



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DE LA MICROSILICE SOBRE LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS
CON RELACIONES AGUA/CEMENTO 0.30; 0.35 Y 0.40
TRUJILLO, 2019

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Br. Denis Antoni Fernandez Chuman

Br. Hector Alex Ramos Landauro

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2019

DEDICATORIA

A Dios

Por ser el dueño de nuestras vidas, de todo lo que existe y por haberme dado la victoria para alcanzar mis metas.

A mis padres

Don Luis Fernández Vílchez y Doña Rosa María Chuman Marquina porque estuvieron a mi lado en todo momento y por el apoyo que siempre me dieron para poder culminar esta hermosa carrera.

A mi hijo

Gabriel Benjamín Fernández Gonzales, por ser la razón de mi esfuerzo y permitirme ser mejor padre a su lado.

Denis Antoni Fernandez Chuman

A Dios

Por darme las fuerzas para poder seguir adelante a pesar de las adversidades que tuve en la vida, por darme la oportunidad de formar una hermosa familia junto a mi esposa e hijas y por seguir disfrutando de la vida junto a mis padres, hermanos y seres queridos.

A mis padres

Don Segundo Alfredo Ramos Dávila y Doña Lidia Mónica Landauro Villanueva por estar siempre a mi lado alentándome para alcanzar mis metas y por su apoyo incondicional que me brindaron durante estos últimos años para poder culminar mi carrera.

A mi esposa

Cinthia Paola Cáceda Gamarra por ser una excelente compañera y ser mi mejor apoyo para poder salir delante de manera conjunta por el bien de nuestra familia.

A mis hijas

Mia Silvana y Cinthia Anghelí, por ser las personitas más preciadas que tengo en la vida y por ser mis fuentes de inspiración para esforzarme y salir adelante por el bienestar de ellas.

Hector Alex Ramos Landauro

AGRADECIMIENTO

A Dios nuestro padre todo poderoso, quien con su inmenso amor y misericordia nos da la vida y las fuerzas para llegar hasta aquí, con su bendición y ayuda nos ha permitido lograr los obstáculos y seguir adelante día a día en este largo camino de superación.

A nuestros padres quienes nos inculcaron por el camino del bien y por aconsejarnos en todo momento.

A nuestros hermanos que depositaron toda su confianza y habernos empujado a culminar este trabajo de investigación.

A nuestro asesor el Ingeniero Alberto Rubén Vásquez Díaz, quien estuvo día a día ayudándonos y compartiendo su conocimiento para culminar esta tesis.

A nuestro amigo, Francisco Javier García Tabaco, por apoyarnos en el desarrollo de la tesis.

A los asistentes de laboratorio de ingeniería civil, Wesley Leonardo, Gregorio Ganoza y Ower Carnero por facilitarnos los horarios y los equipos de laboratorio.

A los encargados del laboratorio de la carrera de ingeniería de minas y en especial a los encargados del laboratorio de mineralogía de la Universidad Privada del Norte sede Trujillo por brindarnos los equipos necesarios para el desarrollo de la investigación.

“INFLUENCIA DE LA MICROSILICE SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS CON RELACIONES AGUA/CEMENTO 0.30; 0.35 Y 0.40 TRUJILLO, 2019”

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	4
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Antecedentes	18
1.3. Definiciones conceptuales	25
1.4. Formulación del problema	31
1.5. Objetivos	31
1.5.1. Objetivo general	31
1.5.2. Objetivos específicos	31
1.6. Hipótesis	33
1.6.1. Hipótesis general	33
1.6.2. Hipótesis específicas	34
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	36
2.1. Tipo de investigación	36
2.2. Población	37
2.3. Muestra	37
2.4. Unidad de estudio	39
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	39
2.6. Técnicas e instrumentos de análisis de datos.	40

2.7. Cuadro del procedimiento experimental	41
2.8. Procedimiento experimental.	42
CAPÍTULO III. RESULTADOS	56
3.1. Caracterización de agregados	56
3.1.1. Agregado fino	56
3.1.2. Agregado grueso.....	58
3.2. Diseños de mezcla.....	61
3.3. Asentamiento del concreto en estado fresco (A.S.T.M. C – 134)	62
3.4. Temperatura del concreto en estado fresco (A.S.T.M. C – 1064)	63
3.5. Peso unitario del concreto en estado fresco (A.S.T.M. C – 138)	63
3.6. Resistencia a la compresión de testigos de concreto (A.S.T.M. C – 39)	64
3.7. Análisis de precios unitarios del concreto de alta resistencia por m ³	64
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	66
4.1. DISCUSIÓN	66
4.2. CONCLUSIONES.....	81
REFERENCIAS	83
ANEXOS	87
1. Guías de observación	87
2. Análisis de costos unitarios del concreto adicionado	121
3. Análisis estadístico con IBM SPSS Statistics V26	128
4. Panel fotográfico	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Hipótesis general.....	33
Tabla 2. Hipótesis específica 1, para relaciones agua/cemento = 0.30.....	34
Tabla 3. Hipótesis específica 2, para relaciones agua/cemento = 0.35.....	34
Tabla 4. Hipótesis específica 3, para relaciones agua/cemento = 0.40.....	35
Tabla 5. Calculo del número de muestra utilizadas en la investigación.....	38
Tabla 6. Principales características del agregado fino.....	56
Tabla 7. Análisis granulométrico del agregado fino.....	57
Tabla 8. Límites máximos y mínimos del agregado fino.....	57
Tabla 9. Principales características del agregado grueso.....	59
Tabla 10. Análisis granulométrico del agregado grueso.....	59
Tabla 11. Límites máximo y mínimo del huso granulométrico #5.....	60
Tabla 12. Diseño de mezcla patrón relación agua/cemento = 0.30.....	61
Tabla 13. Diseño de mezcla patrón relación agua/cemento = 0.35.....	61
Tabla 14. Diseño de mezcla patrón relación agua/cemento = 0.40.....	62
Tabla 15. Asentamiento del concreto fresco.....	62
Tabla 16. Temperatura del concreto fresco.....	63
Tabla 17. Peso unitario del concreto en estado fresco.....	63
Tabla 18. Resistencia a la compresión promedio.....	64
Tabla 19. Costo por metro cubico de concreto adicionado.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Los esquemas representan los grupos de estudio de la investigación	37
Figura 2. Medidas y composición de los testigos utilizados en la presente investigación.	39
Figura 3. Ejemplo de instrumento de análisis de datos ANOVA	40
Figura 4. Ensayo de asentamiento del concreto fresco mediante el cono de Abrams.	51
Figura 5. Curva granulométrica del agregado fino.	58
Figura 6. Curva granulométrica del agregado grueso.	60
Figura 7. Diseño de mezcla A/C = 0.30 con 10.0 % de microsílíce	71
Figura 8. Diseño de mezcla A/C = 0.35 con 7.5 % de microsílíce.	72
Figura 9. Diseño de mezcla A/C = 0.40 con 7.5 % de microsílíce.	72
Figura 10. Comparación de los asentamientos obtenidos por relación A/C.	74
Figura 11. Comparación de las temperaturas obtenida por relación A/C.	75
Figura 12. Comparación de los pesos unitarios por relación A/C	76
Figura 13. Resistencia a la compresión para la relación agua/cemento de 0.30.	77
Figura 14. Resistencia a la compresión para la relación agua/cemento de 0.35.	78
Figura 15. Resistencia a la compresión para la relación agua/cemento de 0.40.	78
Figura 16. Prueba de normalidad IBM SPSS Statistics V.26.	79
Figura 17. Prueba de homogeneidad de la varianza IBM SPSS Statistics V.26.	80
Figura 18. Análisis de la varianza IBM SPSS Statistics V.26.	80
Figura 19. Prueba de HSD Tukey IBM SPSS Statistics V.26.	80

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Contenido de humedad de los agregados fino y grueso.....	43
Ecuación 2. Peso unitario suelto del agregado fino y grueso.	44
Ecuación 3. Peso unitario compactado del agregado fino y grueso.....	45
Ecuación 4. Peso específico del agregado fino, densidad seca.....	46
Ecuación 5. Absorción del agregado fino.....	46
Ecuación 6. Peso específico del agregado grueso, densidad seca.....	47
Ecuación 7. Absorción del agregado grueso.....	47
Ecuación 8. Ecuación para obtener el módulo de finura del agregado fino.	48
Ecuación 9. Peso unitario del concreto fresco.	52
Ecuación 10. Resistencia a la compresión de testigos de concreto endurecido.....	55

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

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, es el 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 más determinante de la resistencia y durabilidad del concreto es la ratio 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, pero a la vez tener en cuenta que el contenido de agua debe reducirse al mínimo, para conseguir un concreto resistente. (Galeote, 2012)

Los estudios concernientes a la dosificación de concreto 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. Es así que en España, el estudio de la dosificación de concretos de ultra-alta resistencia pretendía comprender mejor la relación entre la densidad de embalaje y la capacidad de flujo de fibras para un concreto de ultra-alta resistencia de materiales compuestos reforzados de cemento, considerando que este tipo de concretos deben superar los 1000 kg/cm² de resistencia a la compresión y que por ser un concreto con características especiales

en su desempeño, sus materiales deben tener un estricto control de calidad tanto en sus cantidades como en su mezclado. (Espinoza, 2010)

Muchos son los trabajos de investigación que se han realizado sobre el concreto de alta resistencia y hoy en día se dispone de una gran cantidad de información sobre ellos, de aquí que su empleo esté tan generalizado en algunos países como Estados Unidos donde, por ejemplo, en el edificio de la Peachtree Center, de 257m de altura construido en Atlanta en 1990 se empleó un concreto de 840kg/cm² y en Seattle en el Columba Center que se empleó concretos de 1330kg/cm² a 56 días de edad. Aunque un problema relevante presente en este tipo de concreto es su elevado precio, especialmente cuando se emplea microsílíce y nano sílice, a pesar de este problema, el ahorro que se obtiene en las estructuras, como pilares, con respecto al concreto tradicional es muy importante por las menores dimensiones de los elementos, reducción de acero, mayor espacio libre, etc. (Fernández, 2011)

Con el pasar del tiempo, los avances tecnológicos y el incremento demográfico en la Republica de El Salvador se ha visto la necesidad de realizar obras civiles que requieren concretos especiales como los denominados concretos de alta resistencia, siendo su uso indispensable en obras civiles recientes como la reparación del vertedero de presa hidroeléctrica 15 de setiembre, Torre Futura en el World Trade Center en San Salvador, entre otros. Es así que investigaciones tratan de establecer las variaciones que el concreto de alta resistencia utilizado en El Salvador puede sufrir en sus propiedades mecánicas, debido a la aplicación de un aditivo superplastificante en diferentes dosificaciones, además, se estudiaran los módulos de elasticidad de este mismo, a fin de obtener valores reales producto del diseño y elaboración de mezclas con agregados de la zona. (Reina, Sánchez & Solano, 2012)

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, nano sílice y superplastificante a la mezcla con el fin de obtener un concreto de alta resistencia. (Huincho, 2011)

En nuestro medio, principalmente en la provincia de Trujillo, departamento de la libertad, existen constructoras de trayectoria como KVC, BECKTEL, ARTECO, entre otras , que se dedican a la construcción y levantamiento de edificios, condominios, viviendas y otras obras civiles empleando para ello concreto convencional, el cual es un concreto con escasa fluidez y poca facilidad de colocación lo que origina una construcción más lenta o trabada, necesitando para ello un elevado número de mano de obra. Es por ello que el concreto autocompactante es una buena alternativa para combatir estas dificultades y mejorar así las propiedades mecánicas que presenta el concreto convencional que vienen siendo usados por las constructoras en la provincia de Trujillo. (Molina & Saldaña, 2014)

Las normativas y/o entidades que controlan las propiedades mecánicas del Concreto es la Norma Técnica Peruana (N.T.P.) y el Comité sobre Concreto y Agregados del Concreto de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (A.S.T.M.).

Chiluisa (2014) encontró que con el uso de aditivo superplastificante y materiales adicionales cementantes en las mezclas de concretos de alta resistencia se puede llegar a establecer la dosificación óptima de un concreto con una resistencia de hasta 597kg/cm² considerando restricciones preestablecidas en la elaboración de las mezclas y así poder realizar una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión de diferentes edades, y enlazar la parte teórica con la práctica. Esto finalmente permitirá, producir concretos de alta resistencia de mejores características, y conocer los efectos causados por la influencia de la adición del humo de sílice y el aditivo químico respectivo, tanto en su estado fresco como en su estado endurecido del concreto.

Chavarry (2018) sintetizó la problemática ambiental que es originada por el uso constante del microsíllice, obtenido mediante reacciones químicas, del mismo modo se reconoce el uso del polvo de granito en la construcción, teniendo como ejemplo el microsíllice que brindan mejoras en las propiedades del concreto, no obstante, es un hecho que son de alta peligrosidad para la salud y el medio ambiente. Por ende, si se considera el polvo de granito como adición en el concreto para brindarle a éste mejores características, se evitaría tal problemática expuesta. Se concluyó que el porcentaje óptimo para el uso de polvo de granito se halló en función al peso del cemento, siendo este el 10%. Porcentajes mayores reducen significativamente la resistencia del concreto.

Escobedo (2014) estudió el comportamiento de muestras de nano moléculas de sílice en el concreto para verificar si su incorporación favorece o no a la resistencia a compresión del concreto. Es así que se obtuvo un $f'_c=619.97\text{kg/cm}^2$ a los 7 días y un $f'_c=785.30\text{kg/cm}^2$ a los 28 días de edad con una dosis de 1.5% de nano sílice,

concluyéndose así que la dosis óptima de nanosilice es de 1.5%, ya que con el 0.5% no hubo aumento de la resistencia y con el 3.0% hubo un aumento, pero poco significativo, esto debido a la segregación en la mezcla por ser muy fluida.

Está claro que la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia, propiedad fundamental de este material, 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 la búsqueda de estas mejoras del concreto tiene 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. (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2000)

Una de las empresas que participa activamente en la mejora de las propiedades del concreto en el Perú es Sika comercializando productos químicos para la industria de la construcción con el fin de cooperar eficazmente con la mejora de los distintos materiales utilizados en la construcción, entre ellos el del concreto. Dicha empresa tuvo el privilegio de ser parte de obras importantes como las centrales hidroeléctricas de Huanza, Cheves y Chaglla; centros comerciales de Lima y provincias; edificios multifamiliares como Los Cipreses y Neo 10; minas como Southern Perú Copper y Milpo Cerro Lindo; proyectos de irrigación como Pasto Grande y Chavimochic; proyectos como Vía Parque Rímac, la nueva ciudad de

Morococha y entre otras grandes obras en las que se contribuyó con soluciones con productos de alta calidad. (Sika Peru S.A.C., 2016)

Pacasmayo S.A.A., empresa cementera líder en la zona norte del Perú se ha convertido también en uno de los autores de la constante búsqueda de mejorar las practicas constructivas de los peruanos y mejorar las propiedades del concreto esmerándose en la fabricación de productos que sean de excelente calidad pensando en el bienestar de las obras en las que participan, demostrando así su compromiso con la innovación, eficiencia y la capacidad de evolucionar para generar cada vez mejores materiales. (Cementos Pacasmayo S.A.A., 2018)

El uso de adiciones químicos en aglomerantes hidráulicos data de épocas muy antiguas. por ejemplo, los romanos las usaron en estructuras en base a morteros de cal y puzolana, llegando estas obras a ser inmortalizadas hasta el día de hoy. Sin embargo, fue en la segunda mitad del siglo XIX cuando recién se comenzaron a realizar estudios sobre la aplicación (como puzolanas y escorias de alto horno) en los primeros aglomerantes, llegándose a especificar el uso del cemento adicionado con un máximo de 30% de escoria en la primera década del siglo XX; para posteriormente en 1934 publicarse la norma oficial en Francia y en 1946 la ASTM la incorpore entre sus normas. Para 1950, las adiciones tuvieron un importante desarrollo en Europa, incrementando rápidamente la capacidad instalada frente requerimientos de la reconstrucción de los daños dejados por la II Guerra Mundial. En Estados Unidos e Inglaterra estas adiciones en vez de ser usadas como parte del cemento adicionado, se usaron directamente en las mezclas de concreto, exclusivamente en centrales de concretos premezclados. Por otro lado, en Latinoamérica, el primer productor de Cemento Portland de Escoria fue Brasil en

1952; mientras que en nuestro país el primer productor de cemento con escoria fue Cementos Pacasmayo en 1976, utilizando escoria de la planta siderúrgica de Chimbote. (Sánchez Stasiw, 2008)

El concreto al ser el material más utilizado en la construcción, necesita adherirse a los nuevos requerimientos cada vez más específico, y de este hecho es que nosotros podemos hablar de un concreto de alta resistencia, un concreto que justamente sea elaborado para solucionar dos problemas específico, problemas en el concreto tanto en su estado fresco como endurecido. (Escobedo, 2014)

La necesidad de construir estructuras más resistentes y durables en el tiempo lleva al desarrollo de materiales que permitan conseguir mejores prestaciones. Para conseguir un material con esas características, generalmente se emplean diferentes tipos de aditivos como el microsílíce, el cual presenta un carácter puzolánico que contribuye en la reducción de la porosidad y con ello el aumento de la resistencia mecánica y su durabilidad. (Galeote, 2012)

Los concretos de alta resistencia surgieron a partir de la necesidad de poder construir edificios de gran altura, en donde el tamaño de las columnas del tercio más bajo de estos era demasiado grande cuando se utilizaban concretos convencionales. Además de los ahorros en el costo de los materiales, los ingenieros constructores descubrieron que la elección de los concretos de alta resistencia le permitía ahorros adicionales debido a la mayor velocidad en la construcción en comparación con las estructuras metálicas. (Martínez, Armijos, Valarezo, & Luzuriaga, 2006)

Actualmente, el uso de adiciones minerales al concreto y al cemento, se han difundido mundialmente, estando en boga el uso de materiales como la ceniza

volante y el filler calizo; pero el material definido como una “súper puzolana” por la gran mejora que brinda a las propiedades del concreto es la microsílíce, que es un producto derivado de la industria del ferro-silicio, el cual es de gran uso para la elaboración de concretos de alto desempeño con propiedades altas y muy altas resistencias. La presencia de la microsílíce en el concreto fresco generalmente da por resultado una reducción en la exudación y mayor cohesividad, esto debido a la incorporación de partículas extremadamente finas en la mezcla. Por otro lado, el concreto en estado endurecido, las partículas de microsílíce incrementan el acomodo de material sólido al llenar los espacios entre las partículas de agregado fino, y estas llenan los espacios entre las partículas de agregado grueso en el concreto. (Portugal, 2007)

Tanto en el ámbito nacional como internacional se busca que diferentes construcciones, independientemente de su importancia, cuenten con materiales de alta calidad que cumplan con los estándares que se requieran. Es por esto que, al ser el concreto un material muy utilizado en el área de la construcción, se debe tener un claro entendimiento de él y de sus propiedades, principalmente del efecto de la relación agua/cemento, pues está altamente ligado a la resistencia a la compresión del concreto. En esta relación agua/cemento, el agua resulta de gran importancia, ya que ella y su relación con el cemento están altamente ligados a una gran cantidad de propiedades, tanto en estado fresco como endurecido, del material final que se obtendrá, ya que conforme más agua se adicione, aumenta su fluidez de la mezcla y, por lo tanto, su trabajabilidad y plasticidad, lo cual presenta grandes beneficios para la mano de obra; no obstante, esto repercute también en la disminución de su resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el

agua libre, afirmándose así que la resistencia a la compresión del concreto depende altamente de la relación por peso entre el agua y el cemento. (Guevara, Hidalgo, Pizarro y otros, 2012)

Tener en cuenta la contribución de aditivos como la incorporación del microsilíceo o la alta influencia que tiene la relación Agua/Cemento es de suma importancia al momento de realizar la dosificación de un concreto de alta resistencia, ya que sin la contribución de estos factores puede generar diferentes patologías o un concreto que no cubra las sollicitaciones a las que esté sometida.

1.2. Antecedentes

1.2.1. “Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días”

En esta investigación Fernández, Morales & Soto (2016) analizaron 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/cm² y 280 kg/cm². 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.

1.2.2. “Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido”

En la investigación empírica Reina, Sánchez & Solano (2012) establecieron 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/cm², 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.

Este estudio aporta a un mejor conocimiento con respecto al aditivo superplastificante, que al emplear diferentes tasas de dosificación ayudó a tener una mejor trabajabilidad en el concreto fresco y así hasta podría tener una mejor reacción en concretos con relación agua/cemento baja, con respecto al estado endurecido le dio una mejor resistencia a la compresión superando el 100%, esto se debe a que se utilizó menos agua en el diseño de mezcla gracias al reductor de agua y así obtuvo menos poros o menos vacíos, dándole una mejor resistencia.

1.2.3. “Efecto de la variación de la relación agua/cemento en el concreto”

En la investigación de Guevara, Hidalgo, Pizarro, Rodríguez, Rojas & Segura (2012) se analizó la influencia que tiene la variación de la relación agua/cemento en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Se elaboró grupos de dosificaciones para concreto con relaciones Agua/Cemento variables de 0.85, 0.80, 0.75, 0.70, 0.65, 0.60 y 0.55, a la edad de 7 días. Se realizó los ensayos del concreto en estado fresco para determinar las diferencias de los asentamientos en el cono de Abrams de acuerdo a la Norma ASTM C - 143 para cada grupo de dosificación; por otro lado, se prepararon las probetas de acuerdo a la Norma ASTM C - 31 para cada grupo de dosificación, posteriormente se realizaron los

ensayos de compresión de acuerdo a la Norma ASTM C - 39 las cuales fueron ensayadas a los 7 días de edad. Se determinó en la prueba de asentamiento del concreto en estado fresco que al aumentar la relación agua cemento se visualiza un asentamiento mayor; por otro lado, se concluyó en el ensayo de resistencia del concreto en estado endurecido a 7 días de edad que al aumentar la relación Agua/Cemento se obtendrían concretos de menor resistencia.

Este estudio aporta un mayor conocimiento con respecto al concreto, ya que nos permite visualizar con ensayos confiables la importancia que tiene la influencia de la relación Agua/Cemento en las propiedades del concreto tanto en el estado fresco como en el estado endurecido.

1.2.4. “Influencia del nano sílice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo de la ciudad de Puno”

En su investigación empírica López & Mamani (2017) determinaron la influencia del nano sílice en la durabilidad del concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo. Se realizó concreto con nano sílice y concreto patrón teniendo como diseño de mezclas una resistencia a la compresión de $f'_c=210$ kg/cm². Se desarrolla un concreto patrón (CP) que en su composición no posee ninguna adición, relación agua-cemento igual 0.56, manteniendo el asentamiento de 6 a 7 pulgadas y se comparará sus propiedades con cada una de las mezclas diseñadas con adición. A la mezcla patrón se le adiciona 0.5 %, 1.0 % y 1.5 % de nano sílice en relación al peso del cemento 0.5 NS, 1.0 NS y 1.5 NS respectivamente. Se presenta también el diseño de diferentes tipos de mezcla y la determinación de sus

propiedades al estado fresco y endurecido, que fueron sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo; simulando los ciclos en dos ambientes: primero el ambiente artificial de congelamiento durante 12 horas en la noche (congelador calibrado de -8 a -15°C) y el segundo en un ambiente natural de deshielo durante 12 horas en el día, estos ciclos se sometieron a un periodo de 56 días. El concreto en estado fresco se determinó que los resultados de los ensayos de asentamiento según la ASTM C - 143, manteniendo siempre entre 6-7” de slump, mediante este ensayo se logra apreciar una clara influencia del nano sílice en la mezcla de concreto, en razón de que disminuye la cantidad de agua hasta en un 36% y en estado endurecido el concreto con diferentes porcentajes de nano sílice tiene mayor resistencia en pocos días en comparación al concreto patrón en sus 56 días.

Este estudio aportará a un mayor estudio en el porcentaje de nano sílice, lo ideal sería optar por una cantidad mayor a 1.5%, y a la mejora de las propiedades mecánicas del concreto como por ejemplo la resistencia a la compresión que después de este estudio llegamos a la conclusión que para zonas de bajas temperatura se debe de utilizar un concreto con nano sílice ya que al disminuir los poros del concreto aumentaría su resistencia y obtendríamos un concreto de larga durabilidad en comparación al convencional

1.2.5. “Influencia de la adición de nano sílice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa”

En su investigación Molina y Chara (2017) determinaron la influencia de la adición de nano sílice en las propiedades en estado fresco y endurecido de un

concreto de alta resistencia en la ciudad de Arequipa. Para esto, se propuso diseñar mezclas de concreto según la metodología propuesta por el ACI 211.4 para las resistencias a la compresión de 420, 500, 600 y 700 kg/cm², utilizando tres tasas de dosificación de aditivo nano sílice de 0.8%, 1.0% y 1.2% en peso de cemento para cada resistencia, y tomando en cuenta parámetros como por ejemplo el revenimiento en el rango de 6 a 9 pulgadas para los concretos con aditivo y de 1 a 2 pulgadas para los concretos patrón (sin aditivo), que sirvan para establecer propiedades del concreto como su trabajabilidad y consistencia. Para definir las dosificaciones de aditivo nano sílice se usó la recomendación del fabricante que establecía un rango de 0.8% a 1.2% y las dosificaciones de los agregados se partió según la metodología de diseño del comité ACI 211.4, se realizaron mezclas de prueba para definir el porcentaje de reducción de agua de mezclado que genera el aditivo nano sílice, considerando la trabajabilidad de estas. Después de tener las dosificaciones adecuadas, se procedió al preparado de cada una de estas, realizando los siguientes ensayos al concreto en estado fresco: revenimiento (slump), contenido de aire, temperatura y peso volumétrico; posteriormente se realizaron ensayos al concreto en estado endurecido: resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días de edad; y la resistencia a la tracción por compresión diametral a los 28 días de edad. Los resultados en estado fresco se analizaron de las pruebas de revenimiento, contenido de aire, peso unitario fresco, control de segregación y exudación del concreto y en estado endurecido se muestran los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días de edad y el ensayo de la resistencia a la tracción por compresión diametral a los 28 días. Se concluyó que las mezclas elaboradas en esta investigación presentaron una trabajabilidad y

cohesividad adecuada las cuales se determinaron a través del parámetro de revenimiento, obteniendo valores de revenimiento de 7” a 9 ½” en mezclas que no presentaron segregación, por lo que el uso de nano sílice es aceptado.

