



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, ELABORADO POR MAESTROS DE OBRA, EN LA AUTOCONSTRUCCIÓN DE LOSAS ALIGERADAS PARA VIVIENDAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Ennio Lincoln Osorio Loyola

Asesor:

Ing. Manuel Jesús Salas Paulet

Lima - Perú

2021

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Manuel Jesús Salas Paulet, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis del estudiante:

- Osorio Loyola Ennio Lincoln

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “Alternativa para mejorar la resistencia a compresión del concreto, elaborado por Maestros de Obra, en la autoconstrucción de Losas Aligeradas para viviendas del distrito de San Juan de Lurigancho” para aspirar al título profesional de: **Ingeniero Civil** por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. /Lic. /Mg. /Dr. Jorge Luis Albán Contreras
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos

Jurado

Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos

Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos

Jurado

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida.

A mi padre Apolonio y a mi madre Teodolinda, quienes son los principales responsables de forjarme un camino y dirigirme por el sendero correcto, por su sacrificio, por sus enseñanzas y motivación constante.

A mis hermanos, quienes me apoyaron constantemente brindándome soporte y cariño.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte, por la formación académica brindada durante mi etapa
universitaria.

A mi asesor, Ing. Manuel Jesús Salas Paulet, por su enseñanza y tiempo para guiarme en la
realización de esta tesis.

INDICE DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	I
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Objetivos	19
1.3.1. Objetivo General	19
1.3.2. Objetivos Específicos	19
1.4. Hipótesis.....	20
1.4.1. Hipótesis General	20
1.4.2. Hipótesis Específicas	20
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	21
2.1. Tipo de investigación.....	21
2.2. Diseño de investigación.....	21
2.3. Población y Muestra	22
2.3.1. Población	22
2.3.2. Muestra	22
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	23
2.5. Procedimiento.....	24
2.6. Aspectos Éticos	32
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	33
3.1. Resultados de Entrevista	33

3.2. Resultados de Revisión sistemática.....	45
3.3. Resultados adicionales	92
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	95
4.1. Discusión	95
4.1.1. Frente a las Hipótesis Planteadas	95
4.1.2. Frente a la Revisión Sistemática	97
4.2. Conclusiones	99
REFERENCIAS.....	103
ANEXOS	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación de Aditivos según Norma Técnica Peruana 334.088</i>	10
Tabla 2 <i>Proporción típica de elementos que conforman el concreto</i>	13
Tabla 3 <i>Propiedades de los materiales para el Diseño de Mezcla</i>	18
Tabla 4 <i>Tipos de Investigación</i>	21
Tabla 5 <i>Diseño de Investigación</i>	22
Tabla 6 <i>Técnicas en Instrumentos de recolección de Datos</i>	23
Tabla 7 <i>Dosificación de concreto en obra por Maestros de obra</i>	25
Tabla 8 <i>Cantidad de herramientas para 1m³ de agregado</i>	26
Tabla 9 <i>Cálculo de relación agua cemento en Obra</i>	27
Tabla 10 <i>Selección de la resistencia a compresión requerida</i>	28
Tabla 11 <i>Principales plataformas de búsqueda virtual</i>	30
Tabla 12 <i>Fuentes principales sobre uso de Aditivo Súper Plastificante</i>	31
Tabla 13 <i>Nombre de los Maestros de Obra</i>	33
Tabla 14 <i>Años de experiencia en Albañilería</i>	34
Tabla 15 <i>Conocimiento del Significado de Resistencia a Compresión</i>	35
Tabla 16 <i>Cantidad de materiales para Elaboración de Concreto en Obra</i>	36
Tabla 17 <i>Uso de misma proporción para concreto en columnas</i>	37
Tabla 18 <i>Uso de aditivo súper plastificante en el concreto</i>	38
Tabla 19 <i>Método utilizado para mezcla de concreto</i>	39
Tabla 20 <i>Método utilizado para mezcla de concreto</i>	40
Tabla 21 <i>Respuesta sobre el Curado de Losa Aligerada</i>	41
Tabla 22 <i>Número de Losas Aligeradas en un mes</i>	42
Tabla 23 <i>Maestros de Obra que usarían una Tabla de dosificaciones</i>	43
Tabla 24 <i>Selección de la resistencia a la compresión requerida</i>	44
Tabla 25 <i>Características físicas de los agregados – Fuente 1</i>	45
Tabla 26 <i>Diseño de mezcla resultante para $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$</i>	45
Tabla 27 <i>Dosificación de aditivo súper plastificante</i>	46
Tabla 28 <i>Cantidad de Agua para concreto con aditivo</i>	46
Tabla 29 <i>Características físicas de los agregados – Fuente 2</i>	47
Tabla 30 <i>Diseño de mezcla resultante para $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$</i>	48
Tabla 31 <i>Diseño de mezcla para $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo al 0.7%</i>	48
Tabla 32 <i>Diseño de mezcla para $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo al 1.4%</i>	48
Tabla 33 <i>Características físicas de los agregados – Fuente 3</i>	49
Tabla 34 <i>Resistencia por cantidad de aditivo súper plastificante</i>	50
Tabla 35 <i>Resistencia a la compresión promedio</i>	50
Tabla 36 <i>Características físicas de los agregados – Fuente 4</i>	51
Tabla 37 <i>Resistencia a la compresión promedio</i>	51
Tabla 38 <i>Características físicas de los agregados – Fuente 5</i>	52
Tabla 39 <i>Resistencia a la compresión promedio</i>	52

Tabla 40 Características físicas de los agregados – Fuente 6	53
Tabla 41 Resistencia a la compresión promedio	53
Tabla 42 Porcentaje de incremento del $F'c$ del concreto con aditivo - 7 días	61
Tabla 43 Porcentaje de incremento del $F'c$ del concreto con aditivo - 28 días	65
Tabla 44 Cálculo de las propiedades de los materiales.....	68
Tabla 45 Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 1.....	70
Tabla 46 Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 1.....	72
Tabla 47 Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 2.....	73
Tabla 48 Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 2.....	75
Tabla 49 Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 3.....	75
Tabla 50 Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 3.....	77
Tabla 51 Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 4.....	78
Tabla 52 Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 4.....	80
Tabla 53 Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 5.....	80
Tabla 54 Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 5.....	82
Tabla 55 Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 6.....	83
Tabla 56 Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 6.....	85
Tabla 57 Resumen de dosificaciones para concreto con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	86
Tabla 58 Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 2.....	87
Tabla 59 Cantidad de Aditivo por bolsa de cemento	87
Tabla 60 Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 2.....	90
Tabla 61 Dosificación de materiales para 1m^3 de concreto	93
Tabla 62 Costo unitario en 1m^3 de concreto sin aditivo súper plastificante	93
Tabla 63 Costo unitario en 1m^3 de concreto con aditivo súper plastificante	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Corte transversal de Losa Aligerada típica.....	12
Figura 2: Probeta de concreto cilíndrica	14
Figura 3: Esquema sobre el Procedimiento de Recolección y Análisis de Datos	25
Figura 4: Representación porcentual años de experiencia en Albañilería	34
Figura 5: Representación porcentual conocimiento de Resistencia a Compresión del concreto	35
Figura 6: Representación porcentual sobre el uso concreto en columnas.....	37
Figura 7: Representación porcentual sobre el uso de aditivo súper plastificante en Obra.....	38
Figura 8: Representación porcentual método de mezclado para concreto en Losas Aligeradas.....	39
Figura 9: Representación porcentual método de mezclado para concreto en columnas.....	40
Figura 10: Representación porcentual del método de curado del concreto.....	41
Figura 11: Representación porcentual de la elaboración de Losas Aligeradas en un mes.....	42
Figura 12: Representación porcentual del uso de una Tabla de dosificaciones.....	44
Figura 13: Cantidad de agua con y sin aditivo súper plastificante.....	47
Figura 14: Peso Específico del agregado Fino tomado de las fuentes de estudio	54
Figura 15: Peso Específico del agregado Grueso tomado de las fuentes de estudio	54
Figura 16: Peso Unitario Suelto del agregado Fino tomado de las fuentes de estudio.....	55
Figura 17: Peso Unitario Suelto del agregado Fino tomado de las fuentes de estudio.....	55
Figura 18: Peso Unitario Compactado del agregado Fino tomado de las fuentes de estudio.	56
Figura 19: Peso Unitario Compactado del agregado grueso tomado de las fuentes de estudio.	56
Figura 20: Contenido de Humedad del Agregado Fino tomado de las fuentes de estudio.....	57
Figura 21: Contenido de Humedad del Agregado Grueso tomado de las fuentes de estudio	57
Figura 22: Resistencia a Compresión del concreto sin aditivo en 7 días de fraguado.....	58
Figura 23: Resistencia a Compresión del concreto sin aditivo en 14 días de fraguado.....	58
Figura 24: Resistencia a Compresión del concreto sin aditivo en 28 días de fraguado.....	59
Figura 25: Resistencia a Compresión del concreto con aditivo en 7 días de fraguado	60
Figura 26: Resistencia a Compresión del concreto con aditivo en 14 días de fraguado.	60
Figura 27: Resistencia a Compresión del concreto con aditivo en 28 días de fraguado.	60
Figura 28: Variación de la resistencia a compresión del concreto empleando diferentes % de aditivo	61
Figura 29: Variación de $F'c$ del concreto al emplear aditivo súper plastificante – Fuente 1	62
Figura 30: Variación de $F'c$ del concreto al emplear aditivo súper plastificante – Fuente 2.....	62
Figura 31: Variación de $F'c$ del concreto al emplear aditivo súper plastificante – Fuente 3	63
Figura 32: Variación de $F'c$ del concreto al emplear aditivo súper plastificante – Fuente 4	63
Figura 33: Variación de $F'c$ del concreto al emplear aditivo súper plastificante – Fuente 5.....	64
Figura 34: Variación de $F'c$ del concreto al emplear aditivo súper plastificante – Fuente 6.....	64
Figura 35: Variación de $F'c$ del concreto a los 28 días con aditivo súper plastificante – Fuente 1.....	66
Figura 36: Variación de $F'c$ del concreto a los 28 días con aditivo súper plastificante – Fuente 2.....	66
Figura 37: Variación de $F'c$ del concreto a los 28 días con aditivo súper plastificante – Fuente 3.....	66
Figura 38: Variación de $F'c$ del concreto a los 28 días con aditivo súper plastificante – Fuente 4.....	67

Figura 39: Variación de $F'c$ del concreto a los 28 días con aditivo súper plastificante – Fuente 5.....	67
Figura 40: Variación de $F'c$ del concreto a los 28 días con aditivo súper plastificante – Fuente 6.....	68
Figura 41: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 1	71
Figura 42: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales – Fuente 1.....	71
Figura 43: Proporción y Peso corregido por humedad en obra – Fuente 1.....	72
Figura 44: Proporción final de Materiales – Fuente 1	72
Figura 45: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 2	73
Figura 46: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales – Fuente 2.....	74
Figura 47: Proporción y Peso corregido por humedad en obra – Fuente 2.....	74
Figura 48: Proporción final de Materiales – Fuente 2	74
Figura 49: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 3	76
Figura 50: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales – Fuente 3.....	76
Figura 51: Proporción y Peso corregido por humedad en obra – Fuente 3.....	77
Figura 52: Proporción final de Materiales – Fuente 3	77
Figura 53: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 4	78
Figura 54: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales – Fuente 4.....	79
Figura 55: Proporción y Peso corregido por humedad en obra – Fuente 4.....	79
Figura 56: Proporción final de Materiales – Fuente 4	79
Figura 57: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 5	81
Figura 58: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales – Fuente 5.....	81
Figura 59: Proporción y Peso corregido por humedad en obra – Fuente 5.....	82
Figura 60: Proporción final de Materiales – Fuente 5	82
Figura 61: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 6	83
Figura 62: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales – Fuente 6.....	84
Figura 63: Proporción y Peso corregido por humedad en obra – Fuente 6.....	84
Figura 64: Proporción final de Materiales – Fuente 6	84
Figura 65: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 2 con aditivo	88
Figura 66: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales Fuente 2 con aditivo	89
Figura 67: Proporción y Peso corregido por humedad en obra - Fuente 2 con aditivo.....	89
Figura 68: Proporción final de Materiales - Fuente 2 con aditivo	89
Figura 69: Dosificación de concreto para Maestros de Obra	91
Figura 70: Procedimiento de Mezclado mecánico para elaboración de concreto en Obra	92

RESUMEN

En el distrito de San Juan de Lurigancho los Maestros de Obra elaboran un concreto cuya resistencia a la compresión no supera el mínimo valor de 175 kg/cm^2 establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Este valor de resistencia se da en obra debido al uso excesivo de agua con el único fin de obtener un concreto trabajable. En consecuencia, el objetivo del presente estudio es obtener un Diseño de Mezcla con aditivo súper plastificante el cual permite obtener concretos trabajables sin necesidad de alterar la relación agua/cemento; además, este Diseño será de fácil entendimiento para un Maestro de Obra que requiera un volumen considerable de concreto, en este caso para una Losa Aligerada, cuya resistencia a compresión sea igual o ligeramente superior a los 175 kg/cm^2 . La metodología de esta investigación se ha desarrollado, según la fuente de información, mediante una entrevista y revisión sistemática con diseño no experimental; por lo que se realizó una encuesta a 20 Maestros de Obra con el fin de conocer la resistencia a compresión del concreto elaborado in situ. Así mismo, la revisión sistemática sirvió para encontrar los valores de las propiedades de los materiales que son necesarios para iniciar el Diseño de Mezcla por el método del ACI 211. Finalmente, a partir del Diseño de Mezcla de concreto con aditivo súper plastificante se elaboró una Tabla de dosificaciones cuya cantidad de materiales se expresa, para el fácil entendimiento, en lampadas; además, en base a los requerimientos vistos en Obra se planteó una Tabla que muestra el procedimiento para la elaboración del concreto. Esto lleva a concluir que a partir del uso de estas Tablas los Maestros de Obra lograrán obtener un concreto resistente basado en la Normativa.

Palabras claves: Autoconstrucción, aditivo súper plastificante, diseño de mezcla, losa aligerada.

ABSTRACT

In the district of San Juan de Lurigancho, the Construction Masters elaborate a concrete whose resistance to compression does not exceed the minimum value of 175 kg/cm^2 established in the National Building Regulations. This resistance value occurs on site due to the excessive use of water for the sole purpose of obtaining a workable concrete. Consequently, the objective of this study is to obtain a Mix Design with a super plasticizer additive which allows us to obtain workable concretes without the need to alter the water / cement ratio; Furthermore, this Design will be easy to understand for a Site Master who requires a considerable volume of concrete, in this case for a Lightened Slab, whose compressive strength is equal to or slightly higher than 175 kg/cm^2 . The methodology of this research has been developed, depending on the source of information, through an interview and systematic review with a non-experimental design; for this reason, a survey was carried out with 20 Construction Masters in order to know the compressive strength of the concrete made in situ. Likewise, the systematic review served to find the values of the properties of the materials that are necessary to start the Mix Design by the ACI 211 method. Finally, from the Concrete Mix Design with super plasticizer additive, it was elaborated A Table of dosages whose quantity of materials is expressed, for easy understanding, in lamps; In addition, based on the requirements seen in the Work, a Table was proposed that shows the procedure for the preparation of concrete. This leads to the conclusion that from the use of these Tables the Construction Masters will be able to obtain a resistant concrete based on the Regulations.

Keywords: Self-construction, super plasticizer additive, mix design, lightened slab.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La Cámara de Comercio de Lima (CCL, 2019), establece que el sector construcción en el Perú es el quinto sector que más contribuye a la economía del país ya que representa el 5.1 % del PBI total, este análisis no solo hace referencia a obras de gran envergadura ejecutadas por el sector público, también se enfoca en la construcción de viviendas unifamiliares en los diversos distritos, provincias y regiones del Perú.

Una vivienda representa un bien básico para toda persona, lo cual implica que mientras la tasa de crecimiento poblacional aumenta, la demanda en cuanto a construcción de viviendas también seguirá la misma línea. Sin embargo, para cubrir esta demanda un 70% de la población limeña hace uso de la autoconstrucción, así lo evidencia la Cámara de Comercio de Lima (CCL, 2017).

La autoconstrucción de viviendas de albañilería en el distrito más poblado de Lima se evidencia claramente en la cantidad de Licencias de Construcción otorgadas por la Municipalidad de San Jun de Lurigancho; ya que, solo se aceptaron 276 licencias para la construcción de viviendas unifamiliares en el año 2017 (INEI, 2019)

Además, la autoconstrucción trae consigo el aumento de la informalidad, procesos constructivos deficientes y viviendas estructuralmente vulnerables. En ese contexto, el concreto como material principal e importante para la elaboración de elementos estructurales que componen una vivienda de albañilería, no se elabora a partir de un diseño de mezcla correspondiente para satisfacer la calidad del mismo en cuanto a su estado fresco y endurecido. Con la elaboración de un diseño de mezcla se debe cumplir, según el

Reglamento Nacional de Edificaciones – E060, la resistencia mínima de 175 kg/cm^2 para este tipo de edificaciones.

Los distritos donde se evidencia la autoconstrucción son aquellos que no cuentan con recursos económicos suficientes para contratar profesionales capacitados que puedan contribuir con el correcto método constructivo que requiere una vivienda de albañilería confinada. Por el contrario, la construcción de estas viviendas las realiza un albañil que se basa en la experiencia adquirida a raíz de los años de trabajo dedicados a este rubro.

Uno de los factores más importantes en la elaboración del concreto es la relación agua cemento (a/c), factor que lo maestros de obras desconocen; puesto que, para obtener un concreto trabajable, el albañil aumenta la cantidad de agua necesaria que requiere la mezcla provocando un daño al concreto cuando este comience su fraguado. Por lo tanto, la relación óptima de a/c , para obtener una resistencia a compresión entre 210 y 250 kg/cm^2 , se encuentra entre 0.45 y 0.55 (Bedoya, 2017)

En particular, la presente investigación está enfocada en el distrito de San Juan de Lurigancho; puesto que, según el Instituto Nacional de Estadística e Informáticas (2017), es el distrito más poblado frente a los demás distritos de Lima metropolitana, con un total de 1 millón 100 mil habitantes. Así mismo, en cuanto al área del sector construcción, las actividades dónde se involucran los procesos constructivos convencionales en obras de ingeniería tipo familiar, empresarial y estatal está en aumento junto con el crecimiento poblacional de este distrito, principalmente las necesidades de los pobladores que requieran una vivienda propia.

Es importante mencionar que los procesos constructivos no convencionales son usados para reducir costos, material y personal de trabajo en cualquier obra de construcción; por ello, estos procesos fueron incorporados por las diversas empresas constructoras del país, en el cual se destaca el uso del concreto con aditivos plastificantes y súper plastificantes.

Justificación

El concreto empleado en la autoconstrucción de viviendas de albañilería en el distrito de San Juan de Lurigancho, según Pasquel (2010), presenta una resistencia a la compresión de $138\text{kg}/\text{cm}^2$; por ello, la presente investigación se enfoca en determinar una mezcla de concreto que supere esta baja resistencia para una losa aligerada, además de que cumpla con la Norma Técnica Peruana y que sirva como alternativa para poder mitigar los riesgos que trae consigo la autoconstrucción de este tipo de viviendas en el distrito de San Juan de Lurigancho. Para ello, se plantea el uso de aditivo súper plastificante el cual modifica las propiedades del concreto obteniendo calidad tanto en estado fresco y endurecido.

Para diseñar y construir una vivienda, es fundamental evaluar las condiciones geofísicas, naturales y morfológicas del terreno donde se procederá a realizar la obra (Idalberto y Solángel; 2016). A partir de ello, se elabora un concreto según sea el caso, si el terreno es inestable será necesario un concreto de alta resistencia para obtener, en este caso, estructuras sismo resistentes. Además, la resistencia del concreto depende de factores como la calidad de los agregados, las condiciones de elaboración de la mezcla, el asentamiento, la temperatura de fraguado, y las condiciones propias del ensayo, entre otras, así como la inclusión de aditivos que producen variaciones en algunos de sus propiedades. El uso del aditivo súper plastificante según Fernando, Morales y Soto (2016), está diseñado para

mejorar las propiedades del concreto haciéndolo más trabajable gracias a la baja relación agua /cemento, pudiendo lograr una reducción de agua hasta un 40%; también, a una mayor cantidad de aditivo súper plastificante empleado en la elaboración del concreto el asentamiento se incrementará de manera considerable pudiendo comprobarlo con el ensayo del Cono de Abrams.

Actualmente, en lo que respecta a un proyecto dirigido y supervisado por especialistas, el uso del concreto de alta resistencia está en aumento debido al comportamiento mecánico y químico como material; además, es rentable económicamente al construir columnas de edificios de gran altura, con reducción en la cantidad de acero de refuerzo y las dimensiones de las mismas, permitiendo aumentar la vida útil e incrementar el número de pisos, así lo detallan Solángel e Idalberto (2016). Además, esto evidencia un beneficio para los constructores y propietarios que hagan uso del aditivo súper plastificante para obtener concretos con una excelente resistencia a compresión.

Antecedentes

A continuación, se muestran estudios previos los cuales aportan en el desarrollo de la presente investigación.

La publicación realizada por el Instituto de desarrollo experimental de la construcción - XXXIV jornadas de investigación ubicada en Venezuela, con título de investigación “Posibilidades de utilización del concreto de alta resistencia con el uso de puzolana y súper plastificante para viviendas en Venezuela-Caracas”, detalla aspectos importantes donde la actividad de construcción es costosa y además genera un impacto considerable sobre el medio ambiente. En estructuras de concreto, su relativamente baja resistencia mecánica hace

que se requieran cantidades de materiales muy grandes, comparado con edificaciones similares en acero. Por ello, el Instituto pretende elaborar un concreto de alta resistencia añadiéndole puzolana y súper plastificante. La puzolana utilizada en esta investigación es micro sílice, ésta mejora algunas propiedades del concreto y el súper plastificante, es un policarboxilato que reduce la relación agua/cemento; ambos componentes provocan un incremento notable de la resistencia a compresión. Para demostrar estas hipótesis, se realiza una serie de ensayos de laboratorio que establecen las proporciones en que se pueden combinar los materiales y los valores de resistencia a compresión que se pueden lograr. Se obtiene un concreto de alta resistencia con características sustentables, eficiente en costo, gracias a una mezcla con adición de 20% de micro sílice respecto al cemento, y 11,6 litros de policarboxilato por metro cúbico de concreto, logrando una resistencia a compresión, a los 28 días de 793 kg/cm^2 .

Del mismo modo, se tomó de la Revista “INGENIERÍA UC” de Venezuela, perteneciente a la Universidad de Carabobo, el informe que presenta como título “Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo supe plastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días”, donde se plantea una metodología estándar del laboratorio que consiste en realizar la comparación de una mezcla patrón, sin el aditivo, con mezclas dosificadas con el aditivo de acuerdo al fabricante con 1,7 % del peso del cemento y con un exceso al 2,1 %; para verificar si produce variaciones en la resistencia. Se pudo comprobar que con la utilización del aditivo súper plastificante PSP NLS, no se producen disminuciones de las resistencias, pero si se retarda el proceso de fraguado de las mezclas.

Garay y Quispe (2016) desarrollaron el tema “Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techo de viviendas en Lima y evaluación de alternativas de mejora mediante el empleo de aditivo súper plastificante (Reductor de alto rango)”, donde establecen como objeto el estudio el comportamiento del concreto producido en la autoconstrucción. Para ello analizaron muestras del concreto, sin realizar ningún cambio en su producción; y también muestras del concreto con aditivo súper plastificante, éstos últimos fueron entregados a los constructores con la finalidad de modificar las propiedades del concreto. Al usar el aditivo se redujo la cantidad de agua de mezcla y, por lo tanto, se mejoró la calidad del concreto. Finalmente, concluyeron que existe una falta de conocimiento técnico por parte de los maestros de obra y propietarios, quienes optan por dar mayor importancia a la economía y no a la calidad, así mismo, confirman que las probetas de concreto sin aditivo de las obras estudiadas desarrollaron su resistencia característica a los 28 días pero el 83% de las muestras alcanzaron resistencias características menores a 17Mpa, lo contrario pasó cuando incorporaron aditivo en la mezcla de concreto, ya que su resistencia característica se incrementó notablemente en un 25%.

