



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS
MULTIFAMILIARES EN JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS
MULTIFAMILIARES EN JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:


Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

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

APROBADA POR EL JURADO RÉVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:



Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

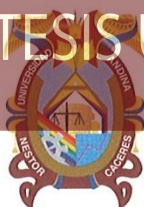
:



Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 265-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 25 de junio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 071-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°222-2024 de fecha 30 de mayo de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- * **Presidente** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- * **Asesor** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 27 de junio de 2024
- * **HORA** : 11:00
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c. Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EERAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 222-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 30 de mayo de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 087-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 060-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 939-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **11 de setiembre de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **14 de mayo de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 197-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP 95531

cc.
archivo 2024
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 939-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de setiembre 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 494-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 0150-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 049-2023-UANCV-FICP-UI-CI-EPIC** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **02 de agosto de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA.**

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA
SECRETARÍA ACADÉMICA
CIP. 93531

cc.
archivo 2023
interesado (a)



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA ZONAS RURALES DEL DISTRITO DE PICHACANI, PROVINCIA DE PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	utiven.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uasf.edu.pe Fuente de Internet	1%



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70465739
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-8705-2062
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES



Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGIA DE MATERIALES - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Latitud: 15°29'27"S Longitud: 70°07'37"O</p> <p>https://maps.app.goo.gl/RyG4AuX4x7J99CBs9</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2023 – diciembre 2023
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</p> <p>Ingeniería de materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.01</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS FÍSICAS

Dr. Efraín Perillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA, identificado con DNI Nro. 70465739, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA

Asesorado por: Mgr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

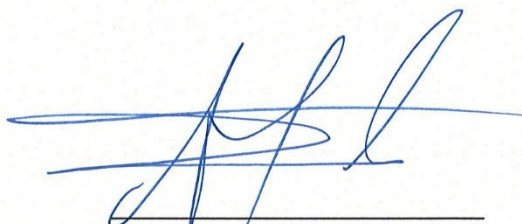
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

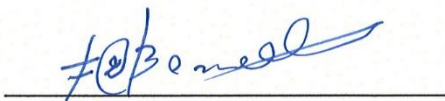
Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 16 de JULIO del 2024


Firma del Asesor (obligatoria)


Firma del Estudiante (obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada principalmente a la juventud investigadora, a toda persona con aspiraciones de superación que conlleve a un mejor futuro. A Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, por brindarme la formación profesional.



AGRADECIMIENTO

A dios por su bondad y misericordia, quien es la lumbrera de mi camino, guiándome y dándome fuerzas y fortaleza cada día.

A mis padres: Carlos Bendita y Aquilina Huaraya, Por ser los principales impulsores de mis aspiraciones, por depositar confianza y creer en mí.

A mis hermanos: por cuidarme siempre y ser la cómplice de mi niñez.

A la universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez por brindarme la posibilidad de desarrollarme académicamente.

A todos los docentes, compañeros y amigos en especial Juan de dios Cusi, que me brindaron los conocimientos que ellos poseen con la experiencia.

A mi asesor: Mgst. Arnaldo Yana Torres.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3.1 Justificación técnica	2
1.3.2 Justificación económica	3
1.3.3 Justificación social	3
1.3.4 Justificación ambiental.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 HIPÓTESIS	4
1.5.1 Hipótesis general.....	4
1.5.2 Hipótesis específicas	4
1.6 VARIABLES	5



1.6.1	Variables independientes.....	5
1.6.2	Variables dependientes.....	5
1.7	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (anexo).....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2	Antecedentes nacionales	7
2.1.3	Antecedentes locales	8
2.2	MARCO TEÓRICO	9
2.2.1	Concepto de concreto autocompactante.....	9
2.2.2	Reseña histórica del concreto autocompactante	10
2.2.3	Ventajas y desventajas del concreto autocompactante.....	10
2.2.3.1	Ventajas.....	10
2.2.3.2	Desventajas	11
2.2.4	Componentes del concreto autocompactante.....	11
2.2.4.1	Cemento.....	11
2.2.4.2	Agua.....	11
2.2.4.3	Agregados	12
2.2.4.3.1	Agregado fino.....	12
2.2.4.3.2	Agregado grueso	12
2.2.4.4	Aditivos.....	13
2.2.4.4.1	Aditivo superplastificante sika viscocrete-3330	14
2.2.5	Propiedades del concreto autocompactante	14
2.2.5.1	Propiedades en estado fresco	15
2.2.5.1.1	Capacidad de paso.....	15
2.2.5.1.2	Capacidad de relleno	16



2.2.5.1.3	Resistencia a la segregación.....	16
2.2.5.2	Propiedades en estado endurecido	16
2.2.5.2.1	Resistencia a la compresión	16
2.2.6	Método de ensayos para concreto autocompactante	17
2.2.6.1	Ensayo de extensión de flujo y ensayo de T50	18
2.2.6.2	Ensayo de embudo en V	20
2.2.6.3	Ensayo de embudo en V a T5 minutos	22
2.2.6.4	Ensayo de caja L.....	23
2.2.7	Métodos de dosificación de concreto autocompactante.....	25
2.2.7.1	Método de dosificación del ACI 237R-07	25
2.2.8	Análisis estadístico.....	27
2.2.8.1	Funciones estadísticas.....	28
2.2.8.2	Prueba de hipótesis	29
2.3	MARCO CONCEPTUAL	31

CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

3.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	33
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.3	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.4	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.5	POBLACIÓN Y MUESTRA	34
3.5.1	Población.....	34
3.5.2	Muestra	34
3.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	35
3.6.1	Técnicas	35
3.6.2	Instrumentos.....	35
3.7	MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	36



3.8	DESCRIPCIÓN DE LAS MÉTODOS E INSTRUMENTOS	37
3.8.1	Procedencia y caracterización de agregados	37
3.8.2	Ensayos de los materiales	37
3.8.2.1	Ensayos granulométricos de agregado grueso y fino	37
3.8.2.2	Ensayo de peso unitario de los agregados	40
3.8.2.3	Ensayos de contenido de humedad	42
3.8.2.4	Ensayo peso específicos y porcentaje de absorción	43
3.8.3	Diseño de la mezcla	46
3.8.3.1	Diseño de la mezcla para concreto patrón	46
3.8.3.2	Diseño de mezcla de CAC con aditivo de 1.0%	51
3.8.3.3	Diseño de mezcla de CAC con aditivo de 1.5%	56
3.8.3.4	Diseño de mezcla de CAC con aditivo de 2.0%	58
3.8.4	Ensayos de resistencia a la compresión	61
3.8.4.1	Concreto Patrón $f'c=210$ kg/cm ²	61
3.8.4.2	Concreto autocompactante con aditivo 1.0%	61
3.8.4.3	Concreto autocompactante con aditivo 1.5%	62
3.8.4.4	Concreto autocompactante con aditivo 2.0%	62
3.8.5	Contrastación de hipótesis	63
3.8.5.1	Análisis estadístico de concreto patrón.....	63
3.8.5.2	Análisis estadístico de concreto con aditivo 1.0%.....	63
3.8.5.3	Análisis estadístico de concreto con aditivo 1.5%.....	63
3.8.5.4	Análisis estadístico de concreto con aditivo 2.0%.....	64
3.8.6	Prueba de hipótesis	64
3.8.6.1	Concreto patrón y CAC con aditivo 1.0%	64
3.8.6.2	Concreto patrón y CAC con aditivo 1.5%	65
3.8.6.3	Concreto patrón y CAC con aditivo 2.0%	66
3.8.7	Costos directos por m ³	67



3.8.7.1 Costo directo de diseño de la mezcla..... 67

3.8.7.2 Costo unitario del concreto 68

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS..... 69

4.1.1 Resultado del agregado fino..... 69

4.1.2 Resultado del agregado grueso 70

4.1.3 Resultados del diseño de mezcla..... 70

4.1.4 Resultados de volumen absoluto..... 71

4.1.5 Resultados del ensayo en estado fresco de CAC 71

4.1.5.1 Resultados de flujo extensión y ensayo de T50..... 71

4.1.5.2 Resultados de los ensayos de embudo V 72

4.1.5.3 Resultados de ensayos de embudo V a T5 minutos..... 73

4.1.5.4 Resultados ensayo de capacidad de paso caja L 74

4.1.6 Resultado de prueba de hipótesis..... 77

4.1.7 Resultado de análisis de costos 77

4.1.7.1 Resultado de costo del diseño de la mezcla..... 77

4.1.7.2 Resultado de costo unitario del concreto 78

4.2 DISCUSIONES..... 78

CONCLUSIONES 80

RECOMENDACIONES..... 82

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 83

ANEXOS 87



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sugerencias de flujo de asentamiento y cemento.....	25
Tabla 2 Proporciones para la dosificación del CAC.	26
Tabla 3 Objetivo del ensayo de flujo del asentamiento.....	26
Tabla 4 Desviación estándar y coeficiente de variación.	27
Tabla 5 Parámetro de interés.	29
Tabla 6 La cuantificación de la muestra.....	35
Tabla 7 Equipo, herramientas y cantidad de muestra.....	37
Tabla 8 Evaluación granulométrico del agregado fino.	38
Tabla 9 Evaluación granulométrico de agregado grueso.	39
Tabla 10 Peso unitario de agregado fino suelto.	41
Tabla 11 Peso unitario varillado de agregado fino.....	42
Tabla 12 Peso unitario de agregado grueso suelto.	42
Tabla 13 Peso unitario compactado de agregado grueso.	42
Tabla 14 Contenido de humedad del agregado fino y suelto.....	43
Tabla 15 Peso específicos y absorción de agregado fino y grueso.	45
Tabla 16 La resistencia promedio requerido.	46
Tabla 17 Cantidad de aire atrapado.....	47
Tabla 18 Requisitos aproximados de agua y contenido de aire.	47
Tabla 19 Relación a/c.....	47
Tabla 20 Peso volumétrico del agregado grueso.....	48
Tabla 21 Dosificación de mezcla concreto patrón en seco.	49
Tabla 22 Dosificación de la mezcla corregido concreto patrón.	50
Tabla 23 Dosificación CAC en estado seco con 1.0% de aditivo.....	53
Tabla 24 Dosificación de la mezcla corregido CAC.....	53



Tabla 25 Ensayos realizados para verificación del CAC.	54
Tabla 26 Dosificación de la mezcla en seco del CAC aditivo 1.0%.	55
Tabla 27 Dosificación de la mezcla corregida CAC con aditivo 1.0%.	56
Tabla 28 Dosificación de la mezcla en seco del CAC con aditivo 1.5%.	57
Tabla 29 Dosificación de la mezcla corregida CAC con aditivo 1.5%.	58
Tabla 30 Dosificación de la mezcla en seco del CAC con aditivo 2%.	60
Tabla 31 Dosificación de la mezcla corregida CAC con 2% de aditivo.	60
Tabla 32 Resistencia a la compresión de concreto convencional.	61
Tabla 33 Resistencia a la compresión de CAC aditivo 1.0%.	61
Tabla 34 Resistencia a la compresión del CAC aditivo 1.5%.	62
Tabla 35 Resistencia a la compresión del CAC aditivo 2.0%.	62
Tabla 36 Análisis estadístico de CP a los 28 días.	63
Tabla 37 Análisis estadístico CAC con aditivo 1.0% a los 28 días.	63
Tabla 38 Análisis estadístico CAC con aditivo 1.5% a los 28 días.	63
Tabla 39 Análisis estadístico CAC con aditivo 2.0% a los 28 días.	64
Tabla 40 Parámetro de interés CP +CAC aditivo 1% a los 28 días.	64
Tabla 41 Parámetro de interés CP+CAC aditivo 1.5% a los 28 días.	65
Tabla 42 Parámetro de interés CP +CAC aditivo 2% a los 28 días.	66
Tabla 43 Costo del diseño de mezcla.	67
Tabla 44 Costo unitario de concreto convencional para una losa.	68
Tabla 45 Costo unitario de CAC para una losa.	68
Tabla 46 Resultados del agregado fino.	69
Tabla 47 Resultados del agregado grueso.	70
Tabla 48 Comparación de diseño de la mezcla.	70
Tabla 49 Determinación del volumen absoluto.	71



Tabla 50 Resultado de ensayo de flujo de asentamiento.....	71
Tabla 51 Resultados de Ensayo de embudo en V.....	72
Tabla 52 Resultado de ensayo de embudo en V T5.	73
Tabla 53 Resultados de ensayo de caja en L.....	74
Tabla 54 Margen usuales de ensayos en estado fresco de CAC.	75
Tabla 55 Promedio de resistencia a la compresión.	75
Tabla 56 Resultado de prueba de hipótesis a los 28 días.	77
Tabla 57 Costo del diseño de mezcla.	77
Tabla 58 Análisis comparativo de costo unitario.	78
Tabla 59 Discusiones con los antecedentes.....	79



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El mecanismo de bloqueo.	15
Figura 2 Equipo de flujo de escurrimiento.	19
Figura 3 Realización del ensayo de flujo de asentamiento.	20
Figura 4 Equipo de embudo en V.	21
Figura 5 Equipo del ensayo embudo en V.	21
Figura 6 Tiempo de descarga de la mezcla.	22
Figura 7 Equipo de caja en L.	23
Figura 8 Realización del ensayo de caja L.	24
Figura 9 Método de recopilación de información.	36
Figura 10 Localización de la cantera Isla.	37
Figura 11 La curva granulométrica del agregado fino.	39
Figura 12 La curva granulométrica de agregado grueso.	40
Figura 13 Campana de gauss prueba de CP y CAC 1% de aditivo.	65
Figura 14 Campana de gauss prueba de CP y CAC 1.5% aditivo.	65
Figura 15 Campana de gauss prueba de CP y CAC 2% de aditivo.	66
Figura 16 Evaluación de costo por m ³ de diseño de mezcla.	67
Figura 17 Curva de tendencia de concreto patrón y CAC.	76



RESUMEN

El objetivo de esta investigación es, determinar diseño de mezcla de concreto autocompactante para uso en construcciones de viviendas multifamiliares en Juliaca. La investigación es de carácter tipo experimental, diseño de investigación experimental puro, nivel de investigación explicativo y enfoque cuantitativo. El diseño de mezcla $210\text{kg}/\text{cm}^2$ por el método de ACI 237R-07, aditivo Sika Viscocrete 3330 adicionando 1%, 1.5% y 2%. Para su caracterización de CAC los ensayos realizados: slump Flow, embudo V, T5 y caja L. Los resultados conseguidos cumplieron con 2.0% de aditivo. En estado endurecido 48 ensayos a resistencia a la compresión entre 7, 14 y 28 días, donde alcanzo una resistencia en 7 días $151.344\text{ kg}/\text{cm}^2$ de esfuerzo de rotura con 72.07%, a los 14 días $202.67\text{ kg}/\text{cm}^2$ con un 96.509% y a los 28 días $231.83\text{ kg}/\text{cm}^2$ con un 110.40% a comparación de concreto patrón alcanzo a los 28 días $213.89\text{ kg}/\text{cm}^2$ con 101.47%. El costo de la mezcla resultó más costoso de concreto autocompactante s/. 347.666m^3 con 2.0% de aditivo y concreto patrón s/. 259.861 m^3 con una diferencia 33.79%, debido al costo de aditivo, luego se realizó un análisis de costo unitario para la colocación de una losa. Concreto convencional s/. 337.747 y concreto autocompactante con 2.0% de aditivo, s/. 395.172 con una diferencia de 17.0%. Se concluye con la norma ACI 237R-07, se establece que es óptimo para el diseño de mezcla de CAC ya que cumple con toda la caracterización permisible asimismo mejora significativamente utilizando para uso en construcciones de viviendas para un diseño con resistencia de $f'c=210\text{ kg}/\text{cm}^2$ en la ciudad de Juliaca.

Palabras Clave: Concreto autocompactante, diseño de mezcla, uso en viviendas.



ABSTRACT

The objective of this research is to determine the design of a self-compacting concrete mixture for use in multifamily housing constructions in Juliaca. The research is experimental in nature, pure experimental research design, explanatory research level and quantitative approach. The mix design 210kg/cm² by the ACI 237R-07 method, Sika Viscocrete 3330 additive adding 1%, 1.5% and 2%. For the characterization of CAC, the tests carried out were: slump Flow, funnel V, T5 and box L. The results achieved met 2.0% additive. In the hardened state, 48 compression resistance tests were carried out between 7, 14 and 28 days, where in 7 days it reached a resistance of 151.344 kg/cm² of breaking stress with 72.07%, at 14 days 202.67 kg/cm² with 96.509% and at After 28 days, 231.83 kg/cm² with 110.40% compared to standard concrete, it reached 213.89 kg/cm² with 101.47% after 28 days. The cost of the mixture was more expensive than self-compacting concrete by s/. 347,666m³ with 2.0% additive and standard concrete s/. 259,861 m³ with a difference of 33.79%, due to the cost of the additive, then a unit cost analysis was carried out for the placement of a slab. Conventional concrete s/. 337,747 and self-compacting concrete with 2.0% additive, s/. 395,172 with a difference of 17.0%. It is concluded with the ACI 237R-07 standard, it is established that it is optimal for the design of CAC mixture since it complies with all the permissible characterization and also significantly improves its use in residential construction for a design with resistance of $f_c = 210$ kg/cm² in the city of Juliaca.

Keywords: self-compacting concrete, mix design, use in homes.



INTRODUCCIÓN

La tecnología del concreto autocompactante (CAC) representa una innovadora y revolucionaria evolución en la tecnología del concreto, estos son concretos especiales se tiene que tener bastante cuidado al utilizar en las obras. A diferencia de las mezclas tradicionales, el CAC se determina por su capacidad única para fluir, compactarse por sí mismo, sin necesidad de vibración externa. Este material avanzado ha ganado reconocimiento en la industria de la construcción debido a su excepcional fluidez, cohesión y capacidad para llenar de manera eficiente los espacios más intrincados y formas complejas sin segregación. La introducción del concreto autocompactante ha transformado significativamente los métodos de construcción, mejorando la eficiencia del proceso y ofreciendo resultados estructurales superiores a los concretos convencionales. En este contexto, exploraremos los principios fundamentales, las propiedades destacadas y las aplicaciones prácticas del concreto autocompactante, destacando su papel crucial en el panorama moderno de la ingeniería civil.

En este proyecto se logró diseñar la mezcla de concreto autocompactante, se utilizará con el propósito de elevar la calidad y beneficios en estructuras de construcciones y edificaciones de concreto, teniendo en cuenta todas las medidas y exigencias del control de calidad establecidas por las normas. Este trabajo ha sido elaborado de manera clara, sistemática y breve para que pueda ser comprendido. Se determinó con especial referencia a los materiales utilizados en diseño de mezcla, agregados grueso y fino, cantera Isla, aditivo superplastificante Sika Viscocrete 3330 y cemento Rumi tipo IP. Se determinaron las proporciones adecuadas para cada material de acuerdo a las exigencias del concreto autocompactante, diseño de mezcla a las exigencias de norma 237R-07.

CAPÍTULO I: Se llevó la elaboración de la descripción del estudio, que incluye la presentación del problema y preguntas que surgen durante el proceso de investigación. A



partir de estas consideraciones, se formulan los objetivos, la hipótesis y se proporciona una justificación que explica la razón y los propósitos para realizar este estudio. Además, se aborda el análisis de las variables relevantes dentro del marco de la investigación.

CAPÍTULO II: Se desarrolló las revisiones textos, antecedentes que motivan la ejecución de este estudio y la determinación de los objetivos que lo guían. La comprensión del contexto teórico y conceptual es esencial para abordar aspectos clave en la realización de esta investigación.

CAPÍTULO III: Se expondrá sobre metodología utilizado en esta investigación, detallando de forma secuencialmente el tipo, el método, diseño y el enfoque utilizado. Se proporcionará una explicación detallada de las variables estudiadas, la población y la muestra consideradas. Se describirán los instrumentos de medición empleados para recopilar datos, con el fin de posteriormente analizarlos y comparar la hipótesis formulada.

CAPÍTULO IV: Evaluar e interpretar los resultados adquiridos en la investigación mediante un enfoque estadístico que permita validar la hipótesis propuesta. Esto conducirá a la formulación de conclusiones y recomendaciones respaldadas a través del análisis estadístico realizado.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Los principales problemas se presentan durante el vaciado del concreto, hay múltiples elementos que influyen como: agregados, cemento, relación agua-cemento y la densidad de armadura. Entre estos elementos está el factor de vibración que desempeña muy importante durante la colocación del concreto. A pesar de una buena vibración existen vacíos, por el exceso de vibración se produce segregación, por el exceso de agua exudación que perturban la homogeneidad del vaciado.

Esta situación conlleva la necesidad de diseñar el uso de un concreto con mayor fluidez, sin comprometer la resistencia del diseño inicial. Con el paso del tiempo, se han desarrollado soluciones alternativas. la primera solución es una mezcla capaz de desplazarse fluidamente, relleno de forma automática, pasando entre los refuerzos de acero y adquiriendo su consistencia únicamente por su propio peso. Esta solución es conocida como concreto autocompactante.

Concreto autocompactante se caracteriza por su elevada facilidad de manipulación, fluidez y capacidad de autocompactación, Además contribuye a mejorar en el diseño como el proceso constructivo, mejorando de manera considerable los periodos de construcción y la calidad. El crecimiento de habitantes ha impulsado un



significativo desarrollo de la construcción de viviendas y edificios, por cual se requiere de nuevas tecnologías de concreto. Este estudio proporcionará el empleo del concreto autocompactante en nuestro medio utilizan materiales locales y mejorando los tiempos de construcción y su calidad, dado que el concreto constituye el principal componente en cualquier proyecto constructivo.

1.2 FORMULACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.2.1 *Problema general*

- ¿Cuál es la mejor propuesta de diseño óptimo de la mezcla para el concreto autocompactante en la construcción de viviendas multifamiliares en Juliaca?

1.2.2 *Problemas específicos*

1. ¿Cuáles son las proporciones óptimas de los agregados y aditivo para lograr una mezcla de concreto autocompactante?
2. ¿Cuáles son las propiedades de autocompactabilidad de la mezcla del concreto autocompactante?
3. ¿Cuál son las diferencias en la resistencia a la compresión entre el concreto autocompactante y el concreto convencional?
4. ¿Cuál es el costo estimado en la elaboración del concreto autocompactante?

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 *Justificación técnica*

La justificación técnica, se fundamenta en su capacidad para ofrecer una colocación más eficiente elimina la necesidad de vibrado, lo cual reduce el tiempo y la necesidad de mano de obra durante la colocación, Al eliminar la segregación y asegurar una distribución uniforme de los agregados, resistencia y facilidad de uso en comparación con el concreto tradicional. Este tipo de concreto se formula con el objetivo de lograr una consistencia altamente fluida y cohesiva, lo que facilita su vaciado sin la necesidad



de vibración, logrando propiedades estructurales óptimas, superiores y una vida útil prolongada, prevenir las fallas frecuentes en las estructuras, garantizando su calidad, aumentando la productividad y la rentabilidad.

1.3.2 Justificación económica

Económicamente, el concreto autocompactante se justifica disminución la demanda de mano de obra y equipos durante la colocación, al optimizar la eficiencia del proceso constructivo, reducir la dependencia de mano de obra especializada y disminuir el riesgo de defectos estructurales, a su vez resulta ahorros de costos significativos a lo largo de la duración.

1.3.3 Justificación social

Este estudio beneficiará a la ciudadanía, seguirá difundiendo la tecnología de concreto autocompactante. Se busca realizar investigaciones utilizando materiales disponibles y a costos viables en entorno local, con objetivo de contribuir al sector constructivo ofreciendo un concreto de excelencia que satisfaga los requisitos establecidos por las normativas.