Esta investigación aporta a un uso en particular de nano sílice ya que al agregar este aditivo permitió mayor trabajabilidad en estado fresco y cohesión, y a la vez no presenta segregación en el concreto ya en el estado endurecido y así mejoraría la resistencia y la durabilidad de este, también podemos utilizar el nano sílice en concreto con resistencia convencionales como el 210, 280 y 350 Kg/cm² obteniendo buenos resultados.

1.2.6. “Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo”

En su investigación de grado Mayta (2014) determinó 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.

1.3. Definiciones conceptuales

1.3.1. Cemento

Existen muchos tipos de concretos basados en distintos cementos, sin embargo, el concreto de cemento portland es tan utilizado, que el termino concreto se refiere siempre al concreto de cemento portland. El cemento Portland fue patentado por Joseph Aspdin en 1824 y debe su nombre a los acantilados de piedra caliza de la isla Portland, en Inglaterra. El cemento portland se puede definir como una cola instantánea (basta con añadir agua) que une las partículas de agregados entre sí para producir el concreto de cemento portland. (Mamlouk & Zaniewski, 2009; p. 211)

1.3.2. Agregados

El termino agregado se refiere a las arenas, gravas, piedra triturada, etc., que se mezclan con el cemento y el agua para conformar el concreto; puesto que, por lo general, por lo menos el 85% de la mayoría de concretos está conformado por agregados. Es por esta razón que es importante tener en cuenta que estos agregados cumplan con algunas características como la limpieza, su resistencia a la compresión, estar libre de impurezas orgánicas, entre otros; esto con el fin de producir un concreto de buena calidad. (Bailey, 2013; p. 63)

1.3.3. Relación agua/cemento

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. (Fernández, 2011)

1.3.4. Diseño de mezcla

Los métodos de dosificación de concretos tienen como fin encontrar las cantidades en que hay que mezclar los diferentes componentes de los mismos para conseguir mezclas que posean determinadas características de consistencia, compacidad, resistencia, durabilidad, etc. El cálculo teórico de las proporciones de las mezclas no exime de un ajuste empírico de las mismas, ya que no hay sistema de diseño de mezclas que tome todos los factores externos que influyen a la hora de realizar la mezcla del concreto. (Fernández, 2011; p 209)

1.3.5. Resistencia a la compresión

El concreto es un material que puede llegar resistir diferentes solicitaciones, pero la resistencia que presenta frente a los esfuerzos de compresión (frente a cargas axiales) 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. (Fernández, 2011; p. 367)

1.3.6. Concreto de alta resistencia

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 1400kg/cm². 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 500kg/cm² a los 28 días, considerándose concreto de muy alta resistencia el que supera los 900 kg/cm² y supe concretos los que superan los 1250kg/cm². Un problema presente en estos concretos es su elevado costo, sobre todo cuando se utiliza humo de sílice y nano sílice, pero puede reducirse con el uso de cenizas volates de calidad, tomando en cuenta que con estas no se alcanzan resistencias tan elevadas como la adición mencionada anteriormente. A pesar de que el metro cúbico de concreto de alta resistencia sea elevado, el ahorro que se tiene en las estructuras, sobre todo en las columnas, en comparación al concreto tradicional es muy notable por las menores dimensiones de los elementos, reducción de acero, mayor espacio libre, etc. (Fernández, 2011; p. 593)

1.3.7. Microsílice

El humo de sílice conocido también como “microsílice”, tiene un gran efecto puzolánico pero que ejerce su acción de una forma más rápida y eficaz que las puzolanas naturales y las cenizas volantes, no obstante, debido a su gran finura es necesario una mayor cantidad de agua de amasado, es por esta razón que es preciso utilizar aditivos superplastificantes para poder trabajar con relaciones agua/cemento reducidas. Esta adición reduce mucho la exudación y segregación de los concretos y les da una buena impermeabilidad (Fernández, 2011; p. 596). El instituto americano del concreto clasifica al microsíllice como una puzolana y es un subproducto derivado de la producción de metales que contienen siliconas. Las partículas de microsíllice son 1/100 del tamaño de las partículas de cemento. Por su extremada finura, los métodos prácticos para adicionar

microsílice al mortero son en forma de fluido o por compactación. El beneficio primordial del microsílice es un aumento de la durabilidad. Aumenta la protección contra la corrosión del refuerzo al hacer el mortero menos permeable dando como resultado una mayor resistencia a la penetración de agentes agresivos como los cloruros. (Instituto americano del concreto, 2015)

1.3.8. Beneficios de la microsílice en el cemento

Los beneficios de la microsílice según el autor citado fueron:

- Mejorar la durabilidad: El uso de la microsílice en el cemento prolonga su vida útil
- Aumenta la resistencia a la corrosión: La reducida permeabilidad que le otorga el microsílice al concreto sirve como protección contra los iones de cloruro ya que aumenta el tiempo que los iones necesitan para alcanzar la barra de acero e iniciar la corrosión.
- Aumenta la resistencia al ataque químico: Su resistencia a la penetración de iones de cloruro la hacen adecuada para estructuras expuestas a ambientes con cloro como el caso de estructuras expuestas a aguas salinas. También es muy utilizado en estructuras expuestas a químicos agresivos. En el caso de la industria alimenticia, puede soportar ácidos grasos y ácidos. En la Industria química resiste exposición a ácidos minerales, fosfatos, nitratos, petroquímicos, entre otros.
- Protege contra la abrasión y erosión: La microsílice hace que el mortero tenga alta resistencia a la abrasión y sea más resistente al desgaste prolongando así su vida útil.

- Disminuye la permeabilidad al agua: Modifica la reología y reacciona con los productos de hidratación del cemento.
- Mejora la resistencia a los sulfatos: El concreto con microsílíce tiene una baja permeabilidad y alta resistencia química que brinda una mejor protección contra los sulfatos.
- Reduce la fluorescencia: Al reducir el contenido de hidróxido de calcio en el concreto, este no se combina tan fácilmente con el dióxido de carbono para formar la sal soluble que causa fluorescencia.

El uso de microsílíce mejora notablemente las propiedades y características del cemento por lo que es recomendable evaluar los beneficios que nos pueda brindar este aditivo en un proyecto determinado y hacer pruebas para verificar la dosificación ideal que proporcionara las mejores propiedades y ahorros para el proyecto. (Mendoza, 2017)

1.3.9. Aditivo Superplastificante

Los aditivos superplastificantes son prácticamente obligatorios en estos concretos a fin de obtener una trabajabilidad óptima en mezclas con relaciones agua/cemento, a veces, inferiores a 0.3. Además de que los superplastificantes contribuye en la mejora de las resistencias tanto iniciales como las resistencias finales aumentando la resistencia a la compresión a los 28 días hasta en un 19% con respecto a una mezcla sin aditivos (Fernández, 2011; p. 595).

1.4. Formulación del problema

¿De qué manera influye la microsíllice en la resistencia a la compresión de concretos con relaciones de agua/cemento 0.30, 0.35 y 0.40 a edades de 7, 28 y 63 días, Trujillo 2019?

Se observaron los efectos de tres porcentajes de microsíllice (5.0%; 7.5%; 10.0%) los cuales fueron insertados en el diseño de mezcla de los concretos con relaciones agua cemento ya mencionadas, esto para observar cómo influye en las propiedades de la mezcla fresca y especialmente en la resistencia a la compresión de edades tempranas, medias y avanzadas.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar de qué manera influye la microsíllice en la resistencia a la compresión de concretos con relaciones de agua/cemento 0.30, 0.35 y 0.40 a edades de 7, 28 y 63 días, Trujillo 2019.

1.5.2. Objetivos específicos

- Desarrollar el diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia con adición de microsíllice.
- Indicar el mejor porcentaje óptimo de microsíllice para aumentar la resistencia a la compresión (ASTM C 39) de un concreto con relación a/c= 0.30 a edades de 7, 28 y 63 días.

- Indicar el mejor porcentaje de microsíllice para aumentar la resistencia a la compresión (ASTM C 39) de un concreto con relación $a/c= 0.35$ a edades de 7, 28 y 63 días.
- Indicar el mejor porcentaje de microsíllice para aumentar la resistencia a la compresión (ASTM C 39) de un concreto con relación $a/c= 0.40$ a edades de 7, 28 y 63 días.
- Realizar el costo unitario por m^3 de los concretos de alta resistencia adicionados con microsíllice.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

H_0 = La microsíllice no influye directamente en la resistencia a la compresión de concretos con relaciones de agua/cemento 0.30, 0.35 y 0.40 a edades de 7, 28 y 63 días, Trujillo 2019.

H_a = La microsíllice si influye directamente en la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 a edades de 7, 28 y 63 días, Trujillo 2019.

Tabla 1. Hipótesis general

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	<i>Variables</i>	<i>Unidad de análisis</i>	<i>Conector lógico</i>	<i>El espacio</i>	<i>El tiempo</i>
La microsíllice no influye directamente en la resistencia a la compresión de concretos con relaciones de agua/cemento 0.30, 0.35 y 0.40 a edades de 7, 28 y 63 días, Trujillo 2019	Microsíllice Resistencia a la compresión de concretos	Probetas cilíndricas de Concreto de 10cm x 20cm	No Influye	Trujillo	Año 2019

Fuente: Propia

1.6.2. Hipótesis específicas

1h₀= La microsíllice no aumenta la resistencia a la compresión de un concreto con relación agua/cemento = 0.30 a edades de 7; 28 y 63 días.

Tabla 2. Hipótesis específica 1, para relaciones agua/cemento = 0.30

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	<i>Variables</i>	<i>Unidad de análisis</i>	<i>Conector lógico</i>	<i>El espacio</i>	<i>El tiempo</i>
La microsíllice no aumenta la resistencia a la compresión (ASTM C39) de un concreto con relación a/c= 0.30 a edades de 7, 28 y 63 días.	Microsíllice Resistencia a la compresión de un concreto.	Probetas cilíndricas de Concreto de 10cm x 20cm	No aumenta.	Trujillo	Año 2019

2h₀= La microsíllice no aumenta la resistencia a la compresión de un concreto con relación agua/cemento = 0.35 a edades de 7; 28 y 63 días.

Tabla 3. Hipótesis específica 2, para relaciones agua/cemento = 0.35

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	<i>Variables</i>	<i>Unidad de análisis</i>	<i>Conector lógico</i>	<i>El espacio</i>	<i>El tiempo</i>
La microsíllice no aumenta la resistencia a la compresión (ASTM C39) de un concreto con relación a/c= 0.35 a edades de 7, 28 y 63 días.	Microsíllice Resistencia a la compresión de un concreto.	Probetas cilíndricas de Concreto de 10cm x 20cm	No aumenta.	Trujillo	Año 2019

3h₀= La microsíllice no aumenta la resistencia a la compresión de un concreto

con relación agua/cemento = 0.40 a edades de 7; 28 y 63 días.

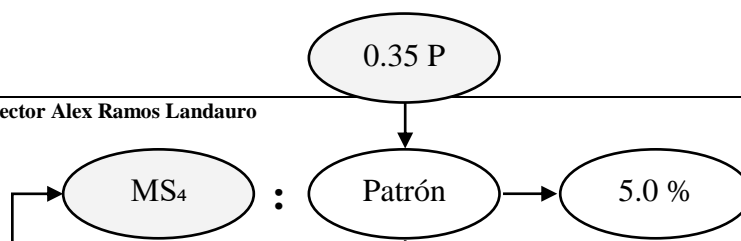
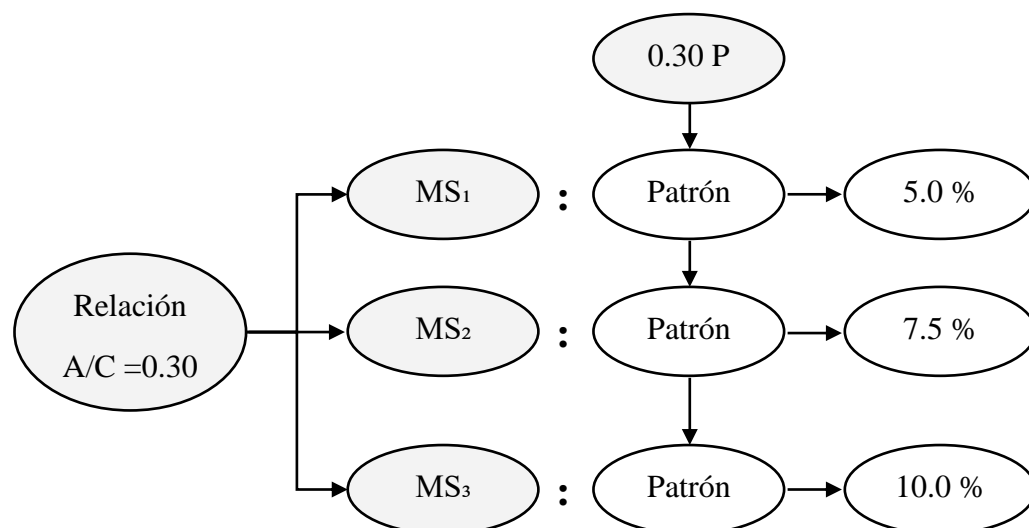
Tabla 4. Hipótesis específica 3, para relaciones agua/cemento = 0.40

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	<i>Variables</i>	<i>Unidad de análisis</i>	<i>Conector lógico</i>	<i>El espacio</i>	<i>El tiempo</i>
<p>La microsíllice no aumenta la resistencia a la compresión (ASTM C 39) de un concreto con relación a/c= 0.40 a edades de 7, 28 y 63 días.</p>	<p>Microsíllice</p>	<p>Probetas cilíndricas de Concreto de 10cm x 20cm</p>	<p>No aumenta.</p>	<p>Trujillo</p>	<p>Año 2019</p>

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación fue experimental porque se manipulo la variable independiente para estudiar y analizar los efectos de esta sobre la variable dependiente. Y también del tipo cuasi – experimental, debido a que se manipulo la variable independiente con el fin de mejorar a la variable dependiente y a la vez se tiene el control de dichas variables que intervinieron en la validez de las hipótesis. Finalmente, el diseño de la investigación fue de pos prueba única y grupos intactos lo que significó que se tuvo un grupo de control (mezclas patrón), después de aplicaron los tratamientos (adición de la microsíllice Sika® Fume) para posteriormente realizar otras pruebas a la mezcla fresca y realizar la resistencia a la compresión de testigos adicionados. A continuación, se presentan los esquemas que representan a los grupos de trabajo de la investigación. Ver Figura 1.



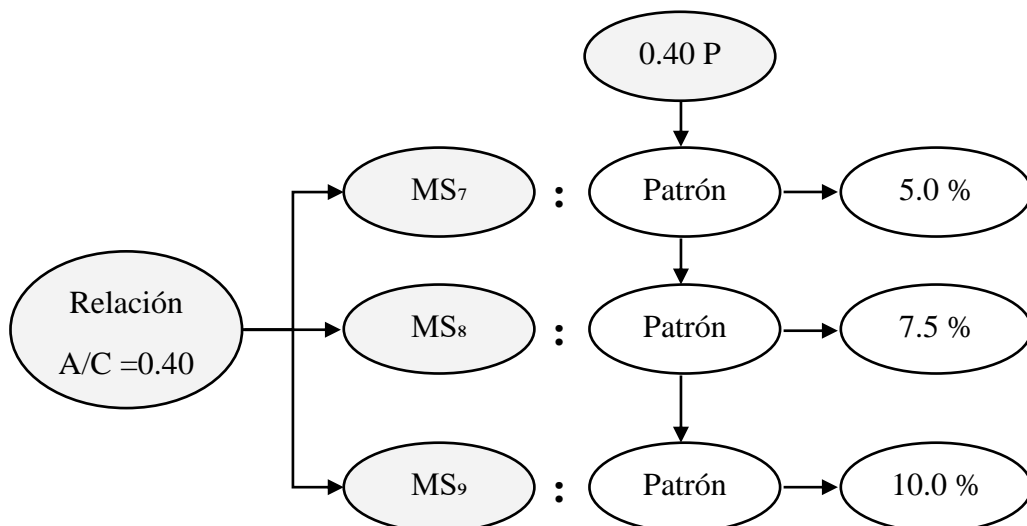


Figura 1. Los esquemas representan los grupos de estudio de la investigación, cada uno agrupado con una relación agua/cemento y teniendo cada relación su mezcla patrón sin adición de microsílíce, del mismo modo se tienen tres grupos por cada relación agua/cemento.

2.2. Población

Todos los concretos con relaciones agua/cemento de 0.30; 0.35 y 0.40 adicionados micro sílice realizados en la ciudad de Trujillo en el año 2019.

2.3. Muestra

La muestra se determinó mediante el muestreo no probabilístico: Por cuota, ya que al tener doce grupos de trabajo y tener como métodos de validación de hipótesis al análisis de la varianza se determinó idóneo dar como cuota mínima de muestra 10 testigos de concreto los cuales obedecen a la cantidad mínima necesaria para que el método estadístico utilizado de resultados con un nivel de confianza aceptable y así poder concluir de forma correcta las hipótesis planteadas. Teniendo como muestra para cada grupo de estudio la que se presenta en la Tabla 5 a continuación descrita.

Tabla 5. Calculo del número de muestra utilizadas en la investigación.

Grupos	7 Días de edad	28 Días de edad	63 Días de edad
0.30 P	10	10	10
MS ₁	10	10	10
MS ₂	10	10	10
MS ₃	10	10	10
0.35 P	10	10	10
MS ₄	10	10	10
MS ₅	10	10	10
MS ₆	10	10	10
0.40 P	10	10	10
MS ₇	10	10	10
MS ₈	10	10	10
MS ₉	10	10	10
Sub total	120	120	120
Total	360 testigos de concreto		

2.4. Unidad de estudio

La unidad de estudio de la investigación fueron 10 probetas cilíndricas de 4” x 8” o su equivalencia en peso de la mezcla fresca. A continuación, se muestra la probeta cilíndrica con sus medidas y composición de la mezcla. Ver figura 2.

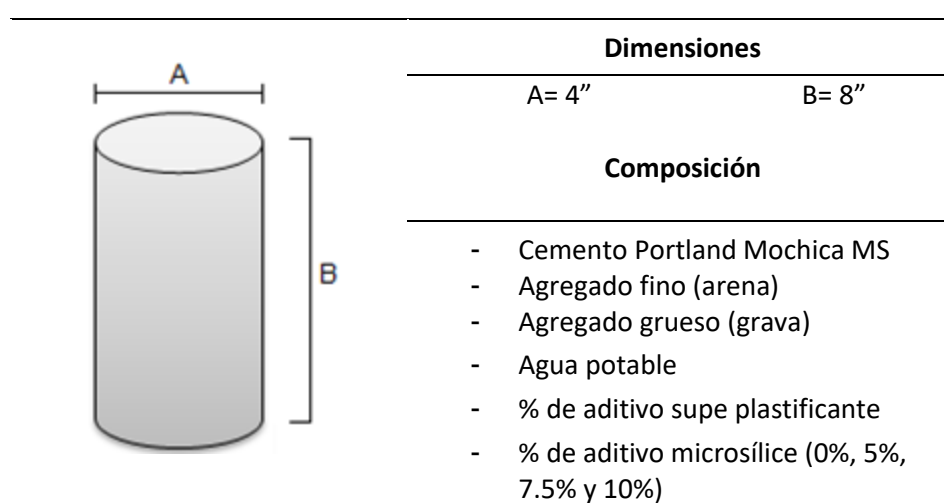


Figura 2. Medidas y composición de los testigos utilizados en la presente investigación.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La recolección de datos se realizó a través de la percepción del investigador (observación directa) ya que se registró sistemáticamente la conducta y características de la mezcla en los ensayos llevados a cabo en la investigación, del mismo modo se cumplieron con los estándares internacionales del A.S.T.M y nacional de las N.T.P. brindando así información confiable para poder realizar las conclusiones de la investigación. El instrumento de recolección de datos fue la guía de observación ya que organiza de forma sistemática los datos obtenidos en el laboratorio. Ver anexo 1.

2.6. Técnicas e instrumentos de análisis de datos.

Los datos se analizaron mediante la estadística, precisamente mediante las relaciones numérico-nominales, esto debido a que este método analiza los datos para poder establecer relaciones entre un grupo con una variable, partiendo de datos numéricos los cuales se analizan para dar la aceptación o rechazo de la hipótesis.

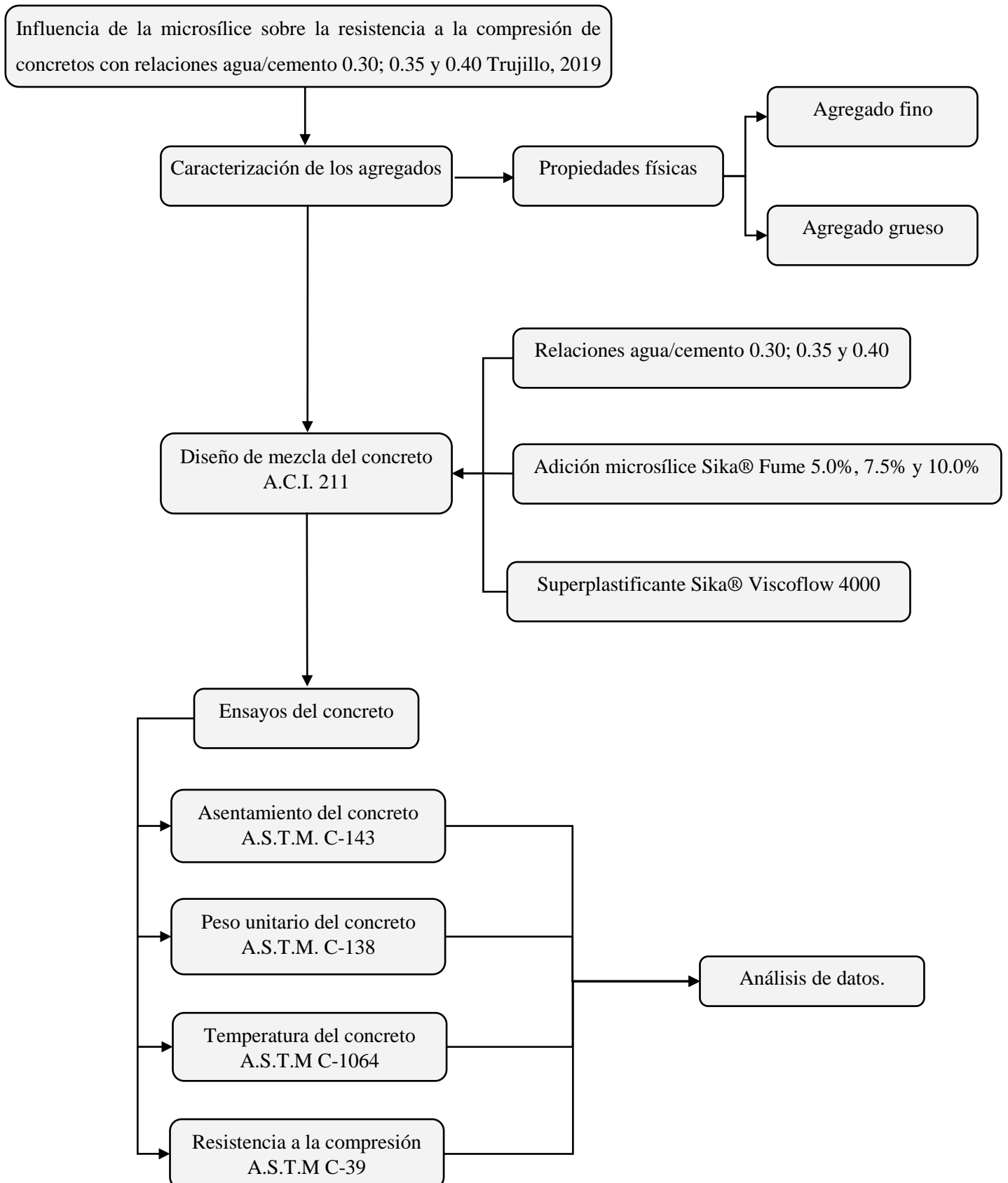
El instrumento de análisis de datos utilizado fue el análisis de la varianza o ANOVA por sus siglas en inglés, esto ser el mejor método que se pudo encontrar para la validación de la hipótesis con los datos que se tenían. A continuación, se muestra un ejemplo de cuadro resumen de este instrumento estadístico dado por el programa IBM SPSS Statistics 26. Ver Figura 3.

ANOVA					
Fc	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,000	0	,000	,000	,000
Dentro de grupos	,000	0	,000		
Total	,000	0			

Fuente: IBM SPSS Statistics 26

Figura 3. Ejemplo de instrumento de análisis de datos ANOVA, en el cuadro se muestra un cuadro resumen del análisis de la varianza y su respectiva valoración de la hipótesis nula, en este caso rechazándola.

2.7. Cuadro del procedimiento experimental



2.8. Procedimiento experimental.

2.8.1. Selección de materias primas.

En 2017, Castro y Vera recomendaron a constructores, entidades públicas y usuarios particulares de la ciudad de Trujillo el uso del agregado fino extraído de la cantera Rubio/Jaén y el agregado grueso de la cantera Calderón que se encuentran ubicadas en el sector El Milagro – Huanchaco. Por ello es que los agregados a utilizar en la presente investigación son los extraídos de las canteras anteriormente mencionadas.

Debido a que no se tiene la necesidad de tener propiedades especiales en el concreto, se optó por el uso del cemento portland Mochica Tipo MS de la empresa Cementos Pacasmayo S.A.A., el cual está elaborado bajo la Norma ASTM C1157.

Veliz y Vásquez (2018) concluyeron que el Aditivo Sika® Fume le aporta al concreto mayor resistencia en relación con un concreto sin aditivo en sus diferentes relaciones agua/cemento. Es así que la adición microsíllica a utilizar para la presente investigación es el Sika® Fume, fabricado por la empresa Sika Perú S.A.C., esto con el fin de brindarle a nuestras mezclas de concreto una mayor resistencia a la compresión en sus diferentes cantidades de cemento.

En 2014, Huarcaya demostró el alto aporte del aditivo Sika® Viscoflow en la trabajabilidad del concreto a través de ensayos de asentamiento a diferentes porcentajes. Es así que el aditivo supe plastificante a utilizar para la presente investigación es el Sika® viscoflow-4000 el cual es fabricado por la empresa Sika Perú S.A.C., esto con el fin de brindarle mayor trabajabilidad a las mezclas que contienen bajas cantidades de agua.

