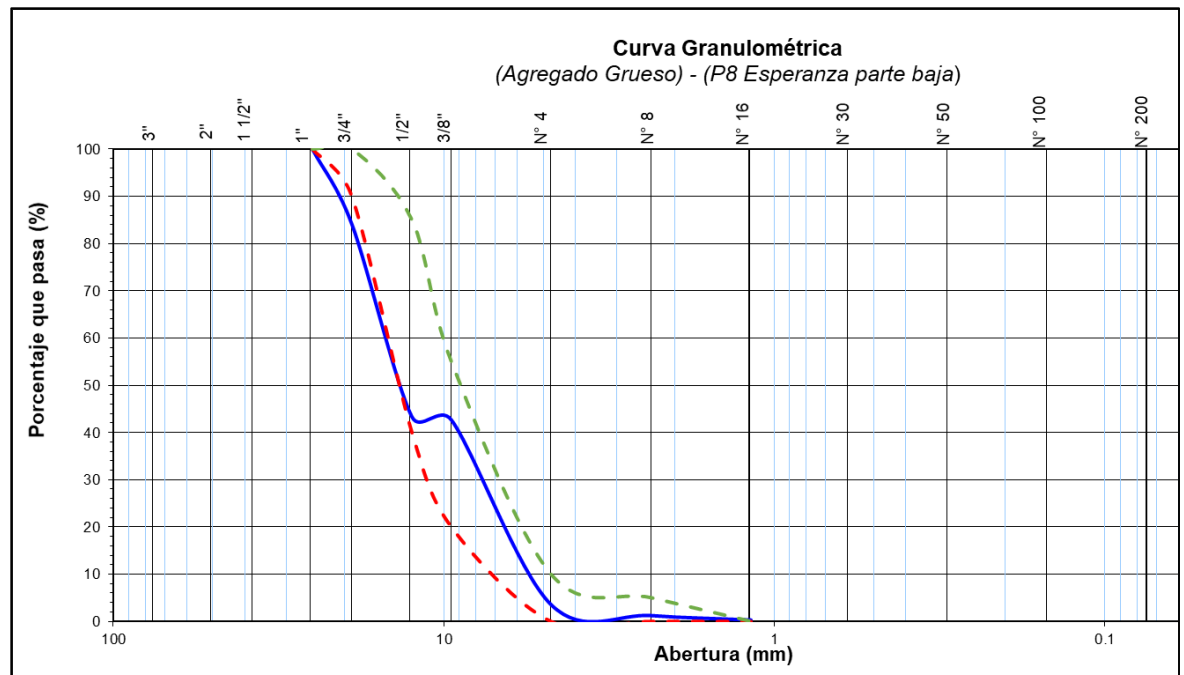
Muestreo realizado a pie de obra

#### Características Físicas

Módulo de Finura : 4.68

Mat.< Malla 200 : 0.4 %

Contenido de Humedad: 0.84 %



Fuente: Elaboración propia

**TABLA 39.** Ensayo de peso específico, absorción, peso unitario, vacíos y humedad del agregado fino procedente P9 Esperanza zona norte.

DATOS DE LA MUESTRA		
<b>Identificación :</b> Agregado fino	<b>Procedencia :</b> P9 - Esperanza norte	<b>Fecha :</b> 06/03/2020
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO		
	<b>Volumen Frasco (cm<sup>3</sup>)</b>	500.00
	<b>Peso fiola vacía (gr)</b>	173.00
A	<b>Peso Seco (gr)</b>	480.00
B	<b>Peso Fiola + Agua (gr)</b>	656.00
C	<b>Peso Fiola + Agua + Arena F. (gr)</b>	968.00
S	<b>Peso muestra SSS</b>	500.00
A/(B+S-C)	<b>Peso Especifico Masa (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.553
S/(B+S-C)	<b>PEM SSS (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.660
A/(B+A-C)	<b>PEA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.857
(S-A)/A x 100	<b>% ABSORCION</b>	4.17%
PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO		
A	<b>Peso Molde (gr)</b>	5316.00
B	<b>Peso Molde + Muestra varillada (gr)</b>	29078.00
C	<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	14000.0000
B-A/C	<b>Peso Unitario Compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.697
PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL AGREGADO FINO		
A	<b>Peso Molde (gr)</b>	5316.00
B	<b>Peso Molde + Muestra (gr)</b>	28268.00
C	<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	14000.0000
B-A/C	<b>Peso Unitario suelto (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.639
PORCENTAJES DE VACIOS DEL AGREGADO FINO		
A	<b>Peso Unitario Compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.70
B	<b>Peso específico del agregado grueso clasificado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.55
B-A/B*100	<b>Porcentaje de vacíos (%)</b>	33.52%
PORCENTAJES DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO		
A	<b>peso húmedo</b>	1000.00
B	<b>Peso seco</b>	993.00
(Ph-Ps)/Ps*100	<b>Contenido de humedad (w%)</b>	0.705%

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 40.** Ensayo de granulometría y curva granulométrica del Agregado fino procedente de P9 Esperanza zona norte.

DATOS DE LA MUESTRA								
Coordenadas de Ubicación:		X = 712554		Y = 9109231				
Procedencia :		P9 - Esperanza norte				Tamaño Max. :		3/8"
Peso Inicial Seco :		3600.00 gr.				Tamaño Max. Nominal :		tamiz n° 4
% error :		0.08				Peso que pasó :		3597.0 gr.
Peso para corrección :		0.43 gr.				Peso final seco :		3600 gr.