La presente investigación busca proporcionar a los profesionales y estudiantes los criterios de diseño, manipulación y aplicación de concreto autocompactante basados en ensayos de laboratorio con el fin de dar a conocer para utilizar concreto autocompactante, en el rubro de las construcciones.

1.3.4 Justificación ambiental

El concreto autocompactante puede considerarse una opción más sostenible y respetuoso con medio ambiente a comparación con el concreto convencional, gracias a su capacidad para disminuir las emisiones del CO₂, minimizar el desperdicio de material, agua y mejorar la durabilidad de estructuras construidas; desempeñando un excelente calidad de vida en la sociedad.(Asocem, 2015, p. 1).



1.4 OBJETIVOS

1.4.1 *Objetivo general*

- Elaborar una propuesta de diseño óptimo de la mezcla para el concreto autocompactante en la construcción de viviendas multifamiliares en Juliaca.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- 1 Determinar las proporciones óptimas de los agregados y aditivo para lograr una mezcla de concreto autocompactante.
- 2 Evaluar las propiedades de autocompactabilidad de la mezcla del concreto autocompactante.
- 3 Contrastar las diferencias resistencia a la compresión entre el concreto autocompactante y el concreto convencional.
- 4 Determinar el costo estimado de la elaboración del concreto autocompactante.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 *Hipótesis general*

- Al elaborar un diseño de mezcla de concreto autocompactante con diferentes dosificaciones, se logrará una mezcla que cumpla con los requisitos de autocompactabilidad.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- 1 Las dosificaciones óptimas para agregado grueso serán de 50%, fino 50% y aditivo de 1% para el concreto autocompactante.
- 2 Las propiedades afectan la capacidad del concreto para fluir y llenar de manera uniforme sin segregación, lo que puede ser crucial para garantizar la calidad y la eficacia del concreto autocompactante.
- 3 Se obtendrá mejor resultados en la resistencia a la compresión en el concreto autocompactante a diferencia del concreto convencional.



- 4 Existe una diferencia significativa en el costo de elaboración de concreto autocompactante es de mayor costo a comparación del diseño de concreto convencional.

1.6 VARIABLES

1.6.1 *Variables independientes*

- Diseño de concreto autocompactante.
- Método de diseño de mezcla ACI 237R-07.
- Aditivo Sika viscocrete-3330.
- Fluidez.
- Agregados grueso y fino.

1.6.2 *Variables dependientes*

- Resistencia a la compresión del concreto.

La resistencia a la compresión del concreto refleja su capacidad para resistir fuerzas de compresión antes de sufrir deformaciones o fallas.

- Costo por m³.

El costo incluye todos los gastos asociados con su producción y colocación, como materiales, equipos, mano de obra, transporte y cualquier otro costo relacionado. La rentabilidad se refiere a la relación entre los beneficios que proporciona y los costos asociados con su producción y uso.

1.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (anexo)



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

(Flores Cornejo, 2015), desarrollo la tesis titulada "Hormigón autocompactante", con propósito de obtener el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Central del Ecuador. Su objetivo principal es obtener la dosificación que cumpla con las medidas de concreto autocompactante, materiales utilizados de la cantera Guayllabamba. Tipo de estudio fue experimental, enfocándose en la fluidez, consistencia, viscosidad y evitando que se produzca segregación. la dosificación de concreto a realizado siguiendo la recomendación de la normativa ACI 237R-2008. Resultados, diseño de concreto fue de 210kg/cm², logró una resistencia a la compresión de 350kg/cm² en 28 días, aditivo utilizado para su elaboración EPS 2001 con 1.5%, cemento tipo GU de 355kg, agregado grueso 356 kg, agregado fino 338.27 kg. Concluyo siguiendo los parámetros de método ACI 237R a los 28 días alcanzo 166.4% de la resistencia, se logra una consistencia adecuada de la mezcla y se evita la segregación de sus componentes, al comparar los presupuestos incrementa al 25.48% mayor al concreto convencional.



2.1.2 *Antecedentes nacionales*

(Palomino Román, 2017), desarrollo tesis titulado “Estudio Comparativo en la Construcción de Edificaciones Utilizando Concreto Autocompactante con la Incorporación de Aditivo Superplastificante, Frente al Concreto Convencional, Realizados en la Ciudad de Abancay”. Con el propósito de obtener el título de ingeniero civil en Universidad Tecnológica de los Andes en Abancay. Esta investigación tiene como objetivo importante diseñar y elaborar concreto autocompactante con el fin optimizar significativamente la trabajabilidad en vaciado de concreto. El nivel de investigación descriptiva, diseño de investigación pre-experimental y enfoque cuantitativo. Realizo tres diseños de mezcla del concreto autocompactante con diferentes cantidades de aditivos superplastificante hasta lugar un mejor diseño. Los materiales utilizados cemento tipo IP, aditivo Sikament 290N. En la dosificación de la mezcla realizo siguiendo las indicaciones de ACI237R – 07 y Directriz EFNARC. Resultados, diseño de mezcla 215 kg/cm² y obtuvo 250.24 kg/cm² en 28 días. Las cantidades de materiales utilizados cementos 370 kg, aditivo Sikament 290N 1.4%, agregado grueso 583.07 kg, agregado fino 1090.09 kg. Concluyo que posible diseñar concreto autocompactante siguiendo las indicaciones del ACI 237R-07. En la comparación de costos resultó mayor concreto autocompactante que el concreto patrón.

(Huamaní Huarancca, 2018), desarrollo tesis “Concreto Autocompactante: Beneficios y Consideraciones Básicas Para su Uso en la Ciudad de Ayacucho”, con el propósito de lograr título de ingeniero civil de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Este estudio tiene como su objetivo general diseño óptimo de concreto autocompactante para ser utilizado en la ciudad de Ayacucho sin la necesidad de vibración. Método de investigación experimental y correlacional, enfoque cuantitativo. En la investigación estableció según las exigencias para obtener el diseño de CAC



$f'c=210\text{kg/cm}^2$, aditivo utilizado Sika Viscocrete-3330. Resultados, obtuvo una resistencia a la compresión 466.50 kg/cm^2 en 28 días, los materiales utilizados cemento 385.71 kg , agregado fino 861.85 kg , agregado grueso 848.23 kg , agua 170.51 Lts , donde el aditivo que mejor optimizó de 1% . Concluyo al comparar costos resulto que el concreto autocompactante menor costo que el concreto convencional con una diferencia de 3.34 soles.

2.1.3 Antecedentes locales

(Puño Quispe, 2017), desarrollo tesis titulado “Determinación y Evaluación de Costos y Beneficios del Concreto Autocompactante en los Elementos Estructurales de una Edificación en la Ciudad de Juliaca – 2017”, optar el título profesional de ingeniero civil de la Universidad Alas Peruanas. El objetivo es determinar la influencia del concreto autocompactante y el análisis económico para los elementos estructurales de una edificación. Diseño experimental con un nivel explicativo, tipo cuasi experimental y enfoque cuantitativo. Los materiales utilizados cantera Unocolla, aditivo superplastificante EUCO 37, Microsilice, cemento tipo IP, estableció para un diseño de resistencia 210 kg/cm^2 . Resultados, elaboro 12 diseños de mezcla preliminares de CAC, donde establece materiales cemento 362.10 kg , agua 126.53 kg , agregados fino 604.60 kg , agregados grueso $1,130.14\text{ kg}$, aditivo 1.6% y Microsilice de 4% , como resultado obtuvo 272.57 kg/cm^2 en 28 días. Concluye, tras analizar y evaluar el desempeño de la mezcla es que la incorporación del aditivo superplastificante resulta esencial al considerar una baja relación de a/c esto se debe a que contribuye de manera importante para lograr un excelentes consistencias y trabajabilidad. El costo de CAC para la resistencia a compresión de 210 kg/cm^2 , posee un costo unitario de 274.483 soles por m^3 .

(Aquino Carreon, 2021), desarrollo tesis titulado “Análisis de la Resistencia de Concretos Autocompactantes con Agregados Artificiales Para $f'c=210\text{kg/cm}^2$,



$f'c=280\text{kg/cm}^2$, $f'c=315\text{kg/cm}^2$ en Puno 2018”, para optar título de ingeniero civil de la Universidad Nacional del Altiplano. Objetivo principal la evaluación de la resistencia de concreto autocompactante empleando agregados artificiales para diferentes resistencias, asimismo en función de dosificación de dosis de aditivo 1%, 1.5% y 2.5% Sika Viscocrete 1110. El diseño de mezcla se realizó según comité ACI 237R, por Directrices Europeas EFNARC y por método general de Okamura. Resultado, dosificación para 210kg/cm^2 obtuvo 271.26 kg/cm^2 con aditivo de 1.5%, cemento 386.819 kg , agregado finos 851.99 kg , agregado gruesos 710.01 kg . Concluye que la incorporación de aditivo de 1.5% mejoro en un 24.86%. costo por m^3 de concreto autocompactante de 210kg/cm^2 es de 292.31 soles, con un incremento de 27.93%, relación al costo por unidad de concreto patrón.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 *Concepto de concreto autocompactante*

El concreto autocompactante (self-consolidating concrete SCC), es un concreto extremadamente fluido sin necesidad de vibración para ser colocado incluso en lugares de acceso limitados.(argos, 2018, p. 1).

El CAC, como concreto especial requiere de una gran cantidad de finos en su diseño debido a su alta fluidez, para lograr una fluidez adecuada, lo cual suele variar entre $400\text{-}600\text{ kg/m}^3$. Esto se hace con el fin de alcanzar una fluidez apropiada, en comparación con el concreto tradicional, suele requerir un consumo excesivo de cemento. Por tanto, se plantea una alternativa para disminuir la cantidad del cemento en el CAC.(Silva & Delvasto, 2018, p. 506).

El CAC está diseñado para su colocación sin requerimiento de vibradores u otros dispositivos. Este tipo de concreto donde se utiliza aditivos plastificantes que permite: la trabajabilidad, reducción de agua para una misma trabajabilidad y aumentando

significativamente la durabilidad, resistencia y rentable.(Cruzado de la Cruz & Rivera Chuñe, 2019, p. 32).

2.2.2 *Reseña histórica del concreto autocompactante*

A finales de la década del 80, comenzó el desarrollo del diseño de concreto autocompactante, en la Universidad de Tokio (Japón). Este proyecto fue liderado por el profesor Hajima Okamura. En las primeras etapas de investigación, se emplearon escoria granular de altos hornos, cenizas volantes y se incorporaron agregados junto con un aditivo específico conocido como superplastificante.(Benavides Rea, 2016, p. 35).

- ✓ 1989 la primera divulgación en una conferencia de ingeniería estructural en el Este de Asia y pacífico.
- ✓ 1992 la exposición en el meeting del American Concrete Institute ACI.
- ✓ 1997 el RILEM forman una junta para estudiar al CAC.
- ✓ 2002 EFNARC publico una primera guía sobre el uso del CAC.
- ✓ 2005 presento una guía para uso, grupo de proyecto europeo (GPE).
- ✓ 2007 se publica las primeras normas UNE.
- ✓ 2008 instrucciones española de hormigón estructural.

2.2.3 *Ventajas y desventajas del concreto autocompactante*

Las ventajas hacen que el concreto sea una elección atractiva debido a su uniformidad estructural, se puede conseguir sin vibración durante el proceso de colocación sin ningún impacto negativo.(Martínez Argüello, 2000, p. 3).

Según (National Ready Mixed Concrete Association, 2000), las ventajas son las siguiente:

2.2.3.1 Ventajas

- Puede colocarse rápido sin vibración mecánica.
- Reducción de gastos en el proceso de colocación.



- Mejor en la uniformidad de los acabados de superficies arquitectónicas.
- Mejora la consolidación alrededor del refuerzo.
- La ausencia de segregación.
- Reducción de costos en colocación.

2.2.3.2 Desventajas

- Los procedimientos de pruebas de laboratorio para la garantía de calidad aún no han sido establecidos.
- Uso riguroso de aditivos con una dosificación muy precisa.
- Tiene un costo superior a otros concretos en un 15% a un 30%.

2.2.4 Componentes del concreto autocompactante

2.2.4.1 Cemento

El cemento es derivado mediante la cocción de una mezcla homogénea de las materias primas a altas temperaturas, principalmente caliza, arcilla o caolín y otros materiales correctores. El Clinker es componente principal del cemento portland, lo cual el cemento es más empleado en la industria de la construcción a nivel del mundo.

2.2.4.2 Agua

Las normas acerca del agua, la calidad utilizada en el concreto autocompactante son idénticas a las del concreto tradicionales.(Tutikian & Dal Molin, 2008, p. 57)

El agua es un componente esencial en la mezcla de CAC, y su uso adecuado y dosificación precisa son esenciales para garantizar la calidad, resistencia y durabilidad del concreto autocompactante.(Fernández Canovas, 2011, p. 354).

Se puede emplearse agua potable que no contenga olores ni sabores, pero también se puede usar agua no potable que cumple los requisitos. El agua destinada para elaboración del concreto debe cumplir a las exigencias establecidos en la normativa.(NTP 339.088, 2019, p. 6).



2.2.4.3 Agregados

Los agregados utilizados en la elaboración de concreto autocompactante deben satisfacer los mismos requisitos que se aplican a los utilizados en el concreto convencional.(Okamura & Ouchi, 1999, p. 7).

Los agregados comprenden un conjunto de las partículas inorgánicas, tanto naturales como artificiales. Constituye la fase discontinua del concreto, siendo el material que se integran en la pasta y ocupando aproximado de 62% a 78% del volumen cúbico total de concreto.

2.2.4.3.1 Agregado fino

Según instituciones internacionales, agregados finos se describe como material derivado de desintegración artificial o natural de rocas, material pasante de la malla de 9.5 mm (3/8"). En nuestra nación es necesario que el agregado satisfaga los requisitos establecidos por la norma 400.037, asegurando que sus partículas sean limpias, la textura angular, dura, compactas y resistentes. Su procedencia del agregado es un factor determinante para lograr las propiedades anticipadas en el desarrollo y desempeño del concreto.(Abando Castillo, 2009, p. 86).

2.2.4.3.2 Agregado grueso

Según (ACI-237R-07, 2007, p. 16), No se requiere ninguna especificación especial, excepto el tamaño máximo del agregado, debe limitar para evitar los bloqueos en el paso de concreto fresco entre las armaduras. En concreto autocompactante, las dimensiones máximas del agregado grueso recomendado según ACI es de 1/2" pulgadas. Generalmente no excede los 20 mm y suele situarse en el rango de 12 a 16 mm. considerando las especiales propiedades reológicas del concreto autocompactante.

Esta limitación se establece por dos razones.

1. Con el fin de lograr una mayor homogeneidad en el desplazamiento y reducir el riesgo de obstrucciones en el flujo.
2. Se relaciona con los criterios de diseño para asegurar el hormigonado en lugares donde hay mucho refuerzo y donde la segregación entre barras es pequeña.

Según (ACI-237R-07, 2019, p. 17), define dos categorías:

Categoría I: Si el tamaño nominal del agregado es de 1/2 pulgada o superior, se requiere que la densidad de la mezcla en seco presente el 50% del volumen absoluta del concreto. El volumen absoluto de agregado grueso por cada metro cúbico debe situarse en el rango del 28% al 32%.

Categoría II: Nos indica menores de 1/2 pulgada, el tamaño máximo nominal del agregado grueso, se especifica el volumen del concreto debe comprender agregado grueso un 50% y agregado fino 50%.

2.2.4.4 Aditivos

Aditivo es compuesto de químicos, utilizado en elaboración de concreto para optimizar sus características tanto en su estado fresco como endurecido, e incluso en ambos estados. Este elemento es fundamental en el uso del concreto autocompactante. (Puño Quispe, 2017, p. 23).

Los aditivos para CAC, existen dos categorías principales de aditivos que se emplean: los aditivos superplastificantes y agente modificador de la viscosidad. Los superplastificantes facilitan una elevada fluidez de la mezcla, mientras tanto los agentes modificadores de viscosidad incrementan la cohesión, evitan la segregación y la exudación. (Tutikian & Dal Molin, 2008, p. 35).

2.2.4.4.1 Aditivo superplastificante sika visocrete-3330

Aditivo superplastificante es de tercera generación diseñado en usos de mortero y concretos, especialmente adecuado para condiciones climáticas frías y con una alta resistencia inicial. Este aditivo desempeña con los estándares ASTM C1017 es de tipo F y ASTM C494.(SIKA, 2019, pp. 1-2).

Usos:

- Concreto en obra y premezclado.
- Para concretos Fast Track.
- Climas ríos.
- Concreto con una disminución de agua significativa del 30%.
- La relación agua-cemento debe oscilar entre 0.30 a 0.45.
- Concreto autocompactante.
- Dosificación
- Concretos con una consistencia plástica y suave, con un rango de adición de 0.4% a 1% por la cantidad del cemento.
- Mezclas de concreto autocompactantes y fluidas con rango de adición de 1% a 2% en referencia a la masa del cemento.

Densidad

- 1.08 +/- 0.01

2.2.5 Propiedades del concreto autocompactante

Las características de concreto autocompactante incluyen su notable capacidad de deformación y su alta resistencia a la segregación. Las características en su estado fresco son muy importantes la fluidez, viscosidad y cohesión, son aspectos que lo destacan frente al concreto convencional.

La evaluación del CAC en su estado fresco puede realizarse a de dos maneras: una consiste en el análisis de parámetros reológicos, mientras que la segunda implica la realización de ensayos. (Pérez Villar, 2015, p. 12).

2.2.5.1 Propiedades en estado fresco

Las propiedades en el estado fresco que deben cumplirse de manera simultánea con las exigencias de concreto autocompactante son las siguientes:

2.2.5.1.1 Capacidad de paso

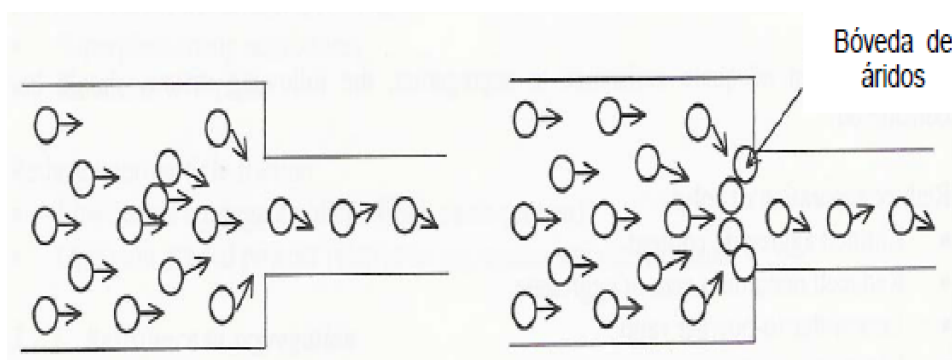
La capacidad de paso o la resistencia al bloqueo del concreto se refieren a su habilidad para atravesar entre las armaduras, estrechos u otros obstáculos sin que los agregados sean obstruidos. (Bermejo Núñez, 2009, p. 18).

Se ciertas situaciones, el concreto debe ser capaz de fluir a través de estrechas aperturas del encofrado o en una densa disposición de armaduras. Concreto autocompactante debe efectuar un requisito adicional para prevenir el bloqueo. Ocurre cuando el tamaño del agregado grueso es excesivo grande o cuando hay una proporción elevada de agregado grueso.

La cantidad y la dimensión de las partículas grandes en concreto autocompactante es controlado, para que fluya libremente entre barras de refuerzo y las aberturas en los encofrados.

Figura 1

El mecanismo de bloqueo.



Nota: Skarendahl, 2000.

2.2.5.1.2 Capacidad de relleno

La capacidad de relleno, también conocida como capacidad de flujo, se refiere a la habilidad del concreto para fluir y ocupar un encofrado por sí mismo, sin requerir asistencia externa, bajo la acción de su propio peso. Es fundamental que los refuerzos queden completamente cubiertos y no haya filtraciones. Para garantizar una capacidad de llenado apropiada, que incluyen el agregado fino y grueso, para lograr una deformación adecuada. (Bermejo Núñez, 2009, p. 18).

Una manera de disminuir la fricción minimizando la interacción entre las partículas, reduciendo volumen del agregado, aumentando volumen de la pasta, mejorando el agregado grueso con el incremento de finos.

2.2.5.1.3 Resistencia a la segregación

Se relaciona con capacidad de concreto para conservar su homogeneidad, evitando la segregación de agregados o la exudación de agua. Las características de concreto está vinculada a la estabilidad y viscosidad de la mezcla; si la viscosidad es apropiada y las composiciones de la mezcla se mantiene uniforme, se logra una resistencia eficaz contra la segregación. (Bermejo Núñez, 2009, p. 19).

La segregación en el concreto sucede cuando sus componentes se separan y no se distribuyen de manera uniforme, la exudación, la separación del agregado grueso o una distribución desigual. Debido a su mayor fluidez, el concreto autocompactante presenta una susceptibilidad mayor a la segregación a comparación del concreto tradicional.

2.2.5.2 Propiedades en estado endurecido

2.2.5.2.1 Resistencia a la compresión

Se utiliza para comprobar si el diseño de mezcla desempeñó con requisitos de resistencia especificada, para la cual fue diseñada. Además, deben cumplir con la norma. (Walhoff Tello, 2017, p. 39).

La capacidad de resistencia a la compresión es la propiedad mecánica más significativo de un concreto, se describe su habilidad para resistir una carga por la unidad del área, a los 7, 14 y 28 días. Estos ensayos ayudan a determinar la resistencia mínima del concreto para garantizar su adecuación para aplicaciones específicas en la construcción.(CEMEX, 2019).

Procedimiento

- Se procedió a medir cada muestra y se instaló el anillo y los neoprenos de modo que encajen adecuadamente.
- Las probetas preparadas fueron posicionadas en el equipo, asegurándose de que estuvieran centrada y niveladas.
- Después se comprobó la pantalla mostrara cero y procedió emplear la carga con una velocidad de carga constante.
- Se registrar los datos sobre las cargas aplicadas.
- Finalmente, se calcula.

Ecuación 1

Resistencia a la compresión.

$$Rf^c = \frac{4G}{\pi \times D^2}$$

Donde: Rf^c = Resistencia a la compresión.

G = La carga máxima de la rotura.

D = Medida diámetro.

2.2.6 Método de ensayos para concreto autocompactante

Los ensayos llevados a cabo en el concreto convencional no son aplicables al concreto autocompactante debido a sus diferencias en el estado fresco para evaluar las propiedades autocompactantes. Existen diversos ensayos que posibilitan evaluación de capacidad relleno, capacidad de paso y la segregación. No se ha desarrollado aún una



prueba única que permita evaluar todas las características del concreto en su estado fresco, se requiere la realización como mínimo dos tipos de ensayos para caracterizar adecuadamente.

- Los ensayos escurrimiento Slump-Flow.
- Ensayo Embudo V.
- Ensayo Embudo V T5
- Ensayo Caja en L.