Otra fuente de información fue la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, vol. 5, núm. 3, septiembre-diciembre, 2015, cuyo título de investigación es “Estudio de la hidratación de pastas de cemento portland reemplazadas con escoria granulada de alto horno, ceniza volante y metacaolín: efecto del empleo de dos aditivos súper plastificantes”, el cual se enfocó en la evaluación del efecto que tienen diferentes materiales de reemplazo y dos aditivos súper plastificantes en el desarrollo de las propiedades mecánicas, formación de fases y en la evolución del calor de hidratación de pastas de cemento portland reemplazadas hasta un 60%. Para esto se empleó

ceniza volante, escoria granulada de alto horno, metacaolín y humo de sílice. Las mezclas fueron fabricadas con una relación agua/sólidos de 0.4, 0.3% de aditivo súper plastificante e hidratadas durante 60 días. En base a los resultados se confirmó que con el uso de materiales de reemplazo, se redujo la cantidad de hidróxido de calcio, debido a la reacción puzolánica y se incrementó la resistencia a la compresión.

Quispe y Urrutia (2017) en su Tesis titulada “Diseño de mezclas de concreto estructural $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de obras civiles con aditivo súper plastificante y agregados del distrito de Challhuahuacho, Región Apurímac -2017” establecieron como objetivo determinar la dosificación de materiales para la obtención de las tres resistencias a compresión planteadas para la construcción de obras civiles usando un aditivo súper plastificante y agregados del distrito de Challhuahuacho. Los autores elaboraron inicialmente un Diseño de Mezcla sin aditivo cuya relación agua/cemento fue de 0.56, 0.47 y 0.45, según el método de diseño del ACI 211. Plantearon un asentamiento de 3” a 4”, luego, manteniendo constantes los componentes iniciales del concreto, adicionaron el aditivo Ulmen “W-84” en cantidades de 0.5%, 0.75% y 1.0% en peso del cemento, haciendo en total 12 diseños de mezcla. La investigación finalmente determinó las dosificaciones necesarias para obtener un concreto estructural, con aditivo súper plastificante, que cumpla con una trabajabilidad y resistencia a compresión requerida.

Además, se obtuvo información de la tesis titulada “Evaluación de las ventajas técnicas y económicas del empleo de aditivos súper plastificantes en los concretos de resistencias convencionales” donde el autor Gutiérrez, L. (2018) pretende determinar y cuantificar las ventajas técnicas y económicas en la elaboración de concreto de uso convencional con

aditivo súper plastificante para lo cual realiza diversos diseños de mezcla con y sin aditivo, con un Slump entre 6”a 7” y finalmente una relación agua/cemento de 0.75, 0.65 y 0.55.

Otra fuente de información fue de la Revista Científica Andina – Science & Humanities, vol. 1, núm. 1, diciembre - mayo, 2017, con su artículo titulado “Concreto Fast Track con aditivos súper plastificante y acelerante de resistencias iniciales con cemento portland tipo HE” planteó diseñar un concreto Fast Track con la utilización de aditivos súper plastificante acelerante de resistencias iniciales con cemento portland tipo HE. Para ello, diseñó un concreto patrón o muestra inicial Fast Track, sin aditivos, para luego hacer comparaciones frente a los concretos diseñados con los aditivos antes mencionados. Dichos resultados fueron favorables ya que logró obtener un concreto Fast Track con alta resistencia a edad temprana

Villanueva (2014) En su Tesis “Influencia del aditivo súper plastificante reductor de agua en las características del concreto de alta resistencia” plantea como objetivo determinar la influencia del uso de aditivo súper plastificante reductor de agua de alto rango, en las características físico-mecánicas del concreto, utilizando agregados de la cantera del río Chonta de la ciudad de Cajamarca. Después de realizar los ensayos de resistencia a la compresión del concreto con aditivo súper plastificante obtuvo un incremento aproximadamente del 15% de la resistencia cuando usó 0.7% de aditivo en base a una bolsa de cemento, además menciona de un incremento de 25% cuando usó 1.4% de aditivo en base al factor cemento. Finalmente, concluye que es posible obtener un concreto de alta resistencia usando agregados del lugar de estudio, lográndose obtener un concreto con buena calidad en estado fresco y endurecido.

Finalmente, en su trabajo de investigación, Bernal (2014) determina la influencia del aditivo súper plastificante Chema Plast en cuanto a la resistencia a compresión del concreto cuando es elaborado usando cemento Inka y Pacasmayo tipo I. En primer lugar, planteó un Diseño de Mezcla con resistencia a compresión de 290 kg/cm^2 a los 28 días, luego calculó la cantidad de aditivo óptima cuyo valor fue de 300 mL por bolsa de cemento. Finalmente luego del análisis de los 120 especímenes elaborados en total, concluyó que la resistencia a compresión del concreto elaborado con cemento Pacasmayo (387.51 kg/cm^2) fue mayor con 22% frente al concreto elaborado con cemento Inka (317.56 kg/cm^2)

Marco Conceptual

Para un adecuado entendimiento de los términos, a continuación, se detallan las principales definiciones conceptuales para el correcto entendimiento y desarrollo de la presente investigación.

Aditivo Súper plastificante. La norma ASTM C 125 afirma que los aditivos son productos que se adicionan en pequeña proporción al concreto durante el mezclado en porcentajes entre 0.1% y 5%, según se requiera, de la masa o peso del cemento, con el propósito de producir una modificación en algunas de sus propiedades originales o en el comportamiento del concreto en su estado fresco y en condiciones de trabajo en forma susceptible de ser prevista y controlada. También, es importante resaltar que el aditivo debe incluirse en el diseño de mezcla. Chema, empresa especialista en la comercialización de productos químicos para la construcción en el Perú define que el aditivo súper plastificante para concreto o mortero, durante el mezclado facilita la trabajabilidad y además es excelente reductor de agua

Tabla 1

Clasificación de Aditivos según Norma Técnica Peruana 334.088

Tipo	Clasificación	Descripción
A	Aditivos Reductores de Agua	Disminuye el contenido de agua de la mezcla e incrementan la resistencia.
B	Aditivos Retardantes	Retardan el fraguado inicial del concreto.
C	Aditivos Acelerantes	Reducen el tiempo de fraguado del concreto para obtener una mayor resistencia en menos tiempo.
D	Aditivo Reductores de agua y Retardantes	Disminuye el contenido de agua de la mezcla, incrementan la resistencia y retarda el fraguado inicial del concreto.
E	Aditivos Reductores de Agua y Acelerantes	Disminuye el contenido de agua de la mezcla, incrementan la resistencia y reducen el tiempo de fraguado inicial del concreto.
F	Aditivos reductores de agua de alto rango	Reducen el contenido de agua entre 12% y 25% para incrementar la resistencia y disminuir la permeabilidad del concreto
G	Aditivos Reductores de agua de alto rango y Retardantes	Reducen el contenido de agua entre 12% y 25% para incrementar la resistencia, disminuye la permeabilidad y retarda el fraguado del concreto

Fuente: Adaptado de la Norma NTP 334.088.

Nota: La clasificación A y F son características del aditivo súper plastificante empleado en este proyecto.

Autoconstrucción: Para conceptualizar correctamente la autoconstrucción, Garay y Quispe (2016) afirman:

Se entiende por autoconstrucción a la práctica de edificar una vivienda por el mismo propietario, que producto de su carencia económica o por necesidad de ahorro construye sin asesoría de profesionales en la construcción. Generalmente, los dueños del terreno optan por pedir ayuda de sus familiares para construir sus casas; por otro lado, están aquellos que tienen los fondos necesarios para contratar los servicios de un

maestro de obra y su personal, quienes, en su mayoría, basan sus trabajos en conocimientos empíricos. (pg.6).

Además, hablar de autoconstrucción, como afirma Garay y Quispe (2016) no es lo mismo que hablar de informalidad; ya que, ésta última hace referencia a las viviendas que fueron construidas sin licencias o permisos municipales, y al incumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y/o en su conjunto a las Normas Técnicas Peruanas (NTP). La autoconstrucción generalmente se evidencia en distritos que no cuentan con recursos necesarios para construir una vivienda de calidad que cumpla con la Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería y E.060 Concreto Armado.

Cemento Portland: La NTP 334.009 define que el Cemento Portland se obtiene por la pulverización del Clinker compuesto esencialmente de Silicatos de Calcio Hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda. Además, esta Norma la clasifica de la siguiente manera:

- a. Tipo I: Para uso general, que no requiera propiedades especiales de otro tipo.
- b. Tipo II: Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- c. Tipo III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- d. Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- e. Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

Losa Aligerada: Según el manual de Construcción para el Maestro de Obra (Aceros Arequipa; 2015), es un elemento estructural de una vivienda el cual se encarga de darle cubierta resistente uniendo monóticamente vigas, columnas y muros los cuales transmiten las cargas hasta la cimentación. Es aligerada porque se colocan ladrillos que alivian el peso de la losa y hacen que la cantidad de concreto disminuya. Esta losa surge como variante a las losas macizas las cuales son en su totalidad de concreto armado, por lo tanto su elaboración se vuelve más cara. Sus espesores varían desde 17 cm hasta 30 cm, según la Norma Técnica de Edificación E 070 de Albañilería.

A continuación, la figura 1 muestra un corte típico de Losa Aligerada.

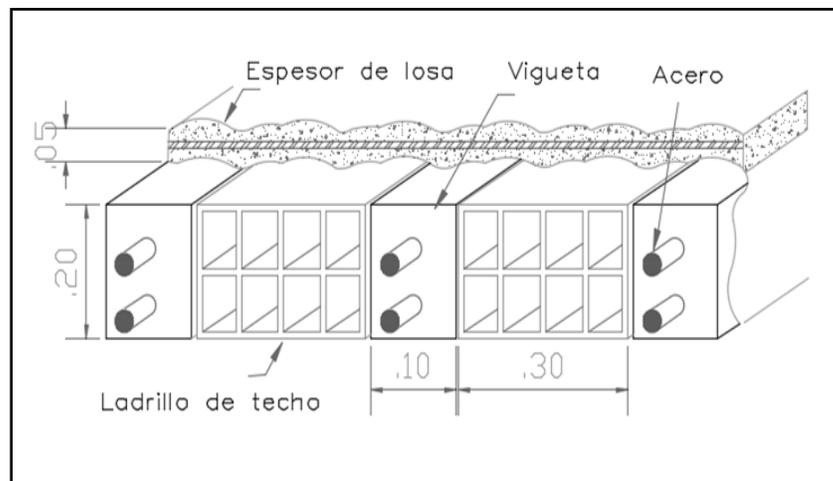


Figura 1: Corte transversal de Losa Aligerada típica

Agregados: Los agregados son materiales granulares sólidos que se emplean constantemente dentro de la construcción, el nombre nace porque son agregados al cemento y al agua para formar morteros y concreto. Para la elaboración del concreto se requiere el agregado fino y el agregado grueso, el primer agregado mencionado usualmente se conforma por arenas naturales las cuales se caracterizan por sus partículas no mayores que 5mm (0.2

pulgadas) y el agregado grueso es la piedra chancada que proviene de la piedra o grava sus son partículas mayores que 5mm y que usualmente se encuentran entre los 9.5mm y los 37.5mm (3/8 y 1 ½ pulgadas). Visto de otra manera, el agregado fino seria aquel cuyas partículas son menores a la malla N°4 y el agregado grueso seria aquel cuyas partículas son mayores a la malla N°4. Cabe resaltar que estos agregados pueden llegar a ocupar hasta un 75% de la mezcla de concreto. (Ver Tabla 2)

Tabla 2

Proporción típica de elementos que conforman el concreto

Elementos	Cantidad
Aire	1% - 3%
Cemento	7% - 15%
Agua	15% - 22%
Agregados	60% - 75%

Fuente: Elaboración Propia

Agua: El agua es de gran importancia en el diseño de concreto, por ello, se busca una cantidad y calidad necesaria en la mezcla. Este elemento es esencial para el proceso de hidratación del cemento con el cual el concreto desarrollará sus propiedades mecánicas y así

asegurará un correcto desempeño. Además, esta tiene que ser potable libre de material orgánico, limpia, libre de impurezas, sin olor, color ni sabor.

Diseño de Mezcla: El diseño de mezcla es un proceso que comienza con la selección de los materiales convencionales (cemento, agua, agregados y aditivos), para su posterior determinación de cantidades proporcionales, a fin de producir un concreto económico, de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada. Cabe mencionar que existen diversos métodos para el diseño de una mezcla de concreto, sin embargo, el método utilizado en esta tesis será el método del American Concrete Institute (ACI).

Probetas de Concreto: Sirven para realizar el ensayo de resistencia a compresión del concreto, son de forma cilíndrica con un diámetro de 10 cm y una altura de 20 cm (Ver Figura 1), el molde deberá ser de un material indeformable como PVC, acero, hierro forjado u otro material que no reaccione al concreto.

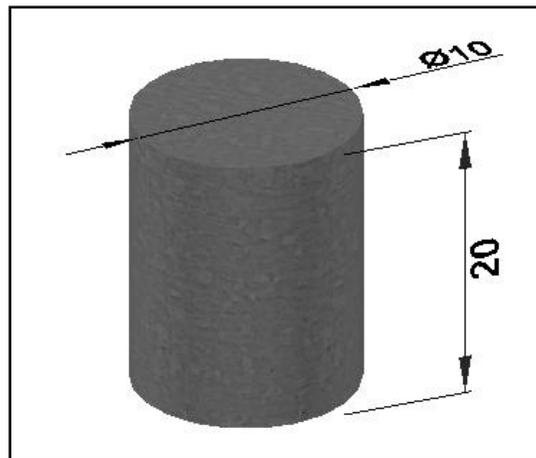


Figura 2: Probeta de concreto cilíndrica

Relación agua cemento: La relación agua cemento es el cociente entre las cantidades de agua y de cemento existentes en el concreto fresco. Se calcula dividiendo la masa del agua

por la del cemento contenidas en un volumen dado de concreto. Además, de ella depende la resistencia y la durabilidad del concreto endurecido.

Asentamiento: Medida que expresa el grado de consistencia del concreto en estado fresco, cuyo método de ensayo está denotado dentro de la NTP 339.035 (Instituto Nacional de Calidad, INACAL 2015).

Contenido de aire: Es el volumen de vacíos, expresados generalmente en términos de porcentaje, que existe dentro de las mezclas hechas a base de cemento (mortero, pastas o concreto).

Porcentaje de absorción: Es el incremento de masa del agregado debido a la penetración de agua a los poros de las partículas durante un tiempo establecido y se expresa como el porcentaje de la masa seca.

Peso específico: Se define como la relación entre el peso de una sustancia y su volumen.

Peso unitario: El ASTM C 29 define al peso unitario de los agregados como la masa de un volumen unitario de agregado, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre las partículas. Es decir, consiste en determinar la densidad total al dividir la masa de un agregado, en estado seco o en un determinado nivel de consolidación o compactación, y el volumen que éste ocupa incluyendo los vacíos de aire entre partículas y los de absorción, generalmente se expresa en kg/m^3 .

Contenido de Humedad: Se define contenido de humedad al porcentaje total de agua presente en una muestra de agregado ya sea dentro de los poros interiores o en la superficie.

Módulo de Finura: Es el tamaño promedio de las partículas, en este caso del agregado fino y grueso. Para el diseño de mezcla el Modulo de Finura debe encontrarse entre los valores de 2.3 y 3.0.

Tamaño máximo Nominal: En el ensayo de granulometría, el tamaño máximo nominal corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido entre 5% y 10%

Concreto: Es un producto artificial conformado por la pasta y los agregados. La pasta es una masa elaborada con un medio cementante, el cual es una combinación de cemento hidráulico y agua, los cuales reaccionan químicamente para generar su endurecimiento y finalmente formar una masa dura como una roca que une a los agregados. Sus propiedades están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus componentes, por ello, los agregados son sometidos a ensayos como la granulometría, para determinar su calidad. Los agregados, dentro de la composición del concreto, se suelen dividir en agregado fino, usualmente arena, y agregado grueso, usualmente piedra chancada.

Curado: La NTP 334.001 (Instituto Nacional de Calidad, 2016) define esta como un proceso que tiene como fin controlar las condiciones ambientales, puntualmente de temperatura y humedad, a lo largo del fraguado y/o endurecimiento del cemento, mortero o concreto.

Resistencia a la compresión ($F'c$): De acuerdo con la PCA (2011) es la resistencia máxima que soporta una probeta de concreto o mortero frente a una carga axial de compresión a una velocidad determinada.

Resistencia a la compresión requerida ($F'cr$): Será la resistencia con la cual se realiza el diseño de mezcla, está en función del $f'c$. Dado en base a la información del control de

calidad de probetas ensayadas a compresión de acuerdo al ACI 318 – 2011 y la Norma Técnica Peruana (NTP) E – 060 de concreto armado.

También, se abordará algunas definiciones de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

Trabajabilidad: Esta propiedad del estado fresco podría definirse como la capacidad de manejo, compactación y colocación del concreto y su resistencia a sufrir de segregación al ser trabajado. Esto significa que el concreto debe ser fácil de manejar desde su mezclado hasta el acabado final y que durante todo el proceso sus componentes no deben separarse.

Durabilidad: El propósito de cualquier tipo de estructura no solo es que esta no se caiga, sino que también perdure a lo largo del tiempo para hacer de ella una estructura funcional. En ese sentido, el concreto se diseñará para soportar procesos de deterioro por exposición directa. Así como en la resistencia, la durabilidad también debe ser considerada a la hora del diseño de mezcla, como se establece en el capítulo 4 de la norma E.060 (SENCICO, 2009).

Además, se describen los principales ensayos a realizar para el correcto desarrollo de investigación.

Granulometría: El análisis granulométrico del agregado fino y grueso se realiza con la finalidad de determinar cuantitativamente los tamaños de las partículas, de los mismos, obtenidos en una muestra seca, así lo establece la norma ASTM C 136 “Método de ensayo Normalizado para determinar el Análisis Granulométrico de los Áridos Finos y Gruesos”

Resistencia a la compresión: Mediante la ruptura de probetas, se establecerán las diferentes resistencias del concreto respetando los procesos establecidos por la norma ASTM C31

“Práctica estándar para elaborar y curar cilindros de ensaye de concreto en campo” y ASTM C39 “Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto”. También, con la NTP 339.034:2015.

Finalmente, el método para el diseño de mezcla que se utilizará en la presente investigación es el que establece el Instituto Americano del Concreto (ACI). Esta es una organización sin ánimos de lucro de los Estados Unidos de América que desarrolla estándares, normas y recomendaciones técnicas con referencia al Concreto. Por ello, el comité 211 de ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple, el cual nos permite obtener valores de los diferentes materiales que conforman la unidad cubica del concreto. Para diseñar un concreto por el método del ACI, primero será necesario conocer las propiedades de los materiales, estas propiedades se describirán en la Tabla 3.

Tabla 3

Propiedades de los materiales para el Diseño de Mezcla

Propiedades de los Materiales	Unidades
Peso específico (P.e)	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	.....
Porcentaje absorción (% Abs.)	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	.....
Módulo de fineza (M.F)	.....
Peso específico cemento	gr/cm ³
Peso específico agua	gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

1.2. Formulación del problema

¿Es posible que el Maestro de Obra pueda elaborar un concreto con resistencia a compresión superior a 175 kg/cm^2 , reduciendo la cantidad de agua que utiliza en la autoconstrucción de una losa aligerada en viviendas del distrito de San Juan de Lurigancho?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Obtener un diseño de mezcla con aditivo súper plastificante de fácil entendimiento para un Maestro de Obra que requiera un concreto con resistencia a la compresión superior a 175 kg/cm^2 en una losa aligerada en el distrito de San Juan de Lurigancho.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Presentar información científica referente al uso de aditivo súper plastificante en la elaboración del concreto.
- Diseñar una mezcla de concreto superior a 175 kg/cm^2 , mediante el método ACI 211, con aditivo súper plastificante.
- Realizar la comparación de las diferentes resistencias a compresión del concreto con aditivo súper plastificante encontrados en los estudios evaluados.

- Verificar teóricamente, en base al Reglamento Nacional de Edificaciones E060 - Concreto Armado, el cumplimiento de la resistencia a compresión mínima de 175 kg/cm^2 que elaboran los Maestros de Obra.

1.4.Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

Con el uso de aditivo súper plastificante los maestros de obra lograrán reducir la cantidad de agua usada en obra para obtener una resistencia a compresión del concreto, superior a 175 kg/cm^2 , utilizado en la autoconstrucción de losas aligeradas.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- El Diseño de Mezcla planteado usando el método del ACI 211 para un concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, mostrará una relación a/c no mayor a 0.62.
- El uso de aditivo súper plastificante, en la elaboración del concreto en autoconstrucción de viviendas, logrará disminuir el uso de agua aumentando la resistencia a compresión del concreto.
- La resistencia a compresión del concreto elaborado en la autoconstrucción no cumplirá con el mínimo valor de 175 kg/cm^2 que sugiere el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- El diseño de concreto con aditivo súper plastificante planteado será de fácil entendimiento para el Maestro de Obra que requiera construir una losa aligerada con resistencia a compresión mayor a 175 kg/cm^2 .

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Para lograr el objetivo que se plantea en este proyecto de investigación, la siguiente Tabla muestra los diferentes enfoques que se tomaron en cuenta para realizar un eficiente trabajo.

Tabla 4

Tipos de Investigación

Tipo	Nombre	Descripción
Según Propósito	Aplicada	Proporcionar un diseño de mezcla sencillo para un correcto $F'c$ del concreto para Losa Aligerada elaborado por los Maestros de Obra
Según Resultado	Descriptivo	Mediante una encuesta se obtendrán datos importantes referentes al tema de estudio.
Según Fuente de Información	Entrevista y Documental	A partir de la entrevista se evidencia la manera de trabajo que tienen los Maestros de Obra, se fundamentarán las soluciones con base en las fuentes bibliográficas trabajadas en este proyecto
Según el método de investigación	Mixta	Se realiza un análisis con datos de la encuesta a los Maestros de Obra para poder conocer el método y dosificación del concreto
Según el tiempo de Estudio	Transversal	El estudio se realiza en un determinado periodo de tiempo
Según las Variables	No experimental	Se basa en la interpretación de resultados para llegar a una conclusión

Fuente: Elaboración propia

2.2. Diseño de investigación

Como el Tipo de investigación se basa en un análisis descriptivo no experimental de las fuentes principales y secundarias utilizadas, además de las entrevistas realizadas a los Maestros de Obra,

a continuación se detalla el diseño de investigación que se siguió para la obtención y análisis de datos.

Tabla 5

Diseño de Investigación

Recolección	Entrevista, fuentes bibliográficas y documentales.
Técnica /Instrumento	Cuestionario y registro de fuentes de información.
Análisis de datos	Interpretación de datos y Uso de software Excel.

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

La población es un conjunto de individuos u objetos de la misma clase, limitada por el estudio. Así lo detalla, Tamayo y Tamayo (1997), "La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación" (p.114).

Por lo tanto, la población en esta investigación es el concreto elaborado por los Maestros de Obra en la autoconstrucción de viviendas del Distrito de San Juan de Lurigancho.

2.3.2. Muestra

Una muestra es un subconjunto de la población, por lo que interesa que sea un reflejo de la población, que sea representativa de ella (Ludewing, Cristina. 2016, p.2)

La muestra en este caso se determinó de manera no probabilística, mediante el método de muestreo discrecional (juicio de experto); por lo que, la muestra estará conformada por 20 encuestas realizadas a los Maestros de Obra en San Juan de Lurigancho.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Para la recolección de datos de la presente investigación se empleará como técnica la entrevista, siendo ésta de gran asistencia para mantener una interrelación y diálogo con los Maestros de Obra o albañiles que participaron de la autoconstrucción de una vivienda en el distrito de estudio. En cuanto al instrumento de recolección y análisis de datos se emplea un cuestionario y registro de datos extraído de las fuentes incluidas en esta investigación. (Ver Tabla 6)

Tabla 6

Técnicas en Instrumentos de recolección de Datos

Técnica	Objetivo	Instrumento
Entrevista	Obtener datos de diseño de concreto en obra por los Maestros de Obra	Cuestionario
Recopilación Documental y Bibliográfica	Encontrar propiedades de los materiales para el Diseño de Mezcla	Registro estructurado de información

Fuente: Elaboración propia

2.5. Procedimiento

Como ya se mencionó la recolección de datos se basa en dos aspectos fundamentales, la entrevista y Revisión Sistemática, los cuales serán descritos a continuación.