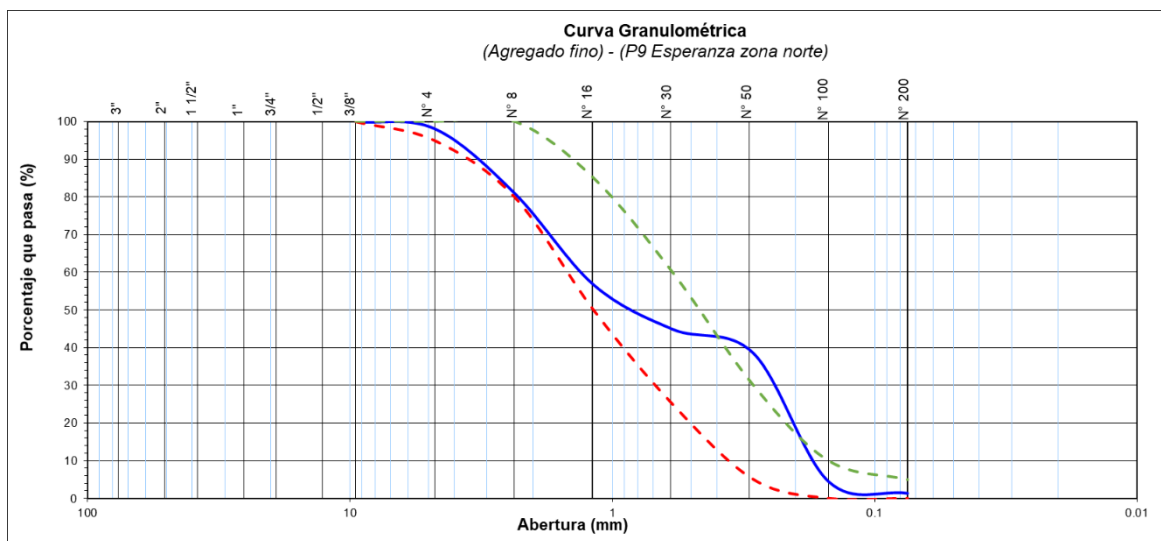
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido. (gr)	Peso corregido (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
							Mínimo	Máximo
3"	75.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2"	50.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
N° 4	4.750	68.0	68.4	1.9	1.9	98.1	95.0	100.0
N° 8	2.360	615.0	615.4	17.1	19.0	81.0	80.0	100.0
N° 16	1.180	874.0	874.4	24.3	43.3	56.7	50.0	85.0
N° 30	0.590	425.0	425.4	11.8	55.1	44.9	25.0	60.0
N° 50	0.290	230.0	230.4	6.4	61.5	38.5	5.0	30.0
N° 100	0.150	1225.0	1225.4	34.1	95.6	4.4	0.0	10.0
N° 200	0.075	112.0	112.4	3.1	98.7	1.3	0.0	5.0
Fondo		48.0	48.4	1.3	100.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>		<b>3597.0</b>	<b>3600</b>	<b>100.0</b>				

**Descripción de la Muestra**

Muestreo realizado a pie de obra

**Características Físicas**

Módulo de Finura : 2.76  
 Mat. < Malla 200 : 1.35 %  
 Contenido de Humedad: 0.705 %



Fuente: Elaboración propia

**TABLA 41.** Ensayo de peso específico, absorción, peso unitario, vacíos y humedad del agregado grueso procedente P9 Esperanza zona norte.

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
<b>Identificación :</b> Agregado Grueso	<b>Procedencia :</b> P9 - Esperanza norte	<b>Fecha :</b> 06/03/2020
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	<b>Peso Seco (gr)</b>	1882.00
B	<b>Peso muestra SSS (gr)</b>	1907.00
C	<b>Peso en el agua de la muestra (gr)</b>	1200.00
A/(B-C)	<b>Peso Especifico Masa (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.662
B/(B-C)	<b>PEM SSS (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.697
A/(A-C)	<b>PEA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.760
(B-A)/A x 100	<b>% ABSORCION</b>	1.33%
<b>PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	<b>Peso Molde (gr)</b>	5316.00
B	<b>Peso Molde + Muestra varillada (gr)</b>	26138.00
C	<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	14000.00
B-A/C	<b>Peso Unitario Compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.487
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	<b>Peso Molde (gr)</b>	5316.00
B	<b>Peso Molde + Muestra (gr)</b>	24444.00
C	<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	14000.00
B-A/C	<b>Peso Unitario suelto (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.366
<b>PORCENTAJES DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	<b>Peso Unitario Compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.49
B	<b>Peso especifico del agregado grueso clasificado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.66
B-A/B*100	<b>Porcentaje de vacíos (%)</b>	44.13%
<b>PORCENTAJES DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>		
A	<b>peso húmedo</b>	3030.00
B	<b>Peso seco</b>	2998.00
(A-B)/B*100	<b>Contenido de humedad (w%)</b>	1.067%

*Fuente: Elaboración propia*



**TABLA 42. Ensayo de granulometría y curva granulométrica del Agregado grueso procedente de P9 Esperanza zona norte.**

DATOS DE LA MUESTRA									
Coordenadas de Ubicación:	X = 712554		Y = 9109231		Tamaño Max. :	1 1/2"			
Procedencia :	P9 - Esperanza norte				Tamaño Max. Nominal :	1"			
Peso Inicial Seco :	6826.00 gr.				Peso que pasó :	6819.0 gr.			
% error :	0.10				Peso final seco :	6830 gr.			
Peso para corrección :	1.40 gr.								

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido. (gr)	Peso corregido (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
							Mínimo	Máximo
3"	75.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2"	50.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.000	132.0	133.4	1.9	1.9	98.1	100.0	100.0
3/4"	19.000	1945.0	1946.4	28.5	30.5	69.5	90.0	100.0
1/2"	12.500	3694.0	3695.4	54.2	84.6	15.4	40.0	85.0
3/8"	9.500	638.0	639.4	9.4	94.0	6.0	20.0	55.0
Nº 4	4.750	223.0	224.4	3.3	97.3	2.7	0.0	10.0
Nº 8	2.360	142.0	143.4	2.1	99.3	0.7	0.0	5.0
Nº 16	1.180	38.0	39.4	0.6	99.9	0.1	0.0	0.0
Fondo		7.0	8.4	0.1	100.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>		<b>6819.0</b>	<b>6830</b>	<b>100</b>				

