

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE
PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021**

PRESENTADO POR:

Bach: CORDOVA ABREGU, JHON MAIK

Línea de investigación institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos.

Línea de investigación E.P Ingeniería Civil: Gestión de Tecnologías en Proceso
Constructivo.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

Huancayo - Perú

2021

ASESOR

PH.D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED

DEDICATORIA

La presente tesis dedico con todo mi amor y cariño a mi madre Feliciano Charito Abregu Jaucha y a mi padre Yuri Erick Cordova Calderón por su sacrificio y esfuerzo, por creer en mí, por su apoyo, comprensión y aliento para seguir adelante y siempre ser perseverante, así mismo a mi hermano Christian por su valioso apoyo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Peruana Los Andes por ser parte fundamental de mi formación académica y profesional. Al Ph. D. Mohamed por el apoyo a lo largo de esta preparación, al Ing. Julio Nakandakare † por la iniciativa de la investigación, a Yanet y Jesús Angel por su valioso apoyo.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

DR. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

ING. ALCIDES LUIS FABIÁN BRAÑEZ
JURADO

ING. DAYANA MARY MONTALVÁN SALCEDO
JURADO

ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES
JURADO

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPÍTULO I.....	18
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. Planteamiento del problema.....	18
1.1.1. Descripción de la Realidad Problemática	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	21
1.2.1. Problema general	21
1.2.2. Problemas específicos	21
1.3. Justificación de la Investigación	22
1.3.1. Justificación practica	22
1.3.2. Justificación Teórica.....	22
1.4. Delimitación de la Investigación	22
1.4.1. Delimitación espacial.....	22

1.4.2. Delimitación temporal.....	23
1.4.3. Delimitación económica	23
1.5. Limitaciones	23
1.5.1. Económica	23
1.5.2. Tecnológica.....	23
1.5.3. Temporal.....	23
1.6. Objetivos	24
1.6.1. Objetivo general	24
1.6.2. Objetivos específicos	24
CAPÍTULO II.....	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. Antecedentes	25
2.1.1. Antecedente Internacional.....	25
2.1.2. Antecedente Nacional	28
2.2. Marco conceptual	29
2.2.1. Propiedades del concreto autocompactante en estado fresco.....	29
2.2.1.1. Concreto Autocompactante	29
2.2.1.2. Materiales empleados.....	30
2.2.1.2.1. Cemento	30
2.2.1.2.2. Agua	31
2.2.1.2.3. Agregados.....	31

2.2.1.2.4. Aditivo	32
2.2.1.3. Enfoque práctico para caracterizar aplicaciones	33
2.2.1.4. Propiedades en estado fresco	36
2.2.1.4.1. Capacidad de llenado.....	36
2.2.1.4.2. Capacidad de paso	39
2.2.1.4.3. Estabilidad	43
2.2.1.4.4. Viscosidad.....	45
2.2.2. Aditivo Incorporador de aire	47
2.3. Definición de términos básicos	47
2.4. Hipótesis	48
2.4.1. Hipótesis General.....	48
2.4.2. Hipótesis Específicas	48
2.5. Variables	49
2.5.1. Definición conceptual de la variable	49
2.5.1.1. Variable independiente:	49
2.5.1.2. Variable dependiente:	49
2.5.2. Definición operacional de la variable	49
2.5.2.1. Variable independiente	49
2.5.2.2. Variables dependientes	49
2.5.3. Operacionalización de la Variable (Anexo2)	50
CAPÍTULO III.....	51

METODOLOGÍA.....	51
3.1. Método de la investigación.....	51
3.2. Tipo de investigación.....	51
3.3. Nivel de la investigación.....	52
3.4. Diseño de investigación.....	52
3.5. Población y muestra.....	52
3.5.1. Población.....	52
3.5.2. Muestra.....	53
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
3.7. Procesamiento de la información.....	53
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	59
3.9. Aspectos éticos.....	59
CAPITULO IV.....	60
RESULTADOS.....	60
4.1. Incorporador de aire.....	60
4.1.1. Porcentaje de aire y aire atrapado.....	60
4.2. Propiedades físicas en Estado Fresco.....	61
4.2.1. Capacidad de Llenado.....	61
4.2.2. Capacidad de Paso.....	62
4.2.3. Estabilidad.....	65
4.2.4. Viscosidad.....	66

CAPÍTULO V	69
DISCUSIÓN.....	69
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	75
ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Características Clave de los Elementos que se van a Moldear</i> ..	34
Tabla 2	<i>Límites de Propiedades Frescas Adecuados para Diversas Características de los Elementos</i>	35
Tabla 3	<i>Evaluación de bloqueo de CAC</i>	41
Tabla 4	<i>Índice de estabilidad visual (IEV) de las mezclas SCC</i>	44
Tabla 5	<i>Caracterización de Agregado Grueso y Agregado Fino</i>	54
Tabla 6	<i>Materiales para el Concreto Autocompactante</i>	55
Tabla 7	<i>Límites de Propiedades Frescas Adecuados para Diversas Características de Miembros</i>	56
Tabla 8	<i>Recomendaciones de Proporciones</i>	57
Tabla 9	<i>Secuencia para las Mezclas Probadas con CAC</i> Error! Marcador no definido.	
Tabla 10	<i>Métodos de Prueba Utilizados para Caracterizar las Propiedades Frescas del CAC</i>	58
Tabla 11	<i>Resumen Dosis de Aditivo Incorporador de Aire y Porcentaje de Aire Atrapado</i>	60
Tabla 12	<i>Ensayo Flujo de Asentamiento (slum flow) del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021</i>	61
Tabla 13	<i>Relación H2/H1 de la Caja L del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021</i>	62
Tabla 14	<i>Díámetro de extensión con anillo J del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021.</i>	63
Tabla 15	<i>Índice de Estabilidad Visual del Concreto Autocompactante en Estado fresco con aditivo incorporador de aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021</i>	65
Tabla 16	<i>Tiempo de descarga con embudo V del Concreto Autocompactante en Estado fresco con aditivo incorporador de aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021</i>	66

Tabla 17 <i>Tiempo de extensión de 50cm en Slup flow del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021</i>	67
--	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Estructuras con Refuerzo Denso</i>	20
Figura 2 <i>Patología en elementos estructurales</i>	21
Figura 3 <i>Ubicación de la Investigación</i>	23
Figura 4 <i>Fases del Concreto Autocompactante</i>	36
Figura 5 <i>Sección Típica del Cono de Asentamiento y CAC Después de la Remoción del Cono de Asentamiento</i>	38
Figura 6 <i>Prueba de Flujo de Asentamiento</i>	39
Figura 7 <i>Medición de la capacidad de pase con Anillo J (J-Ring)</i>	41
Figura 8 <i>Aparato de Prueba de Caja L para medir Capacidad de Paso</i> ..	43
Figura 9 <i>Aparato de Embudo en V, su Dimensión y Medida del Ttiempo de Flujo</i>	46
Figura 10 <i>Secuencia de prueba</i>	59
Figura 11 <i>Ensayo Flujo de Asentamiento del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Incorporador de Aire Para estructuras verticales, Huancayo-2021</i>	61
Figura 12 <i>Relación H2/H1 de la Caja L Del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021</i>	63
Figura 13 <i>Diámetro de extensión con anillo J del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021</i>	64
Figura 14 <i>Índice de Estabilidad Visual del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021</i>	65
Figura 15.....	66
Figura 16 <i>Tiempo de extensión de 50cm en Slup flow del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021</i>	67

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general ¿Cuánto varía las propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021?, el objetivo general fue Determinar la variación en las propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021, la hipótesis general que se verificó fue: Las propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco varían significativamente con incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.

El método general de investigación que se utilizó fue científico, el tipo de investigación fue aplicada, de nivel explicativo - correlacional y de diseño experimental. La población estuvo conformada por estructuras verticales, la muestra estuvo conformada por 5 diferentes diseños de mezcla: 1 diseño patrón sin aire incorporado y 4 diseños con aire incorporado en valores de aire atrapado de 6%, 7%, 8% y 9%, el muestreo es no probabilístico, la técnica empleada fue observación directa, los instrumentos fueron las pruebas estandarizadas y ficha de recopilación de datos, procesamiento de datos es de acuerdo a los formatos establecidos para cada ensayo.

Se concluyó que las propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco si varían significativamente con la incorporación de aire para estructuras verticales Huancayo 2021.

Palabras clave: Concreto Autocompactante, Exudación, Fluidez, Segregación, Trabajabilidad.

ABSTRACT

The present investigation had as a general problem how much does the physical properties of self-compacting concrete in a fresh state with air entrainment for vertical structures vary, Huancayo-2021? The general objective was to determine the variation in the physical properties of self-compacting concrete in a fresh state with air entrainer for vertical structures, Huancayo-2021, the general hypothesis that was verified was: The physical properties of self-compacting concrete in fresh state vary significantly with air entrainment for vertical structures, Huancayo-2021.

The general research method used was scientific, the type of research was applied, explanatory - correlational level and experimental design. The population was made up of vertical structures, the sample was made up of 5 different mixing designs: 1 standard design without incorporated air and 4 designs with incorporated air in trapped air values of 6%, 7%, 8% and 9%, the sampling is non-probabilistic, the technique used was Direct observation, the instruments were standardized tests and data collection sheet, data processing is according to the formats established for each trial.

It was concluded that the physical properties of self-compacting concrete in a fresh state do vary significantly with the incorporation of air for vertical structures Huancayo 2021.

Keywords: Self Compacting Concrete, Exudation, Fluidity, Segregation, Workability.

INTRODUCCIÓN

El concreto autocompactante (CAC) es una nueva categoría de concreto de alto rendimiento que exhibe una baja resistencia al flujo asegurando una alta fluidez para mantener una deformación homogénea a través del encofrado.

El uso de este tipo de concretos en nuestro país es muy bajo, si bien es cierto, el CAC es uno de los desarrollos más importantes en la tecnología del concreto; sus propiedades en estado fresco influyen considerablemente en los procesos constructivos. A pesar de ello, para el rubro del concreto premezclado el valor agregado del costo directo en los componentes y las variables del diseño, convierten al CAC en una tecnología especial que se produce solo a pedido del contratista, así mismo el desarrollo en ciudades superiores a los 3 000 m,s.n,m.

Por ello la investigación se orienta al desarrollo de CAC y determinar la variación en las propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales en Huancayo.

Esta investigación está estructurada en 5 capítulos:

Capítulo I Planteamiento del problema: Descripción de la realidad problemática, así mismo la formulación del problema general y problemas específicos, se planteó el objetivo general y objetivos específicos, la justificación de la investigación.

Capítulo II, presentación del marco teórico: Antecedentes de la investigación, antecedentes internacionales y antecedentes nacionales, bases teóricas, la definición de términos, formulación de hipótesis, variables de la investigación, variables, definición conceptual y operacional

Capítulo III, desarrolla la metodología: Metodología de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos.

Capítulo IV, presentación de resultados.

Capítulo V Discusión de Resultados

Finalmente se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

Bach: Cordova Abregu, Jhon Maik.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Descripción de la Realidad Problemática

El concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo, a medida que el uso de concreto se vuelve más común, las especificaciones para el concreto, como los requisitos de durabilidad, control de calidad, trabajabilidad y optimización del diseño de la mezcla de concreto, se vuelven más importantes.

A nivel mundial el concreto tradicional presenta diversas desventajas, entre las que se resaltan la disminución de su capacidad para colocar el concreto en lugares de difícil acceso y con altos niveles de acero de refuerzo (*Figura 1*), disminución de la productividad de los empleados, aumento de la necesidad de reparaciones y nuevos trabajos, aumento de la vibración mecánica de los elementos, aumento de errores en la colocación del concreto por parte de los operarios, aumento del ruido en el trabajo, entre otros. Cuando un espacio reducido difícil de alcanzar queda lleno de barras de acero de refuerzo, el concreto convencional quizás no pueda circular completamente alrededor de cada barra, quedando bolsas de aire ocultas, que podrían hacer que el acero se corra a corto plazo. Para el productor de concreto es importante: ofrecer mezclas de alta calidad y con valor agregado, ahorrar tiempo y dinero a

sus clientes, mayor rapidez en la operación de sus camiones y uso más eficiente de la flota de entrega, entre otros (O. JAVIER 2019).

Según Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), (2021) citado por agencia Peruana de Noticias ANDINA en el Perú el Sector Construcción creció 231.9% en segundo trimestre 2021, comparado con el similar periodo del 2020; así mismo, con el incremento de patologías en las estructuras de concreto, surgen los problemas asociados a la colocación y consolidación por vibración de un concreto convencional, estos pueden incrementar los costos de acabados, mantenimiento y afectar la durabilidad de estructuras en concreto.

La compactación del concreto es a menudo vista como el talón de Aquiles de concreto tradicional. No importa qué tipo de estructura de construcción sea, el concreto utilizado debe ser lo suficientemente resistente y bien compactado. Los principales objetivos para la compactación del concreto son los siguientes: (1) garantizar la máxima densidad mediante la eliminación de cualquier aire atrapado y (2) garantizar que el concreto utilizado esté en pleno contacto tanto con el refuerzo de acero como con el encofrado. Asegurar los dos puntos anteriores no sólo proporciona resistencia adicional a la estructura, sino que también beneficia a la apariencia del producto final.

La compactación del concreto convencional se realiza a través de la fuerza externa de los vibradores. Sin embargo, los vibradores son incapaces de ingresar a miembros estructurales verticales y profundos, donde se pueden ocasionar segregación, el sangrado y el asentamiento. Como resultado, se reducen las propiedades mecánicas, la durabilidad y la calidad del acabado superficial del concreto (Figura 2). Además, si la capacidad de trabajo es deficiente, la alta calidad de la construcción de infraestructura depende más de los trabajadores calificados. Por lo tanto, es importante desarrollar un concreto con buena capacidad de trabajo, especialmente la auto-compactabilidad.

La aplicación de CAC ha tenido una notable aceptación, un CAC exitoso necesita una combinación de requisitos fundamentales: capacidad de llenado, capacidad de pase, estabilidad y viscosidad, sin embargo, el

conflicto entre alta fluidez y estabilidad hace que el diseño de CAC sea más complejo que el concreto convencional; es importante obtener propiedades adecuadas de concreto fresco que cumplan con los requisitos de autocompactabilidad y se logre un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares y de buenas características, que posteriormente pueda ser utilizado en la construcción de obras de concreto (Hwang, Khayat, & Bonneau, 2006).

Por ello las propiedades del concreto en estado fresco se ha convertido en un tema importante para la innovación de la industria de la construcción. Para el sector de la construcción, es importante realizar nuevas innovaciones e investigar acerca de alternativas que mejoren los procesos de construcción. Una de estas alternativas es la implementación del uso de nuevos concretos como sustituto al convencional para mejorar las propiedades físicas en estado fresco, por lo antes mencionado, esta investigación se enfocó en el uso de CAC con incorporador de aire para mejorar la capacidad de proceso en la aplicación de elementos verticales.

Figura 1
Estructuras con Refuerzo Denso



Obtenido de Revista 360 en concreto ARGOS Colombia

Figura 2
Patología en elementos estructurales



1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuánto varía las propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuánto varía la capacidad de llenado del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021?
- b) ¿Cuánto varía la capacidad de paso del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021?
- c) ¿Cuánto varía la estabilidad del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021?
- d) ¿Cuánto varía la Viscosidad del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021?

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Justificación práctica

Esta investigación se realizó porque existe la necesidad de implementar nuevas tecnologías de concreto, ya que aún la mayoría de construcciones en nuestro país utilizan métodos tradicionales en los sistemas de construcción. Surgiendo la necesidad de sustituir al concreto convencional con un concreto con mejores propiedades físicas en estado fresco, como el concreto autocompactante para mejorar la capacidad de proceso en la aplicación de elementos verticales.

1.3.2. Justificación Teórica

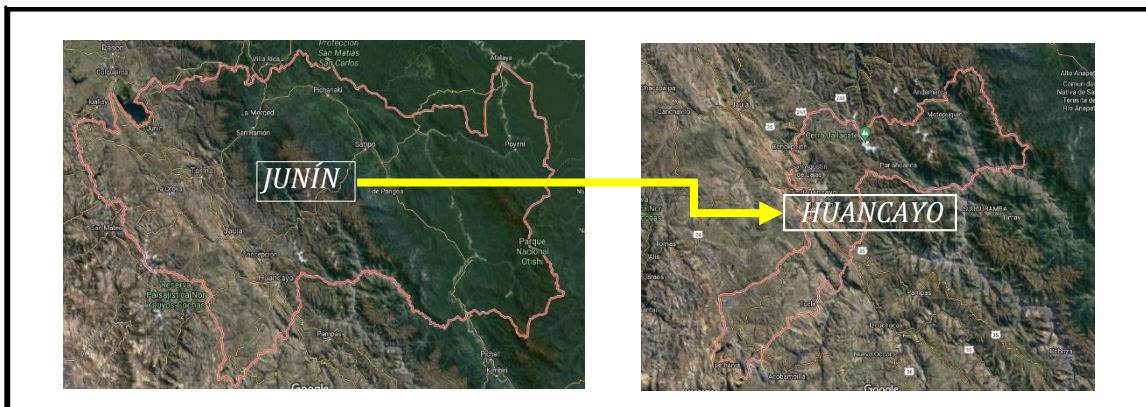
El presente trabajo de investigación tiene el propósito de contribuir al conocimiento empleando tecnologías existentes sobre el desarrollo y la aplicación correcta de tecnología de CAC basados en la normatividad del American Concrete Institute ACI 237 y Federación Europea de Químicos de Construcción Especializados y Sistemas de Concreto (EFNARC), en elementos verticales, realizado con insumos de la zona y tecnologías del mercado.

1.4. Delimitación de la Investigación

1.4.1. Delimitación espacial

El trabajo se realizó en el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

Figura 3
Ubicación de la Investigación



Fuente: Google Maps

1.4.2. Delimitación temporal

El presente estudio se realizó en el año 2021, por un periodo de 6 meses de investigación desde enero hasta junio.

1.4.3. Delimitación económica

La presente investigación fue financiada con recursos propios.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Económica

Surgieron dificultades para el financiamiento de la compra de insumos, para el desarrollo de concreto autocompactante.

1.5.2. Tecnológica

Surgieron dificultades para encontrar los equipos referentes al tema.

1.5.3. Temporal

Debido a la situación actual sanitaria el desarrollo de la presente investigación fue prolongándose.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la variación en las propiedades físicas del CAC en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar la variación de la capacidad de llenado del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.
- b) Determinar la variación de la capacidad de paso del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.
- c) Evaluar la variación de estabilidad del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.
- d) Evaluar la variación de viscosidad del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedente Internacional

Silva, Valencia, & Delvasto (2018) realizaron el artículo científico titulado: *Concreto autocompactante con altos contenidos de subproductos de la combustión de carbón*, Universidad del Valle, Colombia. fijaron como **objetivo**: Investigar y determinar el efecto de la ceniza volante y escoria como adiciones minerales en las propiedades en estado fresco y endurecido del CAC. Aplicando una **metodología**: experimental, obtuvo los **resultados** siguientes: ensayos en estado fresco de los CAC para cinco diseños: patrón, CAC 35% E, CAC 50% E, CAC 35% CV y CAC 50 CV; cono de abrams (extensibilidad): 670 mm, 690 mm, 685 mm, 687 mm y 689 mm respectivamente; caja en L H2/H1: 0.82, 0.85, 0.83, 0.88 y 0.96 respectivamente; embudo en V tiempo: 18 seg., 13.5 seg., 11.2 seg., 11.1 seg. y 10.8 segundos respectivamente.; finalmente presenta como **conclusiones**: La investigación ha demostrado que es posible diseñar un CAC incorporando varios porcentajes CV y E (adiciones). Las propiedades en estado fresco de los concretos autocompactantes que contienen CV y E estaban en los rangos recomendados por la EFNARC, reflejándose en una adecuada fluidez, excelente capacidad de paso,

buena capacidad de relleno y apropiada resistencia a la segregación (estabilidad). Los concretos autocompactantes con CV necesitaron una mayor relación agua/cementante debido a que esta adición presentó un alto contenido de inquemados, el cual es un material poroso que demanda una mayor cantidad de agua para tener una adecuada fluidez.