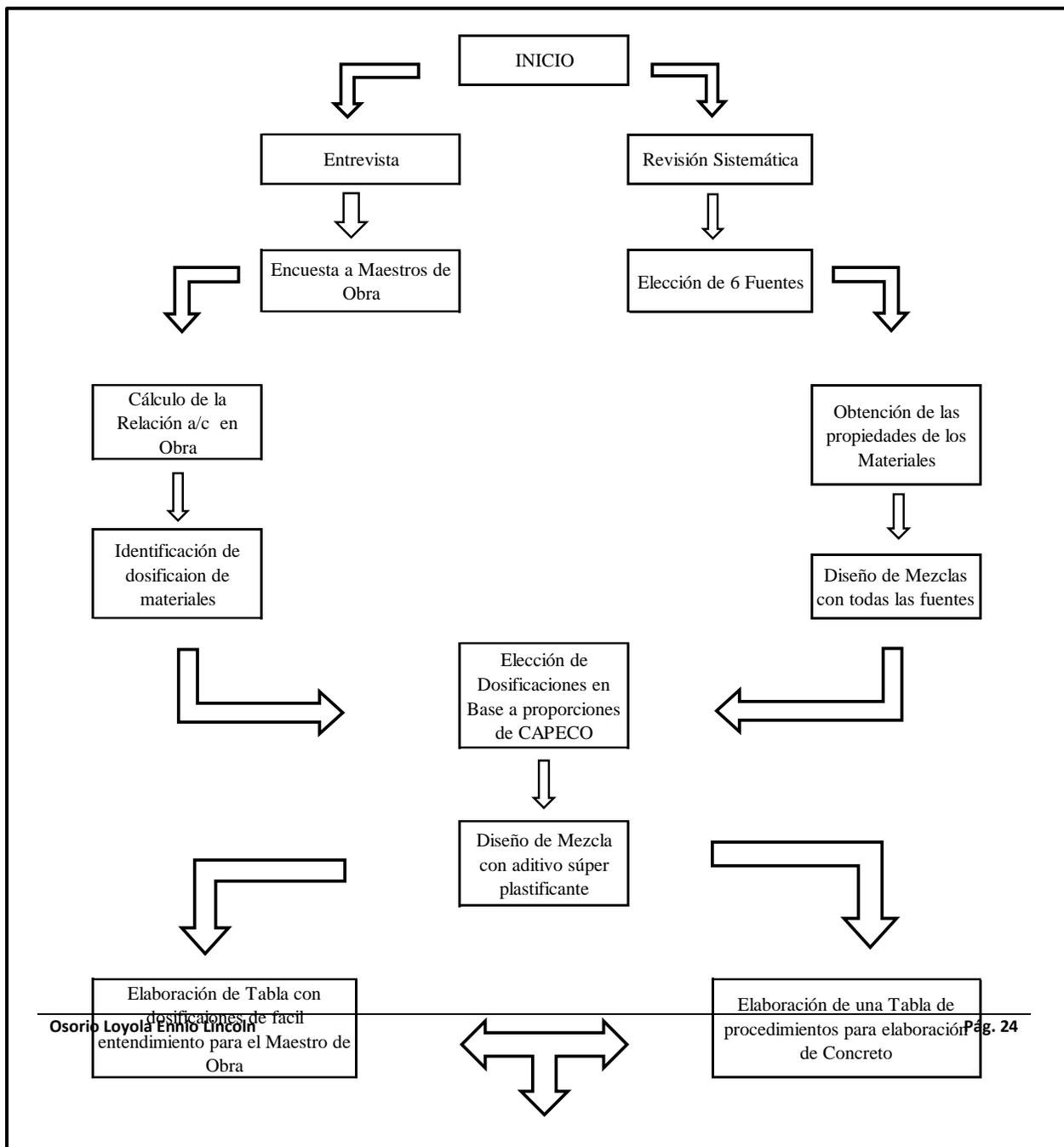


Figura 3: Esquema sobre el Procedimiento de Recolección y Análisis de Datos

Mediante Entrevista

De acuerdo a las entrevistas en campo los Maestros de Obra elaboran un concreto tomando como punto de partida, por cada bolsa de cemento, una determinada cantidad de lampadas de agregado fino y grueso añadiendo agua según crean conveniente con la ayuda de un balde de 20L. A continuación, se muestra el análisis realizado de manera computarizada para poder agilizar este proceso. (Ver tabla 7)

Tabla 7

Dosificación de concreto en obra por Maestros de obra

Nombre	Arena Gruesa	Piedra Chancada	Cemento	Agua
Renzo Cervantes	20 Lampadas	20 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
José Ríos	22 Lampadas	20 Lampadas	1 Bolsa	1.5 Baldes
Yolino Soto	18 Lampadas	18 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
Lidio Velasque Estrada	23 Lampadas	17 lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
Rosario Romero Martínez	20 Lampadas	20 Lampadas	1 Bolsa	1.5 Baldes
Juan Camargo Merlo	20 Lampadas	18 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
Feliciano Fabián Falcón	22 Lampadas	22 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
Teodoro Pérez Reyes	16 Lampadas	16 Lampadas	1 Bolsa	1.5 Baldes
Antonio Jora Machahuay	20 Lampadas	20 Lampadas	2 Bolsa	2.0 Baldes
Pecho Jiménez Virgilio	18 Lampadas	20 Lampadas	3 Bolsa	2.0 Baldes
Jony Ventura Nolasco	18 Lampadas	18 Lampadas	4 Bolsa	2.0 Baldes
Luis Alania Venancio	16 Lampadas	18 Lampadas	5 Bolsa	1.5 Baldes

Julio Cáceres Meza	18 Lampadas	20 Lampadas	6 Bolsa	1.5 Baldes
David Correa Rivas	20 Lampadas	20 Lampadas	7 Bolsa	2.0 Baldes
Richard Gutiérrez Huanca	18 Lampadas	18 Lampadas	8 Bolsa	1.5 Baldes
Jean Rosales	20 Lampadas	20 Lampadas	9 Bolsa	1.5 Baldes
Orlando López	16 Lampadas	18 Lampadas	10 Bolsa	2.0 Baldes
Joel Espinoza Pérez	22 Lampadas	22 Lampadas	11 Bolsa	2.0 Baldes
Cristiam Peña García	20 Lampadas	18 Lampadas	12 Bolsa	2.0 Baldes
Manuel Yauri	22 Lampadas	20 Lampadas	13 Bolsa	2.0 Baldes

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo, con el objetivo de mantener una interpretación universal en el ámbito de la autoconstrucción, para el presente proyecto se establecieron las siguientes relaciones y equivalencias de herramientas necesarias que logren almacenar 1m³ de material, tal como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 8

Cantidad de herramientas para 1m³ de agregado

Equivalencias	Volumen del Balde* (D=30cm, h =39cm)	N° de Baldes por m ³	N° de Buggies por m ³	N° de Lampas por m ³
5 Lampadas 1 Baldes *	0.027 m ³	37.04	9.26	185.19
1 Buggies 4 Baldes*				

Fuente: Elaboración propia

*Nota: * Balde de 20L*

A continuación, conocido el volumen de un balde de 20L, se muestra la relación Agua/Cemento calculada con la proporción de materiales que se obtuvo en la Tabla 7 según la información brindada por los Maestros de Obra en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Tabla 9

Cálculo de relación agua cemento en Obra

Densidad del agua (Kg/m ³)	Volumen de un balde de Agua (m ³)	Masa del Agua (Kg) *	Masa del Cemento (Kg)	# de Baldes utilizados	Relación Agua/Cemento
1000	0.027	27	42.5	2.0	1.27
1000	0.027	27	42.5	1.5	0.95
1000	0.027	27	42.5	2.0	1.27
1000	0.027	27	42.5	2.0	1.27
1000	0.027	27	42.5	1.5	0.95
1000	0.027	27	42.5	2.0	1.27
1000	0.027	27	42.5	2.0	1.27
1000	0.027	27	42.5	1.5	0.95
1000	0.027	27	42.5	2.0	1.27
1000	0.027	27	42.5	1.5	0.95
1000	0.027	27	42.5	1.5	0.95
1000	0.027	27	42.5	1.5	0.95
1000	0.027	27	42.5	1.5	0.95
1000	0.027	27	42.5	2.0	1.27
1000	0.027	27	42.5	1.5	0.95
1000	0.027	27	42.5	1.5	0.95
1000	0.027	27	42.5	2.0	1.27
1000	0.027	27	42.5	2.0	1.27
1000	0.027	27	42.5	2.0	1.27

1000	0.027	27	42.5	2.0	1.27
------	-------	----	------	-----	------

Fuente: Elaboración propia

*Nota: * En 1 Balde de 20L*

Por lo tanto, la relación a/c de 1.27 se descartó para el cálculo de resistencia a compresión del concreto ($F'c$); ya que, según la Tabla del ACI si esta resistencia se calcula para un valor igual o superior a la unidad el $F'c$ no cumpliría con un valor mínimo. Por consiguiente, la relación a/c que se utilizó para calcular la Resistencia a compresión del concreto elaborado en obra es de 0.95, sin embargo este valor fue ajustado a 0.90 considerando un desperdicio mínimo de 5%. Este valor de desperdicio se estimó en base a un aspecto fundamental el cual plantea que el número de baldes no muestra la cantidad exacta de agua en litros, es decir que durante la elaboración de concreto en obra un balde de agua no se llena completando los 20 litros de capacidad que posee. Además, esto se puede evidenciar en campo cuando los maquinistas sacaban agua de un cilindro.

Finalmente, con Ayuda de la Tabla del ACI, mediante extrapolación se obtuvieron los valores de resistencia a compresión requerida del concreto. Esta resistencia es un valor importante que luego será utilizado para calcular la Resistencia a Compresión que se está elaborando en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Tabla 10

Selección de la resistencia a compresión requerida

f'_{cr} (kg/cm^2)	Relación agua/cemento (a/c)
-------------------------	-----------------------------

350	0.48
300	0.55
250	0.62
200	0.70
150	0.80
100	0.90

Fuente: Adaptado del ACI

Por otro lado, se planteó un Diseño de Mezcla por el método del ACI 211 con el cual se obtuvo la relación a/c, Resistencia a Compresión teórico y la cantidad de materiales que se debe usar para obtener un concreto con $F'c$ de 175 kg/cm^2 . El procedimiento de este método se explica a continuación y los resultados se obtendrán el siguiente capítulo. Sin embargo, como ya se mencionó en capítulos anteriores, antes de comenzar el Diseño de Mezcla primero es necesario conocer algunas características de los materiales que se obtienen en los ensayos de laboratorio (Ver Tabla 3). Estas características se obtuvieron mediante revisión sistemática de trabajos de investigación de tipo experimental relacionados al diseño de mezcla de concreto.

Paso 1. Elección de la Resistencia a compresión específica

Paso 2. Selección de Tamaño Máximo Nominal del agregado.

Paso 3. Selección de Asentamiento

Paso 4. Determinar la cantidad de agua según el asentamiento y TMN.

Paso 5. Determinar el contenido de aire atrapado.

Paso 6. Seleccionar la relación a/c.

Paso 7. Determinar el contenido de cemento.

Paso 8. Determinar la relación del agregado grueso y del agregado fino.

Paso 9. Determinar los pesos secos de los materiales.

Paso 10. Corregir por humedad los pesos de los materiales.

Paso 11. Verificar y ajustar el diseño de mezcla.

Paso 12. Seleccionar el proporcionamiento final de la mezcla.

Mediante Recopilación Documental y Bibliográfica

Con la Revisión Sistemática de temas particulares a la presente investigación se filtró y analizó aspectos de gran importancia para la recolección de datos que ayuden a sostener la hipótesis planteada. Para la obtención de fuentes confiables se usaron plataformas virtuales permitidas y recomendadas para la elaboración de proyectos con características similares.

Tabla 11

Principales plataformas de búsqueda virtual

Fuente	Descripción
Google Académico	Buscador de Google enfocado y especializado en la búsqueda de contenido y literatura científico académica. El sitio indexa editoriales, bibliotecas, repositorios, bases de datos bibliográficas, entre otros.
Dialnet	Proyecto de cooperación bibliotecaria que comenzó en la Universidad de La Rioja. Se constituye como un portal que recopila y proporciona acceso fundamentalmente a documentos publicados en España en cualquier lengua, publicados en español en cualquier país o que traten sobre temas hispánicos.
Redalyc	Red de revistas científicas de américa latina y el caribe, España y Portugal el cual es un sistema de información científica de acceso abierto a nivel internacional.
Repositorios	Plataformas universitarias que contienen Tesis de los diferentes grados y especialidades.
Scielo	

Proyecto de biblioteca electrónica, que permite la publicación electrónica de ediciones completas de las revistas científicas mediante una plataforma de software que posibilita el acceso a través de distintos mecanismos

Scopus Base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. También, ofrece perfiles de autor que cubre afiliaciones, número de publicaciones y sus datos bibliográficos, referencias y detalles del número de citas que ha recibido cada documento publicado

Fuente: Elaboración propia

Como estrategia de búsqueda se plantearon palabras claves como Autoconstrucción de Losas Aligeradas, aditivo súper plastificante, Dosificación de concreto por Maestros de Obra, viviendas en San Juan de Lurigancho, resistencia a la compresión y relación agua cemento. Cabe resaltar que también se empleó un criterio general para la búsqueda donde únicamente se seleccionaron artículos científicos, tesis de investigación para la obtención al grado de bachiller, Ingeniero, Magister y Doctor.

En cuanto al criterio para descartar estudios primarios referidos al uso de Aditivo súper plastificante en la elaboración de concreto se estableció principalmente que estos posean experimentación y ensayos en laboratorio.

Finalmente, otro factor importante que se tuvo en cuenta para descartar algunos estudios primarios fue que el tiempo de publicación no podía superar los 10 años. En consecuencia, la siguiente Tabla muestra las fuentes que se utilizaron para extraer datos relevantes en cuanto al uso de aditivo súper plastificante.

Tabla 12

Fuentes principales sobre uso de Aditivo Súper Plastificante

Identificación	Nombre	Autor
Fuente 1	Evaluación y comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con aplicación de aditivo súper plastificante PSP NLS para mayores que 28 días	Fernandez, A.; Morales.; Soto, F.
Fuente 2	Influencia del aditivo súper plastificante reductor de agua en las características del concreto de alta resistencia	Villanueva, G.
Fuente 3	Concreto Fast Track con aditivos súper plastificante y acelerante de resistencias iniciales con cemento portland tipo HE	Calla, R.
Fuente 4	Diseño de mezclas de concreto estructural $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, 350 kg/cm^2 y 420 kg/cm^2 en construcción de obras civiles con aditivo súper plastificante	Hurrutia, P.; Quispe, G.
Fuente 5	Diseño óptimo para obtener concreto de alta resistencia para obras civiles en zonas alto andinas del Perú	Bedón, J.
Fuente 6	Optimización de la resistencia a la compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos súper plastificantes	Bernal, D.

Fuente: Elaboración propia

2.6. Aspectos Éticos

Los aspectos éticos de la presente investigación tienen como principal característica la confidencialidad en recaudación de información, ya que, estas fueron obtenidas de diversas tesis presentadas en años anteriores cuyos autores han sido citados de acuerdo con el Manual de Publicaciones de la American Psychological Association, sexta edición.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados de Entrevista

Después de haber procesado la información obtenida de las encuestas realizadas a los Maestros de Obra en el Distrito de San Juan de Lurigancho, los resultados se presentan a continuación.

Pregunta 1.

Tabla 13

Nombre de los Maestros de Obra

#	Nombre
1	Renzo Cervantes
2	José Ríos
3	Yolino Soto
4	Lidio Velasque Estrada
5	Rosario Romero Martínez
6	Juan Camargo Merlo
7	Feliciano Fabián Falcón
8	Teodoro Pérez Reyes
9	Antonio Jora Machahuay
10	Pecho Jiménez Virgilio
11	Jony Ventura Nolasco
12	Luis Alania Venancio
13	Julio Cáceres Meza
14	David Correa Rivas
15	Richar Gutiérrez Huanca
16	Jean Rosales
17	Orlando López
18	Joel Espinoza Pérez
19	Cristiam Peña García
20	Manuel Yauri

Fuente: Encuesta de elaboración propia

Pregunta 2.

¿Hace cuánto tiempo trabaja en el rubro de la Albañilería?

Tabla 14

Años de experiencia en Albañilería

Menor o igual a 5 años	Entre 6 y 10 años	Mayor a 11 años
1	8	11

Fuente: Encuesta de elaboración propia.



Figura 4: Representación porcentual años de experiencia en Albañilería

Pregunta 3.

¿Conoce cuál es el resultado de resistencia a compresión del concreto?

Tabla 15

Conocimiento del Significado de Resistencia a Compresión

Número de Respuestas Afirmativas	Número de Respuestas Negativas
5	15

Fuente: Encuesta de elaboración propia

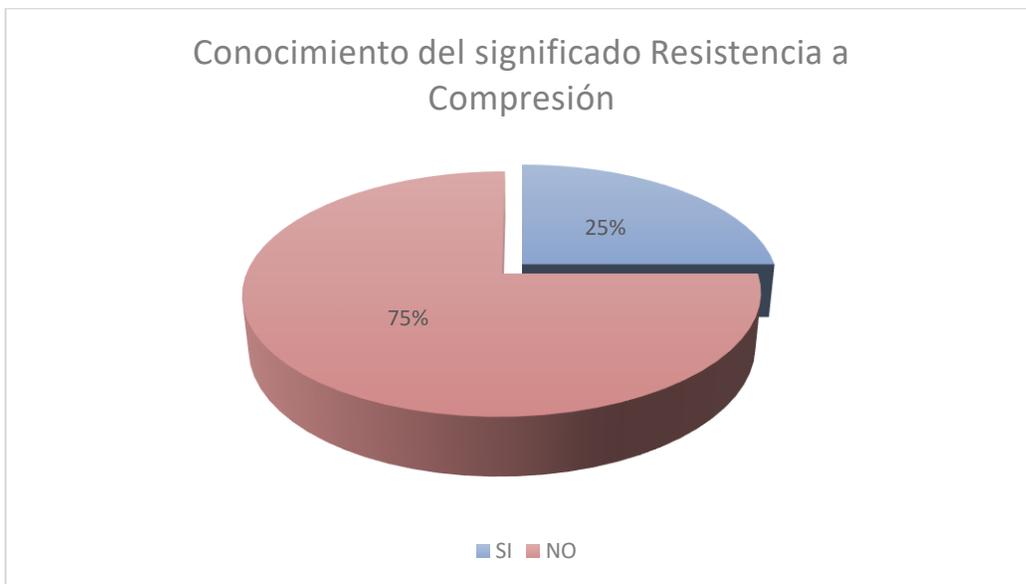


Figura 5: Representación porcentual conocimiento de Resistencia a Compresión del concreto

Pregunta 4.

¿Qué cantidad de arena, piedra, agua y cemento utiliza para elaborar el concreto para una Losa aligerada?

Tabla 16

Cantidad de materiales para Elaboración de Concreto en Obra

#	Arena Gruesa	Piedra Chancada	Cemento	Agua
1	20 Lampadas	20 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
2	22 Lampadas	20 Lampadas	1 Bolsa	1.5 Baldes
3	18 Lampadas	18 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
4	23 Lampadas	17 lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
5	20 Lampadas	20 Lampadas	1 Bolsa	1.5 Baldes
6	20 Lampadas	18 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
7	22 Lampadas	22 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
8	16 Lampadas	16 Lampadas	1 Bolsa	1.5 Baldes
9	20 Lampadas	20 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
10	18 Lampadas	20 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
11	18 Lampadas	18 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
12	16 Lampadas	18 Lampadas	1 Bolsa	1.5 Baldes
13	18 Lampadas	20 Lampadas	1 Bolsa	1.5 Baldes
14	20 Lampadas	20 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
15	18 Lampadas	18 Lampadas	1 Bolsa	1.5 Baldes
16	20 Lampadas	20 Lampadas	1 Bolsa	1.5 Baldes
17	16 Lampadas	18 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
18	22 Lampadas	22 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
19	20 Lampadas	18 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes
20	22 Lampadas	20 Lampadas	1 Bolsa	2.0 Baldes

Fuente: Encuesta de elaboración propia

Pregunta 5.

¿Usa la misma proporción para el concreto en una columna?

Tabla 17

Uso de misma proporción para concreto en columnas

Número de Respuestas Afirmativas	Número de Respuestas Negativas
19	1

Fuente: Encuesta de elaboración propia

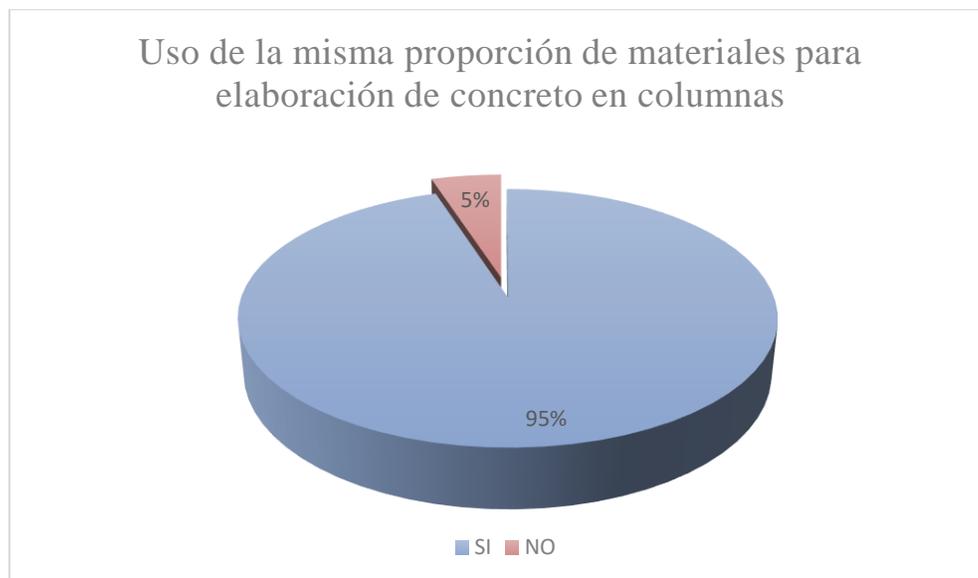


Figura 6: Representación porcentual sobre el uso concreto en columnas

Pregunta 6.

¿Alguna vez ha usado un aditivo súper plastificante, o algún otro, en el concreto?

Tabla 18

Uso de aditivo súper plastificante en el concreto

Número de Respuestas Afirmativas	Número de Respuestas Negativas
0	20

Fuente: Encuesta de elaboración propia

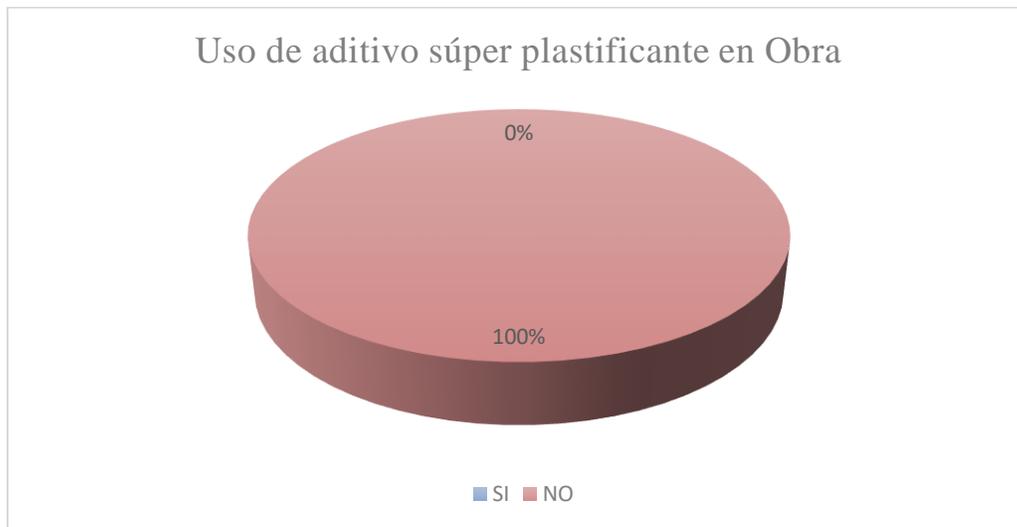


Figura 7: Representación porcentual sobre el uso de aditivo súper plastificante en Obra

Pregunta 7.