El agua de curado y mezclado es el agua potable utilizada en la ciudad de Trujillo, la cual es óptima para la elaboración de concreto en laboratorio.

2.8.2. Caracterización de los agregados

Los agregados finos y grueso fueron sometidos a los mismos ensayos de caracterización, todos siguiendo las normas técnicas peruanas (N.T.P.) correspondientes. A continuación, se detallan los ensayos realizados.

2.8.2.1. Contenido de humedad del agregado grueso y fino (N.T.P. 339.185)

- Pesar una muestra de material en estado natural.
- Colocar 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 será el peso seco de la muestra.
- Determinar el contenido de humedad usando la siguiente expresión.

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

Ecuación 1. Contenido de humedad de los agregados fino y grueso.

Donde:

Ph= Peso de la muestra (gr)

Ps= Peso de la muestra seca (gr)

w%= % del Contenido de Humedad

2.8.2.2. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y agregado grueso (N.T.P. 400.017)

Peso unitario suelto

- Pesar el recipiente o molde vacío.
- Determinar el volumen interno del recipiente en m^3 .

- Verter la muestra a una altura aproximada de 15 cm sobre el borde superior del recipiente hasta llenarlo.
- Enrazar la superficie.
- Pesar la muestra y el molde.
- El procedimiento se debe repetir mínimo 3 veces, verificando una variación menor de 1%.
- Determinación de peso volumétrico unitario:

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

Ecuación 2 Peso unitario suelto del agregado fino y grueso.

Donde:

M= Peso Unitario de los Agregados (kg/m³)

G= Peso del Agregado más el Recipiente (kg)

T= Peso del Recipiente (kg)

V= Volumen del Recipiente (m³)

Peso unitario compactado

- Pesar el recipiente o molde vacío.
- Determinar el volumen interno del recipiente en m³.
- Llenar en 3 capas iguales el recipiente y cada capa se debe compactar con la varilla 25 veces distribuyendo la penetración en toda el área y posteriormente golpear uniformemente con el martillo de goma 15 veces.
- Enrazar la superficie con la varilla.
- Pesar la muestra dentro del molde.

- El procedimiento de compactar y pesar el agregado, se debe repetir mínimo 3 veces, verificando una variación menor de 1%.
- Determinación de peso volumétrico unitario:

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

Ecuación 3 Peso unitario compactado del agregado fino y grueso.

Donde:

M= Peso Unitario de los Agregados (kg/m³)

G= Peso del Agregado más el Recipiente (kg)

T= Peso del Recipiente (kg)

V= Volumen del Recipiente (m³)

2.8.2.3. Peso específico y absorción del agregado fino (N.T.P. 400.022)

- Se sumerge en agua la muestra (1000 gr) electa por cuarteo. Después se toma la muestra y se coloca sobre una bandeja de metal para colocarla en una pequeña cocina y secarla, se mueve en ciertas ocasiones para obtener un secado uniforme superficial.
- Se selecciona el cono con diámetro superior de 40mm y diámetro inferior de 90mm, se rellena en 3 capas iguales, se compacta cada capa con 25 golpes con el pisón (340gr) de diámetro 25mm. En el proceso de quitar el cono la muestra se derrumba el 1/3 de la muestra de arriba hacia abajo, significa que el agregado alcanzó su condición saturada superficialmente seca, en caso no ocurra se vuelve a realizar el mismo procedimiento.

- Si se cumple lo que se establece, se toma el peso de la fiola con agua hasta 500ml, después se expulsa el agua y se coloca el agregado en la fiola, se llena con agua hasta 500ml y se elimina las burbujas de aire en su totalidad por medio de la acción de rodar la fiola en una superficie plana durante el tiempo que sea necesario.
- Luego se pesa la fiola con la muestra y el agua (C), además dejar reposar el agregado dentro de la fiola para que se asiente.
- Eliminar el agua, y colocar la muestra en una tara (D) para que se coloque en la estufa (100°C +/- 5°C) durante 24 horas.
- Se pesa la muestra seca (A) y por último se procede a calcular el peso específico y absorción son las siguientes formulas.

$$\text{Peso específico} = \frac{A}{B+D-C}$$

Ecuación 4 Peso específico del agregado fino, densidad seca.

$$\text{Absorción (\%)} = \left(\frac{(D - A)}{A} \right) \times 100$$

Ecuación 5 Absorción del agregado fino.

Donde:

A= Peso al aire de la muestra seca (gr)

B= Peso de la fiola lleno de agua (gr)

C= Peso del total de la fiola con muestra y llena de agua (gr)

D= Peso de la muestra saturada con superficie seca

2.8.2.4. **Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)**

- Se toma la muestra representativa por cuarteo (2000gr)
- La muestra se sumerge durante 24 horas en el agua. Luego se procede a retirar y seca superficialmente la muestra y posteriormente se elimina el material fino (Tamizar por la malla N° 4). Se pesa la muestra saturada (B).
- La muestra se coloca en la canasta suspendida en el agua a una temperatura de 20°C y se pesa. Por último, la muestra se coloca en la estufa (100°C +/-5°C) para obtener el peso seco (A). se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Peso específico} = \frac{A}{B - C}$$

Ecuación 6 Peso específico del agregado grueso, densidad seca.

$$\text{Absorción (\%)} = \left(\frac{B - A}{A} \right) \times 100$$

Ecuación 7 Absorción del agregado grueso.

Donde:

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

B= Peso en el aire de la muestra saturada (gr)

C= Peso suspendido de la muestra (gr)

2.8.2.5. **Análisis granulométrico del agregado fino (N.T.P. 400.012)**

- Colocar el agregado en el horno a una temperatura de 100°C +/-5°C por un tiempo de 24 horas.
- Se pesa tres muestras de agregado fino de 1000 gr. respectivamente.

- Posteriormente se pesa cada tamiz, con el fin de medir el peso de cada una (N°4; N° 8; N° 16; N° 30; N° 50; N° 100; N° 200 y Fondo).
- Luego se coloca los tamices de mayor a menor diámetro N°4 a N°200, más adelante, efectuar la operación de tamizado manual por un tiempo adecuado hasta obtener un peso constante en cada tamiz.
- Se pesa cada tamiz con la muestra retenida en una balanza analítica de 0.1 gr., se obtuvo el peso retenido.
- El mismo proceso se realizará tres veces, se toma como base los límites de la N.T.P. 400.037.
- El módulo de finura se calcula con la siguiente formula:

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

Ecuación 8 Ecuación para obtener el módulo de finura del agregado fino.

2.8.2.6. Análisis granulométrico del agregado grueso (N.T.P. 400.012)

- Colocar el agregado en el horno a una temperatura de 100°C +/-5°C por un tiempo de 24 horas.
- Primero se pesa tres muestras de agregado grueso de 1000 gr. cada una.
- Posteriormente se pasa cada tamiz, con el fin de medir el peso de cada una (2"; 1 1/2"; 1"; 3/4"; 1/2"; 3/8"; N°4; N°8 y Fondo).
- Luego se coloca la muestra en los tamices, se efectúa la operación del tamizado manual por un tiempo adecuado hasta obtener un peso constante en cada tamiz.
- Luego se coloca los tamices de mayor a menor diámetro 2" a N°200.

- Después se coloca la muestra en los tamices, y se efectúa la operación del tamizado manual por un tiempo adecuado hasta obtener un peso constante en cada tamiz.
- Se pesa cada tamiz con la muestra retenida en una balanza analítica de 0.1 gramos, siendo este valor el peso retenido.
- Se calcula el tamaño máximo y tamaño máximo nominal según N.T.P. 400.012.

2.8.3. Diseño de Mezcla (A.C.I. 211)

- Para el diseño de mezcla de los concretos elaborados, nos basamos en el método del A.C.I. 211 y el método práctico de la combinación de agregados donde se obtuvo una relación de agregado fino / agregado grueso = 42/58 para todas las mezclas elaboradas.
- Tomando en cuenta que el tamaño máximo nominal obtenido en nuestro análisis granulométrico del agregado grueso fue de 3/4", además de considerar que el asentamiento deseado fue de 6" a 7", se determinó que la cantidad de agua a utilizar por metro cúbico de concreto bajo los criterios del método del A.C.I. 211 era de 219 lt/m³ y el contenido de aire atrapado era de 2.0 % para cada uno de nuestros diseños de mezclas.
- Habiendo obtenido ya la cantidad de agua requerida para los diseños de mezcla se procedió a calcular la cantidad de cemento requerido para cada mezcla, según su relación agua/cemento previamente establecidas.
- Posteriormente se determinó la cantidad de agregado grueso y fino de cada diseño de mezcla según la relación obtenida en la combinación de agregados.

- Finalmente se calculó la cantidad de microsíllice que se reemplazaría por cemento en alguna de las mezclas de concreto a analizar acorde a los porcentajes establecidos para su estudio. A la vez, se calculó también la dosis necesaria del aditivo súper plastificante Sika® Viscoflow 4000 para poder alcanzar el asentamiento deseado.

-

2.8.4. Asentamiento del concreto en estado fresco (A.S.T.M. C- 134)

- Para realizar el ensayo de asentamiento se le agregó a cada mezcla de concreto diferentes porcentajes del súper plastificante Sika® Viscoflow 4000 con el fin de determinar cuál es el porcentaje óptimo de aditivo para conseguir un asentamiento que este entre 6 y 8 pulgadas en cada una de los diferentes diseños de mezclas obtenidas.
- Se mezcló una muestra representativa de cada dosificación diseñada en un trompo mezclador.
- Se humedeció el molde del cono de Abrams y se colocó su base mayo sobre una superficie plana, húmeda, rígida y no absorbente.
- Se pisó sobre las dos aletas que se tiene en la base con el fin de mantener firme el molde.
- Se llenó inmediatamente el molde formando tres capas, ocupando cada una de ellas un tercio del volumen del molde.
- Se apisonó cada capa de manera uniforme en toda su sección y altura dando 25 golpes con la varilla de apisonamiento en cada capa de modo que los golpes penetren en la capa subyacente. Al rellenar la capa superior, se aseguró de que el concreto forme un montículo sobre el molde antes de introducir la varilla.

- Una vez apisonada la capa superior, se niveló la superficie del concreto enrasando el molde con un movimiento giratorio de la varilla de apisonamiento.
- Se quitó el molde inmediatamente del concreto elevándolo con cuidado y sin hacer movimientos laterales o rotatorios.
- Se midió el asentamiento determinando la diferencia en vertical entre la parte superior del molde y el centro original desplazado de la parte superior de la probeta.

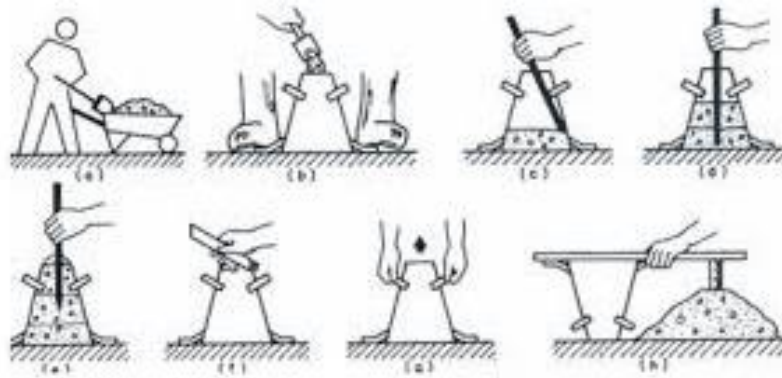


Figura 4. Ensayo de asentamiento del concreto fresco mediante el cono de Abrams, la figura muestra el procedimiento a seguir en el ensayo de asentamiento del concreto fresco.

2.8.5. Peso unitario del concreto fresco - densidad (A.S.T.M. C - 138)

- Se colocó el concreto en un recipiente de medición cilíndrico de acero en tres capas de aproximadamente igual volumen.
- Se apisonó cada capa con 25 golpes de la barra compactadora. Para la capa del fondo se apisonó a través de todo su espesor, pero evitando que la barra compactadora no golpee fuertemente el fondo del recipiente. Ya para la segunda y tercera capa se distribuyeron los golpes de manera uniforme sobre

la sección transversal del recipiente, llegando a penetrar la barra compactadora aproximadamente 25 mm. en la capa subyacente.

- Después de que cada capa sea apisonada, se golpeó los lados del recipiente entre 10 a 15 veces, usando la fuerza apropiada para cerrar cualquier poro causado por la barra de apisonado y eliminar las burbujas grandes de aire atrapadas.
- Después de la consolidación, se alisó y terminó suavemente la superficie del concreto del borde superior del recipiente con una placa plana de alisado para dejar el recipiente de medida nivelado y lleno.
- Después del alisado de la superficie superior del recipiente se limpió todo el concreto en exceso y adherido a las paredes exteriores del recipiente de medición y finalmente se determinó la masa del concreto.

$$\text{Peso Unitario del Concreto} = \frac{(M_c - M_m)}{V_m} \quad \text{Ecuación 9. Peso unitario del concreto fresco.}$$

Donde:

M_c =Masa del recipiente de medida lleno de concreto

M_m =Masa del recipiente de medida

V_m =Volumen del recipiente de medida

2.8.6. Temperatura de mezclas de concreto (A.S.T.M. C - 1064)

- Se colocó el termómetro en la mezcla de concreto fresco, de tal modo que el sensor llegue a estar sumergido un mínimo de 75mm. Se presionó levemente

el concreto en la superficie alrededor del termómetro para que la temperatura ambiente no afecte la lectura.

- Se dejó introducido el termómetro en el concreto fresco por un mínimo de 2 minutos, pero no más de 5 minutos, y finalmente se leyó y registró la temperatura, asegurándonos de no retirar el termómetro durante la lectura de la temperatura.

2.8.7. Preparación y curado de probetas de concreto (A.S.T.M. C - 31)

- Se utilizó encofrados cilíndricos de un material no absorbente y no reactivo de 4 pulgadas (102 mm) de diámetro y 8 pulgadas (203 mm) de altura y una varilla de apisonamiento con una longitud de 24 pulgadas (600 mm), un diámetro de 5/8 pulgadas (16 mm) y con los extremos redondeados.
- Se pesó las cantidades requeridas de agregado grueso, agregado fino, cemento, agua, microsíllice y súper plastificante de cada diseño de mezcla.
- Se combinó los materiales en la mezcladora de ocho a diez minutos. Los aditivos utilizados se mezclaron previamente con el agua de amasado antes de añadirlo a los demás materiales.
- Se comprobó el asentamiento, peso unitario y la temperatura del concreto.
- Se colocó el concreto en el encofrado cilíndrico usando un badilejo. Se rellenó el cilindro formando tres capas iguales y se apisonó cada una de ellas 25 veces y se golpeó por la parte exterior del molde entre 10 y 15 veces después de haber apisonado cada capa. Finalmente se niveló la parte superior de la superficie.
- Se cubrió el encofrado con un paño húmedo para impedir la evaporación.
- Se retiró los encofrados 24 horas después del llenado.

- Se curó las probetas sumergiéndolas en un pozo de agua saturada de cal durante 7, 28 y 63 días.

2.8.8. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto

(A.S.T.M. C - 39)

Probetas de ensayo:

- Las probetas utilizadas para determinar la resistencia a la compresión del concreto fueron de 4 pulg. (102 mm) de diámetro y una altura de 8 pulg. (203 mm).
- Las probetas ensayadas estuvieron húmedas al momento de realizar el ensayo ya que fueron colocadas en la maquina directamente de la poza de curado.
- Las edades de las probetas que se ensayaron fueron de 7 días, 28 días y 63 días.

Procedimiento:

- Se midió el diámetro de la probeta de ensayo aproximándolo a un múltiplo de 0.25mm(0.01pulg.), promediando dos diámetros en ángulo recto entre sí a la mitad de altura de la probeta.
- Se ajustaron los bloques de soporte en su posición.
- Se limpiaron las caras de los bloques de soporte y la probeta.
- Se alineó cuidadosamente el eje de la probeta con el centro del embolo del bloque de la máquina.
- Se aplicó la carga de forma continua y sin sacudidas y teniendo cuidado que no se realice ningún ajuste en los controles de la máquina de prueba mientras la probeta se está deformando.
- Se continuó aplicando la carga hasta que la probeta se fracture.

- Se anotó la carga máxima soportada por la probeta durante el ensayo.
- Se observó el tipo de fractura y la apariencia del concreto.

Análisis y resultados:

- Se calculó la Resistencia a Compresión ($f'c$) dividiendo la carga máxima entre el área promedio de la sección.

$$f'c = \frac{P_{max}}{A}$$

Ecuación 10 Resistencia a la compresión de testigos de concreto *endurecido*.

Donde:

$f'c$ = Resistencia a la compresión (kg/cm²)

P_{max} = Carga máxima de rotura (kg)

A = Diámetro de la probeta cilíndrica (cm²)

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de agregados

3.1.1. Agregado fino

En la Tabla 6 se logra visualizar los resultados de los ensayos de caracterización del agregado fino. Por otro lado, en la Tabla 7 se muestra el análisis granulométrico del agregado fino y en la Figura 5 se muestra la curva granulométrica del agregado fino con sus límites inferior y superior para cada abertura de tamiz.

Tabla 6. Principales características del agregado fino.

Ensayo	Norma de Ensayo	Resultado	Rango Recomendable
Análisis granulométrico	NTP 400.012	Ver Tabla 7	Ver Tabla 8
Módulo de finura	NTP 400.037	2.3	2.3 – 3.1
Contenido de humedad (%)	NTP 339.185	4.2	-
Peso unitario suelto (kg/m³)	NTP 400.017	1,580	1,300 – 1,800
Peso unitario compactado (kg/m³)	NTP 400.017	1,830	1,600 – 1,900
Peso específico (kg/m³)	NTP 400.022	2,788	2,500 – 2,900
Absorción (%)	NTP 400.022	1.4	0.2 – 5.0

La presente tabla muestra las principales características del agregado fino obtenidas en la caracterización con fines de diseño de mezcla mediante el método del A.C.I 211.

Tabla 7. Análisis granulométrico del agregado fino.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso de la malla (gr)	Peso de la malla + muestra (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
#4	4.760	510	526	2	2	98
#8	2.360	478	582	10	12	88
#16	1.180	412	560	15	27	73
#30	0.600	382	534	15	42	58
#50	0.300	344	500	16	58	42
#100	0.150	330	654	32	90	10
#200	0.075	380	460	8	98	2
fondo	-	442	462	2	100	0
				100		

La presente tabla muestra el análisis granulométrico al que fue sometido el agregado fino teniendo como resultado los valores observados en la tabla.

Tabla 8. Límites máximos y mínimos del agregado fino.

Tamiz	% Pasante Máximo	% Pasante Mínimo
3/8"	100	100
#4	100	95
#8	100	80
#16	85	50
#30	60	25
#50	30	10
#100	10	0

La presente tabla muestra los límites máximo y mínimo que debe de cumplir el agregado fino para su utilización en la elaboración de concreto.

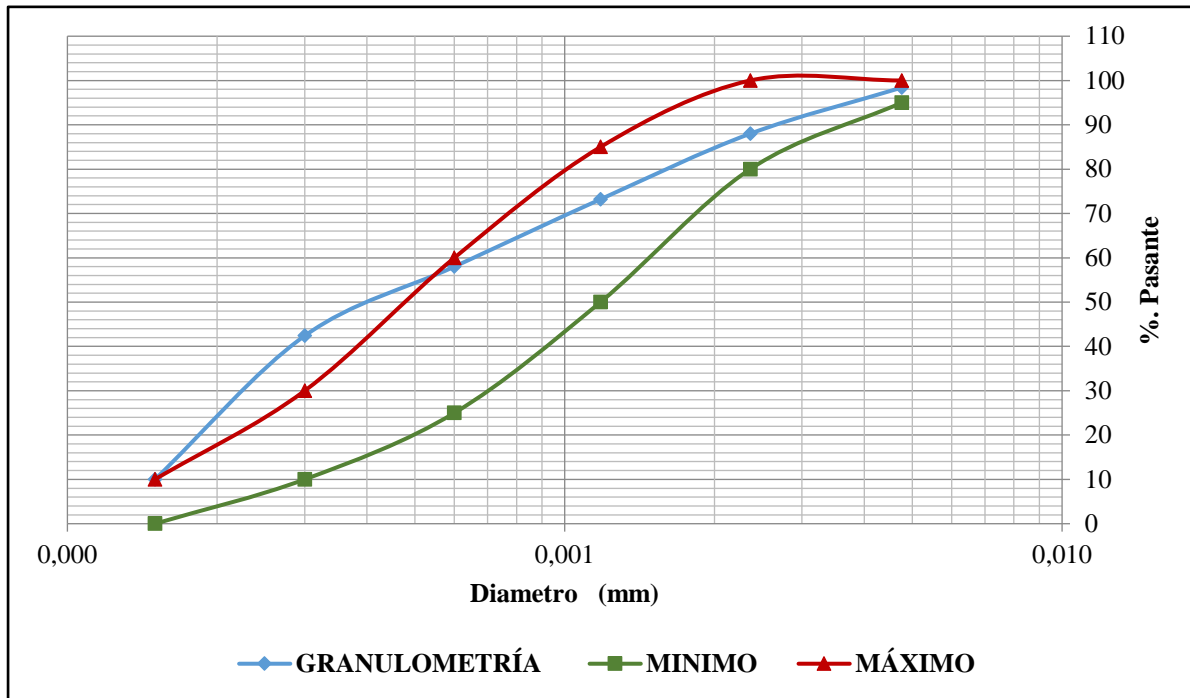


Figura 5. Curva granulométrica del agregado fino, en la figura se muestran tres curvas siendo la azul del agregado estudiado y la roja y azul los límites de la N. T.P. 400.037.

3.1.2. Agregado grueso

En la Tabla 9 se logra visualizar los resultados de los ensayos de caracterización del agregado grueso. Por otro lado, en la Tabla 10 se muestra el análisis granulométrico del agregado grueso y en la Figura 6 se muestra la curva granulométrica del agregado grueso con sus límites inferior y superior para cada abertura de tamiz.

Tabla 9. Principales características del agregado grueso.

Ensayo	Norma	Resultado	Rango Recomendable
Análisis granulométrico	NTP 400.012	TM 1” (25.4mm)	-
	NTP 400.037	TMN 3/4” (19.1mm)	Ver Tabla 10
Contenido de humedad (%)	NTP 339.185	0.3	-
Peso unitario suelto (kg/m³)	NTP 400.017	1,480	1,400 – 1,600
Peso unitario compactado (kg/m³)	NTP 400.017	1,620	1,500 – 1,700
Peso específico (kg/m³)	NTP 400.022	2,742	2,300 – 2,800
Absorción (%)	NTP 400.022	0.2	0.2 – 3.0

La presente tabla muestra el análisis granulométrico al que fue sometido el agregado grueso, con sus principales características para seguir un diseño A.C.I. 211.

Tabla 10. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso de la malla (gr)	Peso de la malla + muestra (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
2"	50.80	538	538	0	0	100
1 1/2"	38.20	566	566	0	0	100
1"	25.40	538	538	0	0	100
3/4"	19.00	548	2,168	81	81	19
1/2"	12.70	534	910	19	100	0
3/8"	9.53	524	526	0	100	0
# 4	4.75	514	514	0	100	0
fondo	-	442	444	0	100	0
				100		

La presente tabla muestra el análisis granulométrico al que fue sometido el agregado grueso teniendo como tamaño máximo y tamaño máximo nominal la malla de abertura 3/4”.

Tabla 11. Límites máximo y mínimo del huso granulométrico #5.

Tamiz	% Pasante Máximo	% Pasante Mínimo
2"	100	100
1 1/2"	100	100
1"	100	95
3/4"	55	20
1/2"	10	0
3/8"	5	0
#4	0	0

La presente tabla muestra los límites máximo y mínimo que debe de cumplir el agregado grueso para ser catalogado como del huso #5.

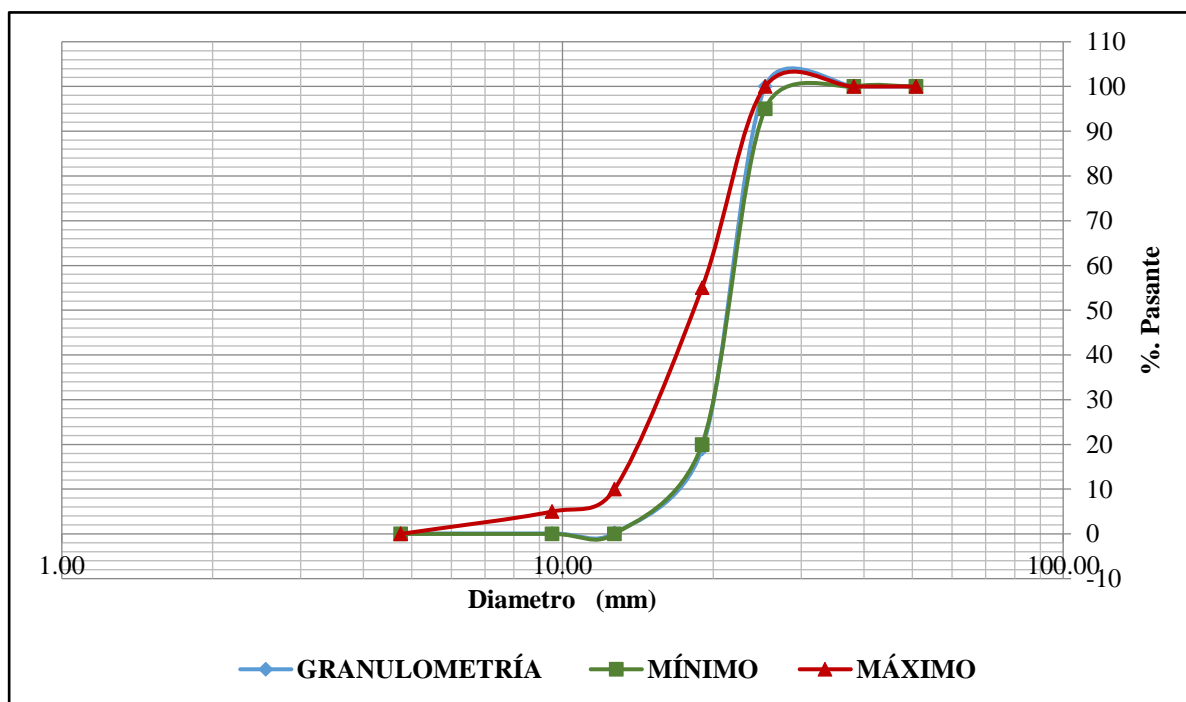


Figura 6. Curva granulométrica del agregado grueso, en la figura se muestran tres curvas siendo la azul del agregado estudiados y la roja y verde los límites del huso estándar para la elaboración de concreto.