#### Descripción de la Muestra

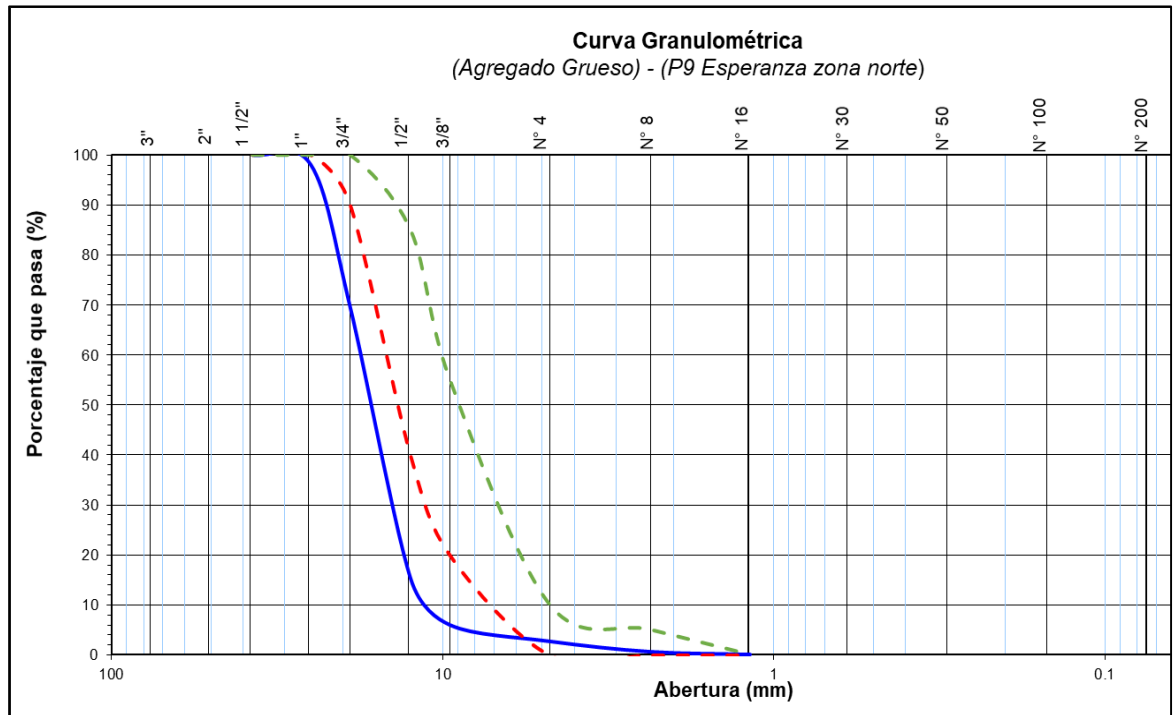
Muestreo realizado a pie de obra

#### Características Físicas

Módulo de Finura : 5.21

Mat. < Malla 200 : 0.12 %

Contenido de Humedad: 1.17 %



Fuente: Elaboración propia

**TABLA 43.** Ensayo de peso específico, absorción, peso unitario, vacíos y humedad del agregado fino procedente de P14, Esperanza parte baja, Manuel Arévalo.

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
<b>Identificación :</b> Agregado fino	<b>Procedencia :</b> P14 - Esperanza baja	<b>Fecha :</b> 09/03/2020
<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO</b>		
	<b>Volumen Frasco (cm<sup>3</sup>)</b>	500.00
	<b>Peso fiola vacía (gr)</b>	173.00
A	<b>Peso Seco (gr)</b>	498.90
B	<b>Peso Fiola + Agua (gr)</b>	667.00
C	<b>Peso Fiola + Agua + Arena F. (gr)</b>	984.75
S	<b>Peso muestra SSS</b>	506.90
A/(B+S-C)	<b>Peso Especifico Masa (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.64
S/(B+S-C)	<b>PEM SSS (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.68
A/(B+A-C)	<b>PEA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.75
(S-A)/A x 100	<b>% ABSORCION</b>	1.60%
<b>PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO</b>		
A	<b>Peso Molde (gr)</b>	6859.00
B	<b>Peso Molde + Muestra varillada (gr)</b>	19564.00
C	<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	7200.00
B-A/C	<b>Peso Unitario Compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.765
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL AGREGADO FINO</b>		
A	<b>Peso Molde (gr)</b>	6859.00
B	<b>Peso Molde + Muestra (gr)</b>	18761.70
C	<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	7200.00
B-A/C	<b>Peso Unitario suelto (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.653
<b>PORCENTAJES DE VACIOS DEL AGREGADO FINO</b>		
A	<b>Peso Unitario Compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.76
B	<b>Peso específico del agregado grueso clasificado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.64
B-A/B*100	<b>Porcentaje de vacíos (%)</b>	33.10%
<b>PORCENTAJES DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>		
A	<b>peso húmedo</b>	1000.00
B	<b>Peso seco</b>	994.00
(Ph-Ps)/Ps*100	<b>Contenido de humedad (w%)</b>	0.60%

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA 44.** Ensayo de granulometría y curva granulométrica del Agregado fino procedente de P14, Esperanza baja, Manuel Arévalo.

DATOS DE LA MUESTRA							
Coordenadas de Ubicación:	X = 714964		Y = 9106192				
Procedencia :	P14 - Esperanza baja_Manuel Arevalo				Tamaño Max. :	3/8"	
Peso Inicial Seco :	1194.00 gr.		Tamaño Max. Nominal :		tamiz n° 4		
% error :	0.08		Peso que pasó :		1193.0 gr.		
Peso para corrección :	0.14 gr.		Peso final seco :		1194 gr.		

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido. (gr)	Peso corregido (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
							Mínimo	Máximo
3"	75.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2"	50.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
N° 4	4.750			0.0	0.0	100.0	95.0	100.0
N° 8	2.360	121.0	121.1	10.1	10.1	89.9	80.0	100.0
N° 16	1.180	195.0	195.1	16.3	26.5	73.5	50.0	85.0
N° 30	0.590	209.0	209.1	17.5	44.0	56.0	25.0	60.0
N° 50	0.290	294.0	294.1	24.6	68.7	31.3	5.0	30.0
N° 100	0.150	252.0	252.1	21.1	89.8	10.2	0.0	10.0
N° 200	0.075	76.0	76.1	6.4	96.1	3.9	0.0	5.0
Fondo		46.0	46.1	3.9	100.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>		<b>1193.0</b>	<b>1194</b>	<b>100.0</b>				