2.2.6.1 Ensayo de extensión de flujo y ensayo de T50

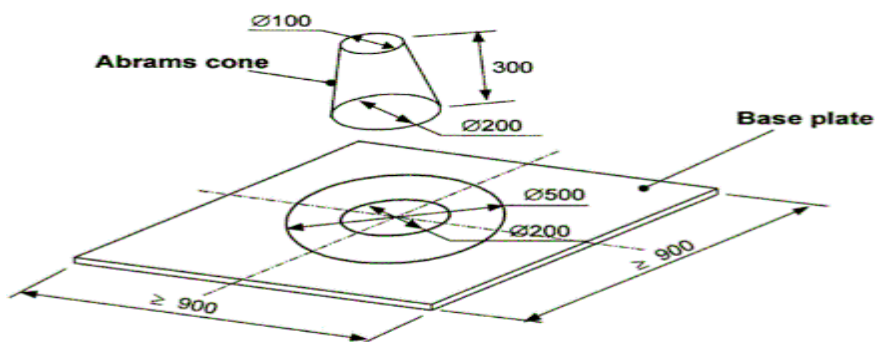
El ensayo flujo de escurrimiento o slump- Flow (inglés), su propósito es determinar el asentamiento del concreto y evaluar su capacidad de habilidad para fluir sin obstrucciones. Se emplea más debido por su sencillez y permite observar posibles problemas de segregación o exudación, proporcionando una evaluación indirecta de la tensión umbral del flujo. Dentro de la placa metálica esta grabados dos circunferencias centradas con diámetros de 200 mm y 500 mm.(ACI-237R-07, 2007, p. 25).

Herramientas y equipos

- Placa metal no absorbente.
- Cono de Abrams.
- Barra de metal liso para enrasar.
- Cronometro.
- Wincha para medir.
- Cucharon metálico.

Figura 2

Equipo de flujo de escurrimiento.



Nota: Dimensiones del equipo, ReseachGate.

T50: Tiempo indicado en segundos que el concreto tarda en alcanzar a la circunferencia de 500 mm de diámetro, comenzando a partir del momento que se inicia elevación del cono.

Df: Es el diámetro final de expansión del flujo se midió los dos diámetros que se cruzan perpendicularmente y se promedia una vez que la muestra ha cesado de fluir.

Procedimiento del ensayo

- El ensayo se realiza sobre una superficie base plana metálica que quede completamente nivelada y no absorbente.
- Humedezca la placa e instale el cono de Abrams en posición invertido en el centro de la placa, presione firmemente hacia abajo.
- Rellene el cono metálico sin compactarlo, tan solo nivelar con una varilla y quite sobrantes en torno a la base.
- Eleve el cono verticalmente, deje que el contenido se destile libremente hacia afuera.
- Comience el cronómetro simultáneamente y anote el tiempo que demora en alcanzar los 500 mm.
- Finalmente tome medidas del diámetro final en dos direcciones que sean perpendiculares entre sí.

Ecuación 2

Flujo de asentamiento.

$$SF = \frac{D1 + D2}{2}$$

Donde: SF = Flujo de asentamiento.

$D1$ = Diámetro alcanzado del concreto fresco.

$D2$ = Diámetro perpendicular a $D1$ en el concreto fresco.

Figura 3

Realización del ensayo de flujo de asentamiento.



Nota: Donde el cono es invertido y una circunferencia dentro de plancha.

2.2.6.2 Ensayo de embudo en V

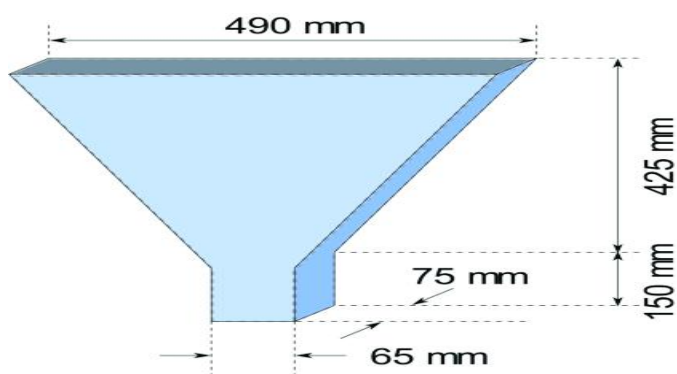
El ensayo de embudo en V, conocido como V-funnel (inglés), se emplea para medir la viscosidad, la capacidad de relleno de CAC en direcciones verticales a través de aberturas estrechas, bajo la influencia de su propio peso. (EFNARC, 2002, p. 23).

Herramientas y equipos

- Embudo en V.
- Cronometro.
- Cucharon metálico.
- Balde.
- Recipiente para llenado.

Figura 4

Equipo de embudo en V.



Nota: Las dimensiones del equipo ResearchGate.

Procedimiento del ensayo

- Primeramente, asegure el embudo en forma de V firmemente sobre la superficie y luego humedezca las superficies internas.
- El embudo se llena completamente sin compactar de una sola vez, luego enrase el concreto (aproximadamente 10 litro CAC).
- Después de una espera de 10 segundos, la compuerta inferior se abre. Se medí el parámetro T_v , el tiempo que toma en surgir todo el concreto del embudo.
- Inicie el cronometro simultánea y anote el tiempo de descarga.

Figura 5

Equipo del ensayo embudo en V.



Nota: Llenado de la mezcla en el embudo V.

2.2.6.3 Ensayo de embudo en V a T5 minutos

El ensayo de embudo en V a T5 minutos es igual que el embudo en V con la deferencia de 5 minutos de reposo. Este ensayo determina la fluidez del concreto, siendo un tiempo de flujo más corto indicativo de una mayor facilidad para fluir. Después de un reposo de 5 minutos, la segregación de los componentes del concreto muestra un flujo menos constante, manifestándose con un incremento durante el flujo. (EFNARC, 2002, p. 24).

Procedimiento del ensayo

- Cierre la compuerta y coloque un recipiente debajo.
- Rellene por completo el dispositivo con la mezcla sin compactar simplemente nivele la parte superior con la varilla sin aplicar presión.
- Abra la compuerta después de 5 minutos de haber llenado el embudo y deja que fluya la mezcla por su propio peso.
- Inicie simultáneamente cronómetro al abrir la compuerta, anote el tiempo de descarga hasta su finalización.

Figura 6

Tiempo de descarga de la mezcla.



Nota: Toma el tiempo de descarga de la mezcla.

2.2.6.4 Ensayo de caja L

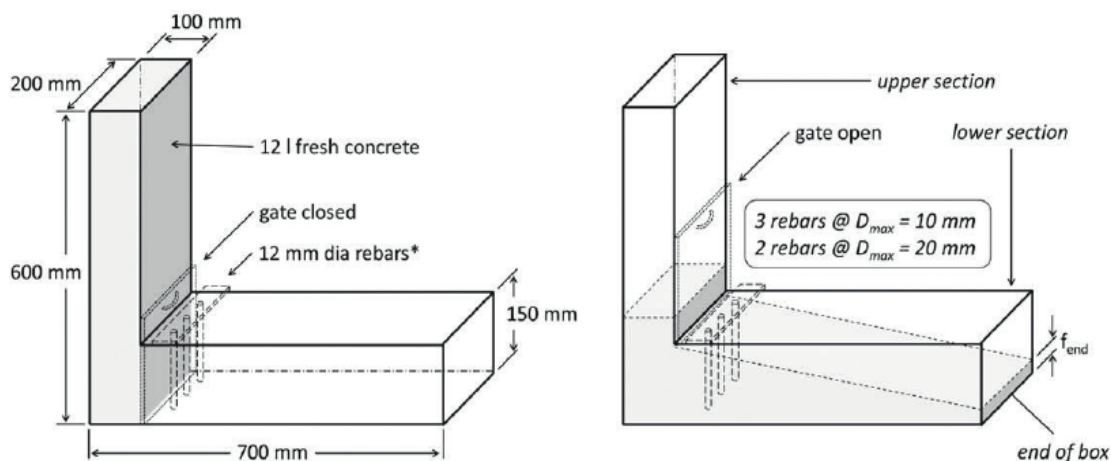
Ensayo de caja L, conocido como L-Box (inglés), evalúa la capacidad del paso de concreto autocompactante por medio de barras refuerzo en condiciones de flujo confinado. Además, proporciona información sobre la fluidez del concreto y la presencia del bloqueo. Teniendo en cuenta la distancia entre las barras de refuerzo y cualquier otra obstrucción. (ACI-237R-07, 2007, p. 26). La variante del ensayo con tres barras simula una disposición más densa de refuerzo.

Herramientas y equipos

- Caja L de metal no absorbente.
- Recipiente para llenado.
- Cronometro.
- Cucharon metálico.
- Wincha.

Figura 7

Equipo de caja en L.



Nota: Las dimensiones del ensayo L-Box, Dream.

Procedimiento del ensayo

- Coloque caja L en un terreno estable y uniforme.
- Humedezca las superficies internas y retire el exceso de agua.

- Llene la parte vertical de la caja con la mezcla y déjela reposar durante un minuto.
- Eleve la puerta deslizante y deje que la mezcla se mueva hacia la parte horizontal.
- Inicie el cronómetro simultáneamente y anote el tiempo que toma llegar a 200 y 400 mm.
- Cuando la mezcla deja de fluir medí la altura H1 y H2.

Ecuación 3

Coficiente del bloqueo en caja en L.

$$CbL = \frac{H2}{H1}$$

Donde: CbL = Coeficiente de bloqueo.

$H1$ = Altura posterior interna.

$H2$ = Altura interior delantera.

Figura 8

Realización del ensayo de caja L.



Nota: Toma de medidas de alturas del ensayo.

2.2.7 Métodos de dosificación de concreto autocompactante

Existen varios métodos de dosificación del CAC, que se basan en la elección de los materiales y sus proporciones para alcanzar las propiedades deseadas de fluidez, resistencia y durabilidad. Es importante tener en cuenta que la dosificación del CAC debe realizarse con cuidado y siguiendo las recomendaciones de las normas y especificaciones aplicables, para garantizar la calidad y la eficiencia del concreto.

2.2.7.1 Método de dosificación del ACI 237R-07

Este método nos proporciona recomendaciones para la dosificación del concreto autocompactante ACI 237R-07 "Self-Consolidating Concrete". Estas recomendaciones se basan en el principio de equilibrar la fluidez del concreto con la resistencia y durabilidad requeridas para la aplicación específica. (ACI-237R-07, 2007).

1. Determinar el valor del flujo de extensión.
2. Elegir agregado grueso y proporción.
3. Estimar el contenido del cemento requerido y agua.
4. Determinar el volumen de pasta y mortero.
5. Seleccionar aditivo.
6. Examinar utilizando los procedimientos de ensayo en estado fresco.
7. Ajustar las proporciones de la mezcla.

Tabla 1

Sugerencias de flujo de asentamiento y cemento.

Escurrencimiento (mm)	< 550	550 – 600	>650
Contenido en finos (Kg)	355 - 385	385 - 445	>458

Nota: Las recomendaciones para el CAC, ACI 237R, 2007.

Tabla 2

Proporciones para la dosificación del CAC.

Parámetros	Recomendación
Grava (mayores o igual a 12 mm)	28 a 32%
Porcentaje de Pasta	34 a 40%
Porcentaje de Mortero	68 a 72%
Agua / cemento	0.32 a 0.45
Contenido de cemento (kg)	386 a 475 kg

Nota: ACI 237R-07, 2007.

Determinar el flujo de extensión del concreto varía según el tipo de la construcción, dificultades del encofrado y diseño estructural.

Tabla 3

Objetivo del ensayo de flujo del asentamiento

CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES		FLUJO DE ASENTAMIENTO (MM)		
		< 550	550 - 650	> 650
Nivel del refuerzo	Bajo			
	Medio	■		
	Alto	■		
Elementos de forma complicada	Bajo			
	Medio	■		
	Alto	■	■	
Elementos profundos	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Excelentes acabados superficiales	Bajo			
	Medio	■		
	Alto	■	■	
Elementos largos	Bajo			
	Medio	■		
	Alto	■	■	
Paredes delgadas	Bajo			
	Medio	■		
	Alto			
Contenido de agregado grueso	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Energía de colocación	Bajo	■	■	
	Medio	■	■	
	Alto			

Nota: ACI 237R-07, 2019.

2.2.8 Análisis estadístico

La capacidad resistencia a la compresión de concreto f_c es más frecuente para evidenciar la durabilidad y calidad del concreto tanto en ámbito del diseño estructural como en la tecnología del concreto.(Pasquel, 1998).

El diseño estructural es probabilístico. Esto significa que se fundamentan en análisis estadísticos que suponen, con determinada probabilidad, los valores de f_c se obtendrán en obra y laboratorio con un rango. La durabilidad de concreto ensayado en condiciones controladas se mantiene exactamente una distribución de probabilidad normal o Gaussiana.(Pasquel, 1998).

Tabla 4

Desviación estándar y coeficiente de variación.

Dispersión total					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (kg/cm ²)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en laboratorio	<a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6

Dispersión entre testigo					
Clase de operación	Coeficiente de variación para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en obra	< a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	> a 6
Concreto en laboratorio	< a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	> a 5

Nota: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú, Ing. Enrique Pasquel, 1998.

La estadística es fundamental para analizar los resultados obtenidos, nos facilita una fiabilidad en los valores obtenidos y podemos evaluar los resultados en base a parámetros estadísticos.

2.2.8.1 Funciones estadísticas

1. Media aritmética (\bar{X})

La media aritmética describe conjuntos de datos cuyo polígono de frecuencia es simétrico. Se define como:

Si x_1, \dots, x_n , En una secuencia de datos de un variable estadístico, el promedio aritmético de esos datos representa un valor numérico.

Ecuación 4:

Media aritmética.

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\bar{X} = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n x_i$$

Donde: x_1 = La resistencia de cada ensayo individual.

n = Cantidad total de ensayos.

2. Desviación estándar (s)

La desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza, señala la dispersión de los resultados en relación con media aritmética.

Ecuación 5

La desviación estándar.

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{X})^2 + (x_2 - \bar{X})^2 + \dots + (x_n - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

3. Coeficiente de variación (c.v.)

Es la distribución entre la desviación estándar de muestral y media aritmética, presentada como un porcentaje. También se conoce desviación estándar y coeficiente de variación, esta medida indica que conforme el porcentaje aumenta la variación, la dispersión es mayor.

Ecuación 6

Coefficiente de variación.

$$c. v. = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

2.2.8.2 Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis se llevó de acuerdo William Sealy Gosset, 1908. Una hipótesis es una suposición o afirmación sobre una o más poblaciones. Se realiza con muestras, es decir, se hace una propuesta y luego en base a la información obtenida se toma una decisión de aceptar o rechazar el parámetro. Esta afirmación se llama hipótesis y el procedimiento para tomar la decisión sobre una hipótesis se conoce como prueba de hipótesis.

1. Hipótesis.

- H_0 = hipótesis nula.
- H_1 = hipótesis alterna.
- Hipótesis nula: $H_0 = H_1$
- Hipótesis alterna: $H_0 \neq H_1$

2. Parámetros de interés.

Tabla 5

Parámetro de interés.

Descripción	Muestra Patrón	Muestra con aditivo
Muestra	(n)	n
Media	\bar{x}	x
Varianza	(s)	y

Nota: Cálculos de media y varianza.

3. Fijar nivel de significancia.

Valor $\alpha = 0.05$ (al 95% de confianza).

4. Cálculo de T_c según la fórmula.

Ecuación 7

Cocientes de la varianza.

$$\frac{S_{Mayor}^2}{S_{Menor}^2} \leq 3$$

Ecuación 8

Variación del conjunto.

$$S_c^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Ecuación 9

Prueba de estadístico.

$$T_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_c^2}{n_1} + \frac{S_c^2}{n_2}}}$$

Donde: \bar{x}_{CP} = El promedio de resistencia a la compresión del CP.

\bar{x}_{CA} = La media de resistencia a la compresión del CAC.

S_{CP}^2 = Varianza del Concreto Convencional.

S_{CA}^2 = Varianza del Concreto Autocompactante.

s_c^2 = Varianza del Conjunto.

n_C y n_A = La cantidad de Observaciones del CP y CAC.

5. Regla de decisión utilizado.**Ecuación 10**

Grado de libertad.

$$gl = n_1 + n_2 - 2$$

De la tabla t de student.

$$t_{(1-\frac{\alpha}{2}), (n_1+n_2-2)} = \text{valor critico de la tabla}$$

Probabilidad asignada.

$$P - \text{valor} = \text{probabilidad asignada}$$



6. Conclusión.

Si valor de T_c es mayor que el valor de T_t , se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

2.3 MARCO CONCEPTUAL

a. Concreto autocompactante

El CAC o llamado concreto autoconsolidante, es una innovación en la industria del concreto que ofrece beneficios significativos en términos de calidad, eficiencia y sostenibilidad en la construcción. Se logra mediante una combinación específica de materiales, aditivos.

b. Cemento tipo IP

El cemento tipo IP es una opción que puede ofrecer mejoras en diversas propiedades del concreto en comparación con el cemento Portland ordinario. En esta investigación, se empleó cemento IP Rumi fabricado por Cemento Sur S.A.

c. Agregado fino

Se considera como agregado fino por ser aquel que pasa por un tamiz de 3/8" pero queda retenido por tamiz N° 200. La arena, derivada de la descomposición de rocas.

d. Agregado grueso

Agregado grueso en concreto autocompactante, tamaño máximo de agregado grueso recomendado según ACI es recomendado entre 20mm a 12mm. Sin embargo, considerando las especiales propiedades reológicas del concreto autocompactante.

e. Agua

Es importante tener en cuenta que calidad del agua y la cantidad pueden influir significativamente en las características del CAC, como la fluidez, resistencia y



durabilidad. Cantidad de agua empleada para garantizar que el concreto tenga la consistencia adecuada sin comprometer su resistencia o durabilidad

f. Granulometría

La granulometría implica la evaluación de las dimensiones de partículas de los agregados, siendo clasificadas mediante tamices de malla de acero de acuerdo con la normativa NTP 400.012.

g. Relación agua-cemento

Es la composición de cemento y el agua que unen los agregados, comúnmente arena gruesa y fina. La importancia del agua, en lo que respecta a la proporción entre agua-cemento (a/c), este aumento de agua puede disminuir la resistencia debido al aumento del volumen, espacios vacíos generados por el exceso de agua.

h. Aditivo superplastificante

Los aditivos superplastificantes poseen la capacidad de optimizar las características de concreto. Se utilizan para proporcionar al concreto fresco una mayor facilidad de manipulación y una viscosidad mejorada. Estos aditivos, con alta actividad reductora de agua, no alteran la estabilidad de concreto.

i. Resistencia a la compresión

Las propiedades mecánicas más importante de concreto, para medir la capacidad de resistencia a la compresión simple, que representa su habilidad de soportar una carga por la unidad de área.



CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación será experimental puro, donde se manipularán deliberadamente las variables para observar su efecto y establecer relaciones causales entre las variables mediante la manipulación, con intervención a propósito de la investigación y grupo control.(Supo, 2012, p. 3).

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación será experimental, ya que se manipularán deliberadamente las variables para observar el efecto que tienen sobre una variable dependiente, buscando establecer causa y efecto. Será prospectivo, dado que los datos se recopilarán gradualmente mientras se aplican intervenciones en un grupo experimental y se comparan con un grupo de control. Además, será longitudinal, puesto que se realizarán mediciones o recopilación de datos a lo largo de la investigación. Finalmente, será analítico, debido a que se realizara un análisis estadístico de las muestras obtenidas.(Supo, 2012, p. 1).

3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación será explicativo donde se busca explicar por qué ocurren las relaciones de causa y efecto entre variables ciertos fenómenos o eventos, identificando



las razones que los causan, si una variable causa cambios en otra variable y cómo ocurre este proceso. Agregando diferentes proporciones de aditivo y porcentaje de agregado. (Supo, 2012, p. 2).

3.4 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es de enfoque cuantitativo, la cual se recolectan datos numéricos con objetivo de analizar la capacidad de resistencia a la compresión. Los datos serán adquiridos mediante ensayos de laboratorio con el fin de poner a prueba y contrastar una hipótesis basada en la medición y cuantificación con los resultados. Se aplicará un análisis estadístico para identificar patrones y relaciones significativas entre las variables. (Hernández & Mendoza, 2018, p. 154).

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1 Población

La población de estudio es diseño de mezcla de concreto destinadas específicamente para su uso en construcciones de viviendas en la ciudad de Juliaca. La cuantificación de la población de estudio constituye, diseño de concreto patrón y diseño del concreto autocompactante.

3.5.2 Muestra

La muestra diseño de concreto autocompactante presenta la selección y preparación adecuadas de la muestra son principales para garantizar la representatividad y la fiabilidad de los resultados obtenidos en el estudio. Es sub conjunto de población que está en estudio. (Hernández & Mendoza, 2018, p. 210)

La cuantificación de la muestra consiste concreto patrón y concreto autocompactante, además los ensayos en estado endurecido y fresco.

Tabla 6*La cuantificación de la muestra.*

Ensayos en estado fresco	Escurrimiento T50	Embudo V	Anillo J	Caja L	Muestra
Patrón	0	0	0	0	
Aditivo 1.0%	2	4	2	2	30
Aditivo 1.5%	2	4	2	2	
Aditivo 2.0%	2	4	2	2	
Ensayos en estado endurecido	Resistencia a la compresión				
	7 días	14 días	28 días		
Patrón	0	4	4	4	
Aditivo 1.0%	4	4	4	4	48
Aditivo 1.5%	4	4	4	4	
Aditivo 2.0%	4	4	4	4	

Nota: Cantidad de muestras realizados.

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.6.1 Técnicas

Las técnicas utilizaros en el estudio son:

- El diseño de mezcla se realizó según ACI 237R-07, los agregados las NTP agregado finos y gruesos (Tamaño Máximo Nominal).
- Selección adecuada de los materiales.
- Uso de aditivo superplastificante.