3.2. Diseños de mezcla

Los diseños de mezcla se realizaron conforme al American Concrete Institute A.C.I. comité 211 y el método práctico de combinación de agregados, dando como resultados para cada mezcla patrón las siguientes cantidades de materiales:

Tabla 12. Diseño de mezcla patrón relación agua/cemento = 0.30.

Relación A/C= 0.30 - Mezcla Patrón			
Material	Peso húmedo por m³ (kg)	Porcentaje (%)	Volumen (m³)
Cemento Mochica tipo MS	730	30.91	0.2483
Agua	201	8.49	0.2190
Agregado Fino	617	26.12	0.2123
Agregado Grueso	806	34.14	0.2931
Aditivo Sika Viscoflow 4000	8.03	0.34	0.0073

La presente tabla muestra las cantidades de materiales a utilizar para la elaboración de un m³ de mezcla sin adición de micro sílice con la relación agua/cemento = 0.30.

Tabla 13. Diseño de mezcla patrón relación agua/cemento = 0.35.

Relación A/C= 0.35 - Mezcla Patrón			
Material	Peso húmedo por m³ (kg)	Porcentaje (%)	Volumen (m³)
Cemento Mochica tipo MS	626	26.55	0.2129
Agua	199	8.46	0.2191
Agregado Fino	661	28.04	0.2275
Agregado Grueso	864	36.66	0.3142
Aditivo Sika Viscoflow 4000	6.89	0.29	0.0063

La presente tabla muestra las cantidades de materiales a utilizar para la elaboración de un m³ de mezcla sin adición de micro sílice con la relación agua/cemento = 0.35.

Tabla 14. Diseño de mezcla patrón relación agua/cemento = 0.40.

Relación A/C= 0.40 - Mezcla Patrón			
Material	Peso húmedo por m³ (kg)	Porcentaje (%)	Volumen (m³)
Cemento Mochica tipo MS	548	23.28	0.1864
Agua	198	8.43	0.2192
Agregado Fino	694	29.48	0.2388
Agregado Grueso	907	38.54	0.3298
Aditivo Sika Viscoflow 4000	6.30	0.27	0.0057

La presente tabla muestra las cantidades de materiales a utilizar para la elaboración de un m³ de mezcla sin adición de micro sílice con la relación agua/cemento = 0.40.

3.3. Asentamiento del concreto en estado fresco (A.S.T.M. C – 134)

En la Tabla 15 se muestra el asentamiento del concreto en estado fresco según cada relación agua/cemento y para cada porcentaje de microsíllice añadida a la mezcla en reemplazo del material cementante.

Tabla 15. Asentamiento del concreto fresco.

ASENTAMIENTO (mm)			
% Microsíllice	Relación Agua/Cemento		
	0.30	0.35	0.40
0.0%	180	190	185
5.0%	190	180	190
7.5%	180	180	185
10.0%	165	185	180

En la tabla se muestran los asentamientos obtenidos para cada relación agua/cemento y porcentaje de adición de microsíllice.

3.4. Temperatura del concreto en estado fresco (A.S.T.M. C – 1064)

En la Tabla 16 se presenta un resumen de la temperatura promedio de cuatro tandas de concreto para cada relación agua/cemento y porcentaje de adición de microsilíce.

Tabla 16. Temperatura del concreto fresco.

TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)				
Relación A/C	Microsilíce (%)			
	0.0%	5.0%	7.5%	10.0%
0.30	26.0	27.0	27.0	26.0
0.35	27.0	25.0	26.0	24.0
0.40	27.0	25.0	24.0	23.0

En la tabla se muestran las temperaturas obtenidas para cada relación agua/cemento, así como cada porcentaje de adición de microsilíce.

3.5. Peso unitario del concreto en estado fresco (A.S.T.M. C – 138)

En la Tabla 17 se presenta el resumen del peso unitario promedio de cuatro tandas de concreto para cada relación agua/cemento y porcentaje de adición de microsilíce.

Tabla 17. Peso unitario del concreto en estado fresco.

PESO UNITARIO DEL CONCRETO (Kg/m³)				
Relación A/C	Microsilíce (%)			
	0.0%	5.0%	7.5%	10.0%
0.30	2,380	2,390	2,400	2,410
0.35	2,400	2,410	2,410	2,410
0.40	2,390	2,390	2,360	2,360

En la tabla se muestran los pesos unitarios obtenidas para cada relación agua/cemento, así como cada porcentaje de adición de microsilíce.

3.6. Resistencia a la compresión de testigos de concreto (A.S.T.M. C – 39)

En la Tabla 18 se presenta un resumen de las resistencias a la compresión promedio de los testigos de concreto para cada relación agua/cemento y porcentaje de microsíllice adicionada a 7; 28 y 63 días de edad.

Tabla 18. Resistencia a la compresión promedio.

		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)								
		0.30			0.35			0.40		
Relación A/C	Edad	7	28	63	7	28	63	7	28	63
% MICROSILICE	0.0%	498	616	644	477	562	567	398	503	512
	5.0%	523	660	659	506	582	611	448	551	534
	7.5%	551	701	686	510	590	692	465	534	557
	10.0%	558	704	693	500	588	626	443	521	573

En la tabla se muestran las resistencias a la compresión obtenidas de los testigos de concreto elaborados con las tres relaciones agua cemento utilizadas y con la adición de cada porcentaje de microsíllice; a edades de 7, 28 y 63 días.

3.7. Análisis de precios unitarios del concreto de alta resistencia por m³.

El análisis de los costos del concreto de alta resistencia se realizó para el elemento estructural vertical, columna, a partir de los diseños de mezcla y una investigación en las diversas canteras y ferreterías de la zona de Trujillo, los costos de los materiales son puesto en obra tomando como referencia la Universidad Privada del Norte sede San Isidro. En la Tabla 19 se muestra el costo en materiales de por m³ de cada relación agua/cemento utilizada, esta con sus respectivas adiciones de súper plastificante y microsíllice. Para un mayor detalle ver el Anexo 2.

Tabla 19. Costo por metro cubico de concreto adicionado.

COSTO POR M³ DE CONCRETO (S/.)				
		Patrón	Mejor % de adición de microsílíce	Diferencia
Relación A/C	0.30	S/. 613.71	S/. 760.39	S/. 146.68
	0.35	S/. 565.73	S/. 664.26	S/. 98.53
	0.40	S/. 531.00	S/. 614.82	S/. 83.82

En la tabla se muestran los precios de los materiales necesarios para elaborar un metro cubico para el vaciado de una columna de concreto armado.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIÓN

En la presente tesis se analiza y evalúa los resultados anteriormente obtenidos para determinar las principales propiedades en estado fresco y endurecido del concreto de alta resistencia, con el fin de determinar las mejoras que puede proporcionar la adición de microsíllice en mezclas de concretos de baja relación agua/cemento. Para ello, fue necesario realizar ensayos a la piedra de 3/4" y arena gruesa; posteriormente, se elaboró el diseño de mezcla del concreto a partir de su relación agua/cemento inicialmente establecido de 0.30, 0.35 y 0.40 basándose en el método del A.C.I. 211 y el método práctico de combinación de agregados.

Los ensayos que se realizaron en la investigación se basaron en la Norma Técnica Peruana para la verificación del cumplimiento de los requisitos mínimos de los agregados; por otro lado, para hallar la temperatura, peso unitario y resistencia a la compresión del concreto se utilizó la norma de la Sociedad Americana de Prueba de Materiales (A.S.T.M.).

4.1.1. Caracterización del agregado fino

Para realizar el diseño de mezcla del concreto de alta resistencia, es de vital importancia obtener las propiedades físicas de la arena gruesa que se utilizó durante el desarrollo de la tesis, las cuales se pueden visualizar en la Tabla 6. Aquí se puede observar que los datos se encuentran dentro de los rangos mínimos y máximos que establece la Norma Técnica Peruana, lo cual indica que la arena gruesa utilizada posee la calidad necesaria para una óptima dosificación del concreto.

En la Figura 5 se muestra la curva granulométrica del agregado fino. gracias a este ensayo se puede observar que la arena gruesa utilizada posee una óptima graduación de las partículas, ya que se encuentra dentro de los límites del porcentaje que pasa según la N.T.P 400.037, esto nos garantiza que la distribución de tamaños de las partículas cumple los requisitos y nos proporciona los datos necesarios para controlar el material. De esta manera nos aseguramos que el concreto no presente excesiva segregación o exudación. De no llegar a cumplir con los límites, la mezcla podría carecer de un correcto acomodo entre las partículas. Es posible llegar utilizar arena gruesa que no cumpla con los límites de la N.T.P., siempre y cuando se realicen previamente ensayos en los que se verifique la resistencia establecida en el diseño.

La Tabla 6 nos muestra que el módulo de finura del agregado fino utilizado es de 2.30, el cual está dentro del rango de 2.3 a 3.1, acorde a los requerimientos de la N.T.P. 400.037, por lo que se puede considerar óptimo para el empleo en la mezcla de concreto. Esta característica del agregado fino representa el tamaño promedio de las partículas, mientras menor sea este factor más fino será el agregado, produciendo una mayor superficie específica, haciendo que el concreto elaborado necesite de una mayor cantidad de agua para ser hidratado.

El contenido de humedad del agregado es un factor determinante para la elaboración del diseño de mezcla del concreto ya que es un dato clave para la corrección de la cantidad de agua destinada para el agregado en la elaboración del concreto. El contenido de humedad de la arena gruesa utilizada en esta tesis es de 4.24%.

Otro factor que interviene en la corrección de la cantidad de agua a utilizar en la mezcla es la absorción, según Mamluk & Zaniewski (2009) la cantidad de agua que absorbe el agregado es importante en el diseño de mezcla del concreto, ya que la humedad capturada en los huecos del agregado no estará disponible para mejorar la facilidad de trabajar el concreto en estado fresco ni para reaccionar químicamente con el cemento. En la Tabla 6 se observa que la absorción del agregado fino utilizado es de 1.36 %, el cual se encuentra entre el 0.2 % y 5.0 % que es el rango recomendado según Polanco (2012).

Por otra parte, Polanco (2012) recomienda que el peso unitario suelto esté entre 1300 kg/m^3 y 1800 kg/m^3 , mientras que para el peso unitario compactado este entre 1600 kg/m^3 y 1900 kg/m^3 . En el agregado fino utilizado en la presente tesis, el peso unitario suelto es de 1578 kg/m^3 mientras que el peso unitario compactado es de 1833 kg/m^3 , llegando a cumplir en ambos casos con los límites establecidos por la norma.

Finalmente, Polanco (2012) recomienda que el peso específico del agregado fino este entre 2500 kg/m^3 y 2900 kg/m^3 , el cual es un indicador de calidad del agregado, a mayor magnitud resulta un mejor comportamiento del material. De acuerdo a la Tabla 6 nuestro dato es 2788 kg/m^3 , el cual cumple con los parámetros recomendados.

4.1.2. Caracterización del agregado grueso

Para realizar el diseño de mezcla del concreto de alta resistencia, es de vital importancia obtener las propiedades físicas del agregado grueso que se utilizó durante el desarrollo de la tesis, las cuales se pueden visualizar en la Tabla 9. Aquí se puede observar que los datos se encuentran dentro de los rangos mínimos y máximos que establece la Norma Técnica Peruana, lo cual indica que

el agregado grueso utilizado posee la calidad necesaria para una óptima dosificación del concreto.

La Figura 6 nos permite observar la distribución de la totalidad de las partículas del agregado grueso utilizado para el diseño de mezcla y en el cual podemos corroborar que la curva granulométrica se encuentra dentro de los límites del huso 5 que establece la N.T.P. 400.037, el cual indica los requerimientos máximos y mínimos para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4". En caso no llegar a cumplir con los límites establecidos, la N.T.P. 400.037 permite el uso de estos materiales siempre y cuando existan estudios que aseguren que el material producirá un concreto con una resistencia requerida.

El tamaño de la piedra utilizada en un concreto de alta resistencia cumple un rol importante, esto debido a que, si el tamaño es menor, las partículas tienen un mejor acomodamiento en la mezcla, generando así una mayor ganancia de resistencia en el concreto. Es por ello que en la presente investigación se utilizó agregado grueso de 3/4", es decir de un Tamaño Máximo Nominal (TMN) de 3/4" y un Tamaño Máximo (TM) de 1", ya que se propone diseñar un concreto de alta resistencia que sea capaz de ser utilizado en elementos estructurales que estén sometidos a altas solicitudes de cargas.

Las propiedades del agregado grueso que determina, de cierta forma, la cantidad extra de agua en la mezcla del concreto a elaborar son el contenido de humedad y la absorción. En la Tabla 9 indica que el agregado grueso utilizado tiene un contenido de humedad de 0.33 % y una absorción de 0.16 %. Este dato nos hace saber que el material utilizado es relativamente seco y con una cantidad mínima de vacíos.

Según Huamaní (2016) recomienda que el peso específico del agregado grueso este entre los 2300 kg/m³ y 2800 kg/m³. En la Tabla 9 se observa que el peso específico del agregado grueso utilizado es de 2742 kg/m³, el cual se encuentra dentro de los rangos recomendados, por lo tanto, se puede considerar un material optimo la elaboración del diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia. Finalmente, Carrasco (2012) establece que los rangos recomendables del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso se encuentra entre 1400 kg/m³ a 1600 kg/m³ y 1500 kg/m³ a 1700 kg/m³ respectivamente. Este dato es de gran importancia para convertir el peso en volumen en el caso de los agregados. En la Tabla 9 podemos corroborar que el peso unitario suelto del agregado grueso utilizado es de 1484 kg/m³, mientras que el peso unitario compactado es de 1670 kg/m³, cumpliendo con los límites recomendables.

4.1.3. Diseño de mezcla

Se realizó distintos diseños de mezcla de un concreto de alta resistencia, a partir del interés de estudiar relaciones agua/cemento relativamente bajas tales como 0.30, 0.35 y 0.40, adicionándole a estas mezclas 5.0 %, 7.5 % y 10.0 % de microsíllice, basándonos en el método A.C.I. 211 y el método de combinación de agregados. A partir de estas dosificaciones se agregó a cada mezcla una cantidad variable de aditivo súper plastificante con el propósito de poder tener cada mezcla con un asentamiento que este entre 6” y 8”.

En esta investigación se usó el cemento portland Mochica Tipo MS de la empresa Cementos Pacasmayo S.A.A. el cual está elaborado bajo la Norma A.S.T.M. C1157, ya que según Ruiz & Vasallo (2018) este es de los cementos

más comercializado en la ciudad de Trujillo que le otorga mayor resistencia a la compresión al concreto.

En esta investigación se utilizó el producto Sika® Fume, el cual es un aditivo en polvo compuesto por microsílíce de alta calidad que no contiene cloruros y puede utilizarse en concretos en conjunto con un súper plastificante para obtener la fluidez necesaria para el concreto. Este aditivo ayuda a aumentar las resistencias mecánicas del concreto y su impermeabilidad, además, reduce la exudación de la mezcla en estado fresco.

Finalmente, con el fin de brindarle la fluidez requerida al concreto, se utilizó el producto Sika® Viscoflow-4000 el cual es un aditivo súper plastificante que sirve para incrementar la fluidez, retener la trabajabilidad por más tiempo y reducir el contenido de agua de amasado. A continuación, se mostrará el diseño de mezcla de los mejores porcentajes de microsílíce por relación agua cemento, esto mostrado en porcentajes del total de la cantidad de la mezcla.

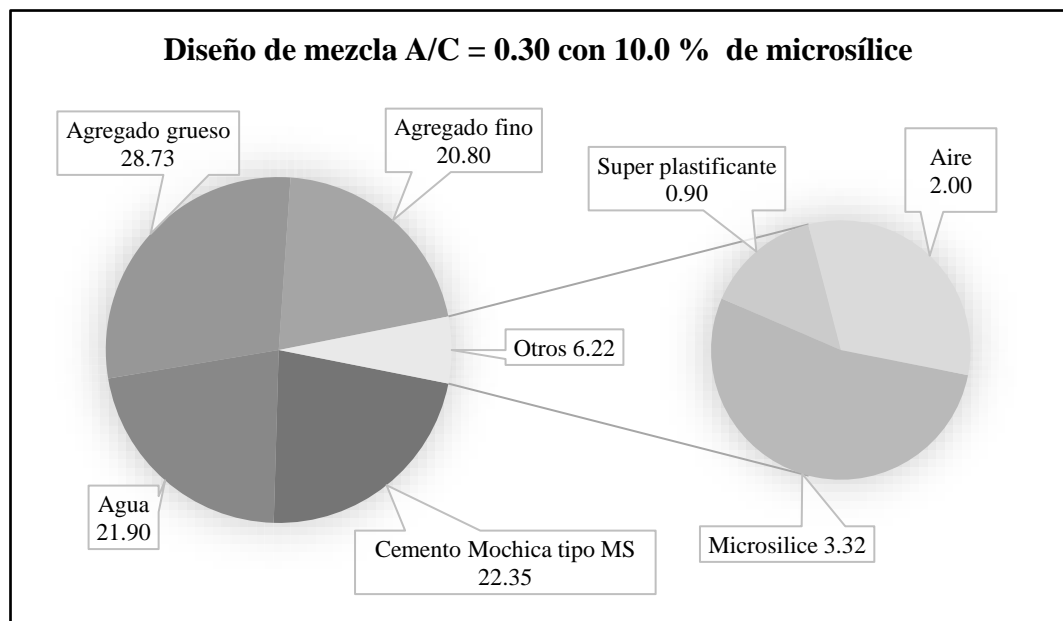


Figura 7. Diseño de mezcla A/C = 0.30 con 10.0 % de microsílíce, se muestra el diseño de mezcla del porcentaje de microsílíce con mayor incidencia en la resistencia a la compresión para esta relación agua/cemento.

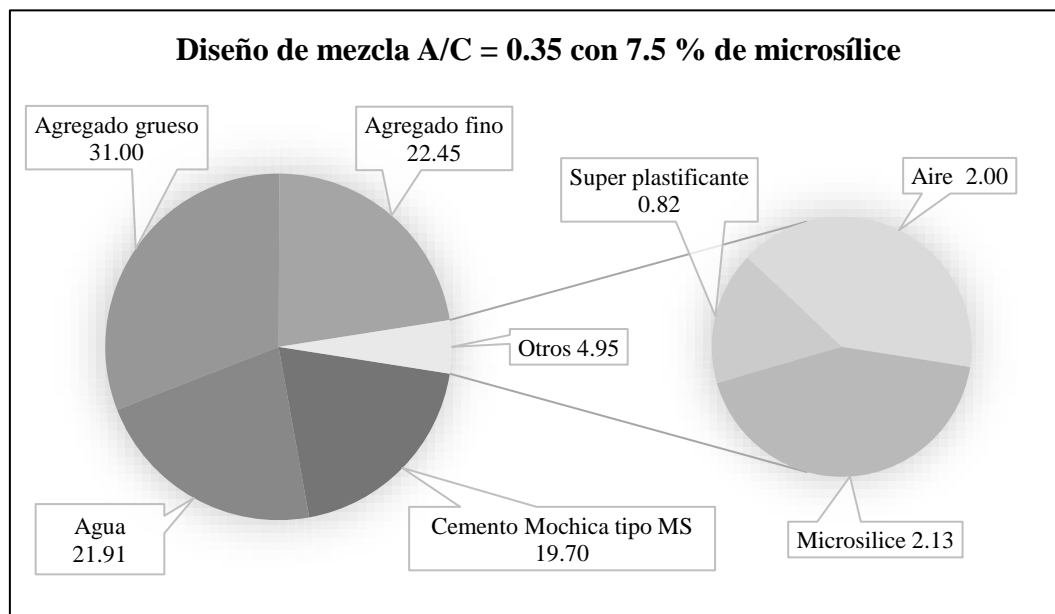


Figura 8. Diseño de mezcla A/C = 0.35 con 7.5 % de microsílíce, se muestra el diseño de mezcla del porcentaje de microsílíce con mayor incidencia en la resistencia a la compresión para esta relación agua/cemento.

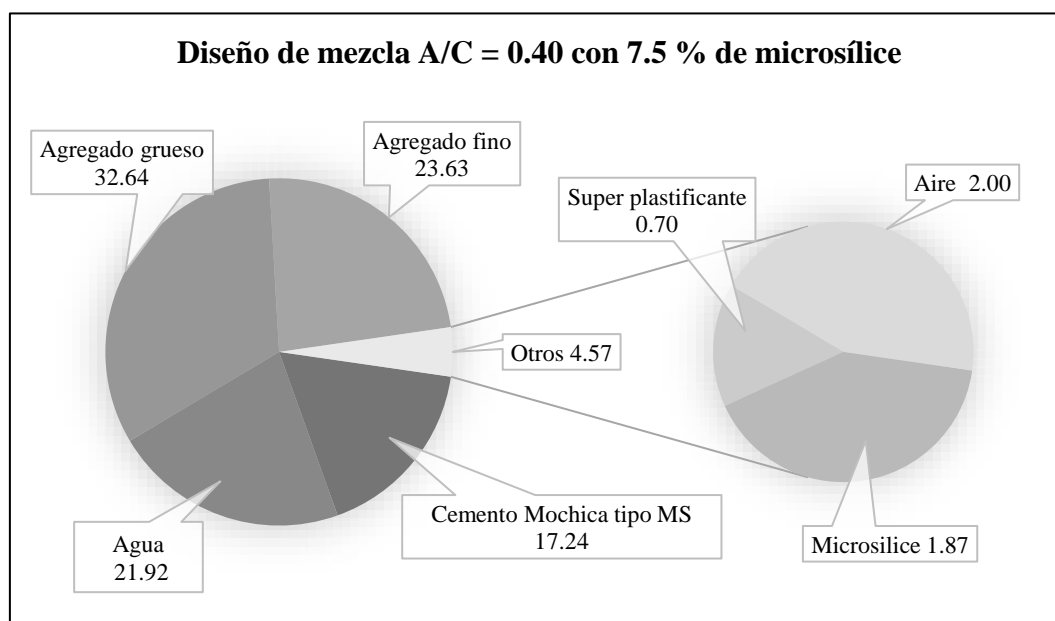


Figura 9. Diseño de mezcla A/C = 0.40 con 7.5 % de microsílíce, se muestra el diseño de mezcla del porcentaje de microsílíce con mayor incidencia en la resistencia a la compresión para esta relación agua/cemento.

4.1.4. Asentamiento del concreto en estado fresco

El asentamiento permite visualizar la uniformidad y fluidez de una mezcla; y con ello conocer la adaptabilidad al encofrado que lo va a contener. Esto hace indicar que, si en el ensayo de campo el asentamiento resulta ser menor al diseño, el concreto presentará mayor cantidad de vacíos y, por ende, se generará cangrejas; sin embargo, si en el ensayo de campo hace resulta ser mayor al de diseño, la mezcla se podría expandir con mayor velocidad en el elemento vaciado, provocando una falta de homogeneidad en todo el volumen del elemento.

En esta investigación se diseñó mezclas para un asentamiento que oscilen entre las 6” y 8”, pero debido a que las dosificaciones estudiadas son muy secas y la adición del microsíllice al concreto afectarían su fluidez, se optó por incorporar a los diseños de mezcla el aditivo súper plastificante Sika® Viscoflow-4000 con el fin de poder obtener el asentamiento de diseño.

En la Figura 10 se muestra los resultados obtenidos en el ensayo de asentamiento de los diseños de mezcla para las 3 relaciones agua/cemento (0.30, 0.35 y 0.40) con los diferentes porcentajes de microsíllice añadidos a la mezcla (0.0 %, 5.0%, 7.5 % y 10.0 % del peso del material cementante). Al cambiar el porcentaje de microsíllice en los diseños de mezcla el asentamiento vario debido a que este elemento necesita de una mayor cantidad de agua para ser hidratado, es por ello que para cada relación agua/cemento y para cada porcentaje de microsíllice adicionado se agregó una dosis diferente con el objetivo de poder llegar al asentamiento de diseño.

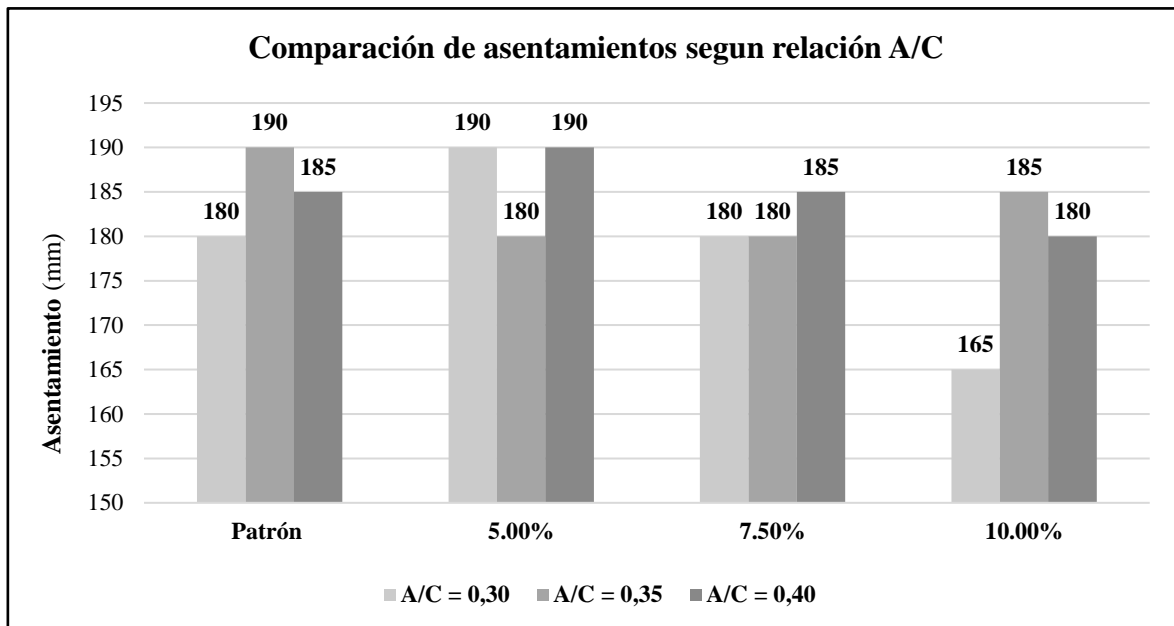


Figura 10. Comparación de los asentamientos obtenidos por relación A/C, la figura muestra los asentamientos obtenidos por cada relación agua/cemento y cada porcentaje de adición de microsilice, agrupándolas y comparándolas para su fácil análisis.