#### Descripción de la Muestra

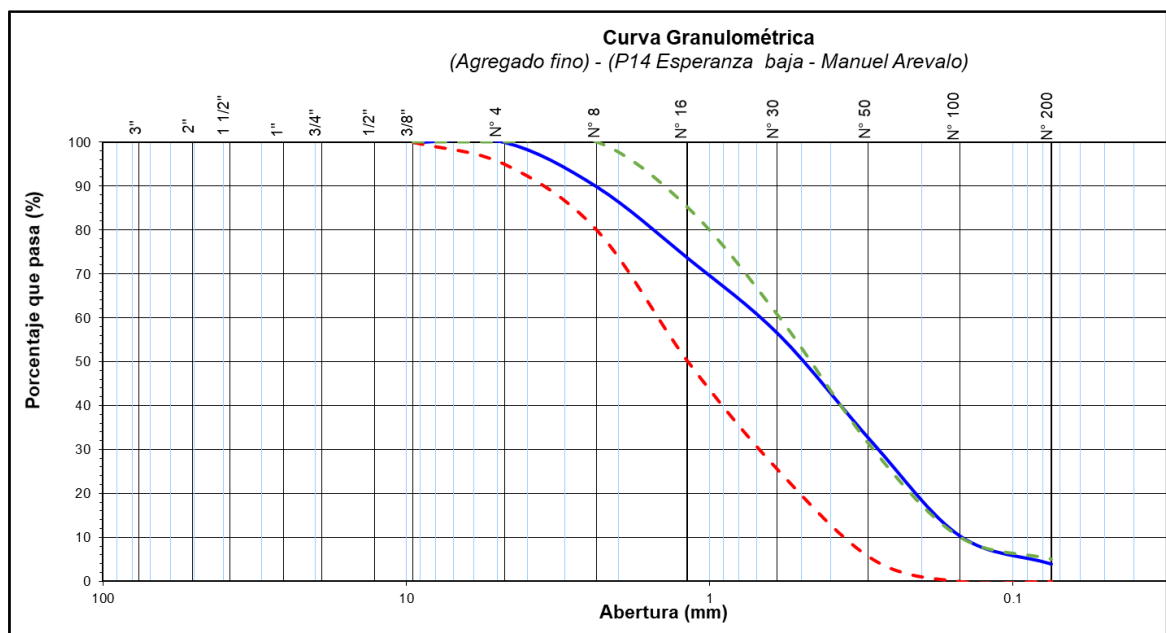
Muestreo realizado a pie de obra

#### Características Físicas

Módulo de Finura : 2.39

Mat. < Malla 200 : 3.86 %

Contenido de Humedad: 0.604 %



Fuente: Elaboración propia

**TABLA 45.** Ensayo de peso específico, absorción, peso unitario, vacíos y humedad del agregado grueso procedente de P14, Esperanza parte baja, Manuel Arévalo.

DATOS DE LA MUESTRA		
<b>Identificación :</b>	Agregado Grueso	<b>Procedencia :</b> P9 - Esperanza norte
		<b>Fecha :</b> 09/03/2020
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO		
A	Peso Seco (gr)	3025.20
B	Peso muestra SSS (gr)	3052.50
C	Peso en el agua de la muestra (gr)	1927.55
A/(B-C)	Peso Especifico Masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.69
B/(B-C)	PEM SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.71
A/(A-C)	PEA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.76
(B-A)/A x 100	% ABSORCION	0.90%
PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO		
A	Peso Molde (gr)	6859.00
B	Peso Molde + Muestra varillada (gr)	18220.33
C	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	7200.00
B-A/C	Peso Unitario Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.578
PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL AGREGADO GRUESO		
A	Peso Molde (gr)	6859.00
B	Peso Molde + Muestra (gr)	17239.00
C	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	7200.00
B-A/C	Peso Unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.442
PORCENTAJES DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO		
A	Peso Unitario Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.58
B	Peso específico del agregado grueso clasificado (gr/cm <sup>3</sup> )	2.69
B-A/B*100	Porcentaje de vacíos (%)	41.32%
PORCENTAJES DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO		
A	peso húmedo	3000.00
B	Peso seco	2989.00
(A-B)/B*100	Contenido de humedad (w%)	0.4%

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 46.** Ensayo de granulometría y curva granulométrica del Agregado grueso procedente de P14, Esperanza baja, Manuel Arévalo.

DATOS DE LA MUESTRA							
Coordenadas de Ubicación:	X = 714964	Y = 9106192			Tamaño Max. :	1"	
Procedencia :	P14 - Esperanza baja_Manuel Arevalo			Tamaño Max. Nominal :	3/4"		
Peso Inicial Seco :	5590.00 gr.			Peso que pasó :	5588.0 gr.		
% error :	0.04			Peso final seco :	5591 gr.		
Peso para corrección :	0.40 gr.						

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido. (gr)	Peso corregido (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037 Huso 67	
							Mínimo	Máximo
3"	75.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2"	50.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.000			0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000	71.0	71.4	1.3	1.3	98.7	90.0	100.0
1/2"	12.500	1832.0	1832.4	32.8	34.1	65.9	40.0	85.0
3/8"	9.500	1611.0	1611.4	28.8	62.9	37.1	20.0	55.0
Nº 4	4.750	1887.0	1887.4	33.8	96.7	3.3	0.0	10.0
Nº 8	2.360	171.0	171.4	3.1	99.7	0.3	0.0	5.0
Nº 16	1.180	0.0	0.4	0.0	99.7	0.3	0.0	0.0
Fondo		16.0	16.4	0.3	100.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>		<b>5588.0</b>	<b>5591</b>	<b>100</b>				

**Descripción de la Muestra**

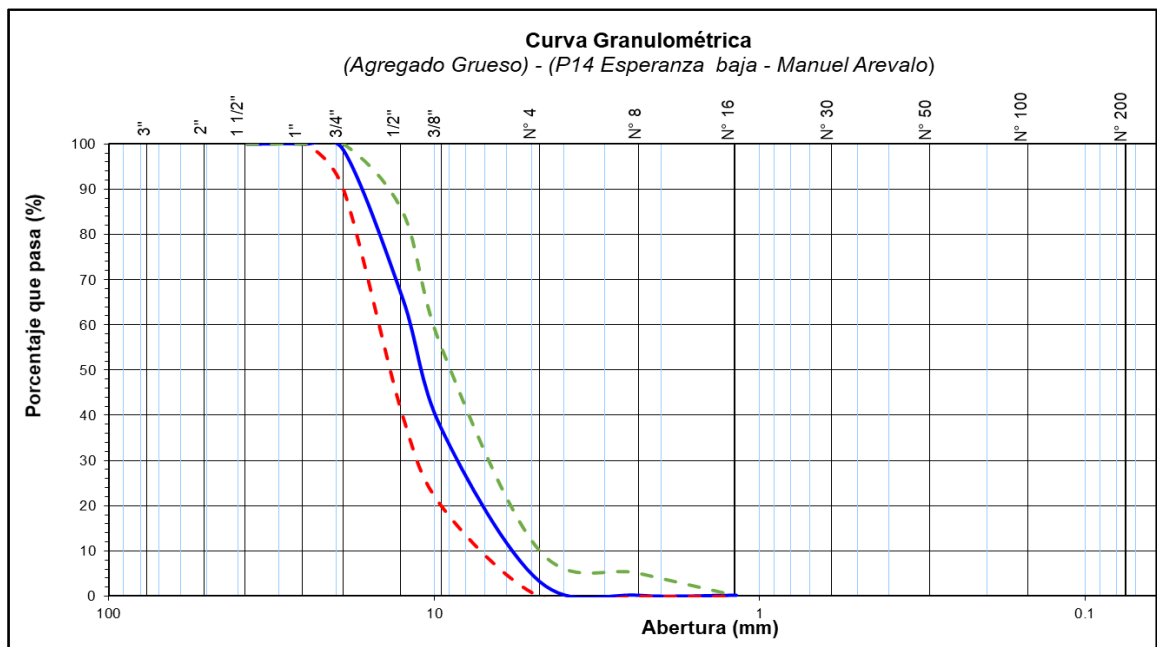
Muestreo realizado a pie de obra

**Características Físicas**

Módulo de Finura : 4.60

Mat.< Malla 200 : 0.3 %

Contenido de Humedad: 0.40 %



Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N.º 2.** Tablas de ensayos de resistencia a compresión de especímenes obtenidos en los diferentes puntos de muestreo del Distrito La Esperanza, validados por el anexo N.º3.