Gonzalez , Landaverde, & Romero (2005) realizaron tesis de grado: *Concreto autocompactable como propuesta para el diseño de mezcla; beneficios técnicos y consideraciones básicas para su implementación en El Salvador*, Universidad de El Salvador, El Salvador, fijaron como **objetivo**: Definir la factibilidad técnica del CAC para su implementación en nuestro país, a través del análisis de las especificaciones, procedimientos de dosificación y otros métodos de caracterización, aplicando una **metodología**: experimental, donde obtuvieron los **resultados** siguientes: promedio de ensayos al CAC en estado fresco para las mezclas A y B; la propiedad capacidad de relleno por el ensayo de flujo de asentamiento presenta 70.91 cm y 71.31 cm respectivamente, bajo el ensayo de Flujo de asentamiento T50 2s para ambos promedios ; la propiedad capacidad de paso por el ensayo caja en L el valor fue de 1 para ambos promedios, la propiedad resistencia a la segregación por el Ensayo de estabilidad GTM presenta 13.23 % y 16.51% respectivamente; la propiedad de Contenido de Aire bajo el ensayo ASTM C 231 presenta 3.8 % y 1.93 % respectivamente; finalmente indica como **conclusión**: Los materiales constituyentes de una mezcla de CAC, deben ser evaluados aplicando las normas de calidad tradicionalmente utilizadas en El Salvador; los agregados deben cumplir los requisitos de calidad especificados en la norma ASTM C 33 y el cemento debe estar conforme a la norma ASTM C 150 ó ASTM C 595, en el caso del cemento puro ó mezclado respectivamente. El aditivo superplastificante es fundamental en la obtención de fluidez y reducción de agua en mezclas de CAC; está compuesto de policarboxilatos modificados, que, por sus características químicas, producen un efecto estérico con un perímetro de influencia mayor, que los aditivos superplastificantes normales.

Silva, Robayo, Matthey, & Delvasto (2014) realizaron el artículo científico titulado: *Obtención de concretos autocompactantes empleando residuos de demolición*, Universidad del Valle, Colombia. fijando como **objetivo**: Evaluar el efecto de los residuos de demolición de edificaciones, en la producción de concreto autocompactante con pruebas en estado fresco, como el flujo de asentamiento con el cono de abrams, el embudo en V y la caja en L, aplicando la **metodología** experimental, obtuvieron los siguientes **resultados** del Comportamiento en estado fresco de los concretos autocompactantes de diseños Control: M-10%, M-20%, M-30% y M-50% fueron: flujo de asentamiento 585 mm, 623 mm, 740 mm, 644 mm y 740 mm respectivamente; en T50 (s) 3.78, 3.01, 1.85, 2.52 y 1.99 seg. respectivamente; en embudo en V: 4.64, 14.1, 4.28, 13.32 y 10.1 seg. respectivamente; en Caja en L 0.73, 0.82, 0.84, 0.68 y 0.76 de relación entre H2/H1 respectivamente; finalmente indicando como conclusión: Con base en los resultados de esta investigación se pueden extraer las siguientes **conclusiones**: La utilización de los residuos de demolición de elementos constructivos de mampostería en la producción de concretos autocompactantes como sustitución parcial del cemento es técnicamente viable. Los concretos donde se utilizaron finos de estos residuos presentaron las características necesarias para ser considerados como autocompactantes; dichas características se reflejan en flujo adecuado con buena resistencia a la segregación, exudación y una excelente capacidad de paso y de relleno, además en estado endurecido muestra un buen aspecto estético y sus propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión y tracción indirecta lo que le permite a este concreto autocompactante competir sin ningún problema con el concreto convencional.

Pastrana, Silva, Adrada, & Delvasto (2019) en el artículo científico titulado: *Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con polvo de residuo de concreto*, Universidad del Valle, Colombia, fijando como **objetivo**: presentar una contribución al estudio del empleo del polvo generado en el proceso de molienda o reciclaje de concreto como reemplazo parcial del cemento Portland en concretos

autocompactantes, mediante la evaluación de las propiedades en estado fresco, aplicando la **metodología**: experimental, donde obtuvieron los **resultados** siguientes: para los diseños Patrón, F-10 %, F-20 % y F-30 % en Flujo de asentamiento 695 mm, 675 mm, 650 mm y 620 mm respectivamente; en el ensayo Caja en L relación H2/H1 los resultados fueron: 0.69, 0.63, 0,51; en embudo en V : 7.12, 11.62, 16.05 y 17.20 seg. respectivamente; finalmente indica como **conclusión** que: La trabajabilidad de los CAC disminuye con el incremento del porcentaje de CWP. La propiedad en la cual tuvo mayor influencia fue en la capacidad de paso evaluada mediante la caja en L, ya que no estuvieron ni cerca del límite inferior sugerido por las directrices europeas de la EFNARC. Sin embargo, las pruebas de flujo de asentamiento y embudo en V fueron satisfactorias para todos los porcentajes de reemplazo.

2.1.2. Antecedente Nacional

Bustamante (2018) en la tesis de pregrado, titulado: *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, usando el aditivo superplastificante glenium C 31*, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Fija como **objetivo**: Analizar las propiedades del concreto autocompactante con la adición del aditivo Glenium C 313, para un f_c 300 kg/cm², aplicando una **metodología**: experimental, donde se obtuvo **los resultados** siguientes: para los diseños D-1(0.5%), D-2(1%), D-3(1.5%) y D-4(2%), el T50 5.2, 4.5, 3.1 y 2.9 seg. respectivamente; la extensibilidad 29 cm, 66 cm, 73 cm y 80 cm respectivamente; la caja en L relación 0.86, 0.91,0.93 y 0.97 de relación H2/H1 respectivamente.; finalmente indica como **conclusión**: que el concreto autocompactante presenta las siguientes características. Ensayo de extensión de flujo, presenta una extensibilidad entre los rangos 29 cm y 80 cm. Ensayo de caja L, con una capacidad de paso buena con un coeficiente de bloqueo entre 0.86 y 0.97, donde los costos en materiales de un CAC, incrementan a medida que se va adicionando porcentaje de aditivo, en función concreto patrón, siendo la dosificación D-1 la de menos aumento el costo con respecto al concreto

patrón con +41.83 S. /m (13.34 % mayor), el mayor incremento de costo metro cubico es de 1515 S./m³ en la dosificación 4 (50.75 % mayor al concreto patrón).

Rodriguez (2016) en tesis de pregrado titulado: *Aplicación del concreto autocompactante con aditivo incorporador de aire para el estudio de fisuras en losas de concreto armado*, Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú. Fija como **objetivo**: determinar la influencia del diseño de concreto autocompactante con aditivo incorporador de aire para la evaluación de fisuras en losas de concreto armado aplicando una **metodología**: Experimental, obtuvo los **resultados** siguientes: para los diseños A-1(10%), A-2(11.5), A-3(12.5%), el resultado del ensayo T50 resultó: 11seg, 6 seg y 5 seg.; el ensayo anillo en J 54 cm, 65.5 cm y 65.75 cm; el ensayo en caja L 0.74, 0.95 y 0.97 de relación H2/H1 respectivamente; finalmente indica como **conclusión**: el usar los aditivos superplastificante Master Glenium SCC 3800 incorporador de aire reduce notoriamente la presencia de fisuras por retracción plástica y asentamiento plástico en las primeras horas además contrarrestan la aparición de fisuras por contracción térmica y retracción por secado durante el primer mes de las losas de concreto.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Propiedades del concreto autocompactante en estado fresco

2.2.1.1. Concreto Autocompactante

Hwang, Khayat, & Bonneau (2006) define: El CAC es una nueva clase de concreto de alto rendimiento que puede extenderse fácilmente en su lugar bajo su propio peso y llenar secciones restringidas, así como estructuras de refuerzo congestionadas sin la necesidad de consolidación mecánica y sin sufrir una separación significativa de los componentes del material.

Okamura (1997) define que es la principal característica distintiva del CAC frente al concreto convencional, es su comportamiento en estado

fresco, ya que se debe fundamentalmente en su composición de alto contenido de finos, disminución de agregados grueso y la incorporación de aditivos superplastificantes, en este estado el CAC es muy fluido para garantizar una alta deformabilidad en encofrados que tienen formas complejas o alta congestión de refuerzo de acero y una viscosidad plástica media para mantener la homogeneidad y reducir riesgos de segregación, sangrado y asentamiento superficial. En el estado endurecido, las pruebas de concreto apuntan a verificar la homogeneidad de las propiedades del material en su lugar y la resistencia a compresión.

Por su parte Khayat (1999) refiere que el concreto autocompactante es una nueva categoría de concreto de alto rendimiento que exhibe una baja resistencia al flujo para asegurar una alta fluidez y una viscosidad moderada para mantener una deformación homogénea a través de secciones restringidas, como refuerzo estrechamente espaciado.

El ACI 237, (2007) menciona el CAC es un concreto que es capaz de fluir en el interior del encofrado rellenando de forma natural el volumen del mismo, pasando entre las armaduras de refuerzo y consolidándose únicamente bajo la acción de su propio peso sin la contribución de la energía de consolidación interna o externa, el CAC debe cumplir propiedades principales durante todo el tiempo que dure la preparación, transporte y colocado en obra, los cuales son denominados parámetros de trabajabilidad, son capacidad de paso, capacidad de llenado, estabilidad (resistencia a la segregación, y viscosidad)

2.2.1.2. Materiales empleados

2.2.1.2.1. Cemento

Pasquel (1998) refiere que es un material aglomerante, el cual se obtiene del resultado de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, los cuales crearan un polvo fino.

Se utilizó cemento Tipo I disponible comercialmente, cumplen con los requisitos de ASTM C150.

2.2.1.2.2. Agua

El agua tiene la función de reaccionar con el cemento para originar el proceso de hidratación (fraguado y endurecimiento del concreto) que aporta en la reología del concreto, actuando como un lubricante de la masa, necesaria para que los productos de hidratación puedan desarrollarse que contribuye en un principio a mejorar la trabajabilidad del concreto, los requerimientos que debe cumplir el agua para la elaboración de concreto (ASTM C1602).

(Abanto, 1996) Refiere que el agua es un elemento primordial para la preparación de un concreto, para lograr características como la trabajabilidad, resistencia, propiedades en estado fresco y endurecido.

2.2.1.2.3. Agregados

Los agregados son componentes inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar una estructura super resistente, los agregados ocupan aproximadamente $\frac{3}{4}$ partes del volumen total de la concreto (Pasquel, 1998).

(Surahyo, 2019) Los agregados comprenden aproximadamente 60–75% en volumen de mezcla de concreto. Los agregados de densidad normal se clasifican principalmente en los siguientes dos tamaños:

Agregado fino.

(Surahyo, 2019) define: el agregado fino es básicamente arena. Hay dos tipos de arena como arena de río y arena manufacturada. La arena fabricada se tritura a partir de agregados gruesos a través de máquinas trituradoras.

Se usó un tipo de agregado fino de la cantera de Pilcomayo (CP), el resultado de peso específico y absorción es de acuerdo a NTP 400.022, la curva de clasificación de la arena cumple con los requisitos de ASTM C33.

Agregado grueso

El (ACI 301) menciona: el tamaño máximo nominal del agregado grueso debe elegirse con respecto a la obtención de una capacidad de paso aceptable y la estabilidad del concreto plástico, el tamaño y el

volumen del agregado grueso influyen en la obtención de la capacidad de paso del concreto. Por lo tanto, el tamaño máximo nominal del agregado grueso puede ser un tamaño menor para mejorar la capacidad de paso, la forma de partículas del agregado grueso también es significativa en términos de afectar la capacidad de trabajo del concreto autocompactante.

Se usó agregado grueso de la Cantera de Matahuasi (CM). La gradación se llevó a cabo de acuerdo con ASTM C33. La prueba de peso específico y absorción es de acuerdo a la NTP 400.021.

2.2.1.2.4. Aditivo

El ACI CT-18, (2018) menciona que el aditivo es un material que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico; es empleado como un ingrediente de una mezcla cementicia, para modificar su estado fresco, fraguado o estado endurecido, y que se añade a la mezcla antes o durante el mezclado.

Los aditivos químicos son usados para mejorar las propiedades del concreto o mortero en su estado fresco y/o endurecido. Estas propiedades pueden ser modificadas para mejorar la resistencia $f'c$ ó flexión a cualquier edad, reducir permeabilidad, conferir mayor durabilidad, inhibir la corrosión, reducir la contracción, acelerar o retardar el fraguado, incrementar la consistencia y trabajabilidad, mejorar bombeabilidad, acabado y mejorar la economía de la mezcla (ACI 212.3R).

(Khayat & Mitchell, Self-Consolidating Concrete for Precast, Prestressed Concrete Bridge Elements, 2009) menciona: los aditivos químicos se usan en concreto para reducir el contenido de agua, mejorar la capacidad de llenado y la estabilidad, proporcionar arrastre de aire, acelerar el desarrollo de la resistencia, mejorar la retención de la trabajabilidad y retrasar el tiempo de fraguado.

Para lograr la consistencia de CAC, se utilizó un superplastificantes (SP) basado en policarbolxilatos disponible comercialmente para lograr una fluidez suficiente, el aditivo retardante de fragua fue seleccionado

para garantizar una retención de trabajabilidad lo suficientemente larga como para realizar todas las pruebas en el laboratorio, para una serie seleccionada de mezclas donde realizaremos la investigación, se agregó un agente incorporador de aire para evaluar las propiedades físicas del concreto autocompactate en estado fresco. Todos los aditivos cumplen con ASTM C494.

Aditivos reductores de agua de alto rango

(Khayat & Mitchell, 2009) Son aditivos reductores de agua de alto rango tipo F, que eliminan del 20 al 40% de agua de una mezcla.

Aditivo incorporador de aire

Los aditivos incorporadores de aire son usados principalmente para producir concreto resistente a los efectos de hielo y deshielo y para mejorar la trabajabilidad.

Aditivo retardante de fragua

Son aditivos que cumplen la función de retardar la fragua.

2.2.1.3. Enfoque práctico para caracterizar aplicaciones

La razón principal para caracterizar una aplicación de CAC es identificar aquellos parámetros que definirán los requisitos de desempeño del concreto, este es el primer paso en la optimización de aplicaciones CAC. Un enfoque para caracterizar las aplicaciones de CAC se describe en la tabla 1 y conlleva la consideración de los miembros que se van a moldear (Daczko & Kurtz, 2001).

Características del elemento estructural

Dada la gran variedad de elementos que se pueden fundir, la clasificación de las características de los elementos no es una tarea sencilla. El enfoque adoptado aquí es clasificar aquellas características que son comunes a todos los elementos e influirán en los requisitos de rendimiento del CAC. Se muestran 6 características como se describe en la Tabla 2. Cada característica tiene tres niveles, bajo, medio y alto, y se proporcionan valores específicos o una guía para la interpretación de estos niveles (Daczko & Kurtz, 2001).

Tabla 1*Características Clave de los Elementos que se van a Moldear*

Característica	Descripción	Clasificación
Nivel de refuerzo	Espacio entre barras de refuerzo y nivel general de congestión	Bajo = losa Alto = columna prefabricada
La complejidad de la forma del elemento	La complejidad geométrica general del elemento.	Bajo = Losa Alto = bóvedas
Profundidad del elemento	La parte más profunda donde se puede aumentar la segregación	Bajo < 20cm., Medio=20 cm–90 cm, alto> 90 cm
Importancia del acabado superficial	Importancia de la suavidad y ausencia de agujeros en la superficie proyectada contra las formas.	Bajo = elementos ocultos Alto = concreto arquitectónico expuesto
Longitud del elemento	La distancia real que se espera que fluya el concreto.	Bajo <300 cm, medio 300-600cm, alto> 600 cm
Espesor de pared	Distancia entre formas	Bajo = Paredes gruesas de 20-25 cm Alto = distancia estrecha <10 cm.

Nota: adaptado de Daczko & Kurtz, 2001, p. 4.

El rendimiento requerido se relaciona con los resultados obtenidos de los métodos de prueba de CAC en estado fresco. La tabla 2 relaciona la particularidad de las características del elemento y los rangos de valores del método de prueba. La tabla también muestra áreas sombreadas el cual representa posibles situaciones problemáticas.

Tabla 2

Límites de Propiedades Frescas Adecuados para Diversas Características de los Elementos

		flujo de asentamiento			T50			Caja en L (h_2/h_1)			Embudo en V		
		<550 mm	550 a 650 mm	>650 mm	<3 seg	3 a 5 seg	>5 seg	<75%	75 a 90%	>90%	<6 seg	6 to 10 seg	>10 seg
Nivel de refuerzo	Bajo												
	Medio	■			■			■			■		
	Alto												
Complejidad de la forma del elemento	Bajo												
	Medio	■										■	
	Alto	■	■										
Profundidad del elemento	Bajo												
	Medio												
	Alto				■					■			
Importancia del acabado superficial	Bajo												
	Medio	■										■	
	Alto	■	■										
Longitud del elemento	Bajo												
	Medio	■						■					
	Alto	■	■		■				■	■			
espesor de pared	Bajo	■	■					■				■	
	Medio	■											
	Alto												
Energía de colocación	Bajo	■	■					■		■		■	
	Medi	■										■	
	Alto				■					■			

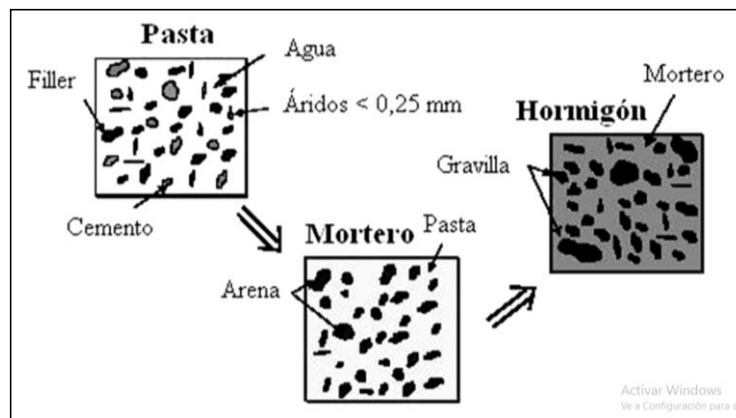
Nota: adaptado de Hwang, Khayat, & Bonneau, 2006, p. 4.

2.2.1.4. Propiedades en estado fresco

Los mecanismos de comportamiento del CAC en estado fresco se localizan principalmente en las partículas suspendidas.

Billberg (1999) refiere: que, en la pasta de cemento, el agua es capaz de sostener a la partícula sólida que viene a ser el cemento, en el mortero puede considerarse como el medio de suspensión a la pasta que sostiene a la arena, de igual forma, en el concreto el mortero es el medio de suspensión que contiene agregados gruesos. La Figura 4 evidencia que la pasta está en función del agua, el mortero se encuentra en función de la pasta y finalmente el concreto es una función del mortero.

Figura 4
Fases del Concreto Autocompactante



Nota: Obtenido de (Billberg, 1999)

(ACI 237R-07) Las propiedades del CAC en estado fresco generalmente se miden mediante una serie de pruebas para identificar la autocompactabilidad del concreto, teniendo en cuenta tanto su capacidad para llenar espacios de encofrado, capacidad de pase, estabilidad y viscosidad.