3.6.2 Instrumentos

Los instrumentos utilizaros en el estudio son:

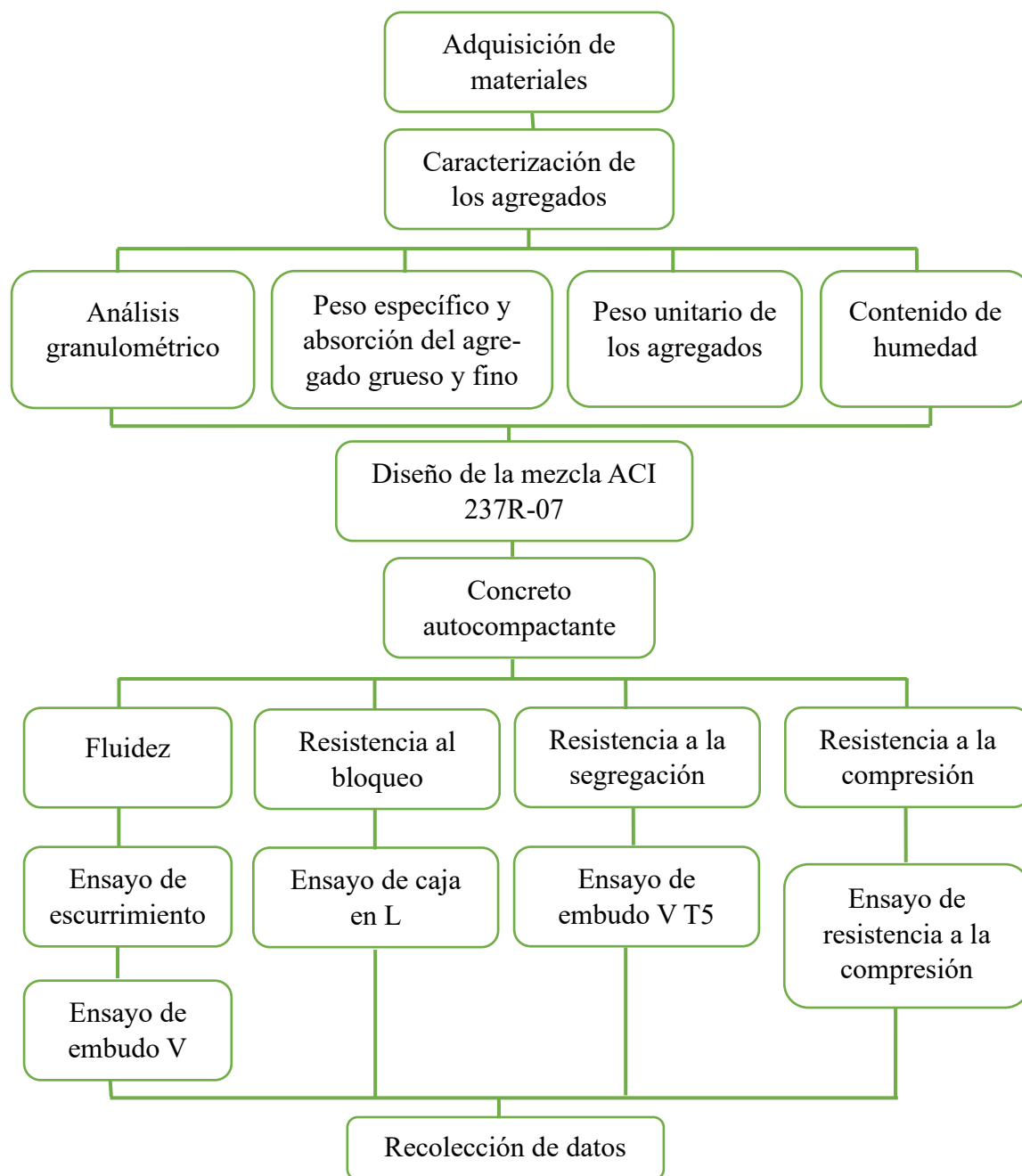
- Se emplearon fichas técnicas para garantizar la adecuada manipulación, instalación de equipos, y el uso de briquetas o moldes.
- Los ensayos realizados escurrimiento, embudo V, caja L y resistencia a la compresión.

- Revisión bibliográfica, se pretende abarcar todos los análisis documentales normas, libros, repositorio bibliográfico, artículos científicos, sitios web y hojas de trabajo (Word, Excel, apuntes y fotos).

3.7 MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Figura 9

Método de recopilación de información.



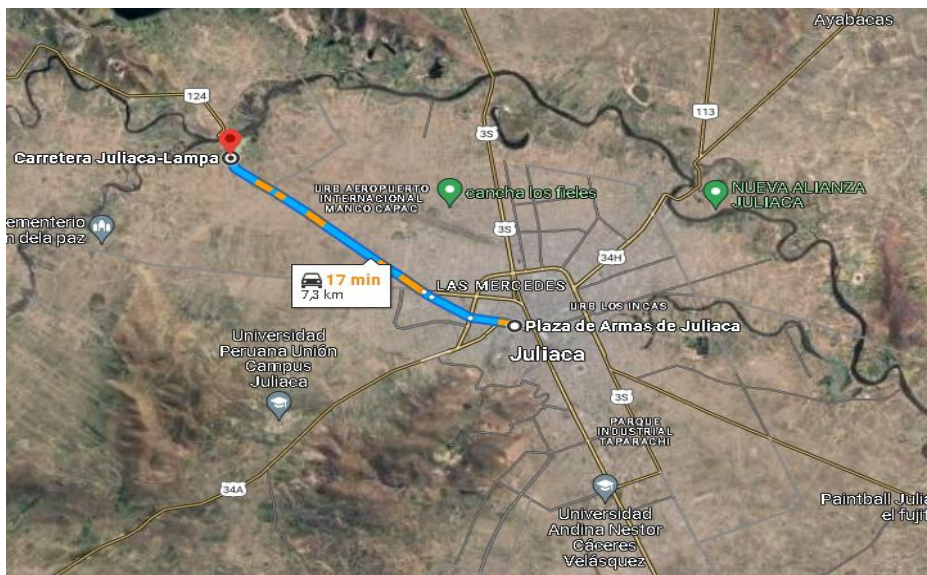
3.8 DESCRIPCIÓN DE LAS MÉTODOS E INSTRUMENTOS

3.8.1 Procedencia y caracterización de agregados

La procedencia de agregado grueso y fino es de cantera Isla, situada en el sector comunidad Isla del distrito de Juliaca, se encuentra por la salida a Lampa a un aproximado a 10 kilómetros aproximado, a lado izquierdo cerca al puente Unocolla, donde extraen agregados en las orillas de río. El agregado grueso canto rodado, agregado se caracterizó de acuerdo a la norma y se definió como huso 7 (agregado ½”) y fino.

Figura 10

Localización de la cantera Isla.



Nota: Ubicado a salida ciudad de Lampa, Google Maps.

3.8.2 Ensayos de los materiales

3.8.2.1 Ensayos granulométricos de agregado grueso y fino

Tabla 7

Equipo, herramientas y cantidad de muestra.

Equipo	Herramientas	Muestra	
		Fino	Grueso
Balanza electrónica	Tamices	Cantidad según NTP	
	Bandejas	300 gr.	2 kg
	Cucharon	Cantidad utilizado para ensayos	
	Brocha	500 gr	2.5 kg

Nota: Los materiales necesarios para el ensayo.

Procedimiento del ensayo

- Primeramente, se verte la muestra en forma cónica luego aplane y divide en 4 partes iguales, descartar dos cuartas partes opuestas.
- Se dispusieron los tamices para agregado gruesos (¾", ½", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N°100 y fondo) y agregados finos (3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N°100, N°200 y fondo).
- Luego, la muestra se colocó en tamiz, se agita de manera manualmente durante 5 minutos con un movimiento circular.
- De cada tamiz se tomó la muestra retenida para pesar y registro.
- Se realiza el cálculo de porcentajes retenidos en cada tamiz y se generó una curva granulométrica. Obteniendo módulo de fineza.

Ecuación 11

Modulo de fineza.

$$M_f = \frac{\Sigma(1\frac{1}{2}" , 1" , \frac{3}{4}" , 3/8" , N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$

Granulometría del agregado fino

Tabla 8

Evaluación granulométrico del agregado fino.

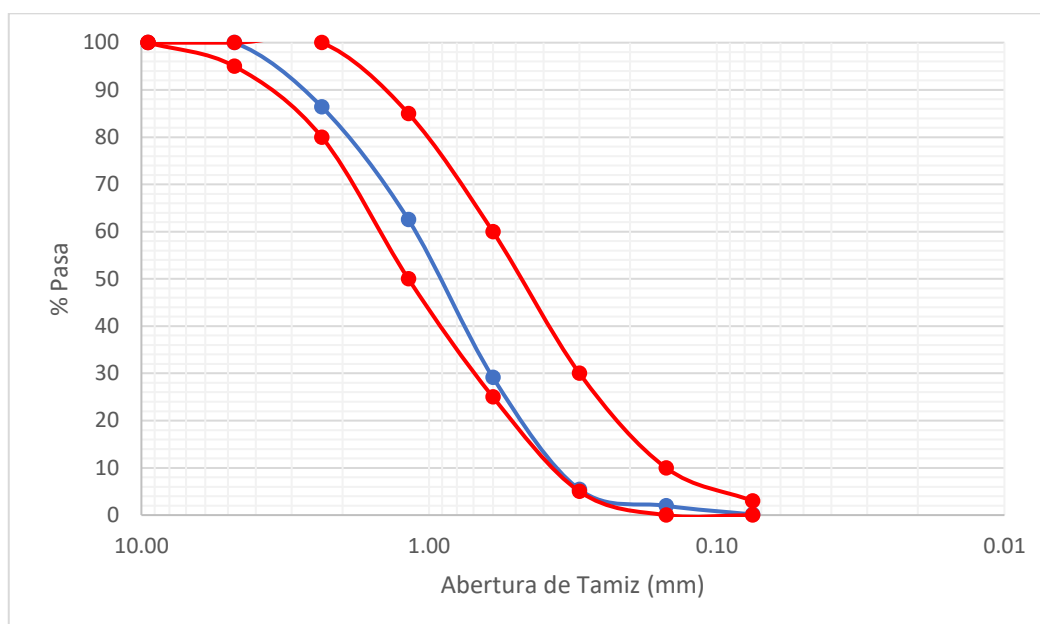
Tamiz N°	mm	Peso retenido (gr)	% Retenido		% Pasa
			Total %	Acumulado %	
N° 4	4.75		0.00	0.00	100.00
N° 8	2.36	68.00	13.60	13.60	86.40
N° 16	1.18	119.30	23.86	37.46	62.54
N° 30	0.60	167.00	33.40	70.86	29.14
N° 50	0.30	118.60	23.72	94.58	5.42
N° 100	0.15	17.20	3.44	98.02	1.98
N° 200	0.08	9.20	1.84	99.86	0.14
FONDO		0.70	0.14	100.00	0.00

Nota: Tamizado de agregado fino.

$$M_f = \frac{(13.60 + 37.46 + 70.86 + 94.58 + 98.02)}{100} = 3.15$$

Figura 11

La curva granulométrica del agregado fino.



Nota: La curva granulométrica se encuentra dentro del permisible.

Granulometría del agregado grueso

Tabla 9

Evaluación granulométrico de agregado grueso.

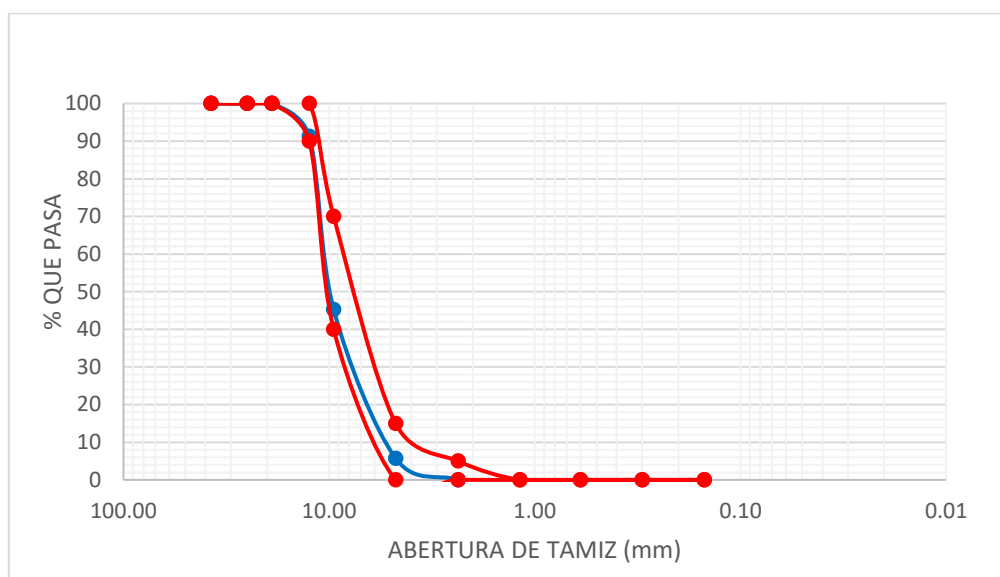
N°	Tamiz mm	Peso retenido (gr)	% Retenido		% Pasa
			Total %	Acumulado %	
3/4"	19.00		0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	218.28	8.73	8.73	91.27
3/8"	9.50	1149.99	46.00	54.73	45.27
N° 4	4.75	988.35	39.53	94.26	5.74
N° 8	2.36	142.98	5.72	99.98	0.02
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.98	0.02
N° 30	0.60	0.00	0.00	99.98	0.02
N° 50	0.30	0.00	0.00	99.98	0.02
N° 100	0.15	0.00	0.00	99.98	0.02
FONDO		0.40	0.02	100.00	

Nota: Tamizado y cálculos del agregado grueso.

$$M_g = \frac{(54.73 + 94.26 + 99.98 + 99.98 + 99.98 + 99.98 + 99.98)}{100} = 6.49$$

Figura 12

La curva granulométrica de agregado grueso.



Nota: La curva granulométrica se encuentra dentro del permisible.

3.8.2.2 Ensayo de peso unitario de los agregados

NTP 400.017.

Herramientas y equipos

- Balanza
- Barra compactadora (5/8")
- Molde metálico
- Vernier
- Regla
- Bandejas
- Cucharón
- Brocha

Materiales

- Agregado grueso y fino.

Procedimiento del ensayo para muestra seca suelta

- Pesamos el molde y anotamos para los cálculos.
- Se toma una muestra con una cucharón, llene en molde metálico completamente sin compactar.
- Después, se procede a nivelar empleando la regla de metálica.
- Se pesa la muestra más el recipiente, se apuntó total de peso.

Procedimiento del ensayo para muestra seca varillado

- Primero se fijó el peso del recipiente vacío, luego se proceder a llenarlo con agregados en tres capas. En primera capa, compactar utilizando una barra con 25 golpes, igual manera con la segunda y la tercera capa.
- Se nivela recipiente que contenía el agregado mediante el uso de una regla metálica, con el objetivo de lograr una superficie nivelada.
- posteriormente, se procedió al pesaje de la muestra en conjunto con el recipiente, se registró el peso correspondiente.

Ecuación 12

Peso unitario suelto y varillado.

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

Donde:

M = Peso Unitario de agregado en kg/m³.

G = Peso de recipiente más agregado.

T = Peso de recipiente de medición.

V = Volumen de medición en m³.

Tabla 10

Peso unitario de agregado fino suelto.

Muestra	I	II	III
Peso del molde gr.	5615.0	5615.0	5615.0
Peso del molde + muestra gr.	8851.0	8859.0	8862.0
Peso de 1a muestra gr.	3236.0	3244.0	3247.0
Volumen de 1 molde cm ³	2064.976	2064.976	2064.976
Peso unitario gr/cm ³	1.567	1.571	1.572
Peso unitario promedio kg/cm ³	1.570		

Nota: Se realizo ensayo con material suelto sin compactar y cálculos.

Tabla 11*Peso unitario varillado de agregado fino.*

Muestra	I	II	III
Peso de molde gr.	5615.000	5615.000	5615.000
Peso de molde + muestra gr.	9074.000	9095.000	9084.000
Peso de la muestra gr.	3459.000	3480.000	3469.000
Volumen del molde cm ³	2064.976	2064.976	2064.976
Peso unitario gr/cm ³	1.675	1.685	1.680
Peso unitario promedio kg/cm ³	1.680		

Nota: El agregado se compacta y cálculos.**Tabla 12***Peso unitario de agregado grueso suelto.*

Muestra	I	II	III
Peso del molde gr.	7996.000	7996.000	7996.000
Peso del molde + muestra gr.	12746.000	12699.000	12730.000
Peso de la muestra gr.	4750.000	4703.000	4734.000
Volumen del molde cm ³	3168.264	3168.264	3168.264
Peso unitario gr/cm ³	1.499	1.484	1.494
Peso unitario promedio kg/m ³	1.493		

Nota: Calculo de agregado grueso suelto.**Tabla 13***Peso unitario compactado de agregado grueso.*

Muestra	I	II	III
Peso de1 molde gr.	7996.000	7996.000	7996.000
Peso de1 molde + muestra gr.	13094.000	13072.000	13085.000
Peso de la muestra gr.	5098.000	5076.000	5089.000
Volumen del molde cm ³	3168.264	3168.264	3168.264
Peso unitario gr/cm ³	1.609	1.602	1.606
Peso unitario promedio kg/m ³	1.606		

Nota: Calculo de agregado grueso compactado.

3.8.2.3 Ensayos de contenido de humedad

Herramientas y equipos

- Balanza electrónica
- Horno 110±5 °C
- Envase para la muestra
- Bandejas
- Cucharon

Materiales

- Agregado grueso y fino.

Procedimiento del ensayo

- Se pesa el recipiente y registra.
- La muestra húmeda es colocada en el recipiente y se pesa.
- Se introduce al horno con una temperatura estable de 110 ± 5 °C, como mínimo, durante un lapso de 24 horas.
- La muestra fue enfriada y luego pesada en su fase seco.

Ecuación 13

Contenido de humedad.

$$H\% = \frac{B - C}{C - A} * 100$$

Donde: H%= Porcentaje de humedad.

A = Peso del recipiente.

B = Peso de la tara + muestra húmeda.

C = Peso de la tara + muestra seca.

Tabla 14

Contenido de humedad del agregado fino y suelto.

DESCRIPCIÓN		FINO	GRUESO
Nº de recipiente	und	I	II
Peso de recipiente	gr.	50.00	53.10
Peso de recipiente + muestra húmeda	gr	311.80	360.60
Peso de recipiente + muestra seca	gr	303.60	360.60
Peso de agua	gr	8.20	5.70
Peso muestra seca	gr	253.60	301.80
Contenido de humedad	%	3.23	1.89

Nota: Cálculos de contenido de humedad del agregado fino y grueso.

3.8.2.4 Ensayo peso específicos y porcentaje de absorción

Herramientas y equipos



- Balanza electrónica
- Horno 110 ± 5 °C
- Molde cónico
- Gotero
- Picnómetro
- Apisonador
- Bandejas
- Cucharon
- Brocha
- Franela

Materiales: agregado fino

Procedimientos del ensayo

- Se toma la muestra de agregado fino, después de saturar 24 h. La muestra se esparce sobre una superficie horizontal hasta conseguir un secado.
- Tener listo pesado picnómetro más agua.
- Se introduce la muestra dentro del molde cónico, se golpea 25 veces con una varilla en tres capas. El molde se eleva verticalmente, se el cono conserva su forma. El proceso de secado se prosigue hasta lograr que cono se desmorona al levantar el molde. Hasta alcanzar su estado de saturación.
- Seguidamente se coloca en el picnómetro se coloca la muestra de 500 gr de material procesado.
- Se llena con agua hasta llegar cerca de la marca 500cc después se elimina aire atrapado entre las partículas del agregado en el picnómetro, se agita suavemente hasta que ya no surjan más burbujas hacia la superficie y reposa durante quince minutos.
- Pesamos el picnómetro más agua y arena.
- Enseguida retiramos el agua sin pérdida de finos.
- La muestra se metió al horno durante un período de 24 horas, después sacar y enfriar durante un periodo de uno a tres horas, posteriormente se pesó para determinar peso seco fina.

Ecuación 14

Peso específico de masa.

$$P_{em} = A(B+S-C)$$

Ecuación 15

Peso específico de la masa SSS.

$$P_{eSSS} = \frac{S}{(B + S - C)}$$

Ecuación 16

Peso específico aparente.

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

Ecuación 17

Absorción.

$$Ab(\%) = \frac{B - A}{A} * 100$$

Donde: A= Peso en el aire la muestra secada al horno.

B= Peso de picnómetro más agua.

C= Peso de picnómetro más muestra más agua.

S= Peso de muestra saturada superficialmente seca (SSS).

Tabla 15

Peso específicos y absorción de agregado fino y grueso.

Descripción	Fórmula	Fino	Grueso
Peso de la muestra secado al horno	A	485.80	779.00
Peso de picnómetro + agua	B	1311.00	1311.00
Peso de picnómetro más muestra + agua	C	1610.00	1792.40
Peso de la muestra saturada seca (sss)	S	500.00	800.00
Peso específico de la masa	$A/(B+S-C)$	2.42	2.45
Peso específico	$S/(B+S-C)$	2.49	2.51
Peso específico aparente	$A/(B+A-C)$	2.60	2.62
Porcentaje de absorción	$(S-A)/A*100$	2.92	2.70

Nota: Ensayo realizados y cálculos de peso específico y absorción.

Materiales

- Agregado grueso.

Procedimiento del ensayo

- La muestra de agregado grueso fue sometida a un lavado.
- Luego, la muestra se colocó al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y se mantuvo allí durante aproximadamente 24 horas.
- Después de transcurridas las 24 horas, se procedió a enfriar la muestra durante un tiempo de 1 a 3 horas.
- Se sumergió nuevamente durante otro periodo de 24 horas.
- Enseguida retiramos el agua y se secó con una franela absorbente hasta encontrar el peso superficial saturado y pesar.
- La muestra fue introducida en el horno durante 24 horas, luego se extrajo y se permitió que se enfriara durante 1 a 3 horas antes de proceder a su pesado, determinando así el peso seco.

3.8.3 Diseño de la mezcla

3.8.3.1 Diseño de la mezcla para concreto patrón

La mezcla fue diseñada siguiendo el método de ACI 211.

1. Cálculo f'_{cr} resistencia promedio requerido.

La resistencia requerida de 210 kg/cm^2 , se añade más 84 kg/cm^2 .

Tabla 16

La resistencia promedio requerido.

f'_c	f'_{cr}
Menores a 210 kg/cm^2	$f'_c + 70 \text{ kg/cm}^2$
210 a 350 kg/cm^2	$f'_c + 84 \text{ kg/cm}^2$
mayores 350 kg/cm^2	$f'_c + 98 \text{ kg/cm}^2$

Nota: ACI 211.

$$f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2. Contenido de aire.

Tabla 17*Cantidad de aire atrapado.*

TMN mm (pulg)	AIRE ATRAPADO %
9.50 (3/8)	3.0
12.50 (1/2)	2.5
19.00 (3/4)	2.0
25.00 (1)	1.5
37.50 (1 1/2)	1.0
50.00 (2)	0.5
75.00 (3)	0.3
100.00 (4)	0.2

Nota: Porcentaje de aire atrapado ACI.211.1, 2019.

$$\text{Aire atrapado} = 2.50\%$$

3. Calcular contenido de agua.

Tabla 18*Requisitos aproximados de agua y contenido de aire.*

EXIGENCIAS DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE EN FUNCIÓN DEL TMN Y EL SLUMP EN PULGADAS					
SLUMP	AGUA Lt/m ³ , para TMN del agregado grueso				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
1"- 2"	205	200	185	180	160
3"- 4"	225	216	200	195	175
6"- 7"	240	230	210	200	185
SIN AIRE	3	2.5	2	1.5	1

Nota: Elección de asentamiento, Flavio Abando Castillo.

$$\text{Rango de slump } 3'' \text{ a } 4'', \text{ contenido de agua } 216 \text{ Lt/m}^3.$$

4. Calcular relación a/c por resistencia F'_{cr} .**Tabla 19***Relación a/c.*

f'_{cr}	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO
200	0.70
250	0.62
300	0.55
350	0.48
400	0.43

Nota: Relación a/c, Flavio Abando Castillo.

$$250 \text{ kg/cm}^2$$

$$0.62$$

$$\begin{aligned} & 294 \text{ kg/cm}^2 && x \\ & 300 \text{ kg/cm}^2 && 0.55 \\ & \frac{300 - 250}{300 - 294} = \frac{0.55 - 0.62}{0.55 - x} \\ & \frac{50}{6} = \frac{-0.07}{0.55 - x} \Rightarrow 0.55 - x = \frac{-0.42}{50} \\ & x = 0.5584 \end{aligned}$$

5. Determinación del contenido de cemento.

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{\text{agua (kg/m}^3\text{)}}{\text{relacion a/c}}$$

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{216 \text{ (kg/m}^3\text{)}}{0.5584} = 386.819 \text{ kg/m}^3$$

Factor de cemento por bolsas 42.5 kg.

$$\text{Factor de cemento} = \frac{386.819 \text{ kg/m}^3}{42.5 \text{ kg}} = 9.102 \text{ bols/m}^3$$

6. Calcular peso del agregado grueso.

Tabla 20

Peso volumétrico del agregado grueso.