**TABLA 47.** Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días.

ROTURA A LOS 7 DIAS							
MUESTRA	ESPECIMEN	ELEMENTO	AREA (CM2)	PRESION (KN)	PRESION (Kg)	RESISTENCIA (KG/CM2)	PROMEDIO (KG/CM2)
P1	1.1	viga	78.54	66.20	6750.41	85.95	87.44
	1.1	viga	78.54	68.50	6984.95	88.94	
P2	2.1	columna	78.54	79.80	8137.21	103.61	104.44
	2.1	columna	78.54	81.08	8267.73	105.27	
P3	3.1	columna	78.54	83.40	8504.30	108.28	111.01
	3.1	columna	78.54	87.60	8932.57	113.73	
P4	4.1	columna	78.54	69.20	7056.32	89.84	91.71
	4.1	columna	78.54	72.07	7348.98	93.57	
P5	5.1	viga	78.54	57.03	5815.35	74.04	75.65
	5.1	viga	78.54	59.50	6067.22	77.25	
P6	6.1	columna	78.54	65.08	6636.21	84.49	86.52
	6.1	columna	78.54	68.20	6954.35	88.55	
P7	7.1	columna	78.54	73.09	7452.99	94.89	96.88
	7.1	columna	78.54	76.15	7765.02	98.87	
P8	8.1	viga	78.54	57.20	5832.68	74.26	76.60
	8.1	viga	78.54	60.80	6199.78	78.94	
P9	9.1	zapata	78.54	60.60	6179.38	78.68	75.46
	9.1	zapata	78.54	55.65	5674.63	72.25	
P10	10.1	viga	78.54	85.60	8728.63	111.14	119.96
	10.1	viga	78.54	99.20	10115.42	128.79	
P11	11.1	columna	78.54	21.20	2161.76	27.52	25.80
	11.1	columna	78.54	18.55	1891.54	24.08	
P12	12.1	columna	78.54	36.95	3767.79	47.97	50.37
	12.1	columna	78.54	40.65	4145.08	52.78	
P13	13.1	columna	78.54	57.40	5853.08	74.52	69.88
	13.1	columna	78.54	50.25	5123.99	65.24	
P14	14.1	columna	78.54	82.00	8361.54	106.46	107.63
	14.1	columna	78.54	83.80	8545.09	108.80	
P15	15.1	viga	78.54	111.40	11359.46	144.63	150.05
	15.1	viga	78.54	119.75	12210.91	155.47	
P16	16.1	zapata	78.54	71.05	7244.97	92.25	92.93
	16.1	zapata	78.54	72.10	7352.04	93.61	

**TABLA 48. Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días.**

ROTURA A LOS 14 DIAS							
MUESTRA	ESPECIMEN	ELEMENTO	AREA (CM2)	PRESION (KN)	PRESION (Kg)	RESISTENCIA (KG/CM2)	PROMEDIO (KG/CM2)
P1	1.1	viga	78.54	91.66	9346.73	119.01	121.07
	1.1	viga	78.54	94.85	9671.46	123.14	
P2	2.1	columna	78.54	110.49	11266.90	143.45	144.61
	2.1	columna	78.54	112.26	11447.62	145.76	
P3	3.1	columna	78.54	115.48	11775.18	149.93	153.70
	3.1	columna	78.54	121.29	12368.18	157.48	
P4	4.1	columna	78.54	95.82	9770.29	124.40	126.98
	4.1	columna	78.54	99.79	10175.51	129.56	
P5	5.1	viga	78.54	78.96	8052.02	102.52	104.74
	5.1	viga	78.54	82.38	8400.76	106.96	
P6	6.1	columna	78.54	90.11	9188.60	116.99	119.80
	6.1	columna	78.54	94.43	9629.11	122.60	
P7	7.1	columna	78.54	101.20	10319.52	131.39	134.14
	7.1	columna	78.54	105.44	10751.56	136.89	
P8	8.1	viga	78.54	75.00	7647.75	97.37	96.17
	8.1	viga	78.54	73.15	7459.11	94.97	
P9	9.1	zapata	78.54	80.50	8208.59	104.51	106.30
	9.1	zapata	78.54	83.25	8489.00	108.09	
P10	10.1	viga	78.54	98.05	9998.16	127.30	137.27
	10.1	viga	78.54	113.40	11563.40	147.23	
P11	11.1	columna	78.54	37.15	3788.19	48.23	47.29
	11.1	columna	78.54	35.70	3640.33	46.35	
P12	12.1	columna	78.54	55.70	5679.73	72.32	70.76
	12.1	columna	78.54	53.30	5435.00	69.20	
P13	13.1	columna	78.54	73.10	7454.01	94.91	96.17
	13.1	columna	78.54	75.05	7652.85	97.44	
P14	14.1	columna	78.54	102.40	10441.73	132.95	131.65
	14.1	columna	78.54	100.40	10237.79	130.35	
P15	15.1	viga	78.54	116.00	11828.52	150.61	153.14
	15.1	viga	78.54	119.90	12226.20	155.67	
P16	16.1	zapata	78.54	91.85	9365.94	119.25	120.55
	16.1	zapata	78.54	93.85	9569.88	121.85	

**TABLA 49.** Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.

ROTURA A LOS 28 DIAS							
MUESTRA	ESPECIMEN	ELEMENTO	AREA (CM <sup>2</sup> )	PRESION (KN)	PRESION (Kg)	RESISTENCIA (KG/CM <sup>2</sup> )	PROMEDIO (KG/CM <sup>2</sup> )
P1	1.1	viga	78.54	101.85	10385.25	132.23	134.53
	1.1	viga	78.54	105.38	10746.07	136.82	
P2	2.1	columna	78.54	122.77	12518.78	159.39	160.67
	2.1	columna	78.54	124.74	12719.58	161.95	
P3	3.1	columna	78.54	128.31	13083.54	166.58	170.78
	3.1	columna	78.54	134.77	13742.42	174.97	
P4	4.1	columna	78.54	106.46	10855.88	138.22	141.09
	4.1	columna	78.54	110.88	11306.12	143.95	
P5	5.1	viga	78.54	87.74	8946.69	113.91	116.38
	5.1	viga	78.54	91.54	9334.18	118.85	
P6	6.1	columna	78.54	100.12	10209.55	129.99	133.11
	6.1	columna	78.54	104.92	10699.01	136.22	
P7	7.1	columna	78.54	112.45	11466.13	145.99	149.05
	7.1	columna	78.54	117.15	11946.18	152.10	
P8	8.1	viga	78.54	83.33	8497.50	108.19	106.86
	8.1	viga	78.54	81.28	8287.90	105.52	
P9	9.1	zapata	78.54	89.44	9120.65	116.13	118.11
	9.1	zapata	78.54	92.50	9432.23	120.09	
P10	10.1	viga	78.54	108.94	11109.07	141.45	152.52
	10.1	viga	78.54	126.00	12848.22	163.59	
P11	11.1	columna	78.54	41.28	4209.10	53.59	52.55
	11.1	columna	78.54	39.67	4044.81	51.50	
P12	12.1	columna	78.54	61.89	6310.81	80.35	78.62
	12.1	columna	78.54	59.22	6038.89	76.89	
P13	13.1	columna	78.54	81.22	8282.23	105.45	106.86
	13.1	columna	78.54	83.39	8503.17	108.27	
P14	14.1	columna	78.54	113.78	11601.92	147.72	146.28
	14.1	columna	78.54	111.56	11375.32	144.84	
P15	15.1	viga	78.54	128.89	13142.80	167.34	170.15
	15.1	viga	78.54	133.22	13584.67	172.97	
P16	16.1	zapata	78.54	102.06	10406.61	132.50	133.94
	16.1	zapata	78.54	104.28	10633.21	135.39	