2.2.1.4.1. Capacidad de llenado

La capacidad de llenado define la capacidad del concreto para fluir por su propio peso y llenar completamente el encofrado (EFNARC, 2002). Tener una capacidad de llenado óptima es fundamental para los

miembros con espacios reducidos, como anchos estrechos o refuerzo sobrellenado. Mucho más allá de; las aplicaciones en las que el concreto debe fluir en largas distancias horizontales pueden necesitar una mayor capacidad de llenado. En general, el flujo de asentamiento describe la capacidad de llenado del concreto **(Koehler & Fowler, 2007)**.

La prueba más común para evaluar la capacidad de llenado de CAC es el flujo de asentamiento.

Flujo de asentamiento (Slump flow)

La ASTM C1611 / C1611M (2009) resume el procedimiento para la prueba de flujo de asentamiento para medir la uniformidad del CAC fresco sin endurecer y su potencial de flujo no confinado. El tamaño de los agregados gruesos debe ser de hasta 25 mm para producir CAC fluido y no segregable.

Resumen de la prueba:

Se requieren un molde (cono de abrams), una placa base, un recipiente y una barra de enrasado para realizar la prueba de flujo de asentamiento. La placa base cuadrada con una longitud mínima de 900 mm se compone de material no absorbente, liso y rígido.

Al igual que la prueba de asentamiento convencional, el cono de abrams como se muestra en la Figura 5. El molde debe mantenerse firmemente durante el llenado hasta que esté un poco más lleno. Luego, la superficie del concreto debe alisarse usando la barra de enrasado con movimiento de sierra. Se debe quitar el concreto alrededor del molde.

Figura 5

Sección Típica del Cono de Asentamiento y CAC Después de la Remoción del Cono de Asentamiento



Obtenido de Koehler y Fowler 2007, p. 5.

El cono debe levantarse en 3 ± 1 s sosteniendo las manijas con un movimiento suave hacia arriba sin vibración ni apisonar a una altura de 225 ± 75 mm para permitir que el CAC se extienda libremente hasta que deje de fluir. Toda la prueba debe realizarse rápidamente en el período de $2\frac{1}{2}$ minutos. En la prueba de asentamiento convencional, el colapso vertical del cono de concreto se mide; sin embargo, en la prueba de asentamiento de flujo, la dispersión horizontal promedio de CAC se mide en dos direcciones perpendiculares entre sí como se muestra en la Figura 6. Una dirección debe ser el diámetro más grande de la distribución circular de concreto a los 5 mm más cercanos. Los resultados de la prueba son inaceptables cuando la diferencia entre dos diámetros es superior a 50 mm. En este caso, la prueba debe repetirse hasta que la diferencia entre dos diámetros sea <50 mm (ASTM C1611 / C1611M, 2009).

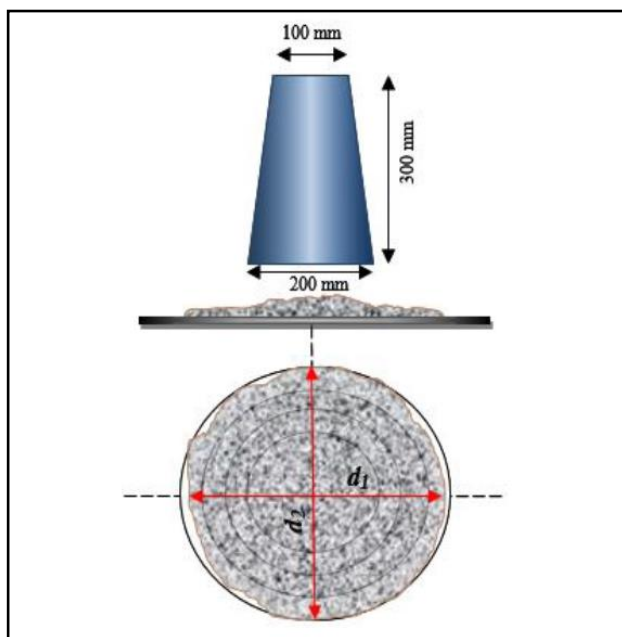
El flujo de asentamiento se mide mediante la siguiente ecuación:

$$\text{flujo de asentamiento} = \frac{d1 + d2}{2} \quad (1)$$

dónde; d_1 es el diámetro más grande de la extensión circular del concreto, d_2 es el diámetro perpendicular a d_1 .

Figura 6

Prueba de Flujo de Asentamiento



Obtenido de (EFNARC, 2002)

Interpretación de los resultados:

El valor del flujo de asentamiento permite la comparación del flujo lateral y el potencial de llenado de diferentes mezclas de CAC. Un rango común de flujo de asentamiento para CAC es de 550 a 850 mm. Cuanto más extenso es el flujo de caída, más lejos puede fluir el CAC bajo su propio peso desde un punto de descarga dado, y más rápido puede llenar un encofrado o molde. El valor del flujo de asentamiento también se puede utilizar para evaluar la consistencia de CAC, y no debe diferir en más de 2 pulgadas (50 mm) de carga a carga.

2.2.1.4.2. Capacidad de paso

La capacidad de paso se define como la capacidad del concreto para fluir a través y alrededor de condiciones confinadas, como las aberturas

estrechas entre las barras de refuerzo sin segregación o bloqueo **(EFNARC, 2002)**.

El volumen de pasta varía de 34% a 40% en CAC, es satisfactorio para garantizar la capacidad de llenado y la capacidad de paso. La capacidad de paso está influenciada principalmente por las características de los agregados y el volumen de la pasta. La disminución del tamaño máximo de los agregados, el aumento de la rugosidad de un agregado y el refinamiento de la forma de los agregados conducen a una mayor capacidad de paso. Con la ayuda de aumentar el volumen de pasta de CAC, el volumen de agregados disminuye, esto reduciría las fuerzas de fricción entre la partícula y los agregados. Además, mejorar la fluidez de la pasta aumenta la capacidad de paso siempre que la mezcla sea estable **(Koehler & Fowler, 2007)**.

Esta sección resume una serie de pruebas disponibles para medir la capacidad de aprobación de CAC, incluidas anillo J y caja en L.

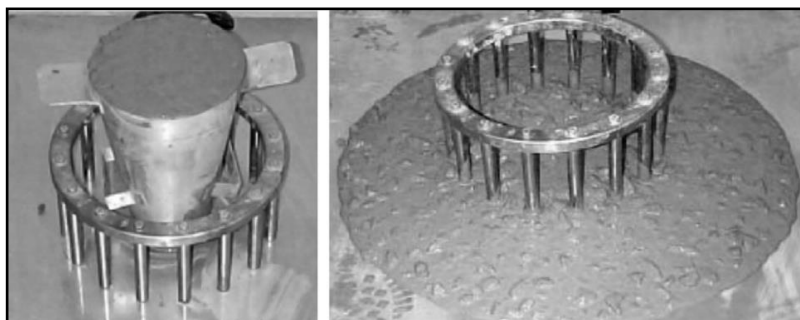
Anillo J (J-ring)

Es una metodología de prueba para determinar la capacidad de paso de CAC bajo su propio peso al llenar encofrados complicados con barras de refuerzo como obstáculos. Este método de prueba se puede realizar en el laboratorio para evaluar la capacidad de aprobación de diferentes mezclas de concreto o en el campo como prueba de control de calidad **(ASTM C1621 / C1621M, 2009)**.

El aparato J-Ring consiste en un anillo de acero rígido y no absorbente de 300 mm de diámetro con 16 barras de refuerzo de 16 mm de diámetro igualmente espaciadas en un círculo ubicado a 100 mm por encima de la superficie plana. Se debe colocar un cono de asentamiento en posición invertida en el centro del aparato de anillo en J (ver Figura 7). Al igual que la prueba de asentamiento, se requiere la placa base con un diámetro mínimo de 900 mm. El anillo en J debe ubicarse en el centro de la placa base utilizando el círculo marcado de 300 mm como guía. Se usa un balde / pala para llenar el cono de asentamiento con un poco de CAC adicional. En la siguiente etapa, al usar la barra de enrasado, la

superficie del cono se vuelve completamente lisa y se debe eliminar el exceso de concreto alrededor del cono. Luego, el cono de asentamiento debe elevarse de manera constante y verticalmente sin aplicar ninguna vibración o movimiento lateral (230 ± 75 mm) en 3 ± 1 s y dejar que el CAC se extienda libre y horizontalmente hasta que deje de fluir.

Figura 7
Medición de la capacidad de pase con Anillo J (J-Ring)



Obtenido de (ASTM C1621).

El diámetro más grande del CAC debe medirse como d_1 . El segundo diámetro perpendicular a d_1 debe medirse como d_2 . Todo el proceso para el flujo de asentamiento y el anillo en J debe completarse en 6 minutos. Los probables problemas de bloqueo relacionados con el tamaño de los agregados y el espaciamiento entre las barras de refuerzo se miden comparando el diámetro de esparcimiento final en la prueba anillo J y la prueba de flujo de asentamiento.

Tabla 3

Evaluación de bloqueo de CAC

Diferencia entre el flujo de asentamiento y el flujo de anillo en J	Evaluación de bloqueo
0–25mm	Sin bloqueo visible
25–50mm	Bloqueo mínimo a notable
> 50 mm	Perceptible a bloqueo extremo

Nota: adaptado de (ASTM C1621 / C1621M, 2009).

El flujo del anillo en J se mide mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Flujo de anillo} - J = \frac{d1 + d2}{2} \quad (2)$$

La diferencia entre la ecuación debe medirse y redondearse a los 10 mm más cercanos. La Tabla 3 se utiliza para evaluar el bloqueo en la prueba anillo J.

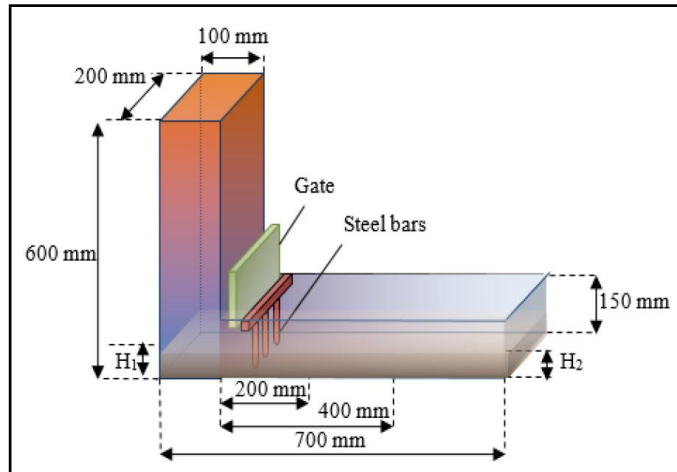
Este método de prueba también se puede usar para determinar el potencial de bloqueo de una mezcla de CAC para una aplicación dada. Si las barras de refuerzo retienen los agregados gruesos dentro del anillo, entonces la mezcla tiene un alto potencial de bloqueo y debe reprogramarse para garantizar la estabilidad de la mezcla (ACI 237R-07).

Caja L (L-Box)

Otro método para medir la capacidad de paso aprobación de CAC es usar el aparato de prueba L-Box (EFNARC, 2002), la caja en L consta de un contenedor en forma de "L", que se divide en dos partes verticales y horizontales con una puerta corredera. El CAC debe verterse en la parte vertical, la prueba de caja L se utiliza para evaluar la capacidad de llenado y aprobación de CAC. Tres barras de refuerzo se ubican en la parte horizontal para crear un obstáculo para el CAC cuando fluye de la parte vertical a la parte horizontal. Al final, la relación de bloqueo se medirá determinando la altura de CAC (ver figura 8) en las secciones vertical (h1) y horizontal (h2) y utilizando la Ecuación 3 para reconocer el posible bloqueo comparando el tamaño de los agregados y el espaciamiento entre las barras de refuerzo, como la prueba J-Ring. La relación de bloqueo es igual a uno para el CAC autonivelante, que es como el agua, también se miden los tiempos para que el concreto autocompactante alcance una distancia de 200 mm (t200) y 400 mm (t400) a lo largo de la parte horizontal.

Figura 8

Aparato de Prueba de Caja L para medir Capacidad de Paso



Obtenido de (EFNARC, 2002)

Esta prueba es menos popular en comparación con la prueba de asentamiento debido a la complejidad de realizar la prueba y limpiar el aparato después del acabado. Por lo tanto, no hay dimensiones estandarizadas disponibles para esta prueba (Koehler y Fowler, 2007).

$$\text{Relación de bloqueo} = \frac{h_2}{h_1} \quad (3)$$

2.2.1.4.3. Estabilidad

La Estabilidad es la resistencia a la segregación, se refiere a la capacidad del concreto para mantener una composición homogénea durante el transporte, la colocación y después de la colocación **(EFNARC, 2002)**.

Esta sección resume una prueba disponible para medir la estabilidad de aprobación del CAC.

Índice de estabilidad visual (IEV)

La prueba del índice de estabilidad visual (IEV) implica el examen visual de la dispersión del flujo de asentamiento del CAC resultante de realizar la prueba de flujo de asentamiento. Este método de prueba está

destinado a aportar al usuario un procedimiento para determinar la estabilidad de las mezclas de CAC (ACI 237, 2007).

Resumen de la prueba:

Se coloca una muestra de concreto recién mezclado en el cono de Cono de Abrams. El concreto se vierte y no se consolida por ningún medio de agitación mecánica. El molde se eleva y el concreto se deja caer. Se realiza una observación visual de la extensión del concreto para caracterizar la estabilidad de la mezcla, se da un número IEV de 0, 1, 2 o 3 a la extensión para caracterizar la estabilidad de la mezcla, como se define en la Tabla 4.

Interpretación de los resultados:

Una clasificación IEV de 0 o 1 es una indicación de que la mezcla de CAC es estable y debe ser adecuada para el uso previsto. Una clasificación IEV de 2 o 3 indica un posible potencial de segregación y que un productor debe tomar medidas modificando o ajustando la mezcla para garantizar la estabilidad, debido a que la clasificación IEV se determina visualmente, puede ser subjetiva.

Tabla 4

Índice de estabilidad visual (IEV) de las mezclas SCC

Valor	Criterio
0 = altamente estable	No hay evidencia de segregación ni de exudación de agua.
1= estable	No hay evidencia de segregación y se observa una ligera exudación como brillo en la superficie de la masa de concreto.
2 = inestable	Se nota Un ligero halo de mortero (<10 mm) o una pila de agregados, o ambos, en la extensión del flujo de asentamiento.

3 = altamente inestable

Se nota una clara segregación, por un halo grande en el mortero (> 10mm) y/o o una gran pila de agregado en el centro de la extensión de concreto.

Nota: Adaptado de ACI 237R-07

Por lo tanto, la clasificación IEV es una excelente herramienta de control de calidad para producir CAC, pero no debe usarse para aceptar o rechazar una mezcla determinada. La prueba IEV es más aplicable a las mezclas CAC que tienden a sangrar, si una mezcla no sangra, esta prueba es menos útil para identificar la tendencia de la mezcla a segregarse (ACI 237R-07).

2.2.1.4.4. Viscosidad

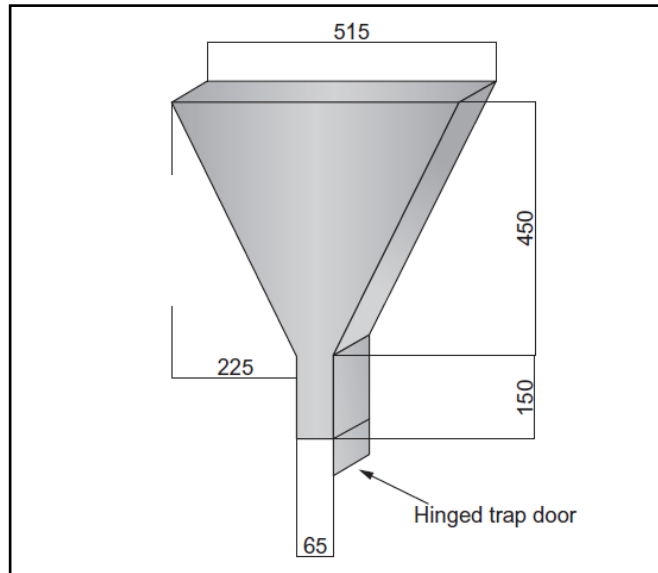
Es la resistencia del CAC a fluir bajo una tensión de esfuerzo aplicado, Esta sección resume una serie de pruebas disponibles para medir la viscosidad de CAC, incluidas embudo en V y prueba T50.

Embudo V

Para evaluar la viscosidad del CAC es la prueba del embudo en V. El aparato de embudo en V está hecho de acero y se muestra en la Figura 9. El tamaño del embudo disminuye de arriba hacia abajo y al final, hay un tubo rectangular corto para determinar el posible bloqueo, al final de la tubería rectangular se adjunta un dispositivo de apertura de liberación rápida para liberar el concreto en el momento deseado. Se requiere que el balde se llene con CAC para llenar el embudo en V y medir la fluidez de la mezcla, en el tiempo requerido para que el CAC fluya a través del embudo en V, se requiere un cronómetro con una precisión de 0,1 s. El posible bloqueo de agregados en la parte más estrecha del embudo en V afecta el tiempo y se reflejará en los resultados (EFNARC, 2002).

Figura 9

Aparato de Embudo en V, su Dimensión y Medida del Ttiempo de Flujo



Obtenido de (EFNARC, 2002).

T50

(ACI 237R-07) La velocidad de flujo de una mezcla de CAC está influenciada por su viscosidad. Cuando se desarrolla una mezcla de CAC en el laboratorio, es útil una medida relativa de viscosidad. El tiempo que tarda en llegar al borde exterior de la extensión de concreto, como resultado del procedimiento descrito en la prueba de flujo de asentamiento, para alcanzar un diámetro de 500 mm (20 pulgadas) desde el momento en que se levanta el molde por primera vez, proporciona una medida relativa de caudal no confinado de la mezcla de concreto. Para materiales similares, este período de tiempo, denominado T50, da una indicación de la viscosidad de la mezcla CAC. Un tiempo T50 más largo indica una mezcla con una viscosidad más alta; lo contrario es para un tiempo T50 más corto la viscosidad es más baja. Un tiempo T50 de 2 segundos o menos típicamente caracteriza un CAC con una baja viscosidad, y un tiempo T50 de más de 5 segundos generalmente se considera una mezcla de CAC de alta viscosidad (ACI 237R-07).

2.2.2. Aditivo Incorporador de aire

Estos aditivos son agentes que crean espuma introduciendo burbujas microscópicas de aire estables en el concreto, las burbujas de aire tienen un tamaño aproximado de diámetro entre 180 y 250 μm (micras) y se distribuyen uniformemente en el concreto.

Los incorporadores del aire permiten la mejora de la trabajabilidad del concreto fresco al reducir su viscosidad, reducción de exudación y segregación. En el concreto endurecido, mejoran la durabilidad del concreto frente a los ciclos de congelación y deshielo, y la resistencia al descascaramiento superficial que ocasionan los productos descongelantes empleados para retirar la nieve. (Sotomayor, 2020)

2.3. Definición de términos básicos

Concreto Autocompactante (CAC)

El CAC es un concreto que es capaz de fluir en el interior del encofrado rellenando de forma natural el volumen del mismo, pasando entre las armaduras de refuerzo y consolidándose únicamente bajo la acción de su propio peso sin la contribución de la energía de consolidación interna o externa (ACI 237, 2007).

Exudación

Flujo excedente del agua de mezcla de una mezcla cementicia recién colocada, originado por el asentamiento de materiales sólidos dentro de la masa (Hwang, Khayat, & Bonneau, 2006).

Fluidez:

Capacidad del concreto fresco para fluir en forma confinada o no confinada de cualquier forma, reforzada o no, bajo gravedad y / o fuerzas externas, asumiendo la forma de su contenedor (Precast/Prestressed Concrete Institute, 2003).

Resistencia a la segregación

Es la capacidad del concreto para mantener el agregado grueso distribuido uniformemente durante el flujo, así como cuando está en reposo, hasta que el concreto se haya fraguado (ACI 237, 2007).