4.1.5. Temperatura del concreto fresco

Según Sánchez de Guzmán (2001) la temperatura del concreto fresco depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes. Las normas estipulan que una temperatura media de la mezcla de concreto fresco comprendida entre 10°C y 29 °C en climas cálidos; sin embargo, la máxima establecida es de 32 °C, debido a la velocidad de hidratación y endurecimiento del cemento, ya que a una mayor temperatura se produce una hidratación más rápida, pero menos eficiente.

En la Figura 11 se puede observar que la temperatura de los diferentes diseños de mezcla oscila entre 23° C y 27° C. La razón por la que estos valores son relativamente altos en comparación a otros tipos de concretos se debe a que para

el concreto de alta resistencia se requiere mayores cantidades de cementos, que al reaccionar con el agua de amasado hace que el calor de hidratación aumente.

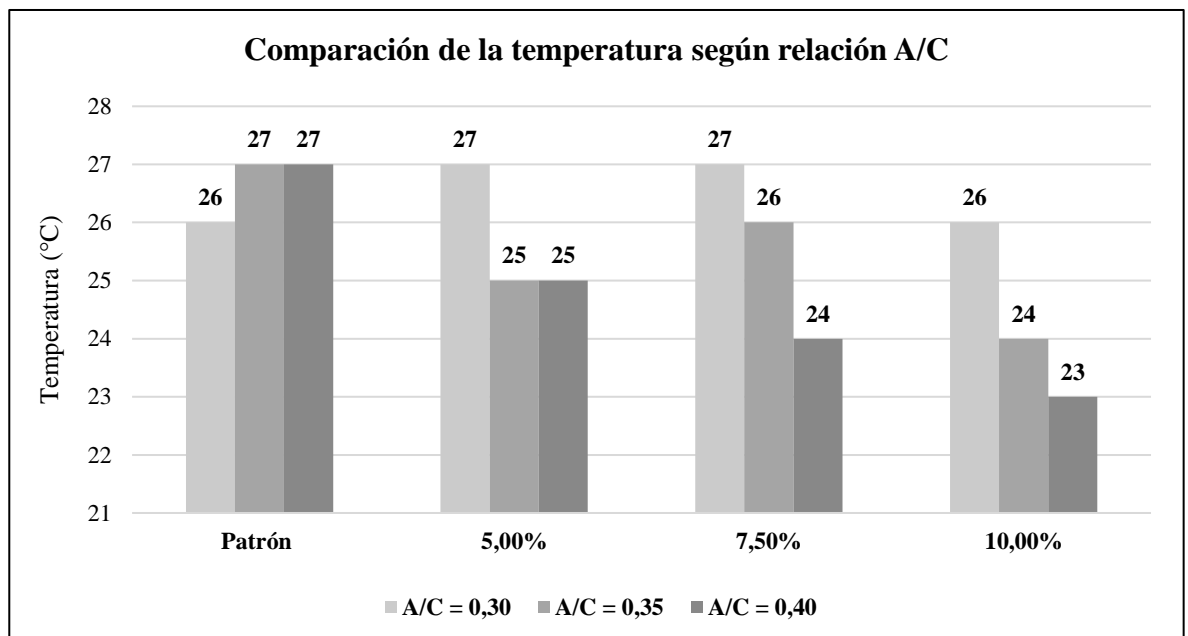


Figura 11. Comparación de las temperaturas obtenida por relación A/C, la figura muestra las temperaturas obtenidas por cada relación agua/cemento y cada porcentaje de adición de microsilice, agrupándolas y comparándolas para su fácil análisis.

4.1.6. Peso unitario del concreto fresco

Esta propiedad del concreto de factores como la cantidad y densidad del agregado utilizado, las cantidades de agua, cemento y aire atrapado empleados en la mezcla. Rodrich y Silva (2018), afirman que, al disminuir la cantidad de pasta de cemento, la mezcla necesitara mayor cantidad de agregados y por lo tanto, el peso unitario aumentara; contrariamente, si la cantidad de pasta cemento en la mezcla aumenta el peso unitario disminuirá.

El peso unitario es un factor muy importante de hallar, ya que, para el transporte y vaciado del concreto, esta propiedad determinará el peso que se tendrá en un volumen de concreto determinado.

En esta investigación, se analizó el peso unitario de las mezclas de concreto en estado fresco y se observó que la adición de 0 %, 5.0 %, 7.5 % y 10.0 % de microsilíce a las mezclas estudiadas de relación agua/cemento de 0.30, 0.35 y 0.40, a pesar que el peso unitario oscila entre los 2350 kg/m³ y 2450 kg/m³, no se podría llegar a catalogar como un concreto pesado, ya que este tipo de concreto su peso unitario oscila entre los 2800 kg/m³ y 6000 kg/m³.

En la Figura 12 se describe el peso unitario del concreto según la relación agua/cemento y el porcentaje de microsilíce reemplazado por el cemento. En este grafico se puede observar que la variación que le brinda el microsilíce a las diferentes mezclas no es muy relevante, ya que no se percibe un cambio brusco entre las dosificaciones, teniendo una diferencia de 55kg/m³ entre el mayor y el menor peso unitario registrado en el ensayo, la cual significa una variación del 2.27 %.

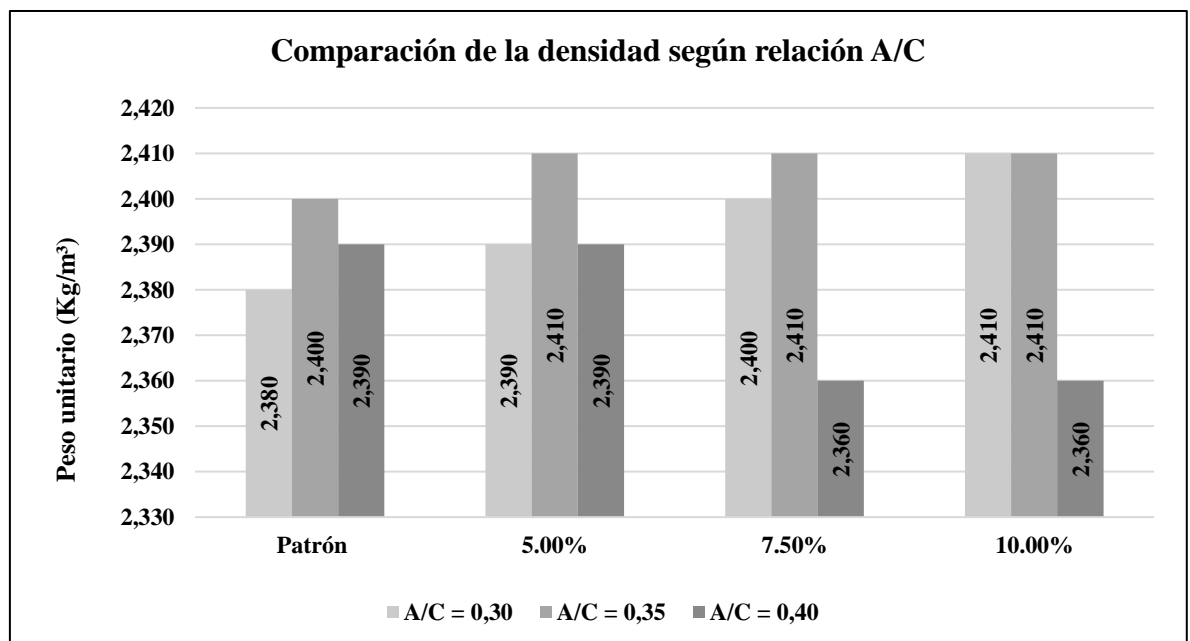


Figura 12. Comparación de los pesos unitarios por relación A/C, la figura muestra pesos unitarios obtenidos por cada relación agua/cemento y cada porcentaje de adición de microsilíce, agrupándolas y comparándolas para su fácil análisis.

4.1.7. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto

La resistencia a la compresión es la propiedad mecánica más importantes del concreto, el cual se obtiene de someter probetas cilíndricas a una carga sobre una de sus cargas. De acuerdo a los resultados de este ensayo se puede decidir en qué tipo de estructura puede ser utilizado el concreto, por lo cual, en esta investigación se buscará la dosificación ideal para obtener un concreto de alta resistencia, el cual debe cumplir con una resistencia mínima de 500 kg/cm². En la Tabla 18 se puede visualizar de manera resumida los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión; mientras que en el Anexo N° 1 podemos encontrar de manera más detallada toda la información necesaria de los resultados de cada probeta ensayada.

En las Figuras 13; 14 y 15 podemos observar la variación de la resistencia a la compresión conforme se va añadiendo microsíllice a la mezcla esto para cada una de las relaciones agua/cemento.

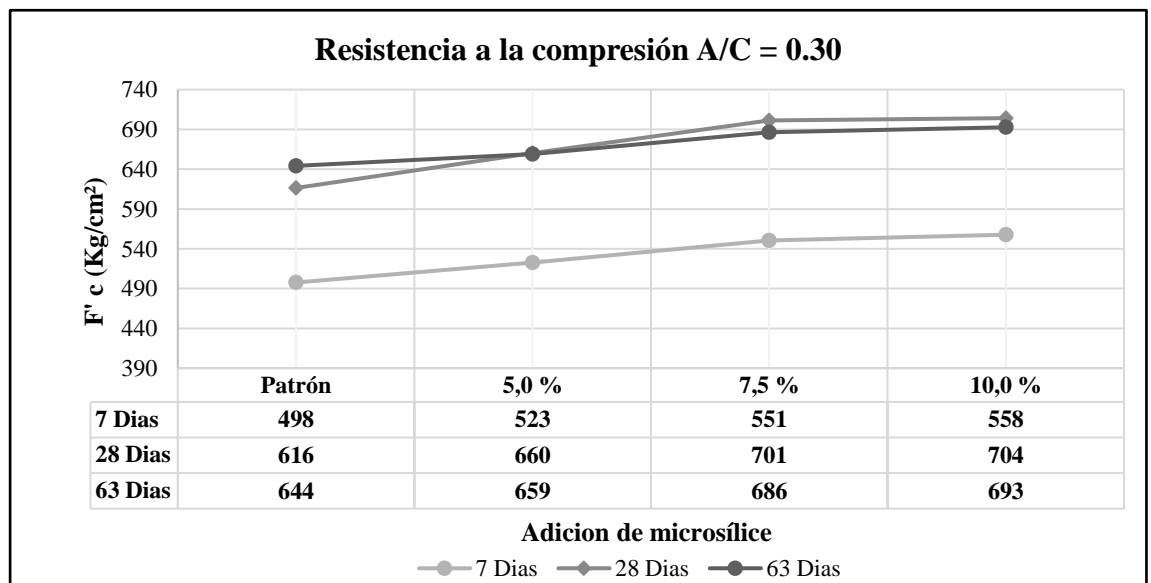


Figura 13. Resistencia a la compresión para la relación agua/cemento de 0.30, en la figura se muestra como la adición de microsíllice va variando la resistencia a la compresión del concreto esto para cada una de las edades estudiadas.

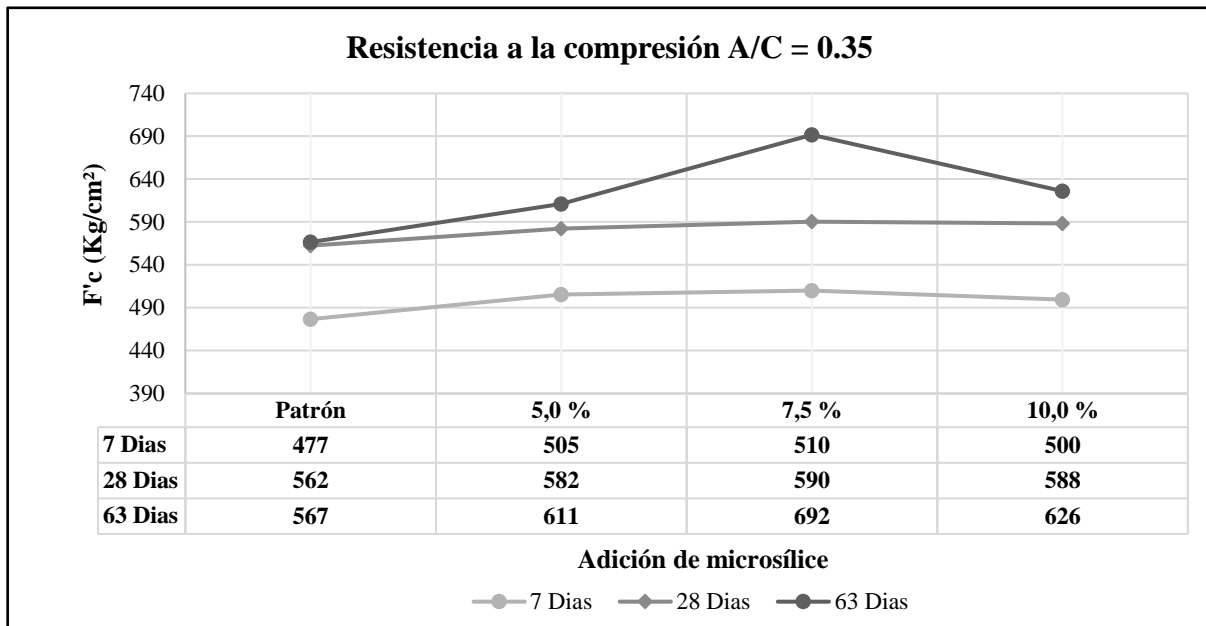


Figura 14. Resistencia a la compresión para la relación agua/cemento de 0.35, en la figura se muestra como la adición de microsilíce va variando la resistencia a la compresión del concreto esto para cada una de las edades estudiadas.

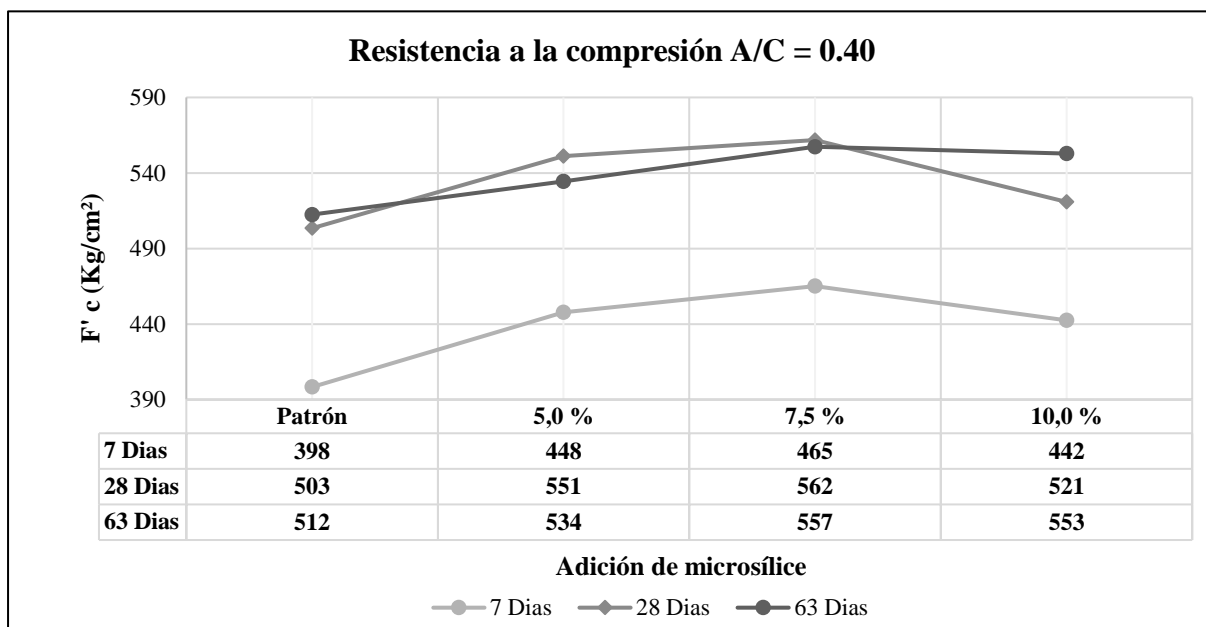


Figura 15. Resistencia a la compresión para la relación agua/cemento de 0.40, en la figura se muestra como la adición de microsilíce va variando la resistencia a la compresión del concreto esto para cada una de las edades estudiadas.

4.1.8. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el software IBM SPSS Statistics V.26, debido a que en los antecedentes se vio la necesidad de usar un software estadístico para la validación de las hipótesis. El cálculo estadístico se basó en el análisis de la varianza, el cual para su correcta aplicación tiene dos criterios que cumplir: La normalidad de la muestra, para este punto se usó el test de Shapiro - Wilk y la homogeneidad, para este punto se utilizó el test de Levene ambas pruebas idóneas para el tamaño y tipo de muestra que se tienen en la investigación. Otro punto importante en la validación de la hipótesis fue ver cuál era el porcentaje de microsíllice que más hacia ganar resistencia a la compresión a la mezcla, para esto una vez concluido el análisis de la varianza se realizó una prueba post – hoc de HSD Tukey. Finalmente, se trabajó con un nivel de confianza del 95 % (0.95) y un error del 5% (0.05).

A continuación, se muestran las figuras 16; 17; 18 y 19 obtenidas del programa IBM SPSS Statistics V.26 para cada una de las pruebas realizadas en la validación de las hipótesis.

Pruebas de normalidad							
RESISTENCIA	CONCRETOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Patrón	,146	10	,200 [*]	,949	10	,660
	Sika Fume al 5.0%	,229	10	,145	,902	10	,230
	Sika Fume al 7.5%	,192	10	,200 [*]	,907	10	,262
	Sika Fume al 10.0%	,130	10	,200 [*]	,966	10	,856

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 16. Prueba de normalidad IBM SPSS Statistics V.26. La columna Sig. de la prueba de Shapiro-Wilk debe ser mayor que el error con el que se trabaja en este caso un error de 5.0 % o 0.05 como lo toma el software.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA	Se basa en la media	,349	3	36	,790
	Se basa en la mediana	,371	3	36	,775
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,371	3	32,390	,775
	Se basa en la media recortada	,352	3	36	,788

Figura 17. Prueba de homogeneidad de la varianza IBM SPSS Statistics V.26. La columna Sig. y la fila ‘Se basa en la media’ la más importante teniendo que ser mayor que el error de 0.05 para aceptar la hipótesis de que todas las varianzas son iguales.

RESISTENCIA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	22658,525	3	7552,842	10,176	,000
Dentro de grupos	26720,335	36	742,232		
Total	49378,860	39			

Figura 18. Análisis de la varianza IBM SPSS Statistics V.26. La columna Sig. y la fila ‘Entre grupos’ la más importante teniendo que ser menor que el error de 0.05 para rechazar la hipótesis nula de no variación de la resistencia a la compresión.

HSD Tukey ^a				
CONCRETOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Patrón	10	497,670		
Sika Fume al 5.0%	10	522,810	522,810	
Sika Fume al 7.5%	10		550,520	550,520
Sika Fume al 10.0%	10			557,690
Sig.		,185	,123	,935

Figura 19. Prueba de HSD Tukey IBM SPSS Statistics V.26. La muestra que se encuentre más abajo y que este más a la derecha es la que tiene mayor diferencia de resistencia con la mezcla patrón.

4.2. CONCLUSIONES

- La microsíllice influye directamente en la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 a edades de 7: 28 y 63 días.
- El mejor porcentaje de adición de microsíllice para la relación agua/cemento de 0.30 es el 10.0 %, ya que con el este porcentaje se obtuvieron ganancias del 12.06 % a la edad de 7 días, del 14.22 % a la edad de 28 días y 7.52 % a la edad de 63 días.
- El mejor porcentaje de adición de microsíllice para la relación agua/cemento de 0.35 es el 7.5 %, ya que con el este porcentaje se obtuvieron ganancias del 6.99 % a la edad de 7 días, del 4.97 % a la edad de 28 días y 22.09 % a la edad de 63 días.
- El mejor porcentaje de adición de microsíllice para la relación agua/cemento de 0.40 es el 7.5 %, ya que con el este porcentaje se obtuvieron ganancias del 16.78 % a la edad de 7 días, del 11.60 % a la edad de 28 días y 8.77 % a la edad de 63 días.
- Se desarrolló el diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia con adición de microsíllice, mediante el método del A.C.I. 211 y la combinación de agregados método práctico.
- El concreto con relación agua/cemento de 0.30 con 10.0 % de adición de microsíllice aumento de costo un 23.90 % significando pasar de costar el m³ de mezcla patrón de S/. 613.71 a costar el m³ de concreto adicionado S/. 761.39.
- El concreto con relación agua/cemento de 0.35 con 7.5 % de adición de microsíllice aumento de costo un 17.42 % significando pasar de costar el m³ de mezcla patrón de S/. 565.73 a costar el m³ de concreto adicionado S/. 664.26.
- El concreto con relación agua/cemento de 0.40 con 7.5 % de adición de microsíllice aumento de costo un 15.79 % significando pasar de costar el m³ de mezcla patrón de S/. 531.00 a costar el m³ de concreto adicionado S/. 614.82.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para futuros estudios realizar el ensayo del tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión a edades tempranas de este tipo de concretos y la influencia que podría tener el uso del concreto de alta resistencia en diferentes estructuras.
- Se recomienda utilizar diferentes relaciones agua/cemento para observar cómo es que varía la resistencia a la compresión de concretos adicionados con microsíllice con relaciones agua/cemento más bajas o más altas.
- Se recomienda realizar concretos de alta resistencia en temperaturas ambientales diferentes para determinar la incidencia de la temperatura en el concreto.
- Se recomienda realizar investigaciones con otros tipos de cementos, marcas de aditivos y diferentes diseños de mezcla.

REFERENCIAS

- American Concrete Institute - ACI. (2002). *Práctica Estandar para Seleccionar el Proporcionamiento de Concreto de Peso Normal, Pesado y Masivo*. Estados Unidos.
- American Society for Testing and Materials. (s.f.). *ASTM C1064: Ensayo para determinar la Temperatura de mezcla de Concreto*. Estados Unidos.
- American Society for Testing and Materials. (s.f.). *ASTM C134: Ensayo de Asentamiento del Concreto en Estado Fresco*. Estados Unidos.
- American Society for Testing and Materials. (s.f.). *ASTM C138: Ensayo para determinar el Peso Unitario del Concreto*. Estados Unidos.
- American Society for Testing and Materials. (s.f.). *ASTM C31: Preparación y curado de Probetas de Concreto*. Estados Unidos.605
- American Society for Testing and Materials. (s.f.). *ASTM C39: Resistencia a la Compresión de Probetas cilíndricas de Concreto*. Estados Unidos.
- Carrasco, F. (2012). *Tecnología del Hormigón*. Argentina.
- Castro Pacheco, J. A., & Vera Castillo, M. J. (2017). *Influencia de las características de los agregados de las canteras del sector El Milagro - Huanchaco en un diseño de mezcla de concreto, Trujillo 2017*. Trujillo.
- Cementos Pacasmayo S.A.A. (2018). *Resultados del primer trimestre 2018*. Lima.
- Chavarry Boy, G. (2018). *Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepen*. Chiclayo.
- Chiluisa Serrano, J. R. (2014). *Hormigones de alta resistencia ($f'c=50\text{MPa}$) utilizando agregados del sector de pifo y cemento armado Especial-Lafarge*. Quito.

- Escobedo Portal, G. (2014). *Incidencia de la nanosilice en la resistencia mecánica de un concreto de alta resistencia con cemento Portland Tipo I*. Cajamarca.
- Espinoza Montenegro, A. A. (2010). *Estudio de dosificación de hormigón de ultra alta resistencia, basado en el empaquetamiento de los áridos*. Madrid.
- Fernández Cánovas, M. (2011). *Hormigón*. España: Colegio de ingenieros e Caminos, Canales y Puertos.
- Galeote Moreno, E. (2012). *Influencia de la nanosilice sobre las características de un microhormigón de ultra alta resistencia*. Barcelona.
- Guevara Fallas, G., Hidalgo Madrigal, C., Pizarro Garcia, M., Rodríguez Valenciano, I., Rojas Vega, L., & Segura Guzman, G. (2012). Efecto de la variación Agua/cemento en el concreto. *Tecnología en Marcha*, 80-86.
- Huamaní Mena, E. (2016). *Peso Específico*.
- Huarcaya, G. C. (2014). *Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional Sikament 290N y aditivo superplastificante de alto desempeño Sika Viscoflow 20E*. Lima.
- Huincho Salvatierra, E. (2011). *Concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante, microsíllice y nanosíllice con cemento Portland Tipo I*. Lima.
- Instituto Americano del Concreto. (2015). *Guía del contratista para la construcción en concreto de calidad*. Lima.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2000). *El concreto de alta resistencia en la edificación. Construcción y tecnología*.
- Mamlouk, M., & Zaniewski, J. (2009). *Materiales para Ingeniería civil*. Madrid.

- Martínez, M., Armijos, V., Valarezo, M., & Luzuriaga, J. (2006). *Influencia del porcentaje de aditivo superplastificante en hormigones de alta resistencia*. Porlamar.
- Materials, A. S. (2009). *ASTM C138: Ensayo para determinar el Peso Unitario del concreto*. Estados Unidos.
- Mendoza Jicaro, J. V. (2017). *Influencia del porcentaje, tipo y dosificación de microsilíce en la resistencia a la compresión y capilaridad en morteros elaborados con cemento tipo V, Trujillo 2017*. Trujillo.
- Molina Segura, C. J., & Saldaña Pacheco, S. O. (2014). *Influencia del aditivo hiperplastificante Plastol 200EXT en las propiedades del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido*. Trujillo.
- Norma Técnica Peruana. (2011). *NTP 400.017: Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino y Grueso*. Lima.
- Norma Técnica Peruana. (2013). *NTP 339.185: Determinación del Contenido de Humedad del Agregado Grueso y Fino*. Lima.
- Norma Técnica Peruana. (2013). *NTP 400.012: Ensayo Granulométrico del Agregado Fino*. Lima.
- Norma Técnica Peruana. (2013). *NTP 400.017: Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino*. Lima.
- Norma Técnica Peruana. (2013). *NTP 400.021: Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso*. Lima.
- Polanco Rodríguez, A. (2012). *Manual de prácticas de laboratorio de concreto*.
- Portugal Barriga, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Arequipa.

