

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA
VISCOFLOW 360 EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL
CONCRETO F'C=330 KG/CM², ICA 2018.**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER

Autor:

OTINIANO TANDAYPAN, WILFREDO JHONY

TRUJILLO – PERÚ

2018



HOJA DE FIRMAS

Mg. Ing. Enrique Duran Bazán.

Mg. Ing. Josualdo Villar Quiroz.



DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta esta etapa tan anhelada y por haberme dado las fuerzas y voluntad para enfrentar las dificultades presentadas durante todo este tiempo.

A mi familia y amigos, sobre todo a mis padres, esposa e hija por sus palabras de aliento y por brindarme su apoyo incondicional para poder llegar a alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme durante este arduo camino y brindarme la voluntad necesaria para alcanzar mis metas.

A mis padres por su incesante e incondicional apoyo, pues gracias a ellos he podido llegar hasta esta altura de mi vida

A mi esposa e hija por haberme inspirado a luchar por salir adelante y así poder tener una vida digna con el fruto de nuestro esfuerzo.

A mi asesor el Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz, quien me motivo y facilito la elaboración de la presente investigación, sus conocimientos y orientación fueron un apoyo fundamental para culminar satisfactoriamente el presente trabajo.

A la Universidad Privada de Trujillo, quien brindo la oportunidad, a través del programa Puede, para poder culminar con mi carrera universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

HOJA DE FIRMAS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	xiii
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del Problema.....	16
1.3. Justificación.....	16
1.4. Objetivos.....	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivo Específicos.....	17
1.5. Antecedentes.....	17
1.6. Bases Teóricas.....	19
1.6.1. Concreto.....	19
1.6.2. Elementos del concreto.....	20
1.6.2.1. Cemento.....	20
1.6.2.1.1. Tipos de cemento.....	20
1.6.2.2. Agua.....	21
1.6.2.3. Agregados.....	21
1.6.2.4. Aditivos.....	21
1.6.2.4.1. Clasificación.....	22
1.6.3. Propiedades del concreto.....	23
1.6.3.1. Concreto en estado fresco.....	23
1.6.3.1.1. Consistencia y docilidad.....	23
1.6.3.1.2. Medida de la consistencia y docilidad.....	23

1.6.3.2. Concreto en estado endurecido.....	24
1.6.3.2.1. Densidad.....	24
1.6.3.2.2. Elasticidad.....	24
1.6.3.2.3. Resistencia a la compresión.....	25
1.6.3.2.4. Probetas.....	25
1.6.3.2.5. Factores que influyen en la resistencia.....	25
1.6.3.2.6. Resistencia a la tracción.....	25
1.6.3.2.7. Ensayo de tracción directa.....	26
1.6.3.2.8. Ensayo a flexotracción.....	26
1.6.3.2.9. Deformación del concreto traccionado.....	26
1.6.3.2.10. Permeabilidad.....	26
1.6.3.2.11. Retracción y entumecimiento.....	26
1.4.3.2.12. Propiedades térmicas.....	27
1.4.3.2.13. Durabilidad.....	27
1.6.4. Tipos de concreto.....	28
1.6.4.1. Concretos ligeros.....	28
1.6.4.2. Concreto Pesados.....	28
1.6.4.3. Concretos refractarios.....	28
1.6.4.4. Concreto reforzados con fibras.....	29
1.6.4.5. Concreto impregnado con polímeros.....	29
1.6.4.6. Concreto sellado internamente.....	29
1.6.4.7. Concreto poroso.....	29
1.6.4.8. Concreto y mortero proyectado.....	30
1.6.4.9. Concreto de alta resistencia.....	30
1.6.4.10. Concreto autocompactante.....	30
1.6.4.10.1. Aditivo superplastificante.....	30
1.6.4.11. Concretos Fluidos.....	31
1.6.4.12. Concretos de resistencias mejoradas.....	32
1.6.4.12.1. Relación agua/cemento.....	32
1.6.4.12.2. Relación agua/cemento y la trabajabilidad.....	33
1.6.5. Diseño de mezclas.....	34
1.6.5.1. Consideraciones y/o criterios para el diseño de las mezclas.....	35

1.7. Definición de Términos Básicos.....	36
1.8. Formulación de la hipótesis.....	37
1.8.1. Hipótesis General.....	37
1.8.2. Hipótesis Específica.....	37
1.9. Línea de Investigación.....	37
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	37
2.1. Material.....	37
2.2. Material de Estudio.....	38
2.2.1. Población.....	39
2.2.2. Muestra.....	40
2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentación.....	40
2.3.1. Para recolectar datos.....	41
2.3.2. Para procesar datos.....	42
2.4. Operación de variables.....	43
2.4.1. Desarrollo de investigación.....	44
2.4.2. Ensayos de los Agregados bajo las NTP.....	45
2.4.3. Preparación y curado.....	51
2.4.4. Ensayos del concreto en estado fresco.....	51
2.4.5. Análisis de Datos.....	56
2.4.5.1. Análisis granulométricos de los agregados gruesos y finos.....	56
2.4.5.2. Análisis del ensayo de abrasión del agregado grueso.....	59
2.4.5.3. Análisis de características físicas de los materiales para diseño de..... mezclas.....	59
2.4.5.4. Diseño de mezcla método ACI 211.....	60
2.4.5.5. Análisis de diseño de mezclas patrón para un concreto $f'c=330 \text{ kg/cm}^2$, usando el método ACI 211.....	66
2.4.5.6. Análisis de diseños de mezclas con aditivo superplastificante..... VISCOFLOW-360, en relación agua/cemento.....	66



III. RESULTADO Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	67
3.1. Resultados de ensayos de resistencias a la compresión.....	67
3.1.1. Resultados de análisis de los ensayos de resistencia a la compresión en probetas patrón en relación a/c.....	67
3.1.2. Resultados de análisis de los ensayos a la compresión en probetas aditivo superplastificante Viscoflow 360 en relación a/c.....	67
IV. CONCLUSIONES.....	70
V. RECOMENDACIONES.....	70
VI. REFERENCIAS.....	71
ANEXOS.....	72
Anexos 01. Guías de observación vacías.....	72
Anexos 02. Hoja técnica del aditivo Viscoflow 360.....	80
Anexos 03. Hoja técnica del cemento tipo V.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Probeta cilíndrica.....	39
Tabla N° 02: Tabla de Muestreo de Resistencia a la Compresión.....	40
Tabla N° 03: Operacionalización de Variable (Resistencia a la Compresión)	43
Tabla N° 04: Tabla de Análisis Granulométrico del agregado fino (NTP 401.012).....	49
Tabla N° 05: Tabla de Análisis Granulométrico del agregado grueso (NTP 401.012).....	50
Tabla N° 06: Tabla de Análisis de abrasión del agregado grueso (NTP 401.019).....	51
Tabla N° 07: Datos de análisis de las características físicas del agregado grueso	56
Tabla N° 08: Datos de análisis granulométricos del agregado grueso.....	56
Tabla N° 09: Datos de análisis de las características físicas del agregado fino.....	57
Tabla N° 10: Datos de análisis granulométricos del agregado fino	58
Tabla N° 11: Datos de análisis de los ensayos de abrasión del agregado grueso	59
Tabla N° 12: Datos de análisis de materiales para diseño de mezcla	59
Tabla N° 13: Volumen unitario del agua.....	61
Tabla N° 14: Contenido de aire atrapado.....	62
Tabla N° 15: Relación agua/cemento por resistencia, para $f'cr$	62
Tabla N° 16: Peso del agregado grueso por unidad del volumen del concreto (b/bo).....	63
Tabla N° 17: Diseño de mezcla patrón.....	66
Tabla N° 18: Diseño de mezcla con aditivo superplastificante para la relación $a/c = 0.50$	66
Tabla N° 19: Resultado de ensayos, patrones de resistencia a la compresión.....	67
Tabla N° 20: Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de probetas con aditivo...67	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Resistencia en compresión vs agua/cemento.....	34
Figura N° 02: Diseño del cono d Abrams.....	52
Figura N° 03: Procedimiento del ensayo de asentamiento.....	53
Figura N° 04: Grafica de la curva granulométrica del agregado grueso	57
Figura N° 05: Grafica de la Curva granulométrica del agregado fino	58
Figura N° 06: Registro de ensayos para resistencia requerida.....	60
Figura N° 07: Gráfica de comparativo de resistencias a la compresión	68
Figura N° 07: Gráfica de promedio de resistencias a la compresión	69

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se desarrolló los estudios y ensayos en el laboratorio EMSGEO S.A.C., ubicado en la ciudad de Ica. El propósito fundamental fue estudiar la influencia de la adición del superplastificante y la relación agua/cemento en las propiedades mecánicas del concreto.

En esta investigación Experimental Pura, se desarrollaron ensayos de caracterización de agregados para la elaboración del diseño de mezcla con relaciones agua/cemento de 0.5; posteriormente se conformaron probetas con una dosificación de 1.5%, 2.5% y 3.5% (del peso de cemento usado) de superplastificante para cada diseño de mezcla, para finalmente realizar los ensayos a cada probeta a los 28 días de edad de cada mezcla.

La necesidad de presentar este trabajo es mejorar las propiedades mecánicas del concreto con el fin de darle un óptimo comportamiento frente a los altos esfuerzos a los que está sometido dicho material llegando comprobar estas mejoras a través del uso de normas nacionales como la NTP 339.034 (Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto).

En cuanto a los resultados se concluyó que la relación agua/cemento de 0.5 y el porcentaje de superplastificante de 3.5% fue el más óptimo para la resistencia a la compresión, alcanzando una resistencia promedio de 390.17 kg/cm^2 .

Palabra clave:

Concreto, relación agua/cemento, aditivo, superplastificante.

ABSTRACT

In the present research studies and tests it was developed in the laboratory EMSGEO SAC, located in the city of Ica. The main purpose was to study the influence of the addition of superplasticizer and water / cement ratio on the mechanical properties of concrete.

In this research Experimental Pure characterization tests added to prepare the mix design with water / cement ratios of 0.5 were developed; then samples were formed with a dosage of 1.5%, 2.5% and 3.5% (weight cement used) superplasticizer for each mix design to finally perform the tests on each specimen at 28 days of age each mixture.

The need to present this work is to improve the mechanical properties of concrete in order to give optimum performance against the high stresses to which is subject the material coming verify these improvements through the use of national standards such as NTP 339,034 (Determination of Compressive strength of Concrete).

As the results it was concluded that the water / cement of 0.5 and the percentage of superplasticizer was 3.5% relative to the optimum compressive strength, reaching a maximum resistance of 390.17 kg / cm^2 .

Keyword:

Concrete, water / cement ratio, additive, superplasticizer.

I. INTRODUCCIÓN.

La presente investigación busca determinar la influencia de la adición del superplastificante Sika Viscoflow – 360, en relación agua/cemento en las propiedades mecánicas del concreto, teniendo gran importancia con el propósito de desarrollar ayudas de diseños de diferentes tipos de concreto, del cual se realizará los estudios y ensayos en el laboratorio, EMSGEO SAC, ubicado en la ciudad de Ica.

Los problemas del concreto son variados y esto surge muchas veces debido a la mala elaboración, diseño, uso y cuidado del concreto dentro de los cuales sobresalta el agrietamiento del concreto, la plasticidad y el fraguado prematuro.

La finalidad del desarrollo de la investigación tiene los siguientes objetivos:

- Determinar la influencia de la adición del superplastificante Sika Viscoflow-360 en las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 330 \text{ kg/cm}^2$.
- Realizar la caracterización de los materiales que se utilizaran para el diseño de mezcla, tomando en cuenta las normas necesarias.
- Diseñar un concreto con el método del ACI, con una resistencia $f'c = 330 \text{ kg/cm}^2$ para las muestras patrón y con adición del superplastificante.
- Determinar las Propiedades Mecánicas del Concreto diseñado a través de ensayos a la compresión.

El desarrollo de investigación experimental se ha dividido en siete capítulos:

Capítulo I; se hace mención a la introducción general, en donde se describe, la realidad problemática, formulación del problema, justificación, objetivos, antecedentes, bases teóricas, definición de términos básicos, formulación de hipótesis y Línea de investigación.

Capítulo II; se expone la metodología de la investigación, comprende el material del estudio (población y muestra), técnicas, procedimientos e instrumentos para recolectar, procesar datos y operación de variables.

Capítulo III; trata sobre los análisis y ensayos realizados en la investigación de los resultados obtenidos en las propiedades mecánicas del concreto, con adición del superplastificante Sika Viscoflow 360, en relación agua/cemento.

Capítulo IV, V, VI; se hace mención a la discusión, conclusión y recomendaciones.

En la parte final de la investigación, el capítulo VII; muestra las referencias bibliográficas y se adjunta los anexos.

1.1. Realidad Problemática.

El concreto es el material más usado por excelencia en la construcción debido a su semejanza a una piedra cuando esté seca, elemento fundamental con el cual ingenieros, arquitectos, constructores y trabajadores vinculados con el sector de la construcción, diseñan y elaboran las obras para el desarrollo de nuestras ciudades y su infraestructura. Constituido por diferentes materiales, los cuales debidamente dosificados y mezclados se integran para formar elementos monolíticos, que proporcionan resistencia y durabilidad a las estructuras. En general, el factor determinante de la resistencia y durabilidad del concreto es la relación agua/cemento, y que este llegue a fluir por todas las partes de una estructura, tanto si se trata del encofrado de una losa, como de una zanja de cimentación. Al mismo tiempo, el contenido de agua debe reducirse al mínimo, para conseguir un concreto resistente.

Desde que el hormigón autocompactante se utilizó por primera vez a mediados de la década de los ochenta del siglo pasado, es mucho lo que se debatido acerca de las diferencias y similitudes con respecto al hormigón convencional, especialmente en lo concerniente a las propiedades en estado fresco y en estado endurecido. Hoy en día, en España, aún sigue siendo un motivo de debate el estudio sobre las propiedades mecánicas del hormigón autocompactante y sus diferencias o similitudes con respecto a las del hormigón convencional. En lo que a ello concierne, los investigadores todavía no son unánimes en sus conclusiones, especialmente a la hora de decir cual posee, para iguales condiciones, mayor o menor resistencia a compresión, módulo de deformación, resistencia a tracción o resistencia a flexotracción entre otras. Sin embargo, todo parece indicar que sí existe consenso con respecto al hecho de que si existen diferencias entre las propiedades mecánicas de ambos hormigones. Estas diferencias en las propiedades mecánicas entre el hormigón convencional y el hormigón autocompactante pueden ser atribuidas a tres características principales presentes en este último hormigón, ellas son, la modificación en las proporciones y características de las dosificaciones, la mejora de la microestructura y homogeneidad del material y la no existencia de vibración durante la colocación del hormigón. (Vilanova Fernández, 2009)

La búsqueda incansable por nuevos materiales para la elaboración del concreto en el Perú, a fin de dar una óptima resistencia a las altas cargas a las que las edificaciones suelen ser sometidas, motiva a los investigadores a utilizar tecnología de punta para lograr las más altas resistencias a la compresión. Es así que los concretos de hoy requieren en su composición la incorporación de aditivos y adiciones con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas y su durabilidad. En este sentido, investigadores han experimentado con la incorporación de microsílíce, nanosílíce y superplastificantes a la mezcla de concreto para obtener una mejora en las propiedades mecánicas del concreto. (Huincho Salvatierra, 2011)

Las normativas y/o entidades que controlan las propiedades mecánicas del Concreto es la Norma Técnica Peruana (NTP) y el Comité sobre Concreto y Agregados del Concreto de la Sociedad Americana para pruebas y Materiales (ASTM).

(Espinoza Montenegro, 2010), Estudió sobre la dosificación de un hormigón de ultra alta resistencia con propiedades autocompactables que, aunque no es muy aplicado en forma tradicional, es de suma importancia para la evolución estructural de grandes edificaciones como edificios, puente, y otros; para lo cual recalca que el hormigón de ultra-alta resistencia se obtiene en mayor escala, teniendo en cuenta que la relación agua/cemento utilizada sea considerablemente baja. Es a partir de estos conceptos que se llega a encontrar que al aumentar la cantidad de humo de sílice en una mezcla con baja relación agua/cemento ($W/C=0.2$) con respecto a otra, aumenta la resistencia del hormigón. Considerando también la adición de micro fibras (metálicas y minerales) promueve el aumento de la ductilidad del hormigón, disminuyendo su característica rotura frágil, produciendo así hormigones con propiedades mecánicas elevadas.