Segregación

Concentración diferencial de los componentes del concreto, que dan como resultado una proporción no uniforme en la masa; separación de los componentes del concreto fresco que resulta en una mezcla no uniforme (Precast/Prestressed Concrete Institute, 2003).

(Okamura, 1997) define es la manifestación de la degradación de la homogeneidad de un concreto fresco. Es la separación de los materiales del concreto fresco (agregados y mortero), lo que resulta en una diferencia en las proporciones en la masa.

Trabajabilidad

Aquella propiedad del concreto recién mezclado que determina la facilidad y homogeneidad con la que se puede mezclar, colocar, consolidar y terminar. Es una combinación compleja de aspectos de fluidez, cohesión, transportabilidad, compactabilidad y adherencia (Precast/Prestressed Concrete Institute, 2003).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Las propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco varían significativamente con incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) La variación de incorporador de aire produce variación significativa en la capacidad de llenado del concreto autocompactante en estado fresco para estructuras verticales, huancayo-2021.
- b) La variación de incorporador de aire produce variación significativa en la capacidad de paso del concreto autocompactante en estado fresco para estructuras verticales, Huancayo-2021.
- c) La variación de incorporador de aire produce variación significativa en la estabilidad del concreto autocompactante en estado fresco para estructuras verticales, Huancayo-2021.

- d) La variación de incorporador de aire produce variación significativa en la viscosidad del concreto autocompactante en estado fresco para estructuras verticales, Huancayo-2021.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

2.5.1.1. Variable independiente:

Incorporador de aire

En estado fresco los incorporadores del aire permiten la mejora de la trabajabilidad del concreto fresco al reducir su viscosidad y densidad plástica, reducción de exudación y segregación. En el concreto endurecido, mejoran la durabilidad del concreto frente a los ciclos de congelación y deshielo (Sotomayor, 2020).

2.5.1.2. Variable dependiente:

Propiedades físicas de concreto autocompactante en estado fresco.

Las propiedades del CAC en estado fresco generalmente se miden mediante una serie de pruebas para identificar la autocompactabilidad del concreto, teniendo en cuenta tanto su capacidad para llenar espacios de encofrado, como la capacidad de llenado, la capacidad de pase, la estabilidad y viscosidad (ACI 237, 2007).

2.5.2. Definición operacional de la variable

2.5.2.1. Variable independiente

Incorporador de aire

El incorporador de aire se operacionaliza mediante la dimensión: Dosificación y porcentaje de aire atrapado.

2.5.2.2. Variables dependientes

Propiedades físicas de Concreto Autocompactante en estado fresco

El Concreto autocompactante se operacionaliza mediante las dimensiones: capacidad de llenado, capacidad de paso, estabilidad y viscosidad.

2.5.3. Operacionalización de la Variable (Anexo2)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

Según Rodríguez & Pérez (2017) menciona que el método científico se fundamenta en la medición empírica, sujeto a fundamentos específicos de pruebas de razonamiento.

Se investigó acerca de alternativas que incrementen las propiedades del CAC en estado fresco, se realizó diseños de mezcla patrón sin incorporador de aire y diseños con incorporador de aire, se observó, midió y se experimentó la alternativa que queremos conocer.

Según las consideraciones mencionadas, se aplicó el método **científico**.

3.2. Tipo de investigación

Según Vargas (2009) menciona las investigaciones aplicadas son el empleo de teorías existentes para la solución de problemas del entorno.

Evaluaremos las propiedades en estado fresco del CAC según las normativas establecidas de acuerdo a las propiedades en estado fresco del CAC, utilizaremos los saberes ya establecidos para comprobar la hipótesis teniendo en cuenta los conocimientos científicos.

Analizando las definiciones anteriores, la investigación corresponde a un tipo **aplicada**.

3.3. Nivel de la investigación

Para Muñiz (2017), el nivel de investigación explicativo- correlacional explica el comportamiento de una variable en función de otras, evalúa la relación entre 2 o más variables.

Se realizó un diseño establecido sin incorporar aire, seguidamente 4 diseños con incorporador de aire, para concluir con la evaluación de las propiedades en estado fresco del CAC.

Según este análisis, el nivel de la presente investigación es **explicativo-correlacional**.

3.4. Diseño de investigación

Para Muñiz (2017), considera diseño experimental debido a que la variable independiente se maneja de manera premeditada sobre la variable dependiente.

Por lo anterior el diseño de investigación es diseño **Experimental**, para esta investigación se adicione incorporador de aire al diseño patrón (diseño sin incluir aire), la acción del diseño es el siguiente:.

GE ----- **X** ----- **O1**

GC ----- **-X** ----- **O2**

Donde:

GE: Grupo Experimental

GC: Grupo de Control

X: Estímulo a la variable independiente

-X: Ausencia del estímulo

O1: Medición de la variable dependiente "Y"

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población.

Según Muñiz (2017) la población se refiere al conjunto de individuos u objetos que tienen una o más propiedades en común (p. 62).

La población de esta investigación está conformada por estructuras verticales de concreto ubicados en Huancayo.

3.5.2. Muestra.

Hernández, Fernández, & Baptista (2006) la muestra es, en esencia, un subgrupo de la población (p. 240) Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal y se utilizan en muchas investigaciones cuantitativas y cualitativas (p.262).

La muestra estuvo conformada por 5 diferentes diseños de mezcla, 1 diseño patrón sin aire incorporado y 4 diseños con aire incorporado en valores de aire atrapado de 6%, 7%, 8% y 9% (de los cuales se realizó 3 pruebas por cada diseño siendo un total de 15 vaciados).

Tipo de Muestreo: **No probabilístico – Intencional.**

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos cuantitativos empleados en el desarrollo de esta investigación experimental fueron fichas de recolección de datos de pruebas basadas en normas estandarizadas como: las Normas Técnicas Peruanas (NTP), American Concrete Institute (ACI), EFNARC y ASTM, dónde encontramos los procedimientos para realizar los ensayos del concreto en estado fresco.

Técnicas: Se usará la observación directa.

3.7. Procesamiento de la información

A. Gabinete

A.1. Fase de planeamiento y organización

A.1.1. Análisis de investigación

Se recopiló toda la bibliografía posible con el objetivo de poseer conocimientos previos acerca de las propiedades físicas del CAC en estado fresco.

A.1.2. Identificación de recursos

Se estableció las herramientas, instrumentos y medios con los que se cuenta para la ejecución de la investigación.

A.1.3. Elaboración del Plan de Trabajo

Se determinó las fechas, plazos de ejecución, labores, estrategias que se llevaron a cabo.

B. Laboratorio

B.1. Estudios previos

Esta sección resume los diversos materiales utilizados en la investigación. La caracterización del material se centró en las propiedades físicas de los agregados para lograr un diseño de mezcla adecuado para CAC.

B.1.1 Caracterización de materiales

La Tabla 5 muestra la caracterización que se realizó al agregado grueso y al agregado fino, según las normativas vigentes, con el fin de obtener los datos para el diseño de mezcla del CAC.

Tabla 5

Caracterización de Agregado Grueso y Agregado Fino

Descripción de ensayo	Und	Referencia	Ver en
Granulometría AG	--	ASTM C136	Anexo 3.6
Granulometría AF	--	ASTM C136	Anexo 3.6
Peso específico seco AG	Kg/m3	ASTM C128	Anexo 3.6
Peso específico seco AF	Kg/m3	ASTM C128	Anexo 3.6
Absorción AG	%	ASTM C128	Anexo 3.6
Absorción AF	%	ASTM C128	Anexo 3.6
Módulo de fineza AG	--	ASTM C33	Anexo 3.6
Módulo de fineza AF	--	ASTM C33	Anexo 3.6
Humedad AG	%	ASTM C70	Anexo 3.6
Humedad AF	%	ASTM C70	Anexo 3.6

Nota: AG: Agregado Grueso, AF: Agregado Fino.

La Tabla 6 muestra los materiales usados en la investigación del CAC, cemento Tipo I de marca Andino, el agregado grueso proveniente de la cantera de Matahuasi y el agregado fino proveniente de la cantera de Pilcomayo, el agua es de uso potable, así

mismo, los aditivos usados fue de marca Ecoandina superplastificante, retardante e incorporador de aire.

Tabla 6

Materiales para el Concreto Autocompactante

Material	Tipo	Características /Procedencia	Referencia	
			ASTM	NTP
Cemento	Tipo I	Andino	C 150	334 009
Agregado	Agregado fino	Cantera Pilcomayo	C 33M, ASTM	400 037
	Agregado grueso	Cantera Matahuasi - huso 89	C128, ASTM C136	
Agua	Potable	Potable	C1602M	334 088
Aditivos	Superplastificante	Ecoandina	C494	-
	Retardante	Ecoandina		
	Incorporador de Aire	Ecoandina		

Note: ASTM: American Society for Testing and Materials, NTP: Norma Técnica Peruana.

B.2. Estudios Experimentales

Esta sección analiza los procedimientos de mezcla y los métodos de prueba utilizados para caracterizar las propiedades frescas del CA.

B.2.1. Consideraciones para el diseño de mezcla

El siguiente son los pasos para determinar las proporciones del CAC Según el ACI 237:

Paso 1: Determinar los requisitos de rendimiento de extensibilidad (Tabla 7);

Paso 2: Seleccione proporción agregado grueso y agregado fino (Tabla 8);

Paso 3: Estime el contenido de cemento y agua requeridos (Tabla 8)

Paso 4: Calcular el volumen de pasta y mortero (Tabla 8);

Paso 5: Seleccione el aditivo;

Paso 6: Protocolo de mezcla (ver tabla 09);

Paso 7: Prueba, evalúa los atributos de trabajabilidad de CAC (capacidad de llenado, la capacidad de paso, estabilidad y viscosidad),

Tabla 7

Límites de Propiedades Frescas Adecuados para Diversas Características de Miembros

		Extensibilidad		
		<550 mm	550 a 650 mm	>650 mm
Nivel de refuerzo	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Complejidad de la forma del elemento	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Profundidad del elemento	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Importancia del acabado superficial	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Longitud del Elemento	Bajo			
	Medio			
	Alto			
espesor de pared	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Contenido agregado grueso	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Energía de colocación	Bajo			
	Medio			
	Alto			

Nota: Adaptado ACI 237

Tabla 8*Recomendaciones de Proporciones*

Constituyentes	Valores recomendados	
	ACI 237	EFNARC
Relación a/mc	0.32 – 0.45	--
Relación agua/finos	--	0.85 – 1.10
cemento (kg / m3)	--	380 – 600
Agua (L / m3)	--	150 – 210
Pasta (% / m3) Volumen total de mezcla	34 – 40	30 – 38
Mortero (% / m3) Vol. total de la mezcla	68 – 72	---
Agregado fino (% de peso agregado total)	--	48 – 55
Agregado grueso (% / m3)	28 – 32	27 – 36

Nota: Obtenido de ACI 237 y EFNARC (2002)

Protocolo de mezcla.

La secuencia de mezcla consistió en un total de 14:30 min, el aplicó el mismo protocolo de mezcla para todos los diseños, se muestra en la Tabla 09.

Tabla 9*Secuencia para las Mezclas Probadas con CAC*

Secuencia de Mezclado	Tiempo	
	Parcial (mm: ss)	Acumulativo (mm: ss)
Agua (60%) + superplastificante (100%)	0:30	
Agregado Fino (100%)	0:50	--:--
Agregado Grueso (100%)	0:50	
	--:--	00:00
Cemento	00:30	00:30
Retardante (100%) + Agua (20%)	00:30	01:00
Incorporador de aire (100%) + Agua (20%)	00:30	01:30
Mezclado de Ingredientes	08:00	09:30
Reposo de Mezcla	01:30	11:00
Mezclado Final	03:00	14:00

Descarga de la Mezcla	00:30	14:30
-----------------------	-------	-------

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 9 se observa la secuencia y tiempo de mezclado; no todos los aditivos se adicionan al mismo tiempo, generalmente los aditivos mandan. En una mezcla donde se tiene más de un aditivo, se recomiendan que el aditivo que tenga mayor potencia vaya con el agua al inicio, porque con el interactúa; se recomienda no agregar 2 aditivos al mismo tiempo, puede haber conflicto de interés, puede anular el efecto uno de no del otro, según la Tabla 9 mostrado, los protocolos de mezclado fueron en similares secuencias y tiempo de mezclado.

Métodos de Prueba

Dado que las propiedades del CAC en estado fresco dependen del tiempo, todas las pruebas se realizaron inmediatamente después de que se completó el procedimiento de mezcla. La Tabla 10 muestra las pruebas utilizadas en este proyecto de investigación, la figura 10 muestra la secuencia de los ensayos a realizar en estado fresco.

Tabla 10

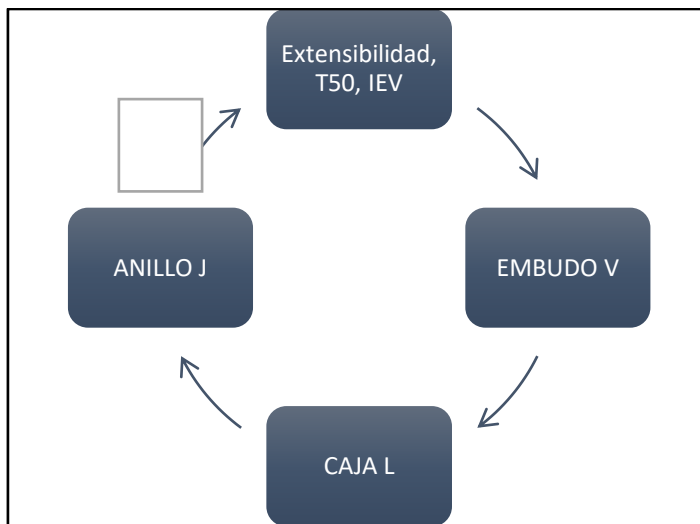
Métodos de Prueba Utilizados para Caracterizar las Propiedades Frescas del CAC

Propiedad	Ensayo	Parámetros	Clase	Valores admisibles	Especificación
Capacidad de llenado	Slump Flow	Diámetro final (mm)	FA1	550-650 mm	EFNARC
			FA2	660-750 mm	
			FA3	760-850 mm	
Capacidad de paso	L-box	Coeficiente de bloqueo (H2/H1)	CL1	≥0,80 con 3 barras	EFNARC – ACI 237R
	J-ring	Diámetro final (mm)	AJ1 AJ2 AJ3	0–25mm 25–50mm > 50 mm	ACI 237-7R
Estabilidad	VSI	Visual	VI1	0=altamente estable 1=estable 2=inestable 3=muy inestable	ACI 237-7R

Viscosidad (tasa de flujo)	V-funnel	Tiempo de flujo en el embudo (s)	EF1	6 -12 segundos	EFNARC
	T50	Tiempo de flujo (s)	T1	2 a 5 segundos	ACI 237-7R

Nota: Adaptado del ACI 237 y EFNARC (2002)

Figura 10
Secuencia de Ensayos en estado Fresco Concreto Autocompactante.



Nota: Elaboración propia

3.8. Técnicas y análisis de datos

Se realizó el análisis de resultados que son obtenidos a partir de las variables estudiadas. Se utilizó el programa Microsoft Excel para realizar el análisis de los resultados obtenidos.

3.9. Aspectos éticos

En esta investigación se respetan: validez de los resultados, propiedad intelectual de los autores, confiabilidad de la información conseguida según normativas peruanas e internacionales y comités internacionales.

Los criterios éticos tomados en cuenta fueron: confidencialidad, objetividad y originalidad.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Incorporador de aire

4.1.1. Porcentaje de aire y aire atrapado

Tabla 11

Resumen Dosis de Aditivo Incorporador de Aire y Porcentaje de Aire Atrapado

Muestra	Dosis Aditivo kg/m³	% Aire atrapado
PATRON D01–SCC	--	3.20
AIRE SCC-001	0.012	6.00
AIRE SCC-002	0.014	7.00
AIRE SCC-003	0.015	8.00
AIRE SCC-004	0.017	9.00

Fuente: ficha de recolección de datos.

Interpretación

La tabla N°11 muestra el resumen de dosis de aditivo incorporador de aire y porcentaje de aire atrapado que presenta el concreto autocompactante en estado fresco: en el primer caso, para el diseño PATRON D01 – SCC sin aditivo incorporador de aire muestra 3.20% de aire atrapado, para el diseño AIRE SCC-001 con aditivo incorporador de aire tiene aire atrapado de 6% con una dosificación de 0.012 kg/m³ de aditivo, con una creciente en el agente

incorporador de aire, para el diseño AIRE SCC-002 con una dosificación de 0.014 kg/m³, obtiene 7% de aire atrapado, para el diseño AIRE SCC-003 con una dosificación de 0.015 kg/m³ obtiene 8% de aire atrapado, para el diseño AIRE SCC-004 con una dosificación de 0.017 kg/m³ obtiene 9% de aire atrapado.

4.2. Propiedades físicas en Estado Fresco

4.2.1. Capacidad de Llenado

Ensayo de Flujo de Asentamiento (Slump Flow)

Tabla 12

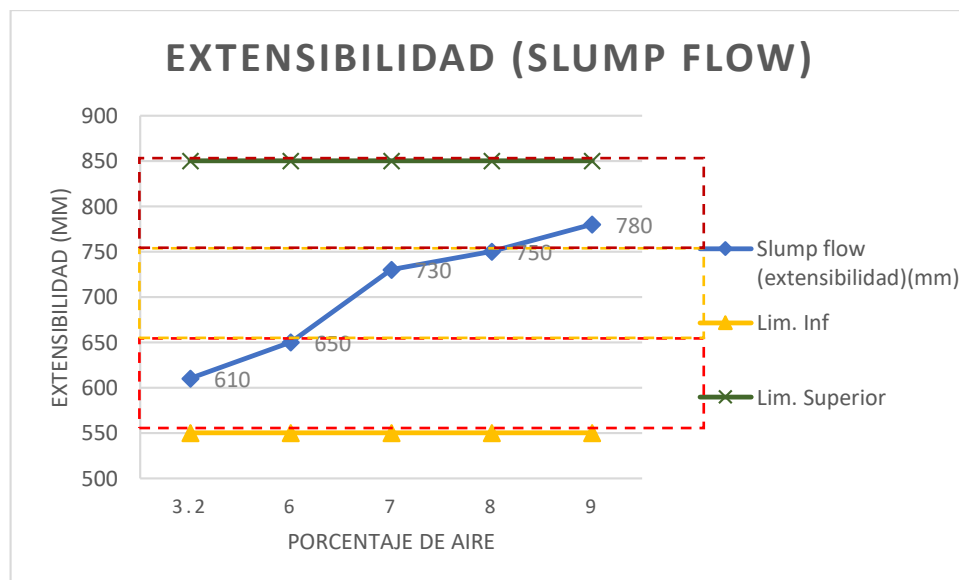
Ensayo Flujo de Asentamiento (slump flow) del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021

Muestra	Valores (mm)
PATRON D01 – SCC	610
AIRE SCC-001	650
AIRE SCC-002	730
AIRE SCC-003	750
AIRE SCC-004	780

Fuente: ficha de recolección de datos.

Figura 11

Ensayo Flujo de Asentamiento del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Incorporador de Aire Para estructuras verticales, Huancayo-2021



Fuente: Tabla 12

Interpretación

La Tabla 12 y Figura 11 muestran los resultados de flujo de asentamiento (Slum Flow) que presenta el concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021: para el diseño PATRON D01–SCC sin aditivo incorporador de aire muestra una extensibilidad de 610 mm; para los diseños con dosis diferentes de aditivo incorporador de aire, AIRE SCC-001 con 650 mm se observó un incremento del 6.56%, AIRE SCC-002 con 730 mm dando un salto de 19.67%, AIRE SCC-003 se obtuvo 750 mm representando este un 22.95% de incremento y AIRE SCC-004 con 780 mm con un incremento del 27.87% todos estos porcentajes representan el incremento de extensibilidad con respecto al diseño patrón.