**ANEXO N.º 3.** Certificado de ensayos en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte, sede San Isidro.



## CERTIFICADO

### DE ENSAYOS EN LABORATORIOS

El que suscribe, Diomedes Ower Carnero Chávez, hace constar por medio de la presente que la Sra. Vera Ballena Liz Marisol identificado con D.N.I N° 46304114 y el Sr. Rodriguez Córdor Franklin Olid identificado con D.N.I N° 42024002, han realizado los ensayos de análisis granulométrico, contenido de humedad, peso unitario suelto y compactado, peso específico, absorción, elaboración de probetas, además de resistencia a compresión y flexión en las instalaciones del laboratorio de *Concreto y estructuras* de esta universidad, requeridos para la tesis **"VALUACIÓN DE SIKACEM PLASTIFICANTE PARA MEJORAR LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS INFORMALES EN EL DISTRITO LA ESPERANZA, TRUJILLO"**; los resultados obtenidos se encuentran registrados en nuestro archivo.

Se expide esta certificación a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente

Trujillo, 06 de Junio de 2020



Diomedes O. Carnero Chávez  
Asistente de Laboratorio

ANEXO N.º 4. Informes de ensayos de resistencia a compresión de testigos cilíndricos en  
el laboratorio Quality Control Express S.A.C. – Trujillo.



INFORME DE ENSAYO N° 0379-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 02/07/2020

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR / LIZ MARISOL VERA BALLENA

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (1000ML)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210-S1000 (7)	210	04/06/2020	02/07/2020	28	10.1	80.12	30299	378	180%	2
C210-S1000 (8)	210	04/06/2020	02/07/2020	28	10.1	80.12	28833	360	171%	2
C210-S1000 (9)	210	04/06/2020	02/07/2020	28	10.1	80.12	29919	373	178%	1
Promedio								370	176%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCDI2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0378-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 02/07/2020

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR / LIZ MARISOL VERA BALLENA  
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 ID MUESTRA : CONCRETO FC = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (500ML)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210-S500 (7)	210	04/06/2020	02/07/2020	28	10.1	80.12	30436	380	181%	1
C210-S500 (8)	210	04/06/2020	02/07/2020	28	10.1	80.12	29380	367	175%	1
C210-S500 (9)	210	04/06/2020	02/07/2020	28	10.1	80.12	30604	382	182%	2
Promedio								376	179%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>c</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001L/CD/2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.

  
 -----  
 Carla Evelin Vargas Torbio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0371-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 01/07/2020

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR / LIZ MARISOL VERA BALLENA  
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (250ML)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210-S250 (7)	210	03/06/2020	01/07/2020	28	10.1	80.12	30854	385	183%	1
C210-S250 (8)	210	03/06/2020	01/07/2020	28	10.1	80.12	29160	364	173%	2
C210-S250 (9)	210	03/06/2020	01/07/2020	28	10.1	80.12	30411	380	181%	2
<b>Promedio</b>								<b>376</b>	<b>179%</b>	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>c</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCDV2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0370-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 01/07/2020

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR / LIZ MARISOL VERA BALLENA  
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'c = 210 KG/CM2

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
CP210 (7)	210	03/06/2020	01/07/2020	28	10.1	80.12	29327	366	174%	1
CP210 (8)	210	03/06/2020	01/07/2020	28	10.1	80.12	28702	358	170%	2
CP210 (9)	210	03/06/2020	01/07/2020	28	10.1	80.12	29715	371	177%	1
<b>Promedio</b>								<b>365</b>	<b>174%</b>	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCDV2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0325-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 18/06/2020

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR / LIZ MARISOL VERA BALLENA  
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 ID MUESTRA : CONCRETO FC = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (1000ML)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	Fc (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210-S1000 (4)	210	04/06/2020	18/06/2020	14	10.1	80.12	23050	287	137%	2
C210-S1000 (5)	210	04/06/2020	18/06/2020	14	10.1	80.12	24491	306	146%	1
C210-S1000 (6)	210	04/06/2020	18/06/2020	14	10.1	80.12	25712	321	153%	1
Promedio								305	145%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (Fc), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001L, CV2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.



Carla Evelin Vargas Torbio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe







## INFORME DE ENSAYO N° 0324-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 18/06/2020

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR / LIZ MARISOL VERA BALLENA

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (500ML)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210-S500 (4)	210	04/06/2020	18/06/2020	14	10.1	80.12	23704	296	141%	1
C210-S500 (5)	210	04/06/2020	18/06/2020	14	10.1	80.12	24564	307	146%	2
C210-S500 (6)	210	04/06/2020	18/06/2020	14	10.1	80.12	25321	316	150%	1
Promedio								306	146%	

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001L.CD2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-081-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0323-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 17/06/2020

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR / LIZ MARISOL VERA BALLENA

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (250ML)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210-S250 (4)	210	03/06/2020	17/06/2020	14	10.1	80.12	23613	295	140%	4
C210-S250 (5)	210	03/06/2020	17/06/2020	14	10.1	80.12	22297	278	132%	2
C210-S250 (6)	210	03/06/2020	17/06/2020	14	10.1	80.12	23770	297	141%	1
Promedio								290	138%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001LCD/2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Torbio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0322-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 17/06/2020

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR / LIZ MARISOL VERA BALLENA  
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 ID MUESTRA : CONCRETO PATRON FC = 210 KG/CM2

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	Fc (kg/cm2)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
CP210 (4)	210	03/06/2020	17/06/2020	14	10.1	80.12	21561	269	128%	2
CP210 (5)	210	03/06/2020	17/06/2020	14	10.1	80.12	23458	293	140%	1
CP210 (6)	210	03/06/2020	17/06/2020	14	10.1	80.12	23212	290	138%	1
Promedio								284	135%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (Fc), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001L, CD/2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
 -----  
 Carla Evelin Vargas Torbio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0307-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 11/06/2020

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR / LIZ MARISOL VERA BALLENA  
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 ID MUESTRA : CONCRETO FC = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (1000ML)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210-S1000 (1)	210	04/06/2020	11/06/2020	7	10.1	80.12	15184	190	90%	2
C210-S1000 (2)	210	04/06/2020	11/06/2020	7	10.1	80.12	14832	185	88%	2
C210-S1000 (3)	210	04/06/2020	11/06/2020	7	10.1	80.12	15649	195	93%	1
Promedio								190	90%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>c</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001L, CDV2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.