(Carrillo, Alcocer, & Aperador, 2013), Con el propósito de desarrollar ayudas de diseño que promuevan la utilización de diferentes tipos de concretos en la vivienda industrializada de bajo costo, se llevó a cabo un estudio experimental para caracterizar las propiedades mecánicas de los concretos de peso normal, peso ligero y autocompactables. Es así que demostraron que una de las principales fuentes de sobrerresistencia que se pueden presentar en las viviendas construidas con estos tipos

de concretos está asociada al incremento de resistencia del concreto en comparación con la resistencia nominal, ya que, en algunos casos, la resistencia medida fue aproximadamente 1.5 veces superior a la resistencia nominal a compresión del concreto.

Está claro que las propiedades mecánicas del concreto tienen un gran número de investigaciones en las que se puede demostrar la preocupación de muchos investigadores por mejorar cada vez más a este material fundamental en el ámbito de la construcción dotándole de mejores propiedades para diseñar y elaborar las obras concebidas para el desarrollo de las infraestructuras de nuestras ciudades. Además, cabe mencionar que las búsquedas de estas mejoras del concreto tienen fines ligados a un mejor uso de este como el de colocar concreto en servicio a una edad mucho menor, construir edificios altos reduciendo las secciones de elementos estructurales e incrementar el espacio disponible, construir superestructuras como puentes de grandes luces o estructuras con una alta durabilidad y entre otros sin fin de aplicaciones necesarias para la construcción.

1.2. Formulación del Problema.

¿De qué manera influye la adición de superplastificante y la relación agua/cemento en las propiedades mecánicas del concreto, Ica 2018.?

1.3. Justificación.

La presente investigación pretende realizar un diseño de mezclas de concreto con mejoras en sus propiedades mecánicas con el uso de superplastificantes tomando en cuenta también la influencia de la relación agua/cemento. La necesidad de presentar esta investigación es brindar mejoras al concreto con el fin de darle un óptimo comportamiento frente a los altos esfuerzos a los que este material puede estar sometido. Los beneficiados con este proyecto serían las diferentes constructoras, principalmente las que se dedican a la construcción de edificios, condominios, viviendas y otras obras civiles, ya que podrán trabajar con concretos de mejores propiedades mecánicas que las convencionales, satisfaciendo así las diferentes necesidades que se puedan presentar.

En la actualidad, en la construcción se suele utilizar concretos con diseño de mezclas tradicionales los cuales no llegan a ser lo suficientemente adecuados, debido a que muchas veces no se llega a una resistencia necesaria para contrarrestar los esfuerzos a los que el concreto puede estar sometido. Es así que para compensar la ausencia de agua se utiliza aditivos superplastificantes como una solución a los problemas antes mencionados.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo General.

- Determinar la Influencia de la adición del superplastificante Sika Viscoflow-360 en las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 330 \text{ kg/cm}^2$.

1.4.2. Objetivo Específicos.

- Realizar la caracterización de los materiales que se utilizaran para el diseño de mezcla, tomando en cuenta las normas necesarias.
- Diseñar un concreto con el método del ACI, con una resistencia $f'c = 330 \text{ kg/cm}^2$ para las muestras patrón y con adición del superplastificante.
- Determinar las propiedades mecánicas del concreto diseñado a través del ensayo a compresión.

1.5. Antecedentes.

- “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PSP NLS, PARA EDADES MAYORES QUE 28 DIAS” (Fernández, Morales, & Soto, 2016), Analizar la resistencia de probetas de concreto, usando el aditivo superplastificante PSP NLS. Se elaboró mezclas sin la inclusión del aditivo, llamada mezclas patrón, y luego mezclas con la inclusión del aditivo para la dosificación establecida por el fabricante (1.7% del contenido de cemento de la mezcla) y superior a la misma (2.1% del contenido de cemento de la mezcla), esto con el fin de comparar el efecto que causa el aditivo en la resistencia del concreto, es por ello que se elaboraron mezclas con resistencia de diseño de 250 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 .

Se realizaron los ensayos a compresión de las muestras para presentar las gráficas de comparación de los resultados obtenidos considerando el desarrollo de la resistencia a compresión de la mezcla de concreto, tomando como base a la mezcla patrón de cada una de las resistencias estudiadas. Se observó que, a los siete días, la resistencia de la mezcla con dosis máxima de aditivo fue considerablemente mayor a la resistencia de la mezcla patrón; por otro lado, a los veintiocho días, la resistencia de las mezclas con aditivo fue ligeramente mayor a la de la mezcla patrón, pudiéndose interpretar que las mezclas con el aditivo PSP NLS no presentan una variación significativa en la resistencia a compresión en comparación a la de las mezclas patrón.

Esta investigación pudo aportar un conocimiento diferente a lo usual con respecto al comportamiento que le brinda algunos aditivos superplastificantes ya que se pudo comprobar que con el uso del aditivo superplastificante PSP NLS no se llega a tener un impacto trascendental en la resistencia del concreto. Esto resalta la necesidad de realizar estudios antes de hacer uso de cualquier producto en los proyectos de construcción.

- “INFLUENCIA DE LA TASA DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO”

(Reina Cardoza, Sánchez Blanco, & Solano Quintanilla, 2012), Establecer la influencia del uso de un aditivo reductor de agua de alto rango superplastificante en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Se propuso diseñó doce mezclas de concreto para alcanzar resistencias a la compresión de 500, 550, 600 y 650 kg/cm^2 , utilizando tres tasas de dosificación de aditivo superplastificante de 600, 1200 y 1800 ml/100 kg de cemento para cada resistencia. Se realizó el ensayo de asentamiento al concreto en estado fresco; por otro lado, se realizaron ensayos resistencia a la compresión a los 28 días de edad al concreto en estado endurecido.

Se concluyó que el aditivo superplastificante hizo que el concreto sea más trabajable llegando a alcanzar asentamientos en el cono de Abrams de 5 a 8 pulgadas. Por otra parte, en los ensayos del concreto en estado endurecido a la edad de 28 días se alcanzaron valores de resistencia a la compresión en el rango de 100% a 122% mayor a la resistencia en estudio.

- “INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO”

(Mayta Rojas, 2014), Determinar la influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto para el estado fresco y endurecido. Se preparó los diseños de mezclas patrones (sin el aditivo mencionado) de relaciones $a/c=0.40$, 0.50 y 0.60 y con un asentamiento de $4''$; luego, sin variar los componentes iniciales del concreto patrón, se incorporaron diferentes dosis de aditivo superplastificante (250, 450, 650, 850 y 1050 ml por cada 100 kg de cemento), obteniéndose así los diseños de mezclas experimentales, llegando a tener un total de 18 mezclas. En cada una de las mezclas (patrón y experimental) se efectuaron ensayos de segregación estática, asentamiento, temperatura, exudación, peso unitario, tiempo de fraguado, en el concreto fresco; resistencia a la compresión, en el concreto endurecido. Los resultados obtenidos de los ensayos, son sometidos a un análisis comparativo entre las mezclas experimentales respecto a las mezclas patrones. Se concluyó que el aditivo superplastificante ocasiona lo siguiente: aumenta la trabajabilidad del concreto, retrasa brevemente el tiempo de fraguado, y además se obtuvieron resistencias a la compresión por encima del 70% respecto al concreto patrón (referente 28 días) en 3 días, para dosis de 650 ml del aditivo superplastificante.

Esta investigación contribuye a entender las implicaciones del uso del aditivo superplastificante en las mezclas convencionales de concreto. Aportando así, conocimientos sobre el uso y las potencialidades que le brinda el aditivo superplastificante al concreto, ya que son pocos los profesionales que tienen la oportunidad de emplearlos e investigar para mejorar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

1.6. Bases Teóricas.

1.6.1. Concreto.

Según (Fernández Canovas, 2011) el concreto, o también llamado en algunos países como Hormigón, es un material de construcción constituido básicamente por rocas con un limitado tamaño máximo unidas por una pasta de aglomerante formada por un conglomerante conformado por cemento y agua.

A esta composición se le puede añadir, en el momento de su amasado, otros productos para mejorar algunas características determinadas. Hoy en día, al concreto se le considera como el rey universal de los materiales de construcción debido a sus indiscutibles ventajas, en primer lugar, que es un material que permite conseguir piezas de cualquier forma por más complicada que sea debido a la plasticidad que posee cuando se encuentra en estado fresco; en segundo lugar, el concreto es un material una apreciable resistencia a la compresión y aunque posee resistencias débiles ante esfuerzos de tracción, se puede complementar ampliamente con el acero incorporándolo en los lugares adecuados dando lugar al concreto armado; en tercer lugar, el concreto llega a proporcionar piezas con un gran monolitismo, incluso en los nudos, que a veces con otros materiales resistentes son zonas débiles. (p. 01)

1.6.2. Elementos del Concreto.

1.6.2.1. Cemento.

Según (Fernández Canovas, 2011) Afirma que en la constitución del concreto, la unión de los agregados se logra por medio de cementos que generalmente son “cementos portland”. De todos los conglomerantes hidráulicos, el cemento portland es uno de los más empleados en la construcción debido a que están básicamente formados por mezclas de caliza, arcilla y yeso, los cuales son materiales abundantes en la naturaleza por lo que hace que sea un material de precio relativamente bajo, además de proporcionar propiedades muy adecuados para los requerimientos del concreto. (p. 17)

1.6.2.1.1. Tipos de Cemento.

a. Tipo I.

Para uso general y cuando no se necesiten cementos con otras propiedades específicas.

b. Tipo II.

Para uso general y cuando se necesite una resistencia moderada a los sulfatos o moderado calor de hidratación.

c. Tipo III.

Para cuando se necesiten altas resistencias iniciales.

d. Tipo IV.

Para cuando se necesiten un bajo calor de hidratación.

e. Tipo V.

Para cuando se necesite una alta resistencia a los sulfatos.

1.6.2.2. Agua.

Según (Fernández Canovas, 2011) el agua es el segundo componente del concreto, empleándose tanto en el amasado del mismo como en su curado. El agua que se añade a la mezcla tiene la misión de hidratar los componentes activos del cemento y de actuar como lubricante haciendo posible que la mezcla fresca sea lo suficientemente trabajable. Para que el agua sea apta para el amasado del concreto debe encontrarse limpia y libre de impurezas a fin de que no se produzcan alteraciones en la hidratación del cemento, retrasos en su fraguado y endurecimiento, reducciones en sus resistencias, ni peligros en su durabilidad. (p. 101)

1.6.2.3. Agregados.

Según (Fernández Canovas, 2011) los agregados, tanto finos como gruesos, que entran en la composición del concreto son materiales inertes, de tamaño comprendido entre 0mm y 100mm y de procedencia natural contribuyendo en concretos y morteros con su estabilidad en el volumen, resistencia y economía, debido a que ocupa aproximadamente el 80% del volumen del concreto. (p.107)

1.6.2.4. Aditivos.

Según (Fernández Canovas, 2011) son productos que, añadidos a la pasta, mortero o concreto al momento de su elaboración en las condiciones, formas y dosis adecuadas, tienen como objetivo modificar la mezcla para su mejor comportamiento en todos o algunos aspectos, tanto en estado fresco como en estado endurecido. (p.175).

1.6.2.4.1. Clasificación.

a. Aditivo reductor de agua (plastificante).

Según (Fernández Canovas, 2011) es un aditivo que permite reducir el contenido de agua sin modificar la consistencia, o que sin necesidad de modificar el contenido de agua aumenta la consistencia y con ello la trabajabilidad del concreto. (p. 177)

b. Aditivo reductor de agua de alta actividad (superplastificante).

Según (Fernández Canovas, 2011) aditivo que permite reducir fuertemente el contenido de agua sin modificar la consistencia, o que sin necesidad de modificar el contenido de agua aumenta considerablemente la consistencia y con ello la trabajabilidad del concreto (p. 177)

c. Aditivo inclusor de aire.

Según (Fernández Canovas, 2011) aditivo que permite incorporar durante el amasado una determinada cantidad de burbujas de aire, repartidas de manera uniforme y que en el concreto después del endurecimiento. (p. 177)

d. Aditivo acelerador de fraguado.

Según (Fernández Canovas, 2011) aditivo que disminuye el tiempo de transición del estado fresco al estado endurecido (tiempo de fraguado) del concreto. (p. 177)

e. Aditivo acelerador de endurecimiento.

Según (Fernández Canovas, 2011) aditivo que aumenta la velocidad de desarrollo de las resistencias iniciales del concreto con o sin modificación del tiempo de fraguado. (p. 177)

f. Aditivo retardador de fraguado

Según (Fernández Canovas, 2011) aditivo que aumenta el tiempo de transición del estado fresco al estado endurecido (tiempo de fraguado) del concreto. (p. 177)

1.6.3. Propiedades del concreto.

1.6.3.1. Concreto en estado fresco.

Según (Fernández Canovas, 2011) se denomina “concreto fresco” al concreto que, debido a su plasticidad, tiene la capacidad para poder moldearse. Las propiedades más características del concreto fresco son: la consistencia, la docilidad y la homogeneidad. (p. 159)

1.6.3.1.1. Consistencia y docilidad.

Según (Fernández Canovas, 2011) la consistencia es la oposición que presenta el concreto fresco a experimentar deformaciones, siendo, por lo tanto, una propiedad física inherente al propio concreto, mientras que la docilidad es la facilidad con que determinadas cantidades de agregados, cemento y agua es manejado, transportado, colocado y compactado en los moldes o encofrados con la mínima pérdida de homogeneidad, es decir sin que se produzca ni segregación ni exudación. (p. 159)

1.6.3.1.2. Medida de la consistencia y docilidad.

- **Cono de Abrams.**

Según (Fernández Canovas, 2011) es un ensayo muy sencillo de realizar en obra que no requiere de equipo costoso ni de personal especializado y proporciona resultados satisfactorios. Este ensayo está descrito en la norma ASTM-C143. (p. 162)

- **Consistómetro Vebe.**

Según (Fernández Canovas, 2011) este método es muy útil en los casos en los que el cono de Abrams carece de sensibilidad como ocurre con los concretos muy secos y los reforzados con fibras. (p. 164)

- **Cono invertido.**

Según (Fernández Canovas, 2011) este ensayo mide la movilidad o fluidez del concreto sometido a vibración interna y a diferencia del método Vebe no produce consolidación del concreto en el recipiente al no ser este vibrante. (p. 166)

1.6.3.2. Concreto en estado endurecido.

Según (Fernández Canovas, 2011) las características físicas de un concreto endurecido no solo de la propia naturaleza de este, sino también de su edad y de las condiciones de humedad y temperatura a las que haya estado sometido. La característica física o mecánica medida con más frecuencia en el concreto es la resistencia a la compresión debido a que muy fácil de ser determinado y a que muchas de sus otras propiedades están relacionadas con ella, es a partir de ello que se puede conocer un índice aproximado de su comportamiento frente a otras acciones. (p. 351)

1.6.3.2.1. Densidad.

Según (Fernández Canovas, 2011) la densidad de un concreto fundamentalmente de la que tenga los agregados, su granulometría y del volumen de estos. En cambio, la relación Agua/Cemento del concreto influye en menor escala debido a que cuanto mayor sea este factor más poroso será el concreto. Otros factores que llegan a influir en la densidad del concreto es la adición de aditivos aireantes y el grado de compactación. Para un concreto con agregados de una naturaleza determinada, una densidad elevada del mismo, puede ser un índice que esté posee altas resistencias mecánicas y buena durabilidad. (p. 355)