TMN del agregado grueso	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Para determinar el volumen de agregado grueso, ACI 211.

$M_f = 3.15$ y peso compactado de agredo grueso 1605.82 kg/m³.

$$\begin{aligned} & 2.80 && 0.55 \text{ m}^3 \\ & 3.00 && 0.53 \text{ m}^3 \\ & 3.15 && x \\ & \frac{2.80 - 3.00}{2.80 - 3.15} = \frac{0.55 - 0.53}{0.55 - x} \end{aligned}$$

$$\frac{0.2}{0.35} = \frac{0.02}{0.55 - x} \Rightarrow 0.55 - x = \frac{0.007}{0.2}$$

$$x = 0.515$$

$$\text{Peso del agregado} = 0.515 \text{ m}^3 \times 1605.82 \text{ kg/m}^3 = 826.997 \text{ kg}$$

7. Cálculo del volumen absoluto.

$$\text{Volumen de cemento} = \frac{386.819 \text{ kg}}{2810 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.138 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Agua} = \frac{216 \text{ kg}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.216 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Aire} = 2.5\% \times 1 = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Agregado Grueso} = \frac{826.997 \text{ kg}}{2510.99 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.329 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de A. Fino} = 1 - (0.138 + 0.216 + 0.025 + 0.329)$$

$$\text{Volumen de A. Fino} = 0.292 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del A. Fino (kg)} = 0.292 \text{ m}^3 \times 2487.56 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 726.368 \text{ kg}$$

8. Presentación del diseño en estado seco.

Tabla 21

Dosificación de mezcla concreto patrón en seco.

Material	Peso (kg)	m ³
Cemento	386.819	0.138
Agregado fino	726.368	0.292
Agregado grueso	826.997	0.329
Agua	216.000	0.216
Aire	2.500	0.025
Total	2158.684	1.000

Nota: Cálculos por peso y volumen del diseño.

9. Corrección por humedad.

Ecuación 18

Corrección por humedad.

$$\text{Corrección por humedad} = \text{contenido de A. } x \left(\frac{\% \text{ de humedad}}{100} + 1 \right)$$

Corrección por humedad del agregado fino y grueso.

$$C. \text{ por humedad } A. \text{ fino} = 726.368 \times \left(\frac{3.23}{100} + 1 \right) = 749.830 \text{ kg/m}^3$$

$$C. \text{ por humedad agregado } g. = 826.997 \times \left(\frac{1.89}{100} + 1 \right) = 842.627 \text{ kg/m}^3$$

10. Aporte del agua en la mezcla.

Contribución del agua en el agregado fino.

$$\text{Aporte de agua } A. \text{ fino} = 749.830 \times \left(\frac{3.23 - 2.92}{100} \right) = 2.324 \text{ Lt.}$$

Aporte de agua de agregado grueso.

$$\text{Aporte de agua } A. \text{ grueso} = 842.627 \times \left(\frac{1.89 - 2.70}{100} \right) = -6.825 \text{ Lt.}$$

11. Agua efectiva en la mezcla.

$$\text{Aporte de agua de Agregados} = 2.324 + (-6.825) = -4.501$$

$$\text{Agua efectiva de mezcla} = 216.000 - (-4.501) = 220.501 \text{ Lt.}$$

12. Relación a/c efectiva.

$$\text{Relacion } \frac{a}{c} \text{ efectiva} = \frac{220.501 \text{ kg}}{368.819 \text{ kg}} = 0.598$$

13. Diseño de mezcla corregido.

Tabla 22

Dosificación de la mezcla corregido concreto patrón.

Materiales	Peso (kg)
Cemento	386.819
Agregado fino	749.830
Agregado grueso	842.627
Agua	220.501
Aire	2.500
Total	2202.277

Nota: Cálculos corregido de la mezcla para concreto patrón.

3.8.3.2 Diseño de mezcla de CAC con aditivo de 1.0%

El diseño de mezcla del CAC se elabora por procedimientos y medidas establecidos por el ACI 237R-07. Se recomienda seguir los siguientes pasos:

- 1 Determinar el flujo de extensión.

Se eligió nivel de refuerzo, alto con un flujo de asentamiento 550mm a 650mm según la tabla N° 3.

- 2 Cálculo f'_{cr} resistencia promedio requerido.

La resistencia requerida es de 210 kg/cm². según la tabla N° 14.

$$f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

- 3 Determinar contenido de aire.

Según la tabla N° 15 el porcentaje de aire atrapado = 2.50%.

- 4 Calcular contenido de agua.

Estimación de agua, TMN 1/2" es de 216 Lts/m³. Según la tabla N° 16.

- 5 Calcular relación a/c por resistencia f'_{cr} .

Se calculó $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$. De acuerdo a la tabla N° 17

$$250 \text{ kg/cm}^2 \quad 0.62$$

$$294 \text{ kg/cm}^2 \quad x$$

$$300 \text{ kg/cm}^2 \quad 0.55$$

$$\frac{300 - 250}{300 - 294} = \frac{0.55 - 0.62}{0.55 - x}$$

$$\frac{50}{6} = \frac{-0.07}{0.55 - x} \Rightarrow 0.55 - x = \frac{-0.42}{50}$$

$$x = 0.5584$$

- 6 Cálculo de contenido de cemento.

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{216 \text{ (kg/m}^3\text{)}}{0.5584} = 386.819 \text{ kg/m}^3$$

- 7 Seleccionar agregado grueso y proporción.

Se optó Categoría I TMN $\geq \frac{1}{2}$ ". Al 50% de agregado grueso como punto de inicio.

Ecuación 19

Porcentaje de agregado grueso.

$$\text{Peso del agregado grueso} \frac{(kg)}{m^3} = 50\% \times \text{peso unitario varillado}$$

$$\text{Peso del a. grueso} \frac{(kg)}{m^3} = 50\% \times 1605.82kg/m^3 = 802.910kg/m^3$$

- 8 Cálculo el volumen de la pasta y el mortero.

$$\text{Volumen de cemento} = \frac{386.819 \text{ kg}}{2810 \frac{(kg)}{m^3}} = 0.138 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Agua} = \frac{216 \text{ kg}}{1000 \frac{(kg)}{m^3}} = 0.216 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Aire} = 2.5\% \times 1 = 0.025m^3$$

$$\text{Volumen de Agregado Grueso} = \frac{802.910 \text{ kg}}{2510.99 \frac{(kg)}{m^3}} = 0.320m^3$$

- 9 Selección del aditivo.

$$\text{Contenido de Aditivo} = \frac{386.819 \text{ kg/m}^3 \times 1\%}{100} = 3.868kg/m^3$$

$$\text{Volumen de Aditivo} = \frac{3.868kg}{1080 \frac{(kg)}{m^3}} = 0.004m^3$$

- 10 Volumen de agregado fino.

$$\text{Volumen de A. Fino} = 1 - (0.138 + 0.216 + 0.025 + 0.320 + 0.004)$$

$$\text{Volumen de A. Fino} = 0.298 \text{ m}^3$$

- 11 Peso del agregado fino.

$$\text{Contenido de A. Fino}(kg) = 0.298 \text{ m}^3 \times 2487.56 \frac{kg}{m^3} = 741.289 \text{ kg}$$

- 12 Presentación del diseño en estado seco con aditivo 1%.

Tabla 23*Dosificación CAC en estado seco con 1.0% de aditivo.*

Materiales	Peso (kg)	m3
Cemento	386.819	0.138
Agregado fino	741.289	0.298
Agregado grueso	802.910	0.320
Agua	216.000	0.216
Aditivo	3.868	0.004
Aire	2.500	0.025
Sumatoria	2153.390	1.000

Nota: Cálculo en seco de diseño de mezcla.**13 Corrección por humedad.**

Ajuste por humedad del agregado fino y grueso.

$$C. \text{ por humedad A. fino} = 741.289 \times \left(\frac{3.23}{100} + 1 \right) = 765.233 \text{ kg/m}^3$$

$$C. \text{ por humedad a. grueso} = 802.910 \times \left(\frac{1.89}{100} + 1 \right) = 818.085 \text{ kg/m}^3$$

14 Aporte del agua en la mezcla.

$$\text{Aporte de agua A. fino} = 765.233 \times \left(\frac{3.23 - 2.92}{100} \right) = 2.372 \text{ Lt.}$$

$$\text{Aporte de agua A. grueso} = 818.085 \times \left(\frac{1.89 - 2.70}{100} \right) = -6.626 \text{ Lt.}$$

15 Agua efectiva en la mezcla.

$$\text{Agua efectiva de mezcla} = 216.000 - (-4.254) = 220.258 \text{ Lt.}$$

Tabla 24*Dosificación de la mezcla corregido CAC.*

Materiales	Peso (kg)
Cemento	386.819
Agregado fino	765.233
Agregado grueso	818.085
Agua	220.258
Aditivo	3.868
Aire	2.500
Total	2196.763

Nota: Cálculos corregido de la mezcla para CAC.

16 Examinar utilizando los procedimientos de ensayo en estado fresco.

Tabla 25

Ensayos realizados para verificación del CAC.

MUESTRA DE DISEÑO DE LA MEZCLA						
Característica	1	2	3	4	5	Unidad
% de agregado grueso	50	50	48	48	48	%
Peso agregado grueso	802.91	802.91	770.794	770.794	770.794	kg/m ³
Cantidad de cemento	386.82	386.82	386.82	386.82	386.82	kg/m ³
CÁLCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO						
Aditivo %	1	1	1	1.5	2	%
Contenido de aditivo	3.868	3.868	3.868	5.802	7.736	kg/m ³
Volumen de cemento	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	m ³
Volumen de agua	0.216	0.174	0.174	0.174	0.174	m ³
Volumen de aire	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	m ³
Volumen de aditivo	0.004	0.004	0.004	0.005	0.007	m ³
Volumen de agregado grueso	0.320	0.320	0.307	0.307	0.307	m ³
Volumen de agregado fino	0.290	0.340	0.353	0.351	0.349	m ³
ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE						
Slump Flow	82.54	71.41	48.47	53.53	62.48	cm
L-Box	1.05	0.92	0.56	0.74	0.83	cm
V-Funnel	4.98	5.88	12.29	10.21	9.17	seg
V-FunnelT _{5minutos}	5.12	6.09	14.83	13.26	12.17	seg

Nota: Cálculos realizados para CAC y ensayos.

17 Ajustar las proporciones de la mezcla.

Agregado grueso de 50% al 48%.

$$\text{peso del agregado grueso} \frac{(kg)}{m^3} = 48\% \times 1605.82 = 770.794kg$$

Según (ACI-237R-07, 2007), está entre 0.32 a 0.45. se optó 0.45.

$$\text{Agua} = 0.45 \times 386.819 \frac{kg}{m^3} = 174.069kg/m^3$$

18 Determinación del volumen de material por m³.

$$\text{Volumen de Agua} = \frac{174.069 kg}{1000 \frac{(kg)}{m^3}} = 0.174 m^3$$

$$\text{Volumen de Agregado Grueso} = \frac{770.794 kg}{2510.99 \frac{(kg)}{m^3}} = 0.307m^3$$

19 Volumen de agregado fino.

$$V. de A. Fino = 1 - (0.138 + 0.174 + 0.025 + 0.307 + 0.004)$$

$$Volumen de A. Fino = 0.353 m^3$$

20 Peso del agregado fino.

$$Contenido de A. Fino(kg) = 0.353 m^3 \times 2487.56 \frac{kg}{m^3} = 877.422 kg$$

21 Dosificación de la mezcla de CAC ajustado con aditivo de 1.0%.

Tabla 26

Dosificación de la mezcla en seco del CAC aditivo 1.0%.

Materiales	Peso (kg)	m ³
Cemento	386.819	0.138
Agregado fino	877.422	0.353
Agregado grueso	770.794	0.307
Agua	174.069	0.174
Aditivo	3.868	0.004
Aire	2.500	0.025
Total	2215.471	1.000

Nota: Cálculos en seco de agregado para la mezcla.

22 Corrección por humedad.

Ajuste por humedad del agregado fino y grueso.

$$C. por humedad a. fino = 877.422 \times \left(\frac{3.23}{100} + 1 \right) = 905.762 kg/m^3$$

$$C. por humedad a. grueso = 770.794 \times \left(\frac{1.89}{100} + 1 \right) = 785.362 kg/m^3$$

23 Aporte del agua en la mezcla.

$$Aporte de agua A. fino = 905.762 kg \times \left(\frac{3.23 - 2.92}{100} \right) = 2.808 Lt.$$

$$Aporte de agua A. grueso = 785.362 kg \times \left(\frac{1.89 - 2.70}{100} \right) = -6.361 Lt.$$

24 Agua efectiva en la mezcla.

$$Agua efectiva de mezcla = 174.069 - (-3.554) = 177.622 Lt.$$

25 Relación a/c efectiva.

$$\text{Relacion } \frac{a}{c} \text{ efectiva} = \frac{177.622\text{kg}}{368.819\text{kg}} = 0.46$$

Tabla 27

Dosificación de la mezcla corregida CAC con aditivo 1.0%.

Materiales	Peso (kg)
Cemento	386.819
Agregado fino	905.762
Agregado grueso	785.362
Agua	177.622
Aditivo	3.868
Aire	2.500
Total	2261.933

Nota: Cálculos corregido de la mezcla para CAC.

3.8.3.3 Diseño de mezcla de CAC con aditivo de 1.5%

Se tomo los valores calculados con aditivo de 1.0%.

1. Determinar el flujo de extensión.

Nivel de refuerzo, alto con un flujo de asentamiento 550mm a 650mm.

2. Calculo F'_{cr} resistencia promedio requerido.

$$f'_{cr} = 294\text{kg/cm}^2$$

3. Determinar contenido de aire.

Aire atrapado = 2.50%.

4. Calcular relación a/c por resistencia F'_{cr} .

$$x = 0.5584$$

5. Cálculo de contenido de cemento.

$$\text{Contenido de cemento} = 386.819\text{ kg/m}^3$$

6. Seleccionar agregado grueso y proporción.

Proporción del agregado grueso al 48%.

$$\text{Peso del agregado grueso } \frac{(\text{kg})}{\text{m}^3} = 48\% \times 1605.82 = 770.794\text{kg}$$

7. Contenido de agua.

La cantidad de agua al 0.45.

$$\text{Agua} = 0.45 \times 386.819 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 174.069 \text{kg/m}^3$$

8. Determinación del volumen de material por m³.

$$\text{Volumen de Agua} = 0.174 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Aire} = 2.5\% \times 1 = 0.025 \text{m}^3$$

$$\text{Volumen de Agregado Grueso} = 0.307 \text{m}^3$$

9. Selección del aditivo.

$$\text{Contenido de Aditivo} = \frac{386.819 \text{ kg/m}^3 \times 1.5\%}{100} = 5.802 \text{kg/m}^3$$

$$\text{Volumen de Aditivo} = \frac{3.868 \text{kg}}{1080 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.005 \text{m}^3$$

10. Volumen de agregado fino.

$$\text{Volumen de A. Fino} = 1 - (0.138 + 0.174 + 0.025 + 0.307 + 0.005)$$

$$\text{Volumen de A. Fino} = 0.351 \text{ m}^3$$

11. Peso del agregado fino.

$$\text{Contenido de A. Fino (kg)} = 0.351 \text{ m}^3 \times 2487.56 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 872.967 \text{ kg}$$

Tabla 28

Dosificación de la mezcla en seco del CAC con aditivo 1.5%.

Materiales	Peso (kg)	m ³
Cemento	386.819	0.138
Agregado fino	872.967	0.351
Agregado grueso	770.794	0.307
Agua	174.069	0.174
Aditivo	5.802	0.005
Aire	2.500	0.025
Total	2212.950	1.000

Nota: Cálculos en seco de la mezcla para CAC.

12. Corrección por humedad.

$$C. \text{ por humedad a. fino} = 872.967 \times \left(\frac{3.23}{100} + 1 \right) = 901.161 \text{ kg/m}^3$$

13. Aporte del agua en la mezcla.

$$\text{Aporte de agua A. fino} = 901.164 \text{ kg} \times \left(\frac{3.23 - 2.92}{100} \right) = 2.794 \text{ Lt.}$$

14. Agua efectiva en la mezcla.

$$\text{Agua efectiva de mezcla} = 174.069 - (-3.568) = 177.636 \text{ Lt.}$$

15. Relación a/c efectiva.

$$\text{Relacion } \frac{a}{c} \text{ efectiva} = \frac{177.622 \text{ kg}}{368.819 \text{ kg}} = 0.46$$

Tabla 29

Dosificación de la mezcla corregida CAC con aditivo 1.5%.

Materiales	Peso (kg)
Cemento	386.819
Agregado fino	901.164
Agregado grueso	785.362
Agua	177.636
Aditivo	5.802
Aire	2.500
Total	2259.283

Nota: Cálculos corregido de la mezcla para CAC.

3.8.3.4 Diseño de mezcla de CAC con aditivo de 2.0%

Para el diseño se sugiere los siguientes pasos:

1 Determinar el flujo de extensión.

Nivel de refuerzo, alto con un flujo de asentamiento 550mm a 650mm.

2 Calculo F'_{cr} resistencia promedio requerido.

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

3 Determinar contenido de aire.

Porcentaje de aire atrapado = 2.50%.

4 Calcular relación a/c por resistencia F'_{cr} .



$$x = 0.5584$$

- 5 Cálculo de contenido de cemento.

$$\text{Contenido de cemento} = 386.819 \text{ kg/m}^3$$

- 6 Seleccionar agregado grueso y proporción: Agregado grueso al 48%.

$$\text{Peso del agregado grueso} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 48\% \times 1605.82 = 770.794 \text{ kg}$$

- 7 Contenido de agua: 0.45.

$$\text{Agua} = 0.45 \times 386.819 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 174.069 \text{ kg/m}^3$$

- 8 Determinación del volumen de material por m³.

$$\text{Volumen de Agua} = 0.174 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Aire} = 2.5\% \times 1 = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Agregado Grueso} = 0.307 \text{ m}^3$$

- 9 Selección del aditivo.

$$\text{Contenido de Aditivo} = \frac{386.819 \text{ kg/m}^3 \times 2.0\%}{100} = 7.736 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen de Aditivo} = \frac{3.868 \text{ kg}}{1080 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.007 \text{ m}^3$$

- 10 Volumen de agregado fino.

$$\text{Volumen de A. Fino} = 1 - (0.138 + 0.174 + 0.025 + 0.307 + 0.007)$$

$$\text{Volumen de A. Fino} = 0.349 \text{ m}^3$$

- 11 Peso del agregado fino.

$$\text{Contenido de A. Fino (kg)} = 0.349 \text{ m}^3 \times 2487.56 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 868.512 \text{ kg}$$

- 12 Diseño de mezcla en seco con aditivo de 2.0%.

Tabla 30*Dosificación de la mezcla en seco del CAC con aditivo 2%.*

Materiales	Peso (kg)	m3
Cemento	386.819	0.138
Agregado fino	868.512	0.349
Agregado grueso	770.794	0.307
Agua	174.069	0.174
Aditivo	7.736	0.007
Aire	2.500	0.025
Total	2210.430	1.000

Nota: Cálculos en seco de la mezcla para CAC.**13** Determinación del volumen absoluta.

$$\text{Volumen Absoluto de A. Grueso} = 0.307 \text{ m}^3 \times 100 = 30.697\%$$

$$\text{Volumen Absoluto de Pasta} = 0.344 \text{ m}^3 \times 100 = 34.389\%$$

$$\text{Volumen Absoluto de Mortero} = 34.389\% + (0.353 \times 100) = 69.303\%$$

14 Corrección por humedad.

$$C. \text{ por humedad a. fino} = 868.512 \times \left(\frac{3.23}{100} + 1 \right) = 896.565 \text{ kg/m}^3$$

15 Aporte del agua en la mezcla.

$$\text{Aporte de agua A. fino} = 896.565 \text{ kg} \times \left(\frac{3.23 - 2.92}{100} \right) = 2.779 \text{ Lt.}$$

16 Agua efectiva en la mezcla.

$$\text{Agua efectiva de mezcla} = 174.069 - (-3.582) = 177.651 \text{ Lt.}$$

17 Relación a/c efectiva.

$$\text{Relacion } \frac{a}{c} \text{ efectiva} = 0.46$$

Tabla 31*Dosificación de la mezcla corregida CAC con 2% de aditivo.*

Materiales	Peso (kg)
Cemento	386.819
Agregado fino	896.565
Agregado grueso	785.362
Agua	177.651
Aditivo	7.736
Aire	2.500
Total	2256.633

Nota: Cálculos corregido de la mezcla para CAC.

3.8.4 Ensayos de resistencia a la compresión

Se realizó 48 muestra para control de la calidad de la dosificación.

3.8.4.1 Concreto Patrón $f'c=210$ kg/cm²

Tabla 32

Resistencia a la compresión de concreto convencional.

Edad	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Esfuerzo de rotura (F' _c) kg/cm ²
7 días	210	146.976
		146.530
		144.913
		147.614
		188.886
14 días	210	192.976
		189.643
		188.449
		216.330
28 días	210	216.021
		212.710
		210.504

Nota: Resistencias obtenidas mediante el ensayo en laboratorio.

3.8.4.2 Concreto autocompactante con aditivo 1.0%

Tabla 33

Resistencia a la compresión de CAC aditivo 1.0%.

Edad	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Esfuerzo de rotura (F' _c) kg/cm ²
7 días	210	143.715
		142.781
		146.543
		141.982
		189.914
14 días	210	183.300
		185.409
		181.737
		207.123
28 días	210	203.956
		213.571
		208.444

Nota: Resistencias obtenidas mediante el ensayo de laboratorio.

3.8.4.3 Concreto autocompactante con aditivo 1.5%

Tabla 34

Resistencia a la compresión del CAC aditivo 1.5%.

Edad	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Esfuerzo de rotura (F ^c) kg/cm ²
7 días	210	143.127
		145.991
		145.485
		146.934
		190.277
14 días	210	187.111
		192.009
		184.897
		210.862
		212.148
28 días	210	208.225
		203.343

Nota: Resistencias obtenidas mediante el ensayo.

3.8.4.4 Concreto autocompactante con aditivo 2.0%

Tabla 35

Resistencia a la compresión del CAC aditivo 2.0%.

Edad	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Esfuerzo de rotura (F ^c) kg/cm ²
7 días	210	150.575
		153.459
		151.745
		149.598
		201.209
14 días	210	207.641
		200.941
		200.882
		231.946
28 días	210	237.270
		228.717
		229.387

Nota: Resistencias obtenidas mediante el ensayo.

3.8.5 Contrastación de hipótesis

3.8.5.1 Análisis estadístico de concreto patrón

Tabla 36

Análisis estadístico de CP a los 28 días.

Muestra	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	216.330	2.44	5.95
2	216.021	2.13	4.54
3	212.710	-1.18	1.39
4	210.504	-3.39	11.47
Total	855.565		23.35

Resultados

s	2.79	Excelente	< 14.1
c.v.	0.02	Excelente	< 2.0%

Nota: Cálculos de desviación estándar y coeficiente de varianza.

3.8.5.2 Análisis estadístico de concreto con aditivo 1.0%

Tabla 37

Análisis estadístico CAC con aditivo 1.0% a los 28 días.

Muestra	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	207.123	-1.15	1.32
2	203.956	-4.32	18.64
3	213.571	5.30	28.06
4	208.444	0.17	0.03
Total	833.094		48.05

Resultados

s	4.00	Excelente	< 14.1
c.v.	0.02	Excelente	< 2.0%

Nota: Cálculos de desviación estándar y coeficiente de varianza.