Reina Cardoza, J. C., Sanchez 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.

Rodrich Guevara, S. R., & Silva Ocas, J. C. (2018). *Influencia del agregado de concreto recicladosobre las propiedades mecanicas en un concreto convencional, Trujillo 2018*. Trujillo.

Ruiz Uceda, R. F., & Vasallo Barrios, M. (2018). *Estudio de las propiedades físicas y mecanicas de los concretos elaborados con cemento ICO, MS y UG, Trujillo 2018*. Trujillo.

Sánchez de Guzman, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogotá: Bhandar.

Sánchez Stasiw, C. (2008). *Estudio experimental del empleo de diatomita en la producción de concreto de alto desempeño*. Lima.

Sika Peru S.A.C.. (2016). Aditivos para concreto. *Concreto*, 10-13.

Veliz Barreto, A. M., & Vasquez Llerena, J. L. (2018). *Obtención de concreto ligero estructural mediante el uso de aditivos*. Arequipa.

ANEXOS

1. Guías de observación

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 13 al 20 de Noviembre del 2018

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

AGREGADO FINO (A.F)

Contenido de humedad

	A.F -1	A.F-2	A.F-3
Peso natural de la muestra (gr)	1,000.0	1,004.0	1,000.9
Peso de la muestra seca (gr)	961.4	965.3	962.3

Peso específico

	A.F - 1
Peso de la fiola+agua+mezcla (gr)	972.3
Peso de la fiola+agua (gr)	658.3
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	500.1
Peso de la muestra seca (gr)	493.4

Absorción

	A.F -
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	500.1
Peso de la muestra seca (gr)	493.4

Peso unitario suelto

	A.F -1	A.F - 2	A.F - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	14.32	14.74	14.53

Peso unitario compactado

	A.F -1	A.F - 2	A.F - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	16.48	16.24	16.28

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsílíce sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 13 al 20 de Noviembre del 2018

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

AGREGADO GRUESO (A.G)

Contenido de humedad

	A.G -1	A.G -2	A.G -3
Peso natural de la muestra (gr)	3,000.0	3002.0	3000.5
Peso de la muestra seca (gr)	2,990.0	2,992.0	2,990.5

Peso especifico

	A.G -1
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	2,003.3
Peso de la muestra seca (gr)	2,000.0
Peso de la muestra sumergida (gr)	1,274.0

Absorción

	A.G -1
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	1,001.7
Peso de la muestra seca (gr)	1,000.0

Peso unitario suelto

	A.G -1	A.G -2	A.G -3
Volumen de la tara (m ³)	0.0142		
Peso de la tara (kg)	5.52	5.52	5.52
Peso del agregado + tara (kg)	26.53	26.73	26.32

Peso unitario compactado

	A.G -1	A.G -2	A.G -3
Volumen de la tara (m ³)	0.0142		
Peso de la tara (kg)	5.52	5.52	5.52
Peso del agregado + tara (kg)	28.39	28.46	28.48

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsílíce sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 13 al 20 de Noviembre del 2018

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

AGREGADO GRUESO (A.G)

Análisis granulométrico

Tamiz	Abertura (mm)	Peso de la malla (gr)	P. malla + muestra (gr)
2"	50.80	538.0	538.0
1 1/2"	38.20	566.0	566.0
1"	25.40	538.0	538.0
3/4"	19.00	548.0	2,168.0
1/2"	12.70	534.0	910.0
3/8"	9.53	524.0	526.0
# 4	4.75	514.0	514.0
fondo	-	442.0	444.0

AGREGADO FINO (A.F)

Análisis granulométrico

Tamiz	Abertura (mm)	Peso de la malla (gr)	P. malla + muestra (gr)
#4	4.760	510.0	526.0
#8	2.360	478.0	582.0
#16	1.180	412.0	560.0
#30	0.600	382.0	534.0
#50	0.300	344.0	500.0
#100	0.150	330.0	654.0
#200	0.075	380.0	460.0
fondo	-	442.0	462.0

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsílíce sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: 12 de Febrero y 14 de Febrero del 2019

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO - A/C = 0.30, PATRÓN

Asentamiento

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	178	186	170

Temperatura

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	25.0	27.0	25.0

Peso unitario

	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	20.274	20.272	20.273

Elaboración de testigos

Edades	7 días	28 días	63 días
CÓDIGOS	0.30P - 7D -1	0.30P - 28D -1	0.30P - 63D -1
	0.30P - 7D -2	0.30P - 28D -2	0.30P - 63D -2
	0.30P - 7D -3	0.30P - 28D -3	0.30P - 63D -3
	0.30P - 7D -4	0.30P - 28D -4	0.30P - 63D -4
	0.30P - 7D -5	0.30P - 28D -5	0.30P - 63D -5
	0.30P - 7D -6	0.30P - 28D -6	0.30P - 63D -6
	0.30P - 7D -7	0.30P - 28D -7	0.30P - 63D -7
	0.30P - 7D -8	0.30P - 28D -8	0.30P - 63D -8
	0.30P - 7D -9	0.30P - 28D -9	0.30P - 63D -9
	0.30P - 7D -10	0.30P - 28D -10	0.30P - 63D -10
Fecha de ensayo	19/02/2019	14/03/2019	18/04/2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 19 al 21 de Febrero del 2019

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO - A/C = 0.30 CON 5.0 % DE MICROSÍLICE

Asentamiento

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	196.0	194.0	184.0

Temperatura

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	27.0	27.0	27.0

Peso unitario

	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	20.300	20.294	20.296

Elaboración de testigos

Edades	7 días	28 días	63 días
CÓDIGOS	MS1 - 7D -1	MS1 - 28D -1	MS1 - 63D -1
	MS1 - 7D -2	MS1 - 28D -2	MS1 - 63D -2
	MS1 - 7D -3	MS1 - 28D -3	MS1 - 63D -3
	MS1 - 7D -4	MS1 - 28D -4	MS1 - 63D -4
	MS1 - 7D -5	MS1 - 28D -5	MS1 - 63D -5
	MS1 - 7D -6	MS1 - 28D -6	MS1 - 63D -6
	MS1 - 7D -7	MS1 - 28D -7	MS1 - 63D -7
	MS1 - 7D -8	MS1 - 28D -8	MS1 - 63D -8
	MS1 - 7D -9	MS1 - 28D -9	MS1 - 63D -9
	MS1 - 7D -10	MS1 - 28D -10	MS1 - 63D -10
Fecha de ensayo	26/02/2019	21/03/2019	24/04/2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 19 al 21 de Febrero del 2019

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO - A/C = 0.30 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE

Asentamiento

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	182.0	178.0	174.0

Temperatura

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	28.0	27.0	25.0

Peso unitario

	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	20.264	20.542	20.485

Elaboración de testigos

Edades	7 días	28 días	63 días
CÓDIGOS	MS2 - 7D -1	MS2 - 28D -1	MS2 - 63D -1
	MS2 - 7D -2	MS2 - 28D -2	MS2 - 63D -2
	MS2 - 7D -3	MS2 - 28D -3	MS2 - 63D -3
	MS2 - 7D -4	MS2 - 28D -4	MS2 - 63D -4
	MS2 - 7D -5	MS2 - 28D -5	MS2 - 63D -5
	MS2 - 7D -6	MS2 - 28D -6	MS2 - 63D -6
	MS2 - 7D -7	MS2 - 28D -7	MS2 - 63D -7
	MS2 - 7D -8	MS2 - 28D -8	MS2 - 63D -8
	MS2 - 7D -9	MS2 - 28D -9	MS2 - 63D -9

	MS2 - 7D -10	MS2 - 28D -10	MS2 - 63D -10
Fecha de ensayo	26/02/2019	21/03/2019	24/04/2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 19 al 21 de Febrero del 2019

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO - A/C = 0.30 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE

Asentamiento

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	170.0	165.0	160.0

Temperatura

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	26.0	27.0	26.0

Peso unitario

	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	20.474	20.451	20.521

Elaboración de testigos

Edades	7 días	28 días	63 días
CÓDIGOS	MS3 - 7D -1	MS3 - 28D -1	MS3 - 63D -1
	MS3 - 7D -2	MS3 - 28D -2	MS3 - 63D -2
	MS3 - 7D -3	MS3 - 28D -3	MS3 - 63D -3
	MS3 - 7D -4	MS3 - 28D -4	MS3 - 63D -4
	MS3 - 7D -5	MS3 - 28D -5	MS3 - 63D -5
	MS3 - 7D -6	MS3 - 28D -6	MS3 - 63D -6
	MS3 - 7D -7	MS3 - 28D -7	MS3 - 63D -7

	MS3 - 7D -8	MS3 - 28D -8	MS3 - 63D -8
	MS3 - 7D -9	MS3 - 28D -9	MS3 - 63D -9
	MS3 - 7D -10	MS3 - 28D -10	MS3 - 63D -10
Fecha de ensayo	26/02/2019	21/03/2019	24/04/2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsílíce sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 12 al 14 de Febrero del 2019

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO - A/C = 0.35, PATRÓN

Asentamiento

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	196.0	186.0	191.0

Temperatura

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	27.0	27.0	27.0

Peso unitario

	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	20.330	20.512	20.4

Elaboración de testigos

Edades	7 días	28 días	63 días
CÓDIGOS	0.35P - 7D -1	0.35P - 28D -1	0.35P - 63D -1
	0.35P - 7D -2	0.35P - 28D -2	0.35P - 63D -2
	0.35P - 7D -3	0.35P - 28D -3	0.35P - 63D -3
	0.35P - 7D -4	0.35P - 28D -4	0.35P - 63D -4
	0.35P - 7D -5	0.35P - 28D -5	0.35P - 63D -5

	0.35P - 7D -6	0.35P - 28D -6	0.35P - 63D -6
	0.35P - 7D -7	0.35P - 28D -7	0.35P - 63D -7
	0.35P - 7D -8	0.35P - 28D -8	0.35P - 63D -8
	0.35P - 7D -9	0.35P - 28D -9	0.35P - 63D -9
	0.35P - 7D -10	0.35P - 28D -10	0.35P - 63D -10
Fecha de ensayo	21/02/2019	13/03/2019	15/04/2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 26 al 28 de Febrero del 2019

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO - A/C = 0.35 CON 5.0 % DE MICROSÍLICE

Asentamiento

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	186.0	178.0	170.0

Temperatura

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	25.0	24.0	25.0

Peso unitario

	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	20.354	20.576	20.42

Elaboración de testigos

Edades	7 días	28 días	63 días
CÓDIG OS	MS4 - 7D -1	MS4 - 28D -1	MS4 - 63D -1
	MS4 - 7D -2	MS4 - 28D -2	MS4 - 63D -2
	MS4 - 7D -3	MS4 - 28D -3	MS4 - 63D -3

	MS4 - 7D -4	MS4 - 28D -4	MS4 - 63D -4
	MS4 - 7D -5	MS4 - 28D -5	MS4 - 63D -5
	MS4 - 7D -6	MS4 - 28D -6	MS4 - 63D -6
	MS4 - 7D -7	MS4 - 28D -7	MS4 - 63D -7
	MS4 - 7D -8	MS4 - 28D -8	MS4 - 63D -8
	MS4 - 7D -9	MS4 - 28D -9	MS4 - 63D -9
	MS4 - 7D -10	MS4 - 28D -10	MS4 - 63D -10
Fecha de ensayo	5/03/2019	27/03/2019	30/04/2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 26 al 28 de Febrero del 2019

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO - A/C = 0.35 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE

Asentamiento

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	190.0	178.0	166.0

Temperatura

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	26.0	26.0	26.0

Peso unitario

	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	20.548	20.325	20.495

Elaboración de testigos

Edades	7 días	28 días	63 días
U O A - U O S	MS5 - 7D -1	MS5 - 28D -1	MS5 - 63D -1

	MS5 - 7D -2	MS5 - 28D -2	MS5 - 63D -2
	MS5 - 7D -3	MS5 - 28D -3	MS5 - 63D -3
	MS5 - 7D -4	MS5 - 28D -4	MS5 - 63D -4
	MS5 - 7D -5	MS5 - 28D -5	MS5 - 63D -5
	MS5 - 7D -6	MS5 - 28D -6	MS5 - 63D -6
	MS5 - 7D -7	MS5 - 28D -7	MS5 - 63D -7
	MS5 - 7D -8	MS5 - 28D -8	MS5 - 63D -8
	MS5 - 7D -9	MS5 - 28D -9	MS5 - 63D -9
	MS5 - 7D -10	MS5 - 28D -10	MS5 - 63D -10
Fecha de ensayo	5/03/2019	27/03/2019	30/04/2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsílíce sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 26 al 28 de Febrero del 2019

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO - A/C = 0.35 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE

Asentamiento

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	190.0	185.0	181.0

Temperatura

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	23.0	24.0	24.0

Peso unitario

	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	20.470	20.402	20.590

Elaboración de testigos

Edades	7 días	28 días	63 días
CÓDIGOS	MS6 - 7D -1	MS6 - 28D -1	MS6 - 63D -1
	MS6 - 7D -2	MS6 - 28D -2	MS6 - 63D -2
	MS6 - 7D -3	MS6 - 28D -3	MS6 - 63D -3
	MS6 - 7D -4	MS6 - 28D -4	MS6 - 63D -4
	MS6 - 7D -5	MS6 - 28D -5	MS6 - 63D -5
	MS6 - 7D -6	MS6 - 28D -6	MS6 - 63D -6
	MS6 - 7D -7	MS6 - 28D -7	MS6 - 63D -7
	MS6 - 7D -8	MS6 - 28D -8	MS6 - 63D -8
	MS6 - 7D -9	MS6 - 28D -9	MS6 - 63D -9
	MS6 - 7D -10	MS6 - 28D -10	MS6 - 63D -10
Fecha de ensayo	5/03/2019	27/03/2019	30/04/2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsílíce sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 8 al 10 de Mayo del 2019

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO - A/C = 0.40, PATRÓN

Asentamiento

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	192.0	184.0	176.0

Temperatura

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	26.0	27.0	27.0

Peso unitario

	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	20.342	20.285	20.450

Elaboración de testigos

Edades	7 días	28 días	63 días
CÓDIGOS	0.40P - 7D -1	0.40P - 28D -1	0.40P - 63D -1
	0.40P - 7D -2	0.40P - 28D -2	0.40P - 63D -2
	0.40P - 7D -3	0.40P - 28D -3	0.40P - 63D -3
	0.40P - 7D -4	0.40P - 28D -4	0.40P - 63D -4
	0.40P - 7D -5	0.40P - 28D -5	0.40P - 63D -5
	0.40P - 7D -6	0.40P - 28D -6	0.40P - 63D -6
	0.40P - 7D -7	0.40P - 28D -7	0.40P - 63D -7
	0.40P - 7D -8	0.40P - 28D -8	0.40P - 63D -8
	0.40P - 7D -9	0.40P - 28D -9	0.40P - 63D -9
	0.40P - 7D -10	0.40P - 28D -10	0.40P - 63D -10
Fecha de ensayo	17/05/2019	6/06/2019	10/07/2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 8 al 10 de Mayo del 2019

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO - A/C = 0.40 CON 5.0 % DE MICROSÍLICE

Asentamiento

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	187.0	191.0	195.0

Temperatura

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	25.0	26.0	25.0

Peso unitario

	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36

Peso del agregado + tara (kg)	20.322	20.265	20.301
-------------------------------	--------	--------	--------

Elaboración de testigos

Edades	7 días	28 días	63 días
CÓDIGOS	MS7 - 7D -1	MS7 - 28D -1	MS7 - 63D -1
	MS7 - 7D -2	MS7 - 28D -2	MS7 - 63D -2
	MS7 - 7D -3	MS7 - 28D -3	MS7 - 63D -3
	MS7 - 7D -4	MS7 - 28D -4	MS7 - 63D -4
	MS7 - 7D -5	MS7 - 28D -5	MS7 - 63D -5
	MS7 - 7D -6	MS7 - 28D -6	MS7 - 63D -6
	MS7 - 7D -7	MS7 - 28D -7	MS7 - 63D -7
	MS7 - 7D -8	MS7 - 28D -8	MS7 - 63D -8
	MS7 - 7D -9	MS7 - 28D -9	MS7 - 63D -9
	MS7 - 7D -10	MS7 - 28D -10	MS7 - 63D -10
Fecha de ensayo	17/05/2019	6/06/2019	10/07/2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 8 al 10 de Mayo del 2019

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO - A/C = 0.40 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE

Asentamiento

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	189.0	184.0	179.0

Temperatura

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	23.0	24.0	24.0

Peso unitario

P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
---------	---------	---------

Volumen de la tara (m³)

0.0071		
3.36	3.36	3.36
20.064	20.162	20.110

Peso de la tara (kg)

Peso del agregado + tara (kg)

Elaboración de testigos

Edades	7 días	28 días	63 días
CÓDIGOS	MS8 - 7D -1	MS8 - 28D -1	MS8 - 63D -1
	MS8 - 7D -2	MS8 - 28D -2	MS8 - 63D -2
	MS8 - 7D -3	MS8 - 28D -3	MS8 - 63D -3
	MS8 - 7D -4	MS8 - 28D -4	MS8 - 63D -4
	MS8 - 7D -5	MS8 - 28D -5	MS8 - 63D -5
	MS8 - 7D -6	MS8 - 28D -6	MS8 - 63D -6
	MS8 - 7D -7	MS8 - 28D -7	MS8 - 63D -7
	MS8 - 7D -8	MS8 - 28D -8	MS8 - 63D -8
	MS8 - 7D -9	MS8 - 28D -9	MS8 - 63D -9
	MS8 - 7D -10	MS8 - 28D -10	MS8 - 63D -10
Fecha de ensayo	17/05/2019	6/06/2019	10/07/2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fecha: Del 8 al 10 de Mayo del 2019

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO - A/C = 0.40 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE

Asentamiento

Asentamiento (mm)

Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
178.0	175.0	181.0

Temperatura

Temperatura (°C)

T - 1	T - 2	T - 3
23.0	23.0	24.0

Peso unitario

	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	20.072	20.106	20.100

Elaboración de testigos

Edades	7 días	28 días	63 días
CÓDIGOS	MS9 - 7D -1	MS9 - 28D -1	MS9 - 63D -1
	MS9 - 7D -2	MS9 - 28D -2	MS9 - 63D -2
	MS9 - 7D -3	MS9 - 28D -3	MS9 - 63D -3
	MS9 - 7D -4	MS9 - 28D -4	MS9 - 63D -4
	MS9 - 7D -5	MS9 - 28D -5	MS9 - 63D -5
	MS9 - 7D -6	MS9 - 28D -6	MS9 - 63D -6
	MS9 - 7D -7	MS9 - 28D -7	MS9 - 63D -7
	MS9 - 7D -8	MS9 - 28D -8	MS9 - 63D -8
	MS9 - 7D -9	MS9 - 28D -9	MS9 - 63D -9
	MS9 - 7D -10	MS9 - 28D -10	MS9 - 63D -10
Fecha de ensayo	17/05/2019	6/06/2019	10/07/2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 19 de Febrero y 14 de Marzo del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.30, PATRÓN A 7 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
0.30P -7D -1	9.85	9.80	10.25	9.97	38,006	487.15
0.30P -7D -2	9.85	9.80	10.20	9.95	39,291	505.31
0.30P -7D -3	9.85	9.80	10.30	9.98	41,429	529.25
0.30P -7D -4	9.85	9.80	10.30	9.98	35,045	447.70
0.30P -7D -5	9.85	9.85	10.20	9.97	40,718	521.91

0.30P -7D -6	9.85	9.80	10.25	9.97	41,770	535.40
0.30P -7D -7	9.85	9.80	10.25	9.97	39,974	512.37
0.30P -7D -8	9.80	9.80	10.25	9.95	38,967	501.14
0.30P -7D -9	9.85	9.80	10.25	9.97	37,357	478.83
0.30P -7D -10	9.85	9.80	10.35	10.00	35,944	457.65
Promedio f _c (Kg/cm ²)						497.7

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.30, PATRÓN A 28 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
0.30P -28D -1	9.82	9.82	10.31	9.98	51,353	656.03
0.30P -28D -2	9.84	9.80	10.21	9.95	46,621	599.58
0.30P -28D -3	9.85	9.80	10.24	9.96	46,254	593.27
0.30P -28D -4	9.85	9.80	10.32	9.99	43,399	553.68
0.30P -28D -5	9.84	9.85	10.28	9.99	50,649	646.17
0.30P -28D -6	9.83	9.80	10.27	9.97	48,651	623.59
0.30P -28D -7	9.85	9.85	10.23	9.98	53,250	681.18
0.30P -28D -8	9.84	9.86	10.28	9.99	48,151	613.90
0.30P -28D -9	9.84	9.85	10.27	9.99	46,448	592.97
0.30P -28D -10	9.83	9.82	10.30	9.98	47,305	604.32
Promedio f _c (Kg/cm ²)						616.5

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 18 de Abril y 26 de Febrero del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.30, PATRÓN A 63 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
0.30P -63D -1	9.85	9.80	10.30	9.98	50,652	647.08
0.30P -63D -2	9.85	9.75	10.25	9.95	49,375	634.99
0.30P -63D -3	9.90	9.85	10.15	9.97	53,229	682.27

0.30P -63D -4	9.85	9.80	10.25	9.97	50,874	652.09
0.30P -63D -5	9.90	9.85	10.25	10.00	50,456	642.43
0.30P -63D -6	9.87	9.84	10.25	9.99	51,475	657.15
0.30P -63D -7	9.85	9.86	10.27	9.99	49,568	631.96
0.30P -63D -8	9.85	9.84	10.26	9.98	47,019	600.67
0.30P -63D -9	9.84	9.84	10.27	9.98	53,280	680.65
0.30P -63D -10	9.86	9.86	10.24	9.99	47,988	612.63
Promedio f'c (Kg/cm ²)						644.2

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.30 CON 5.0 % DE MICROSÍLICE A 7 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS1 -7D -1	9.90	9.80	10.25	9.98	40,820	521.47
MS1 -7D -2	9.85	9.80	10.20	9.95	36,738	472.48
MS1 -7D -3	9.90	9.80	10.25	9.98	41,971	536.18
MS1 -7D -4	9.85	9.80	10.30	9.98	40,568	518.25
MS1 -7D -5	9.85	9.85	10.15	9.95	43,368	557.74
MS1 -7D -6	9.85	9.80	10.20	9.95	37,910	487.55
MS1 -7D -7	9.85	9.75	10.25	9.95	41,154	529.27
MS1 -7D -8	9.85	9.80	10.20	9.95	41,576	534.70
MS1 -7D -9	9.90	9.80	10.20	9.97	41,261	528.87
MS1 -7D -10	9.85	9.80	10.20	9.95	42,102	541.46
Promedio f'c (Kg/cm ²)						522.8

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 21 de Marzo y 24 de Abril del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.30 CON 5.0 % DE MICROSÍLICE A 28 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
--------	------------------	------------------	------------------	-------------------	---------------------	---

MS1 -28D -1	9.83	9.82	10.25	9.97	52,536	673.39
MS1 -28D -2	9.82	9.81	10.25	9.96	49,252	632.14
MS1 -28D -3	9.82	9.82	10.27	9.97	52,464	672.02
MS1 -28D -4	9.82	9.84	10.25	9.97	49,171	629.84
MS1 -28D -5	9.82	9.80	10.27	9.96	49,150	630.41
MS1 -28D -6	9.83	9.83	10.30	9.99	52,332	668.09
MS1 -28D -7	9.82	9.82	10.28	9.97	53,770	688.29
MS1 -28D -8	9.87	9.86	10.20	9.98	50,517	646.21
MS1 -28D -9	9.83	9.82	10.25	9.97	54,820	702.67
MS1 -28D -10	9.83	9.82	10.24	9.96	51,118	655.65
Promedio f'c (Kg/cm ²)						659.9

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.30 CON 5.0 % DE MICROSÍLICE A 63 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS1 -63D -1	9.84	9.83	10.25	9.97	48,997	627.19
MS1 -63D -2	9.84	9.85	10.26	9.98	53,362	681.70
MS1 -63D -3	9.84	9.85	10.25	9.98	52,424	670.16
MS1 -63D -4	9.85	9.85	10.25	9.98	50,374	643.52
MS1 -63D -5	9.85	9.87	10.24	9.99	54,076	690.36
MS1 -63D -6	9.85	9.84	10.25	9.98	53,199	680.07
MS1 -63D -7	9.85	9.85	10.25	9.98	52,750	673.88
MS1 -63D -8	9.85	9.85	10.24	9.98	52,791	674.85
MS1 -63D -9	9.84	9.85	10.24	9.98	45,173	577.85
MS1 -63D -10	9.84	9.84	10.26	9.98	52,536	671.59
Promedio f'c (Kg/cm ²)						659.1

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 26 de Febrero y 21 de Marzo del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.30 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE A 7 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS2 -7D -1	9.85	9.85	10.15	9.95	40,100	515.71
MS2 -7D -2	9.85	9.75	10.25	9.95	42,015	540.34
MS2 -7D -3	9.85	9.75	10.25	9.95	43,884	564.38
MS2 -7D -4	9.85	9.80	10.25	9.97	45,971	589.24
MS2 -7D -5	9.85	9.75	10.25	9.95	44,301	569.74
MS2 -7D -6	9.85	9.75	10.25	9.95	41,947	539.47
MS2 -7D -7	9.85	9.75	10.25	9.95	45,417	584.09
MS2 -7D -8	9.85	9.80	10.20	9.95	40,456	520.29
MS2 -7D -9	9.85	9.75	10.25	9.95	43,926	564.92
MS2 -7D -10	9.80	9.80	10.20	9.93	40,073	517.10
Promedio f'c (Kg/cm ²)						550.5