1.6.3.2.2. Elasticidad.

Según (Fernández Canovas, 2011) conocer el módulo de elasticidad, o módulo de deformación longitudinal, del concreto es muy importante para determinar su forma de trabajar en las estructuras en las que va a formar parte. El módulo de elasticidad está directamente asociada a la resistencia a la compresión del concreto, ya que a mayor sea la resistencia mayor será su módulo de elasticidad. (p. 356)

1.6.3.2.3. Resistencia a la compresión.

(Fernández Canovas, 2011) Definió que el concreto es un material que puede llegar resistir diferentes solicitaciones, pero la resistencia que presenta frente a los esfuerzos de compresión es la más elevada de todas, llegando a ser, aproximadamente, hasta diez veces su resistencia a la tracción. Dado que la mayor parte de las propiedades del concreto están directamente relacionadas a la resistencia a la compresión, la determinación de esta propiedad es de gran interés. (p. 367)

1.6.3.2.4. Probetas.

Según (Fernández Canovas, 2011) La resistencia a la compresión del concreto se puede determinar mediante ensayos destructivos y no destructivos. Los primeros son los más utilizados en el control de calidad del concreto, realizándose sobre probetas ya sean cilíndricas o cúbicas, dependiendo de las normatividades de los diferentes países. (p. 369)

1.6.3.2.5. Factores que influyen en la resistencia.

(Fernández Canovas, 2011) Afirma que las resistencias mecánicas del concreto, se puede decir que está influenciado por todo; materiales de los que está compuesto, dosificación y amasado del concreto, la puesta en obra, consolidación, curado, forma y dimensiones de las probetas, realización del ensayo de rotura, entre otros factores. (p. 370)

1.6.3.2.6. Resistencia a tracción.

(Fernández Canovas, 2011) afirma que el concreto es un material relativamente pobre con respecto a la resistencia a la tracción, del orden de la décima parte de su resistencia a la compresión. Esta deficiencia es la principal causa de la fisuración del mismo. La determinación de la resistencia a tracción pura de un concreto es muy difícil de llevar a cabo, a pesar de que existen métodos que se basan en cabezas de anclajes unidas al concreto con resina epóxica, con lo cual se podría conseguir valores muy fiables, pero estos métodos son muy costosos y requieren de bastante tiempo

para su elaboración. A fin de evitar estos inconvenientes se emplea el método indirecto conocido como “ensayo brasileño” y el de la determinación de la resistencia a flexotracción. (p.400)

1.6.3.2.7. Ensayo de tracción indirecta.

(Fernández Canovas, 2011) indica que el ensayo a tracción indirecta o “brasileño” se utilizan probetas cilíndricas, iguales a las de compresión, que se colocan entre los platos de la prensa con el eje horizontal de la probeta y se someten a compresión entre dos generatrices opuestas hasta que se produce la rotura según un plano diametral. (p.401)

1.6.3.2.8. Ensayo a flexotracción.

Según (Fernández Canovas, 2011) este ensayo se realiza sobre probetas prismáticas de 10x10x40 cm o de 15x15x60 cm, siendo estas últimas la más usada en ensayos de concreto para pavimentos. Estas probetas se apoyan sobre rodillos separados a tres veces la arista, sometiéndose a cargas a través de un rodillo centrado o sobre dos situados a un tercio de la luz. (p. 404)

1.6.3.2.9. Deformación del concreto traccionado.

(Fernández Canovas, 2011) afirma que, en los ensayos a tracción del concreto, sobre todo cuando el esfuerzo es axial, se produce un alargamiento de la pieza o un aumento de su longitud. La capacidad del concreto para soportar el alargamiento por tracción sin romperse se le denomina “elongabilidad”. (p. 408)

1.6.3.2.10. Permeabilidad.

(Fernández Canovas, 2011) define la permeabilidad de un concreto como la facilidad que tiene este para ser atravesado por un fluido, bien sea líquido o gaseoso, esto debido al volumen, distribución e interconexión existente entre los poros que tienen la pasta hidratada y los agregados. (p. 408)

1.6.3.2.11. Retracción y entumecimiento.

Para (Fernández Canovas, 2011), la retracción y entumecimiento son cambios de volumen que experimenta el concreto. La retracción es una contracción que se presenta durante el fraguado y primera época del endurecimiento del concreto; por el contrario, el entumecimiento es una expansión o aumento de volumen del concreto a causa de la absorción del agua por los geles procedentes de los geles procedentes de cemento hidratado. (p. 414)

1.6.3.2.12. Propiedades térmicas.

(Fernández Canovas, 2011) indica que la propiedad térmica del concreto es de gran importancia en su elaboración y en las estructuras en las que será utilizada. Por otra parte, las altas temperaturas afectan fuertemente a las resistencias del concreto. (p. 438)

1.6.3.2.13. Durabilidad.

(Fernández Canovas, 2011) indica que las obras de concreto no solo deben proyectarse para resistir las cargas o acciones mecánicas previstas, sino, también, deben proyectarse para que resistan aquellas acciones ambientales de tipo físico o químico a las que están expuestas impidiendo que alcancen su vida útil. Por tanto, la durabilidad del concreto puede definirse como la capacidad que tiene este para resistir las acciones ambientales, ataques químicos, físicos, biológicos o cualquier proceso que tienda a deteriorarlo. Es así que un concreto durable será aquel que pueda conservar su forma original y su capacidad de carga cuando este se encuentre expuesto a estas acciones. Por otro lado, la durabilidad del concreto está muy ligada a la porosidad del mismo y la distribución y tamaño de sus capilares. La acción destructora de los ciclos de hielo-deshielo se atenúa con el empleo de un concreto compactado de baja relación Agua/Cemento y con la incorporación de un aditivo incorporador de aire. La acción del agua del mar y de los sulfatos se reduce empleando concretos de alta compactidad y cementos adecuados.

Las protecciones y revestimientos también juegan un papel importante en la vida útil del concreto. La abrasión en pavimentos industriales y obras hidráulicas se puede reducir con concretos de alta calidad y agregados gruesos, resistentes al desgaste y de gran tamaño. (p. 445)

1.6.4. Tipos de concretos.

1.6.4.1. Concretos ligeros.

(Fernández Canovas, 2011) afirma que en la densidad de un concreto el componente de mayor influencia es el agregado debido al gran porcentaje que contiene en su composición, si se requiere de un concreto de densidad baja o alta habrá que emplear agregados ligeros o pesados respectivamente. Se considera como concreto ligero a aquel que tiene una densidad igual o inferior a 2000 kg/m^3 . El interés de obtener concretos ligeros en construcción es por la reducción del peso en las estructuras. (p. 500)

1.6.4.2. Concretos pesados.

Según (Fernández Canovas, 2011) el concreto pesado se ha empleado durante muchos años como contrapeso en puentes levadizos. Hoy en día se utiliza como protección biológica de personas y materiales frente a Rayos X y Rayos Gamma en radiografías industriales y en instalaciones de terapia médica, así como en aceleradores de partículas y reactores nucleares. Estas aplicaciones se deben a que el concreto pesado tiene buenas propiedades de absorción, frenado de neutrones rápidos, carácter foráneo y relativo bajo costo en comparación a otros materiales de protección. (p. 520)

1.6.4.3. Concretos refractarios.

(Fernández Canovas, 2011) indica que el concreto convencional no es un material idóneo cuando ha de estar sometido a altas temperaturas durante largos periodos de tiempo de forma permanente, o cambios bruscos de la misma como puede suceder en su aplicación en hornos industriales o domésticos; en estos casos es imprescindible disponer de un concreto especial en el que el cemento, agregados e incluso aditivos, sean aptos para resistir estas temperaturas. (p. 527)

1.6.4.4. Concreto reforzado con fibras.

(Fernández Canovas, 2011) afirma que algunas de las fallas que suele presentar el concreto tradicional puede reducirse considerablemente incorporándole, además de sus componentes, fibras cortas que amasadas con el concreto se dispersan en su masa dando lugar a una distribución uniforme de las mismas, logrando un concreto más homogéneo, con una resistencia a tracción más elevada, retracción más controlada, rotura más tenaz, con mayor fatiga e impacto, etc. (p. 534)

1.6.4.5. Concreto impregnado con polímeros.

(Fernández Canovas, 2011) afirma que a través del empleo de polímeros se llega a lograr de manera muy notable un incremento en las resistencias mecánicas y durabilidad de los concretos y morteros, debido a que se llega a reducir la absorción del agua hasta en un 92% mejorando también de forma sorprendente la resistencia a los ciclos de hielo y deshielo. (p. 553)

1.6.4.6. Concreto sellado internamente.

(Fernández Canovas, 2011) indica que los concretos sellados internamente son muy útiles cuando han de estar en contacto con un medio químico agresivo como los sulfatos, cloruros aguas acidas, etc., o frente un medio físico agresivo como la acción de las heladas, debido que al sellarse los poros del concreto estos agentes no penetran en su interior; por lo que se podría decir que estos concretos son muy impermeables. (p. 566)

1.6.4.7. Concreto poroso.

(Fernández Canovas, 2011) afirma que este tipo de concreto ha tenido un gran desarrollo para emplearse en capas de drenaje para evacuar el agua que penetra los pavimentos rígidos de carreteras, solucionando con ello problemas con la degradación de la carretera. Por tanto, la función principal de estos concretos es la de drenaje, en construcción de arcenes y sub-bases porosas para carreteras, en tubos drenantes y entre otras aplicaciones en las que sea necesario una alta permeabilidad con una determinada resistencia para soportar cargas. (p. 569)

1.6.4.8. Concreto y mortero proyectado.

(Fernández Canovas, 2011) define al concreto proyectado como un sistema que transporta el mortero o concreto a lo largo de un tubo, desde la mezcladora hasta la boquilla de proyección, desde el que sale lanzado a gran velocidad sobre una superficie; la gran fuerza del chorro causa el impacto del material sobre la misma hace que el concreto quede perfectamente compactado y que se consiga una capa de gran densidad. (p. 581)

1.6.4.9. Concreto de alta resistencia.

(Fernández Canovas, 2011) afirma que la aparición de los aditivos superplastificantes ha permitido hacer que concretos con relaciones Agua/Cemento inferiores al 0.3 sean perfectamente trabajables y con ello alcanzar resistencias elevadas. La incorporación del humo de sílice, además del superplastificante, ha permitido conseguir en laboratorios concretos de hasta 1400 kg/cm^2 . Hasta el momento, no existe una clasificación normalizada de este concreto, sin embargo, se podría considerar como concreto de alta resistencia a los que sobrepasan los 500 kg/cm^2 a los 28 días medidas en probetas de $15 \times 30 \text{ cm}$. (p. 592)

1.6.4.10. Concreto autocompactante.

(Fernández Canovas, 2011) indica que a diferencia de los concretos convencionales, el concreto autocompactante; debido a su gran fluidez, manteniendo una adecuada cohesión para evitar la segregación y exudación; no necesita de un vibrado externo para compactarse ya que lo puede lograr por la acción de su propio peso. Logrando así una gran facilidad de relleno de moldes, aunque sean estrechos y de formas complejas; una alta facilidad de su paso entre las barras de acero, aunque la cuantía del armado de elevado. (p. 602)

1.6.4.10.1. Aditivo superplastificante.

Según (Fernández Canovas, 2011) los superplastificantes son productos que se desarrollaron hace varias décadas pero que continúan en evolución,

llegando a conseguir reducciones de agua de amasado de hasta el 30% sin tener efectos secundarios como aire ocluido, exudación, segregación, alteraciones importantes en el fraguado, etc. Este tipo de aditivo apareció en 1964 en Japón y posteriormente en Alemania en 1972, fabricándose en la actualidad en diversos países. Los superplastificantes tienen la capacidad para modificar la reología de los concretos llegando a conseguir: mezclas muy dóciles y fáciles de poner en obra, sin reducir sus resistencias; concreto de docilidad normal, pero con muy bajo contenido de agua; concretos con reducida dosificación de cemento pero que poseen resistencia y docilidad normal; mantener la trabajabilidad del concreto, reducir la relación Agua/Cemento y conseguir ampliamente las resistencias mecánicas. (p. 180)

(Fernández Canovas, 2011) afirma que los superplastificantes pueden conseguirse dos tipos fundamentales de concretos: concretos fluidos y concretos de resistencias mejoradas. (p. 184)

1.6.4.11. Concretos Fluidos

Según (Fernández Canovas, 2011) este tipo de concreto se caracteriza por tener un excelente comportamiento al momento de la puesta en obra con muy poca o nula energía de consolidación, poseyendo a la vez una cohesión satisfactoria, llegando a reducir un 25% a 30% la mano de obra. Con el empleo de los superplastificantes se puede llegar a incrementar el asiento de cono de Abrams desde 5cm hasta 22 cm, manteniéndose la resistencia con dosificaciones de aditivo del 0,75% al 3,0% respecto al peso del cemento. A los pocos minutos de la adición, el concreto fluye fácilmente llegando a ser autonivelante, pero manteniendo su cohesión sin presentar exudación, segregación ni pérdida de sus características resistentes. Este tipo de concreto son ideales cuando se necesita vaciar elementos con gran volumen de acero y de difícil acceso sin necesidad de vibrado. Una vez agregado el superplastificante, la mezcla debe emplearse lo antes posible debido a que su trabajabilidad se va perdiendo en el transcurso de los treinta a sesenta minutos de haber realizado la adición,

posteriormente a este lapso de tiempo la masa vuelve a tener el mismo asiento perdiendo así el efecto del aditivo. (p. 184)

1.6.4.12. Concretos de resistencias mejoradas.

(Fernández Canovas, 2011) indica que por motivos de trabajabilidad, los concretos han de amasarse con mayor cantidad de agua de la necesaria para hidratar el cemento; el exceso de agua que no es necesario para la hidratación llega a dar lugar a macroporos y poros capilares en el concreto, reduciendo ampliamente la resistencia del mismo. Para conseguir incrementar la resistencia del concreto se deben emplear relaciones de agua/cemento lo más bajas posibles sin que la trabajabilidad deje de ser el óptimo para el buen manejo del concreto. Estudios han llegado a mezclas con superplastificantes en las que las resistencias a compresión a los 28 días eran de 1130 kg/cm^2 y a un día de 480 kg/cm^2 , empleándose una relación agua/cemento de 0.25 y con asiento en cono de Abrams de 10 cm. Estos concretos son adecuados para prefabricación de viguetas pretensadas donde se desmolda en menor tiempo, en construcción de cajones bajo el agua, acueductos, puentes, pilotes, etc.

1.6.4.12.1. Relación agua/cemento.

Según (ASOCRETO, 2010) define la relación agua/cemento (a/c) de una mezcla de concreto o mortero como la cantidad de agua en masa, sin incluir el agua absorbida por los agregados, sobre la cantidad de cemento en masa; y tiene gran influencia en todas las propiedades del concreto. La resistencia del concreto y la relación agua/cemento están estrechamente relacionada, de tal manera que cuanto menor es la relación agua/cemento mayor es la resistencia, sin embargo, al emplear agua/cemento muy bajas, la mezcla se vuelve más seca y difícil de compactar quedando porosa, al punto que la resistencia comienza a decrecer, tomando como opción para solucionar este problema el uso de vibrador para la compactación del concreto.

1.6.4.12.2. Relación agua/cemento y la trabajabilidad.

Según (Enrique Pasquel, 2015), Todo aquél que tiene conocimientos de Tecnología del Concreto sabe que la resistencia en compresión depende de la relación Agua/Cemento en peso, pero pocos conocen que este parámetro que representa la concentración del pegante tiene una influencia primordial en la trabajabilidad de las mezclas.

En el figura N° 1 podemos apreciar la curva típica $f'c$ vs Agua/Cemento del Comité ACI 211.1 conocida y empleada internacionalmente para hacer diseños de mezcla, donde hemos resaltado valores significativos que vamos a proceder a comentar a continuación.

Si recordamos que el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ que es el más usado en nuestro medio, está en el rango de relación Agua/Cemento 0.60 a 0.70, podemos verificar que, para los llamados concretos convencionales, $A/C > 0.60$ (210 kg/cm^2 , 175 kg/cm^2 , 140 kg/cm^2 , 120 kg/cm^2 , 100 kg/cm^2 , etc.), siempre sobra agua para lubricación de la mezcla y ello explica porqué no hay problema en producir estos concretos sin aditivos con asentamientos del orden de 4" pues la estructura de la pasta colabora en esto.