Por lo que se afirma que al utilizar aditivo incorporador de aire los diseños incrementan su extensibilidad a medida que se incrementa la dosis de aditivo.

4.2.2. Capacidad de Paso

Ensayo Caja L

Tabla 13

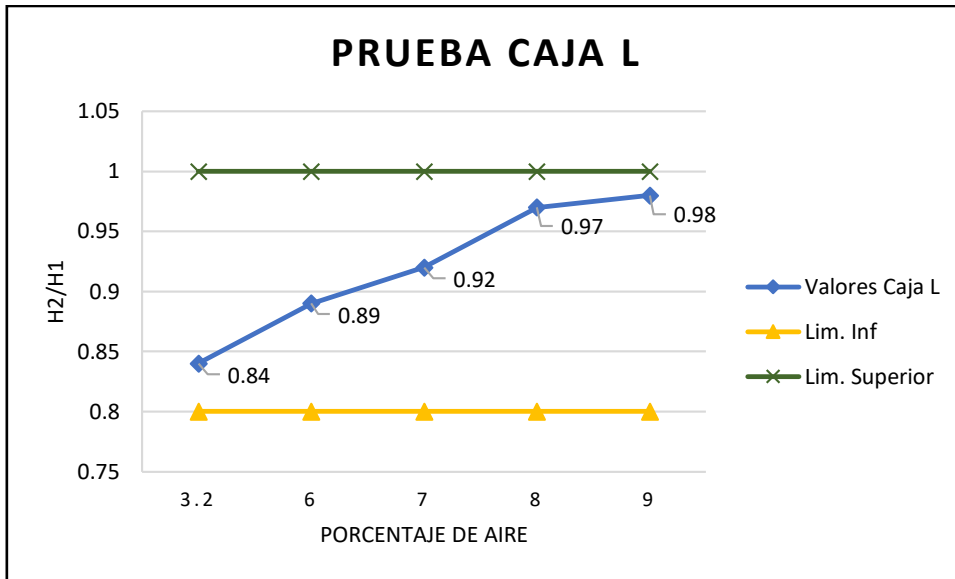
Relación H2/H1 de la Caja L del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021

Muestra	Valores (H2/H1)
PATRON D01 – SCC	0.84
AIRE SCC-001	0.89
AIRE SCC-002	0.92
AIRE SCC-003	0.97
AIRE SCC-004	0.98

Fuente: ficha de recolección de datos

Figura 12

Relación H2/H1 de la Caja L Del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021



Fuente: Tabla 13

Interpretación

La tabla 13 y figura 12 muestran los resultados de la relación H2/H1 de la Caja L del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021: para el diseño PATRON D01– SCC sin aditivo incorporador de aire muestra una relación del 0.84; se probaron cuatro dosis diferentes de aditivo incorporador de aire, AIRE SCC-001, AIRE SCC-002, AIRE SCC-003, AIRE SCC-004 de los cuales se obtuvo las relaciones 0.89, 0.92, 0.97 y 0.98 respectivamente.

Por lo que se afirma que a medida que se va adicionado aditivo incorporador de aire a los diseños, la relación incrementa y acerca a la unidad.

Ensayo Anillo J

Tabla 14

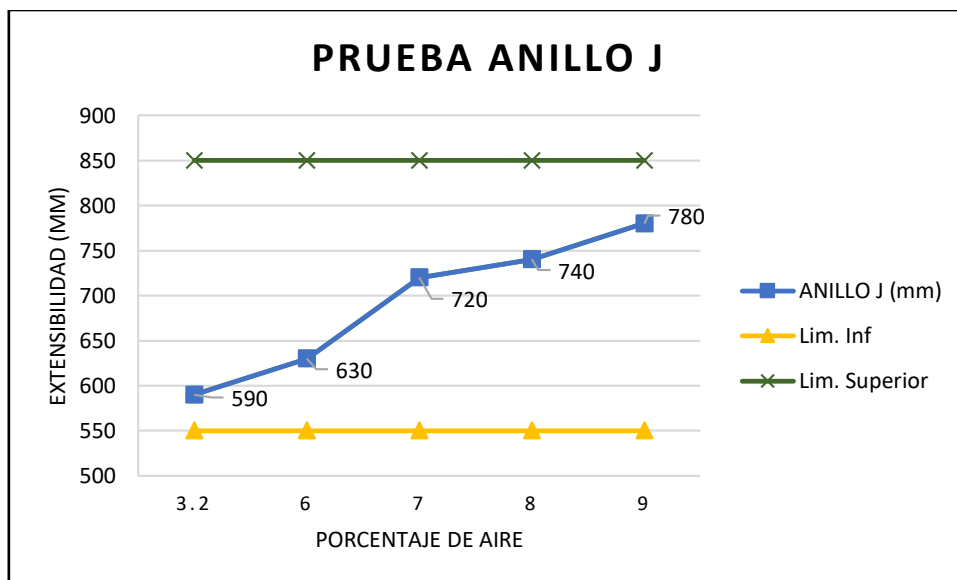
Diámetro de extensión con anillo J del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Aditivo Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021.

Muestra	Valores (mm)
PATRON D01 – SCC	590
AIRE SCC-001	630

AIRE SCC-002	720
AIRE SCC-003	740
AIRE SCC-004	780

Fuente: ficha de recolección de datos.

Figura 13
Diámetro de extensión con anillo J del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Aditivo Incorporador de Aire para Estructuras Verticales,



Fuente: Tabla 14

Interpretación

La tabla 14 y figura 13 muestran los resultados del diámetro de extensión con anillo J del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021: para los diseños PATRON D01 – SCC, AIRE SCC-001, AIRE SCC-002, AIRE SCC-003 y AIRE SCC-004 los valores de 590 mm, 630 mm, 720 mm, 740 mm y 780 mm respectivamente. Por lo que se afirma que a medida que se va adicionando aditivo incorporador de aire a los diseños, el diámetro de extensión con anillo J se incrementa.

4.2.3. Estabilidad

Ensayo Índice de Estabilidad Visual

Tabla 15

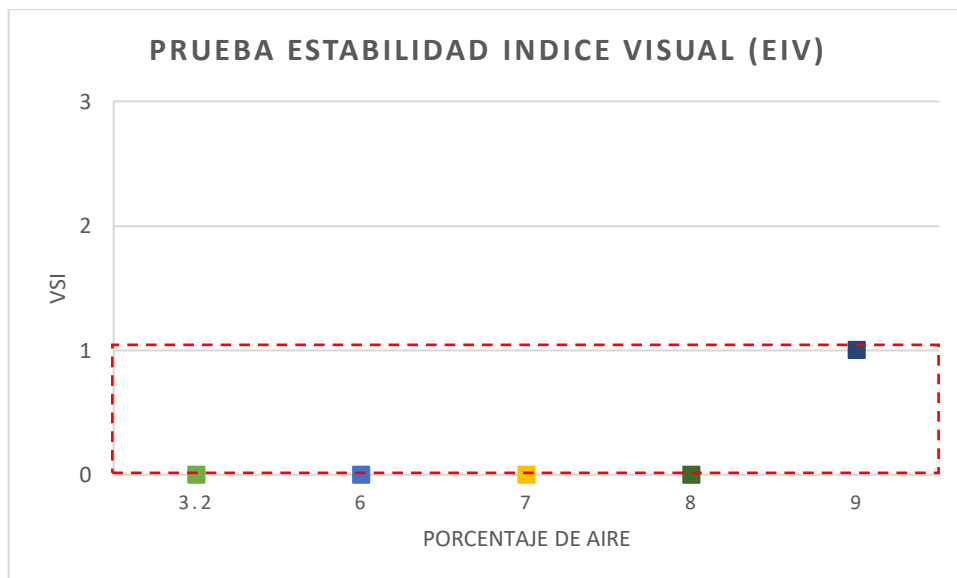
Índice de Estabilidad Visual del Concreto Autocompactante en Estado fresco con aditivo incorporador de aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021

Muestra	Valores (mm)
PATRON D01 – SCC	0
AIRE SCC-001	0
AIRE SCC-002	0
AIRE SCC-003	0
AIRE SCC-004	1

Fuente: ficha de recolección de datos.

Figura 14

Índice de Estabilidad Visual del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Aditivo Incorporador de Aire para Estructuras Verticales,



Fuente: Tabla 15

Interpretación

La tabla 15 y figura 14 muestran los resultados del Índice de Estabilidad Visual del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021: para los diseños PATRON D01 – SCC, AIRE SCC-001, AIRE SCC-002, AIRE SCC-003 el valor de 0 y para el diseño AIRE SCC-004 el valor de 1.

Por lo que se afirma que a medida que se fue adicionado aditivo incorporador de aire en mayores proporciones este mantiene su estabilidad, sin embargo, al incrementar en mayores proporciones tiende a presentar inestabilidad.

4.2.4. Viscosidad

Ensayo embudo V

Tabla 16

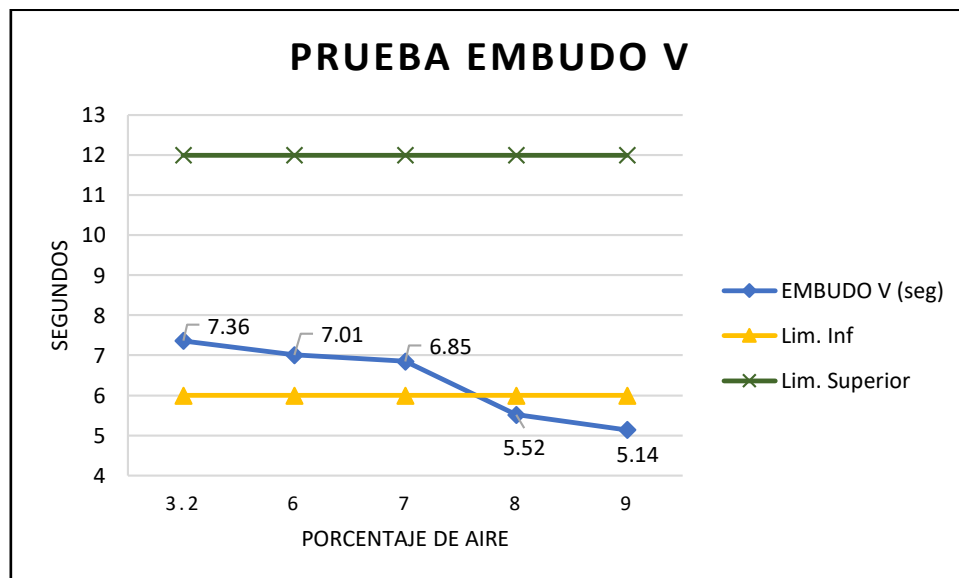
Tiempo de descarga con embudo V del Concreto Autocompactante en Estado fresco con aditivo incorporador de aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021

Muestra	Valores (s)
PATRON D01 – SCC	7.36
AIRE SCC-001	7.01
AIRE SCC-002	5.85
AIRE SCC-003	5.52
AIRE SCC-004	5.14

Fuente: ficha de recolección de datos.

Figura 15

Tiempo de descarga con embudo V del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Aditivo Incorporador de Aire para Estructuras Verticales,



Fuente: Tabla 16

Interpretación

La tabla 16 y figura 15 muestran los resultados del tiempo de descarga con embudo V del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo

incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021 para los diseños PATRON D01–SCC, AIRE SCC-001, AIRE SCC-002, AIRE SCC-003, AIRE SCC-004; cuyos tiempos fueron 7.36 seg, 7.01 seg, 5.85 seg, 5.52 seg y 5.14 seg respectivamente.

Por lo que se afirma que a medida que se va adicionado aditivo incorporador de aire a los diseños, el tiempo de descarga con embudo V del concreto autocompactante tiende a disminuir, la viscosidad es menor, sin embargo, observamos que el diseño AIRE SCC-003, AIRE SCC-004 está por debajo del límite de viscosidad.

Ensayo T50

Tabla 17

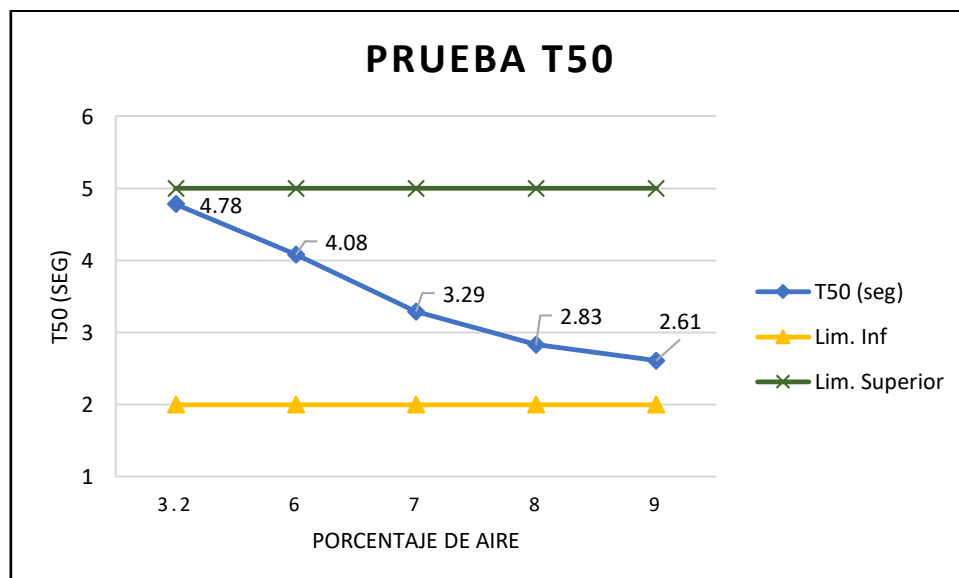
Ensayo T50 del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Aditivo Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021

Muestra	Valores (s)
PATRON D01 – SCC	4.78
AIRE SCC-001	4.08
AIRE SCC-002	3.29
AIRE SCC-003	2.83
AIRE SCC-004	2.61

Fuente: ficha de recolección de datos.

Figura 16

Tiempo de extensión de 50cm en Slup flow del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Aditivo Incorporador de Aire para Estructuras Verticales,



Fuente: Tabla 17

Interpretación

La Tabla 17 y Figura 16 muestran los resultados Tiempo de extensión de 50cm en Slup flow del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021; para los diseños PATRON D01–SCC, AIRE SCC-001, AIRE SCC-002, AIRE SCC-003, AIRE SCC-004; cuyos tiempos fueron 4.78 seg, 4.08 seg, 3.29 seg, 2.83 seg y 2.61 seg respectivamente.

Por lo que se afirma que a medida que se va adicionado aditivo incorporador de aire a los diseños, el tiempo de extensión de 50cm del concreto autocompactante tiende a disminuir.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN 1:

La capacidad de llenado del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo – 2021, bajo el ensayo de flujo de asentamiento fue: el diseño PATRON D01 – SCC (Sin aditivo incorporador de aire) logro una extensibilidad de 610 mm, el diseño AIRE SCC-001 logro una extensibilidad de 650 mm, el diseño AIRE SCC-002 logro una extensibilidad de 730 mm, el diseño AIRE SCC-003 logro una extensibilidad de 750 mm y por último el diseño AIRE SCC-004 logro una extensibilidad de 780 mm.

Al respecto Pastrana, Silva, Adrada y Delvasto (2019) citado como antecedente internacional encontró los valores de la capacidad de llenado bajo el ensayo de flujo de asentamiento de 695 mm, 675 mm, 650 mm y 620 mm.

Como se puede observar la capacidad de llenado obtenida es semejante al antecedente, así mismo, se consideró los parámetros establecidos de acuerdo con la normativa; por consiguiente, el objetivo específico 1 de la investigación fue alcanzado.

DISCUSIÓN 2:

La capacidad de paso del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021; mediante el

ensayo de caja L fue: para el diseño PATRON D01 – SCC es 0.84, para el diseño AIRE SCC-001 es 0.89, para el diseño AIRE SCC-002 es 0.92, para el diseño AIRE SCC-003 es 0.97 y para el diseño AIRE SCC-004 es 0.98 de relación entre h_2/h_1 para todos los diseños.

Al respecto Silva, Valencia y Delvasto (2018) citado como antecedente internacional encontró los valores de, h_2/h_1 : 0.82, 0.85, 0.83, 0.88 y 0.96 respectivamente.

La capacidad de paso del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo - 2021; mediante el ensayo de ANILLO J: para el diseño PATRON D01 – SCC es 590 mm, para el diseño AIRE SCC-001 es 630 mm, para el diseño AIRE SCC-002 es 720 mm, para el diseño AIRE SCC-003 es 740 mm y finalmente para el diseño AIRE SCC-004 es 780 mm de diámetro.

Al respecto Rodríguez (2016) citado como antecedente nacional encontró los valores anillo J de 54,65 cm y 65.75 cm de diámetro.

Como se puede observar La capacidad de paso mediante los ensayos de caja L y anillo J obtenidos son semejante a los antecedentes, así mismo, se consideró los parámetros establecidos de acuerdo con la normativa; por consiguiente, el objetivo específico 2 de la investigación fue alcanzado.

DISCUSIÓN 3:

La estabilidad del concreto autocompactante en estado fresco con de aire para estructuras verticales, Huancayo - 2021; bajo el ensayo índice de estabilidad visual fue: para el diseño PATRON D01 – SCC de 0; para el diseño AIRE SCC-001 es 0, para el diseño AIRE SCC-002 es 0, para el diseño AIRE SCC-003 es 0 y por ultimo para el diseño AIRE SCC-004 de 1.

Los resultados IEV no fueron encontrados en los antecedentes por tanto se consideró los parámetros establecidos de acuerdo con la normativa del ACI 237; por consiguiente, el objetivo específico 3 de la investigación fue alcanzado.

DISCUSIÓN 4:

La viscosidad del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021 bajo el ensayo

embudo V fue: para los diseños PATRON D01 – SCC de 7.36 s, AIRE SCC-001 7.01 s, AIRE SCC-002 5.85 s, AIRE SCC-003 5.52 s y AIRE SCC-004 5.14 s de tiempo de descarga.

Al respecto Silva, Robayo, Mattey y Delvasto (2014) citado como antecedente internacional encontró los valores de tiempo de descarga de embudo V de: 4.64, 14.1, 4.28, 13.32 y 10.1 seg.

La viscosidad del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021 bajo el ensayo T50 fue: para los diseños PATRON D01 – SCC de 4.78 s, AIRE SCC-001 4.08 s, AIRE SCC-002 3.29 s, AIRE CC-003 2.83 s y AIRE SCC-004 2.61 s de tiempo de extensión de 50 cm.

Al respecto Bustamante (2018) citado como antecedente nacional encontró los valores de T50 5.2 seg., 4.5 seg., 3.1 seg. y 2.9 seg. respectivamente;

Como se puede observar la viscosidad obtenida bajo los ensayos embudo V y T50 fueron semejante al antecedente, así mismo, se consideró los parámetros establecidos de acuerdo con la normativa; por consiguiente, el objetivo específico 4 de la investigación fue alcanzado.

CONCLUSIONES

- La variación en la capacidad de llenado que produjo el incorporador de aire en el CAC para estructuras verticales, Huancayo – 2021, fue de forma ascendente y significativa a medida que se fue incrementado la dosis de aire incorporado y obteniendo aire atrapado en porcentajes 6%, 7%, 8% y 9%, permitiendo que el CAC inicial (sin incorporador de aire), permite su aplicación en una amplia variedad de características de elementos como niveles de refuerzo, complejidad de la formas del elemento, profundidad del elemento, importancia del acabado superficial, longitudes del elemento, espesores de elementos, contenido de agregado grueso y energía de colocación.
- La variación en la capacidad de paso que produjo el aditivo incorporador de aire en el CAC para estructuras verticales, Huancayo – 2021, tuvo un ligero incremento, de obtener un 84% (sin aditivo) paso a obtener un 98% (con aditivo incorporador de aire) en el último diseño bajo el ensayo de caja L; mediante el ensayo de anillo J se mantuvo dentro de los parámetros establecidos. En ambos ensayos permite su empleo en una amplia variedad de características de elementos como niveles de refuerzo, complejidad de la forma del elemento, profundidad del elemento, importancia del acabado superficial, longitudes del elemento, espesores de elementos, contenido de agregado grueso y energía de colocación.
- La variación en la estabilidad que produjo el aditivo incorporador de aire en el CAC para estructuras verticales, Huancayo – 2021, no fue significativa, siempre se mantuvo en el rango altamente estable (0) y estable (1), permitiendo así su empleo como CAC.