¿El método que usa para mezclar el concreto que será utilizado en el vaciado de una Losa Aligerada es manual o mediante maquina mezcladora?

Tabla 19

Método utilizado para mezcla de concreto

Manual	Máquina Mezcladora
0	20

Fuente: Encuesta de elaboración propia

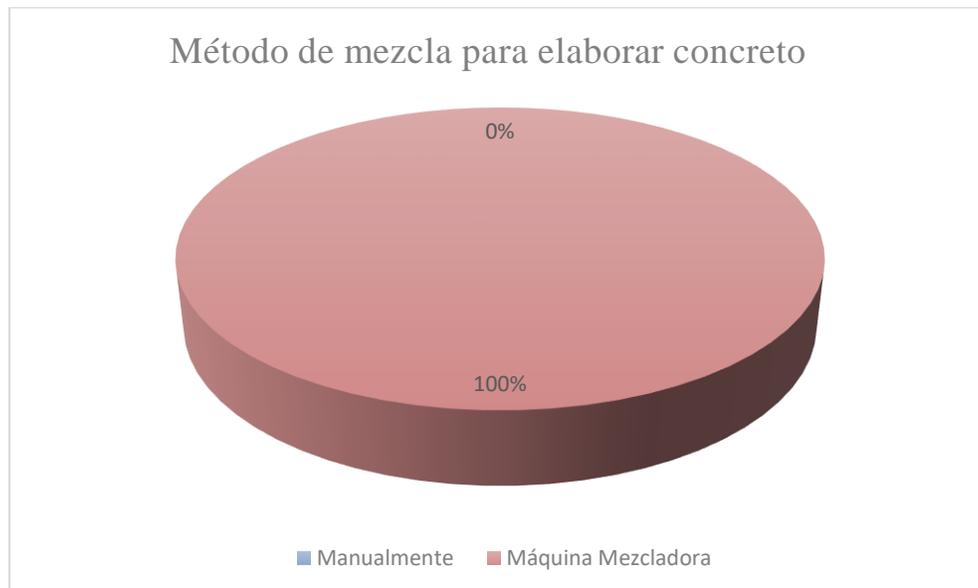


Figura 8: Representación porcentual método de mezclado para concreto en Losas Aligeradas

Pregunta 8.

¿El método que usa para mezclar concreto en columnas es manual o con máquina mezcladora?

Tabla 20

Método utilizado para mezcla de concreto

Manual	Máquina Mezcladora
0	20

Fuente: Encuesta de elaboración propia

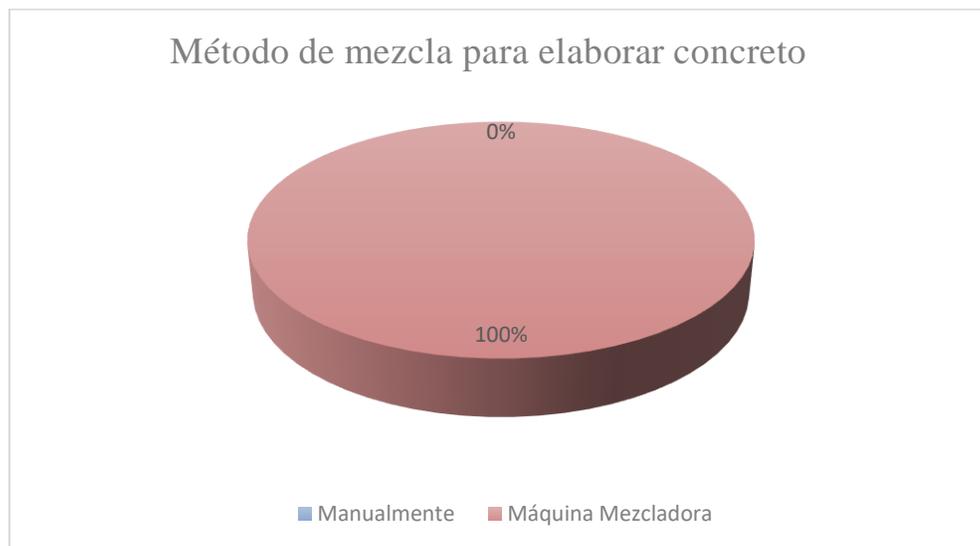


Figura 9: Representación porcentual método de mezclado para concreto en columnas

Pregunta 9.

¿Después del vaciado de concreto en la Losa Aligerada, usted realiza el curado?

Tabla 21

Respuesta sobre el Curado de Losa Aligerada

Realiza Curado	Recomienda al propietario realizar el curado	No realiza Curado
6	12	2

Fuente: Encuesta de elaboración propia

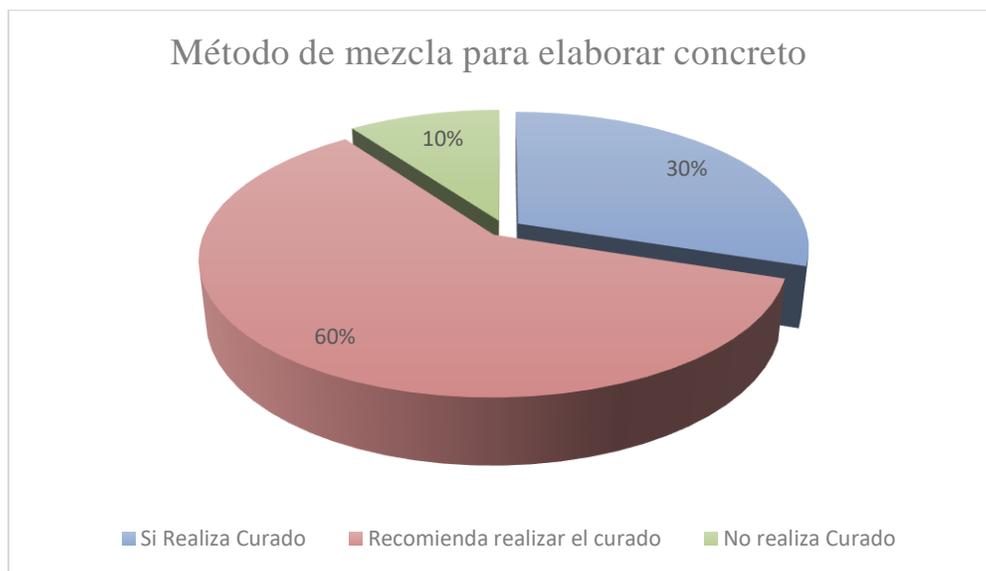


Figura 10: Representación porcentual del método de curado del concreto

Pregunta 10.

¿Cuántas Losas Aligeradas construye al mes?

Tabla 22

Número de Losas Aligeradas en un mes

Menos de 2	Entre 3 y 5	Mayor a 6
8	12	0

Fuente: Encuesta de elaboración propia

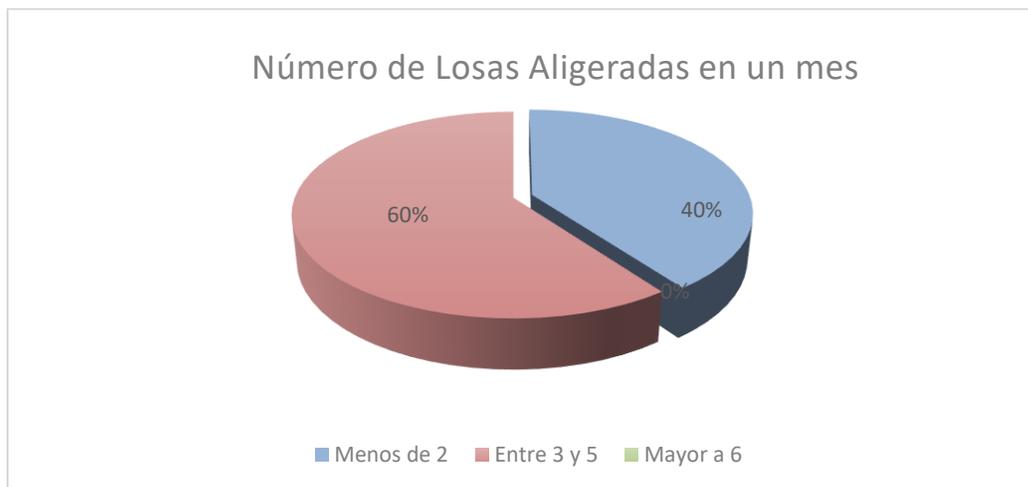


Figura 11: Representación porcentual de la elaboración de Losas Aligeradas en un mes

Pregunta 11.

Si se le proporciona una tabla de dosificación de Materiales, incluido aditivo súper plastificante, ¿Usted lo usaría?

Tabla 23

Maestros de Obra que usarían una Tabla de dosificaciones

Número de Respuestas Afirmativas	Número de Respuestas Negativas
20	0

Fuente: Encuesta de elaboración propia



Figura 12: Representación porcentual del uso de una Tabla de dosificaciones

Cálculo de la Resistencia a Compresión Teórico

Se sabe que para determinar la resistencia a compresión del concreto que se elabora en campo, en este caso por Maestros de Obra que realizan la construcción de una Losa Aligerada en el Distrito de San Juan de Lurigancho, primero es necesario conocer la resistencia a compresión requerida el cual se obtiene, según el Diseño de Mezcla de concreto por el método ACI, con la primera ecuación correspondiente a concretos menores a 210 kg/cm^2 . (Ver Tabla 24)

Tabla 24

Selección de la resistencia a la compresión requerida

Resistencia a la compresión especificada ($f'c$, kg/cm^2)	Resistencia a la compresión promedio requerida ($f'cr$, kg/cm^2)
Menos de 210	$f'cr = f'c + 70$
210 a 350	$f'cr = f'c + 85$
Más de 350	$f'cr = 1.1 * f'c + 50$

Fuente: Adaptado de Norma Técnica de Edificaciones E.060 (Concreto Armado)

En consecuencia, como el valor de F'_{cr} es de 100 kg/cm^2 y resolviendo la ecuación seleccionada en la Tabla anterior, la resistencia a compresión teórica que los Maestros de Obra están elaborando tiene un valor de 30 kg/cm^2 .

3.2. Resultados de Revisión sistemática

Resultados de la Fuente 1

Tabla 25

Características físicas de los agregados – Fuente 1

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	Agregado Fino	Agregado Grueso	Unidades
Peso específico (P.e)	2.54	2.66	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	1455.78	1470.28	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	1692.02	1630	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	1.44	1.01	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	2.76	0.51	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	Nº4	1	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	3.1	.....	.....
Peso específico cemento		3.15	gr/cm ³
Peso específico agua		1	gr/cm ³

Fuente: Adaptado de Fernandez, A.; Morales, J.; Soto, F. (2016)

Tabla 26

Diseño de mezcla resultante para $F'_{c} = 280 \text{ kg/cm}^2$

Material	Cantidad Para 1m ³	Cantidad para 9 probetas *
Arena (Kg)	738.75	36.83
Piedra (Kg)	823.41	41.26
Cemento (kg)	510.28	25.70
Agua (L)	230.12	12.17

Fuente: Adaptado de Fernandez, A.; Morales, J.; Soto, F. (2016)

*Nota: *Probetas de 15 cm de diámetro y 30cm de altura*

Tabla 27

Dosificación de aditivo súper plastificante

Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Aditivo Máximo (ml)	Aditivo Exceso (ml)
280	355.93	439.73

Fuente: Adaptado de Fernandez, A.; Morales, J.; Soto, F. (2016)

Tabla 28

Cantidad de Agua para concreto con aditivo

Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Cantidad de agua inicial (L)	Cantidad de Agua Final (L)
280	12.17	10.07

Fuente: Adaptado de Fernandez, A.; Morales, J.; Soto, F. (2016)

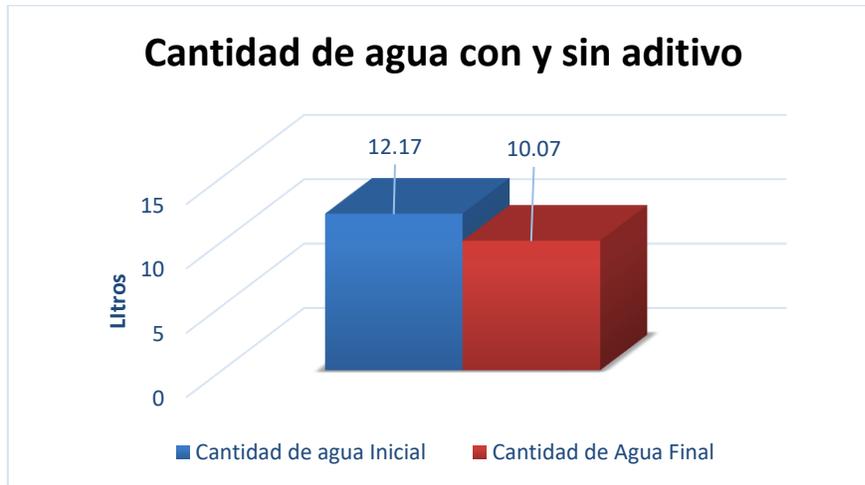


Figura 13: Cantidad de agua con y sin aditivo súper plastificante

Resultados de la Fuente 2

Tabla 29

Características físicas de los agregados – Fuente 2

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	Agregado Fino	Agregado Grueso	UNIDADES
Peso específico (P.e)	2.58	2.55	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	1534	1497	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	1636	1593	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	6.80	2.30	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	3.65	2.63	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	N°4	3/4	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	3.1	6.95	.....
Peso específico cemento		3.15	gr/cm ³
Peso específico agua		1	gr/cm ³

Fuente: Adaptado de Villanueva, G. (2016)

Tabla 30

Diseño de mezcla resultante para $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$

Material	Cantidad Para 1m ³	Cantidad para 10 probetas *
Arena (Kg)	775.7	41.11
Piedra (Kg)	897.6	47.57
Cemento (kg)	528.57	28.01
Agua (L)	165	8.75

Fuente: Adaptado de Villanueva, G. (2016)

*Nota: *Probetas de 15 cm de diámetro y 30cm de altura*

Tabla 31

Diseño de mezcla para $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo al 0.7%

Material	Cantidad Para 1m ³	Cantidad para 10 probetas *
Arena (Kg)	821.7	43.55
Piedra (Kg)	944.5	50.02
Cemento (kg)	468.6	24.84
Agua (L)	142.8	7.57

Fuente: Adaptado de Villanueva, G. (2016)

*Nota: *Probetas de 15 cm de diámetro y 30cm de altura*

Tabla 32

Diseño de mezcla para $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo al 1.4%

Material	Cantidad Para 1m ³	Cantidad para 9 probetas *
Arena (Kg)	818.6	46.39
Piedra (Kg)	947.2	50.20
Cemento (kg)	468.6	24.84
Agua (L)	143	7.58

Fuente: Adaptado de Villanueva, G. (2016)

*Nota: *Probetas de 15 cm de diámetro y 30cm de altura*

Resultados de la Fuente 3

Tabla 33

Características físicas de los agregados – Fuente 3

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	Agregado Fino	Agregado Grueso	UNIDADES
Peso específico (P.e)	2.53	2.57	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	1581.00	1367.00	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	1690.00	1480.00	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	8.10	2.90	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	3.33	2.78	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	N°4	3/4	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	2.96	6.85	.....
Peso específico cemento		3.15	gr/cm ³
Peso específico agua		1	gr/cm ³

Fuente: Adaptado de Calla, R. (2017)

Tabla 34

Resistencia por cantidad de aditivo súper plastificante

Porcentaje Aditivo (%)	Resistencia (kg/cm^2)	Curado (Días)
1.0	215	3
1.4	229	3
1.6	262	3
1.8	267	3

Fuente: Adaptado de Calla, R. (2017)

Tabla 35

Resistencia a la compresión promedio

Descripción	7 Días		14 Días		28 Días	
	kg/cm^2	%	kg/cm^2	%	kg/cm^2	%
Concreto Sin aditivo	158.43	48.21	221.74	67.48	328.60	100.00
Concreto con aditivo súper plastificante	257.61	78.39	350.48	106.7	418.90	127.48

Fuente: Adaptado de Calla, R. (2017)

Resultados de la Fuente 4

Tabla 36

Características físicas de los agregados – Fuente 4

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	Agregado Fino	Agregado Grueso	UNIDADES
Peso específico (P.e)	2.56	2.67	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	1637.83	1426.42	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	1709.09	1593.89	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	0.75	0.27	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	2.15	1.10	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	N°4	3/4	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	2.91	6.29	.....
Peso específico cemento		2.85	gr/cm ³
Peso específico agua		1	gr/cm ³

Fuente: Adaptado de Hurrutia, P.; Quispe, G. (2017)

Tabla 37

Resistencia a la compresión promedio

Descripción	7 Días		14 Días		28 Días	
	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
Concreto Sin aditivo	173.97	62.13	190.56	68.06	227.15	81.12
Concreto con aditivo súper plastificante	278.25	99.37	304.39	108.71	330.75	118.12

Fuente: Adaptado de Hurrutia, P.; Quispe, G. (2017)

Resultados de la Fuente 5

Tabla 38

Características físicas de los agregados – Fuente 5

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	Agregado Fino	Agregado Grueso	UNIDADES
Peso específico (P.e)	2.58	2.65	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	2442.00	2280.00	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	2857.00	2528.00	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	0.62	0.59	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	3.34	1.21	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	N°4	3/4	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	3.16	7.01	.....
Peso específico cemento		3.15	gr/cm ³
Peso específico agua		1	gr/cm ³

Fuente: Adaptado de Bedon, J. (2016)

Tabla 39

Resistencia a la compresión promedio

Descripción	3 Días		7 Días		28 Días	
	kg/cm ²	Variación (%)	kg/cm ²	Variación (%)	kg/cm ²	Variación (%)
Concreto sin aditivo	398		495		585	
		62.60%		58.06%		27.48%
Concreto con aditivo	507		583		634	

Fuente: Adaptado de Bedon, J. (2016)

Resultados de la Fuente 6

Tabla 40

Características físicas de los agregados – Fuente 6

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	Agregado Fino	Agregado Grueso	UNIDADES
Peso específico (P.e)	2.45	2.56	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	1643.2	1428.6	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	1876.00	1624.00	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	4.06	0.92	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	5.09	0.71	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	N°4	3/4	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	3.20	7.66	.....
Peso específico cemento		3.15	gr/cm ³
Peso específico agua		1	gr/cm ³

Fuente: Adaptado de Bernal, D. (2017)

Tabla 41

Resistencia a la compresión promedio

Descripción	7 Días		14 Días		28 Días	
	kg/cm ²	Variación (%)	kg/cm ²	Variación (%)	kg/cm ²	Variación (%)
Concreto sin aditivo	218.48		262.80		318.25	
		62.60%		58.06%		27.48%
Concreto con aditivo	229.31		273.87		316.59	

Fuente: Adaptado de Bernal, D. (2017)

Comparación de resultados

A continuación, se presenta una comparación de las características físicas de los agregados fino y grueso obtenidos a partir de 6 fuentes de investigación.

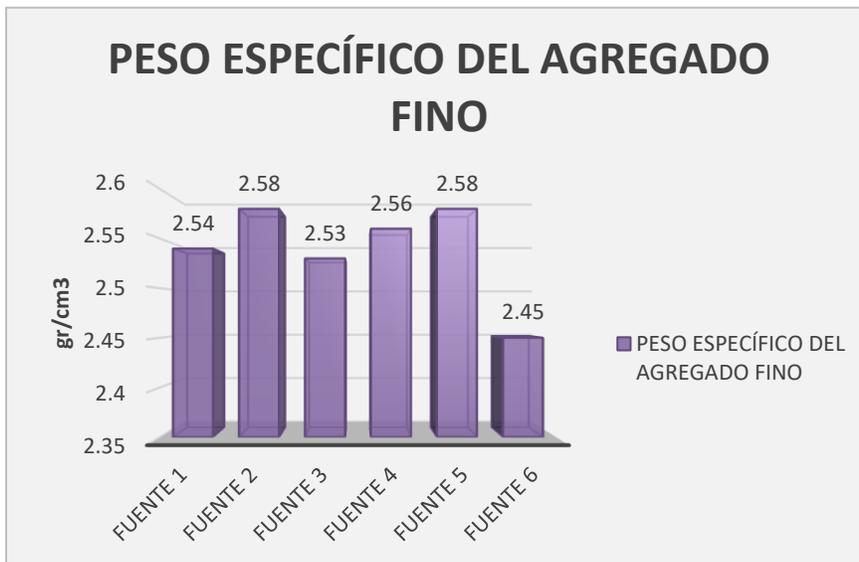


Figura 14: Peso Específico del agregado Fino tomado de las fuentes de estudio

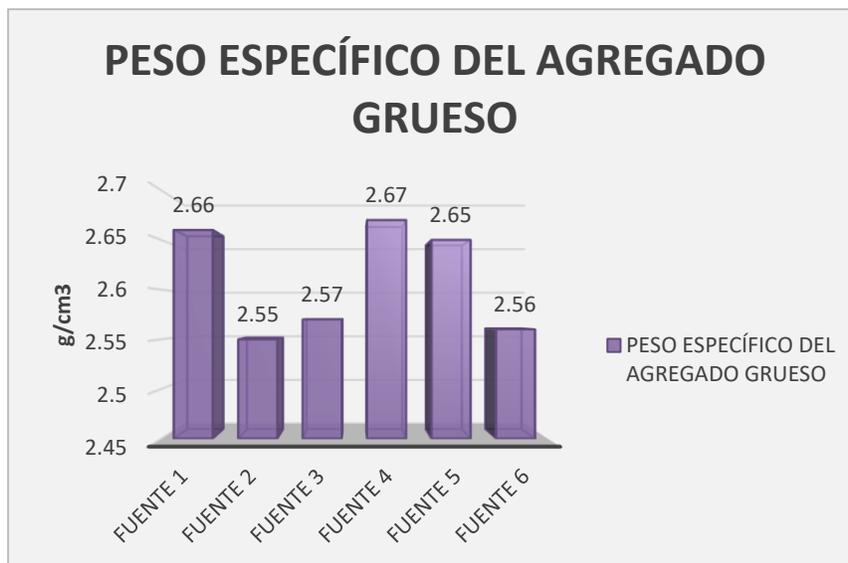


Figura 15: Peso Específico del agregado Grueso tomado de las fuentes de estudio



Figura 16: Peso Unitario Suelto del agregado Fino tomado de las fuentes de estudio.