En la medida que requerimos concretos de mayor resistencia y consecuentemente relaciones agua/cemento, menores ($A/C < 0.60$ ' 245 kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 , 315 kg/cm^2 , etc.), hallamos que cada vez hay menos agua excedente para lubricación, siendo que para una A/C del orden de 0.42 (350 kg/cm^2 a 420 kg/cm^2) ya no existe esta agua.

En términos prácticos, para relaciones A/C , 0.50 si no se emplean aditivos plastificantes y/o superplastificantes es imposible lograr concretos para obra con la trabajabilidad adecuada pues la estructura de la pasta no permite esto al ya no haber agua excedente para lubricar y plastificar.

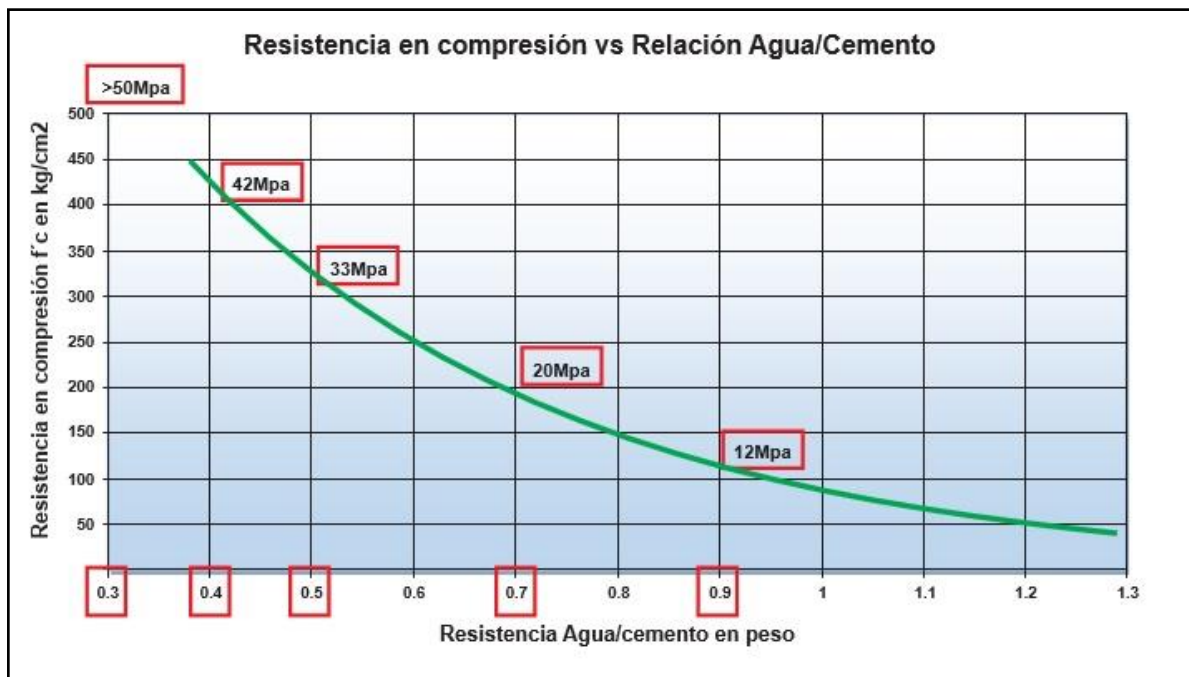


Figura N° 01: $f'c$ vs Agua /Cemento

Fuente: Comité ACI 211.1

1.6.5. Diseño de mezclas.

(José Álvarez Cangahuala, 2013), La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, es definida como el proceso que, en base a la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, permite lograr un material que satisfaga de la manera más eficiente y económico los requerimientos particulares del proyecto constructivo.

El concreto es un material heterogéneo, el cual está compuesto por material aglutinante (como el cemento Portland), material de relleno (agregados naturales o artificiales), agua, aire naturalmente atrapado o intencionalmente incorporado y eventualmente aditivos o adiciones, presentando cada uno de estos componentes propiedades y características que tienen que ser evaluadas, así como aquellas que pueden aparecer cuando se combinan desde el momento del mezclado.

1.6.5.1. Consideraciones y/o criterios para el diseño de las mezclas:

Debemos enfocar el concepto del diseño de mezcla para producir un concreto, tan económicamente sea posible, que cumplan con los requisitos requeridos para los estados fresco como mezclado, transporte, colocación, compactado y acabado; y en el estado endurecido, la resistencia a la compresión y durabilidad.

En general, prácticamente todas las propiedades del concreto endurecido están asociadas a la resistencia y, en muchos casos, es en función del valor de ella que se las cuantifica o cualifica. Sin embargo, debe siempre recordarse al diseñar una mezcla de concreto que muchos factores ajenos a la resistencia pueden afectar otras propiedades.

Es usual el suponer que esta técnica consiste en la aplicación sistemática de ciertas tablas y proporciones ya establecidas que satisfacen prácticamente todas las situaciones normales en las obras, lo cual está muy alejado de la realidad, ya que es en esta etapa del proceso constructivo cuando resulta primordial la labor creativa del responsable de dicho trabajo y en consecuencia el criterio personal.

Debemos advertir finalmente que la etapa de diseño de mezclas de concreto antes que el fin de un proceso, representa sólo el inicio de la búsqueda de la mezcla más adecuada para el caso particular que abordaremos y ninguno de los métodos que trataremos puede soslayar la prueba definitiva que supone el empleo de los diseños bajo condiciones reales y su optimización en obra, con los procedimientos, los equipos y en las cantidades que en la práctica se van a emplear, teniendo en cuenta que algunas veces las especificaciones técnicas indican las condiciones que se presentarán en el momento del vaciado.

Conseguir una mezcla con un mínimo de pasta y volumen de vacíos o espacios entre partículas y consecuentemente cumplir con las propiedades requeridas es lo que la tecnología del concreto busca en un diseño de mezclas.

Antes de proceder a dosificar una mezcla se debe tener conocimiento del siguiente conjunto de información:

- a) Los materiales
- b) Del elemento a vaciar, tamaño y forma de las estructuras
- c) Resistencia a la compresión requerida
- d) Condiciones ambientales durante el vaciado
- e) Condiciones a la que estará expuesta la estructura.

1.7. Definición de Términos Básicos.

Las definiciones empleadas en el planeamiento del problema y las bases teóricas de la presente investigación, se han redactado tomando diversas fuentes de información, mencionadas en la referencia.

- **ADICIÓN.** Acción de añadir, aplicar, agregar una sustancia o materiales para la elaboración de un producto.
- **CONCRETO.** Es un material formado por una mezcla de grava, arena, agua y cemento, que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a una piedra artificial.
- **PROPIEDADES MECANICAS.** Son las características o cualidades de los diferentes materiales de construcción, los cuales son dosificados y mezclados integrándose para formar un elemento monolítico, proporcionando resistencia y durabilidad a las estructuras, los cuales deben ser estudiadas, analizadas mediante ensayos y pruebas, según los parámetros de control de calidad.
- **SUPERPLASTIFICANTES.** Es un aditivo que permite la reducción de agua produciendo un importante aumento en la consistencia del concreto, obteniendo una mejor resistencia.

- **VARIACIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO.** La relación agua cemento es el cociente entre las cantidades de agua y cemento, valor importante en la composición del concreto teniendo influencia sobre la resistencia, la durabilidad y la retracción.

1.8. Formulación de la hipótesis.

1.8.1. Hipótesis General:

La adición del superplastificante Sika Viscoflow-360 en relación Agua/Cemento de 0.50, incrementara la resistencia de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=330 \text{ kg/cm}^2$.

1.8.2. Hipótesis Especifica:

- El uso del aditivo superplastificante Sika Viscoflow-360 al 1.5%, 2.5% y 3.5% con una relación agua/cemento 0.50, favorecerán en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto
- Comprobar la resistencia a través de ensayos de los diseños de concreto con la adición del superplastificante Sika Viscoflow-360

1.9. Línea de Investigación:

La ingeniería y la innovación tecnológica, en el trabajo de investigación busca la innovación al probar la hipótesis de la influencia del superplastificante y la relación agua cemento en las propiedades mecánicas del concreto.

II. MATERIAL Y METODOS.

2.1. Material:

El presente estudio de investigación se consiga los diferentes recursos usados detallando los siguientes:

a. Materiales.

- **De escritorio:**
 - Papel A4, folder, lapiceros, plumones, tablero porta papeles, fotocopias, anillados, formatos de ensayos.
 - Laptop, impresora para procesos de datos.

- **De laboratorio:**

- Superplastificante, cemento, agregados, guantes, sacos de polipropileno.

b. Humano.

- **Asesoría:**

- Ing. Daniel Cueva Serna, representante del laboratorio EMESGEO SAC; y el Ing. Josualdo Villar Quiroz asesor del desarrollo de tesis.

- **Tesista:**

- Bach. Wilfredo Jhony Otiniano Tandypan.

c. Servicio:

- **Transporte:**

- Fue financiado por la empresa, CCCC DEL PERU SAC. dedicada a la ingeniería y construcción, del cual las muestras de agregados fueron tomadas de la cantera PROMCOSER SAC. ubicado en la provincia de Nazca y llevadas a la ciudad de Ica, para los análisis y ensayos correspondientes para ser usados en el distrito de Marcona, Proyecto de OBRAS CIVILES PARA LA NUEVA PLANTA DE BENEFICIO – AMPLIACIÓN SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A

2.2. Material de Estudio.

❖ **Diseño de investigación.**

La presente investigación es de tipo experimental debido a que se van a manipular las cantidades del aditivo superplastificante Sika Viscoflow-360 en relación agua/cemento 0.50, para finalmente obtener una mejora en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=300\text{kg/cm}^2$. Por lo tanto, el diseño de investigación es experimental porque se obtendrá evidencia de la influencia que causará el aditivo superplastificante y la relación agua/cemento sobre las propiedades mecánicas del concreto.



❖ **Unidad de estudio.**

Esta investigación tomará como unidad de estudio al concreto para cual será necesario probetas cilíndricas, destinadas a ensayos de compresión. Es así que estos elementos nos permitirán obtener la información necesaria para la recolección de los datos necesarios.

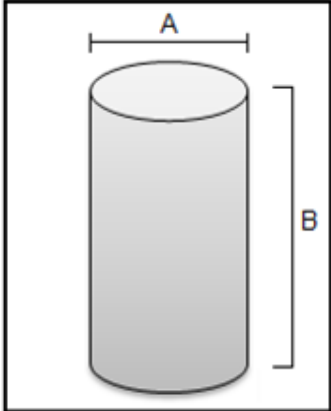
	Dimensiones	
	A= 6plg	B= 12plg
	Composición	
	<ul style="list-style-type: none"> - Cemento Portland Tipo V - Arena - Grava - Agua - % de aditivo superplastificante 	

Tabla N° 01: Probeta cilíndrica.

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

2.2.1. Población.

En esta investigación, la población comprende a toda probeta de concreto convencional que está integrada con la adición del superplastificante Sika Viscoflow-360 al 1.5%, 2.5%, y 3.5%, una relación agua/cemento de 0.50, agregado, agua y cemento de las mismas características.

2.2.2. Muestra.

La presente investigación utilizará la técnica de muestreo no probabilístico debido a que la muestra de estudio se seleccionará a criterio e interés del investigador, para lo cual, la muestra se seleccionará por conveniencia debido a la fácil disponibilidad de los elementos de la muestra. Por tanto, se seleccionará 09 probetas cilíndricas destinadas a ensayos de compresión.



Resistencia a la Compresión		Relación Agua/Cemento 0.50
% de Aditivo Superplastificante	1.50%	3 Probetas
	2.50%	3 Probetas
	3.50%	3 Probetas

TOTAL, DE PROBETAS CILÍNDRICAS: 09

Tabla N° 02: Tabla de Muestreo de Resistencia a la Compresión.

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentación.



2.3.1. Para recolectar datos.

❖ Técnicas de recolección de datos.

La presente investigación se elaboró con la técnica de recolección de datos de la Observación, porque se registró sistemáticamente la conducta y características de las probetas frente a las cargas, brindando así una información válida y confiable de los elementos estudiados.

❖ Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó como instrumento de recolección de datos a la Guía de Observación ya que nos permitirá un mejor control y descripción del comportamiento de las probetas ensayadas y así extraer de ellos la información necesaria de una manera organizada.

❖ Procedimiento de recolección de datos

Se hizo uso de la Guía de Observación 01, indicada en el Anexo N° 01, la cual será utilizada para la Caracterización de los Agregados, esta guía es de suma importancia debido a que brinda la información necesaria para iniciar con el proceso del diseño de mezcla. Posteriormente a la elaboración del diseño de mezcla y elaboración de las probetas se procedió al uso de las Guías de Observación N° 04, N° 05 y N° 06 indicadas en el Anexo N° 01 para extraer datos de los ensayos de Resistencia a la Compresión, respectivamente, estos resultados fueron cruciales para el análisis de datos.

2.3.2. Para procesar datos.

❖ Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.



❖ Método de análisis de datos

El método de análisis de datos utilizado en la presente investigación es la Inferencia Estadística, el cual es un proceso en el que se intenta determinar el valor del parámetro de la población a partir de la muestra, tomando en cuenta que siempre habrá un margen de error.

❖ Instrumento de análisis de datos.

El instrumento de análisis de datos utilizado en la presente investigación es la T Student ya que nos ayudará a identificar las diferencias entre las poblaciones de muestras independientes, cuyos datos obtenidos han sido en escala ordinal.

2.4. Operación de variables.

Variable 1: Aditivo Superplastificante.

Variable 2: Relación agua cemento.

Variable 3: Propiedades de mecánicas: Las propiedades mecánicas del concreto son las diferentes reacciones de este material frente a fuerzas externas a los que será sometido a la compresión.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS
Propiedades Mecánicas del Concreto. $f'c=330\text{kg/cm}^2$	Las propiedades mecánicas del concreto son las diferentes reacciones de este material frente a fuerzas externas a los que será sometidos a compresión.	Se busca mejorar las propiedades mecánicas del concreto para proyectos de concreto que requieran de elementos estructurales que resistan altas demandas de carga.	Resistencia a la compresión	Características de los agregados Diseño de Mezcla Ensayo del concreto en estado fresco Preparación y curado del concreto Ensayos del concreto en estado endurecido	-Determinación del contenido de humedad del agregado grueso y fino (NTP 339.185) -Determinación del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso y fino (NTP 400.017) -Determinación del peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022) -Determinación del peso específico del agregado grueso (NTP 400.021) -Determinación del módulo de finura del agregado fino - ensayo granulométrico (NTP 400.012) -Ensayo del tamaño máximo nominal del agregado grueso ensayo granulométrico (NTP 400.012) -Método del Instituto Americano del Concreto (ACI-211) -Determinación del asentamiento del concreto fresco (NTP 339.035) -Preparación y curado del concreto de probetas de concreto (NTP 339.033) -Determinación de la resistencia a la compresión del concreto (NTP 339.034)

Tabla N° 03: Operacionalización de Variable (Resistencia a la Compresión).

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

2.4.1. Desarrollo de investigación.

➤ Materia prima

Los estudios se iniciaron con los agregados de la cantera PRONCOSER SAC. ubicado en el km. 491 Panamericana sur, provincia de Nazca, para lo cual se transportó en sacos sellados con el fin de mantener su humedad de origen a la ciudad de Ica, para ser analizados en el laboratorio EMSGEO SAC.

El cemento a utilizar, es el Cemento Portland Tipo V, o también llamado antisalitre, clasificado como cemento tipo HS según la norma NTP 334.082 (ASTM C 1157), es un cemento Portland de última generación, siendo un producto formado en base a Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Es un cemento de propiedades especiales, diseñado para todo tipo de estructuras y construcciones en general que requieran una alta resistencia a los sulfatos, fabricado por Cementos Yura, hecho en Arequipa, Perú.