- La variación en la viscosidad que produjo el aditivo incorporador de aire en el CAC para estructuras verticales, Huancayo – 2021, bajo los ensayos embudo V y T50 fue significativo con tendencia a disminuir, sin embargo, el ensayo de embudo V se encuentra debajo del límite de viscosidad y el ensayo T50 se mantuvo dentro los parámetros establecidos, lo cual permite su aplicación en una amplia variedad de características de elementos como niveles de refuerzo, complejidad de la formas del elemento, profundidad del elemento, importancia del acabado superficial, longitudes del elemento, espesores de elementos, contenido de agregado grueso y energía de colocación.

RECOMENDACIONES

- A los futuros tesisistas se recomienda establecer protocolos de mezclado (secuencia y tiempo) para garantizar sus propiedades en estado fresco, lo cual es de suma importancia.
- Verificar que los aditivos a emplear sean compatibles al usar más de 2 aditivos.
- Adicionar los aditivos en tiempos diferentes, debido a que puede existir conflicto de intereses al momento de las reacciones químicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ABANTO, Flavio. *Tecnología del Concreto*. Lima. 1996. San Marcos.
2. ACI 212.3R. *Aditivos Químicos Para el Concreto*.
3. ACI 237. *Self-Consolidating Concrete*.
4. ACI 301. *Specifications for Structural Concrete for Buildings*.
5. ACI CT-18. *ACI Concrete Terminology*. American Concrete Institute, Farmington Hills. Obtenido de <http://www.concrete.org/>
6. ASTM C 1611/C 1611M – 05. *Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete*.
7. ASTM C 1621/C 1621M. *Standard Test Method for Passing Ability of Self-Consolidating Concrete by J-Ring*.
8. ASTM C1602. *Standard Specification for mixing water used in the production of hydraulic cement concrete*.
9. ASTM C1602. *Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete*.
10. ASTM C33/C33M–11. *Standard Specification for Concrete Aggregates*.
11. BILLBERG, P. . Some rheology aspects on fine mortar part of concrete (SCC). *Byggkonstruktion* (51). 1999.
12. BS EN 12350-12. *Testing fresh concrete. Self-compacting concrete - J-ring test*. BRITISH STANDARD EUROPÄISCHE NORM.

13. BUSTAMANTE, Marisol. *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, usando el aditivo superplastificante Glenium C 313* [en línea]. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. 2018. [fecha de consulta: 02 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1836>
14. EFNARC. *Especificaciones y directrices para el Hormigón autocompactable – HAC* [en línea]. 2002. Disponible en: www.efnarc.org
15. EUROPEAN Project Group. *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete* [en línea]. 2005. Disponible en: www.efnarc.org
16. GONZALEZ, Selma, Landaverde, Albamaria, y Romero, Claudia. *Concreto autocompactable: propuesta para el diseño de mezcla. beneficios técnicos y consideraciones básicas para su implementación en El Salvador* [en línea]. Tesis de grado, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. 2005. [fecha de consulta: 16 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4569>
17. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. 2006.
18. HWANG, Soo-Duck, KHAYAT, Kamal, y BONNEAU, Olivier. Performance-Based Specifications of Self-Consolidating Concrete Used in Structural Applications [en línea]. *ACI Materials Journal*, 103(2). 2006. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/268804229>
19. INSTITUTO Nacional de Estadística e Informática (INEI). (23 de 08 de 2021). (a. P. (ANDINA), Recopilador) Lima. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-sector-construccion-crecio-2319-segundo-trimestre-2021-858720.aspx>
20. JAVIER, Omar, *Concreto autocompactante: origen, ventajas y aplicaciones* [en línea]. Blog 360enconcreto. Argos Colombia. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/concreto-autocompactante-origen-ventajas-y-aplicaciones>
21. KHAYAT, Kamal. Workability, testing, and performance of self-consolidating concrete [en línea]. *ACI Materials Journal*, 96(3). 1999. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/279902414>

22. KHAYAT, Kamal., & Mitchell, Denis. *Self-Consolidating Concrete for Precast, Prestressed Concrete Bridge Elements* [en línea]. Washington, D.C.: Transportation Research Board. 2009. Disponible en: <http://www.national-academies.org/trb/bookstore>
23. KOEHLER, E., & FOWLER, D. *Inspection manual for self-consolidating concrete in precast members* [en línea]. University of Texas at Austin, Texas. 2007. Disponible en: https://ctr.utexas.edu/wp-content/uploads/pubs/0_5134_P1
24. KOSMATKA, Steven, KERKHOFF, Beatrix, PANARESE, William, y Tanesi, Jussara. *Diseño y control de mezclas de concreto*. Illinois, EE.UU: Portland Cement Association. 2004.
25. KUMAR Ashish, D., & KUMAR Verma, S. An overview on mixture design of self-compacting concrete [en línea]. *Structural Concrete*, 1-25. 2018. Disponible en: doi:10.1002/suco.201700279
26. MUÑIZ, Alberto. Seminario de Investigación. 2017.
27. NEVILLE, Adam. *Properties of concrete*. (4. ed, Ed.) UK: Longman Scientific Group Ltd. 1995.
28. OKAMURA, Hajima. Self-Compacting High-Performance Concrete. *Concrete International*, 19(7), 50-54. 1997.
29. OUCHI, Masahiro. self-compacting concrete development, applications and investigations. *The 17th Symposium on Nordic Concrete Research*. Reykjavik. 1999.
30. OZAWA, Kazumasa., Maekawa, Koichi., Kunishima, Masahiko., & Okamura, Hajima. High Performance Concrete Based on the Durability Design of Concrete Structures. *The Second East Asia- Pacific Conference on Structural Engineering & Construction*, 445-450. 1989.
31. PASQUEL, Enrique. *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú*. Lima. 1998. 2° Edición.
32. PASTRANA, Jhonny, SILVA, Yimmy., ADRADA, Juan, y DELVASTO, Silvio. *Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con polvo de residuo de concreto* [en línea]. Cali. 2019. [fecha de consulta: 8 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.23850/22565035.2170>

33. PORTUGAL, Pablo. *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Arequipa, Perú. 2007.
34. PRECAST/Prestressed Concrete Institute. *Interim Guidelines for the Use of Self-Consolidating Concrete in Precast* [en línea]. Illinois. 2003. Disponible en: www.pci.org
35. RODRÍGUEZ, Brando. *Influencia de los superplastificante tipo F sobre sus propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante*. Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte, Trujillo. 2019.
36. RODRÍGUEZ, Andrés, & PÉREZ, Alipio. Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento [en línea]. (U. EAN, Ed.) *Revista Escuela de Administración de Negocios*(82), 26. 2017. [fecha de consulta: 01 de 04 de 2021] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20652069006>
37. RODRIGUEZ, Kenye. *Aplicación del concreto autocompactante con aditivo incorporador de aire para el estudio de fisuras en losas de concreto armado* [en línea]. Tesis de grado, Huancayo. 2016. [fecha de consulta: 13 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/395>
38. *SELF-Consolidating Concrete for Precast, Prestressed Concrete Bridge Elements*.
39. SILVA, Yimmy, ROBAYO, Rafael, MATTEY, Pedro, y DELVASTO, Silvio. *Obtención de concretos autocompactantes empleando residuos de demolición*. Cali. 2014. [fecha de consulta: 11 de febrero de 2021].
40. SILVA, Yimmy, VALENCIA, William, & DELVASTO, Silvio. Concreto autocompactante con altos contenidos de subproductos de la combustión de carbón [en línea]. *Informador Técnico*, 147-159. 2018. doi:<http://doi.org/10.23850/22565035.1485>
41. SOTOMAYOR, Cristian. *La Ciencia y el Arte del Concreto*. Lima. 2020. Mesa Redonda.
42. SURAHYO, Akhtar. *Concrete Construction* [en línea]. (Vol. II). Toronto, Canada: Springer. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-10510-5>

43. VARGAS, Zoila. LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA [en línea]. *Revista Educación*, 33(1), 155-165. 2009. [fecha de consulta: 01 de marzo de 2021]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz De Consistencia

Título: Propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.

Autor: Bach. Jhon Maik Cordova Abregu

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general: ¿cuánto varía las propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021?</p>	<p>Objetivo general: Determinar la variación en las propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.</p>	<p>Hipótesis general: Las propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco varían significativamente con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.</p>	<p>Variable 1: V1: Incorporador de aire</p>	<p>D1: dosis</p>	<p>I1: 0.012 kg/m³ I2: 0.014 kg/m³ I3: 0.015 kg/m³ I4: 0.017 kg/m³</p>	<p>Método de Investigación: Método: Científico Tipo: Aplicada Nivel: Explicativo-Correlacional Diseño: Experimental. Población y muestra: - La población está conformada por estructuras verticales de concreto, La muestra estuvo conformada por 5 diferentes diseños de mezcla, 1 diseño patrón sin aire incorporado y 4 diseños con aire incorporado en valores de aire atrapado de 6%, 7%, 8% y 9%.</p>
				<p>D2: Porcentaje de aire atrapado</p>	<p>I1: PAA: 6.00 % I2: PAA: 7.00 % I3: PAA: 8.00 % I4: PAA: 9.00 %</p>	
<p>Problemas específicos: 1. ¿Cuánto varía la capacidad de llenado del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021? 2. ¿Cuánto varía la capacidad de paso del concreto</p>	<p>Objetivos específicos: 1. Evaluar la variación de la capacidad de llenado del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.</p>	<p>Hipótesis específicas 1. La variación de aditivo incorporador de aire produce variación significativa en la capacidad de llenado del concreto autocompactante en estado fresco para estructuras verticales, huancayo-2021. 2. La variación de aditivo incorporador de aire produce</p>	<p>Variable 2: V2: Propiedades físicas de</p>	<p>D1: Capacidad de llenado</p>	<p>I1: SA1 - 550mm a 650mm I2: SA2 - 650mm a 750mm I3: SA3 - 750mm a 850mm</p>	<p>Muestreo: No probabilístico Técnica e instrumentos de recolección de datos: Los instrumentos cuantitativos empleados fueron fichas de</p>
				<p>D2: Capacidad de paso</p>	<p>I1: CL1: >0.8 I3: CL2: = 8 I2: CL3: <0.8 I1: AJ1: 0–25mm I2: AJ2: 25–50mm I3: AJ3: > 50 mm</p>	

<p>autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021?</p> <p>3. ¿Cuánto varía la estabilidad del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021?</p> <p>4. ¿Cuánto varía la Viscosidad del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021?</p>	<p>2. Determinar la variación de la capacidad de paso del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.</p> <p>3. Evaluar la variación de estabilidad del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.</p> <p>4. Evaluar la variación de viscosidad del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo-2021.</p>	<p>variación significativa en la capacidad de paso del concreto autocompactante en estado fresco para estructuras verticales, Huancayo-2021.</p> <p>3. La variación de aditivo incorporador de aire produce variación significativa en la estabilidad del concreto autocompactante en estado fresco para estructuras verticales, Huancayo-2021.</p> <p>4. La variación de aditivo incorporador de aire produce variación significativa en la viscosidad del concreto autocompactante en estado fresco para estructuras verticales, Huancayo-2021.</p>	<p>Concreto Autocompactante en estado fresco</p>	<p>D3: Estabilidad</p>	<p>I1: IEV1: 0=altamente estable I2: IEV2: 1=estable I3: IEV3: 2=inestable I4: IEV4: 3=muy inestable</p>	<p>recolección de datos de pruebas basadas en normas estandarizadas como: las Normas Técnicas Peruanas (NTP), American Concrete Institute (ACI), EFNARC y ASTM.</p> <p>Técnicas: Se usará la observación directa.</p> <p>Procesamiento de datos: El procesamiento de datos obtenido de los resultados en los formatos de laboratorio establecidos para cada ensayo.</p> <p>Técnica y análisis de datos: Se realizarán el análisis estadístico, Se utilizará el programa Microsoft Excel para realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos.</p>
				<p>D4: Viscosidad</p>	<p>I1: EMV1: <6 seg I2: EMV2: 6 to 10 seg I3: EMV3: >10 seg</p>	
					<p>I1: T1: <3 seg I2: T2: 3 a 5 seg I3: T3: >5 seg</p>	

Anexo 2: Operacionalización de las Variables

Tipo	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
VARIABLE INDEPENDIENTE	Aditivo incorporador de aire	En estado fresco los incorporadores del aire permiten la mejora de la trabajabilidad del concreto fresco al reducir su viscosidad, reducción de exudación y segregación (Sotomayor, 2020).	El incorporador de aire se operacionaliza mediante la dimensión: Dosificación y porcentaje de aire atrapado.	D1: dosis	I1: 0.012 kg/m3 I2: 0.014 kg/m3 I3: 0.015 kg/m3 I4: 0.017 kg/m3	Ficha de recopilación de datos
				D2: Porcentaje aire atrapado	I1: PAA: 6.00 % I2: PAA: 7.00 % I3: PAA: 8.00 % I4: PAA: 9.00 %	Ficha de recopilación de datos
VARIABLE DEPENDIENTE	Propiedades físicas de Concreto Autocompactante en estado fresco	Las propiedades del CAC en estado fresco generalmente se miden mediante una serie de pruebas para identificar la autocompactabilidad del concreto (ACI 237)	El Concreto autocompactante se operacionaliza mediante las dimensiones: capacidad de llenado, capacidad de pasoestabilidad y viscosidad.	D1: Capacidad de llenado	I1: SA1 - 550mm a 650mm I2: SA2 - 650mm a 750mm I3: SA3 - 750mm a 850mm	Ficha de recopilación de datos
				D2: Capacidad de paso	I1: CL1: >0.8 I3: CL2: = 8 I2: CL3: <0.8	Ficha de recopilación de datos
					I1: AJ1: 0–25mm I2: AJ2: 25–50mm I3: AJ3: > 50 mm	Ficha de recopilación de datos
				D3: estabilidad	I1: IEV1: 0=altamente estable I2: IEV2: 1=estable I3: IEV3: 2=inestable I4: IEV4: 3=muy inestable	Ficha de recopilación de datos
				D4. Viscosidad	I1: EMV1: <6 seg I2: EMV2: 6 to 10 seg I3: EMV3: >10 seg	Ficha de recopilación de datos
I1: T1: <3 seg I2: T2: 3 a 5 seg I3: T3: >5 seg	Ficha de recopilación de datos					

Anexo 3: Certificaciones de Ensayos de Laboratorio
Anexo 3.1: Certificado de ensayo de Flujo de Asentamiento (Slump Flow) y T50



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- FA – JM 01
 CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
 FECHA DE ENSAYO: 30/03/2021
 FECHA DE EMISIÓN: 06/04/2021

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA FLUIDEZ DE
 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AUTO COMPACTADO
 NTP 339.219/ASTM C1611**

PATRON D01 - SCC

N° DE PRUEBA	T50 (s)	PROMEDIO T50 (s)	Tf (s)	d1 (cm)	d2 (cm)	FLUIDEZ DE ASENTAMIENTO (cm)	PROMEDIO (cm)
1	4.76	4.78	5.76	60.00	61.00	60.5	61
2	4.80		5.90	61.00	62.00	61.5	
3	4.77		5.82	61.00	61.00	61	


JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
 AGI Concrete Field Testing Technician - Grade I
 ID # 01034807


Wendy S. Muñoz Caruana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- FA – JM 02
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA FLUIDEZ DE
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AUTO COMPACTADO
NTP 339.219/ASTM C1611**

AIRE SCC-001- 6%

N° DE PRUEBA	T50 (s)	PROMEDIO T50 (s)	Tf (s)	d1 (cm)	d2 (cm)	FLUIDEZ DE ASENTAMIENTO (cm)	PROMEDIO (cm)
1	4.06	4.08	5.24	65.00	64.00	64.5	65
2	4.09		5.19	64.00	63.00	63.5	
3	4.08		5.34	66.00	65.00	65.5	


JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
ACI Concrete Field Testing Technician - Grade 1
ID # 01634607




Enay S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqacexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- FA – JM 03
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 09/04/2021

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA FLUIDEZ DE
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AUTO COMPACTADO
NTP 339.219/ASTM C1611**

AIRE SCC-002- 7%

N° DE PRUEBA	T50 (s)	PROMEDIO T50 (s)	Tf (s)	d1 (cm)	d2 (cm)	FLUIDEZ DE ASENTAMIENTO (cm)	PROMEDIO (cm)
1	3.26	3.29	4.73	72.00	73.00	72.5	73
2	3.32		4.81	73.00	72.00	72.5	
3	3.28		4.82	74.00	73.00	73.5	



JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
ACI Concrete Field Testing Technician - Gen.
ID # 01634807



Wendy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- FA – JM 04
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA FLUIDEZ DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AUTO COMPACTADO
NTP 339.219/ASTM C1611**

AIRE SCC-003 - 8%

N° DE PRUEBA	T50 (s)	PROMEDIO T50 (s)	Tf (s)	d1 (cm)	d2 (cm)	FLUIDEZ DE ASENTAMIENTO (cm)	PROMEDIO (cm)
1	2.79	2.83	4.21	76.00	75.00	75.5	75
2	2.87		4.31	75.00	75.00	75	
3	2.84		4.23	74.00	75.00	74.5	



JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
H2 Concrete Field Testing Technician - Grade 1
ID # 01034607



Andy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- FA – JM 05
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA FLUIDEZ DE
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO AUTO COMPACTADO
NTP 339.219/ASTM C1611**

AIRE SCC-004- 9%

N° DE PRUEBA	T50 (s)	PROMEDIO T50 (s)	Tf (s)	d1 (cm)	d2 (cm)	FLUIDEZ DE ASENTAMIENTO (cm)	PROMEDIO (cm)
1	2.59	2.61	4.01	78.00	77.00	77.5	78
2	2.62		4.11	79.00	78.00	78.5	
3	2.63		4.08	77.00	78.00	77.5	



JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
AG Concrete Field Testing Technician - Grade
ID # 01834807



Yenny S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

Anexo 3.2: Certificado de ensayo Caja en L (L-Box)



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- CL – JM 01
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 30/03/2021
FECHA DE EMISIÓN: 06/04/2021

CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE MÉTODO DE LA CAJA EN L (UNE-EN 12350-10)

PATRON D01 - SCC

Nº DE PRUEBA	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	PROMEDIO
1	11.5	9.5	0.83	0.84
2	11.3	9.6	0.85	
3	11.0	9.1	0.83	



Endy S. Alvariz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- CL – JM 02
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

**CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
MÉTODO DE LA CAJA EN L
(UNE-EN 12350-10)**

AIRE SCC-001- 6%

N° DE PRUEBA	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	PROMEDIO
1	12.0	10.7	0.89	0.89
2	12.5	10.9	0.87	
3	12.0	10.8	0.90	



JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
KCI Concrete Field Testing Technician - Grade 1
ID # 01034907



Andy S. Muñoz Cabuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Píocomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- CL – JM 03
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

**CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
MÉTODO DE LA CAJA EN L
(UNE-EN 12350-10)**

AIRE SCC-002- 7%

N° DE PRUEBA	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	PROMEDIO
1	11.0	10.2	0.93	0.92
2	12.0	10.9	0.91	
3	13.0	12.0	0.92	



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- CL – JM 04
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

**CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
MÉTODO DE LA CAJA EN L
(UNE-EN 12350-10)**

AIRE SCC-003 - 8%

N° DE PRUEBA	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	PROMEDIO
1	12.0	11.5	0.96	0.97
2	12.8	12.5	0.98	
3	12.0	11.5	0.96	



 **JESUS A. HUAMAN CHAVEZ**
ACI Concrete Field Testing Technician - Grade
ID # 01634807
 **S. Muñoz Cahuana**
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- CL – JM 05
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

**CAPACIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
MÉTODO DE LA CAJA EN L
(UNE-EN 12350-10)**

AIRE SCC-004- 9%

N° DE PRUEBA	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	PROMEDIO
1	12.0	11.7	0.98	0.98
2	12.8	12.3	0.96	
3	12.0	12.0	1.00	



JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
ACI Concrete Field Testing Technician - Grade
ID # 01034807
Andy S. Muñoz Cahua
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751
CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

Anexo 3.3: Certificado de ensayo Anillo J (J-Ring)



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- AJ – JM 01
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 30/03/2021
FECHA DE EMISIÓN: 06/04/2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA HABILIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO POR EL ANILLO J

NTP 339.220/ ASTM C1621

PATRON D01 – SCC

N° DE PRUEBA	d1 (cm)	d2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (cm)
1	58.50	59.50	59	59
2	58.00	59.50	58.75	
3	59.00	59.00	59	



JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
ACI Concrete Field Testing Technician - Grade 1
ID # 01634807



Andy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- AJ – JM 02
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA HABILIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO POR EL ANILLO J
NTP 339.220/ ASTM C1621**

AIRE SCC-001- 6%

N° DE PRUEBA	d1 (cm)	d2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (cm)
1	62.00	63.00	62.5	63
2	64.00	63.00	63.5	
3	63.00	62.50	62.75	



JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
ACI Concrete Field Testing Technician - Grade 1
ID # 01034807



Yenny S. Muñoz Cabuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- AJ – JM 03
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA HABILIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO POR EL ANILLO J

NTP 339.220/ ASTM C1621

AIRE SCC-002- 7%

N° DE PRUEBA	d1 (cm)	d2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (cm)
1	71.00	72.00	71.7	72
2	72.50	72.00	72.1	
3	72.00	73.00	72.3	



JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
ACI Concrete Field Testing Technician - Grade 1
ID # 01634807



Andy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EXPRESS CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- AJ – JM 04
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA HABILIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO POR EL ANILLO J

NTP 339.220/ ASTM C1621

AIRE SCC-003 - 8%

N° DE PRUEBA	d1 (cm)	d2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (cm)
1	74.50	75.00	74.75	74
2	74.00	75.00	74.5	
3	73.00	74.00	73.5	



Wendy S. Munoz Caruana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- AJ – JM 05
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA HABILIDAD DE PASO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO POR EL ANILLO J

NTP 339.220/ ASTM C1621

AIRE SCC-004- 9%

N° DE PRUEBA	d1 (cm)	d2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (cm)
1	77.50	78.00	77.75	78
2	78.00	78.00	78	
3	77.50	78.50	78	


 **JESUS A. HUAMAN CHAVEZ**
ACI Concrete Field Testing Technician - Grade 1
ID # 01634807



Wendy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

Anexo 3.4: Certificado de ensayo Embudo V (V-Funnel)



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- EV – JM 01
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 30/03/2021
FECHA DE EMISIÓN: 06/04/2021

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FLUJO ENSAYO DEL EMBUDO EN V UNE 83364

PATRON D01 - SCC

N° DE PRUEBA	TIEMPO DE FLUJO (Tv) (s)	PROMEDIO	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)
1	7.32	7.36	20	20.4
2	7.37		20.1	21.02
3	7.39		19.7	21.2



Wendy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- EV – JM 02
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

**DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FLUJO
ENSAYO DEL EMBUDO EN V
UNE 83364**

AIRE SCC-001- 6%

N° DE PRUEBA	TIEMPO DE FLUJO (Tv) (s)	PROMEDIO	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)
1	7.01	7.01	20.10	21.00
2	7.05		19.20	20.70
3	6.97		19.00	20.00


JESUS A. MUJAMA CHAVEZ
ICI Concrete Field Testing Technician - Grade 1
ID # 01634807




Wendy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- EV – JM 03
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

**DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FLUJO
ENSAYO DEL EMBUDO EN V
UNE 83364**

AIRE SCC-002- 7%

N° DE PRUEBA	TIEMPO DE FLUJO (Tv) (s)	PROMEDIO	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)
1	6.80	6.85	18.70	19.00
2	6.84		18.30	19.20
3	6.90		19.50	20.10

 **JESUS A. HUAMAN CHAVEZ**
ACI Concrete Field Testing Technician - Grade 1
ID # 01634807



Andy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- EV – JM 04
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 08/04/2021

**DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FLUJO
ENSAYO DEL EMBUDO EN V
UNE 83364**

AIRE SCC-003 - 8%

N° DE PRUEBA	TIEMPO DE FLUJO (Tv) (s)	PROMEDIO	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)
1	5.48	5.52	20.50	21.80
2	5.52		20.50	22.80
3	5.56		20.60	22.90



JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
ACI Concrete Field Testing Technician - Grade 1
ID # 01634607



Andy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Píllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, SUELOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 032021- EV – JM 05
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 03/04/2021

**DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FLUJO
ENSAYO DEL EMBUDO EN V
UNE 83364**

AIRE SCC-004- 9%

N° DE PRUEBA	TIEMPO DE FLUJO (Tv) (s)	PROMEDIO	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)
1	5.13	5.14	20.10	21.70
2	5.15		20.50	22.60
3	5.15		20.60	22.00


JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
ACI Concrete Field Testing Technician - Grade 1
ID # 01634807




Wendy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALES

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqcexpress@gmail.com

Anexo 3.5: Certificado contenido de aire y peso unitario



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

NTP 339.046 - ASTM C138
NTP 339.046 - ASTM C231

EXPEDIENTE : 01 - PU -JM 01
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 30/03/2021
FECHA DE EMISION: 06/04/2021

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

NTP 339.046 - ASTM C138
NTP 339.046 - ASTM C231

DISEÑO	N°	FECHA DE VAGIADO	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	PESO DEL RECIPIENTE	PESO RECIPIENTE + CONCRETO	PUC REAL	PUC DISEÑO	RENDIMIENTO	AIRE ATRAPADO
			m ³	kg	kg	kg/m ³	kg/m ³		
PATRON D01 - SCC	1	30/03/2021	0.00704	3.514	19.35	2248.73	2222.27	0.99	3.2
	2	30/03/2021	0.00704	3.514	19.38	2252.99	2222.27	0.99	3.1
	3	30/03/2021	0.00704	3.514	19.42	2258.67	2222.27	0.98	3.2
	PROMEDIO	30/03/2021	0.00704	3.514	19.38	2253.46	2222.27	0.99	3.2



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP- 004:1993)
Av. Leoncio Prado N° 340 Píscomaayo - Huancayo cal. RPM 920137591 RPOC 979702825
e-mail: aireqacqcepress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

NTP 339.046 - ASTM C138
NTP 339.046 - ASTM C231

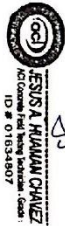
EXPEDIENTE : 01 - PU - JM 02
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISION: 07/04/2021

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

NTP 339.046 - ASTM C138
NTP 339.046 - ASTM C231

DISEÑO	N°	FECHA DE VACIADO	VOLUMEN DEL RECIPIENTE		PESO DEL RECIPIENTE		PESO RECIPIENTE + CONCRETO		PUC REAL	PUC DISEÑO	RENDIMIENTO	AIRE ATRAPADO
			m ³	kg	kg	kg	kg/m ³	kg/m ³				
AIRE SCC-001-6%	1	01/04/2021	0.00704	3.514	18.85	2177.73	2150.39	0.99	6.1			
	2	01/04/2021	0.00704	3.514	18.90	2184.83	2150.39	0.98	6.0			
	3	01/04/2021	0.00704	3.514	18.82	2173.47	2150.39	0.99	6.0			
PROMEDIO			0.00704	3.514	18.86	2178.68	2150.39	0.99	6.0			

EXPRESS CONCRETO & MATERIALES



Ing. S. Matos Chiriquina
INGENIERO CIVIL
CIP: 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOP: GP. 004:1993)
Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomayo - Huancayo cel. RPN 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqueexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

NTP 339.046 - ASTM C138
NTP 339.046 - ASTM C231

EXPEDIENTE : 01 - PU - JM 03
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO 2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISION: 07/04/2021

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

NTP 339.046 - ASTM C138
NTP 339.046 - ASTM C231

DISEÑO	N°	FECHA DE VACIADO	VOLUMEN DEL RECIPIENTE		PESO DEL RECIPIENTE	PESO RECIPIENTE + CONCRETO	PUC REAL	PUC DISEÑO	RENDIMIENTO	AIRE ATRAPADO
			m3	kg						
AIRE SCC-002-7%	1	01/04/2021	0.00704	3.514	18.76	2164.95	2124.72	0.98	7.0	
	2	01/04/2021	0.00704	3.514	18.70	2156.43	2124.72	0.99	7.1	
	3	01/04/2021	0.00704	3.514	18.62	2145.07	2124.72	0.99	7.0	
	PROMEDIO	01/04/2021	0.00704	3.514	18.69	2155.48	2124.72	0.99	7.0	



Wendy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP: 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPE: GP: 004-1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: aire@qcpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

NTP 339.046 - ASTM C138
NTP 339.046 - ASTM C231

EXPEDIENTE : 01 - PU - JM 04
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISION: 07/04/2021

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

NTP 339.046 - ASTM C138
NTP 339.046 - ASTM C231

DISEÑO	N°	FECHA DE VACIADO	VOLUMEN DEL RECIPIENTE		PESO DEL RECIPIENTE		PESO RECIPIENTE + CONCRETO		PUC REAL	PUC DISEÑO	RENDIMIENTO	AIRE ATRAPADO
			m ³	kg	kg	kg	kg/m ³	kg/m ³				
AIRE SCC-003 - 8%	1	01/04/2021	0.00704	3.514	18.52	2130.87	2099.06	0.99	8.0			
	2	01/04/2021	0.00704	3.514	18.54	2133.71	2099.06	0.98	7.9			
	3	01/04/2021	0.00704	3.514	18.48	2125.19	2099.06	0.99	8.0			
	PROMEDIO	01/04/2021	0.00704	3.514	18.51	2129.92	2099.06	0.99	8.0			

EXPRESS CONCRETE & MATERIALS

LABORATORIO DE MATERIALES CONCRETOS Y AGUILLEROS DEL CENTRO REGIONAL DE CALIDAD

INGENIERO CIVIL

ESTERILIZADO

INGENIERO CIVIL

CIP: 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPR: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqc@express@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

NTP 339.046 - ASTM C138
NTP 339.046 - ASTM C231

EXPEDIENTE : 01 - PU - JM 05
CLIENTE : Baob. CORDOVA ABREGU JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISION: 07/04/2021

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO Y ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

NTP 339.046 - ASTM C138
NTP 339.046 - ASTM C231

DISEÑO	N°	FECHA DE VACIADO	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	PESO DEL RECIPIENTE	PESO RECIPIENTE + CONCRETO	PUC REAL	PUC DISEÑO	RENDIMIENTO	AIRE ATRAPADO
			m ³	kg	kg	kg/m ³	kg/m ³		%
AIRE SCC-004-9%	1	01/04/2021	0.00704	3.514	18.34	2105.31	2073.39	0.98	8.8
	2	01/04/2021	0.00704	3.514	18.32	2102.47	2073.39	0.99	9.1
	3	01/04/2021	0.00704	3.514	18.29	2098.21	2073.39	0.99	9.0
	PROMEDIO	01/04/2021	0.00704	3.514	18.32	2101.99	2073.39	0.99	9.0

EXPRESS
CONCRETE & MATERIALS



Esteban Huanan Chavez
INGENIERO CIVIL
CIP: 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOP: GP: 004:1993)
Av. Leoncio Prado N° 340 Pílicomaño - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: arec@qcxpress@gmail.com

Anexo 3.6: Caracterización de agregado grueso y agregado fino.



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



Página 1 de 7

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

MUESTRA : AGREGADO GRUESO
 PROCEDENCIA : MATAHUASI
 EXPEDIENTE : 092020 CA - JM 01
 CLIENTE : BACH.CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"

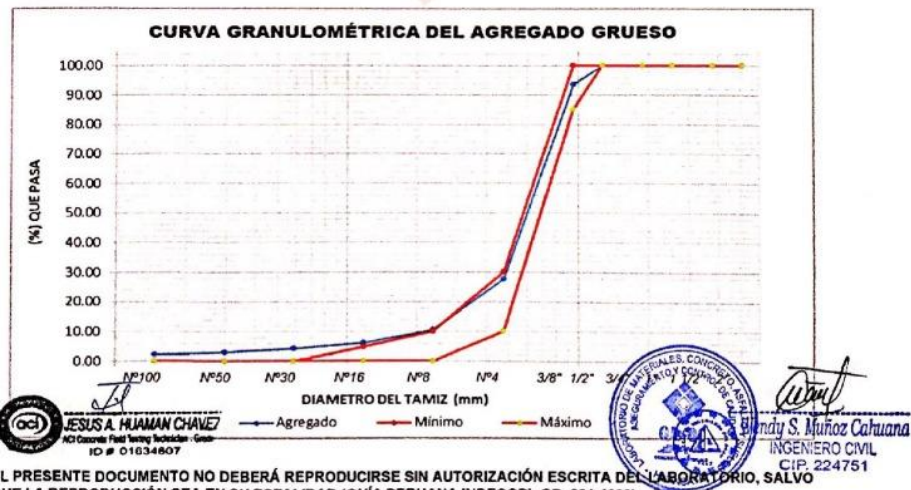
FECHA DE ENSAYO: 02/03/21

FECHA DE EMISIÓN: 09/03/21

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 400.012)

GRANULOMETRÍA AGREGADO GRUESO					
TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	PROMEDIO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
2 1/2"		-	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	-	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	-	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	-	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	-	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	-	0.00	0.0	100.000
3/8"	9.50	120.50	6.03	6.03	93.98
# 4	4.75	1,286.50	64.33	70.35	29.65
# 8	2.36	379.00	18.95	89.30	10.70
# 16	1.18	100.50	5.03	94.33	5.67
# 30	0.59	39.50	1.98	96.30	3.70
# 50	0.30	22.00	1.10	97.40	2.60
# 100	0.15	18.50	0.93	98.33	1.68
# 200	0.07	16.50	0.83	99.15	0.85
FONDO	-	17.00	0.85	71.20	28.80
TOTAL		2000.0	100.0	MODULO DE FINURA	5.52

3. CURVA GRANULOMÉTRICA:



Av. Leoncio Prado N° 340 Pllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

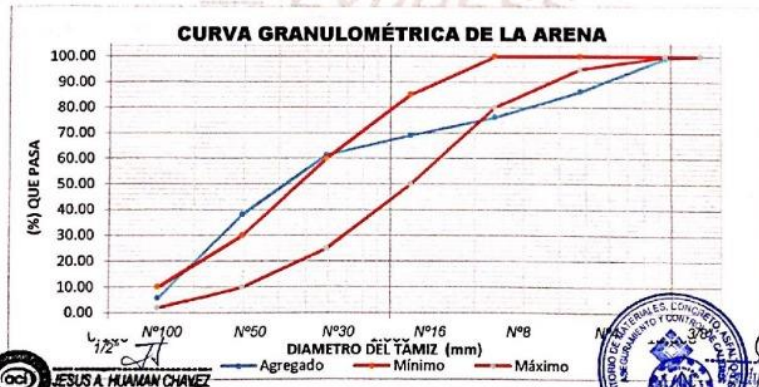
CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

MUESTRA : AGREGADO FINO
 PROCEDENCIA : MATAHUASI
 EXPEDIENTE : 092020 CA – JM 01
 CLIENTE : BACH.CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
 FECHA DE ENSAYO: 02/03/21
 FECHA DE EMISIÓN: 09/03/21

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 400.012):

GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO					
TAMIZ			%	%	%
N°	ABERTURA (mm)	PROMEDIO RETENIDO en gramos	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO
3"		-	0.0	0.0	100.0
2 1/2"		-	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	-	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	-	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	-	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	-	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	-	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	6.98	0.87	0.87	99.13
# 4	4.75	82.28	11.53	12.41	87.59
# 8	2.36	75.67	9.46	21.87	78.13
# 16	1.18	50.39	6.30	28.16	71.84
# 30	0.59	60.47	7.56	35.72	64.28
# 50	0.30	181.31	22.66	58.39	41.61
# 100	0.15	278.17	34.77	93.16	6.84
# 200	0.07	44.11	5.51	98.67	1.33
FONDO	-	10.61	1.33	13.73	86.27
TOTAL		800.0	100.0	MODULO DE FINURA	2.51

3. CURVA GRANULOMÉTRICA:



JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
 ACI Concrete Field Testing Technician - Grade 1
 ID # 01834807

LABORATORIO DE MATERIALES, LONCAYO, PERU
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



Página 3 de 7

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

(PESO UNITARIO SUELTO/PESO UNITARIO COMPACTADO – NTP 400.017)

MUESTRA : AGREGADO FINO
 PROCEDENCIA : MATAHUASI
 EXPEDIENTE : 092020 CA – JM 01
 CLIENTE : BACH.CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
 FECHA DE ENSAYO: 02/03/21
 FECHA DE EMISIÓN: 09/03/21

PESO UNITARIO SUELTO-AGREGADO FINO				
I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	kg	2.128	2.128	2.128
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (Kg)	kg	6.678	6.69	6.688
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (Kg)	kg	4.55	4.562	4.56
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00283	0.00283	0.00283
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/cm3)	kg/m3	1608	1612	1611
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/cm3)	kg/m3	1610		

PESO UNITARIO COMPACTADO-AGREGADO FINO				
II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	kg	2.128	2.128	2.128
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (Kg)	kg	6.952	6.948	6.954
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (Kg)	kg	4.824	4.82	4.826
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00283	0.00283	0.00283
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	kg/m3	1705	1703	1705
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	kg/m3	1704		



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pllcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



Página 4 de 7

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

(PESO UNITARIO SUELTO/PESO UNITARIO COMPACTADO – NTP 400.017)

MUESTRA : AGREGADO GRUESO
 PROCEDENCIA : MATAHUASI
 EXPEDIENTE : 092020 CA – JM 01
 CLIENTE : BACH.CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
 FECHA DE ENSAYO: 02/03/21
 FECHA DE EMISIÓN: 09/03/21

PESO UNITARIO SUELTO-AGREGADO GRUESO				
I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUS	UND	M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	kg	2.128	2.128	2.128
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (Kg)	kg	6.374	6.316	6.35
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (Kg)	kg	4.246	4.188	4.222
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00283	0.00283	0.00283
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/cm3)	kg/m3	1500	1480	1492
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/cm3)	kg/m3		1491	

PESO UNITARIO COMPACTADO-AGREGADO GRUESO				
II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS		M1	M2	M3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	kg	2.128	2.128	2.128
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (Kg)	kg	6.696	6.712	6.684
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (Kg)	kg	4.568	4.584	4.556
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	m3	0.00283	0.00283	0.00283
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	kg/m3	1614	1620	1610
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	kg/m3		1615	



JESUS A. HUAMAN CHAVEZ
ACI Concrete Field Testing Technician - Gr. 1
ID # 01834807



Wendy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



Página 5 de 7

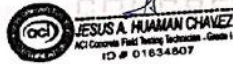
CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

(PESO ESPECÍFICO – NTP 400.021- NTP 400.022)

MUESTRA : AGREGADO FINO
 PROCEDENCIA : MATAHUASI - PILCOMAYO
 EXPEDIENTE : 092020 CA – JM 01
 CLIENTE : BACH.CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
 FECHA DE ENSAYO: 02/03/21
 FECHA DE EMISIÓN: 09/03/21