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.30 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE A 28 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS2 -28D -1	9.82	9.84	10.25	9.97	53,097	680.13
MS2 -28D -2	9.85	9.86	10.25	9.99	54,687	698.16
MS2 -28D -3	9.83	9.81	10.25	9.96	55,524	712.17
MS2 -28D -4	9.84	9.82	10.24	9.97	52,801	676.79
MS2 -28D -5	9.86	9.80	10.26	9.97	55,799	714.26
MS2 -28D -6	9.83	9.82	10.25	9.97	53,831	689.99
MS2 -28D -7	9.86	9.83	10.26	9.98	57,033	728.59
MS2 -28D -8	9.83	9.83	10.30	9.99	55,554	709.23
MS2 -28D -9	9.85	9.82	10.20	9.96	54,738	703.03
MS2 -28D -10	9.83	9.82	10.25	9.97	54,626	700.18
Promedio f'c (Kg/cm ²)						701.3

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman

Fechas: 24 de Abril y 26 de Febrero del 2019

Hector Alex, Ramos Landauro

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.30 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE A 63 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS2 -63D -1	9.84	9.84	10.25	9.98	50,598	647.25
MS2 -63D -2	9.86	9.86	10.24	9.99	51,526	657.80
MS2 -63D -3	9.85	9.87	10.26	9.99	52,597	670.58
MS2 -63D -4	9.84	9.84	10.27	9.98	54,840	700.58
MS2 -63D -5	9.85	9.86	10.25	9.99	52,413	669.13
MS2 -63D -6	9.85	9.85	10.26	9.99	57,655	736.05
MS2 -63D -7	9.85	9.84	10.25	9.98	53,586	685.02
MS2 -63D -8	9.85	9.84	10.24	9.98	52,893	676.61
MS2 -63D -9	9.86	9.87	10.24	9.99	55,656	710.05
MS2 -63D -10	9.86	9.86	10.25	9.99	55,707	710.70
Promedio f'c (Kg/cm ²)						686.4

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.30 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE A 7 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS3 -7D -1	9.85	9.80	10.20	9.95	40,221	517.27
MS3 -7D -2	9.85	9.80	10.15	9.93	45,135	582.42
MS3 -7D -3	9.90	9.80	10.20	9.97	44,767	573.81
MS3 -7D -4	9.90	9.80	10.25	9.98	43,776	559.24
MS3 -7D -5	9.90	9.80	10.20	9.97	41,552	532.60
MS3 -7D -6	9.85	9.80	10.25	9.97	43,034	551.60
MS3 -7D -7	9.90	9.80	10.20	9.97	44,556	571.11
MS3 -7D -8	9.85	9.80	10.25	9.97	44,024	564.29
MS3 -7D -9	9.90	9.80	10.25	9.98	46,945	599.72
MS3 -7D -10	9.85	9.75	10.20	9.93	40,680	524.93
Promedio f'c (Kg/cm ²)						557.7

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 21 de Marzo y 24 de Abril del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.30 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE A 28 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS3 -28D -1	9.81	9.82	10.25	9.96	53,443	685.93
MS3 -28D -2	9.83	9.80	10.28	9.97	55,901	716.04
MS3 -28D -3	9.84	9.80	10.26	9.97	55,911	716.65
MS3 -28D -4	9.84	9.82	10.24	9.97	53,352	683.85
MS3 -28D -5	9.82	9.81	10.27	9.97	56,951	729.98
MS3 -28D -6	9.86	9.82	10.26	9.98	57,033	729.08
MS3 -28D -7	9.83	9.84	10.27	9.98	54,769	700.14
MS3 -28D -8	9.86	9.82	10.26	9.98	55,779	713.05
MS3 -28D -9	9.83	9.83	10.26	9.97	55,493	710.34
MS3 -28D -10	9.86	9.81	10.26	9.98	51,312	656.38
Promedio f'c (Kg/cm ²)						704.1

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.30 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE A 63 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS3 -63D -1	9.84	9.84	10.26	9.98	57,084	729.73
MS3 -63D -2	9.84	9.84	10.26	9.98	53,270	680.98
MS3 -63D -3	9.86	9.86	10.26	9.99	54,983	701.00
MS3 -63D -4	9.87	9.85	10.25	9.99	55,705	710.68
MS3 -63D -5	9.86	9.85	10.26	9.99	52,342	667.77
MS3 -63D -6	9.85	9.85	10.26	9.99	53,494	682.93
MS3 -63D -7	9.85	9.84	10.24	9.98	53,617	685.87
MS3 -63D -8	9.85	9.86	10.26	9.99	54,983	701.47
MS3 -63D -9	9.86	9.84	10.24	9.98	52,811	675.11
MS3 -63D -10	9.85	9.87	10.26	9.99	54,198	690.99
Promedio f'c (Kg/cm ²)						692.7

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 21 de Febrero y 13 de Marzo del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.35, PATRÓN A 7 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
0.35P -7D -1	9.80	9.70	10.30	9.93	35,952	463.92
0.35P -7D -2	9.80	9.60	10.30	9.90	35,764	464.61
0.35P -7D -3	9.80	9.70	10.25	9.92	37,085	480.15
0.35P -7D -4	9.80	9.75	10.20	9.92	37,204	481.69
0.35P -7D -5	9.80	9.70	10.25	9.92	37,672	487.75
0.35P -7D -6	9.80	9.70	10.25	9.92	39,389	509.98
0.35P -7D -7	9.80	9.75	10.25	9.93	38,277	493.92
0.35P -7D -8	9.80	9.70	10.25	9.92	35,475	459.30
0.35P -7D -9	9.80	9.75	10.25	9.93	36,311	468.55
0.35P -7D -10	9.80	9.75	10.25	9.93	35,455	457.51
Promedio f'c (Kg/cm ²)						476.7

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.35, PATRÓN A 28 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
0.35P 28D -1	9.84	9.80	10.25	9.96	46,743	599.54
0.35P 28D -2	9.80	9.80	10.30	9.97	43,889	562.56
0.35P 28D -3	9.82	9.83	10.30	9.98	42,043	537.10
0.35P 28D -4	9.82	9.82	10.24	9.96	40,442	519.07
0.35P 28D -5	9.83	9.85	10.22	9.97	42,950	550.52
0.35P 28D -6	9.83	9.78	10.21	9.94	42,726	550.59
0.35P 28D -7	9.84	9.83	10.20	9.96	43,705	561.32
0.35P 28D -8	9.83	9.80	10.28	9.97	45,500	582.82
0.35P 28D -9	9.81	9.80	10.22	9.94	45,734	588.96
0.35P 28D -10	9.80	9.80	10.20	9.93	44,337	572.12
Promedio f'c (Kg/cm ²)						562.5

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 16 de Abril y 5 de Marzo del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.35, PATRÓN A 63 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
0.35P -63D -1	9.85	9.82	10.26	9.98	45,928	587.51
0.35P -63D -2	9.84	9.87	10.25	9.99	44,103	563.03
0.35P -63D -3	9.83	9.87	10.26	9.99	41,696	532.31
0.35P -63D -4	9.86	9.87	10.25	9.99	44,327	565.14
0.35P -63D -5	9.84	9.82	10.25	9.97	45,701	585.39
0.35P -63D -6	9.85	9.84	10.25	9.98	44,072	563.39
0.35P -63D -7	9.86	9.84	10.26	9.99	41,859	534.39
0.35P -63D -8	9.84	9.85	10.24	9.98	46,091	589.60
0.35P -63D -9	9.85	9.84	10.25	9.98	45,938	587.25
0.35P -63D -10	9.84	9.87	10.25	9.99	43,664	557.43
Promedio f'c (Kg/cm ²)						566.5

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.35 CON 5.0 % DE MICROSÍLICE A 7 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS4 -7D -1	9.80	9.70	10.25	9.92	41,442	536.56
MS4 -7D -2	9.80	9.75	10.25	9.93	40,920	528.03
MS4 -7D -3	9.80	9.70	10.20	9.90	35,015	454.88
MS4 -7D -4	9.80	9.60	10.10	9.83	36,204	476.72
MS4 -7D -5	9.80	9.70	10.10	9.87	39,557	517.36
MS4 -7D -6	9.80	9.75	10.15	9.90	39,288	510.39
MS4 -7D -7	9.80	9.75	10.20	9.92	36,872	477.39
MS4 -7D -8	9.80	9.75	10.20	9.92	39,086	506.06
MS4 -7D -9	9.80	9.70	10.25	9.92	41,179	533.16

MS4 -7D -10	9.80	9.70	10.25	9.92	39,708	514.11
Promedio f'c (Kg/cm ²)						505.5

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 27 de Marzo y 30 de Abril del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.35 CON 5.0 % DE MICROSÍLICE A 28 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS4 -28D -1	9.84	9.80	10.25	9.96	42,604	546.45
MS4 -28D -2	9.80	9.80	10.30	9.97	45,918	588.56
MS4 -28D -3	9.82	9.83	10.30	9.98	46,297	591.44
MS4 -28D -4	9.82	9.82	10.24	9.96	43,644	560.17
MS4 -28D -5	9.83	9.85	10.22	9.97	43,960	563.47
MS4 -28D -6	9.83	9.78	10.21	9.94	46,203	595.40
MS4 -28D -7	9.84	9.83	10.20	9.96	46,917	602.58
MS4 -28D -8	9.83	9.80	10.28	9.97	42,808	548.33
MS4 -28D -9	9.81	9.80	10.22	9.94	48,008	618.24
MS4 -28D -10	9.80	9.80	10.20	9.93	47,152	608.44
Promedio f'c (Kg/cm ²)						582.3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.35 CON 5.0 % DE MICROSÍLICE A 63 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS4 -63D -1	9.85	9.84	10.24	9.98	48,630	622.08
MS4 -63D -2	9.84	9.84	10.25	9.98	45,826	586.21
MS4 -63D -3	9.85	9.84	10.24	9.98	49,303	630.69
MS4 -63D -4	9.85	9.85	10.23	9.98	50,710	648.68
MS4 -63D -5	9.85	9.86	10.26	9.99	48,671	620.94
MS4 -63D -6	9.87	9.84	10.26	9.99	47,967	611.96

MS4 -63D -7	9.84	9.85	10.25	9.98	47,131	602.50
MS4 -63D -8	9.85	9.86	10.26	9.99	43,369	553.30
MS4 -63D -9	9.87	9.84	10.27	9.99	46,785	596.48
MS4 -63D -10	9.86	9.86	10.25	9.99	50,058	638.63
Promedio f'c (Kg/cm ²)						611.1

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 5 de Marzo y 27 de Marzo del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.35 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE A 7 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS5 -7D -1	9.80	9.75	10.20	9.92	41,081	531.89
MS5 -7D -2	9.80	9.75	10.20	9.92	37,805	489.47
MS5 -7D -3	9.80	9.75	10.20	9.92	40,529	524.74
MS5 -7D -4	9.80	9.75	10.20	9.92	38,583	499.55
MS5 -7D -5	9.80	9.75	10.20	9.92	38,365	496.72
MS5 -7D -6	9.80	9.75	10.25	9.93	40,417	521.54
MS5 -7D -7	9.80	9.75	10.15	9.90	40,702	528.76
MS5 -7D -8	9.80	9.80	10.15	9.92	39,788	515.15
MS5 -7D -9	9.80	9.75	10.20	9.92	39,180	507.27
MS5 -7D -10	9.80	9.80	10.25	9.95	37,743	485.40
Promedio f'c (Kg/cm ²)						510.0

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.35 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE A 28 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS5 -28D -1	9.82	9.84	10.25	9.97	45,428	581.89
MS5 -28D -2	9.85	9.86	10.25	9.99	48,386	617.72
MS5 -28D -3	9.83	9.81	10.25	9.96	45,084	578.26

MS5 -28D -4	9.84	9.82	10.24	9.97	45,663	585.29
MS5 -28D -5	9.86	9.80	10.26	9.97	46,173	591.04
MS5 -28D -6	9.83	9.82	10.25	9.97	45,867	587.91
MS5 -28D -7	9.86	9.83	10.26	9.98	47,389	605.39
MS5 -28D -8	9.83	9.83	10.30	9.99	44,857	572.66
MS5 -28D -9	9.85	9.82	10.20	9.96	47,172	605.85
MS5 -28D -10	9.83	9.82	10.25	9.97	45,082	577.85
Promedio f'c (Kg/cm ²)						590.4

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 30 de Abril y 5 de Marzo del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.35 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE A 63 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS5 -63D -1	9.84	9.85	10.26	9.98	55,187	705.01
MS5 -63D -2	9.85	9.84	10.26	9.98	53,912	688.72
MS5 -63D -3	9.85	9.84	10.26	9.98	52,250	667.49
MS5 -63D -4	9.85	9.86	10.25	9.99	53,719	685.80
MS5 -63D -5	9.85	9.86	10.26	9.99	56,594	722.02
MS5 -63D -6	9.85	9.84	10.25	9.98	53,076	678.50
MS5 -63D -7	9.84	9.86	10.24	9.98	55,105	704.43
MS5 -63D -8	9.86	9.85	10.27	9.99	53,861	686.69
MS5 -63D -9	9.87	9.85	10.26	9.99	58,165	741.57
MS5 -63D -10	9.85	9.84	10.24	9.98	49,762	636.56
Promedio f'c (Kg/cm ²)						691.7

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.35 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE A 7 DÍAS

Código						

	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS6 -7D -1	9.80	9.80	10.20	9.93	38,350	494.86
MS6 -7D -2	9.80	9.75	10.20	9.92	40,028	518.25
MS6 -7D -3	9.80	9.75	10.20	9.92	34,627	448.33
MS6 -7D -4	9.80	9.80	10.15	9.92	37,051	479.71
MS6 -7D -5	9.80	9.75	10.15	9.90	37,639	488.97
MS6 -7D -6	9.85	9.85	10.15	9.95	41,108	528.68
MS6 -7D -7	9.80	9.75	10.25	9.93	42,414	547.30
MS6 -7D -8	9.80	9.75	10.20	9.92	35,575	460.60
MS6 -7D -9	9.80	9.75	10.20	9.92	39,789	515.16
MS6 -7D -10	9.85	9.75	10.20	9.93	39,794	513.50
Promedio f _c (Kg/cm ²)						499.5

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 27 de Marzo y 30 de Abril del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.35 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE A 28 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS6 -28D -1	9.84	9.85	10.26	9.98	45,918	586.60
MS6 -28D -2	9.85	9.84	10.26	9.98	45,765	584.65
MS6 -28D -3	9.85	9.84	10.26	9.98	46,091	588.81
MS6 -28D -4	9.85	9.86	10.25	9.99	48,059	613.54
MS6 -28D -5	9.85	9.86	10.26	9.99	46,621	594.79
MS6 -28D -6	9.85	9.84	10.25	9.98	47,284	604.45
MS6 -28D -7	9.84	9.86	10.24	9.98	43,919	561.44
MS6 -28D -8	9.86	9.85	10.27	9.99	44,878	572.17
MS6 -28D -9	9.87	9.85	10.26	9.99	44,133	562.67
MS6 -28D -10	9.85	9.84	10.24	9.98	47,957	613.47
Promedio f _c (Kg/cm ²)						588.3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.35 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE A 63 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS6 -63D -1	9.84	9.84	10.25	9.98	47,662	609.69
MS6 -63D -2	9.85	9.84	10.24	9.98	48,508	620.52
MS6 -63D -3	9.84	9.85	10.23	9.97	50,048	640.64
MS6 -63D -4	9.83	9.84	10.26	9.98	47,621	609.17
MS6 -63D -5	9.87	9.85	10.25	9.99	48,804	622.64
MS6 -63D -6	9.87	9.84	10.25	9.99	48,814	623.18
MS6 -63D -7	9.85	9.86	10.27	9.99	47,437	604.79
MS6 -63D -8	9.85	9.85	10.24	9.98	51,873	663.12
MS6 -63D -9	9.84	9.85	10.24	9.98	49,721	636.03
MS6 -63D -10	9.84	9.84	10.26	9.98	49,232	629.36
Promedio f'c (Kg/cm ²)						625.9

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 17 de Mayo y 6 de Junio del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.40, PATRÓN A 7 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
0.40P -7D -1	9.85	9.85	10.20	9.97	30,415	389.85
0.40P -7D -2	9.80	9.75	10.20	9.92	31,660	409.91
0.40P -7D -3	9.85	9.80	10.15	9.93	33,405	431.05
0.40P -7D -4	9.85	9.75	10.20	9.93	29,497	380.63
0.40P -7D -5	9.80	9.80	10.20	9.93	30,040	387.63
0.40P -7D -6	9.85	9.75	10.20	9.93	30,555	394.28
0.40P -7D -7	9.85	9.75	10.15	9.92	31,338	405.74
0.40P -7D -8	9.85	9.80	10.15	9.93	29,539	381.17
0.40P -7D -9	9.80	9.80	10.20	9.93	32,914	424.72

0.40P -7D -10	9.80	9.75	10.20	9.92	29,185	377.87
Promedio f'c (Kg/cm ²)						398.3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.40, PATRÓN A 28 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
0.40P 28D -1	9.80	9.75	10.25	9.93	39,330	507.51
0.40P 28D -2	9.80	9.75	10.25	9.93	39,473	509.35
0.40P 28D -3	9.85	9.80	10.20	9.95	35,649	458.47
0.40P 28D -4	9.80	9.80	10.20	9.93	39,289	506.98
0.40P 28D -5	9.85	9.80	10.20	9.95	39,800	511.85
0.40P 28D -6	9.85	9.80	10.20	9.95	41,859	538.34
0.40P 28D -7	9.85	9.80	10.20	9.95	38,239	491.78
0.40P 28D -8	9.80	9.80	10.25	9.95	38,830	499.38
0.40P 28D -9	9.85	9.80	10.20	9.95	39,146	503.44
0.40P 28D -10	9.80	9.75	10.25	9.93	39,295	507.06
Promedio f'c (Kg/cm ²)						503.4

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 10 de Julio y 17 de Mayo del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.40, PATRÓN A 63 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
0.40P -63D -1	9.83	9.92	10.26	10.00	40,423	514.34
0.40P -63D -2	9.84	9.80	10.25	9.96	39,932	512.18
0.40P -63D -3	9.84	9.80	10.23	9.96	40,197	516.27
0.40P -63D -4	9.84	9.85	10.23	9.97	36,231	463.78
0.40P -63D -5	9.86	9.87	10.27	10.00	40,534	516.09
0.40P -63D -6	9.86	9.84	10.26	9.99	39,096	499.12
0.40P -63D -7	9.84	9.85	10.23	9.97	39,871	510.37

0.40P -63D -8	9.83	9.84	10.26	9.98	41,625	532.47
0.40P -63D -9	9.87	9.85	10.25	9.99	40,901	521.81
0.40P -63D -10	9.87	9.85	10.25	9.99	42,175	538.06
Promedio f _c (Kg/cm ²)						512.4

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.40 CON 5.0 % DE MICROSÍLICE A 7 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS7 -7D -1	9.80	9.80	10.20	9.93	34,538	445.67
MS7 -7D -2	9.80	9.75	10.20	9.92	32,818	424.90
MS7 -7D -3	9.80	9.75	10.20	9.92	34,883	451.64
MS7 -7D -4	9.80	9.80	10.15	9.92	36,337	470.47
MS7 -7D -5	9.80	9.75	10.20	9.92	34,975	452.83
MS7 -7D -6	9.80	9.80	10.20	9.93	34,716	447.97
MS7 -7D -7	9.80	9.80	10.20	9.93	30,579	394.59
MS7 -7D -8	9.80	9.75	10.20	9.92	37,003	479.09
MS7 -7D -9	9.85	9.75	10.20	9.93	36,520	471.25
MS7 -7D -10	9.85	9.85	10.15	9.95	34,071	438.18
Promedio f _c (Kg/cm ²)						447.7

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 6 de Junio y 10 de Julio del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.40 CON 5.0 % DE MICROSÍLICE A 28 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS7 -28D -1	9.84	9.85	10.26	9.98	44,898	573.57
MS7 -28D -2	9.85	9.84	10.26	9.98	42,502	542.96
MS7 -28D -3	9.85	9.84	10.26	9.98	44,439	567.71
MS7 -28D -4	9.85	9.86	10.25	9.99	44,623	569.68

MS7 -28D -5	9.85	9.86	10.26	9.99	44,980	573.85
MS7 -28D -6	9.85	9.84	10.25	9.98	43,420	555.06
MS7 -28D -7	9.84	9.86	10.24	9.98	39,555	505.65
MS7 -28D -8	9.86	9.85	10.27	9.99	41,166	524.84
MS7 -28D -9	9.87	9.85	10.26	9.99	43,552	555.26
MS7 -28D -10	9.85	9.84	10.24	9.98	42,390	542.25
Promedio f _c (Kg/cm ²)						551.1

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.40 CON 5.0 % DE MICROSÍLICE A 63 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS7 -63D -1	9.86	9.85	10.26	9.99	41,431	528.57
MS7 -63D -2	9.84	9.84	10.24	9.97	41,849	535.69
MS7 -63D -3	9.84	9.84	10.21	9.96	44,827	574.96
MS7 -63D -4	9.83	9.86	10.20	9.96	41,207	528.53
MS7 -63D -5	9.82	9.87	10.23	9.97	40,829	522.63
MS7 -63D -6	9.86	9.84	10.24	9.98	40,952	523.51
MS7 -63D -7	9.84	9.85	10.24	9.98	41,645	532.72
MS7 -63D -8	9.85	9.84	10.24	9.98	42,216	540.03
MS7 -63D -9	9.84	9.85	10.23	9.97	41,604	532.56
MS7 -63D -10	9.86	9.86	10.24	9.99	41,156	525.41
Promedio f _c (Kg/cm ²)						534.5

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 17 de Mayo y 6 de Junio del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.40 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE A 7 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS8 -7D -1	9.80	9.75	10.15	9.90	37,093	481.87

MS8 -7D -2	9.80	9.80	10.15	9.92	36,308	470.09
MS8 -7D -3	9.80	9.75	10.15	9.90	33,098	429.97
MS8 -7D -4	9.85	9.80	10.20	9.95	33,132	426.10
MS8 -7D -5	9.80	9.75	10.20	9.92	36,271	469.61
MS8 -7D -6	9.85	9.75	10.20	9.93	36,737	474.05
MS8 -7D -7	9.80	9.75	10.15	9.90	37,896	492.30
MS8 -7D -8	9.80	9.75	10.20	9.92	35,900	464.81
MS8 -7D -9	9.85	9.85	10.10	9.93	36,206	467.20
MS8 -7D -10	9.80	9.80	10.20	9.93	36,809	474.98
Promedio f'c (Kg/cm ²)						465.1

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.40 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE A 28 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS8 -28D -1	9.83	9.92	10.23	9.99	39,106	498.58
MS8 -28D -2	9.84	9.80	10.25	9.96	42,757	548.41
MS8 -28D -3	9.84	9.80	10.23	9.96	42,818	549.93
MS8 -28D -4	9.84	9.85	10.23	9.97	40,931	523.94
MS8 -28D -5	9.86	9.87	10.22	9.98	43,420	554.69
MS8 -28D -6	9.86	9.84	10.26	9.99	40,615	518.51
MS8 -28D -7	9.84	9.85	10.23	9.97	41,207	527.47
MS8 -28D -8	9.83	9.84	10.26	9.98	42,400	542.38
MS8 -28D -9	9.87	9.85	10.25	9.99	43,246	551.73
MS8 -28D -10	9.87	9.85	10.25	9.99	40,799	520.51
Promedio f'c (Kg/cm ²)						533.6

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman
Hector Alex, Ramos Landauro

Fechas: 10 de Julio y 17 de Mayo del 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.40 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE A 63 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS8 -63D -1	9.85	9.85	10.26	9.99	38,596	492.73
MS8 -63D -2	9.85	9.84	10.24	9.98	45,184	577.99
MS8 -63D -3	9.85	9.86	10.26	9.99	47,019	599.86
MS8 -63D -4	9.86	9.84	10.24	9.98	44,307	566.40
MS8 -63D -5	9.84	9.85	10.26	9.98	42,563	543.74
MS8 -63D -6	9.85	9.75	10.25	9.95	41,125	528.90
MS8 -63D -7	9.90	9.85	10.15	9.97	44,021	564.25
MS8 -63D -8	9.85	9.80	10.25	9.97	44,725	573.27
MS8 -63D -9	9.86	9.84	10.24	9.98	42,328	541.10
MS8 -63D -10	9.85	9.87	10.26	9.99	45,918	585.43
Promedio f _c (Kg/cm ²)						557.4

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.40 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE A 7 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS9 -7D -1	9.80	9.75	10.25	9.93	36,881	475.91
MS9 -7D -2	9.80	9.75	10.20	9.92	33,545	434.32
MS9 -7D -3	9.85	9.80	10.15	9.93	34,311	442.74
MS9 -7D -4	9.85	9.80	10.20	9.95	35,907	461.79
MS9 -7D -5	9.85	9.80	10.20	9.95	34,441	442.93
MS9 -7D -6	9.85	9.80	10.20	9.95	32,466	417.53
MS9 -7D -7	9.85	9.80	10.20	9.95	34,203	439.87
MS9 -7D -8	9.85	9.80	10.25	9.97	36,931	473.37
MS9 -7D -9	9.80	9.80	10.20	9.93	31,576	407.45
MS9 -7D -10	9.85	9.80	10.15	9.93	33,228	428.77
Promedio f _c (Kg/cm ²)						442.5

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "Influencia de la microsíllice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019"

Autores: Denis Antoni, Fernandez Chuman

Fechas: 6 de Junio y 10 de Julio del 2019

Hector Alex, Ramos Landauro

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.40 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE A 28 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS9 -28D -1	9.85	9.84	10.24	9.98	38,851	496.98
MS9 -28D -2	9.84	9.84	10.25	9.98	40,758	521.38
MS9 -28D -3	9.85	9.84	10.24	9.98	42,553	544.34
MS9 -28D -4	9.85	9.85	10.23	9.98	41,798	534.68
MS9 -28D -5	9.85	9.86	10.26	9.99	42,471	541.84
MS9 -28D -6	9.87	9.84	10.26	9.99	40,799	520.51
MS9 -28D -7	9.84	9.85	10.25	9.98	38,596	493.39
MS9 -28D -8	9.85	9.86	10.26	9.99	40,595	517.91
MS9 -28D -9	9.87	9.84	10.27	9.99	41,176	524.97
MS9 -28D -10	9.86	9.86	10.25	9.99	40,218	513.10
Promedio f _c (Kg/cm ²)						520.9

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A/C = 0.40 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE A 63 DÍAS