El aditivo superplastificante a utilizar es el SIKA VISCOFLOW-360 el cual es un aditivo para concreto específicamente desarrollado para incrementar el tiempo de trabajabilidad y reducir el contenido de agua de amasado. Está diseñado para producir concretos que necesiten la fluidez por varias horas, fabricado por la empresa Sika S.A.

El agua de curado y mezclado es el agua potable utilizada de la ciudad de Marcona, distrito de Nazca, la cual es óptima para la elaboración del concreto analizado por en el laboratorio EMSGEO SAC.

2.4.2. Ensayos de los Agregados bajo las NTP:

- **Determinación del contenido de humedad del agregado grueso y fino NTP 339.185.**
 - Se pesó una muestra de arena en estado natural.
 - Se colocó en el horno a una temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas hasta un peso constante, el cual fue el peso seco de la muestra.
 - Se determinó el contenido de humedad usando la siguiente expresión.

$$W\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

- ✓ Ph= Peso de la muestra (gr)
- ✓ Ps= Peso de la muestra seca (gr)
- ✓ W%= % del Contenido de Humedad

- **Determinación del Peso Unitario Suelto y compactado del Agregado Fino y Agregado Grueso (NTP 400.017)**

- ✓ **Peso unitario de material suelto.**
 - Se pesó el recipiente o molde vacío.
 - Se determinó el volumen interno del recipiente en m^3 .
 - Se vertió la muestra a una altura aproximada de 15 cm sobre el borde superior del recipiente hasta llenarlo.
 - Se enrazó la superficie.
 - Se pesó la muestra y el molde.
 - El procedimiento se repitió 3 veces, verificando así una variación menor de 1%.
 - Se determinó el peso volumétrico unitario:

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

- ✓ M= Peso Unitario de los Agregados (kg/m^3)
- ✓ G= Peso del Agregado más el Recipiente (kg)

- ✓ $T =$ Peso del Recipiente (kg)
- ✓ $V =$ Volumen del Recipiente (m^3)

✓ **Peso unitario compactado.**

- Se pesó el recipiente o molde vacío.
- Se determinó el volumen interno del recipiente en m^3 .
- Se llenó en 3 capas iguales el recipiente y cada capa se compactó con la varilla 25 veces distribuyendo la penetración en toda el área y posteriormente se golpeó uniformemente con el martillo de goma 15 veces en cada capa.
- Se enrazó la superficie con la varilla.
- Se pesó la muestra dentro del molde.
- El procedimiento de compactar y pesar el agregado, se repitió 3 veces, verificando así una variación menor de 1%.
- Se determinó el peso volumétrico unitario:

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

- ✓ $M =$ Peso Unitario de los Agregados (kg/m^3)
- ✓ $G =$ Peso del Agregado más el Recipiente (kg)
- ✓ $T =$ Peso del Recipiente (kg)
- ✓ $V =$ Volumen del Recipiente (m^3)

• **Determinación del peso específico y absorción del agregado fino NTP 400.022.**

- Inicialmente se realizó la preparación de la muestra de ensayo por cuarteo.
- Se lavó aproximadamente 1000gr del material seleccionado por cuarteo.
- Se sumergió la muestra con agua y se dejó en reposo por 24 horas.
- Se decantó con mucho cuidado sobre una bandeja, y se inició un proceso de

secado con una suave corriente de aire caliente, hasta que las partículas puedan fluir libremente, también se puede secar haciendo uso de una pequeña cocina.

- En el cono, se rellenó con tres capas con 25 golpes por capa con el pistón.
- Debido a que en el agregado seguía existiendo humedad libre, el cono del agregado fino mantenía su forma, entonces se siguió secando con bastante cuidado revolviendo constantemente la muestra, es así que se intentó nuevamente hasta que el cono de arena se derrumbe al quitar el cono. Si se llega a derrumbar al primer intento hay que volver a repetir el proceso con una nueva arena hasta que se derrumbe una cantidad de veces considerable para tomarlo como aceptable. Esto demostrará que el agregado habrá alcanzado su condición saturada.
- Posteriormente se colocó esta muestra de 500 gr. (haciendo uso de un embudo) en una fiola antes pesada, y colocamos agua hasta 500ml, después de colocar el agregado se hizo rodar la fiola sobre una superficie plana, tratando de eliminar todas las burbujas de aire, durante un minuto.
- Se pesó la fiola con el agua y la muestra mezclada.
- Se sacó con cuidado el agregado fino del frasco para posteriormente secarlo en el horno a 100°C hasta tener un peso constante y obtener su peso seco.

$$\text{Peso específico de masa} = \frac{W_o}{(V - V_a)}$$

$$\text{Peso específico saturado} = \frac{500}{(V - V_a)}$$

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)}$$

$$\% \text{Absorción} = \frac{(500 - W_o)}{W_o} \times 10$$

- **Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso NTP 400.021.**

- Se lavó la muestra del material.
- Se sumergió dentro de agua el material por un tiempo de 24 horas.
- Luego se sacó, se extendió y se secó con un paño la superficie de cada una de las partículas de la muestra. Se pesó en el aire en condición saturada.
- Se colocó en una cesta de alambre el material y pesar dentro del agua a una temperatura de 20°C . Se cuidó de no topar ningún elemento de la cesta, para que la medida sea exacta.
- Finalmente se secó la muestra a peso constante a temperatura $100^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$, luego se dejó enfriar y se determinó su peso seco a temperatura ambiente.

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)}$$

$$\%Abs = \frac{(B - A)}{A}$$

- ✓ P_{em} = Peso Específico del Agregado Grueso
- ✓ %Abs = Absorción del Agregado Grueso
- ✓ A = Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)
- ✓ B = Peso en el agua de la muestra saturada (gr)
- ✓ C = Peso en el agua de la muestra sumergida (gr)

- **Determinación del Módulo de finura del Agregado Fino – Ensayo Granulométrico NTP 400.012**

- Se obtuvo una muestra representativa de agregado fino, la cual deberá estar secada al aire y pesarla.
- Se colocaron las mallas estándar de diámetro mayor a menor (desde la $N^\circ 4$ hasta la $N^\circ 100$)
- Se colocó el material por partes y se tamizó (esto para evitar que el exceso de peso rompa la malla).

- Se realizó el proceso de vibración de las mallas (tamizado).
- Se pesó el contenido de cada malla.
- Se determinó el Modulo de finura del agregado fino mediante la siguiente formula:

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

Tamiz		Peso Retenido (gr.)	Peso Retenido Acumulado (gr.)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Que Pasa
N°	Abertura (mm)					
3/8"	9.50					
N° 4	4.75					
N° 8	2.36					
N° 16	1.18					
N° 30	0.59					
N° 50	0.30					
N° 100	0.15					
N° 200	0.07					
FONDO						
TOTAL						

Tabla N° 04: Análisis Granulométrico del agregado fino (NTP 400.012)

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

- **Determinación del Tamaño Máximo Nominal (TMN) del Agregado Grueso – Ensayo Granulométrico NTP 400.012**

- Se obtuvo una muestra representativa de Grava, la cual estuvo secada al aire.
- Se pesó la muestra.
- Se colocó las mallas estándar de diámetro mayor a menor.
- Se colocó el material por partes y tamizar (esto para evitar que el exceso de peso rompa la malla).
- Se realizó el proceso de vibración de las mallas (tamizado), rotando 5° cada 25 segundos.
- Se pesó el contenido de cada malla.
- Determinar TM y TMN.

Tamiz		Peso Retenido (gr.)	Peso Retenido Acumulado (gr.)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Que Pasa
N°	Abertura (mm)					
1 ½"	76.20					
1"	38.10					
¾"	19.05					
½"	12.70					
⅜"	9.53					
N° 4	4.75					
N° 8	2.38					
N° 200	0.07					
FONDO						
TOTAL						

Tabla N° 05: Análisis Granulométrico del agregado grueso (NTP 400.012)

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

- **Determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos – Ensayos de abrasión NTP 400.019.**
 - Realizar el muestreo y cuarteo del material.
 - Se pesa 5000 grs y se coloca junto con la carga abrasiva dentro del cilindro, haciéndolo girar con una velocidad entre 30 y 33 rpm, hasta completar 500 vueltas teniendo en cuenta la velocidad angular es constante.
 - Después del tiempo determinado se retira el material del cilindro y se hace pasar por el tamiz N° 12, el material retenido en el tamiz N° 12 debe ser lavado y secado en el horno a una temperatura comprendida entre 105° C y 110° C. El pesado final se realiza 24 horas después eliminados los finos.

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

- ✓ A = Peso de muestra total.
- ✓ B = Peso retenido en el tamiz N° 12.

GRADACIONES DE MUESTRA DE ENSAYOS					
Tamaño de tamices NTP (apertura cuadradas)		Peso de Tamaños Indicados (gr)			
Pasa	Retenidos	A	B	C	D
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	1250±25			
25 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1250±25			
19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1250±10	2500±10		
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1250±10	2500±10		
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")			2500±10	
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N°4)			2500±10	
4.75 mm (N°4)					5000±10
		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10

Tabla N° 06: Análisis de Abrasión del agregado grueso (NTP 400.019)

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

2.4.3. Preparación y curado del concreto.

Al concreto se realizó ensayos de compresión su estado endurecido, mientras que en estado fresco se le realizó el ensayo de asentamiento.

El ensayo de compresión se realizó a todas las probetas a los 28 días de edad.

2.4.4. Ensayos del concreto en estado fresco.

Al momento de realizar la mezcla, es decir, cuando el concreto se encuentre en estado fresco, se midió el asentamiento y a la vez se estudia su trabajabilidad. Durante la etapa en que el concreto se mantiene en estado fresco es de gran importancia poder otorgarle una docilidad adecuada, para el uso que se desea darle, para cuantificar la trazabilidad del concreto el asentamiento de cono. Este, es un índice bastante práctico; aunque no mide todas las propiedades plásticas de la mezcla, ni las valora con el mismo grado de influencia que ella realmente tienen en el concreto, brinda una información útil, sobre todo en términos comparativos.

Este ensayo se ejecutó en todas las mezclas realizándolo luego del mezclado del concreto con el fin de observar la variabilidad del asentamiento al variar la cantidad de superplastificante adicionado.

- **Determinación del asentamiento del concreto fresco NTP 339.035**

Equipos:

- ✓ Molde (Cono de Abrams)
 - Diámetro de la base inferior: 20cm.
 - Diámetro de la base superior: 10cm.
 - Altura del cono: 30cm.
 - Tolerancia: $\pm 3\text{mm}$.
 - Espesor mín.: 1.5mm.
- ✓ Barra Compactadora de Fierro liso
 - Diámetro de la barra: 16mm (5/8").
 - Longitud de la barra: 60cm.



Figura N° 02: Diseño del cono de Abrams.

Fuente: Google, 2018.

Procedimiento:

1. Se colocó el cono en una base plana, no absorbente.
2. Se humedeció todos los aparatos que se utilizaron.
3. Se mantuvo el cono firme contra la base, parándose sobre las dos aletas inferiores.
4. Se llenó el concreto en 3 capas de aproximadamente 1/3 del volumen del cono cada una.

5. Se compactó con la varilla cada capa con 25 golpes distribuidos en toda el área y aplicarlos comenzando cerca del molde y acercándose en espiral hacia el centro de la sección. Se mantuvo la misma intensidad en todos los golpes.
6. Se levantó el cono verticalmente de 5 a 7 segundos.
7. Se midió la distancia entre la altura del molde y el centro de la cara superior del concreto, con una aproximación de $\frac{1}{4}$ " (0.5cm).
8. El tiempo máximo del ensayo duró 2 minutos y medio.

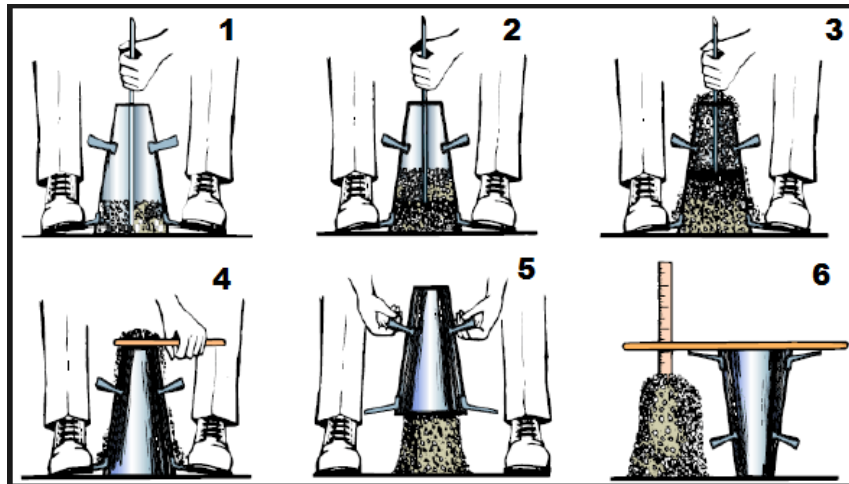


Figura N° 03: Procedimiento del ensayo de asentamiento

Fuente: Google, 2018.

- **Ensayos del concreto en estado endurecido:**

Las metodologías que se usaron en la presente investigación se realizó cumpliendo las normas de cada ensayo, los cuales nos ayudó a asegurar una adecuada investigación.

Los instrumentos cuantitativos empleados en la ejecución del estudio experimental son los siguientes:

- ✓ Pruebas estandarizadas. Normas NTP, donde encontramos los procedimientos para realizar los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido.
- ✓ Instrumentos o aparatos de medición. Tales como termómetro ambiental, termómetro para líquidos y sólidos, equipos para medir las propiedades

del concreto en estado fresco (Cono de Abram) y endurecido (prensa de concreto)

Resistencia de diseño:

Se realizó un diseño de mezcla, con una resistencia a compresión de 330 kg/cm^2 , esto con la intención de observar mejor el comportamiento mecánico del concreto a una sola resistencia.

Programa de ensayos:

Para cuantificar la influencia del aditivo superplastificante y la relación agua/cemento en las propiedades mecánicas del concreto (resistencia a la compresión), se realizó ensayos comparativos entre los diferentes diseños de mezcla.

Parámetros de comparación:

Los parámetros de comparación a utilizados en esta investigación nos permitieron evaluar la resistencia a compresión que serán adquiridos de los ensayos del concreto endurecido.

- **Determinación de la Resistencia a Compresión del concreto NTP 339.034**

Equipo:

La máquina de ensayo debió tener la capacidad conveniente, debe ser operada por energía (no manual) y debe permitir una velocidad de carga sobre la probeta de $0.25 \pm 0.05 \text{ MPa/s}$, de forma continua sin intermitencia ni detenido.

La máquina será equipada con dos bloques de acero con caras resistentes, uno de los cuales se asentará sobre una rotula, que le permita acomodarse a la parte superior de la probeta, y el otro se apoya sobre una sólida base en el que se asienta la parte inferior de la misma. Las caras de los bloques serán paralelas durante el ensayo y deben tener una dimensión mínima de al menos 3% mayor que el diámetro de las probetas a ser ensayadas.

Procedimiento:

En el caso de probetas cilíndricas curadas y moldeadas, se pueden tener dimensiones de $6'' \times 12''$, el diámetro de la probeta utilizado debió ser como mínimo 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado utilizado en la preparación del concreto.

Según la NTP 339.034 las probetas deben ser ensayadas tan pronto como sea práctico luego de ser retiradas de la condición de curado, es decir, se ensayaron las probetas en condiciones húmedas superficialmente secas.

Se midió el diámetro de la probeta con el vernier en dos posiciones que estén en ángulo recto entre sí, a la altura media de la misma, estos diámetros deben promediarse para poder calcular el área de la sección.

Antes de colocar la probeta entre los cabezales de la máquina de ensayo se limpiarán las caras de contacto de los bloques de hacer, superior e inferior, y las de la probeta, evaluar si es conveniente aplicar capping, refrentado o usar pads de neopreno. Se alinearon los ejes de la probeta a ensayar con el centro de empuje de la maquina a manera de evitar excentricidades. Se verificó que el indicador de carga de la maquina este en cero, de no ser así se deberá ajustar.