Carla Evelin Vargas Torbio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0306-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 11/06/2020

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR / LIZ MARISOL VERA BALLENA  
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (500ML)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210-S500 (1)	210	04/06/2020	11/06/2020	7	10.1	80.12	17178	214	102%	1
C210-S500 (2)	210	04/06/2020	11/06/2020	7	10.1	80.12	16780	209	100%	2
C210-S500 (3)	210	04/06/2020	11/06/2020	7	10.1	80.12	17465	218	104%	2
Promedio								214	102%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001L, CV2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.



Carla Evelin Vargas Torbio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 0305-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 10/06/2020

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR / LIZ MARISOL VERA BALLENA  
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + SIKACEM 1 (250ML)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	Fc (kg/cm2)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210-S250 (1)	210	03/06/2020	10/06/2020	7	10.1	80.12	17159	214	102%	2
C210-S250 (2)	210	03/06/2020	10/06/2020	7	10.1	80.12	18559	232	110%	1
C210-S250 (3)	210	03/06/2020	10/06/2020	7	10.1	80.12	16840	210	100%	4
Promedio								219	104%	

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>c</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001LCD2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe





## INFORME DE ENSAYO N° 0304-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 10/06/2020

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : FRANKLIN OLID RODRIGUEZ CONDOR / LIZ MARISOL VERA BALLENA

PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'c = 210 KG/CM2

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
CP210 (1)	210	03/06/2020	10/06/2020	7	10.1	80.12	20107	251	120%	2
CP210 (2)	210	03/06/2020	10/06/2020	7	10.1	80.12	19612	245	117%	2
CP210 (3)	210	03/06/2020	10/06/2020	7	10.1	80.12	20771	259	123%	1
Promedio								252	120%	

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001L.CD/2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



ANEXO N.º 5. Panel fotográfico.



*Foto. 1: Verificación de asentamiento, 8.25” en obra – P7*



*Foto. 2: Ensayo de concreto fresco en obra - P15*



*Foto. 3: Ensayo de asentamiento en el sector Jerusalén*



*Foto. 4: Verificación de vaciado de zapatas con concreto muy fluido, con adición de piedra mediana.*



*Foto. 5: Verificación de concreto fresco preparado manualmente para columnas, en primer nivel de vivienda.*



*Foto. 6: Verificación de Slump, concreto para columnas en el sector Santa Verónica.*



*Foto. 7: Verificación en cantera del agregado fino listo para ser comercializado*



*Foto. 8: Sustracción en cantera de muestra de agregado grueso para ser analizado en laboratorio.*



*Foto. 9: Análisis granulométrico de agregado grueso, en laboratorio de concreto de la UPN, San Isidro.*



*Foto. 10: Análisis granulométrico de agregado fino, en laboratorio de concreto de la UPN, San Isidro.*



*Foto. 11: Peso unitario compactado de agregado grueso, en laboratorio de concreto de la UPN, San Isidro.*



*Foto. 12: Análisis físico de agregado fino, en laboratorio de concreto de la UPN, San Isidro.*



*Foto. 13: Ensayo de resistencia a compresión de probetas, en laboratorio de concreto de la UPN, San Isidro.*



*Foto. 14: Verificando el tipo de fallas producto de la rotura de probetas, en laboratorio de concreto de la UPN, San Isidro.*



*Foto. 14: probetas ensayadas, en laboratorio de concreto de la UPN, San Isidro.*



*Foto. 14: Curado probetas y rotura en la prensa en laboratorio de concreto de la UPN, San Isidro.*





*Foto. 15: Preparación de concreto patrón, ensayo de Slump y conformación de probetas.*



*Foto. 16: Temperatura y peso unitario del concreto.*



*Foto. 17: Verificación de prensa para ensayo de resistencia a compresión en laboratorio QCE.*



*Foto. 18: Ensayo de resistencia a compresión de probetas en laboratorio QCE.*

**ANEXO N.º 6. Ficha técnica del cemento Mochica azul tipo I.**



Con respaldo  
**Pacasmayo**

**DESCRIPCIÓN**

Cemento Portland Tipo MS, con una fórmula exclusiva que garantiza mayor resistencia química y moderada resistencia a los sulfatos.

**ATRIBUTOS**

**ANTISALITRE**  
Resistencia a los suelos húmedos y salitrosos.

**RESISTENCIA A SULFATOS**  
Adecuada durabilidad en obra expuestas a contenidos de sulfatos.

**USOS**

Recomendado para estructuras en contacto con ambientes y suelos húmedos y salitrosos

 El agua en la mezcla, utilizando la menor cantidad posible.

 Uniformemente la mezcla dentro del molde o encofrado evitando que caiga libremente desde gran altura, compactar adecuadamente mediante varillado o vibración.

 Durante un periodo mínimo de 7 días manteniendo la superficie del concreto húmeda y protegida de temperaturas y condiciones ambientales extremas.



**RECOMENDACIONES**

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

 Utilizar agregados y materiales certificados y de buena calidad.

 Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.

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

**Pacasmayo**

**ANEXO N.º 7. Ficha técnica del aditivo sikacem plastificante.**



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# SikaCem® Plastificante

ADITIVO PLASTIFICANTE Y REDUCTOR DE AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce la cantidad de agua en aproximadamente un 10 % incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.

### USOS

SikaCem® Plastificante es recomendable para:

- Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)
- Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

#### En el hormigón fresco:

- Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.
- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado de un 10 % aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación.

#### En el hormigón endurecido:

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden del 10 al 15%, contra testigo.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
Empaques	• Envase PET x 4 L • Balde x 20 L
Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
Densidad	1.20 +/- 0.01

Hoja De Datos Del Producto  
SikaCem® Plastificante  
Junio 2019, Versión 01.01  
02130201100000829

1 / 2

---

## INFORMACIÓN TÉCNICA

---

### Guía de Vaciado de Concreto

Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plastificante al pastón y complete con la menor cantidad de agua hasta lograr la fluidez requerida.