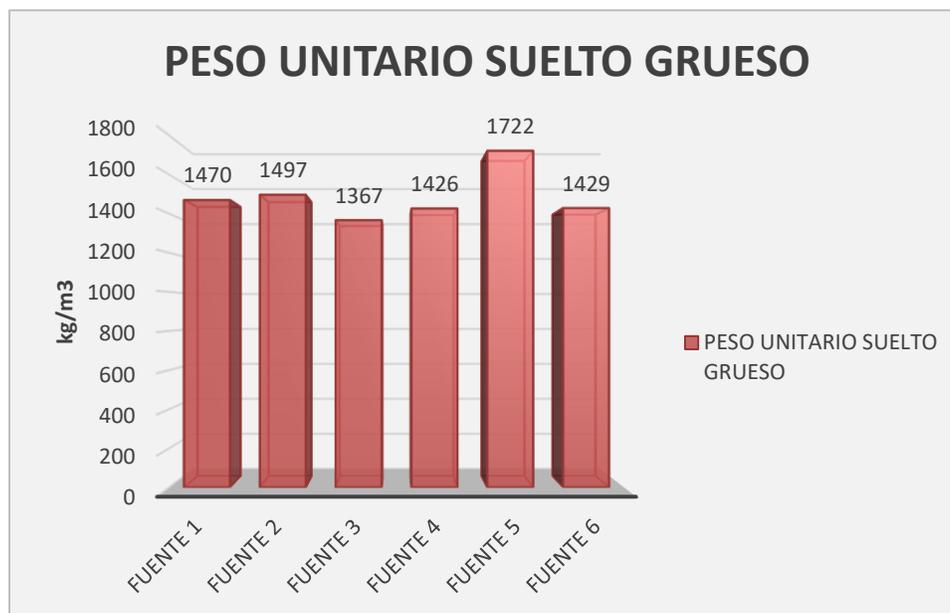


Figura 17: Peso Unitario Suelto del agregado Fino tomado de las fuentes de estudio.

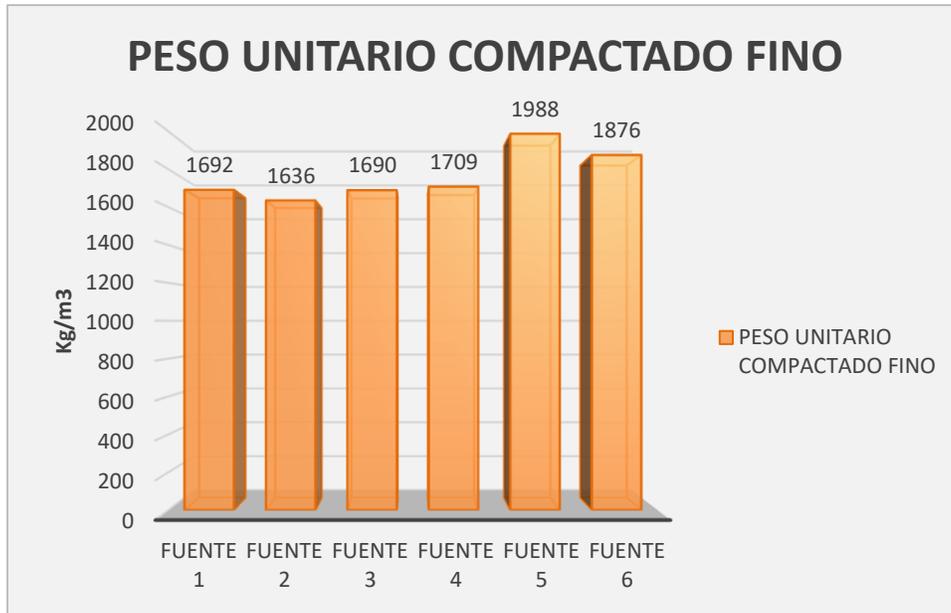


Figura 18: Peso Unitario Compactado del agregado Fino tomado de las fuentes de estudio.

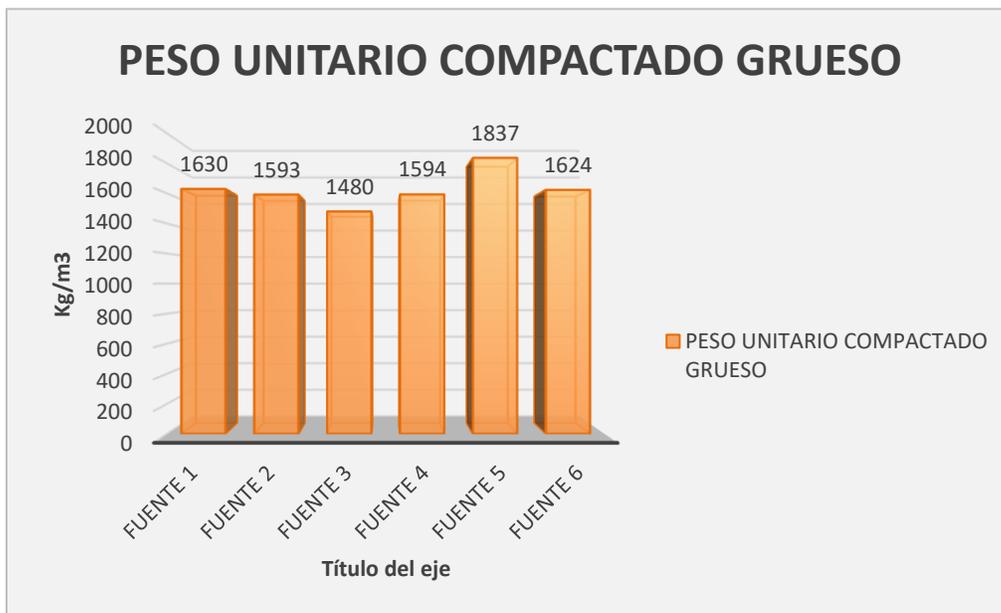


Figura 19: Peso Unitario Compactado del agregado grueso tomado de las fuentes de estudio.

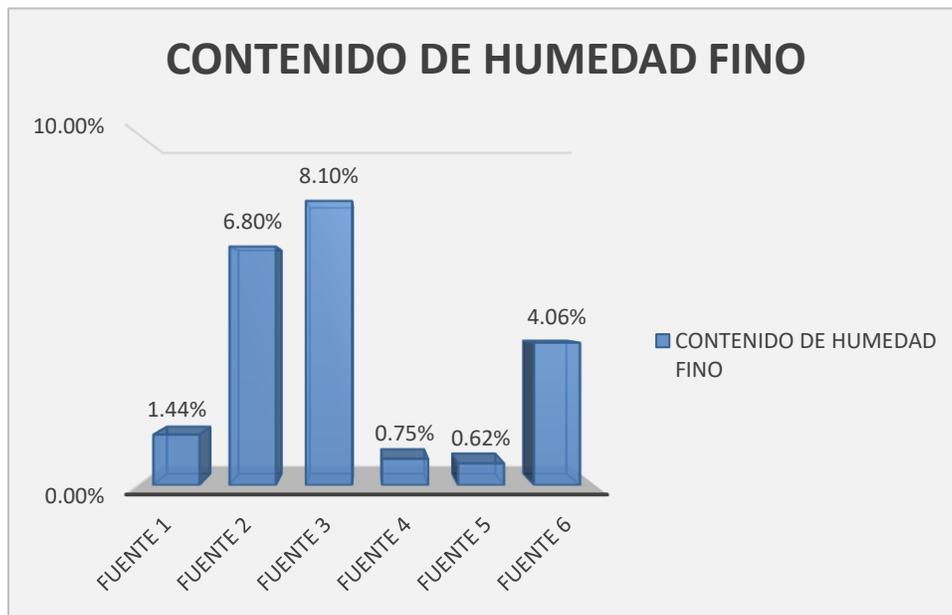


Figura 20: Contenido de Humedad del Agregado Fino tomado de las fuentes de estudio

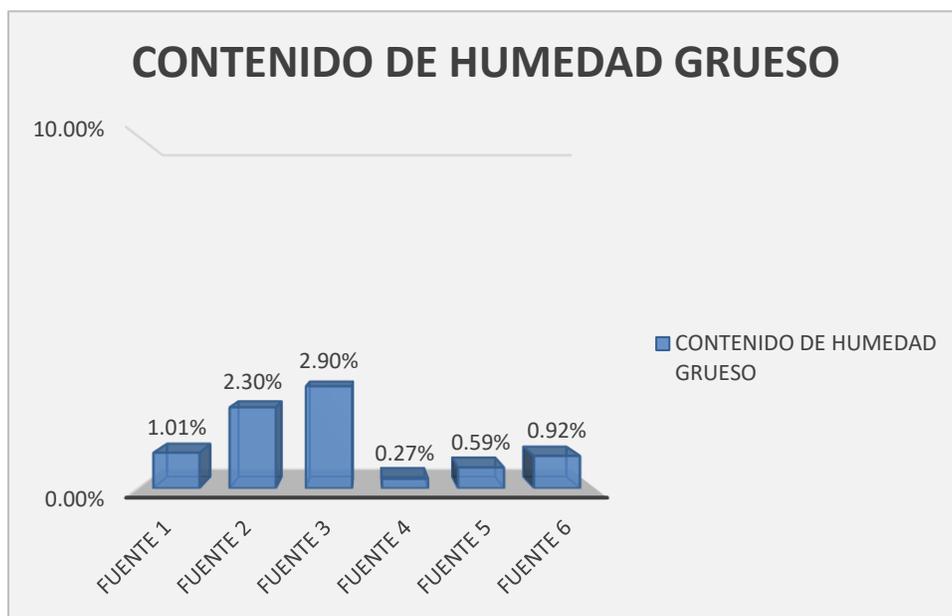


Figura 21: Contenido de Humedad del Agregado Grueso tomado de las fuentes de estudio

También, se muestran los resultados de Resistencia a Compresión del concreto sin aditivo súper plastificante, en 7, 14 y 28 días, que se obtuvieron de las 6 fuentes de investigación.



Figura 22: Resistencia a Compresión del concreto sin aditivo en 7 días de fraguado.

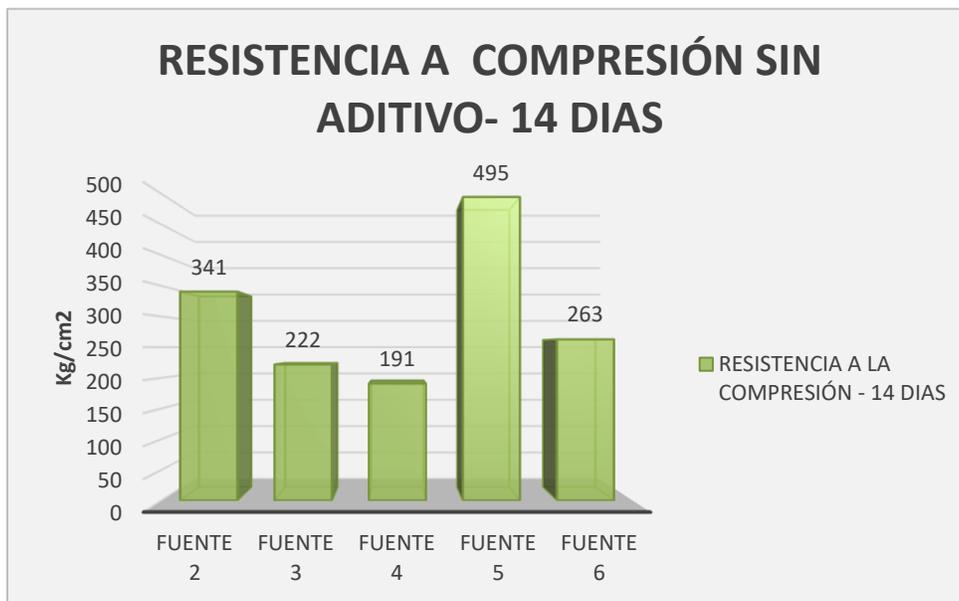


Figura 23: Resistencia a Compresión del concreto sin aditivo en 14 días de fraguado

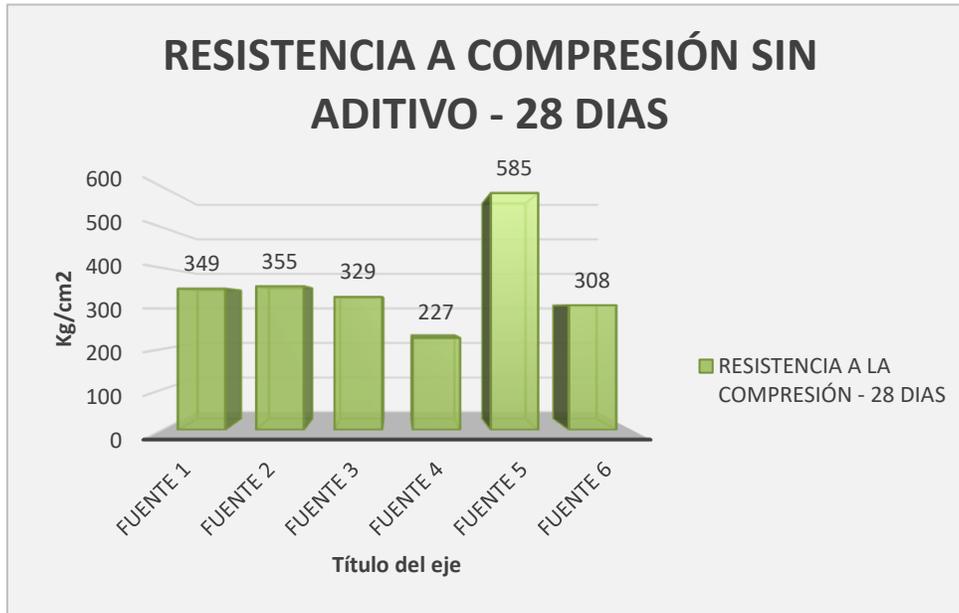


Figura 24: Resistencia a Compresión del concreto sin aditivo en 28 días de fraguado

Así mismo, se muestran los resultados de la Resistencia a Compresión del concreto con aditivo súper plastificante, en 7, 14 y 28 días, que se obtuvieron de las 6 fuentes de investigación.



Figura 25: Resistencia a Compresión del concreto con aditivo en 7 días de fraguado



Figura 26: Resistencia a Compresión del concreto con aditivo en 14 días de fraguado.

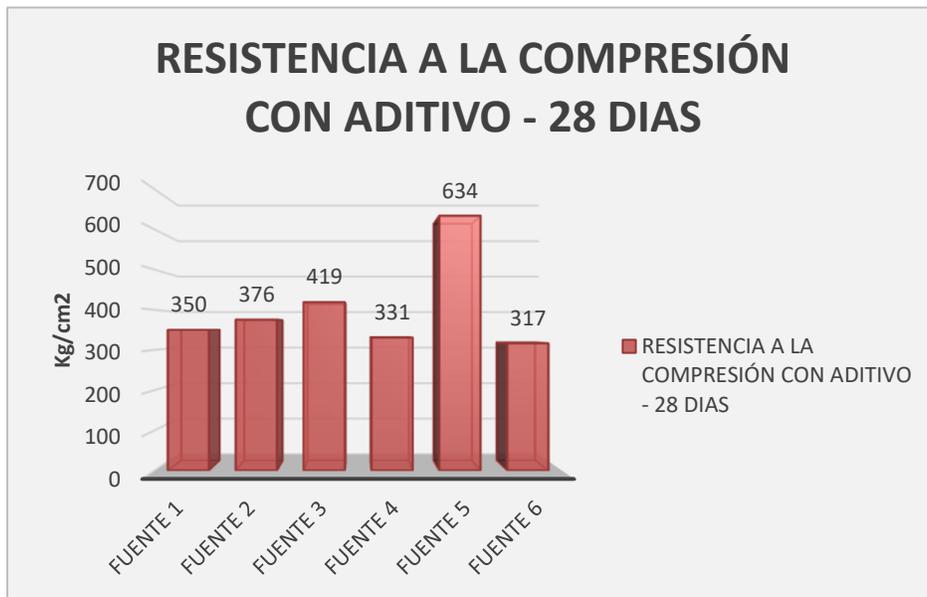


Figura 27: Resistencia a Compresión del concreto con aditivo en 28 días de fraguado.

Además, de la Fuente 2 se presenta la siguiente figura que detalla la variación de la resistencia a la compresión, en función del tiempo, al emplear una dosificación mayor de aditivo súper plastificante.

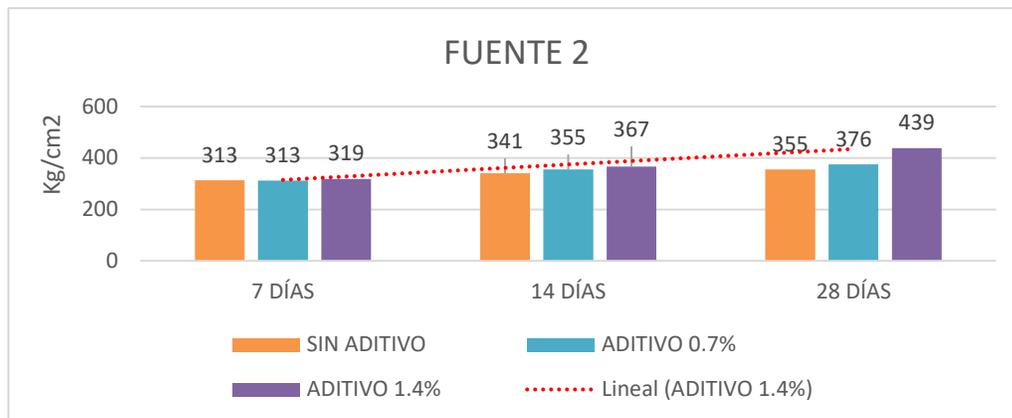


Figura 28: Variación de la resistencia a compresión del concreto empleando diferentes % de aditivo

También, se muestra la variación porcentual de la resistencia a Compresión del concreto, al emplear aditivo súper plastificante, en 7 días de fraguado.

Tabla 42

Porcentaje de incremento del F'c del concreto con aditivo - 7 días

FUENTE	F'c sin aditivo	F'c con aditivo	% de incremento
Fuente 1	296	343	15.95%
Fuente 2	313	314	0.13%
Fuente 3	158	258	62.60%
Fuente 4	174	278	59.77%
Fuente 5	398	507	27.39%
Fuente 6	218	229	5.05%

Fuente: Elaboración propia

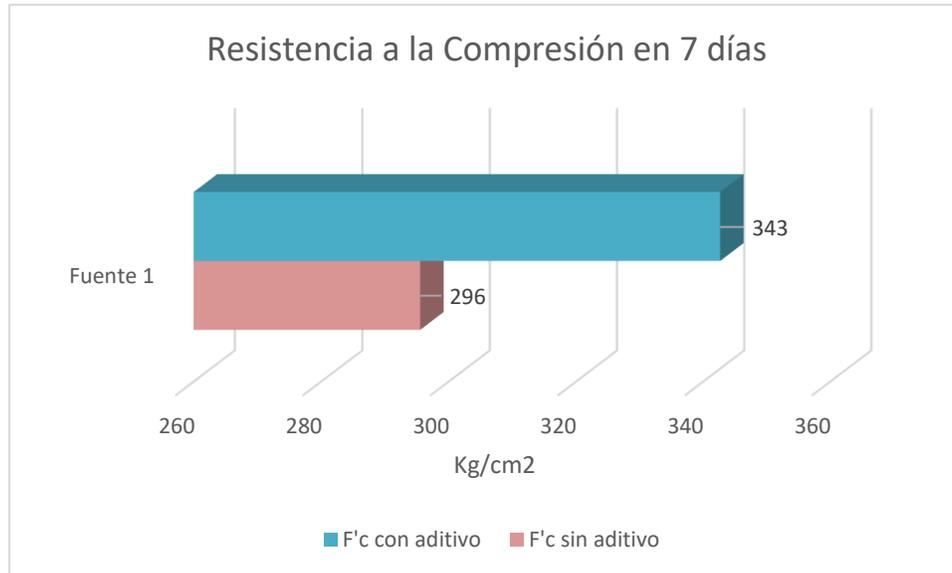


Figura 29: Variación de F'c del concreto al emplear aditivo súper plastificante – Fuente 1

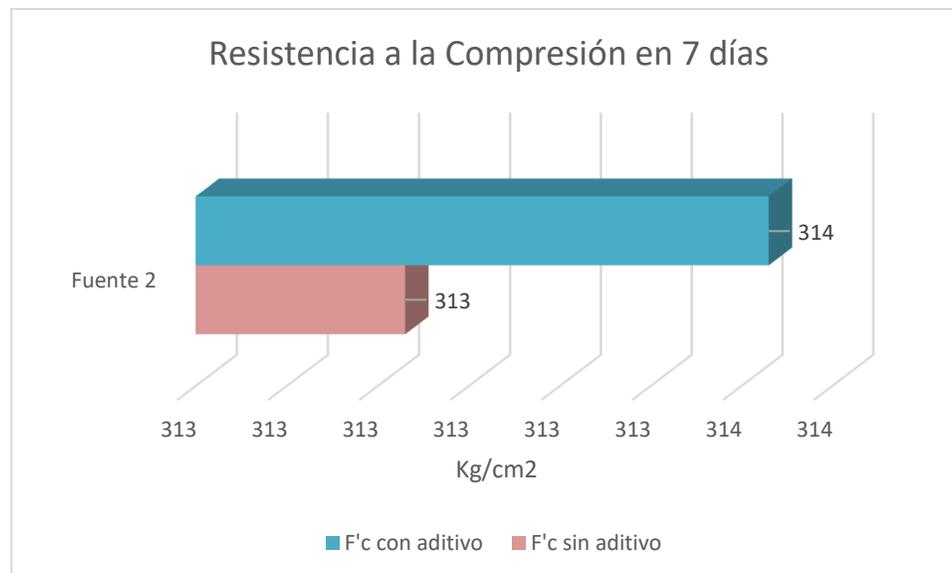


Figura 30: Variación de F'c del concreto al emplear aditivo súper plastificante – Fuente 2

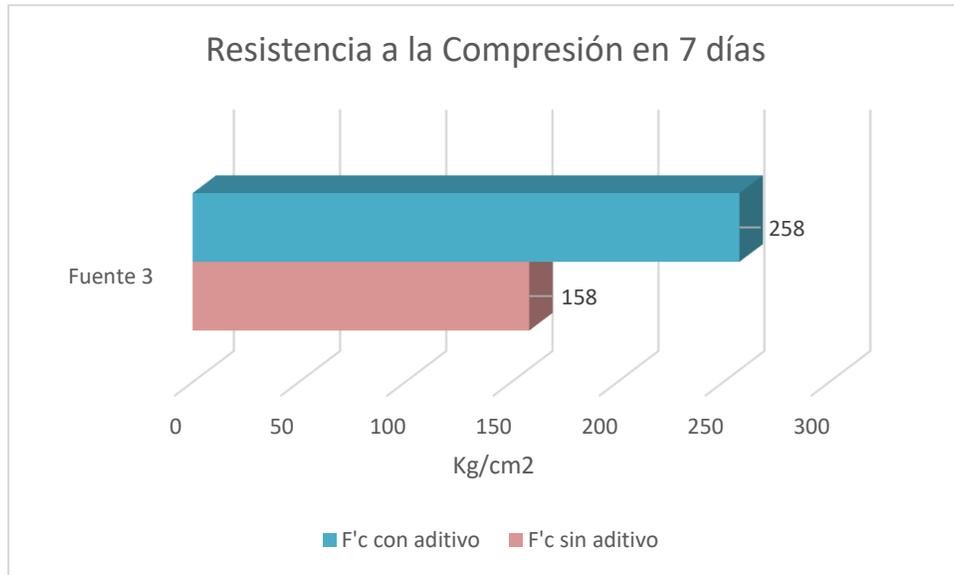


Figura 31: Variación de F'c del concreto al emplear aditivo súper plastificante – Fuente 3

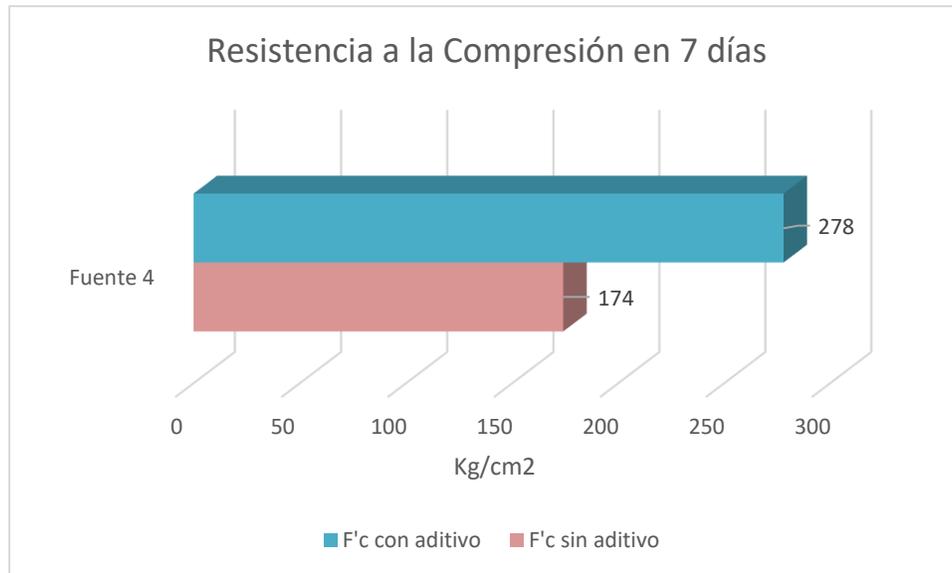


Figura 32: Variación de F'c del concreto al emplear aditivo súper plastificante – Fuente 4