Luego se aplicó la carga de manera continua y uniforme, hasta el momento de la falla de la probeta, por último, se registró el tipo de falla y la carga máxima soportada por la probeta antes de fracturarse.

Calcular la Resistencia a Compresión (R_c) dividiendo la carga máxima entre el área promedio de la sección.

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

R_c = Resistencia de rotura a la compresión (kg/cm^2)

G = Carga máxima de rotura (kg)

d = Diámetro de la probeta cilíndrica (cm^2)

2.4.5. Análisis de Datos.

- Análisis de datos realizadas a las características físicas y mecánicas de los agregados de la cantera PRONCOSER SAC. – KM 491 panamericana sur Nazca.

2.4.5.1. Análisis granulométricos de los agregados gruesos y finos.

- Agregado Grueso

CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO	
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO SUELTO	1526 kg/m ³
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO COMPACTADO	1656 kg/m ³
PESO ESPECIFICO	2.78 Gr/cm ³
PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	0.38%
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	0.46%
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	5516.0 gr.

Tabla N° 07: Datos de análisis de las características físicas del agregado grueso.

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

Tamiz		Peso Retenido (gr.)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado (gr.)	% Que Pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
N°	Abertura (mm)						
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.0	100.00	100.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.0	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.05	528.00	9.57	9.6	90.43	40.00	85.00
1/2"	12.70	3880.00	70.34	79.9	20.09	10.00	40.00
3/8	9.53	860.00	15.59	95.5	4.50	0.00	15.00
N° 4	4.76	180.00	3.26	98.8	1.23	0.00	5.00
N° 8	2.38	48.00	0.87	99.6	0.36	0.00	0.00
N° 200	0.07	18.00	0.33	100.0	0.04	0.00	0.00
FONDO		2.00	0.04	100.0	0.00	0.00	0.00
TOTAL		5516.00					

Tabla N° 08: Datos de Análisis granulométricos del agregado grueso.

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

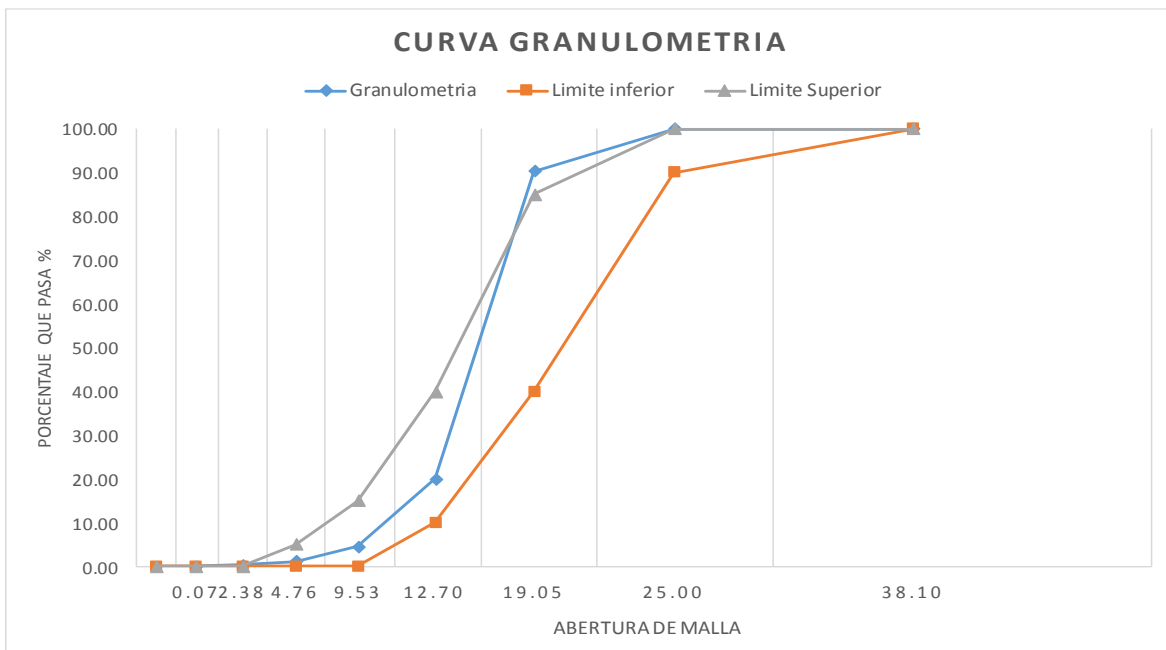


Figura N° 04: Grafica de la curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

- **Agregado fino.**

CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO	
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO SUELTO	1680 kg/m ³
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO COMPACTADO	1774 kg/m ³
PESO ESPECIFICO	2.79 Gr/cm ³
PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	1.20%
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.30%
MODULO DE FINEZA	2.77
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	1143.0 gr.

Tabla N° 09: Datos de análisis de las características físicas del agregado fino.

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

Tamiz		Peso Retenido (gr.)	Peso Retenido Acumulado (gr.)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado (gr.)	% Que Pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
N°	Abertura (mm)							
3/8	9.53	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00	100.00	100.00
N° 4	4.76	31.00	31.00	2.71	2.7	97.29	95.00	100.00
N° 8	2.38	63.00	94.00	5.51	8.2	91.78	80.00	100.00
N° 16	1.19	168.00	262.00	14.70	22.9	77.08	50.00	85.00
N° 30	0.59	421.00	683.00	36.83	59.8	40.24	25.00	60.00
N° 50	0.30	300.00	983.00	26.25	86.0	14.00	10.00	30.00
N° 100	0.15	130.00	1113.00	11.37	97.4	2.62	2.00	10.00
N° 200	0.07	20.00	1133.00	1.75	99.1	0.87	0.00	0.00
FONDO		10.00	1143.00	0.87	100.0	0.00	0.00	0.00
TOTAL		1143.00		Modulo de fineza :			2.77	

Tabla N° 10: Datos de análisis granulométricos del agregado fino.

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

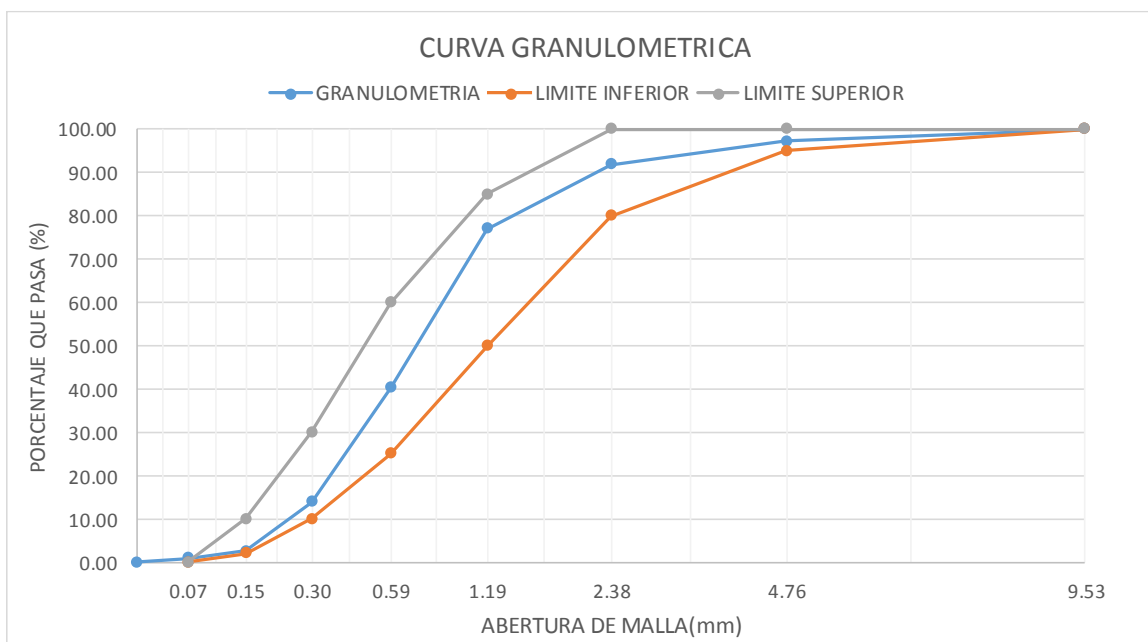


Figura N°05: Grafica de la curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

2.4.5.2. Análisis del ensayo de abrasión del agregado grueso.

Tamaño de tamices NTP (abertura cuadradas)		Masa Original (gr)	Masa Final (gr)	% Piedra después del ensayo	% Desgaste por Abrasión
Pasa	Retenidos				
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	0	0	0	0.00
25 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1250	1030	220	5.87
19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1250	1060	190	5.07
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1250	1210	40	1.07
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		3750	3300	450	DESGASTE 12.00%

Tabla N° 11: Datos de análisis de los ensayos de abrasión del agregado grueso.

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

2.4.5.3. Análisis de características físicas de los materiales para diseño de mezclas.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
CEMENTO	Marca	Yura
	Tipo	V
	Peso Especifico	3.15 gr/cm ³
AGREGADO GRUESO	Peso Unitario Suelto	1526 kg/m ³
	Peso Unitario Compactado	1656kg/m ³
	Peso Especifico	2.78 gr/c m ³
	Porcentaje de Humedad	0.38%
	Porcentaje de Absorción	0.46%
	Tamaño Maximo Nominal	3/4"
AGREGADO FINO	Peso Unitario Suelto	1680 kg/m ³
	Peso Unitario Compactado	1774 kg/m ³
	Peso Especifico	2.79 gr/c m ³
	Porcentaje de Humedad	1.2%
	Porcentaje de Absorción	1.3%
	Modulo de Fineza	2.77
AGUA	Agua de Red Publica	205 lt/m ³

Tabla N° 12: Datos de Análisis de materiales para diseño de mezcla.

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

2.4.5.4. Diseño de mezcla de concreto por el método ACI 211.

A continuación, se presenta la secuencia del diseño de mezcla del concreto para una resistencia $f'c = 330 \text{ kg/cm}^2$.

1. Calculo $f'cr$, resistencia requerida por desviación standard (kg/cm²)

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Donde:

s = Desviación estándar, en kg/cm^2

X_i = Resistencia de la probeta de concreto, en kg/cm^2

\bar{X} = Resistencia promedio de n probetas, en kg/cm^2

n = Número de ensayos consecutivos de resistencia

Del ACI 318-99 se tiene:

$$f'c_r = f'c + 1.33 \sigma \quad \dots\dots (1)$$

$$f'c_r = f'c + 2.33 \sigma - 35 \quad \dots\dots (2)$$

donde: σ : desviación standard (kg/cm^2)

$f'c_r$: resistencia a la compresión requerida (kg/cm^2)

Se escogerá el mayor valor de las fórmulas (1) y (2)

Registro de ensayos anteriores de probetas		
N° Muestra	$f'c$ (kg/cm^2)	$(x - \bar{x})^2$
A	326.80	9.00
B	326.70	9.61
C	335.90	37.21
Σ	989.40	55.82

Promedio (\bar{x}) =	329.80
--------------------------	--------

$s = \sqrt{\frac{55.82}{3-1}} = 5.28$

Figura N° 06: Registro de ensayos para resistencia requerida

Fuente: Base de datos, elaboración propia

$$f'cr = 330 + 1.33 (5.28) = 337.02$$

$$f'cr = 330 + 2.33 (5.28) - 35 = 307.30$$

$$f'cr = 337 \text{ kg/cm}^2$$

2. Selección de TMN del agregado grueso.

De acuerdo a las especificaciones indicadas para ensayo es la grava de 3/4"

Se seleccionó la grava de 3/4" para cumplir con la Norma E.060 de concreto armado, en referencia a recubrimientos de concreto para el refuerzo, por lo cual el concreto a diseñar estará en contacto con el suelo o a la intemperie, usando un recubrimiento a los refuerzos de 25 mm, para estructuras de columnas, vigas, paneles de muros y losas es por ello el uso de la grava de 3/4" para tener facilidad de pase entre el refuerzo y el encofrado, NO se llega a usar una grava de 1" o mayor a ella lo que ocasionaría segregaciones o cangrejeras por la falta de pase entre refuerzo y encofrado.

3. Selección del asentamiento (SLUMP)

Se ha considerado realizar el diseño de mezcla con una consistencia plástica el concreto es superplastificado por lo tanto presentara un revenimiento de 3" a 4"

4. Contenido de agua

Se utilizará la Tabla N° 13 para elegir el contenido de agua que es de acuerdo al asentamiento y al TMN de la grava de 3/4", siendo el volumen 205 lt/m³

Asentamiento	Agua en lt/m ³ , para TMN agregados y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	-

Tabla N° 13: Volumen unitario de agua

Fuente: ACI 211.1

5. Selección de contenido del aire total

Se utilizará el TMN del agregado grueso siendo de 3/4" entonces el aire atrapado es 2.0 % según tabla N° 14

TMN del Agregado Grueso	% Aire Atrapado
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Tabla N° 14: Contenido de aire atrapado.

Fuente: ACI 211.1

6. Determinación de la relación agua/cemento (a/c)

F'c (kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
420	0.41	-
450	0.38	-

Tabla N° 15: Relación agua/cemento por resistencia, para $f'cr$

Fuente: ACI 211.1

El concreto según diseño será 330 kg/cm^2 , por el cual tenemos que interpolar hallar la resistencia requerida del concreto.

Ejemplo

$$\begin{array}{rcc}
 & (f'c) & (a/c) \\
 50 & \left[\begin{array}{l} 350 \\ 30 \left[\begin{array}{l} 330 \\ 300 \end{array} \right] \end{array} \right. & \left. \begin{array}{l} 0.48 \\ X \\ 0.50 \end{array} \right] 0.07 \\
 & & \begin{array}{l} 50 \text{ ----- } 0.07 \\ 30 \text{ ----- } x \\ ? = \frac{30(0.07)}{50} = 0.042 \end{array}
 \end{array}$$

Luego:

$$X = a/c = 0.55 - 0.042 = 0.508$$

7. Calculo del factor del cemento

$$FC = \frac{\text{Volumen Unitario del Agua}}{\text{Relación a/c}}$$

Valiéndonos de la fracción reemplazamos:

$$FC = \frac{205}{0.50} = 410 \text{ kg.}$$

$$FC = 410 \text{ kg} / 42.5 \text{ kg} = 9.65 \text{ bolsas.}$$

8. Selección de peso del agregado grueso

Se halla mediante la siguiente TABLA N° 16, luego interpolamos para el MF del agregado fino que es 2.77 y el TMN del agregado grueso.