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO					
N°	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3
1	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	gr	500	500	500
2	PESO FIOLA +AGUA	gr	669.1	669	669
3	PESO FIOLA + AGUA+PESO DE LA MUESTRA SSS	gr	978.5	980	979
4	PESO DE LA MUESTRA SECA	gr	488.95	489	488.89
1	PESO ESPECIFICO DE MUESTRAS	kg/cm3	2.57	2.59	2.57
2	PESO ESPECIFICO DE MASA	kg/cm3	2.58		
3	PESO ESPECIFICO DE LA MUESTRA SSS	kg/cm3	2.63		
4	PESO ESPECIFICO APARENTE	kg/cm3	2.73		
5	%ABSORCION DE MUESTRAS	%	2.26	2.25	2.27
6	%ABSORCION	%	2.26		

SSS: Saturado Superficialmente Seco



Andry S. Mirioz Cabuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



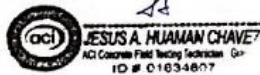
Página 6 de 7

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS
(PESO ESPECÍFICO – NTP 400.021- NTP 400.022)

MUESTRA : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : MATAHUASI - PILCOMAYO
EXPEDIENTE : 092020 CA – JM 01
CLIENTE : BACH.CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 02/03/21
FECHA DE EMISIÓN: 09/03/21

PESO ESPECIFICO -AGREGADO GRUESO					
N°	DATOS	UND	M-1	M-2	M-3
1	PESO DE LA MUESTRA SECO AL HORNO	gr	1971.52	1971.45	1971.5
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	gr	2000	2000	2000
3	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO SUMERGIDO +CANASTA	gr	2060	2095	2091
4	PESO DE LA CANASTILLA	gr	858	858	857
5	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO SUMERGIDO	gr	1202	1237	1234
1	PESO ESPECIFICO DE MASA	kg/cm3	2.471	2.584	2.574
2	PROMEDIO PESO ESPECIFICO DE MASA	kg/cm3	2.543		
3	PROMEDIO PESO ESPECIFICO SSS	kg/cm3	2.506	2.621	2.611
4	PROMEDIO PESO ESPECIFICO APARENTE	kg/cm3	2.562	2.684	2.673
5	%ABSORCION DE MUESTRAS	%	1.445	1.448	1.446
6	PROMEDIO % ABSORCION	%	1.446		

SSS: Saturado Superficialmente Seco



Andy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqacexpress@gmail.com



QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



Página 7 de 7

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS
(CONTENIDO DE HUMEDAD- NTP 4330.127)

MUESTRA : AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : MATAHUASI
EXPEDIENTE : 092020 CA – JM 01
CLIENTE : BACH.CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"

FECHA DE ENSAYO: 02/03/21

FECHA DE EMISIÓN: 09/03/21

CONTENIDO DE HUMEDAD (W %) - AGREGADO FINO					
N°	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3
1	PESO DEL RECIPIENTE/TARA	gr	144	144	144
2	PESO DE LA TARA + PMN	gr	547.98	547.97	547.94
3	PMN	gr	404.0	404.0	403.9
4	PMSH	gr	400.39	400.42	400.41
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.897	0.887	0.882
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (W _{PROMEDIO})	%	0.9		

CONTENIDO DE HUMEDAD (W %) - AGREGADO GRUESO					
N°	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3
1	PESO DEL RECIPIENTE/TARA	gr	144	144	144
2	PESO DE LA TARA + PMN	gr	548.45	548.48	548.54
3	PMN	gr	404.5	404.5	404.5
4	PMSH	gr	400.39	400.42	400.45
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.014	1.014	1.021
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (W _{PROMEDIO})	%	1.0		

PMN: Peso de la Muestra Natural.

PMSH: Peso de la Muestra Seca al Horno.



EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004:1993)

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com

Anexo 3.7: Cálculo del diseño de mezclas CAC.



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE –
DISEÑO DE MEZCLA “PATRON D01 - SCC”-
(a/mc = 0.45)**

DISEÑO DE MEZCLA : a/mc = 0.45
 EXPEDIENTE : 01 – DM –JM 01
 CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
 EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA
 ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
 FECHA DE ENSAYO: 30/03/2021
 FECHA DE EMISIÓN: 06/04/2021

CARACTERIZACION DE AGREGADO FINO

ENSAYO	RESULTADOS	UNIDADES
Peso específico de la masa	2580	Kg/m ³
Peso específico de la masa (sss)	2630	Kg/m ³
Módulo de Fineza	2.51	-
Contenido de Humedad	0.90	%
Absorción	2.26	%

CARACTERIZACION DE AGREGADO GRUESO

ENSAYO	RESULTADOS	UNIDADES
Peso específico de la masa	2543	Kg/m ³
Peso específico de la masa (sss)	2580	Kg/m ³
Módulo de Fineza #89	5.52	Kg/m ³
Contenido de Humedad	1.00	%
Absorción	1.45	%
Tamaño máximo nominal	3/8"	Pulg.



ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CONCRETO

- * Muestreo e identificación de agregados realizados por el peticionario.
- * Corregir en obra por humedad.

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QAVOC CONSTRUCCION S.A.C.



**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE -
DISEÑO DE MEZCLA "PATRON D01 - SCC" -
(a/mc = 0,45)**

DISEÑO DE MEZCLA : a/mc = 0,45
EXPEDIENTE : 01 - DM - JM 01
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 30/03/2021
FECHA DE EMISION: 06/04/2021

Código de ensayo :

CEMENTO
MARCA Y TIPO
ANDINO I

**Diseño de Mezcla (C.A.C.)
PATRON D01 - SCC**

AC =	0,45
Dosis de Livog	0,65%
Dosis de GTM	0,0000%
Dosis de Escotar	0,30%

	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	63	2,51	2,26	0,90
PIEDRA	37	5,52	1,45	1,00
GLOBAL	100	3,62		

Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Diseño corregido para 1m ³	Cono de Abrams	Testigos de 4"x8"	Tanda para Ensayos
Cemento	3150	0,1587	500 kg	500 kg	500 kg	6,50	1,00	20,00 kg
Agua	1000	0,2225	251 L	223 kg	238 L	3,09	0,48	9,50 kg
Arena	2580	0,3670	926 kg	947 kg	934 kg	12,15	1,87	37,37 kg
Piedra	2543	0,2155	540 kg	548 kg	546 kg	7,09	1,09	21,83 kg
Livog	1140	0,0029	3,25 kg	3,25 kg	3,3 kg	42,250	6,500	130,000 g
Escotar	1100	0,0014	1,5 kg	1,500 kg	1,5 kg	19,500	3,000	60,000 g
GTM	1040	0,0000	0,000 kg	0,000 kg	0,000 kg	0,000	0,000	0,000 g
Aire	100	0,0020	3,2 %	3,20 %	3,2 %	3,20	3,20	3,20 %
Total		1,0000	2222 kg	2222 kg	2222 kg	28,828	14,35	88,701 kg



Ing. S. Huanan Chavez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 224751



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE –
DISEÑO DE MEZCLA "AIRE SCC-001- 6%" -
(a/mc = 0.45)**

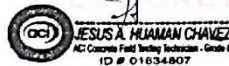
DISEÑO DE MEZCLA : a/mc = 0.45
EXPEDIENTE : 01 – DM –JM 02
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA
ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 07/04/2021

CARACTERIZACION DE AGREGADO FINO

ENSAYO	RESULTADOS	UNIDADES
Peso específico de la masa	2580	Kg/m ³
Peso específico de la masa (sss)	2630	Kg/m ³
Módulo de Fineza	2.51	-
Contenido de Humedad	0.90	%
Absorción	2.26	%

CARACTERIZACION DE AGREGADO GRUESO

ENSAYO	RESULTADOS	UNIDADES
Peso específico de la masa	2543	Kg/m ³
Peso específico de la masa (sss)	2580	Kg/m ³
Módulo de Fineza #89	5.52	Kg/m ³
Contenido de Humedad	1.00	%
Absorción	1.45	%
Tamaño máximo nominal	3/8"	Pulg.



[Signature]
Andy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224751

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CONCRETO

- * Muestreo e identificación de agregados realizados por el peticionario.
- * Corregir en obra por humedad.

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE -
DISEÑO DE MEZCLA "AIRE SCC-001-6%" -
[a/mc = 0.45]**

DISEÑO DE MEZCLA : a/mc = 0.45
EXPEDIENTE : 01 - DM - JM 02
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISION: 07/04/2021

Código de ensayo :

**Diseño de Mezcla (C.A.C.)
AIRE SCC-001-6%**

A/C =	0.45
Dosis de LVOG	0.65%
Dosis de GTM	0.006%
Dosis de Ecolar	0.30%

ARENA	63	%	M.F	2.51	%ABS.	2.26	%HUM.	0.90
PIEDRA	37			5.52		1.45		1.00
GLOBAL	100			3.62				

Materiales	P.E (kg/m³)	Volumen (m³)	Diseño seco para 1m³		Diseño s.s.s para 1m³		Diseño corregido para 1m³	Cono de Abrams	Testigos de 4"x8"	Tiempo para Ensayos	
			kg	L	kg	L					kg
Cemento	3150	0.1587	500	kg	500	kg	500	kg	6.50	1.00	20.00
Agua	1000	0.2225	250	L	223	kg	237	L	3.08	0.47	9.47
Arena	2580	0.3494	881	kg	901	kg	889	kg	11.56	1.78	35.57
Piedra	2543	0.2052	514	kg	522	kg	519	kg	6.75	1.04	20.78
LVOG	1140	0.0029	3.25	kg	3.25	kg	3.3	kg	42.250	6.500	130.000
Ecolar	1100	0.0014	1.5	kg	1.500	kg	1.5	kg	19.500	3.000	60.000
GTM	1040	0.0000	0.013	kg	0.013	kg	0.013	kg	0.174	0.027	0.534
Aire	100	0.0800	6.0	%	6.00	%	6.0	%	6.00	6.00	6.00
Total		1.0000	2150	kg	2150	kg	2150	kg	27.893	4.291	85.825





EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE –
DISEÑO DE MEZCLA “AIRE SCC-002- 7%”-
(a/mc = 0.45)**

DISEÑO DE MEZCLA : a/mc = 0.45
 EXPEDIENTE : 01 – DM –JM 03
 CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
 EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA
 ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
 FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
 FECHA DE EMISIÓN: 07/04/2021

CARACTERIZACION DE AGREGADO FINO

ENSAYO	RESULTADOS	UNIDADES
Peso específico de la masa	2580	Kg/m3
Peso específico de la masa (sss)	2630	Kg/m3
Módulo de Fineza	2.51	-
Contenido de Humedad	0.90	%
Absorción	2.26	%

CARACTERIZACION DE AGREGADO GRUESO

ENSAYO	RESULTADOS	UNIDADES
Peso específico de la masa	2543	Kg/m3
Peso específico de la masa (sss)	2580	Kg/m3
Módulo de Fineza #89	5.52	Kg/m3
Contenido de Humedad	1.00	%
Absorción	1.45	%
Tamaño máximo nominal	3/8"	Pulg.



Andy S. Muñoz Cahuana
 Andy S. Muñoz Cahuana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 224751

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CONCRETO

- * Muestreo e identificación de agregados realizados por el peticionario.
- * Corregir en obra por humedad.

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
 e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



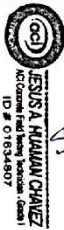
**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE -
DISEÑO DE MEZCLA "AIRE SCC-002-7%" -
(a/mc = 0.45)**

DISEÑO DE MEZCLA : a/mc = 0.45
EXPEDIENTE : 01 - DM -JM 03
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES. HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISION: 07/04/2021

Diseño de Mezcla (C.A.C.)

Código de ensayo :		AIRE SCC-002-7%	
CEMENTO	A/C =	0.45	
MARCA Y TIPO	Dosis de Llvog	0.65%	
ANDINO I	Dosis de GTM	0.007%	
	Dosis de Ecolar	0.30%	

Materiales	P.E (kg/m³)	Volumen (m³)	Diseño seco para 1m³		Diseño s.s.s para 1m³		Diseño corregido para 1m³		Cono de Abrams		Testigos de 4"x8"		Tanda para Ensayos	
			kg	L	kg	kg	kg	L	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Cemento	3150	0.1587	500	kg	500	kg	500	kg	6.50		1.00		20.00	kg
Agua	1000	0.2225	249	L	223	kg	237	L	3.08		0.47		9.46	kg
Atena	2580	0.3431	866	kg	885	kg	873	kg	11.35		1.75		34.93	kg
Piedra	2543	0.2015	505	kg	512	kg	510	kg	6.63		1.02		20.40	kg
Llvog	1140	0.0029	3.25	kg	3.25	kg	3.3	kg	42.250		6.500		130.000	g
Ecolar	1100	0.0014	1.5	kg	1.500	kg	1.5	kg	19.500		3.000		60.000	g
GTM	1040	0.0000	0.016	kg	0.016	kg	0.016	kg	0.202		0.031		0.623	g
Aire	100	0.0700	7.0	%	7.00	%	7.0	%	7.00		7.00		7.00	%
Total	1.0000		2125	kg	2125	kg	2125	kg	27.559		4.240		84.798	kg





EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE –
DISEÑO DE MEZCLA “AIRE SCC-003 - 8%”-
(a/mc = 0.45)

DISEÑO DE MEZCLA : a/mc = 0.45
EXPEDIENTE : 01 – DM –JM 04
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO *PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021*
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 07/04/2021

CARACTERIZACION DE AGREGADO FINO

ENSAYO	RESULTADOS	UNIDADES
Peso específico de la masa	2580	Kg/m ³
Peso específico de la masa (sss)	2630	Kg/m ³
Módulo de Fineza	2.51	-
Contenido de Humedad	0.90	%
Absorción	2.26	%

CARACTERIZACION DE AGREGADO GRUESO

ENSAYO	RESULTADOS	UNIDADES
Peso específico de la masa	2543	Kg/m ³
Peso específico de la masa (sss)	2580	Kg/m ³
Módulo de Fineza #89	5.52	Kg/m ³
Contenido de Humedad	1.00	%
Absorción	1.45	%
Tamaño máximo nominal	3/8"	Pulg.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONCRETO

- * Muestreo e identificación de agregados realizados por el peticionario.
- * Corregir en obra por humedad.

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QAVOC CONSTRUCCION S.A.C.



DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE -

DISEÑO DE MEZCLA "AIRE SCC-003 - 8%".

[a/mc = 0.39]

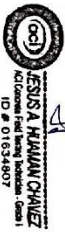
DISEÑO DE MEZCLA : a/mc = 0.39
EXPEDIENTE : 01 - DM - JM 04
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISION: 07/04/2021

Diseño de Mezcla (C.A.C.)

AIRE SCC-003 - 8%

Código de ensayo :		A/C = 0.45		%		M.F		%ABS.		%HUM.	
CEMENTO		Dosis de Livog		ARENA		63		2.51		2.26	
MARCA y TIPO		Dosis de GTM		PIEDRA		37		5.52		1.45	
ANDINO I		Dosis de Ecolar		GLOBAL		100		3.62		1.00	

Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para (m ³)	Diseño s.s.s para (m ³)	Diseño corregido para (m ³)	Cono de Abrams para (m ³)	Tástigos de 4"x8"	Tanda para Ensayos
Cemento	3150	0.1587	500 kg	500 kg	500 kg	6.50	1.00	20.00 kg
Agua	1000	0.2225	249 L	223 kg	236 L	3.07	0.47	9.45 kg
Arena	2580	0.3368	850 kg	869 kg	857 kg	11.14	1.71	34.29 kg
Piedra	2543	0.1978	496 kg	503 kg	501 kg	6.51	1.00	20.03 kg
Livog	1140	0.0029	3.25 kg	3.25 kg	3.3 kg	42.250	6.500	130.000 g.
Ecolar	1100	0.0014	1.5 kg	1.500 kg	1.5 kg	19.500	3.000	80.000 g.
GTM	1040	0.0000	0.018 kg	0.018 kg	0.018 kg	0.231	0.036	0.712 g.
Aire	100	0.0900	8.0 %	8.00 %	8.0 %	8.00	8.00	8.00 %
Total		1.0000	2099 kg	2099 kg	2099 kg	27.226	4.189	83.772 kg





EMPRESA QA/QC CONSTRUCCIÓN S.A.C.



**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE –
DISEÑO DE MEZCLA "AIRE SCC-004- 9%" -
(a/mc = 0.39)**

DISEÑO DE MEZCLA : a/mc = 0.39
EXPEDIENTE : 01 – DM – JM 05
CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA
ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 07/04/2021

CARACTERIZACION DE AGREGADO FINO

ENSAYO	RESULTADOS	UNIDADES
Peso específico de la masa	2580	Kg/m3
Peso específico de la masa (sss)	2630	Kg/m3
Módulo de Fineza	2.51	-
Contenido de Humedad	0.90	%
Absorción	2.26	%

CARACTERIZACION DE AGREGADO GRUESO

ENSAYO	RESULTADOS	UNIDADES
Peso específico de la masa	2543	Kg/m3
Peso específico de la masa (sss)	2580	Kg/m3
Módulo de Fineza #89	5.52	Kg/m3
Contenido de Humedad	1.00	%
Absorción	1.45	%
Tamaño máximo nominal	3/8"	Pulg.



Wendy S. Muñoz Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 224761

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CONCRETO

- * Muestreo e identificación de agregados realizados por el peticionario.
- * Corregir en obra por humedad.

Av. Leoncio Prado N° 340 Pilcomayo - Huancayo cel. RPM 920137591 RPC 979702825
e-mail: areaqaqcexpress@gmail.com



EMPRESA QA/QC CONSTRUCCION S.A.C.



**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE -
DISEÑO DE MEZCLA "AIRE SCC-004-9%" -
[a/mc = 0.39]**

DISEÑO DE MEZCLA : a/mc = 0.39
 EXPEDIENTE : 01 - DM - JM 05
 CLIENTE : Bach. CORDOVA ABREGU, JHON MAIK
 PROYECTO : TESIS DE GRADO "PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA ESTRUCTURAS VERTICALES, HUANCAYO-2021"
 FECHA DE ENSAYO: 01/04/2021
 FECHA DE EMISION: 07/04/2021

Diseño de Mezcla (C.A.C.)

Código de ensayo : **AIRE SCC-004-9%**

CEMENTO	A/C =	0.45	ARENA	63	M.F.	2.51	%ABS.	2.26	%HUM.	0.90
	Dosis de Livog	0.65%	PIEDRA	37	5.52	1.45	1.00			
MARCA Y TIPO	Dosis de GTM	0.009%	GLOBAL	100	3.82					
ANDINO I	Dosis de Escliar	0.30%								

Material	PE (kg/m³)	Volumen (m³)	Diseño seco para (m³)	Diseño s.s.s para (m³)	Diseño corregido para (m³)	Cono de Abrams	Testigos de 4"x8"	Tanda para Ensayos
Cemento	3150	0.1587	500	500	500	6.50	1.00	20.00
Agua	1000	0.2225	248	223	236	3.07	0.47	9.44
Arena	2580	0.3305	834	853	841	10.94	1.68	33.65
Piedra	2543	0.1941	486	494	491	6.38	0.98	19.65
Livog	1140	0.0029	3.25	3.25	3.3	42.250	6.500	130.000
Escliar	1100	0.0014	1.5	1.500	1.5	19.500	3.000	60.000
GTM	1040	0.0000	0.020	0.020	0.020	0.260	0.040	0.800
Aire	100	0.0900	9.0	9.00	9.0	9.00	9.00	9.00
Total		1.0000	2073	2073	2073	26.892	4.137	82.745



Anexo 4: Registros Fotográficos

Figura 4.1 Humedeciendo el equipo embudo V y nivelando



Figura 4.2 Midiendo el flujo de Asentamiento ensayo anillo J



Figura 4.3 Ensayos en estado fresco del CAC diseño AIRE SCC 001



Figura 4.4 Ensayo contenido de aire