3.8.5.3 Análisis estadístico de concreto con aditivo 1.5%

Tabla 38

Análisis estadístico CAC con aditivo 1.5% a los 28 días.

Muestra	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	210.862	2.22	4.92
2	212.148	3.50	12.28
3	208.225	-0.42	0.18
4	203.343	-5.30	28.11
Total	834.577		45.48

Resultados

s	3.89	Excelente	< 14.1
c.v.	0.02	Excelente	< 2.0%

Nota: Cálculos de desviación estándar y coeficiente de varianza.

3.8.5.4 Análisis estadístico de concreto con aditivo 2.0%

Tabla 39

Análisis estadístico CAC con aditivo 2.0% a los 28 días.

Muestra	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	231.946	0.12	0.01
2	237.270	5.44	29.59
3	228.717	-3.11	9.69
4	229.387	-2.44	5.97
Total	927.320		45.26

		Resultados	
s	3.88	Excelente	< 14.1
c.v.	0.02	Excelente	< 2.0%

Nota: Cálculos de desviación estándar y coeficiente de varianza.

3.8.6 Prueba de hipótesis

3.8.6.1 Concreto patrón y CAC con aditivo 1.0%

➤ Evaluación entre concreto patrón y concreto con aditivo de 1.0%.

Tabla 40

Parámetro de interés CP +CAC aditivo 1% a los 28 días.

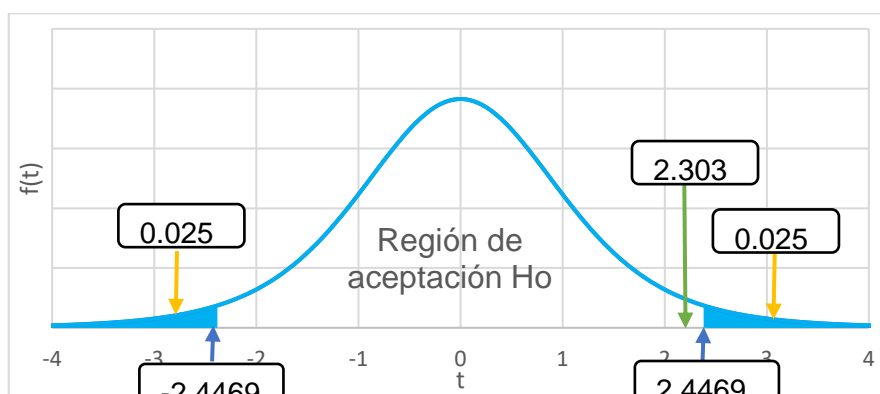
Descripción		Muestra Patrón	Muestra con aditivo 1.0%
Muestra	(N)	4	4
Media	(\bar{x})	213.891	208.273
Varianza	(S)	2.79	4.00

		Resultados	Conclusión
Nivel de significancia	α	0.050	Al 95 % de confiabilidad, la
Cociente de varianza	cv	2.058	prueba estadístico calculada
Variación del conjunto	s1	11.901	es menor que al valor crítico,
Prueba estadística	Tc	2.303	por lo tanto, se acepta
Grado de libertad	G1	6.00	hipótesis nula, así mismo
t de student	Tt	2.4469	probabilidad asignada y
Probabilidad asignada	p-v	0.0608	mayor que nivel de
			significancia.

Nota: Cálculos de prueba de hipótesis.

Figura 13

Campana de gauss prueba de CP y CAC 1% de aditivo.



Nota: Región de aceptación nula 2.303 por lo tanto se rechaza alterna.

3.8.6.2 Concreto patrón y CAC con aditivo 1.5%

➤ Evaluación entre concreto patrón y concreto con aditivo de 1.5%.

Tabla 41

Parámetro de interés CP+CAC aditivo 1.5% a los 28 días.

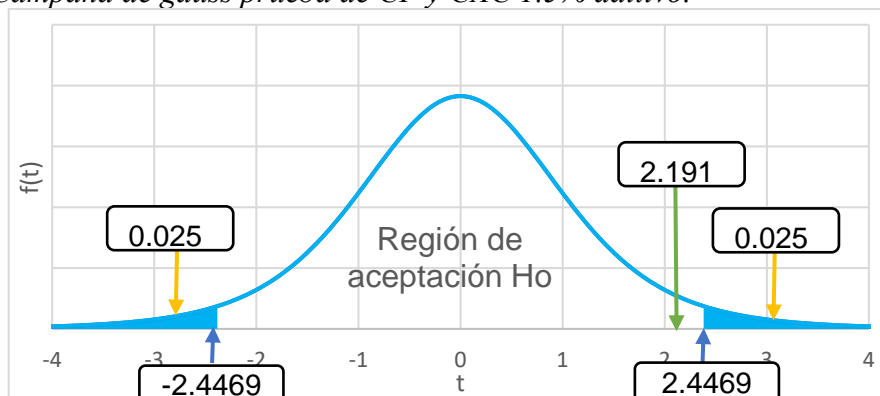
Descripción		Muestra Patrón	Muestra con aditivo 1.5%
Muestra	(N)	4	4
Media	(\bar{x})	213.891	208.644
Varianza	(S)	2.79	3.89

		Resultados	Conclusión
Nivel de significancia	α	0.050	Al 95 % de confiabilidad, la prueba estadístico calculada es menor que al valor crítico, por lo tanto, se acepta hipótesis nula, así mismo probabilidad asignada y mayor que nivel de significancia.
Cociente de varianza	cv	1.948	
Variación del conjunto	s1	11.471	
Prueba estadística	Tc	2.191	
Grado de libertad	G1	6.00	
t de student	Tt	2.4469	
Probabilidad asignada	p-v	0.0710	

Nota: Cálculos de prueba de hipótesis.

Figura 14

Campana de gauss prueba de CP y CAC 1.5% aditivo.



Nota: Región de aceptación nula 2.191 por lo tanto se rechaza alterna.

3.8.6.3 Concreto patrón y CAC con aditivo 2.0%

➤ Evaluación entre concreto patrón y concreto con aditivo de 2.0%.

Tabla 42

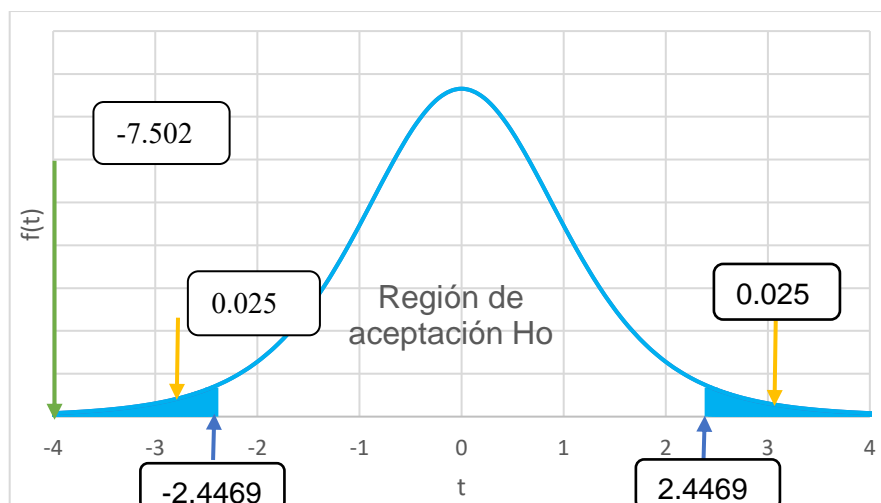
Parámetro de interés CP +CAC aditivo 2% a los 28 días.

Descripción		Muestra Patrón	Muestra con aditivo 2.0%
Muestra	(N)	4	4
Media	(\bar{x})	213.891	231.830
Varianza	(S)	2.79	3.88
		Resultados	Conclusión
Nivel de significancia	α	0.050	
Cociente de varianza	cv	1.938	Al 95 % de confiabilidad, la prueba estadístico calculada es mayor que el valor crítico por lo tanto se acepta hipótesis alternativa, así misma probabilidad asignada es menor que el nivel de significancia.
Variación del conjunto	s1	11.435	
Prueba estadística	Tc	-7.502	
Grado de libertad	Gl	6.00	
t de student	Tt	2.4469	
Probabilidad asignada	P-v	0.0003	

Nota: Cálculos de prueba de hipótesis.

Figura 15

Campana de gauss prueba de CP y CAC 2% de aditivo.



Nota: Se rechaza hipótesis nula -7.502, se acepta hipótesis alterna.

3.8.7 Costos directos por m³

3.8.7.1 Costo directo de diseño de la mezcla

Tabla 43

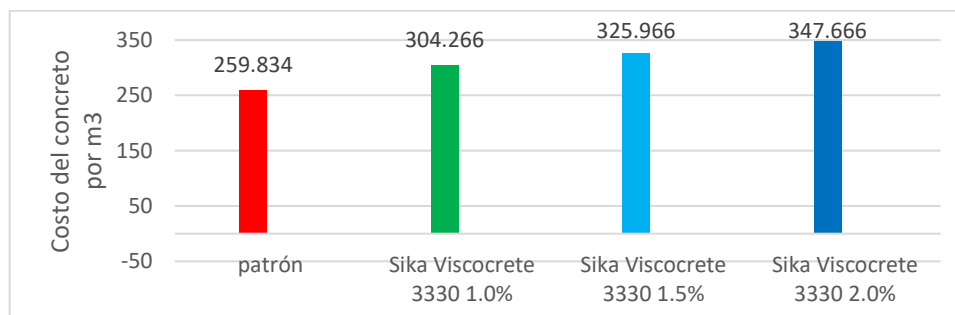
Costo del diseño de mezcla.

Materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial
concreto patron				
Cemento	bol	9.102	26.50	241.203
Agregado fino	m3	0.292	28.75	8.395
Agregado grueso	m3	0.329	27.50	9.048
Agua	m3	0.216	5.50	1.188
Total				259.834
Concreto autocompactante con aditivo 1.0%				
Cemento	bol	9.102	26.50	241.203
Agregado fino	m3	0.353	28.75	10.149
Agregado grueso	m3	0.307	27.50	8.443
Agua	m3	0.174	5.50	0.957
Sika Viscocrete 3330	kg	3.868	11.25	43.515
Total				304.266
Concreto autocompactante con aditivo 1.5%				
Cemento	bol	9.102	26.50	241.203
Agregado fino	m3	0.351	28.75	10.091
Agregado grueso	m3	0.307	27.50	8.443
Agua	m3	0.174	5.50	0.957
Sika Viscocrete 3330	kg	5.802	11.25	65.273
Total				325.966
Concreto autocompactante con aditivo 2.0%				
Cemento	bol	9.102	26.50	241.203
Agregado fino	m3	0.349	28.75	10.034
Agregado grueso	m3	0.307	27.50	8.443
Agua	m3	0.174	5.50	0.957
Sika Viscocrete 3330	kg	7.736	11.25	87.030
Total				347.666

Nota: Costo de materiales más aditivo.

Figura 16

Evaluación de costo por m³ de diseño de mezcla.



Nota: Costos de diseño de mezcla.

3.8.7.2 Costo unitario del concreto

Tabla 44

Costo unitario de concreto convencional para una losa.

Partida:	Concreto patrón $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		CU	337.719		
Rendimiento	m3/día	60.00 EQ	60.00	Costo unitario directo por m3		
Descripción Recurso	Un.	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						24.565
Capataz	hh	0.10	0.0133	17.80	0.237	
Operario	hh	2.00	0.2667	16.18	4.315	
Oficial	hh	3.00	0.4000	13.88	5.552	
Peón	hh	6.00	0.8000	12.52	10.016	
Operador de equipo liviano	hh	2.00	0.2667	16.67	4.445	
Materiales						311.004
Concreto premezclado	m3		1.0000	259.83	259.834	
Gasolina 84 octanos	Gal		1.0000	12.67	12.670	
Servicio de bomba de concreto	m3		1.0000	38.50	38.500	
Equipos						2.150
Herramientas manuales	%		3.0000	24.57	0.737	
Vibrador de concreto 4 HP 2.40"	Hm	2.00	0.2667	5.30	1.413	

Nota: Concreto convencional de 210 kg/cm².

Tabla 45

Costo unitario de CAC para una losa.

Partida:	Concreto Autocompactante $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		CU	395.172		
Rendimiento	m3/día	80.0000 EQ	80.0000	Costo unitario directo por m3		
Descripción Recurso	Un.	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						8.743
Capataz	hh	0.1000	0.0100	17.80	0.178	
Operario	hh	1.0000	0.1000	16.18	1.618	
Oficial	hh	2.0000	0.2000	13.88	2.776	
Peón	hh	2.0000	0.2000	12.52	2.504	
Operador de equipo liviano	hh	1.0000	0.1000	16.67	1.667	
Materiales						386.166
Concreto premezclado	m3		1.0000	347.67	347.666	
Servicio de bomba de concreto	m3		1.0000	38.50	38.500	
Equipos						0.262
Herramientas manuales	% m.o		3.0000	8.74	0.262	

Nota: Concreto autocompactante de 210 kg/cm².

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1 Resultado del agregado fino

Tabla 46

Resultados del agregado fino.

Cantera	Isla	Und.
Módulo de la fineza	3.15	
Peso específico	2487.56	kg/m ³
Peso unitario suelto	1570.16	kg/m ³
Peso unitario varillado	1680.08	kg/m ³
Contenido de humedad	3.23	%
Porcentaje de absorción	2.92	%

Nota: Resultados conseguidos de los ensayos de agregado fino.

Interpretación del resultado.

Las características del agregado fino satisfacen de manera adecuada los límites definidos por la norma. Obteniendo un índice de la fineza de 3.15. Para la caracterización del peso unitario, se realizó tres ensayos y luego se promedió. Contenido de la humedad, alcanzó 3.23%. El análisis de peso específico y la capacidad de absorción del agregado fino, una absorción de 2.92%.

4.1.2 Resultado del agregado grueso

Tabla 47

Resultados del agregado grueso.

Cantera	Isla	Und.
Tamaño máximo nominal	1/2"	
Módulo de la fineza	6.49	
Peso específico	2510.99	kg/m ³
Peso unitario suelto	1492.62	kg/m ³
Peso unitario varillado	1605.82	kg/m ³
Contenido de humedad	1.89	%
Porcentaje de absorción	2.7	%

Nota: Resultados conseguidos de los ensayos de agregado grueso.

Interpretación del resultado.

Las propiedades del agregado grueso satisfacen de manera adecuada los límites definidos por la normativa. Para cumplir con el requerimiento de CAC. Se utilizó TMN de ½". con la caracterización de Huso 7. Obteniendo un índice de fineza de 6.49. Peso unitario suelto 1492.62 y compactado 1605.82kg/mm³.

4.1.3 Resultados del diseño de mezcla

Tabla 48

Comparación de diseño de la mezcla.

DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO PATRÓN Y CAC				
Materiales	patrón	CAC 1.0%	CAC 1.5%	CAC 2.0%
Cemento	386.819	386.819	386.819	386.819
Agregado fino	726.368	877.420	872.965	868.510
Agregado grueso	826.997	770.794	770.794	770.794
Agua	216.000	174.069	174.069	174.069
Aditivo	0.000	3.868	5.802	7.736
Aire	2.500	2.500	2.500	2.500
Sumatoria	2158.684	2215.470	2212.950	2210.429

Nota: Diseño de mezcla de concreto patrón y concreto autocompactante.

Interpretación del resultado.

Los diseños de la mezcla concreto patrón se realizó por método ACI 211 y para CAC ACI 237R-07. La cantidad de cemento es igual para todos. La cantidad de agregado fino para concreto patrón es menor que CAC, a medida que se

incrementa el aditivo disminuye la cantidad de finos en cuando para agregado grueso para concreto patrón es mayor y para CAC es menor, la cantidad de agua para CP es mayor y para CAC es mucho menor por factor de aditivo.

4.1.4 Resultados de volumen absoluto

Tabla 49

Determinación del volumen absoluto.

Descripción	Permisible	Calculado
Volumen de agregado grueso	28 a 32	30.697 %
Fracción de pasta	34 a 40	34.389 %
Relación a/c	0.32 a 0.45	0.45
Fracción de mortero	68 a 72	69.303 %
Contenido de cementicio	386 a 475	386.819 kg/m ³

Nota: Comparación de porcentajes del diseño.

Interpretación del resultado.

Se realizó los cálculos para diseño de concreto autocompactante y se obtuvieron los siguientes para el agregado grueso, según la norma nos permite el 50% del volumen total por lo cual se ajustó a 48% obteniendo los resultados permisibles. En relación a/c se ajustó a 0.45.

4.1.5 Resultados del ensayo en estado fresco de CAC

4.1.5.1 Resultados de flujo extensión y ensayo de T50

Tabla 50

Resultado de ensayo de flujo de asentamiento

N° de prueba	T50 (s)	Promedio T50 (s)	Tf (s)	d1 (cm)	d2 (cm)	Fluidez de Asentamiento (cm)	Promedio (cm)
aditivo 1.0%							
1	NP	NP	3.24	48.6	49.6	49.09	48.47
2	NP		3.89	47.5	48.2	47.85	
aditivo 1.5%							
1	4.32	4.29	5.81	53.8	53.5	53.66	53.53
2	4.25		5.53	52.3	54.5	53.41	
aditivo 2.0%							
1	2.89	3.22	4.35	64.8	63.5	64.15	62.48
2	3.54		4.82	62.7	58.9	60.80	

Nota: Se realizó ensayos con aditivo de 1.0%, 1.5% y 2.0%.

Interpretación del resultado.

El ensayo se realiza para medir capacidad de relleno, el ensayo flujo de extensión medí el diámetro final alcanzado y el ensayo T50 medí el tiempo que tarda en alcanzar la marca de circunferencia de 50 cm. Aditivo utilizado Sika visocrete 3330.

El ensayo con aditivo de 1.0% no procede porque no llego a 50 cm por lo cual no hay tiempo de alcance al 500 mm, con este resultado nos indica que la viscosidad demasiado alta por lo cual no cumple.

El ensayo con aditivo de 1.5% no procede porque el tiempo de alcance está dentro de permisible 4.29 pero el diámetro requerido no alcanzó su objetivo 53.53 cm. nos indica que la viscosidad alta no cumple.

El ensayo con aditivo de 2.0% es óptimo con un tiempo de alcance está dentro de permisible 3.22, con diámetro de alcance requerido de 62.48 cm. este resultado cumple con el requerimiento de autocompactante.

4.1.5.2 Resultados de los ensayos de embudo V

Tabla 51

Resultados de Ensayo de embudo en V.

Nº de prueba	Tiempo de flujo (TV) (s)	Promedio	Temperatura del ambiente (°c)	Temperatura del concreto (°c)
Aditivo 1.0%				
1	11.98	12.29	14.0	15.8
2	12.59		14.0	15.7
Aditivo 1.5%				
1	9.85	10.21	14.0	15.1
2	10.57		14.0	15.4
Aditivo 2.0%				
1	9.41	9.17	13.9	15.3
2	8.92		13.9	15.2

Nota: Se realizó ensayos con aditivo de 1.0%, 1.5% y 2.0%.

Interpretación del resultado.

El ensayo embudo en V medí capacidad de relleno en verticales con un tiempo de descarga de la mezcla. Aditivo utilizado Sika viscocrete 3330.

El ensayo con aditivo de 1.0% no procede porque el tiempo de descarga es mayor de 12.29 con este resultado nos indica que la viscosidad es alta por lo cual no cumple.

El ensayo con aditivo de 1.5% si procede porque el tiempo de alcance está dentro de permisible 10.21 con este resultado nos indica que es aceptable y cumple.

El ensayo de V-Funnel con aditivo de 2.0% es óptimo con un tiempo de alcance está dentro de permisible 9.17, con este resultado nos indica que es aceptable y cumple con el requerimiento de autocompactante.

4.1.5.3 Resultados de ensayos de embudo V a T5 minutos

Tabla 52

Resultado de ensayo de embudo en V T5.

Nº de prueba	Tiempo de flujo T5 minutos (s)	Promedio	Temperatura del ambiente (°c)	Temperatura del concreto (°c)
Aditivo 1.0%				
1	14.45	14.83	14.0	15.8
2	15.21		14.0	15.7
Aditivo 1.5%				
1	12.91	13.26	14.0	15.1
2	13.61		14.0	15.4
Aditivo 2.0%				
1	12.42	12.17	13.9	15.3
2	11.91		13.9	15.2

Nota: Se realizó ensayos con aditivo de 1.0%, 1.5% y 2.0%.

Interpretación del resultado.

El ensayo embudo en V a T5 minutos se realiza para medir resistencia a la segregación de la mezcla con un tiempo de descarga. Aditivo utilizado Sika viscocrete 3330.

El ensayo con aditivo de 1.0% no procede porque el tiempo de descarga es mayor de 2.54 con este resultado nos indica que la viscosidad es demasiado alta.

El ensayo con aditivo de 1.5% si procede porque el tiempo de alcance está dentro de permisible 3.05 con este resultado nos indica que es aceptable y cumple.

El ensayo con aditivo de 2.0% es óptimo con un tiempo de alcance está dentro de permisible 3.0, con este resultado nos indica que es aceptable y cumple con el requerimiento autocompactante.

4.1.5.4 Resultados ensayo de capacidad de paso caja L

Tabla 53

Resultados de ensayo de caja en L.

N° de prueba	T200 mm (s)	T400 mm (s)	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	Promedio
aditivo 1.0%						
1	3.61	5.81	11.7	6.5	0.56	0.56
2	3.82	5.69	13.8	7.9	0.57	
aditivo 1.5%						
1	3.46	5.61	13.6	9.4	0.69	0.74
2	3.59	5.59	13.4	10.5	0.78	
aditivo 2.0%						
1	3.12	5.31	14.2	11.7	0.82	0.83
2	3.19	5.52	13.9	11.6	0.83	

Nota: Se realizó ensayos con aditivo de 1.0%, 1.5% y 2.0%.

Interpretación del resultado.

El ensayo de caja L medí capacidad de paso con obstrucciones de tres barrillas y tiempo de alcance de 20 cm y 40 cm. Lo que se calcula es la altura h2 que es la parte delantera del equipo entre h1 que es posterior del equipo. Aditivo utilizado Sika viscoconcrete 3330.

El ensayo con aditivo de 1.0% no procede porque la altura es menor que el mínimo 0.56, este resultado nos indica que la viscosidad es demasiado alta por lo cual no cumple.

El ensayo con aditivo de 1.5% no procede porque la altura es menor que el permisible 0.74 este resultado nos indica que no es aceptable.

El ensayo con aditivo de 2.0% es óptimo con una altura de 0.83 está dentro de permisible y cumple con el requerimiento autocompactante.

Tabla 54*Margen usuales de ensayos en estado fresco de CAC.*

Método	Unidad	Mínimo	Máximo	Investigación
Flujo de asentamiento con cono	mm	550.00	650.00	62.48
Flujo de asentamiento T50	segundos	2.00	5.00	3.22
Embudo v	segundos	6.00	12.00	9.17
Embudo v a T5 min	segundos	0.00	3.00	12.17
Caja en L	(h2/h1)	0.80	1.00	0.83

Nota: Los ensayos y sus limitaciones ACI 237R y EFNARC.

Interpretación del resultado.

Los resultados obtenidos en la investigación están dentro de los rangos admisibles establecidos de la norma ACI 237R para cada método de ensayo, lo que indica que el concreto autocompactante cumple con las características deseadas en su estado fresco. Cada uno de estos ensayos proporcionan una perspectiva única sobre la capacidad de concreto para fluir y compactarse por sí mismo, sin la necesidad de vibración externa, lo que es fundamental del CAC hace la deferencia a comparación del concreto convencional.