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso (TMN)	Módulo de finura del Agregado Fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabla N° 16: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto (b/b_0)

Fuente: ACI 211.1

Según interpolación se obtiene $0.623 = (b/b_0)$

$$\text{Peso a.g} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado de la piedra})$$

Entonces desarrollamos la formulación

$$\text{Peso a.g} = 0.623 \text{ m}^3 \times 1656 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso a.g} = 1031.69 \text{ kg.}$$

9. Calculo de volumen absoluto

Se calculará la suma de los volúmenes de todos los materiales:

$$\text{Cemento} = 410 \text{ kg} / 3150 \text{ kg} = 0.130 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 205 \text{ kg} / 1000 \text{ kg} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 2 / 100 = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. a. grueso} = 1031.69 \text{ kg} / 2780 \text{ kg} = 0.371 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 0.726 \text{ m}^3$$

$$*\text{Vol. A. fino} = 1 \text{ m}^3 - 0.726 = 0.274 \text{ m}^3$$

10. Calculo de peso del agregado fino.

$$\text{Peso a. fino} = 0.274 \text{ m}^3 \times 2790 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso a fino} = 764.46 \text{ kg}$$

11. Diseño en estado seco.

$$\text{Cemento} = 410 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1031.69 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 764.46 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 205 \text{ lt}$$

12. Corrección por humedad de los agregados.

Formula:

$$\text{peso seco} * \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado grueso} = 1031.69 * \left(\frac{0.38}{100} + 1 \right) = 1035.61 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 764.46 * \left(\frac{1.2}{100} + 1 \right) = 773.63 \text{ kg}$$

13. Aporte de agua a la mezcla.

Formula:

$$\frac{(\%w - \%abs) * \text{agregado seco}}{100}$$

$$\text{Agregado grueso} = (0.38 - 0.46) * 1031.69 = -0.82535 \text{ lt.}$$

$$\text{Agregado fino} = (1.2 - 1.3) * 764.46 = -0.76446 \text{ lt.}$$

$$\Sigma = -1.589812 \text{ lt.}$$

14. Agua efectiva.

$$\text{Agua} = 205 - (-1.589812) = 206.58898 \text{ lt.}$$

2.4.5.5. Análisis de diseño de mezclas patrón para un concreto $f'c/330 \text{ kg/cm}^2$, usando el método ACI 211

DISEÑO DE MEZCLA	MATERIALES	DISEÑO SECO			DISEÑO HÚMEDO		DOSIFICACIÓN
		Peso Seco (kg)	Volumen Absoluto (m ³)	Diseño Unitario (kg)	Peso Húmedo (kg)	Diseño Unitario (kg)	Proporción por bolsa (kg)
330 kg/cm ²	Cemento	410.00	0.130	1.00	410.00	1.00	42.50
	Agua	205.00	0.205	0.50	206.59	0.50	21.41
	Arena	764.46	0.274	1.86	773.63	1.89	80.19
	Piedra	1031.69	0.371	2.52	1035.61	2.53	107.35
	Aire	2.00%	0.020				
	TOTAL	2411.15	1.000		2425.83		251.46

Tabla N° 17: Diseño de mezcla patrón.

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

2.4.5.6. Análisis de diseños de mezclas con aditivo superplastificante VISCOFLOW 360, en relación agua/cemento.

DISEÑO DE MEZCLA	MATERIALES	DISEÑO SECO			DISEÑO HÚMEDO		DOSIFICACIÓN
		Peso Seco (kg)	Volumen Absoluto (m ³)	Diseño Unitario (kg)	Peso Húmedo (kg)	Diseño Unitario (kg)	Proporción por bolsa (kg)
A/C= 0.50	Cemento	410.00	0.130	1.00	410.00	1.00	42.50
	Agua	205.00	0.205	0.50	206.59	0.50	21.41
	Arena	764.46	0.274	1.86	773.63	1.89	80.19
	Piedra	1031.69	0.371	2.52	1035.61	2.53	107.35
	Aire	2.00%	0.020				
	TOTAL	2411.15	1.000		2425.83		251.46
Adición	1.5%	Aditivo	6.15 lt		6.15 lt		0.64 lt
Adición	2.5%	Aditivo	10.25 lt		10.25lt		1.06 lt
Adición	3.5%	Aditivo	14.35 lt		14.35lt		1.49 lt

Tabla N° 18: Diseño de mezcla con aditivo superplastificante para la relación a/c = 0.50.

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

III. RESULTADO Y DISCUSION DE RESULTADOS.

3.1. Resultados de ensayos de resistencias a la compresión:

Para fines analíticos se realizó tres probetas patrones de concreto convencional con el fin de verificar cual sería el efecto que genera la relación agua cemento y el aditivo superplastificante.

3.1.1. Resultados de análisis de los ensayos de resistencia a la compresión en probetas patrón en relación a/c: resultados obtenidos a los 28 días.

PROBETA PATRON		Aditivo Superplastificante		Promedio	Desv. Estándar
330 kg/cm ²		0.00%			
Relación a/c	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)				
0.50	326.8	326.7	335.9	329.80	5.28

*Tabla N° 19: Resultado de ensayos, patrones de resistencia a la compresión
Fuente: Base de datos, elaboración propia.*

3.1.2. Resultados de análisis de los ensayos a la compresión en probetas con aditivo superplastificante VISCOFLOW 360 en relación a/c:

Probetas de estudio: resultados obtenidos a los 28 días.

Aditivo Superplastificante	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) Relación a/c = 0.50			Promedio	Desv. Estandar	X-x	s/n ^{0.5}	T	Cumple
1.5%	353.70	351.50	355.20	353.47	1.86	6.90	2.75	2.51	SI
2.5%	380.70	382.70	383.60	382.33	1.48	22.00	2.75	8.00	SI
3.5%	390.50	386.50	393.50	390.17	3.51	24.80	2.75	9.02	SI

*Tabla N° 20: Resultado de ensayos de resistencia a la compresión de probetas con aditivo.
Fuente: Base de datos, elaboración propia.*

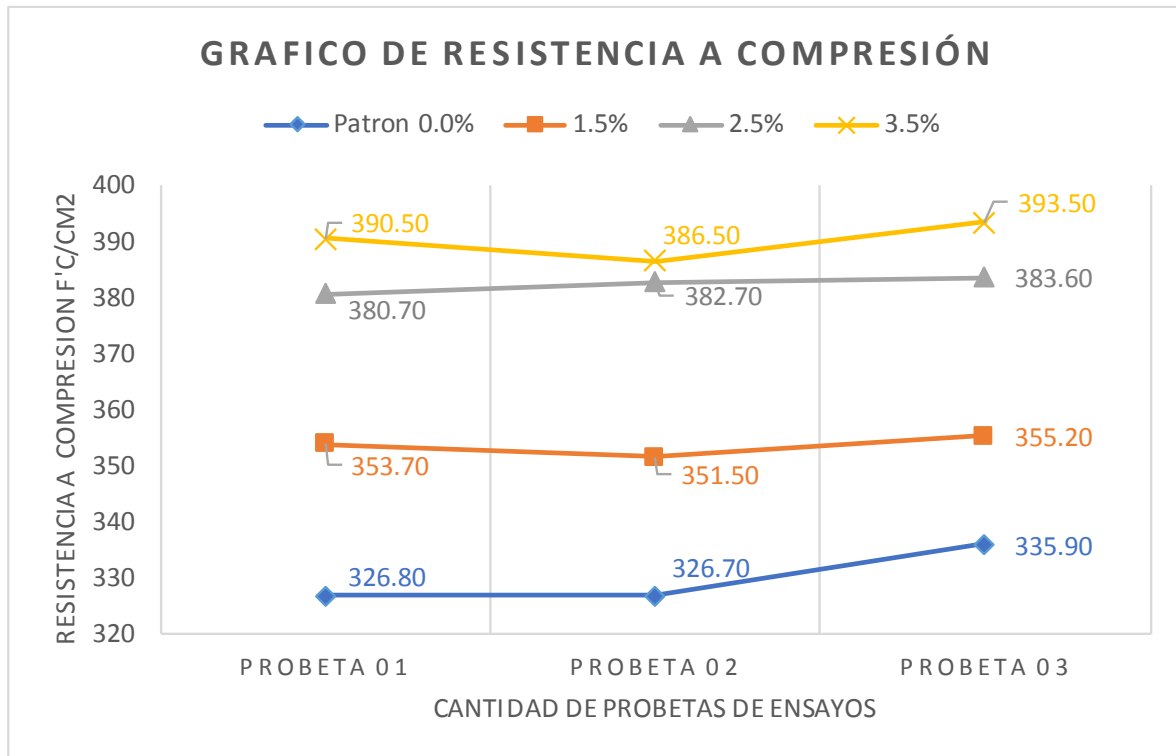


Figura N° 07: Gráfica de comparativo de resistencias a la compresión

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

En la Figura N° 07, se puede visualizar claramente la gran importancia que llega a tener la adición del superplastificante en proporción considerable en el concreto en relación agua/cemento a la resistencia a la compresión, esto se debe a que el cemento actuará con la menor cantidad de agua posible haciendo que el concreto sea menos poroso y por ende más resistente.

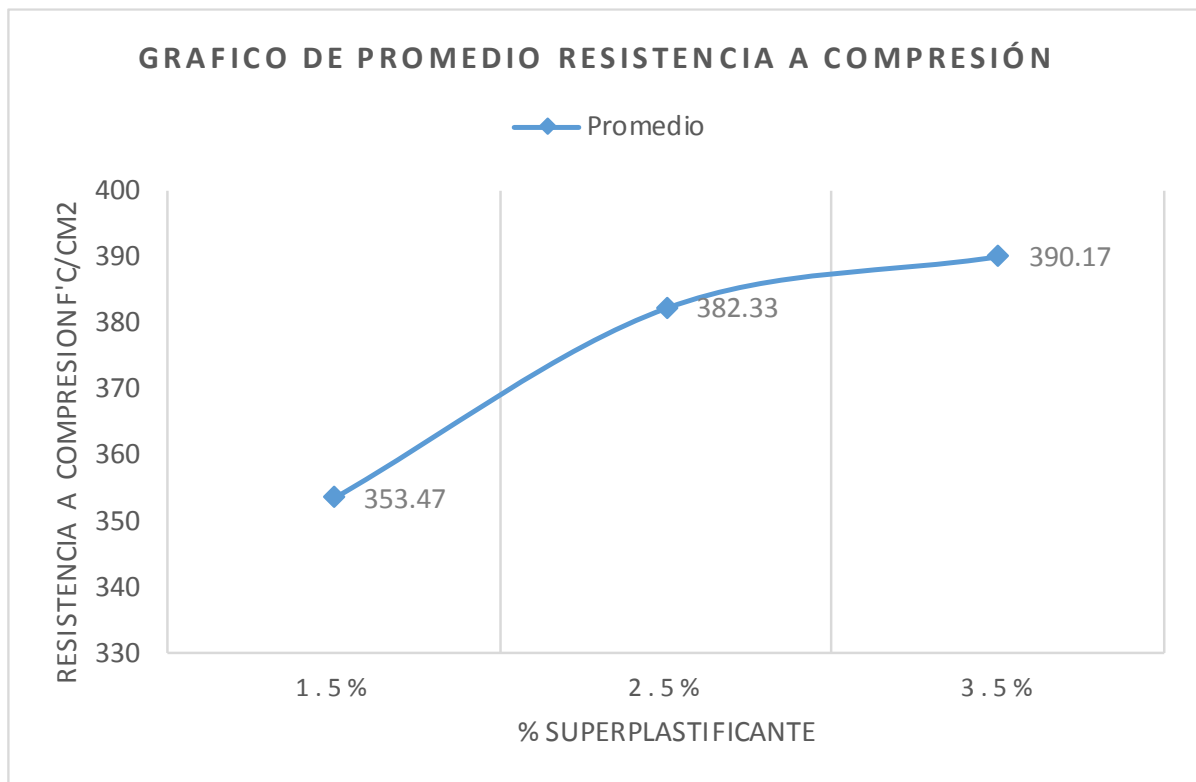


Figura N° 08: Gráfica de promedio de resistencias a la compresión

Fuente: Base de datos, elaboración propia.

En la Figura N° 08, según gráfica se puede observar la importancia que tiene la adición del superplastificante en diferentes porcentajes del 1.5%, 2.5% y 3.5% del resultado promedio, obteniéndose una mayor resistencia con el incremento del 3.5% con una resistencia 390.17 kg/cm^2 .

IV. CONCLUSIONES

- Se determinó la influencia que tiene la adición del superplastificante Sika Viscoflow-360, en las propiedades mecánicas del concreto, podemos concluir que se obtuvieron diferentes resultados de acuerdo a las cantidades de incremento del aditivo del peso del cemento, obteniendo lo siguiente, con la adición del 1.5 % se obtuvo como promedio 353.47 kg/cm^2 a si mismo con la adición al 2.5% la resistencia a la compresión fue mejorando a 382.33 kg/cm^2 y finalmente el incremento del aditivo al 3.5% , se obtuvo 390.17 kg/cm^2 siendo el porcentaje más alto obtenido.
- Se determinó la trabajabilidad del cada diseño de mezcla elaborado tomando en cuenta lo estipulado en la NTP 339.0.35 (Determinación del Asentamiento del Concreto en Estado Fresco).
- Se determinó las Propiedades Mecánicas de la mezcla diseñada teniendo en cuenta lo estipulado en la NTP 339.034 (Determinación de la Resistencia a Compresión del Concreto).

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso a los ingenieros, constructores, entidades públicas y usuarios particulares el uso del aditivo superplastificante Sika Viscoflow 360, y la consideración de la alta importancia que tiene la relación agua/cemento para poder alcanzar mejores resistencias con lo cual ayudaría a diferentes fines.
- Se recomienda realizar más estudios con el aditivo superplastificante Sika Viscoflow 360, ya que es un material muy provechoso para la elaboración de concretos más resistentes, al cual se le puede sacar mucho provecho.

VI. REFERENCIAS

- Asocreto. (2010). Tecnología del concreto. Bogotá.
- Alvares Cangahuala, (2013) Tecnología del concreto. Perú
- Carrillo, J., Alcocer, S., & Aperador, W. (2013). Propiedades del concreto para viviendas de bajo costo. Ingeniería Investigación y Tecnología, 285-298.
- Espinoza Montenegro, A. A. (2010). Estudio de dosificación de hormigón de ultra-alta resistencia, basado en el empaquetamiento de los áridos. Madrid.
- Fernandez Canovas, M. (2011). Hormigón. España: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Fernandez, A., Morales, J., & Soto, F. (2016). Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante psp nls, para edades mayores que 28 días. Carabobo.
- Huincho Salvatierra, E. (2011). Concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante, microsílíce y nanosílíce con cemento portland tipo I. Lima.
- Mayta Rojas, J. W. (2014). Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo.
- Pasquel Carbajal, E (2016) Concreto en estado fresco en obra, Perú
- Reina Cardoza, J. C., Sánchez Blanco, M. J., & Solano Quintanilla, E. R. (2012). Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido. San Salvador.
- SIKA. (2016). Aditivos para concreto. concreto, 10-13.
- Terreros Rojas, L. E., & Carvajal Corredor, I. L. (2016). Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo. Bogota.
- Vilanova Fernandez, A. (2009). Influencia de la dosificación y empleo de diferentes tipos de cemento y adiciones en las propiedades mecánicas del hormigón autocompactante. Madrid.

ANEXOS:

ANEXO N° 1: Guías de observación vacías.

GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 01

Caracterización de los agregados

Autor: Otiniano Tandaypan, Wilfredo Jhony

Título: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE SUPERPLASTIFICANTES Y LA VARIACIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ICA 2018.

1. Ensayo Granulométrico del Agregado Fino (NTP 400.012)

- **Muestra 1.**

Tamiz		Peso Malla (gr.)	P. Malla + Muestra (gr.)	Peso Retenido (gr.)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Que Pasa
N°	Abertura (mm)						
2"	50.00						
1 1/2"	37.50						
1"	25.00						
3/4"	19.00						
1/2"	12.50						
3/8"	9.50						
N° 4	4.75						
N° 8	2.36						
N° 16	1.18						
N° 30	0.60						
N° 50	0.30						
N° 100	0.15						
N° 200	0.08						
FONDO							

• **Muestra 2.**

Tamiz		Peso Malla (gr.)	P. Malla + Muestra (gr.)	Peso Retenido (gr.)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Que Pasa
N°	Abertura (mm)						
2"	50.00						
1 1/2"	37.50						
1"	25.00						
3/4"	19.00						
1/2"	12.50						
3/8"	9.50						
N° 4	4.75						
N° 8	2.36						
N° 16	1.18						
N° 30	0.60						
N° 50	0.30						
N° 100	0.15						
N° 200	0.08						
FONDO							

• **Muestra 3.**

Tamiz		Peso Malla (gr.)	P. Malla + Muestra (gr.)	Peso Retenido (gr.)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Que Pasa
N°	Abertura (mm)						
2"	50.00						
1 1/2"	37.50						
1"	25.00						
3/4"	19.00						
1/2"	12.50						
3/8"	9.50						
N° 4	4.75						
N° 8	2.36						
N° 16	1.18						
N° 30	0.60						
N° 50	0.30						
N° 100	0.15						
N° 200	0.08						
FONDO							

2. Ensayo Granulométrico del Agregado Grueso (NTP 400.012)

- **Muestra 01.**

Tamiz		Peso Malla (gr.)	P. Malla + Muestra (gr.)	Peso Retenido (gr.)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Que Pasa
N°	Abertura (mm)						
2"	50.00						
1 1/2"	37.50						
1"	25.00						
3/4"	19.00						
1/2"	12.50						
3/8"	9.50						
N° 4	4.75						
N° 8	2.36						
N° 16	1.18						
N° 30	0.60						
N° 50	0.30						
N° 100	0.15						
N° 200	0.08						
FONDO							

3. Determinación del Contenido de Humedad del Agregado Grueso y Fino (NTP 339.185)

$$w\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

- ✓ Ph= Peso de la muestra (gr)
- ✓ Ps= Peso de la muestra seca (gr)
- ✓ W%= % del Contenido de Humedad.