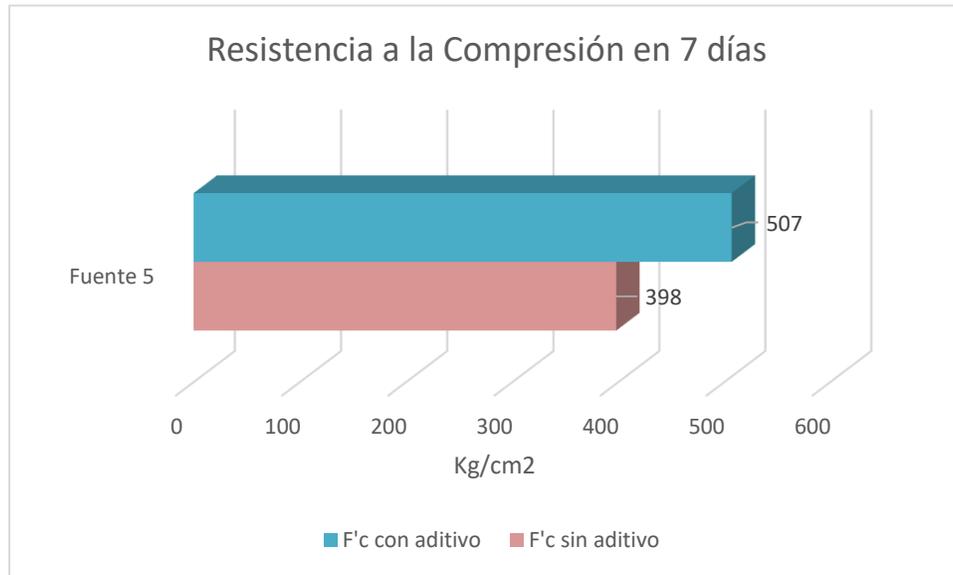


Figura 33: Variación de F'c del concreto al emplear aditivo súper plastificante – Fuente 5

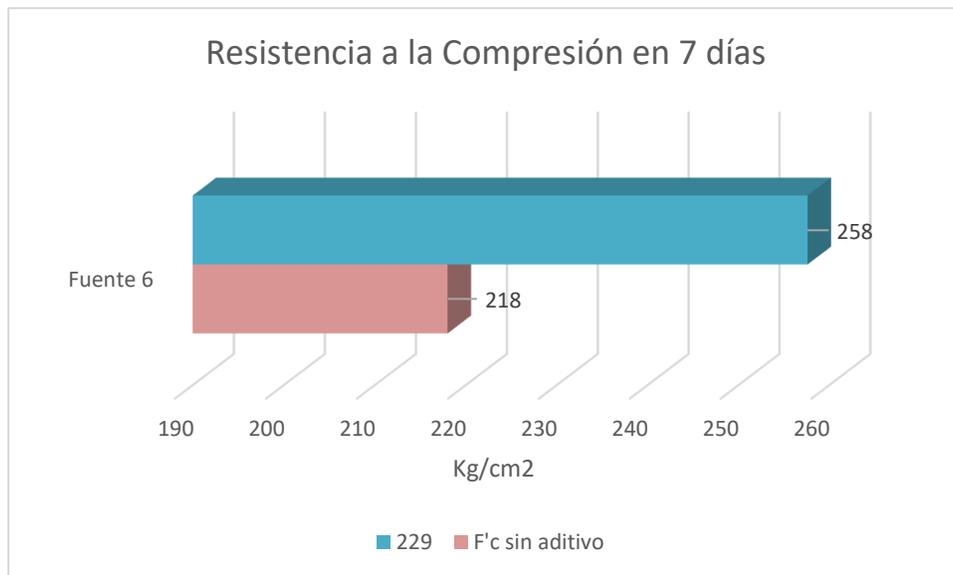


Figura 34: Variación de F'c del concreto al emplear aditivo súper plastificante – Fuente 6

Del mismo modo, se muestra la variación porcentual de la resistencia a Compresión del concreto, al emplear aditivo súper plastificante, en 28 días de fraguado.

Tabla 43

Porcentaje de incremento del F'c del concreto con aditivo - 28 días

FUENTE	F'c sin aditivo	F'c con aditivo	% de incremento
Fuente 1	349	350	0.37%
Fuente 2	355	376	5.89%
Fuente 3	329	419	27.48%
Fuente 4	227	331	45.81%
Fuente 5	585	634	8.38%
Fuente 6	308	317	2.79%

Fuente: Elaboración propia

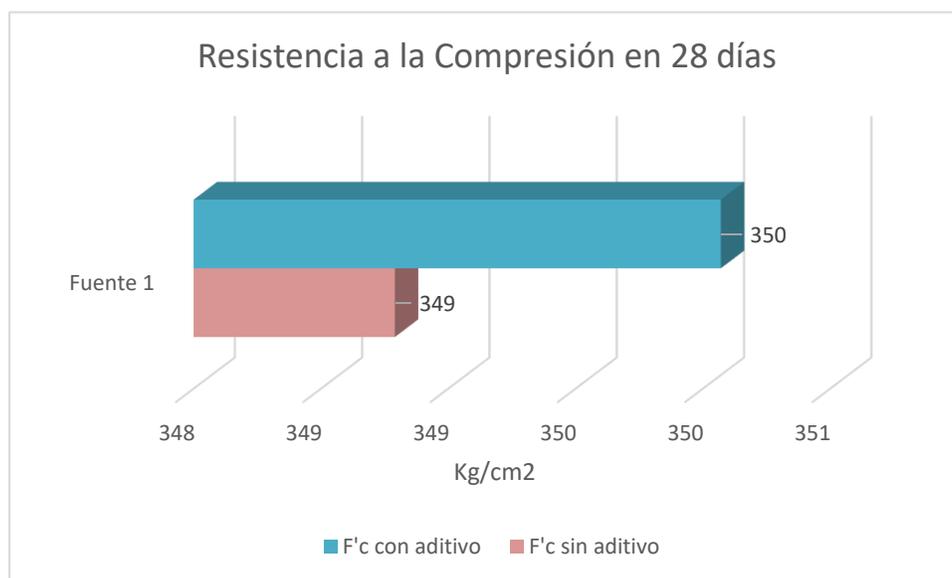


Figura 35: Variación de $F'c$ del concreto a los 28 días con aditivo súper plastificante – Fuente 1

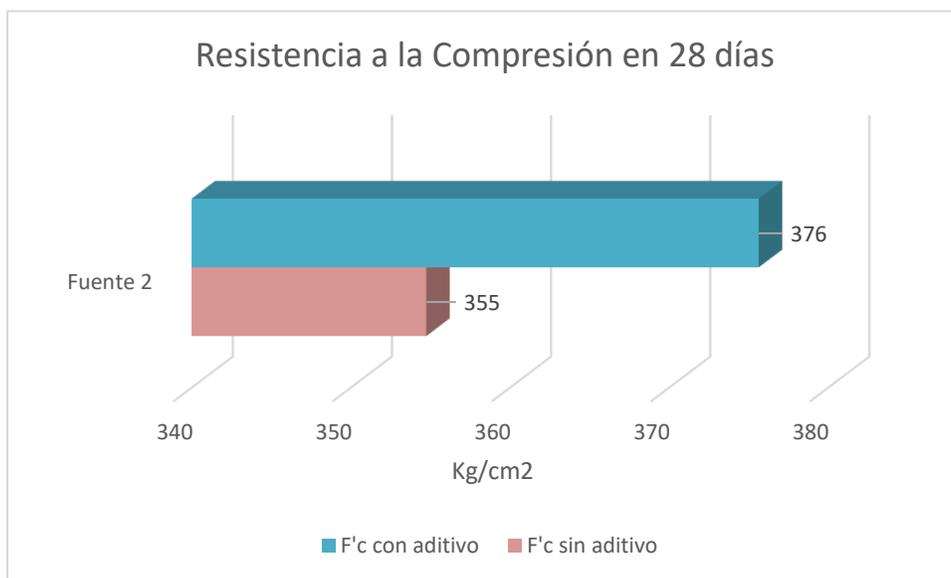


Figura 36: Variación de $F'c$ del concreto a los 28 días con aditivo súper plastificante – Fuente 2

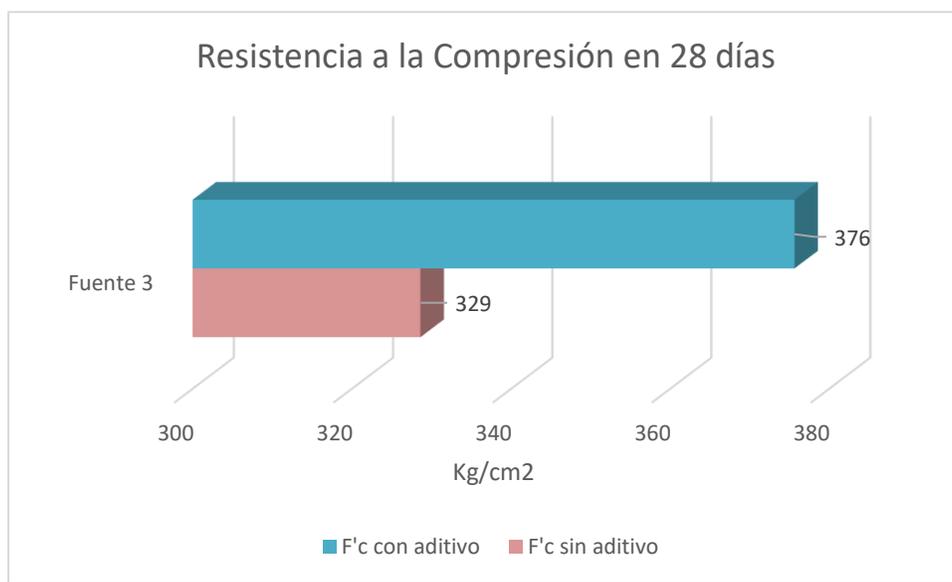


Figura 37: Variación de $F'c$ del concreto a los 28 días con aditivo súper plastificante – Fuente 3

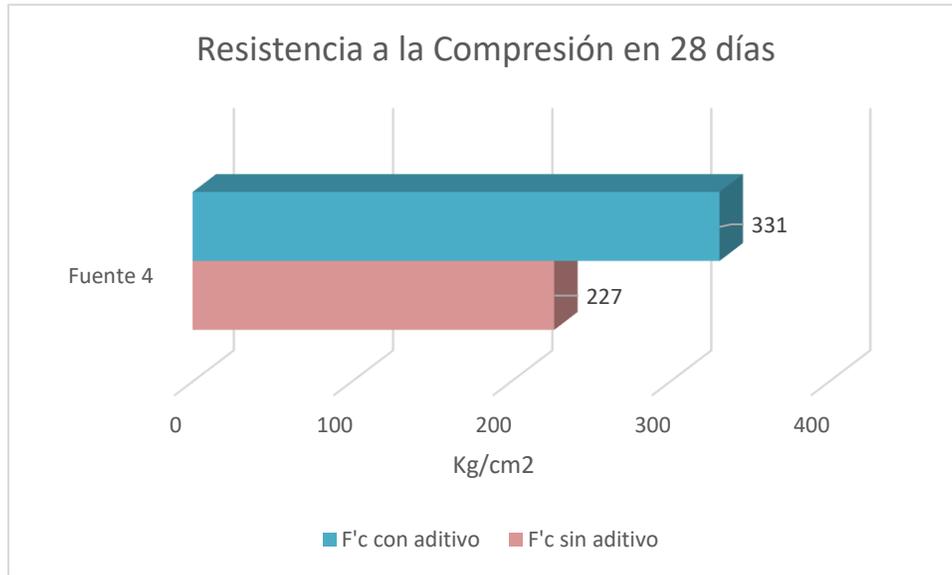


Figura 38: Variación de F'c del concreto a los 28 días con aditivo súper plastificante – Fuente 4

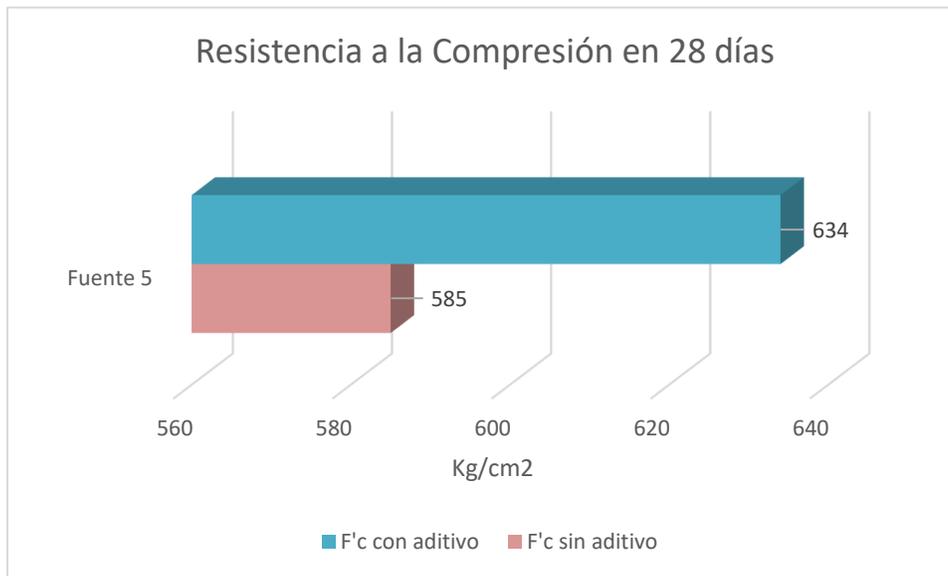


Figura 39: Variación de F'c del concreto a los 28 días con aditivo súper plastificante – Fuente 5

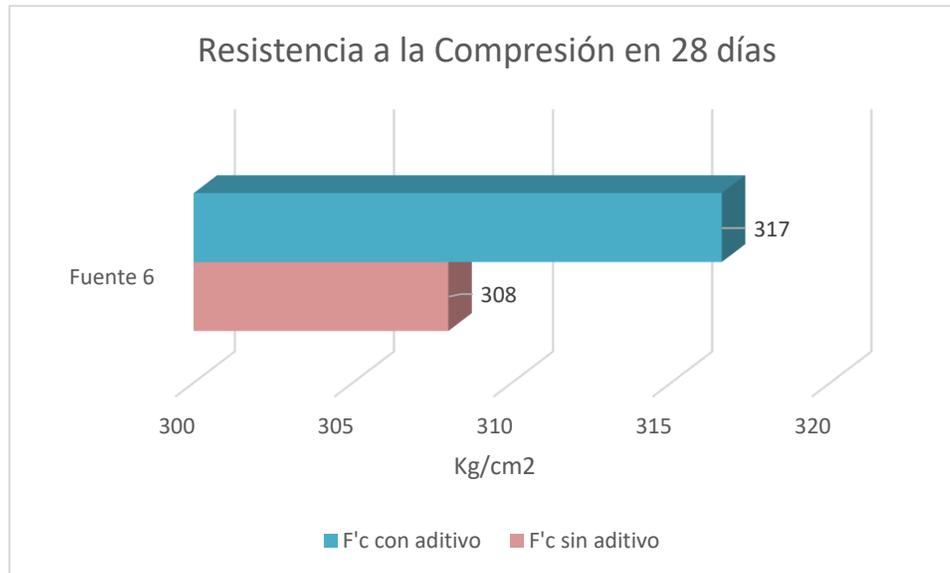


Figura 40: Variación de $F'c$ del concreto a los 28 días con aditivo súper plastificante – Fuente 6

Dosificación según Método del ACI 211

Las propiedades de los materiales se obtuvieron mediante revisión sistemática con el objetivo de realizar un Diseño de Mezcla por cada una de las seis fuentes analizadas, los resultados sirvieron para comparar la variabilidad de las proporciones y finalmente poder elegir una correcta dosificación de materiales.

Tabla 44

Cálculo de las propiedades de los materiales

Propiedades	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	Fuente 4	Fuente 5	Fuente 6
Peso Específico A. Fino	2.54	2.58	2.53	2.56	2.58	2.45
Peso Específico A. Grueso	2.66	2.55	2.57	2.67	2.65	2.56

Peso Unitario suelto A. Fino	1476.00	1534.00	1581.00	1638.00	1788.00	1643.00
Peso Unitario suelto A. Grueso	1470.00	1497.00	1367.00	1426.00	1722.00	1429.00
Peso Unitario compactado A. Fino	1692.00	1636.00	1690.00	1709.00	1988.00	1876.00
Peso Unitario compactado A. Grueso	1630.00	1593.00	1480.00	1594.00	1837.00	1624.00
Contenido de Humedad A. Fino	1.44	6.80	8.10	0.75	0.62	4.06
Contenido de Humedad A. Grueso	1.01	2.30	2.90	0.27	0.59	0.92
Porcentaje de Absorción A. Fino	2.76	3.65	3.33	2.15	3.34	5.09
Porcentaje de Absorción A. Grueso	0.51	2.63	2.78	1.10	1.21	0.71
Módulo de Fineza A. Fino	3.10	3.10	2.96	2.91	3.16	3.20
Módulo de Fineza A. Grueso	.....	6.95	6.85	6.29	7.01	7.66

Fuente: Adaptado de Revisión Sistemática

Con el objetivo de facilitar e incentivar, a los Maestros de Obra, el uso de Aditivo súper plastificante en la elaboración de concreto que será utilizado para el vaciado de losas

aligeradas en la Autoconstrucción de viviendas en el distrito de San Juan de Lurigancho, se diseñó un concreto con resistencia a compresión de 175 kg/cm^2 con y sin aditivo súper plastificante. A continuación, se presenta los datos de entrada necesarios para iniciar con el diseño de mezcla.

Diseño de Mezcla con propiedades de Fuente 1

Tabla 45

Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 1

IDENTIFICACIÓN	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDADES
Peso específico (P.e)	2.54	2.66	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	1476	1470	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	1692	1630	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	1.44	1.01	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	2.76	0.51	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	N°4	3/4	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	3.10	....	.....
Densidad de aditivo S. Plastificante		1.205	Kg/L
Peso específico cemento		3.15	gr/cm ³
Peso específico agua		1.00	gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

El método del comité 211 del ACI establece una serie de Tablas para el cálculo de los materiales componentes del concreto. (Ver Anexo G)

CALCULOS CON TABLAS DEL ACI	
f'c	175
f'cr	245
Slump	3" - 4"
Relación (a/c)	0.66
Agua (Kg)	215

Figura 41: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 1

Siguiendo los pasos establecidos por el ACI, mostrados en el capítulo anterior, se logró calcular tanto la proporción como el peso en kilogramos de los materiales para elaboración del concreto.

DISEÑO SECO (Teórico)				
Materiales	W.S (Kg)	P.e. (Kg/m ³)	Vol. (m ³)	W.U.S
CEMENTO	325.76	3150	0.103	1
AGUA (L)	215.00	1000	0.215	28.05
ARENA	749.41	2540	0.295	2.30
PIEDRA	961.70	2660	0.362	2.95
AIRE	2.5%	.....	0.025	.....
V.Parcial (m ³)			0.705	
V.Arena (m ³)			0.295	

Figura 42: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales – Fuente 1

ANALISIS PARA OBRA (Corrección por Humedad)				
W.O (Kg)	W.U.O	VOLUMEN		
		W.U.O x 42.5 (kg)	Vol. [pie] ³	
325.76	1	42.50	1	
220.08	28.71	28.71	28.71	
760.20	2.33	99.18	2.37	
971.41	2.98	126.74	3.04	
.....	

Figura 43: Proporción y Peso corregido por humedad en obra – Fuente 1

RESUMEN			
CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA (l/ bolsa)
1	2.4	3.0	28.7

Figura 44: Proporción final de Materiales – Fuente 1

Finalmente, con las proporciones encontradas y para facilitar el entendimiento y la buena práctica de parte de los Maestros de Obra se calculó la cantidad de arena gruesa y piedra chancada, según el método de trabajo encontrado, en lampadas.

Tabla 46

Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 1

Equivalencia	Arena Gruesa (Lampadas)	Piedra Chancada (Lampadas)	Agua (Litros)
1 pie ³ 1.42 Baldes	17.0	21.3	28.7
1 Balde 5 Lampadas			
Valor Redondeado	17	21	29

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Los valores se redondean porque son cantidades que se usará en Obra

Diseño de Mezcla con propiedades de Fuente 2

Tabla 47

Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 2

IDENTIFICACIÓN	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDADES
Peso específico (P.e)	2.58	2.65	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	1534	1497	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	1636	1593	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	6.80	2.30	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	3.65	2.63	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	N°4	3/4	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	3.10	6.95	.....
Densidad de aditivo S. Plastificante		1.205	Kg/L
Peso específico cemento		3.15	gr/cm ³
Peso específico agua		1.00	gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

El método del comité 211 del ACI establece una serie de Tablas para el cálculo de los materiales componentes del concreto. (Ver Anexo G)

CALCULOS CON TABLAS DEL ACI	
f'c	175
f'cr	245
Slump	3"- 4"
Relacion (a/c)	0.66
Agua (Kg)	215
Aire atrapado	2.5%
Piedra	940
Cemento (kg)	325.76
Cemento (Bl)	7.66

Figura 45: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 2

Siguiendo los pasos establecidos por el ACI, mostrados en el capítulo anterior, se logró calcular tanto la proporción como el peso en kilogramos de los materiales para elaboración del concreto.

DISEÑO SECO (Teórico)				
Materiales	W.S (Kg)	P.e. (Kg/m ³)	Vol. (m ³)	W.U.S
CEMENTO	325.76	3150	0.103	1
AGUA (L)	215.00	1000	0.215	28.05
ARENA	778.95	2580	0.302	2.39
PIEDRA	939.87	2650	0.355	2.89
AIRE	2.5%	.....	0.025	.....
V.Parcial (m ³)			0.698	
V.Arena (m ³)			0.302	

Figura 46: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales – Fuente 2

ANALISIS PARA OBRA (Corrección por Humedad)			
W.O (Kg)	W.U.O	VOLUMEN	
		W.U.O x 42.5 (kg)	Vol. [pie] ³
325.76	1	42.50	1
193.56	25.25	25.25	25.25
831.91	2.55	108.54	2.50
961.49	2.95	125.44	2.96
.....

Figura 47: Proporción y Peso corregido por humedad en obra – Fuente 2

RESUMEN			
CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA (l/ bolsa)
1	2.5	3.0	25.3

Figura 48: Proporción final de Materiales – Fuente 2

Finalmente, con las proporciones encontradas y para facilitar el entendimiento y la buena práctica de parte de los Maestros de Obra se calculó la cantidad de arena gruesa y piedra chancada, según el método de trabajo encontrado, en lampadas.

Tabla 48

Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 2

Equivalencia		Arena Gruesa (Lampadas)	Piedra Chancada (Lampadas)	Agua (Litros)
1 pie ³	1.42 Baldes	17.8	21.3	25.3
1 Balde	5 Lampadas			
Valor Redondeado		18	21	25

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Los valores se redondean porque son cantidades que se usará en Obra

Diseño de Mezcla con propiedades de Fuente 3

Tabla 49

Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 3

IDENTIFICACIÓN	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDADES
Peso específico (P.e)	2.53	2.57	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	1581	1367	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	1690	1480	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	8.10	2.90	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	3.33	2.78	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	Nº4	3/4	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	2.96	6.85	.....
Densidad de aditivo S. Plastificante		1.205	Kg/L
Peso específico cemento		3.15	gr/cm ³
Peso específico agua		1.00	gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

El método del comité 211 del ACI establece una serie de Tablas para el cálculo de los materiales componentes del concreto. (Ver Anexo G)

CALCULOS CON TABLAS DEL ACI	
f'c	175
f'cr	245
Slump	3"- 4"
Relacion (a/c)	0.66
Agua (Kg)	215
Aire atrapado	2.5%
Piedra	903
Cemento (kg)	325.76
Cemento (BlS)	7.66

Figura 49: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 3

Siguiendo los pasos establecidos por el ACI, mostrados en el capítulo anterior, se logró calcular tanto la proporción como el peso en kilogramos de los materiales para elaboración del concreto.