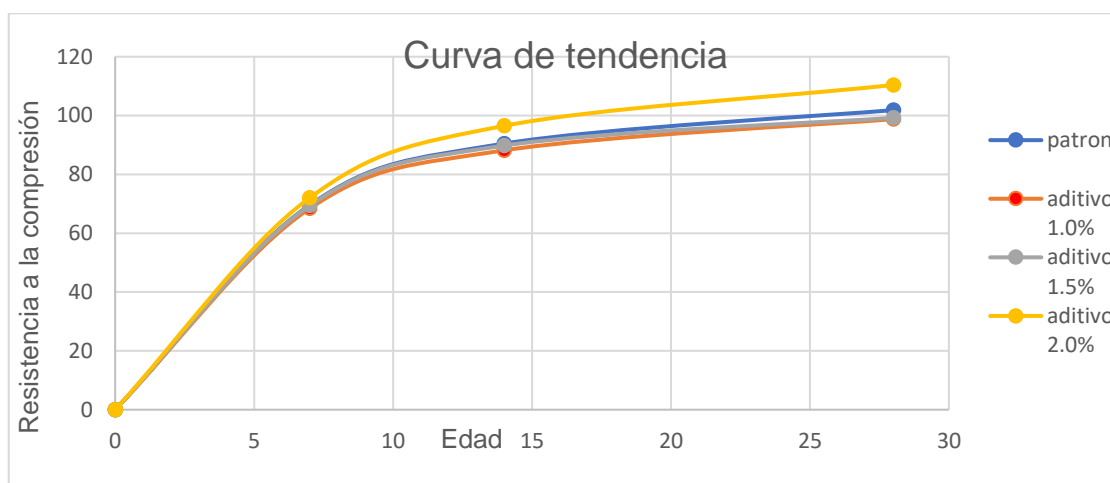
Tabla 55*Promedio de resistencia a la compresión.*

Edad (días)	Concreto Patrón		Concreto Autocompactante		
	Sin aditivo	Con aditivo 1.0%	Con aditivo 1.5%	Con aditivo 2.0%	
7	146.508	143.755	145.384	151.344	
14	189.988	185.090	188.573	202.668	
28	213.891	208.273	208.644	231.830	

Nota: Resultados de resistencia.

Figura 17

Curva de tendencia de concreto patrón y CAC.



Nota: Curva de tendencia de ensayos de resistencia del concreto Patrón y CAC.

Interpretación del resultado.

Los resultados obtenidos de concreto patrón en los 7 días un promedio de 146.508 de esfuerzo de rotura y un porcentaje de 69.77%, a los 14 días 189.988 un porcentaje de 90.47% y a los 28 días obtenido con un promedio de 213.891 de esfuerzo de rotura y un porcentaje de 101.85% logrando obtener un mayor al diseño requerido.

Los resultados del CAC con aditivo de 1.0% alcanzo a los 28 días un promedio de 208.273 y un porcentaje de 99.18% logrando obtener menor al diseño requerido.

Los resultados con aditivo de 1.5% a los 28 días, promedio de 208.644 y un porcentaje de 99.35% logrando obtener un menor al diseño requerido.

Los resultados con aditivo de 2.0% a los 7 días alcanzo 151.344 y un porcentaje de 72.07%, a los 14 días un promedio de 202.67 y un porcentaje de 96.51% y a los 28 días alcanzo 231.83 con un porcentaje de 110.40% logrando obtener un mayor al diseño requerido.

4.1.6 Resultado de prueba de hipótesis

Tabla 56

Resultado de prueba de hipótesis a los 28 días.

Concreto patrón y CAC con aditivo 1.0%		
Nivel de significancia	α	0.050
Prueba estadística	Tc	2.303
t de student	Tt	2.4469
Probabilidad asignada	p-v	0.0608
se acepta hipótesis nula		
Concreto convencional + CAC con aditivo 1.5%		
Nivel de significancia	α	0.050
Prueba estadística	Tc	2.191
t de student	Tt	2.4469
Probabilidad asignada	p-v	0.0710
se acepta hipótesis nula		
Concreto convencional + CAC con aditivo 2.0%		
Nivel de significancia	α	0.050
Prueba estadística	Tc	-7.502
t de student	Tt	2.4469
Probabilidad asignada	p-v	0.0003
se acepta hipótesis alterna		

Nota: Resultados de prueba de hipótesis.

4.1.7 Resultado de análisis de costos

4.1.7.1 Resultado de costo del diseño de la mezcla

Tabla 57

Costo del diseño de mezcla.

Grupo de Prueba	Costo Unitario(S./.)
Patrón	259.834
CAC con aditivo de 1.0%	304.266
CAC con aditivo de 1.5%	325.966
CAC con aditivo de 2.0%	347.666

Nota: Costo de materiales.

Interpretación del resultado.

La evaluación del costo de los materiales para un concreto de resistencia de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, como se observa, el concreto patrón es menor costo y para concreto autocompactante es mayor costoso, a medida que se incremente la proporción de aditivo también incrementa los precios. Concreto patrón es de s/. 259.834 y concreto autocompactante con aditivo de 1.0%, incremento de 17.09%, con aditivo

de 1.5% incremento de 25.44%, con aditivo de 2.0%, el costo por unidad de los materiales es de s/. 347.666, obteniendo un incremento de 33.79%, en comparación con concreto patrón.

4.1.7.2 Resultado de costo unitario del concreto

Tabla 58

Análisis comparativo de costo unitario.

Relación de costos	precio s/. (m3)	% de incremento
Concreto patrón $f'c = 210\text{Kg}/\text{cm}^2$ para una losa	337.719	
Concreto Autocompactante $f'c = 210\text{Kg}/\text{cm}^2$ para una losa	395.172	17.0

Nota: Resultados de colocación en las obras.

Interpretación del resultado.

Se puede apreciar la evaluación de resultado del costo unitario de materiales y hora hombre, se realizó un análisis para vaciado de losa, para concreto convencional y concreto autocompactante.

Concreto patrón, el precio del concreto premezclado ES de s/. 259.834, donde incrementa costo de hora hombre con un aumento de personal para una colocación del concreto con un incremento de s/. 337.719.

Concreto autocompactante con aditivo 2.0%, tiene un costo unitario de concreto premezclado s/. 347.666, donde incrementa con menor costo es hora hombre con un aumento de personal para una colocación de concreto un incremento de costo s/. 395.172, obteniendo un incremento de 17.0%, con respecto al costo de del concreto patrón.

4.2 DISCUSIONES



Tabla 59

Discusiones con los antecedentes

Flores 2015	Palomino 2017	Huamani 2018	Puño 2017	Aquino 2021	Investigación
Diseño de mezcla es 210kg/cm2 resistencia obtenida 166.4% a los 28 días, la cantidad de materiales utilizados cemento tipo Holcim GU con 355kg/m3, la cantidad de agregado grueso 356kg/m3 y fino 338.27kg/m3 y a/c 182.45Lt. aditivo que utilizo es EPS 2001 realizo con diferentes porcentajes lo que más desempeño con 1.50%. en costo de elaboración de mezcla 25.48% mayor que concreto patrón. Concluye con método de ACI 237R se obtiene una adecuada consistencia de la mezcla y una nula segregación de sus componentes.	Diseño de mezcla es 215kg/cm2 obtuvo una resistencia de 116 % a los 28 días, cemento que utilizo Yura IP 370 kg/m3, la cantidad de agregado grueso 583.07 kg/m3, fino 1090.09 kg/m3 y agua 175.62Lt. utilizo aditivo Sikament 290N realizo con tres diferentes porcentajes de aditivo lo cual más desempeño es 1.40%. en comparación de costo CAC resultado 6.92% mayor que concreto convencional.	Diseño de mezcla 210kg/cm2 resultado que obtuvo 222% a los 28 días los materiales utilizados cemento andino tipo I con 385.7 kg/m3, agregado grueso 848.23 kg/m3, fino 861.85 kg/m3 y agua 170.51Lt. aditivo que utilizo Viscocrete-3330 realizo con diferentes porcentajes de lo cual mejor resultó con 1.0% de aditivo. En comparación de costo de preparación de mezcla resulto más económico concreto autocompactante s/. 3.34 que concreto patrón realizo su comparación de acuerdo a la resistencia obtenida.	Diseño de mezcla para 210kg/cm2 obtuvo una resistencia a la compresión de 130%. los materiales utilizados cemento tipo IP 362.10 kg/m3, agregado grueso 1130.14 kg/m3, fino 604.60 kg/m3 y agua 126.53 Lt. Aditivo que utilizo EUCO 37 realizo 12 diseños de mezcla con diferentes porcentajes de aditivo lo mejor que desempeño con 1.60% y Microsilice de 4%. El costo de diseño es de s/. 274.483.	Diseño de mezcla para un 210kg/cm2 y obtuvo 129% los materiales utilizados cemento tipo IP 386.819 kg/m3, agregado grueso artificial 710.01 kg/m3, fino 851.99 kg/m3 y agua 216.00Lt. aditivo que utilizo Sika Viscocrete 1110 además realizo con diferentes porcentajes de aditivo lo mejor que desempeño es con 1.50% de aditivo. Diseño que realizo por dos métodos ACI 237R y EFNARC. El costo del concreto autocompactante s/. 292.31 con un incremento de 27.93%.	Diseño de mezcla se realizó por método de ACI 237R para un diseño de 210kg/cm2 como resultado se obtuvo a los 28 días 110.4%. los materiales utilizados cemento Rumi tipo IP 386.820kg/m3, agregados grueso 785.362kg/m3, fino 896.563kg/m3 y agua 177.65 Lt. Aditivo utilizado Sika Viscocrete-3330 se realizó la prueba con diferentes porcentajes de aditivo la mejor que se desempeño es con 2.0% de aditivo. El costo de la mezcla de concreto autocompactante s/. 395.172 a comparación con concreto patrón con un incremento de 17.0%.

Nota: Resultados obtenidos en la investigación, se realizó una comparación con los antecedentes.



CONCLUSIONES

- Primera:** Se determinó las proporciones óptimas del agregado y aditivo, para el agregado grueso es de 48%, con una proporción de 30.697%, fracción de pasta 34.389%, una relación agua/cemento de 0.45, un 69.303% de mortero y un contenido de cemento 386.819 kg/m³. Los ensayos en estado fresco demostraron que el concreto cumple con todas las exigencias para ser considerado autocompactante con aditivo Sika Viscocrete 3330 de 2.0% por la cantidad del cemento.
- Segunda:** Se evaluó las propiedades de autocompactabilidad de la mezcla para caracterizar un concreto autocompactante. Los resultados de los ensayos muestran Slump Flow con diámetro de 62.48 cm y un tiempo de 3.22 seg., V - Funnel con un tiempo de 9.17 seg, V – Funnel T5 con un tiempo 12.17 seg y L-Box con un promedio de altura 0.83. todos estos resultados se obtuvieron con un 2.0% de aditivo en la mezcla.
- Tercera:** Se contrastó las diferencias de resistencia a la compresión del concreto autocompactante y concreto patrón, se obtiene a los 7 días (72.07% frente a 69.77%), a los 14 días (96.51% frente a 90.47%) y a los 28 días (110.40% frente a 101.85%). Estos resultados indican que el concreto autocompactante tiene un mejor desempeño, favorable y beneficioso en comparación con el concreto convencional.
- Cuarta:** Se determinó el costo estimado del concreto autocompactante con un aditivo del 2.0% fue de S/. 347.666, y concreto patrón de S/. 259.861. Sin embargo, se observó una variación en el costo de la colocación del



concreto, donde el concreto convencional tuvo un costo de S/. 337.747, mientras que el concreto autocompactante un costo de S/. 395.172, con una diferencia del 17%. Estos resultados sugieren que, concreto autocompactante puede tener un costo inicial más alto y disminuye significativa en el costo de mano de obra durante la colocación.



RECOMENDACIONES

- Primera:** Se recomienda realizar los diseños de mezcla por métodos EFNARC este método está reconocido internacionalmente y son aceptados en la industria de la construcción y estructuras de viviendas.
- Segunda** Se recomienda utilizar agregados artificiales en lugar de cantos rodados, ya que estos últimos pueden presentar variaciones en su forma y tamaño, lo que podría afectar la consistencia y las propiedades del concreto autocompactante.
- Tercera:** Se recomienda considerar la utilización de diferentes aditivos para el concreto autocompactante, ya que podría resultar en una solución más económica. La selección cuidadosa de aditivos puede ayudar a mejorar las propiedades del concreto, como la fluidez y la resistencia.
- Cuarta:** Se recomienda utilizar cemento tipo HS, especialmente en zonas donde se presenta presencia de salitres. Este tipo de cemento ofrece una mayor resistencia a la infiltración de sales, lo que ayuda a proteger las estructuras de concreto contra los efectos corrosivos de los salitres, prolongando así su vida útil y reduciendo la necesidad de mantenimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abando Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto* (Segunda Edición).
- ACI-237R-07. (2007). *ACI 237R 07 Self Consolidating Concrete*.
<https://vdocuments.mx/aci-237r-07-self-consolidating-concrete-1.html>
- ACI-237R-07. (2019). *ACI PRC-237-07 Concreto autocompactante*.
[https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=23707&Format=DOWN
LOAD&Language=English&Units=US_AND_METRIC](https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=23707&Format=DOWNLOAD&Language=English&Units=US_AND_METRIC)
- Aquino Carreon, H. S. (2021). Análisis de la resistencia de concretos autocompactantes con agregados artificiales para $f'c=210$ kg/cm², $f'c=280$ kg/cm², $f'c=315$ kg/cm² en Puno 2018. *Universidad Nacional del Altiplano*.
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/15449>
- argos, luz verde. (2018). *Concreto autocompactante*. [https://neufert-
cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/6996/Ficha_T%C3%A9cnica.pdf](https://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/6996/Ficha_T%C3%A9cnica.pdf)
- Asocem. (2015, julio 17). *El Cemento y el Medio Ambiente*. Asocem.
<http://www.asocem.org.pe/productos-a/el-cemento-y-el-medio-ambiente>
- Benavides Rea, J. F. (2016). *Diseño de hormigón autocompactante para estructuras de agua potable y alcantarillado* [Quito / UIDE / 2016].
<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1182>
- Bermejo Núñez, E. (2009). *Dosificación, Propiedades y Durabilidad en Hormigón Autocompactante Para Edificación* [Doctoral Tesis, Universidad Politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/1733/1/ESTER_B_BERMEJO_NUNEZ.pdf
- CEMEX. (2019). *¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?* | *CEMEX Peru*. [https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-
resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-](https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-)



- Cruzado de la Cruz, H. Y., & Rivera Chuñe, B. (2019). Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas. *Universidad Nacional de Trujillo*.
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13159>
- EFNARC. (2002). *Especificaciones y directrices para el Hormigón autocompactable—HAC*. www.efnarc.org
- Fernández Canovas, M. (2011). *Hormigón*. colegio de ingenieros de caminos canales y puertos.
- Flores Cornejo, B. A. (2015). *Hormigón autocompactante*. [bachelorThesis, Quito: UCE]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4482>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. paulina. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.
<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Huamaní Huaranca, I. (2018). *Concreto autocompactante: Diseño, beneficios y consideraciones básicas para su uso en la ciudad de Ayacucho*.
https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3259/1/TESIS%20CIV501_Hua.pdf
- Martínez Albornoz, G. (2019, agosto 13). Concreto Autocompactante. —Dile ¡Adiós al vibrado! —Innovación. *Ingeniería y Construcción Colombia*.
<https://www.ingenieriaconstruccioncolombia.com/concreto-autocompactante/>
- Martínez Argüello, L. (2000). *Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.*
<https://www.imcyc.com/revista/2000/dic2000/concreto.htm>
- National Ready Mixed Concrete Association. (2000). CIP 37—Concreto Autocompactante (CAC). Maryland: NRMCA. *studylib.es*.
<https://studylib.es/doc/5240636/cip-37---concreto-autocompactante--cac->



- NTP 339.088. (2019). *Norma Técnica Peruana NTP 339.088*. INACAL.
<https://pdfcoffee.com/ntp-339088-aguas-5-pdf-free.html>
- Okamura, H., & Ouchi, M. (1999). *Self-compacting concrete. Development, present use and future*.
- Palomino Román, J. H. (2017). Estudio comparativo en la autoconstrucción de edificaciones utilizando concreto autocompactante con la incorporación de aditivo superplastificante frente al concreto convencional realizados en la ciudad de Abancay. *Universidad Tecnológica de los Andes*.
<https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/101>
- Pasquel, E. (1998). *Temas de Tecnología de Concreto en el Perú*.
https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru
- Pérez Villar, C. G. (2015). *Influencia del Aditivo Sika visco crete 3330 en la Durabilidad del Concreto Autocompactante Elaborado con Cemento*.
<https://repositorio.unc.edu.pe>
- Puño Quispe, U. (2017). *Determinación y evaluación de costos y beneficios del concreto autocompactante en los elementos estructurales de una edificación en la ciudad de Juliaca—2017*.
<https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/2281>
- SIKA. (2019). *Sika® ViscoCrete®-3330*. 3.
- Silva, Y., & Delvasto, S. (2018). *Concreto autocompactante con materiales cementicios suplementarios de Colombia*.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/101329?show=full>
- Supo, J. (2012). *José supo investigación metodología de la investigación—Seminarios de Investigación Científica—Studocu*. <https://www.studocu.com/es->



mx/document/centro-de-estudios-e-investigaciones-de-
bioetica/investigacion/jose-sup0-investigacion-metodologia-de-la-
investigacion/17183644

Tutikian, B. F., & Dal Molin, D. C. (2008). Concreto auto-adensável. *São Paulo: PINI*.
[https://www.academia.edu/download/51877932/Bernardo_F._Tutikian_-
_Concreto_Auto-adensavel.pdf](https://www.academia.edu/download/51877932/Bernardo_F._Tutikian_-_Concreto_Auto-adensavel.pdf)

Walhoff Tello, G. M. (2017). Influencia del vidrio molido en la resistencia a la
compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto
convencional, Barranca-2016. *Universidad Nacional Santiago Antúnez de
Mayolo*. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2120>



ANEXOS



Matriz de consistencia

Propuesta De Diseño De Concreto Autocompactante Para Uso En Construcción De Edificios Multifamiliares En Juliaca						
Título	Propuesta De Diseño De Concreto Autocompactante Para Uso En Construcción De Edificios Multifamiliares En Juliaca					
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores			Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables independientes	Dimensiones	Indicadores	Tipo de investigación:
¿Cuál es la mejor propuesta de diseño óptimo de la mezcla para el concreto autocompactante en la construcción de viviendas multifamiliares en Juliaca?	Elaborar una propuesta de diseño óptimo de la mezcla para el concreto autocompactante en la construcción de viviendas multifamiliares en Juliaca.	Al elaborar un diseño de mezcla de concreto autocompactante con diferentes dosificaciones, se logrará una mezcla que cumpla con los requisitos de autocompactabilidad.	Diseño de Concreto Autocompactante.	Características propias del concreto autocompactante.	ACI 237R – 07	de Aplicada Diseño de Experimental Nivel de Aplicativo Enfoque: cuantitativo Población: Diseño de Concreto Muestra: La muestra está conformada por 4 diseños de mezcla, diseño patron sin aditivo y 3 diseños de mezcla con aditivo de 1.0%, 1.5% y 2.0%. Técnica: Observación directa Instrumento de investigación:
Problema específico	Objetivo específico	Hipótesis específico				
¿Cuáles son las proporciones óptimas de los agregados y aditivo para lograr una mezcla de concreto autocompactante?	Determinar las proporciones óptimas de los agregados y aditivo para lograr una mezcla de concreto autocompactante.	Las dosificaciones óptimas para agregado grueso serán de 50%, fino 50% y aditivo de 1% para el concreto autocompactante.	Agregados.	Agregado grueso Agregado fino Agua. Cemento.	Granulometría Relación agua/cemento	
			Sika Viscocrete-3330	Porcentaje de aditivo 1.0%, 1.5% y 2.0%.	Ficha técnica del aditivo.	
¿Cuáles son las propiedades de autocompactabilidad de la mezcla del	Evaluar las propiedades de autocompactabilidad de la mezcla del	las propiedades afectan la capacidad del concreto para fluir y llenar de manera uniforme sin	Ensayos del concreto en estado fresco	Capacidad de paso Capacidad de relleno Resistencia a la segregación.	Ensayos: Escurrecimiento Embudo en V, T5 y Caja en L	



concreto autocompactante?	concreto autocompactante.	segregación, lo que puede ser crucial para garantizar la calidad y la eficacia del concreto autocompactante.				Normas técnicas vigentes Fichas de ensayos experimentales.
¿Cuál son las diferencias en la resistencia a la compresión entre el concreto autocompactante y el concreto convencional?	Contrastar las diferencias en la resistencia a la compresión entre el concreto autocompactante y el concreto convencional.	Se obtendrá mejor resultados en la resistencia a la compresión en el concreto autocompactante a diferencia del concreto convencional.	Resistencia a la compresión.	Concreto patrón. Concreto autocompactante	Ensayo de Resistencia a Compresión NTP 339.034.	Método de análisis de datos: Estadística con el apoyo del software Microsoft Excel y Word
¿Cuál es el costo estimado en la elaboración del concreto autocompactante?	Determinar el costo estimado de la elaboración del concreto autocompactante.	Existe una diferencia significativa en el costo de elaboración de concreto autocompactante es de mayor costo a comparación del diseño de concreto convencional.	Costo por m ³ de concreto	Análisis de costo unitario (m ³).	Precio de materiales. Costo hora hombre.	



Operacionalización de variables

Variables	Definición teórica	Definición operativa	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variables independientes	Es un proceso que implica la selección de los materiales y la dosificación adecuada para producir una mezcla de concreto que pueda fluir libremente, llenar completamente el encofrado y compactarse por sí sola, sin la necesidad de vibración.(Martínez Albornoz, 2019)	El diseño implica práctico y técnico para desarrollar una mezcla de concreto con propiedades autocompactantes que cumplan con los requisitos específicos	Dosificación optima	Diseño de mezcla autocompactante	ACI 237R-07
Diseño de concreto autocompactante			Aditivo	Plastificante	Sika ViscoCrete-3330
			Fluidez	Capacidad de relleno	Flujo de asentamiento Embudo V
				Capacidad de paso	Anillo J Caja L
				Resistencia a la segregación	Embudo V a T5 minutos
Agregados fino y grueso	Granulometría	NTP 400.037			
Variables Dependientes	La resistencia a la compresión es una propiedad mecánica fundamental de los materiales, incluido el concreto, que mide su capacidad para resistir fuerzas de compresión antes de sufrir deformaciones permanentes o fracturas.	Este procedimiento proporciona una medida objetiva de la resistencia a la compresión del concreto y es fundamental en la evaluación de la calidad del concreto.	La resistencia a la compresión se expresa en unidades de presión, como MPa o kg/cm ²	Resistencia a la compresión	Ensayo de resistencia a compresión NTP 339.034
Resistencia a la compresión					
Costos por m ³	Se enfoca en sus contribuciones para optimizar costos a través de una construcción más eficiente y la disminución del mano de obra.	Análisis de elaboración, transporte y colocación del concreto.	presupuesto	Análisis de costo unitario	Hora hombre. Costo de materiales.