CONTENIDO DE HUMEDAD	Agregado Grueso			Agregado Fino		
	M 01	M 02	M 03	M 01	M 02	M 03
Ph						
Ps						
W%						
W% prom.						

4. Determinación del Peso Unitario Suelto y compactado del Agregado Fino y Agregado Grueso (NTP 400.017)

4.1. Peso Unitario Suelto

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

- ✓ M= Peso Unitario de los Agregados (kg/m^3)
- ✓ G= Peso del Agregado más el Recipiente (kg)
- ✓ T= Peso del Recipiente (kg)
- ✓ V= Volumen del Recipiente (m^3)

PESO UNITARIO SUELTO	Agregado Grueso			Agregado Fino		
	M 01	M 02	M 03	M 01	M 02	M 03
V						
T						
G						
M						
M prom.						

4.2. Peso Unitario Compactado

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

- ✓ M= Peso Unitario de los Agregados (kg/m^3)
- ✓ G= Peso del Agregado más el Recipiente (kg)
- ✓ T= Peso del Recipiente (kg)
- ✓ V= Volumen del Recipiente (m^3)

PESO UNITARIO COMPACTO	Agregado Grueso			Agregado Fino		
	M 01	M 02	M 03	M 01	M 02	M 03
V						
T						
G						
M						
M. prom.						

5. Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso NTP 400.021

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \qquad \%Abs = \frac{(B - A)}{A}$$

- ✓ P_{em} = Peso Específico del Agregado Grueso
- ✓ %Abs = Absorción del Agregado Grueso
- ✓ A = Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)
- ✓ B = Peso en el aire de la muestra saturada (gr)
- ✓ C = Peso en el agua de la muestra sumergida (gr)

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN	Agregado Grueso			Promedio
	M 01	M 02	M 03	
A				
B				
C				
Pem				
% Abs				

6. Determinación del peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)

$$P.e.m. = \frac{E}{(F + S - G)} \qquad P.e.s.s.s. = \frac{S}{(F + S - G)}$$

$$P.e.a = \frac{E}{(F + E - G)} \qquad Abs(\%) = \frac{(S - E)}{E} \times 100$$

- ✓ P.e.m. = Peso Específico de Masa.
- ✓ P.e.s.s.s. = Peso Específico Saturado Superficialmente Seco
- ✓ P.e.a. = Peso Específico Aparente
- ✓ %Abs. = Absorción

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN	Agregado Fino			
	M 01	M 02	M 03	
B= Peso Fiola (gr)				
C= P. Fiola + Muestra (gr)				
D= P. Seco + P. Tara (gr)				
E= (C-B): P. Muestra Seca (gr)				
F= P. Fiola + Agua (cm^3)				
G= P. Fiola + P. Muestra + Agua (gr)				
S= P. Muestra Saturada (gr)				Promedio
P.e.m. (kg/m^3)				
P.e.s.s.(kg/m^3)				
P.e.a. (kg/m^3)				
% Abs (%)				

GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 02

ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO: Determinación del asentamiento del concreto en estado fresco (NTP 339.035)

Autor: Otiniano Tandaypan, Wilfredo Jhony

Título: “INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE SUPERPLASTIFICANTES Y LA VARIACIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ICA 2018”

- Registro de asentamientos según la relación agua /cemento y el porcentaje de aditivo superplastificante considerado en el diseño de mezcla.**

Resistencia a la Compresión		Relación Agua/Cemento 0.50
% de Aditivo Superplastificante	1.50%	
	2.50%	
	3.50%	

GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 03

ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO: Determinación de la Resistencia a Compresión del Concreto (NTP 339.034)

Autor: Otiniano Tandaypan, Wilfredo Jhony

Título: “INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE SUPERPLASTIFICANTES Y LA VARIACIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, Ica 2018”

$Rc = \frac{4G}{\pi d^2}$	Rc = Resistencia de rotura a la compresión (kg/cm^2)
	G = Carga Máxima de Rotura (kg)
	d = Diámetro (cm)

1. Cálculo de la Resistencia a la Compresión del concreto con una relación $a/c = ______$ y un porcentaje de superplastificante = $______ \%$

- Fecha de elaboración de probeta:
- Fecha de ensayo:

	M1	M2	M3
Edad (días)			
Diámetro 1			
Diámetro 2			
Diámetro Promedio			
Carga Max. Aplicada			
Tipo de Fractura			
Resistencia			
Resistencia Promedio			

GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 04

ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO: Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (NTP 339.078)

Autor: Otiniano Tandaypan, Wilfredo Jhony

Título: “INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE SUPERPLASTIFICANTES Y LA VARIACIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ICA 2018”

Si la falla ocurre dentro del tercio medio de la luz		Si la falla ocurre fuera del tercio medio de la luz	
$Mr = \frac{PL}{bh^2}$	Mr =Modulo de rotura (kg/cm^2)	$Mr = \frac{3Pa}{bh^2}$	Mr =Modulo de rotura (kg/cm^2)
	P= Carga Máxima de Rotura (kg)		P= Carga Máxima de Rotura (kg)
	L= Luz libre entre apoyos (cm)		a= Distancia en línea de falla y apoyo más cercano (cm)
	b= Ancho en la sección de la falla (cm)		b= Ancho en la sección de la falla (cm)
	h=Altura en la sección de la falla (cm)		h=Altura en la sección de la falla (cm)

1. Cálculo de la resistencia a la flexión del concreto con una relación a/c = _____ y un porcentaje de superplastificante = _____ %

- **Fecha de elaboración de probeta:**
- **Fecha de ensayo:**

	M1	M2	M3
Edad (días)			
Ancho en la sección de la falla (cm)			
Altura en la sección de la falla (cm)			
Luz libre entre apoyos (cm)			
Distancia entre la falla y el apoyo más cercano (cm)			
Tipo de Falla			
Carga Max. Aplicada (kg)			
Módulo de rotura (kg/cm^2)			
Módulo de Rotura Promedio (kg/cm^2)			

ANEXO N° 2: Hoja Técnica del aditivo.



HOJA TÉCNICA Sika Viscoflow[®]-360

Aditivo súper-plastificante de alto desempeño y mantensor de trabajabilidad para concreto.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika Viscoflow[®]-360 es un aditivo para concreto específicamente desarrollado para incrementar el tiempo de trabajabilidad y reducir el contenido de agua de amasado. Está diseñado para producir concretos que necesitan mantener la fluidez por varias horas.

No contiene cloruros.

USOS

Sika Viscoflow[®]-360 puede usarse para:

- Reducir el agua de amasado del concreto. Logra reducciones de agua mayores a 20%.
- Transportar el concreto y mortero a lo largo de grandes distancias.
- Procesos constructivos que requieran mucho tiempo para la colocación y compactación del concreto.
- Concretos y morteros a suministrarse en obras ubicadas en lugares remotos o de elevado congestionamiento de tránsito.
- Transportar y colocar concreto y mortero en condiciones medio ambientales rigurosas, como: baja humedad relativa, muy alta velocidad de viento y temperaturas extremas en el concreto.
- Para elevar el tiempo de permanencia del concreto y mortero en tuberías y cañerías durante el bombeo, sin que la obstruya.
- Ser usado con cementos de elevada reactividad inicial, como por ejemplo ricos en aluminato tricálcico (C3A), de elevada finura o de alta resistencia.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

El Sika Viscoflow[®]-360 es un aditivo que basa su accionar en una combinación de efectos: eléctricos, de adsorción y de repulsión estérica, de tal manera que las partículas sólidas son efectivamente dispersadas generando un alto nivel de fluidificación que puede mantenerse en el tiempo con menor contenido de agua.

- Es un reductor de agua de alto rango por lo que no es necesario utilizar fluidificantes adicionales.

- El uso de Sika Viscoflow®-360 permite la producción de concretos y morteros de alto desempeño.
- Efectividad en concretos y morteros con un amplio rango de relaciones agua/cemento (a/c) y temperaturas.
- Provee concretos y morteros de mayor estabilidad y tiempo de trabajabilidad que aquellos elaborados con dispersantes y reductores de agua convencionales.
- Compatibilidad con otros aditivos Sika.
- Retiene la trabajabilidad por más tiempo sin alterar el desarrollo de las resistencias iniciales.
- Se puede aplicar a cementos de alta reactividad, los cuales pueden conducir a una elevada rigidez inicial.
- No es necesario recurrir a un acelerante para activar la hidratación ya que no modifica sustancialmente el desarrollo del fraguado (una vez que pasa el efecto de retención de trabajabilidad).

NORMAS

ESTÁNDARES

Cumple con la Norma ASTM C 494 Tipo G y ASTM C 1017.

DATOS BÁSICOS

FORMA

COLORES

Negro

PRESENTACIÓN

- Cilindro x 200 L
- Dispenser x 1,000 L
- Granel x 1 L

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

1 año en su envase original bien cerrado y bajo techo.

DATOS TÉCNICOS

DENSIDAD

1.07 +/- 0.01 Kg/L

Información del Sistema

DETALLES DE APLICACIÓN

CONSUMO / DOSIS

Para aplicaciones típicas 0.3% al 2.5% del peso del material cementante.

Para aplicaciones especiales $\geq 2.5\%$ según pruebas de laboratorio.

MÉTODO DE APLICACIÓN

MODO DE EMPLEO

Sika Viscoflow®-360 se añade en el agua de mezcla o sobre la masa del concreto.

Para asegurar la máxima eficacia se recomienda ampliar el tiempo de mezclado medio minuto más por cada metro cúbico de concreto.

Sika Viscoflow®-360 puede usarse en sinergia con otros aditivos Sika, se recomienda apoyarse en el equipo técnico Sika.

No debe agregarse al cemento seco.

PRECAUCIONES

Limpie todas la herramientas y equipos de aplicación con agua inmediatamente después de su uso. Los datos técnicos indicados en esta hoja técnica están basados en ensayos de laboratorio. Los datos reales pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.

BASES

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

INFORMACIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE

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


NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.



Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

ANEXO N° 3: Hoja Técnica del cemento.

FICHA TÉCNICA



CEMENTO YURA ANTISALTRE

DESCRIPCIÓN

El Cemento YURA Anti Salitre, clasificado como cemento tipo HS según la Norma técnica peruana NTP 334.002 y la Norma Americana ASTM C 1157, cuenta con diversas propiedades para su utilización en todo tipo de construcciones de concreto, expuestas a zonas húmedas, brisa marina, suelos salinos, alta presencia de sulfatos y cloruros, y otros ataques químicos.

Resistencia al salitre

Protege al concreto del ataque de sulfatos salitre, cloruros y agua de mar.

Impermeabilidad

La adición de puzolana disminuye la porosidad capilar, logrando una mayor impermeabilidad, protegiendo el fierro que se encuentra en el interior de la construcción.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS FÍSICOS	REQUISITOS NTP 334.002 ASTM C 1157	DESEMPEÑO CEMENTO YURA ANTI SALTRE TIPO HS	
• Superficie específica (Blaine (m ² /g))	-	4800 - 5400	
• Expansión en autoteste (%)	0.80 Máximo	- 0.09 - 0.02	
• Fraguado Vicat Inicial (minutos)	45 Mínimo	220 - 280	
• Fraguado Vicat Final (minutos)	420 Máximo	280 - 300	
• Contenido aire libre (%)	12 Máximo	2.00 - 7.00	

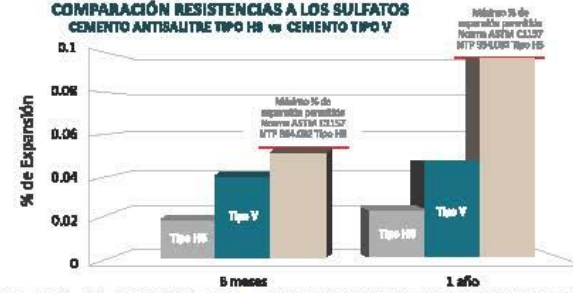
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		Kg/cm ² MPa	
1 día	-	40 - 100	0.1 - 10.1
3 días	112	170 - 200	17.2 - 19.6
7 días	164	210 - 240	20.8 - 23.5
28 días	200	290 - 360	29.4 - 31.4

RESISTENCIA A LOS SULFATOS		% de Expansión	
6 meses	0.08 máximo	0.015 - 0.020	
1 año	0.10 máximo	0.015 - 0.020	

El cemento YURA ANTI SALTRE, TIPO HS, supera **AMPLIAMENTE** las resistencias al ataque de sulfatos del cemento tipo V y las indicadas en la norma NTP 334.009 (ASTM C150) por lo que reemplaza al tipo V, donde esté especificado técnicamente.

EQUIVALENCIA O CARACTERÍSTICAS SIMILARES A OTROS TIPOS DE CEMENTOS

COMPARACIÓN RESISTENCIAS A LOS SULFATOS CEMENTO ANTISALTRE TIPO HS vs CEMENTO TIPO V



Máximo % de expansión permitida Norma ASTM C150 NTP 334.009 Tipo V

Máximo % de expansión permitida Norma ASTM C1157 NTP 334.002 Tipo HS

■ CEMENTO YURA TIPO HS ■ CEMENTO YURA TIPO V ■ MÁXIMO % DE EXPANSIÓN PERMITIDO EN LA NORMA ASTM C150 - C1157

* El cemento Yura Anti Salitre, Tipo HS, tiene mayor Resistencia al Ataque de Sulfatos, en comparación al cemento Tipo V, debido a su menor porcentaje de expansión.

PLANTA: Estación s/n, Yura, Arequipa - Perú
 OFICINA COMERCIAL: Av. General Díaz Carasco Nº 527 - Arequipa
 TELÉFONO: (054) 225000 - FAX: (054) 220630
 www.yura.com.pe

TIPO HS - PARA RESISTENCIA A SULFATOS
 TIPO HS - PARA RESISTENCIA A SULFATOS

VERSIÓN 2016

FICHA TÉCNICA



**CEMENTO YURA
ANTISALITRE**

PROPIEDADES

El cemento Yura Anti Salitre, por su formulación especial, proporciona al concreto las siguientes propiedades:

- Alta resistencia al ataque de sulfatos.
- Resistencia al ataque de cloruros.
- Aumento de impermeabilidad.
- Menor calor de hidratación.
- Inhibe la reacción nociva álcali - agregado.



**BENEFICIOS
AMBIENTALES**

Menor consumo energético.
Menor cantidad de emisiones de CO₂ al ambiente durante su fabricación.

**RECOMENDACIONES
DE SEGURIDAD**

El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.

En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.

En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.

Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:



**Guantes
Impermeables**



**Protección
Ocular**



**Botas
Impermeables**



**Protección
Respiratoria**

ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas de altura o en 2 pallet de altura.

**PRESENTACIONES
DISPONIBLES**

- Bolsa 42.5 kg Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
- Big Bag 1.0 TM Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
- Big Bag 1.5 TM Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
- Granel Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

**NORMAS
TÉCNICAS**

EL CEMENTO YURA ANTI SALITRE, cumple con la norma internacional ASTM C1157 y la Norma Peruana NTP 334.082

DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando primero el mas antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

VERSIÓN 2016

PLANTA: Estación s/n, Yura, Arequipa - Perú
OFICINA COMERCIAL: Av. General Díez Canseco Nº 527 - Arequipa
TELÉFONO: (054) 225000 - FAX: (054) 220650
www.yura.com.pe

TIPO HS - ALTA RESISTENCIA A SULFATOS
TYPE HS - HIGH SULFATE RESISTANCE