DISEÑO SECO (Teórico)				
Materiales	W.S (Kg)	P.e. (Kg/m ³)	Vol. (m ³)	W.U.S
CEMENTO	325.76	3150	0.103	1
AGUA (L)	215.00	1000	0.215	28.05
ARENA	772.41	2530	0.305	2.37
PIEDRA	902.80	2570	0.351	2.77
AIRE	2.5%	.....	0.025	.....
V.Parcial (m ³)			0.695	
V.Arena (m ³)			0.305	

Figura 50: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales – Fuente 3

ANÁLISIS PARA OBRA (Corrección por Humedad)			
W.O (Kg)	W.U.O	VOLUMEN	
		W.U.O x 42.5 (kg)	Vol. [pie] ³
325.76	1	42.50	1
177.07	23.10	23.10	23.10
834.98	2.56	108.94	2.43
928.98	2.85	121.20	3.13
.....

Figura 51: Proporción y Peso corregido por humedad en obra – Fuente 3

RESUMEN			
CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA (l/ bolsa)
1	2.4	3.1	23.1

Figura 52: Proporción final de Materiales – Fuente 3

Finalmente, con las proporciones encontradas y para facilitar el entendimiento y la buena práctica de parte de los Maestros de Obra se calculó la cantidad de arena gruesa y piedra chancada, según el método de trabajo encontrado, en lampadas.

Tabla 50

Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 3

Equivalencia	Arena Gruesa (Lampadas)	Piedra Chancada (Lampadas)	Agua (Litros)
1 pie ³ 1.42 Baldes	17.0	22.0	23.1
1 Balde 5 Lampadas			
Valor Redondeado	17	22	23

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Los valores se redondean porque son cantidades que se usará en Obra

Diseño de Mezcla con propiedades de Fuente 4

Tabla 51

Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 4

IDENTIFICACIÓN	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDADES
Peso específico (P.e)	2.56	2.67	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	1638	1426	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	1709	1594	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	0.75	0.27	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	2.15	1.10	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	N°4	3/4	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	2.91	6.29	.....
Densidad de aditivo S. Plastificante		1.205	Kg/L
Peso específico cemento		3.15	gr/cm ³
Peso específico agua		1.00	gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

El método del comité 211 del ACI establece una serie de Tablas para el cálculo de los materiales componentes del concreto. (Ver Anexo G)

CALCULOS CON TABLAS DEL ACI	
f'c	175
f'cr	245
Slump	3"- 4"
Relacion (a/c)	0.66
Agua (Kg)	215
Aire atrapado	2.5%
Piedra	972
Cemento (kg)	325.76
Cemento (Bls)	7.66

Figura 53: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 4

Siguiendo los pasos establecidos por el ACI, mostrados en el capítulo anterior, se logró calcular tanto la proporción como el peso en kilogramos de los materiales para elaboración del concreto.

DISEÑO SECO (Teórico)				
Materiales	W.S (Kg)	P.e. (Kg/m ³)	Vol. (m ³)	W.U.S
CEMENTO	325.76	3150	0.103	1
AGUA (L)	215.00	1000	0.215	28.05
ARENA	748.58	2560	0.292	2.30
PIEDRA	972.34	2670	0.364	2.98
AIRE	2.5%	.....	0.025	.....
V.Parcial (m ³)			0.708	
V.Arena (m ³)			0.292	

Figura 54: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales – Fuente 4

ANALISIS PARA OBRA (Corrección por Humedad)			
W.O (Kg)	W.U.O	VOLUMEN	
		W.U.O x 42.5 (kg)	Vol. [(pie)] ³
325.76	1	42.50	1
233.55	30.47	30.47	30.47
754.19	2.32	98.40	2.12
974.97	2.99	127.20	3.15
.....

Figura 55: Proporción y Peso corregido por humedad en obra – Fuente 4

RESUMEN			
CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA (l/ bolsa)
1	2.1	3.1	30.5

Figura 56: Proporción final de Materiales – Fuente 4

Finalmente, con las proporciones encontradas y para facilitar el entendimiento y la buena práctica de parte de los Maestros de Obra se calculó la cantidad de arena gruesa y piedra chancada, según el método de trabajo encontrado, en lampadas.

Tabla 52

Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 4

Equivalencia		Arena Gruesa (Lampadas)	Piedra Chancada (Lampadas)	Agua (Litros)
1 pie ³	1.42 Baldes			
1 Balde	5 Lampadas	14.9	24.1	30.5
Valor Redondeado		15	24	31

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Los valores se redondean porque son cantidades que se usará en Obra

Diseño de Mezcla con propiedades de Fuente 5

Tabla 53

Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 5

IDENTIFICACIÓN	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDADES
Peso específico (P.e)	2.58	2.65	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	1788	1722	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	1988	1837	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	0.62	0.59	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	3.34	1.21	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	N°4	3/4	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	3.16	7.01	.....
Densidad de aditivo S. Plastificante		1.205	Kg/L
Peso específico cemento		3.15	gr/cm ³
Peso específico agua		1.00	gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

El método del comité 211 del ACI establece una serie de Tablas para el cálculo de los materiales componentes del concreto. (Ver Anexo G)

CALCULOS CON TABLAS DEL ACI	
f'c	175
f'cr	245
Slump	3"- 4"
Relacion (a/c)	0.66
Agua (Kg)	215
Aire atrapado	2.5%
Piedra	1084
Cemento (kg)	325.76
Cemento (BlS)	7.66

Figura 57: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 5

Siguiendo los pasos establecidos por el ACI, mostrados en el capítulo anterior, se logró calcular tanto la proporción como el peso en kilogramos de los materiales para elaboración del concreto.

DISEÑO SECO (Teórico)				
Materiales	W.S (Kg)	P.e. (Kg/m ³)	Vol. (m ³)	W.U.S
CEMENTO	325.76	3150	0.103	1
AGUA (L)	215.00	1000	0.215	28.05
ARENA	638.79	2580	0.248	1.96
PIEDRA	1083.83	2650	0.409	3.33
AIRE	2.5%	.....	0.025	.....
V.Parcial (m ³)			0.752	
V.Arena (m ³)			0.248	

Figura 58: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales – Fuente 5

ANÁLISIS PARA OBRA (Corrección por Humedad)			
W.O (Kg)	W.U.O	VOLUMEN	
		W.U.O x 42.5 (kg)	Vol. [pie]^3
325.76	1	42.50	1
239.09	31.19	31.19	31.19
642.75	1.97	83.86	1.66
1090.22	3.35	142.24	2.92
.....

Figura 59: Proporción y Peso corregido por humedad en obra – Fuente 5

RESUMEN			
CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA (l/ bolsa)
1	1.7	2.9	31.2

Figura 60: Proporción final de Materiales – Fuente 5

Finalmente, con las proporciones encontradas y para facilitar el entendimiento y la buena práctica de parte de los Maestros de Obra se calculó la cantidad de arena gruesa y piedra chancada, según el método de trabajo encontrado, en lampadas.

Tabla 54

Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 5

Equivalencia	Arena Gruesa (Lampadas)	Piedra Chancada (Lampadas)	Agua (Litros)
1 pie ³ 1.42 Baldes	12.1	20.6	31.2
1 Balde 5 Lampadas			
Valor Redondeado	12	21	31

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Los valores se redondean porque son cantidades que se usará en Obra

Diseño de Mezcla con propiedades de Fuente 6

Tabla 55

Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 6

IDENTIFICACIÓN	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDADES
Peso específico (P.e)	2.45	2.56	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	1643	1429	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	1876	1624	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	4.06	0.92	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	5.09	0.71	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	N°4	3/4	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	3.20	7.66	.....
Densidad de aditivo S. Plastificante		1.205	Kg/L
Peso específico cemento		3.15	gr/cm ³
Peso específico agua		1.00	gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

El método del comité 211 del ACI establece una serie de Tablas para el cálculo de los materiales componentes del concreto. (Ver Anexo G)

CALCULOS CON TABLAS DEL ACI	
f'c	175
f'cr	245
Slump	3" - 4"
Relacion (a/c)	0.66
Agua (Kg)	215
Aire atrapado	2.5%
Piedra	942
Cemento (kg)	325.76
Cemento (Bl)	7.66

Figura 61: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 6

Siguiendo los pasos establecidos por el ACI, mostrados en el capítulo anterior, se logró calcular tanto la proporción como el peso en kilogramos de los materiales para elaboración del concreto.

DISEÑO SECO (Teórico)				
Materiales	W.S (Kg)	P.e. (Kg/m ³)	Vol. (m ³)	W.U.S
CEMENTO	325.76	3150	0.103	1
AGUA (L)	215.00	1000	0.215	28.05
ARENA	707.19	2450	0.289	2.17
PIEDRA	941.92	2560	0.368	2.89
AIRE	2.5%	.....	0.025	.....
V.Parcial (m ³)			0.711	
V.Arena (m ³)			0.289	

Figura 62: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales – Fuente 6

ANALISIS PARA OBRA (Corrección por Humedad)			
W.O (Kg)	W.U.O	VOLUMEN	
		W.U.O x 42.5 (kg)	Vol. [(pie)] ³
325.76	1	42.50	1
220.31	28.74	28.74	28.74
735.90	2.26	96.01	2.06
950.59	2.92	124.02	3.06
.....

Figura 63: Proporción y Peso corregido por humedad en obra – Fuente 6

RESUMEN			
CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA (l/ bolsa)
1	2.1	3.1	28.7

Figura 64: Proporción final de Materiales – Fuente 6

Finalmente, con las proporciones encontradas y para facilitar el entendimiento y la buena práctica de parte de los Maestros de Obra se calculó la cantidad de arena gruesa y piedra chancada, según el método de trabajo encontrado, en lampadas.

Tabla 56

Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 6

Equivalencia		Arena Gruesa (Lampadas)	Piedra Chancada (Lampadas)	Agua (Litros)
1 pie ³	1.42 Baldes	14.9	22.0	28.7
1 Balde	5 Lampadas			
Valor Redondeado		15	22	29

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Los valores se redondean porque son cantidades que se usará en Obra

Resumen de Dosificaciones para elección de Fuente

Para la elección de un Diseño de mezcla que cumpla con la resistencia a compresión de 175 kg/cm^2 se tomaron en cuenta dos aspectos esenciales que se detallan a continuación. En primer lugar, se buscó una dosificación con valores parecidos o cercanos encontrados en Obra con la finalidad de no cambiar radicalmente la forma de trabajo en cuanto a cantidad de lampadas se refiere. Finalmente, las dosificaciones establecidas por la Empresa UNACEM y la Institución CAPECO sirvieron para comprobar que la dosificación calculada con datos de la Fuente 2 cumple con lo requerido.

Tabla 57

Resumen de dosificaciones para concreto con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

	Fuente	Cemento *	Arena	Piedra	Agua (L)
1	VOLUMEN	1.00	2.40	3.00	28.70
	LAMPADAS	1.00	17.00	21.00	
2	VOLUMEN	1.00	2.50	3.00	25.00
	LAMPADAS	1.00	18.00	21.00	
3	VOLUMEN	1.00	2.40	3.10	23.00
	LAMPADAS	1.00	17.00	22.00	
4	VOLUMEN	1.00	2.10	3.10	31.00
	LAMPADAS	1.00	15.00	24.00	
5	VOLUMEN	1.00	1.70	2.90	31.00
	LAMPADAS	1.00	12.00	21.00	
6	VOLUMEN	1.00	2.10	3.10	29.00
	LAMPADAS	1.00	15.00	22.00	

Fuente: Elaboración propia

Nota (): Una bolsa de cemento*

Por lo tanto, con los datos de la fuente elegida se realizó un Diseño de Mezcla con Aditivo súper Plastificante Chemament 400 para conseguir una mezcla trabajable sin necesidad de aumentar la cantidad de agua establecida. Con esto, los Maestros de Obra que requieran un concreto que cumpla con la resistencia a compresión de 175 kg/cm^2 , para una Losa Aligerada, harán uso del Diseño de Mezcla planteado en este proyecto.

Diseño de Mezcla con aditivo súper plastificante a partir de la Fuente 2

Tabla 58

Propiedades de los materiales para elaboración de concreto – Fuente 2

IDENTIFICACIÓN	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	UNIDADES
Peso específico (P.e)	2.58	2.65	gr/cm ³
Peso unitario suelto (P.U.S)	1534	1497	Kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C)	1636	1593	Kg/m ³
Contenido de humedad (%W)	6.80	2.30	.....
Porcentaje absorción (% Abs)	3.65	2.63	.....
Tamaño Max. Nominal (T.M.N)	N°4	3/4	Pulgada
Módulo de fineza (M.F)	3.10	6.95	.....
Densidad de aditivo S. Plastificante		1.205	Kg/L
Peso específico cemento		3.15	gr/cm ³
Peso específico agua		1.00	gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo para obtener la cantidad exacta de aditivo súper plastificante que se usó por bolsa de cemento se muestra en la siguiente Tabla

Tabla 59

Cantidad de Aditivo por bolsa de cemento

Parámetros	Datos Técnicos	Aditivo 1%	Aditivo 2%
Densidad (Kg/L)	1.205	.....	.....
Rendimiento *	0.7 % - 2.0%	353 **	706**

Fuente: Elaboración propia

*Nota: * Por peso del cemento, ** Rendimiento en ml para una bolsa de cemento*

El método del comité 211 del ACI establece una serie de Tablas para el cálculo de los materiales componentes del concreto. (Ver Anexo G)

CALCULOS PREVIOS AL DISEÑO	
f'c	265.71
f'cr	335.71
Slump	3" - 4"
Relacion (a/c)	0.50
Agua (Kg)	162.88
Aire atrapado	2.5%
Piedra	944
Cemento (kg)	325.76
Cemento (Bls)	7.66

Figura 65: Datos planteados y establecidos con Tablas del ACI – Fuente 2 con aditivo

Siguiendo los pasos establecidos por el ACI, mostrados en el capítulo anterior, se logró calcular tanto la proporción como el peso en kilogramos de los materiales para elaboración del concreto.

DISEÑO SECO (Teórico)				
Materiales	W.S (Kg)	P.e. (Kg/m ³)	Vol. (m ³)	W.U.S
CEMENTO	325.76	3150	0.103	1
AGUA (L)	162.88	1000	0.163	21.25
ARENA	904.92	2600	0.348	2.78
PIEDRA	944.00	2620	0.360	2.90
AIRE	2.5%	.....	0.025	.....
ADITIVO S.PLAST (mL)	0.425	1205	0.000353	.....
V.Parcial (m ³)			0.652	
V.Arena (m ³)			0.348	

Figura 66: Proporción y Peso Seco teórico de los materiales Fuente 2 con aditivo

ANALISIS PARA OBRA (Corrección por Humedad)			
W.O (Kg)	W.U.O	VOLUMEN	
		W.U.O x 42.5 (kg)	Vol. [pie] ³
325.76	1	42.50	1
165.67	21.61	21.61	21.61
911.25	2.80	118.89	2.59
951.55	2.92	124.14	2.92
.....
0.425	0.353	0.353	0.353

Figura 67: Proporción y Peso corregido por humedad en obra - Fuente 2 con aditivo

RESUMEN				
CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA (l/ bolsa)	ADITIVO (mL)
1	2.6	2.9	21.6	0.353

Figura 68: Proporción final de Materiales - Fuente 2 con aditivo

Finalmente, con las proporciones encontradas y para facilitar el entendimiento y la buena práctica de parte de los Maestros de Obra se calculó la cantidad de arena gruesa y piedra chancada, según el método de trabajo encontrado, en lampadas.

Tabla 60

Cálculo de Materiales en Lampadas - Fuente 2

Equivalencia		Arena Gruesa (Lampadas)	Piedra Chancada (Lampadas)	Agua (Litros)
1 pie ³	1.42 Baldes			
1 Balde	5 Lampadas	18.5	20.6	21.6
Valor Redondeado		19	21	22

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Los valores se redondean porque son cantidades que se usará en Obra

A continuación, se muestra la dosificación que se otorgará a los Maestros de Obra para la elaboración de un concreto cuya resistencia a la compresión cumpla con los requerimientos mínimos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

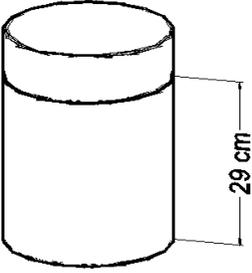
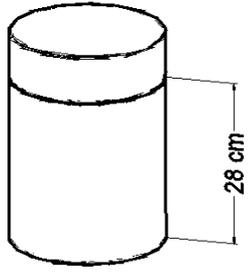
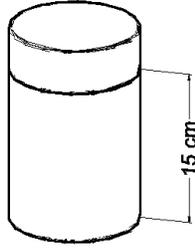
F'c (Kg/cm ²)	Proporción (Cemento, arena, piedra)	Cantidad de Materiales por Bolsa de Cemento				
		Cemento	Arena Gruesa	Piedra Chancada	Agua	Aditivo
SIN ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE						
175	1 : 2.5 : 3.0	1 Bolsa	18 Lampadas	21 Lampadas	25 Litros	.....
CON ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE						
175	1 : 2.6 : 2.9	1 Bolsa	19 Lampadas	21 Lampadas	22 Litros	353 mL
<p>Para calcular la cantidad de agua que se muestra en el presente cuadro, se recomienda el uso de un Balde de 20 Litros que será llenado según la marca realizada previamente. La marca que se recomienda consiste en atravesar un clavo a la altura especificada en las Figuras 1, 2 y 3.</p>						
<p>Por otra parte, para calcular la cantidad de 25 Litros se recomienda el uso de 2 Baldes pequeño de 4 Litros más 1 balde que contenga 17 Litros. De la misma forma, se podrá obtener un volumen de 22 Litros.</p>						
						
Figura 1: Balde de 20L llenado a 29 cm		Figura 2: Balde de 20L llenado a 28 cm		Figura 3: Balde de 4L llenado a 15 cm		
<p>Para calcular el aditivo se recomienda usar una jeringa de 60 mL con el cual se podrá obtener la cantidad exacta de 353 mL</p>						

Figura 69: Dosificación de concreto para Maestros de Obra

Para una correcta elaboración de concreto se muestra el Procedimiento de Mezclado con una Máquina Mezcladora cuyas características encontradas en obra muestran una capacidad de 9 pies³ con una Potencia de 9 HP.

Procedimiento de Mezclado de Materiales para un concreto con Resistencia a la Compresión de 175 kg/cm ²	
Sin aditivo Súper Plastificante	
Osorio Loyola Ennio Lincoln	Pág. 91
1	Prender la Máquina Mezcladora y mantener en funcionamiento hasta cumplir con el quinto procedimiento

Figura 70: Procedimiento de Mezclado mecánico para elaboración de concreto en Obra

3.3.Resultados adicionales

Costo unitario del concreto con y sin aditivo súper plastificante

La dosificación de materiales utilizados para la elaboración de 1 m³ concreto que establece CAPECO, se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 61

Dosificación de materiales para 1m³ de concreto

F'c (kg/cm ²)	Cemento (Bolsas)	Agregado fino (m ³)	Agregado grueso (m ³)	Agua (Litros)
210	9.73	0.52	0.53	185

Fuente: Adaptado de CAPECO

Con la cantidad de materiales encontrados se realizó un análisis de precios unitarios para calcular el costo total para la elaboración de 1m³ de concreto con resistencia a la compresión de 210 kg/cm² con y sin aditivo súper plastificante.

Tabla 62

Costo unitario en 1m³ de concreto sin aditivo súper plastificante

Partida:		Concreto para Losa Aligerada (1 m³)			
Descripción de Insumo	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	
Piedra chancada de ½" – ¾"	m ³	0.53	50.00	26.50	
Arena gruesa	m ³	0.52	40.00	20.80	
Cemento Portland Tipo I (42.5kg)	BLS.	10.00	23.00	230.00	
Total Precio Unitario			S/	277.30	

Fuente: Elaboración propia

Con la cantidad de aditivo súper plastificante calculado previamente, se obtuvo el costo unitario en la elaboración de 1m³ de concreto con aditivo. (Ver Tabla 63)

Tabla 63

Costo unitario en 1m3 de concreto con aditivo súper plastificante

Partida:		Concreto para Losa Aligerada (1 m3)		
Descripción de Insumo	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
Piedra chancada de ½” – ¾”	m3	0.53	50.00	26.50
Arena gruesa	m3	0.52	40.00	20.80
Cemento Portland Tipo I (42.5kg)	BLS.	10.00	23.00	230.00
Aditivo súper plastificante*	L	3.53	9.98	35.23
Total Precio Unitario			S/.	312.53

Fuente: Elaboración propia

**Nota: La cantidad de aditivo para una bolsa de cemento es 0.353mL*

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

4.1.1. Frente a las Hipótesis Planteadas

A partir de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, la hipótesis general planteada en este proyecto es aceptada; puesto que, un concreto elaborado por Maestros de Obra en la autoconstrucción de Losas Aligeradas se realizará con una Tabla de dosificación planteada mediante el Diseño de Mezcla por el método del ACI 211 el cual incluye el uso de aditivo súper plastificante. Este aditivo influye en la reducción del uso excesivo del agua que se maneja en obra, de esta manera se logró un Diseño de Mezcla con resistencia a compresión específica de 175 kg/cm^2 . Esta Tabla de dosificación planteada guarda relación con lo que sostiene Garay y Quispe (2016), quienes compararon la cantidad de agua que se utiliza en autoconstrucciones de algunos distritos de Lima, frente a la cantidad de agua calculada en un Diseño de Mezcla por el Método del ACI 211. En este caso la relación a/c que se calculó, sin aditivo fue de 25.3 litros, frente al mínimo valor de 25.8 litros que calcularon estos autores.

Así mismo, la primera hipótesis específica menciona que la relación agua/cemento calculada en el Diseño de Mezcla por el método ACI 211 no será mayor a 0.62. Por lo tanto, esta hipótesis también será confirmada; ya que, Bedoya (2017), sustenta que para obtener concretos con buena resistencia a compresión la relación agua cemento (a/c) tiene que ser óptima; es decir, que para obtener una resistencia a compresión entre 210 y 250 kg/cm^2 , los valores de esta relación se encuentra entre 0.45 y 0.55. Finalmente,

contrastando los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, la relación a/c calculada está dentro de los valores establecidos por este autor, con un valor de 0.50.

En relación a la segunda hipótesis específica, la cual establece que el uso de aditivo súper plastificante logrará reducir la cantidad de agua aumentando la resistencia a compresión del concreto, es confirmada; puesto que, la cantidad de aditivo súper plastificante planteado en esta investigación fue del 1% (356mL) del peso del cemento, obteniendo una reducción del agua en un 14.6 %. Este valor está relacionado con los cálculos realizado por Garay y Quispe (2016), quienes también usaron el mismo método de Diseño de Mezcla planteado en esta investigación, obteniendo una reducción de 25 % con el 1 % de aditivo (425mL). Además, confirman que las probetas de concreto sin aditivo de las obras estudiadas desarrollaron su resistencia a la compresión característica a los 28 días; sin embargo, el 83% de las muestras alcanzaron resistencias características menores a 175 kg/cm^2 . Sucedió lo contrario cuando incorporaron aditivo súper plastificante en la mezcla de concreto; ya que, su resistencia característica se incrementó en un 25%.