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
MS9 -63D -1	9.85	9.87	10.26	9.99	46,907	598.04
MS9 -63D -2	9.84	9.84	10.27	9.98	46,764	597.41
MS9 -63D -3	9.85	9.86	10.25	9.99	42,696	545.07
MS9 -63D -4	9.85	9.75	10.25	9.95	47,407	609.69
MS9 -63D -5	9.90	9.85	10.15	9.97	42,512	544.91
MS9 -63D -6	9.85	9.80	10.25	9.97	43,450	556.93
MS9 -63D -7	9.90	9.85	10.25	10.00	42,461	540.63
MS9 -63D -8	9.86	9.85	10.27	9.99	45,031	574.12
MS9 -63D -9	9.87	9.85	10.26	9.99	44,888	572.29
MS9 -63D -10	9.85	9.84	10.24	9.98	46,295	592.21
Promedio f _c (Kg/cm ²)						573.1

2. Análisis de costos unitarios del concreto adicionado

ANÁLISIS DE COSTOS DEL CONCRETO PATRÓN RELACION A/C = 0.30 (620 Kg/cm²)						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT.	PARCIAL	TOTAL
RENDIMIENTO : 10 m³/día - Elemento estructural vertical, COLUMNA						
COSTO UNITARIO DIRECTO POR M³ :						S/613.71
MANO DE OBRA						S/198.27
OPERARIO	HH	2.00	1.60	22.92	36.67	
OFICIAL	HH	2.00	1.60	18.25	29.20	
PEÓN	HH	10.00	8.00	16.55	132.40	
MATERIALES						S/386.37
PIEDRA CHANCADA 3/4"	M3		0.56	42.37	23.70	
ARENA GRUESA	M3		0.40	21.19	8.53	
CEMENTO MOCHICA MS 42.5 kg	BOL		17.69	17.80	314.85	
AGUA	M3		0.21	5.08	1.05	
SIKA ® VICOFLOW 4000	LTS		7.52	5.08	38.23	
EQUIPOS						S/29.07
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3	HM	1.00	0.80	15.20	12.16	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	HM	1.00	0.80	13.70	10.96	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	198.27	5.95	

ANÁLISIS DE COSTOS DEL CONCRETO PATRÓN RELACION A/C = 0.35 (560 Kg/cm²)						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT.	PARCIAL	TOTAL
RENDIMIENTO : 10 m³/día - Elemento estructural vertical, COLUMNA						
COSTO UNITARIO DIRECTO POR M³ :						S/565.73
MANO DE OBRA						S/198.27
OPERARIO	HH	2.00	1.60	22.92	36.67	
OFICIAL	HH	2.00	1.60	18.25	29.20	
PEÓN	HH	10.00	8.00	16.55	132.40	
MATERIALES						S/338.39
PIEDRA CHANCADA 3/4"	M3		0.60	42.37	25.41	
ARENA GRUESA	M3		0.43	21.19	9.14	
CEMENTO MOCHICA MS 42.5 kg	BOL		15.17	17.80	270.00	
AGUA	M3		0.20	5.08	1.04	
SIKA ® VICOFLOW 4000	LTS		6.45	5.08	32.80	
EQUIPOS						S/29.07
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3	HM	1.00	0.80	15.20	12.16	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	HM	1.00	0.80	13.70	10.96	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	198.27	5.95	

ANÁLISIS DE COSTOS DEL CONCRETO PATRÓN RELACION A/C = 0.40 (500 Kg/cm²)						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT.	PARCIAL	TOTAL
RENDIMIENTO : 10 m³/día - Elemento estructural vertical, COLUMNA						
COSTO UNITARIO DIRECTO POR M³ :						S/531.00
MANO DE OBRA						S/198.27
OPERARIO	HH	2.00	1.60	22.92	36.67	
OFICIAL	HH	2.00	1.60	18.25	29.20	
PEÓN	HH	10.00	8.00	16.55	132.40	
MATERIALES						S/303.66
PIEDRA CHANCADA 3/4"	M3		0.63	42.37	26.67	
ARENA GRUESA	M3		0.45	21.19	9.60	
CEMENTO MOCHICA MS 42.5 kg	BOL		13.28	17.80	236.36	
AGUA	M3		0.20	5.08	1.04	
SIKA ® VICOFLOW 4000	LTS		5.90	5.08	30.00	
EQUIPOS						S/29.07
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3	HM	1.00	0.80	15.20	12.16	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	HM	1.00	0.80	13.70	10.96	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	198.27	5.95	

ANÁLISIS DE COSTOS DEL CONCRETO RELACION A/C = 0.30 CON 10.0 % DE MICROSÍLICE (705 Kg/cm²)						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT.	PARCIAL	TOTAL
RENDIMIENTO : 10 m³/dia - Elemento estructural vertical, COLUMNA						
COSTO UNITARIO DIRECTO POR M³ :						S/760.39
MANO DE OBRA						S/198.27
OPERARIO	HH	2.00	1.60	22.92	36.67	
OFICIAL	HH	2.00	1.60	18.25	29.20	
PEÓN	HH	10.00	8.00	16.55	132.40	
MATERIALES						S/533.05
PIEDRA CHANCADA 3/4"	M3		0.55	42.37	23.23	
ARENA GRUESA	M3		0.39	21.19	8.37	
CEMENTO MOCHICA MS 42.5 kg	BLS		15.92	17.80	283.37	
AGUA	M3		0.21	5.08	1.05	
SIKA ® VICOFLOW 4000	LTS		9.30	5.08	47.28	
SIKA ® FUME AL 10.0% DEL CEMENTO	BLS		3.01	56.44	169.75	
EQUIPOS						S/29.07
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3	HM	1.00	0.80	15.20	12.16	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	HM	1.00	0.80	13.70	10.96	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	198.27	5.95	

ANÁLISIS DE COSTOS DEL CONCRETO RELACION A/C = 0.35 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE (590 Kg/cm ²)						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT.	PARCIAL	TOTAL
RENDIMIENTO : 10 m³/día - Elemento estructural vertical, COLUMNA						
COSTO UNITARIO DIRECTO POR M³ :						S/664.26
MANO DE OBRA						S/198.27
OPERARIO	HH	2.00	1.60	22.92	36.67	
OFICIAL	HH	2.00	1.60	18.25	29.20	
PEÓN	HH	10.00	8.00	16.55	132.40	
MATERIALES						S/436.92
PIEDRA CHANCADA 3/4"	M3		0.59	42.37	25.09	
ARENA GRUESA	M3		0.43	21.19	9.02	
CEMENTO MOCHICA MS 42.5 kg	BLS		14.03	17.80	249.73	
AGUA	M3		0.21	5.08	1.05	
SIKA ® VICOFLOW 4000	LTS		8.41	5.08	42.76	
SIKA ® FUME AL 7.5% DEL CEMENTO	BLS		1.94	56.44	109.29	
EQUIPOS						S/29.07
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3	HM	1.00	0.80	15.20	12.16	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	HM	1.00	0.80	13.70	10.96	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	198.27	5.95	

ANÁLISIS DE COSTOS DEL CONCRETO RELACION A/C = 0.40 CON 7.5 % DE MICROSÍLICE (535 Kg/cm ²)						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT.	PARCIAL	TOTAL
RENDIMIENTO : 10 m³/día - Elemento estructural vertical, COLUMNA						
COSTO UNITARIO DIRECTO POR M³ :						S/614.82
MANO DE OBRA						S/198.27
OPERARIO	HH	2.00	1.60	22.92	36.67	
OFICIAL	HH	2.00	1.60	18.25	29.20	
PEÓN	HH	10.00	8.00	16.55	132.40	
MATERIALES						S/387.48
PIEDRA CHANCADA 3/4"	M3		0.62	42.37	26.41	
ARENA GRUESA	M3		0.45	21.19	9.50	
CEMENTO MOCHICA MS 42.5 kg	BLS		12.29	17.80	218.67	
AGUA	M3		0.20	5.08	1.04	
SIKA ® VICOFLOW 4000	LTS		7.18	5.08	36.52	
SIKA ® FUME AL 7.5% DEL CEMENTO	BLS		1.69	56.44	95.34	
EQUIPOS						S/29.07
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3	HM	1.00	0.80	15.20	12.16	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	HM	1.00	0.80	13.70	10.96	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	198.27	5.95	

3. Análisis estadístico con IBM SPSS Statistics V26

3.1. RELACIÓN AGUA/CEMENTO = 0.30

- ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 7 DÍAS DE EDAD

CONCRETOS	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
RESISTENCIA Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 5.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 7.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 10.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

CONCRETOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA Patrón	,146	10	,200*	,949	10	,660
Sika Fume al 5.0%	,229	10	,145	,902	10	,230
Sika Fume al 7.5%	,192	10	,200*	,907	10	,262
Sika Fume al 10.0%	,130	10	,200*	,966	10	,856

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

RESISTENCIA		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
		Se basa en la media	,349	3	36
Se basa en la mediana	,371	3	36	,775	
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,371	3	32,390	,775	
Se basa en la media recortada	,352	3	36	,788	

ANOVA					
RESISTENCIA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	22658,525	3	7552,842	10,176	,000
Dentro de grupos	26720,335	36	742,232		
Total	49378,860	39			

RESISTENCIA				
HSD Tukey ^a				
CONCRETOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Patrón	10	497,670		
Sika Fume al 5.0%	10	522,810	522,810	
Sika Fume al 7.5%	10		550,520	550,520
Sika Fume al 10.0%	10			557,690
Sig.		,185	,123	,935

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario:** La mezcla elaborada con la relación agua/cemento de 0.30 y ensayada a 7 días de edad, nos dio como mejor resultado la adición del 10.0 % de microsílíce, esto solo analizando la influencia del porcentaje de microsílíce en la resistencia a la compresión.

- ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 28 DÍAS DE EDAD

CONCRETOS	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
RESISTENCIA Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 5.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 7.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 10.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

CONCRETOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA Patrón	,161	10	,200*	,969	10	,885
Sika Fume al 5.0%	,163	10	,200*	,930	10	,452
Sika Fume al 7.5%	,124	10	,200*	,974	10	,925
Sika Fume al 10.0%	,206	10	,200*	,911	10	,291

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

RESISTENCIA		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
		Se basa en la media	2,037	3	36
Se basa en la mediana	1,607	3	36	,205	
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,607	3	24,947	,213	
Se basa en la media recortada	2,015	3	36	,129	

ANOVA					
RESISTENCIA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	51089,689	3	17029,896	24,549	,000
Dentro de grupos	24974,065	36	693,724		
Total	76063,754	39			

RESISTENCIA				
HSD Tukey ^a				
CONCRETOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Patrón	10	616,480		
Sika Fume al 5.0%	10		659,870	
Sika Fume al 7.5%	10			701,260
Sika Fume al 10.0%	10			704,140
Sig.		1,000	1,000	,995

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario:** La mezcla elaborada con la relación agua/cemento de 0.30 y ensayada a 28 días de edad, nos dio como mejor resultado la adición del 10.0 % de microsíllice, esto solo analizando la influencia del porcentaje de microsíllice en la resistencia a la compresión.

- ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 63 DÍAS DE EDAD

	CONCRETOS	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
RESISTENCIA	Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Sika Fume al 5.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Sika Fume al 7.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Sika Fume al 10.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

	CONCRETOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	Patrón	,120	10	,200*	,962	10	,807
	Sika Fume al 5.0%	,327	10	,003	,786	10	,010
	Sika Fume al 7.5%	,139	10	,200*	,966	10	,853
	Sika Fume al 10.0%	,143	10	,200*	,957	10	,755

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

		Estadístico de Levene		Sig.
		gl1	gl2	
RESISTENCIA	Se basa en la media	,920	36	,441
	Se basa en la mediana	,332	36	,802
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,332	22,547	,802
	Se basa en la media recortada	,731	36	,540

ANOVA					
RESISTENCIA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15639,435	3	5213,145	7,072	,001
Dentro de grupos	26536,724	36	737,131		
Total	42176,159	39			

RESISTENCIA				
HSD Tukey ^a				
CONCRETOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Patrón	10	644,200		
Sika Fume al 5.0%	10	659,140	659,140	
Sika Fume al 7.5%	10		686,380	686,380
Sika Fume al 10.0%	10			692,660
Sig.		,612	,131	,954

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario:** La mezcla elaborada con la relación agua/cemento de 0.30 y ensayada a 63 días de edad, nos dio como mejor resultado la adición del 10.0 % de microsíllice, esto solo analizando la influencia del porcentaje de microsíllice en la resistencia a la compresión.

3.2. RELACIÓN AGUA/CEMENTO = 0.35

- ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 7 DÍAS DE EDAD

CONCRETOS	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
RESISTENCIA Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 5.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 7.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 10.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

CONCRETOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA Patrón	,184	10	,200 [*]	,926	10	,412
Sika Fume al 5.0%	,209	10	,200 [*]	,910	10	,280
Sika Fume al 7.5%	,153	10	,200 [*]	,935	10	,504
Sika Fume al 10.0%	,174	10	,200 [*]	,973	10	,918

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

RESISTENCIA		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
		Se basa en la media	1,954	3	36
Se basa en la mediana	1,508	3	36	,229	
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,508	3	25,276	,237	
Se basa en la media recortada	1,859	3	36	,154	

ANOVA					
RESISTENCIA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6548,689	3	2182,896	3,854	,017
Dentro de grupos	20391,230	36	566,423		
Total	26939,919	39			

RESISTENCIA			
HSD Tukey ^a			
CONCRETOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Patrón	10	476,750	
Sika Fume al 10.0%	10	499,550	499,550
Sika Fume al 5.0%	10		505,480
Sika Fume al 7.5%	10		510,040
Sig.		,159	,758

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario:** La mezcla elaborada con la relación agua/cemento de 0.35 y ensayada a 7 días de edad, nos dio como mejor resultado la adición del 7.5 % de microsíllice, esto solo analizando la influencia del porcentaje de microsíllice en la resistencia a la compresión.

- ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 28 DÍAS DE EDAD

CONCRETOS	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
RESISTENCIA Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 5.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 7.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 10.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

CONCRETOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA Patrón	,113	10	,200*	,983	10	,981
Sika Fume al 5.0%	,197	10	,200*	,920	10	,357
Sika Fume al 7.5%	,183	10	,200*	,916	10	,326
Sika Fume al 10.0%	,123	10	,200*	,932	10	,468

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

RESISTENCIA	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	1,653	3	36	,194
Se basa en la mediana	1,120	3	36	,354
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,120	3	31,489	,356
Se basa en la media recortada	1,682	3	36	,188

ANOVA					
RESISTENCIA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4862,433	3	1620,811	3,534	,024
Dentro de grupos	16510,606	36	458,628		
Total	21373,039	39			

RESISTENCIA			
HSD Tukey ^a			
CONCRETOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Patrón	10	562,460	
Sika Fume al 5.0%	10	582,310	582,310
Sika Fume al 10.0%	10		588,260
Sika Fume al 7.5%	10		590,390
Sig.		,181	,833

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario:** La mezcla elaborada con la relación agua/cemento de 0.35 y ensayada a 28 días de edad, nos dio como mejor resultado la adición del 7.5 % de microsílíce, esto solo analizando la influencia del porcentaje de microsílíce en la resistencia a la compresión.

- ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 63 DÍAS DE EDAD

CONCRETOS	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
RESISTENCIA Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 5.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 7.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 10.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

CONCRETOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA Patrón	,213	10	,200 [*]	,872	10	,105
Sika Fume al 5.0%	,136	10	,200 [*]	,959	10	,778
Sika Fume al 7.5%	,141	10	,200 [*]	,977	10	,944
Sika Fume al 10.0%	,162	10	,200 [*]	,929	10	,440

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

RESISTENCIA		Estadístico de Levene		Sig.
		gl1	gl2	
	Se basa en la media	,708	3 36	,554
	Se basa en la mediana	,638	3 36	,596
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,638	3 30,607	,597
	Se basa en la media recortada	,713	3 36	,551

ANOVA					
RESISTENCIA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	80520,207	3	26840,069	45,055	,000
Dentro de grupos	21445,991	36	595,722		
Total	101966,198	39			

RESISTENCIA				
HSD Tukey ^a				
CONCRETOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Patrón	10	566,530		
Sika Fume al 5.0%	10		611,150	
Sika Fume al 10.0%	10		625,910	
Sika Fume al 7.5%	10			691,680
Sig.		1,000	,537	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario:** La mezcla elaborada con la relación agua/cemento de 0.35 y ensayada a 63 días de edad, nos dio como mejor resultado la adición del 7.5 % de microsilíce, esto solo analizando la influencia del porcentaje de microsilíce en la resistencia a la compresión.

3.3. RELACIÓN AGUA/CEMENTO = 0.40

- ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 7 DÍAS DE EDAD

CONCRETOS	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
RESISTENCIA Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 5.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 7.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 10.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

CONCRETOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA Patrón	,184	10	,200*	,901	10	,227
Sika Fume al 5.0%	,168	10	,200*	,928	10	,427
Sika Fume al 7.5%	,294	10	,014	,843	10	,048
Sika Fume al 10.0%	,192	10	,200*	,953	10	,700

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

RESISTENCIA		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
		Se basa en la media	,072	3	36
Se basa en la mediana	,142	3	36	,934	
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,142	3	34,007	,934	
Se basa en la media recortada	,083	3	36	,969	

ANOVA					
RESISTENCIA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	24240,130	3	8080,043	16,838	,000
Dentro de grupos	17274,874	36	479,858		
Total	41515,004	39			

RESISTENCIA			
HSD Tukey ^a			
CONCRETOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Patrón	10	398,290	
Sika Fume al 10.0%	10		442,470
Sika Fume al 5.0%	10		447,660
Sika Fume al 7.5%	10		465,100
Sig.		1,000	,115

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario:** La mezcla elaborada con la relación agua/cemento de 0.40 y ensayada a 7 días de edad, nos dio como mejor resultado la adición del 7.5 % de microsíllice, esto solo analizando la influencia del porcentaje de microsíllice en la resistencia a la compresión.

- ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 28 DÍAS DE EDAD

CONCRETOS	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
RESISTENCIA Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 5.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 7.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 10.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

CONCRETOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA Patrón	,236	10	,121	,856	10	,069
Sika Fume al 5.0%	,170	10	,200*	,898	10	,206
Sika Fume al 7.5%	,227	10	,155	,865	10	,086
Sika Fume al 10.0%	,130	10	,200*	,945	10	,615

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

RESISTENCIA		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
		Se basa en la media	,538	3	36
Se basa en la mediana	,319	3	36	,811	
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,319	3	33,166	,811	
Se basa en la media recortada	,483	3	36	,696	

ANOVA					
RESISTENCIA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	21716,922	3	7238,974	17,334	,000
Dentro de grupos	15034,274	36	417,619		
Total	36751,196	39			

RESISTENCIA			
HSD Tukey ^a			
CONCRETOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Patrón	10	503,420	
Sika Fume al 10.0%	10	520,910	
Sika Fume al 5.0%	10		551,110
Sika Fume al 7.5%	10		561,800
Sig.		,240	,649

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario:** La mezcla elaborada con la relación agua/cemento de 0.40 y ensayada a 28 días de edad, nos dio como mejor resultado la adición del 7.5 % de microsíllice, esto solo analizando la influencia del porcentaje de microsíllice en la resistencia a la compresión.

- ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 63 DÍAS DE EDAD

CONCRETOS	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
RESISTENCIA Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 5.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 7.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Fume al 10.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

CONCRETOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA Patrón	,260	10	,055	,860	10	,077
Sika Fume al 5.0%	,268	10	,041	,703	10	,001
Sika Fume al 7.5%	,186	10	,200*	,951	10	,680
Sika Fume al 10.0%	,247	10	,083	,911	10	,287

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

RESISTENCIA		Estadístico de Levene		Sig.
		gl1	gl2	
	Se basa en la media	2,176	36	,108
	Se basa en la mediana	1,379	36	,265
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,379	31,175	,268
	Se basa en la media recortada	2,140	36	,112

ANOVA					
RESISTENCIA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12538,475	3	4179,492	8,154	,000
Dentro de grupos	18453,296	36	512,592		
Total	30991,771	39			

RESISTENCIA			
HSD Tukey ^a			
CONCRETOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Patrón	10	512,460	
Sika Fume al 5.0%	10	534,460	534,460
Sika Fume al 10.0%	10		552,860
Sika Fume al 7.5%	10		557,360
Sig.		,150	,126

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario:** La mezcla elaborada con la relación agua/cemento de 0.40 y ensayada a 63 días de edad, nos dio como mejor resultado la adición del 7.5 % de microsíllice, esto solo analizando la influencia del porcentaje de microsíllice en la resistencia a la compresión.

4. Panel fotográfico

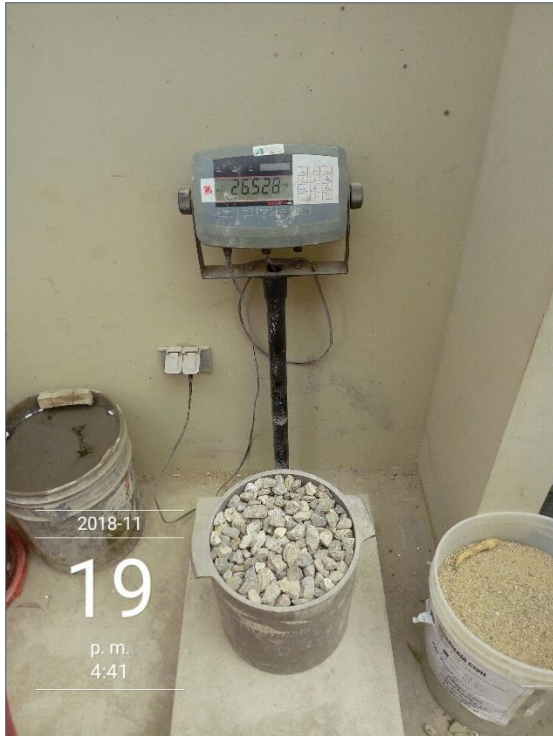
4.1. Caracterización de los agregados.



Fotografía 1. Cuarteo de agregado grueso.

Fotografía 2. Pesaje de la muestra representativa de agregado grueso.





Fotografía 4. Peso unitario compactado del agregado grueso.

Fotografía 3. Ensayo de granulometría del agregado grueso.

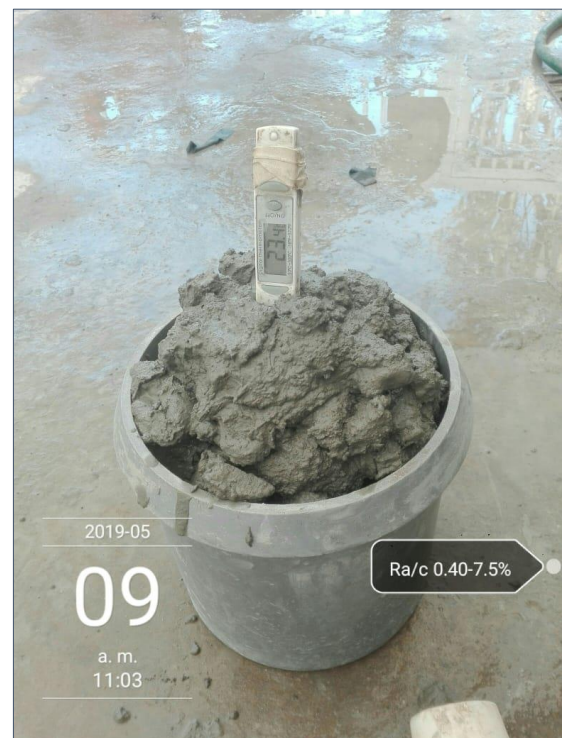


4.2. Ensayos del concreto en estado fresco.



Fotografía 5. Asentamiento del concreto fresco A/C 0.40 con 7.5 % de microsíllice.

Fotografía 6. Temperatura del concreto fresco A/C 0.40 con 7.5 % de microsíllice.





Fotografía 7. Peso unitario del concreto en estado fresco A/C 0.40 con 7.5% de microsílíce.

Fotografía 8. Mezclado del concreto en el laboratorio de concreto de la UPNT-SI.



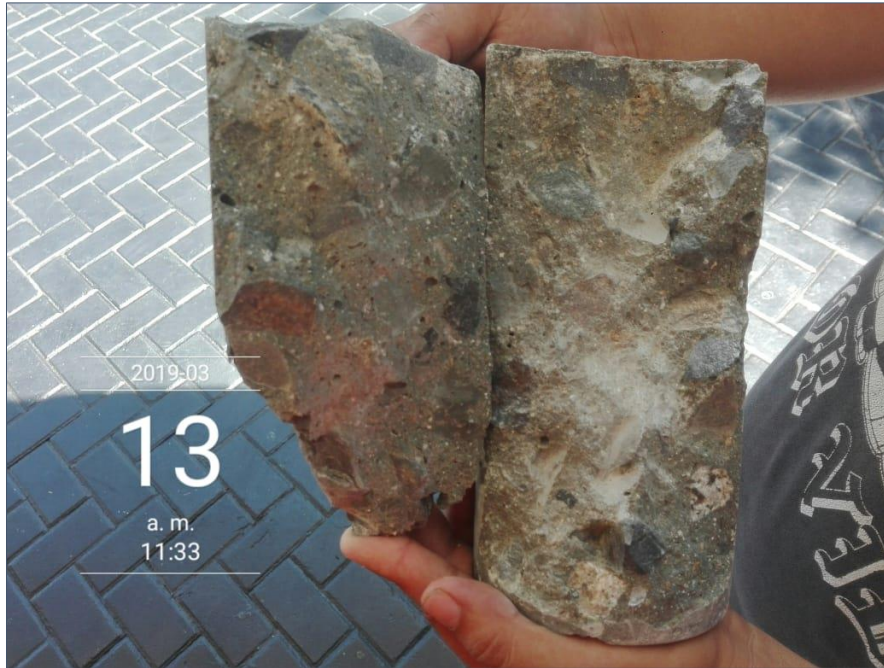
4.3. Rotura de testigos de concreto y fotografías varias.



Fotografía 9. Rotura de testigo de concreto a la edad de 63 días.

Fotografía 10. Tipo de falla de los testigos de concreto estudiados.





Fotografía 12. Distribución de los agregados al interior de los testigos de concreto.



Fotografía 11. Equipo de investigación, Tesistas junto al asesor Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz. En el laboratorio de mineralogía UPNT –SI.