Para asegurar la homogeneidad del hormigón o mortero, se recomienda mezclar durante 3 minutos adicionales luego de incorporar todos los materiales componentes a la mezcladora.

Para mejorar el desempeño de morteros y hormigones se recomienda mantener la dosificación y proporción de los materiales componentes, Utilizar la menor cantidad de agua de mezclado hasta alcanzar la fluidez necesaria para la obra.

Cuidar que se cumplan las correctas condiciones de elaboración, colocación, compactación y curado.

La sobre-dosificación de SikaCem® Plastificante puede causar retardo de fragüe.

El desempeño de los aditivos pueden variar si se modifican los materiales componentes o sus cantidades.

---

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

---

### Dosificación Recomendada

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
  - Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
- 

## LIMITACIONES

Temperatura Sustrato +5°C mín. / +30°C máx.  
Temperatura Ambiente +5°C mín. / +30°C máx.

## NOTAS

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

## RESTRICCIONES LOCALES

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

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

## NOTAS LEGALES

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

ANEXO N.º 8. Hoja de seguridad del aditivo sikacem plastificante.

Hoja de Seguridad no sujeta a control de actualización  
Edición N°2

Revisión : 23/03/15  
Impresión : 23/03/15  
Sika Cem Plastificante 1/5

## Hoja de Seguridad

según Directiva 91/155/EEC y Norma ISO 11014-1  
(ver Instrucciones en Anexo de 93/112/EEC)

Construcción

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA

#### Identificación del producto

Nombre comercial:  
**Sika® Cem Plastificante**

Usos recomendados:  
Aditivo para concreto / Superplastificante

#### Información del Fabricante / Distribuidor

Fabricante / Distribuidor	Sika Perú S.A.
Dirección	Centro Industrial "Las Praderas de Lurín" S/N Mz. "B" Lote 5 y 6
Código postal y ciudad	Lima 16 – Lurín
País	Perú
Número de teléfono	(51 1) 618 –6080
Telefax	(51 1) 618-6070

### 2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

#### Descripción Química

Solución acuosa conteniendo un polímero nafténico

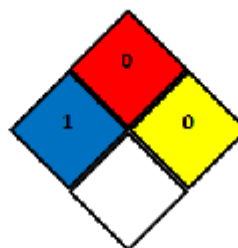
#### Componentes Peligrosos

Designación según Directiva 67/548/EEC

Número CAS	Concentración	Símbolo de Peligro	Frases R
Formaldehido 50-00-0	< 1%	T	23/24/25/34/37/40/ 43
			Frases S
			2/20/21/24/26/28/3 6/37/39/45/46/51

### 3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

#### Identificación de Riesgos de Materiales según NFPA



Salud: 1

Inflamabilidad: 0

Reactividad :0

Ver capítulo 11 y 12

Sika Perú S.A., Centro Industrial "Las Praderas de Lurín" s/n Mz "B" Lotes 5 y 6 - Lurín  
Tel: (51-1) 618-6060 / Fax: (51-1) 618-6070 / Web: [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

BUILDING TRUST







Hoja de Seguridad no sujeta a control de actualización  
Edición N°2

Revisión : 23/03/15  
Impresión : 23/03/15  
Sika Cem Plastificante 2/5

#### 4. PRIMEROS AUXILIOS

##### Instrucciones Generales

Facilitar siempre al médico la hoja de seguridad.

##### En caso de inhalación

Procurar aire fresco

Si se sienten molestias, acudir al médico

##### En caso de contacto con la piel

Si se presentan síntomas de irritación, acudir al médico.

##### En caso de contacto con los ojos

Lavar los ojos afectados inmediatamente con agua abundante durante 15 minutos.

Tratamiento médico necesario.

##### En caso de ingestión

No provocar el vómito

Requerir inmediatamente ayuda médica

#### 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

##### Medios de extinción adecuados

Elegir los medios de extinción según el incendio circundante.

##### Medios de extinción que no deben utilizarse por razones de seguridad

N.A.

##### Riesgos específicos que resultan de la exposición a la sustancia, sus productos de combustión y gases producidos

En caso de incendio puede(n) desprenderse:

- | Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)
- | Oxidos de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)
- | Amoniac (NH<sub>3</sub>)

##### Equipo de protección para el personal de lucha contra incendios

Usar equipo respiratorio autónomo

##### Indicaciones adicionales

- Refrigerar con agua pulverizada los recipientes en peligro
- Los restos de incendio así como el agua de extinción contaminada, deben eliminarse según las normas locales en vigor.

#### 6. MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

##### Precauciones individuales

Procurar ventilación suficiente.

##### Medidas de protección del medio ambiente

- En caso de penetración en cursos de agua, el suelo o los desagües, avisar a las autoridades competentes.

##### Métodos de limpieza

- Recoger con materiales absorbentes adecuados.
- Tratar el material recogido según se indica en el apartado "eliminación de residuos".
- Eliminar los residuos con agua.

Construcción

Hoja de Seguridad no sujeta a control de actualización  
Edición N°2

Revisión : 23/03/15  
Impresión : 23/03/15  
Sika Cem Plastificante 3/5

## 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Temperatura autoinflamación	N.A.	
-----------------------------	------	--

### Manipulación

Indicaciones para manipulación sin peligro

Ver capítulo 8 / Equipo de protección personal

### Indicaciones para la protección contra incendios y explosión

No aplicable.

### Almacenamiento

#### Exigencias técnicas para almacenes y recipientes

- Mantener los recipientes herméticamente cerrados y guardarlos en un sitio fresco y bien ventilado.

#### Indicaciones para el almacenamiento conjunto

- Manténgalo alejado de alimentos, bebidas y comida para animales.

#### Información adicional relativa al almacenamiento

- Proteger de las heladas
- Proteger de temperaturas elevadas y de los rayos solares directos.

## 8. LÍMITES DE EXPOSICIÓN Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL

### Protección personal

#### Medidas generales de protección e higiene

- No respirar los vapores.
- Preveer una ventilación suficiente o escape de gases en el área de trabajo.
- No fumar, ni comer o beber durante el trabajo.
- Lavarse las manos antes de los descansos y después del trabajo.

#### Protección respiratoria

N.A.

#### Protección de las manos

- Guantes de caucho.

#### Protección de los ojos

- Gafas protectoras.

#### Protección comoral

- Ropa de trabajo.



## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

### Aspecto

Estado Físico	Líquido
Color	Marrón oscuro
Olor	Característico

### Datos significativos para la seguridad

		Método
Punto de ebullición	> 100°C	
Punto de inflamación	N.A.	

Sika Perú S.A., Centro Industrial "Las Praderas de Lurín" s/n Mz "B" Lotes 5 y 6 - Lurín  
Tel: (51-1) 618-6060 / Fax: (51-1) 618-6070 / Web: [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

BUILDING TRUST