Pasquel (2010), obtuvo un concreto de $f'c$ igual a 138 kg/cm^2 a partir de un estudio relacionado a la elaboración de concreto en autoconstrucción de viviendas en San Juan de Lurigancho. En este caso, se obtuvo un valor teórico de 30 kg/cm^2 de resistencia a la compresión, según la Tabla del ACI. El valor obtenido es menor al que sustenta este autor; puesto que, según las encuestas analizadas en este proyecto la cantidad de agua que usan los Maestros de Obra para elaborar el concreto en el Distrito de San Juan de Lurigancho es mayor a la que se encontró en dicha fuente. Por tanto, como la tercera hipótesis específica afirma que el $f'c$ encontrado en Obra no será la esperada, esta afirmación es aceptada.

Finalmente, la última hipótesis específica planteada afirma que con la elaboración de una Tabla de Dosificaciones realizada mediante un Diseño de Mezcla para un concreto con resistencia a compresión de 175 kg/cm^2 , los Maestros de Obra lograrán elaborar un concreto con esta característica. Esta hipótesis será confirmada; puesto que, según las encuestas realizadas a los Maestros de Obra el 100% especificó que si le proporcionaran una Tabla de dosificaciones de fácil entendimiento estarían dispuestos a utilizarla

4.1.2. Frente a la Revisión Sistemática

Fernando, Morales y Soto (2016), especifican que el uso de aditivo súper plastificante está diseñado para mejorar las propiedades del concreto haciéndolo más trabajable en estado fresco y más resistente en estado endurecido, esto gracias a la baja relación agua /cemento.

Según Gutiérrez, L. (2018), el empleo de aditivo súper plastificante Rheobuild 1000, en los concretos de resistencias convencionales permite obtener, a 7 días de fraguado, un 60% de la resistencia a la compresión con respecto a los 28 días de fraguado; por tanto, se encuentra un contraste con los resultados obtenidos en la presente tesis los cuales muestran que la resistencia a la compresión a los 7 días tiene un valores porcentual de 62.60 % respecto a los 28 días de fraguado. (Ver Tabla 42)

De la misma forma, Urrutia y Quispe (2017), platearon Diseños de Mezcla sin aditivo súper plastificante donde las relaciones de agua/cemento tomaron los valores de 0.56, 0.47 y 0.45, según el método de diseño del ACI 211. En consecuencia, el valor 0.50 de la relación a/c calculada para la elaboración de un concreto en autoconstrucción, se muestra en un rango admisible y además sustentado por el autor mencionado anteriormente.

Villanueva (2014), obtuvo un incremento aproximadamente del 15% de la resistencia a compresión del concreto cuando usó 0.7% de aditivo en base a una bolsa de cemento, un incremento de 25% cuando usó 1.4% de aditivo en base al factor cemento. Estos resultados son acorde a los que expresa

En la figura 13, el resultado de la fuente seis muestra un peso específico de 2.45 gr/cm³ del agregado fino, valor ligeramente bajo que difiere del resto de resultados debido a que la muestra analizada corresponde a un agregado absorbente (Material poroso). Sin embargo, los seis valores encontrados cumplen con la NTP 400.022, lo cual indica que son adecuados para la elaboración de concreto.

En la figura 14, los resultados de las fuentes 2, 3 y 6 son valores bajos a diferencia del resto de resultados, estos valores se dan por ser agregados absorbentes (Materiales Porosos). Sin embargo, todos los resultados cumplen con la NTP 400.021, lo cual indica que son adecuados para la elaboración de concreto.

Los resultados de los pesos unitarios sueltos y compactados de los agregados fino y grueso no presentan variaciones notables lo cual, según la NTP 400.017, indica que son adecuados para la elaboración del concreto. (Ver Figuras 15,16, 17 y 18)

Los resultados de contenido de humedad en las fuentes 2, 3 y 6 son elevados; ya que, como se mencionó anteriormente son agregados muy absorbentes. Por lo tanto, la relación agua cemento en el diseño de mezcla con estos agregados tienen que ser evaluados para que no afecte la resistencia del concreto. (Ver Figuras 19 y 20)

Los resultados de resistencia a compresión del concreto sin aditivo súper plastificante en 7, 14 y 28 días de fraguado muestran una variedad, ya que, los autores de las fuentes 2, 3, 4 y 6 plantearon un diseño de 280 kg/cm^2 a diferencia de las fuentes 1 y 2 que plantearon un $F'c$ de diseño de 350 kg/cm^2 y 420 kg/cm^2 respectivamente. (Ver Figuras 21, 22 y 23)

Las figuras 24, 25 y 26, muestran los resultados de resistencia a compresión del concreto con aditivo súper plastificante en 7, 14 y 28 días de fraguado, de los cuales la fuente 5 muestra una mayor resistencia a diferencia de los demás resultados; puesto que este concreto fue diseñado con un porcentaje mayor de aditivo súper plastificante superando el 2.3 % respecto al peso de una bolsa de cemento.

4.2. Conclusiones

La presente Tesis tuvo como objetivo conseguir un Diseño de Mezcla de concreto con aditivo súper plastificante que sea de fácil entendimiento para un Maestro de Obra que requiera elaborar un concreto, cuya resistencia a la compresión sea de 175 kg/cm^2 , en la autoconstrucción Losas Aligeradas en el Distrito de San Juan de Lurigancho. Por lo cual, considerando los resultados obtenidos, se concluye:

- La cantidad de agua utilizada por los Maestros de Obra muestra una relación de agua/cemento muy alta (0.95 y 1.27) la cual hace que la resistencia a compresión del

concreto, elaborado en el distrito de San Juan de Lurigancho, sea muy baja con valores teóricos desde los 30 kg/cm^2 hasta los 138 kg/cm^2 .

- Según la encuesta realizada a Maestros de Obra, el método usado para mezclar los materiales para la elaboración de concreto es la correcta; sin embargo, la resistencia a compresión final se ve afectada por el uso excesivo del agua.
- El uso de aditivo súper plastificante disminuye la cantidad de agua que se calcula para un diseño de mezcla inicial hasta en un 17.26%.
- El diseño de concreto con aditivo súper plastificante, con diferentes porcentajes de uso, aumenta la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de fraguado.
- El concreto con aditivo súper plastificante, en estado fresco garantiza una excelente trabajabilidad para un correcto vaciado de elementos estructurales tales como vigas y viguetas de una losa aligerada; ya que, el Slump aumenta hasta en 1.2 pulgadas según el porcentaje de aditivo empleado.
- El presente estudio servirá para continuar con las futuras investigaciones sobre autoconstrucción de viviendas en los distritos más pobres de Lima.
- Finalmente, se obtuvo un Diseño de Mezcla con aditivo súper plastificante, el cual muestra una dosificación de agregados en lampadas y el uso de agua en baldes, para un fácil y correcto entendimiento de parte de los Maestros de Obra que requieran un

concreto con resistencia a la compresión de 175 kg/cm^2 especificada en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Recomendaciones

Para obtener un concreto cuya resistencia a la compresión sea de 175 kg/cm^2 , se recomienda el uso del cuadro elaborado en la presente Tesis, el cual está basado a una forma similar de trabajo que realizan los Maestros de Obra en campo. Este cuadro muestra una dosificación y procedimiento de mezclado de los agregados, cemento y agua para un proceso de mezclado práctico donde la relación agua/cemento no se vea alterada considerablemente.

Es recomendable el uso de aditivo súper plastificante Chemament 400 para obtener una mezcla de concreto trabajable; por lo que, los Maestros de Obra no modificarán la cantidad de agua ya establecida. Además, al momento de vaciar una Losa Aligerada ayudará a una correcta distribución del concreto en las zonas donde el acero se encuentra cargado.

También, será necesario la concientización hacia todos los Maestros de Obra que trabajen de manera informal en las autoconstrucciones de viviendas de albañilería en los diferentes distritos de Lima donde se realiza esta práctica. Esta concientización deberá ser influenciada por estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil con el apoyo de su respectiva casa de estudio el cual apoye en las visitas Técnicas a Obra para dar a conocer la problemática y la alternativa de solución que se está planteando en esta Tesis.

Como el estudio para el diseño final de Mezcla de Concreto planteado en esta investigación fue no experimental realizando cálculos teóricos dentro de la Normativa, se recomienda la

verificación de Dicho Diseño de Mezcla mediante ensayos experimentales en laboratorio donde lo más importante sea determinar las propiedades de los materiales y la resistencia a compresión del concreto a los 28 días de fraguado.

REFERENCIAS

- American Concrete Institute. (2014). *Requisitos de reglamento para el concreto estructural (ACI 318S-14)*. Michigan: American Concrete Institute. Recuperado de https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf
- Bermejo Núñez, E. B. (2009). *Dosificación, propiedades y durabilidad en hormigón autocompactante para edificación* (Tesis, España: Universidad Politécnica de Madrid)
- Bedoya, C. M. (2017). *Incidencias del contenido de agua en la trabajabilidad, resistencia la compresión y durabilidad del concreto*. Revista de Arquitectura e Ingeniería, 11(1), 2.
- Camara Peruana de la Construcción. (2013). *Costos y Presupuestos en Edificaciones*. 8va. Edición. Lima: CAPECO
- Fernández, A., Moralez, J., & Soto, F. (2016). *Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo súper plastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días*. INGENIERÍA UC, 7.
- Gómez Zamorano, L. Y., Garcia Guillén, G., & Acevedo Dávila, J. L. (2015). *Estudio de la hidratación de pastas de cemento portland reemplazadas escoria granulada de alto horno, ceniza volante y metacaolín: efecto del empleo de dos aditivos súper plastificantes*. ALCONPAT, 15.
- GÁLVEZ, A. Qué tan segura es la vivienda en los conos ante un terremoto. Lima: Seminario N° 01 de Yo Constructor. Auditorio del Centro Comercial Plaza Norte, 2013.

- Instituto Nacional de Calidad. (2015). *Norma Técnica Peruana 339.035:2015 CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. 4a. Edición.* Lima: INACAL.
- Mejías, S., & Águila, I. (2016). *Posibilidades de utilización del concreto de alta resistencia con el uso de puzolana y súper plastificante para viviendas en Venezuela.* Caracas: Ediciones FAU-UCV.
- PASQUEL, E. Mitos y realidades del concreto elaborado con mezcladora en obra. Lima: Seminario N° 01 de Yo Constructor. Auditorio del Centro Comercial Plaza Norte, 2013.
- Puertas, F., & Vázquez, T. (2001). Hidratación inicial del cemento. Efecto de aditivos súper plastificantes. *Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)*, 9.
- Quispe, C., & Garay, L. (2016) *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* (Tesis, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú)
- Tamayo, M., (2003), *El proceso de la investigación Científica*, México DF, México: Limusa.

ANEXOS

Anexo A: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿Es posible que el Maestro de Obra pueda elaborar un concreto con resistencia a la compresión superior a 175 kg/cm^2 reduciendo la cantidad de agua que utiliza en obra, en la autoconstrucción de una Losa Aligerada en viviendas del distrito de San Juan de Lurigancho?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Obtener un Diseño de Mezcla con aditivo súper plastificante de fácil entendimiento para un Maestro de Obra que requiera un concreto con resistencia a compresión superior a 175 kg/cm^2</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓Presentar información científica referente al uso de aditivo súper plastificante en la elaboración de concreto ✓Diseñar una mezcla de concreto superior a 175 kg/cm^2, mediante el método ACI 211, con aditivo súper plastificante ✓Realizar la comparación de las diferentes resistencias a compresión encontradas en los estudios evaluados ✓Verificar teóricamente el cumplimiento, por parte de los Maestros de Obra, de la resistencia a compresión mínima, según el Reglamento Nacional de Edificaciones E060 – Concreto Armado 	<p>Hipótesis General</p> <p>Con el uso de aditivo súper plastificante los Maestros de Obra lograrán reducir la cantidad de agua usada en obra para obtener una resistencia a compresión del concreto, superior a 175 kg/cm^2, utilizado en la autoconstrucción de losas aligeradas.</p> <p>Hipótesis Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓El Diseño de Mezcla planteado usando el método del ACI 211 para un concreto de $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ mostrará una relación a/c no mayor a 0.62. ✓El uso de aditivo súper plastificante, en la elaboración del concreto en autoconstrucción de viviendas, logrará disminuir el uso de agua aumentando la resistencia a compresión del concreto. ✓La resistencia a compresión del concreto elaborado en la autoconstrucción no cumplirá con el mínimo valor de 175 kg/cm^2 que sugiere el Reglamento Nacional de Edificaciones. ✓El Diseño de concreto con aditivo súper plastificante planteado será de fácil entendimiento para el Maestro de Obra que requiera construir una Losa Aligerada con resistencia a la compresión de 175 kg/cm^2 	<p>V. Independiente</p> <p>Maestros de Obra</p>	<p>Método:</p> <p>Cuantitativo y Cualitativo</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Entrevista y Documental</p> <p>Diseño:</p> <p>No Experimental</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</p> <p>Recolección</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrevista • Fuentes bibliográficas • Revisión Sistemática <p>Técnica e Instrumento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario • Registro de Fuentes <p>Análisis de Datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpretación de Datos • Uso de Software Excel

Anexo B: Ficha técnica del Cemento Sol Portland tipo 1



Ficha Técnica

CEMENTO SOL

Descripción:

- Es un Cemento Portland Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.

Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Excelente desarrollo en resistencias a la compresión.
- Buena trabajabilidad.

Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

Formato de Distribución:

- Bolsos de 42,5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



Recomendaciones

Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

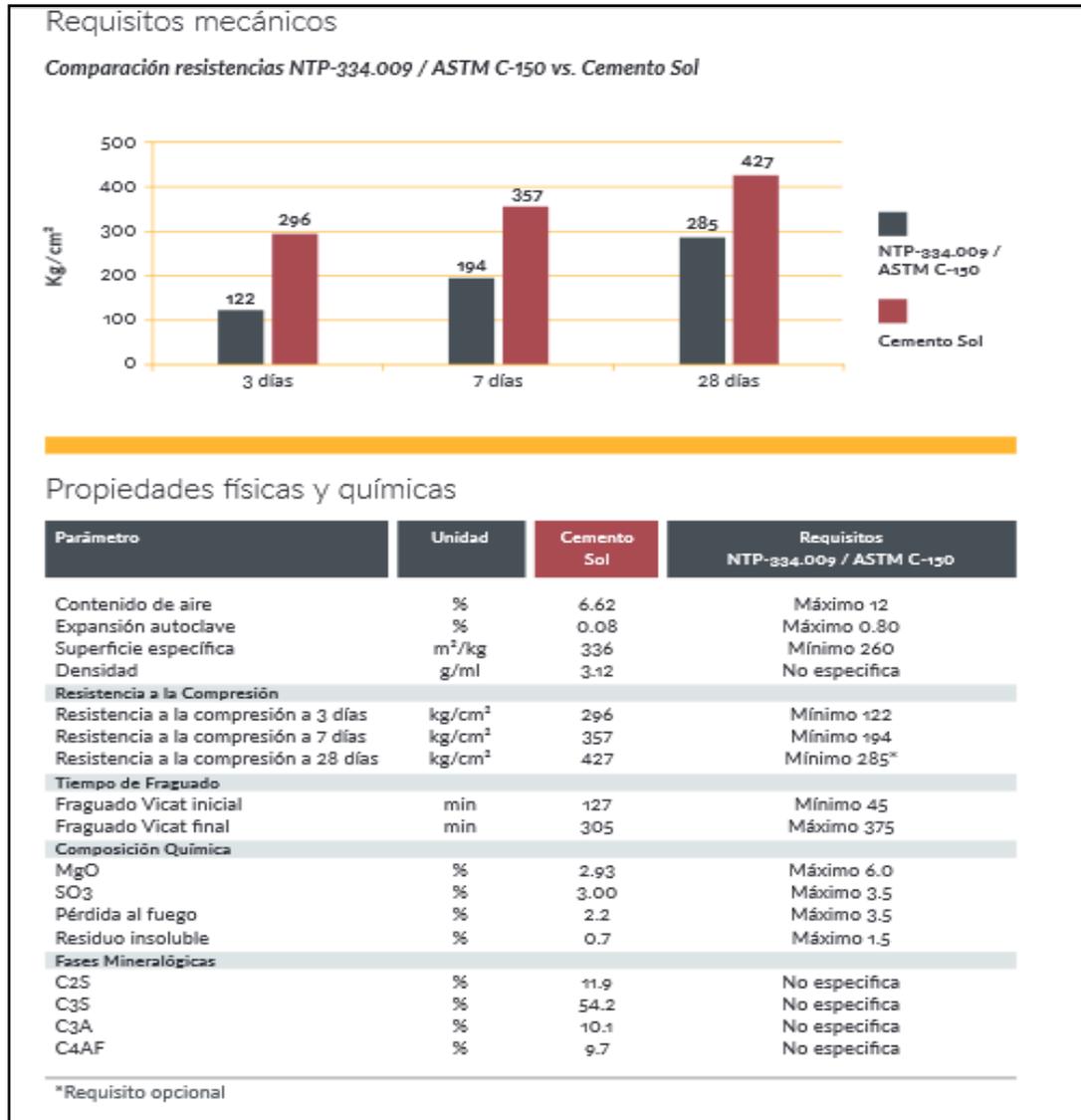
Manipulación:

- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

Anexo C: Continuación de ficha técnica del cemento portland tipo 1



Anexo D: Ficha técnica de aditivo súper plastificante



Chema
Calidad que Construye

Hoja Técnica

CHEMAMENT 400

Aditivo súper plastificante para concreto

VERSIÓN: 01
FECHA: 08/11/2016

DESCRIPCIÓN	CHEMAMENT 400 es un aditivo súper plastificante, reductor de agua de alto rango para el concreto, usado para la fabricación de concretos de alto desempeño. Cumple con la especificación ASTM C 494 Tipo A y Tipo F.
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> - Por su gran capacidad de reducir el contenido de agua (baja relación de agua-cemento), permite diseñar concreto de altas resistencias así como concreto impermeabilizado. - Permite mantener el slump mayor tiempo, lo que puede ser aprovechado para concreto transportado a distancias prolongadas. - Permite una buena colocación del concreto reduciendo la presencia de grietas (cangrejeras). - Mejora el acabado del concreto. - Mejora la cohesividad de la mezcla de concreto. - Menor costo unitario del concreto (menor requerimiento de cemento).
USOS	<ul style="list-style-type: none"> - En concretos donde se requiera una alta plasticidad, - En concretos de alta resistencia a la compresión a edades tempranas. - Concreto que requiera ser bombeado. - Concreto pretensado. - Concretos para minería (concreto lanzado). - Morteros fluidos (grouts).
DATOS TÉCNICOS	<ul style="list-style-type: none"> - Apariencia : Líquido - Color : Marrón oscuro - Densidad : 1.205 Kg/L ± 0.015 - pH : 7.5 – 9 - VOC : 0 g/L
PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adicionar CHEMAMENT 400 al agua de la mezcla o a la mezcla húmeda de requerirse. En ningún caso adicionar CHEMAMENT 400 sobre la mezcla seca. Se deben preparar mezclas a nivel laboratorio para definir la dosis, de acuerdo al slump/reducción de agua deseado. La dosis podría variar por influencia de las características de los componentes del concreto. 2. El concreto elaborado con CHEMAMENT 400, puede ser manejado bajo proceso constructivo convencional. 3. Se debe vigilar el correcto proceso de curado a fin de asegurar el desarrollo total de sus propiedades mecánicas en el tiempo.
RENDIMIENTO	La dosis estándar de CHEMAMENT 400 es de 0.7% a 2.0% del peso del cemento para la obtención de slump de 8 a 11 in, dependiendo del uso deseado.

Anexo E: Continuación de ficha del aditivo súper plastificante



Chema[®]

Calidad que Construye

Hoja Técnica

CHEMAMENT 400

Aditivo súper plastificante para concreto

VERSION: 01
FECHA: 08/11/2016

PRESENTACIÓN	Envase de 5 gal. Envase de 55 gal.
ALMACENAMIENTO	1 año almacenado en su envase original, sellado en lugar fresco y bajo techo.
PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES	<p>En caso que el concreto con CHEMAMENT 400 requiera otros aditivos, estos deben ser adicionados a la mezcla de forma separada.</p> <p>CHEMAMENT 400 no debe usarse en combinación con MEGAPLAST 1000, MEGAPLAST 1000M, MEGAPLAST 2000P, puede presentarse incompatibilidades.</p> <p>En caso de condiciones ambientales de baja temperatura, elevar la temperatura del envase hasta al menos 10 °C, con posterior agitación hasta obtener líquido homogéneo. Evite el burbujeo de aire.</p> <p>En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).</p> <p>Durante su manipulación no beber ni comer alimentos. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.</p> <p>Es tóxico si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata.</p>

"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines"

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

Anexo F: Formato de Encuesta

1. Nombre del Maestro de Obra
2. ¿Hace cuánto trabaja en el rubro de Albañilería?
3. ¿Conoce cuál es el significado de Resistencia a compresión del concreto?
4. ¿Qué cantidad de arena, piedra, agua y cemento utiliza normalmente para elaborar concreto?
5. ¿Usa la misma proporción para concreto en columnas?
6. ¿Alguna vez ha usado un aditivo súper plastificante, o algún otro, en el concreto?
7. ¿Cuál es el método que usa para mezclar el concreto que será utilizado en el vaciado de una Losa Aligerada, mediante maquina Mezcladora o Manual?
8. ¿Varía de Método si se tratara de una columna?
9. Después del vaciado de concreto en la losa Aligerada, ¿Usted normalmente realiza el curado?
10. ¿Cuántas Losas Aligeradas construye al mes?
11. Si se le proporciona una tabla de dosificación de Materiales, incluido aditivo súper plastificante, ¿Usted lo usaría?

Anexo G: Tablas para el Diseño de Mezcla de concreto método ACI 211

1) Cálculo de agua

Tabla 1: Cálculo del agua – Método ACI 211

Cantidad de agua según tamaño máximo nominal del agregado grueso y asentamiento indicado								
Slump	D n máx.							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1"- 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3"- 4"	225	215	200	195	175	170	160	140
6"- 7"	240	230	210	205	185	185	170	-----
Concreto con aire incorporado								
1"- 2"	180	175	165	160	145	140	135	120
3"- 4"	200	190	180	175	160	155	150	135
6"- 7"	215	205	190	185	170	165	160	-----

Fuente: Adaptado del ACI 211

2) Cálculo del volumen del aire atrapado

Tabla 2: Cálculo de Aire atrapado

Tamaño máx. Nominal del agregado grueso	Aire atrapado %
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Fuente: Adaptado del ACI 211

3) Cálculo de la Resistencia Requerida

Tabla 3: Cálculo de Resistencia a compresión Requerida

Resistencia a la compresión especificada ($f'c$, kg/cm^2)	Resistencia a la compresión promedio requerida ($f'cr$, kg/cm^2)
Menos de 210	$f'cr = f'c + 70$
210 a 350	$f'cr = f'c + 85$
Más de 350	$f'cr = 1.1 * f'c + 50$

Fuente: Adaptado del ACI 211

4) Cálculo del Cemento

Tabla 4: Cálculo de cemento

F'cr	Relación a/c y Resistencia Requerida	
	Aire Incorporado	
	SIN	CON
450	0.38	-----
400	0.43	-----
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.60
150	0.80	0.71

Fuente: Adaptado del ACI 211

5) Cálculo del Peso de la piedra

Tabla 5: Cálculo del peso de la Piedra

Volumen del Agregado Grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto (b/b.)					
T.M. Nominal del A. Grueso	Módulo de Finura de la Arena				
	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.69	0.67
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70
3"	0.81	0.79	0.77	0.75	0.74
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Fuente: Adaptado del ACI 211

Anexo H: Formato para calcular el precio unitario del concreto

Partida:	Concreto para Losa Aligerada			
Descripción de Insumo	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales				
Piedra chancada de 1/2" – 3/4"	m3			
Arena gruesa	m3			
Cemento portland tipo I x 42.5kg	bls			
Agua	m3			
Total Precio Unitario			S/.	
Partida:	Concreto para Losa Aligerada			
Descripción de Insumo	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales				
Piedra chancada de 1/2" – 3/4"	m3			
Arena gruesa	m3			
Cemento portland tipo I x 42.5kg	bls			
Agua	m3			
Aditivo Chemament 400	L			
Total Precio Unitario			S/.	