ACI 237R-07

Emerging Technology Series

Self-Consolidating Concrete

Reported by ACI Committee 237



American Concrete Institute®

Nota: ficha técnica de concreto autocompactante utilizado para la investigación.



EFNARC
"achieving the highest standards"

Especificaciones y directrices
para el
Hormigón autocompactable - HAC

Febrero de 2002

EFNARC, Association House, 99 West Street, Farnham, Surrey GU9 7EN, UK

Tel.: +44 (0)12525 739147 Fax: +44 (0)1252 739140 www.efnarc.org

ISBN 0 9539733 7 9

© EFNARC 2003



FICHA TÉCNICA 2022 / V.1

IP CEMENTO RUMI

Alta Durabilidad

DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO CLÁSICO DE ALTA DURABILIDAD

RUMI IP es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

DURABILIDAD

"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS	CEMENTO RUMI TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)			6.00 Máx.			
SO ₃ (%)	1.5 a 3.0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 4.0		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm ³)	2.75 a 2.85		-			
Expansión en autoclave (%)	0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx			
Resistencia a la compresión	Kgf/cm ²	MPa	Kgf/cm ²	MPa	Kgf/cm ²	MPa
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Min	13	122 Min	12Min
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Min	20	194 Min	19 Min
28 días	306 a 340	30 a 33.3	255 Min	25	-	-
Resistencia a los sulfatos	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0.04		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.05		0.10 Máx			

RUMI

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® ViscoCrete®-3330

ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE DE ALTO RANGO PARA CLIMAS FRÍOS

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para climas fríos y/o se necesita altas resistencias a tempranas edades.

USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra y concreto premezclado.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
 - Concreto pre-fabricado.
 - Acelera la fragua del concreto.
 - Para concretos de pavimentos tipos Fast Track, concretos de pronta puesta en servicio.
 - Concreto para climas fríos.
 - Concreto con alta reducción de agua (hasta 30%)
 - Es adecuado para concreto bajo agua, sistemas Tremie. (la relación agua material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)
 - Concreto de alta resistencia.
 - Concreto autocompactante.
- El alto poder reductor de agua, la excelente fluidez y el corto tiempo de fraguado con altas resistencias tempranas tienen una influencia positiva en las aplicaciones antes mencionadas

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® ViscoCrete®-3330 actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia)
- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
- Adecuado para la producción de concreto autocompactante.
- Incrementa las altas resistencias iniciales (producción de prefabricados)
- Alta impermeabilidad
- Menor relación agua – cemento la impermeabilidad.
- Aumenta la durabilidad del concreto.
- Reduce la exudación y segregación.
- Aumenta la cohesión del concreto.
- Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Comportamiento mejorado de contracción y deslizamiento.
- Reduce la carbonatación del concreto

Sika® ViscoCrete®-3330 no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con la norma ASTM C-494 tipo F y ASTM C-1017 tipo I

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques

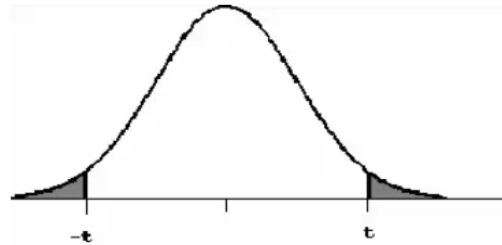
- Granel x 1 L
- Cilindro x 200 L
- Dispenser x 1,000 L

Hoja De Datos Del Producto
Sika® ViscoCrete®-3330
Junio 2019, Versión 01.01
021301011000000179

1 / 3

Tabla de la distribución t

Tabla de cuantiles de la distribución t de Student



- (a) El área de las dos colas está sombreada en la figura.
- (b) Si H_A es direccional, las cabeceras de las columnas deben ser divididas por 2 cuando se acota el P-valor.

gl	ÁREA DE DOS COLAS						
	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001	0,0001
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619	6366,198
2	1,886	2,920	4,303	6,695	9,925	31,598	99,992
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924	28,000
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610	15,544
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869	11,178
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959	9,082
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408	7,885
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041	7,120
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781	6,594
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587	6,211
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437	5,921
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318	5,694
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221	5,513
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140	5,363
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073	5,239
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015	5,134
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965	5,044
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922	4,966
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883	4,897
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850	4,837
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819	4,784
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792	4,736
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767	4,693
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745	4,654
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725	4,619
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707	4,587
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690	4,558
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674	4,530
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659	4,506
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646	4,482
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551	4,321
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460	4,169
100	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626	3,390	4,053
140	1,288	1,656	1,977	2,353	2,611	3,361	4,006
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291	3,891



Nota: Cuarteo de agregado fino.



Nota: Muestra del agregado grueso.



Nota: Obtención de muestra saturada seca.



Nota: Mezcla con aditivo de 1.0%.



Nota: Optimo de mezcla con 2.0% de aditivo.



Nota: Temperatura del concreto fresco.



Nota: Slump del concreto patrón.



Nota: Cantidad de muestras realizadas.



Nota: Briquetas ya roturadas.



ANEXO
RESULTADOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS

MULTIFAMILIARES EN JULIACA

SOLICITANTE : Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

CANTERA : ISLA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

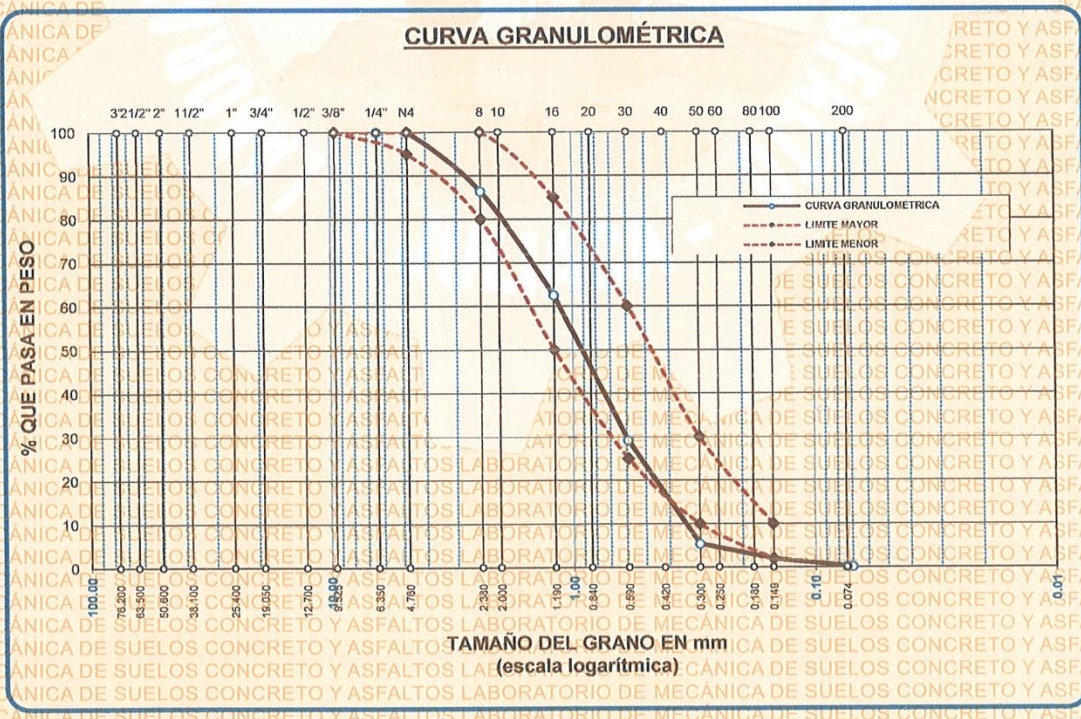
FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2023

ARENA

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 3.15
No8	2.380	68.00	13.60	13.60	86.40		
No10	2.000					50 - 85 %	
No16	1.190	119.30	23.86	37.46	62.54		
No20	0.840					25 - 60 %	
No30	0.590	167.00	33.40	70.86	29.14		
No40	0.420					10 - 30 %	
No 50	0.300	118.60	23.72	94.58	5.42		
No60	0.250					2-10%	
No80	0.180						
No100	0.149	17.20	3.44	98.02	1.98		
No200	0.074	9.20	1.84	99.86	0.14		
BASE		0.70	0.14	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
%PERDIDA		0.14					

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

B. N° 006-00281041



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA

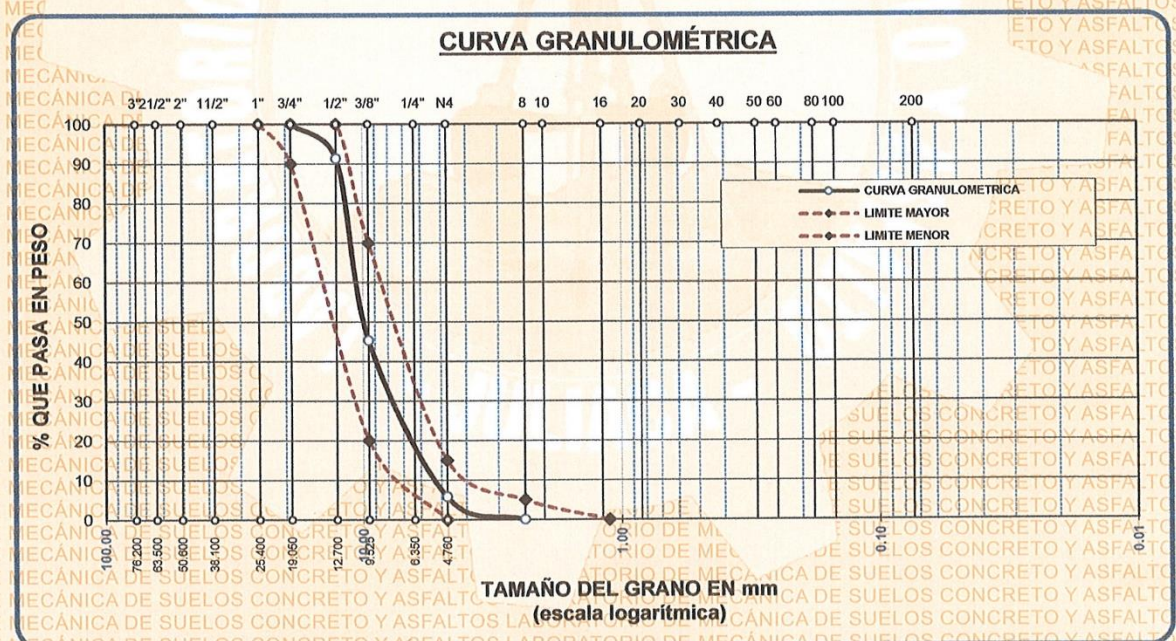
SOLICITANTE : Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

CANTERA : ISLA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 2500 gr. Tamaño máx. nominal = 1/2" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	40 - 70 %	
1/2"	12.700	218.28	8.73	8.73	91.27		
3/8"	9.525	1149.99	46.00	54.73	45.27		
1/4"	6.350						
No4	4.760	988.35	39.53	94.26	5.74	0 - 15 %	
No8	2.380	142.98	5.72	99.98	0.02	0 - 10 %	
BASE		0.40	0.02	100.0	0.0		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA		0.02					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

B. N° 006-00281041



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA

SOLICITANTE : Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

CANTERA : ISLA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2023

MUESTRA : ARENA	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	311.80
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	303.60
PESO DEL TARRO (gr.)	50.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	261.80
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	253.60
PESO DEL AGUA (gr.)	8.20
% HUMEDAD	3.23

MUESTRA : GRAVA	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	360.60
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	354.90
PESO DEL TARRO (gr.)	53.10
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	307.50
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	301.80
PESO DEL AGUA (gr.)	5.70
% HUMEDAD	1.89

OBSERVACIONES:
 * LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257

B. N° 006-00281041



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDA MULTIFAMILIARES EN JULIACA

SOLICITANTE : Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

CANTERA : ISLA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5615.00 gr	5615.00 gr	5615.00 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2064.98 gr	2064.98 gr	2064.98 gr
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	8851.00 gr	8859.00 gr	8862.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3236.00 gr	3244.00 gr	3247.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.567 gr/cm ³	1.571 gr/cm ³	1.572 gr/cm ³
PROMEDIO	1.570 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5615.00 gr	5615.00 gr	5615.00 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2064.98 gr	2064.98 gr	2064.98 gr
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9074.00 gr	9095.00 gr	9084.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3459.00 gr	3480.00 gr	3469.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.675 gr/cm ³	1.685 gr/cm ³	1.680 gr/cm ³
PROMEDIO	1.680 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.I.C.P. - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres
E.P. 103257

B. N° 006-00281041



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA

SOLICITANTE : Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

CANTERA : ISLA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7996.00 gr	7996.00 gr	7996.00 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3168.26 gr	3168.26 gr	3168.26 gr
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12746.00 gr	12699.00 gr	12730.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4750.00 gr	4703.00 gr	4734.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.499 gr/cm ³	1.484 gr/cm ³	1.494 gr/cm ³
PROMEDIO		1.493 gr/cm ³	

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7996.00 gr	7996.00 gr	7996.00 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3168.26 gr	3168.26 gr	3168.26 gr
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13094.00 gr	13072.00 gr	13085.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5098.00 gr	5076.00 gr	5089.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.609 gr/cm ³	1.602 gr/cm ³	1.606 gr/cm ³
PROMEDIO		1.606 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

B. N° 006-00281041



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA

SOLICITANTE : Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

CANTERA : ISLA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2023

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
					A	-Peso de muestra seca al horno <u>485.80</u>
					B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
					Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1311.00</u>
					W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1610.00</u>
					PESO ESPECÍFICO	
					Wc+B =	<u>1811</u> Wc+B-W = <u>201</u>
					Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500.00}{1610.00 - 1311.00} = 2.49 \text{ gr/cm}^3$
					ABSORCIÓN	
					B =	<u>500.00</u> B-A = <u>14.20</u>
					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{14.20 \times 100}{500.00} = 2.92 \%$
Mf = MÓDULO DE FINEZA						

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra seca al horno <u>779.00</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	0	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1311.00</u>
3/4"	0	0.00	0.00	100.00	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1792.40</u>
1/2"	218	8.73	8.73	91.27	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	1150	46.00	54.73	45.27	Wc+B =	<u>2111</u> Wc+B-W = <u>319</u>
1/4"					Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800.00}{1792.40 - 1311.00} = 2.51 \text{ gr/cm}^3$
N° 4	988	39.53	94.26	5.74	ABSORCIÓN	
N° 8	143	5.72	99.98	0.02	B =	<u>800.00</u> B-A = <u>21.00</u>
FONDO	0.40	0.02	100.00	0.00	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{21.00 \times 100}{800.00} = 2.70 \%$
SUMA	2500.00	100.00				
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

B. N° 006-00281041



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA

SOLICITANTE : Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

CANTERA : ISLA

CON ADITIVO : 2.0%

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DEL 2023

Proceso de diseño:

Normas ACI 237R-07.

Para la dosificación de concreto autocompactante (CAC) por método comité ACI 237R-07 fue adoptado y publicado en 2007, American Concrete Institute. Se complementa la práctica estándar para seleccionar proporciones para mezclas de concreto como se analiza en ACI 211.1.

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$.

Las condiciones de colocación permiten un flujo de asentamiento de 22" a 26" (550 mm a 650 mm).

Dado el agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación de diámetro de: $\frac{1}{2}$ " (1.27mm). Se optó categoría I (Agregado con tamaño máximo nominal $\geq \frac{1}{2}$ ").

Además, se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO:

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO FINO (ARENA)	AGREGADO GRUESO (GRAVA)
Cantera	Isla	Isla
Módulo de finura	3.15	6.49
Peso específico	2487.56	2510.99
Peso unitario suelto	1570.16	1492.62
Peso unitario varillado	1680.08	1605.82
Contenido de humedad	3.23	1.89
Porcentaje de absorción	2.92	2.7

Los cálculos aparecerán únicamente en esquema.

- Determinar el valor del flujo de extensión
Se determinó de acuerdo a la tabla de ACI 237R-07, se eligió nivel de refuerzo, alto y flujo de asentamiento 550mm a 650mm.
- El asentamiento dado es de 22" a 26" (550 mm a 650 mm).



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257

B. N° 006-00281041



- Se usará el agregado disponible en la localidad, Cuya graduación de diámetro de: 1/2" (1.27mm).
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, se puede apreciar una cantidad de 216 Lt/m³.
- Contenido de aire para un tamaño máximo nominal de 1/2", contenido de aire atrapado es de 2.5%.
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, la relación agua/cemento (a/c) será de: 0.5584
- Contenido del cemento según los cálculos obtenidos de los ítems 4 y 6 el requerimiento de cemento será de:

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{216 \text{ kg/cm}^2}{0.5584}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 386.82 \text{ kg/m}^3$$

Cemento por bolsas (42.5kg)

$$\text{Contenido de cemento por bolsa} = 386.82/42.5$$

$$\text{Contenido de cemento por bolsa} = 9.102 \text{ bol/m}^3$$

- Ajuste de relación- cemento a/c dado el mayor valor 0.45.
- De acuerdo al diseño de autocompactante por método AC1 237R-07, con la recomendación y las características, peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado 1605.82 kg/m³ y un tamaño máximo nominal del agregado grueso 1/2" (1.27mm) se recomienda el uso de: 0.48% m³ de agregado grueso por m³ de concreto.

$$0.48 * 1605.82 = 770.794 \text{ kg/m}^3$$

- Seleccionar aditivo, se elegio de acuerdo a la ficha técnicas del Sika Visconcrete 3330 recomendado esta 1% a 2%, para los cálculos se empleará 2.0% del aditivo.
- Una vez determinada las cantidades de agua, cemento, agregados grueso y aire atrapado. La cantidad de los materiales se determina en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Volumen de cemento	386.82	2810	0.138	m ³
Volumen de agua	174.069	1000	0.174	m ³
Volumen de aire	2.5	100	0.025	m ³
Volumen de agregado grueso	770.794	25110.99	0.307	m ³
Volumen de aditivo	7.736	1080	0.007	m ³
Volumen sub total			0.651	m ³

Volumen absoluto de arena.

$$\text{Volumen de A. Fino} = 1 - \text{volumen de (cemento + agua + aire + a. grueso + aditivo)}$$

$$\text{Volumen de A. Fino} = 1 \text{ m}^3 - 0.651 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de A. Fino} = 0.349 \text{ m}^3$$

Contenido del agregado fino.

$$\text{Contenido de A. Fino (kg)} = \text{Volumen de A. Fino} \times \text{Peso específico}$$

$$\text{Contenido de A. Fino (kg)} = 0.349 \times 2487.56$$

$$\text{Contenido de A. Fino (kg)} = 868.510 \text{ kg/m}^3$$

UNIVERSIDAD ANTONIO NESTOR CACERES VELASQUEZ
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA

Mgtr. Arnoldo Yana Torres
CIP. 103257

B. N° 006-00281041



12. Dosificación de la mezcla en peso en estado seco.

DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA EN PESO EN ESTADO SECO		
Materiales	Peso (kg)	m ³
Cemento	386.820	0.138
Agregado fino	868.510	0.349
Agregado grueso	770.794	0.307
Agua	174.069	0.174
Aditivo	7.736	0.007
Aire	2.500	0.025
TOTAL	2210.429	1.000

13. Determinación de volumen absoluto.

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	
Volumen de agregado grueso	30.697 %
Fracción de cemento	34.389 %
Relación a/c	0.45
Fracción de cemento	69.303 %
Contenido de cemento	386.820 kg/m ³

14. De acuerdo a los ensayos de laboratorio se tiene % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados.

Corrección por humedad del agregado fino y grueso.

CORRECCIÓN POR HUMEDAD		
Agregado fino	896.563	kg/m ³
Agregado grueso	785.362	kg/m ³

15. Aporte de agua a la mezcla, la cantidad de agua efectiva.

Aporte de agua del agregado fino y grueso.

APORTE DE AGUA A LA MEZCLA	
Agregado fino	2.779 Lt.
Agregado grueso	-6.361 Lt.
Total, de aporte de agua	-3.582 Lt.

Agua efectiva en la mezcla.

AGUA EFECTIVA EN LA MEZCLA	
Agua efectiva	177.651 Lt.
a/c efectiva	0.46 Lt.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN CABRER
FCP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00281041



DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA

DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA EN PESO CORREGIDO		
Materiales	Peso (kg)	Proporción
Cemento	386.820	1.000
Agregado fino	896.563	2.318
Agregado grueso	785.362	2.030
Agua	177.651	19.519
Aditivo	7.736	0.020
Aire	2.500	0.025
TOTAL	2256.632	

DOSIFICACIÓN POR PESO PARA UNA BOLSA DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO PARA UNA BOLSA DE CEMENTO (42.5 kg)		
Materiales	Peso (KG)	Volumen m ³
Cemento	42.500 kg	0.01512
Agregado fino	98.506 kg	0.00093
Agregado grueso	86.288 kg	0.03436
Água	19.519 kg/bol	0.01952
Aditivo	0.850 kg/bol	0.00079
Aire	0.025 %	0.02500
TOTAL	247.687 kg	0.09573

RECOMENDACIONES

* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G

OBSERVACIONES

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.


 Mgt. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257


 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 UNIVERSIDAD ANTONIO NESTOR CÁCERES VELASQUEZ
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 JULIACA

B. N° 006-00281041



TESIS UANCV



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - FICA

AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)

RESULTADOS

ORDEN DE SERVICIO

2023

Solicitante : FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA DNI: 70465739

Contacto : FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

E-mail: fredybenditahuaraya@gmail.com

Tel.: 938 333 632

FECHA: 27 DE NOVIEMBRE DE 2023

Gracias por su preferencia



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - FICA
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)

PROYECTO	: PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA
SOLICITANTE	: FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA DNI: 70465739
UBICACIÓN	: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
FECHA DE ENSAYO	: 27 DE NOVIEMBRE DE 2023

ENSAYO DE FLUJO DE ASENTAMIENTO Y MEDIDA DEL T50 (SLUMP FLOW)
CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
ASTM C 1611

ENSAYO DE FLUJO DE ASENTAMIENTO Y MEDIDA DEL T50 (SLUMP FLOW) - ADITIVO 1.0%									
Nº de prueba	T50 (s)	Promedio T50 (s)	Tf (s)	d1 (mm)	d2 (mm)	Fluidez de Asentamiento (mm)	Promedio (mm)	Temperatura del ambiente (°C)	Temperatura del concreto (°C)
1	n.p.	0.00	3.24	48.6	49.6	49.10	48.48	14.0	15.8
2	n.p.		3.89	47.5	48.2	47.85		14.0	15.7

n.p.: No procede

ENSAYO DE FLUJO DE ASENTAMIENTO Y MEDIDA DEL T50 (SLUMP FLOW) - ADITIVO 1.5%									
Nº de prueba	T50 (s)	Promedio T50 (s)	Tf (s)	d1 (mm)	d2 (mm)	Fluidez de Asentamiento (mm)	Promedio (mm)	Temperatura del ambiente (°C)	Temperatura del concreto (°C)
1	5.32	5.79	5.81	53.8	53.5	53.65	53.53	14.0	15.1
2	6.25		6.53	52.3	54.5	53.40		14.0	15.4

ENSAYO DE FLUJO DE ASENTAMIENTO Y MEDIDA DEL T50 (SLUMP FLOW) - ADITIVO 2.0%									
Nº de prueba	T50 (s)	Promedio T50 (s)	Tf (s)	d1 (mm)	d2 (mm)	Fluidez de Asentamiento (mm)	Promedio (mm)	Temperatura del ambiente (°C)	Temperatura del concreto (°C)
1	2.89	3.22	4.35	64.8	63.5	64.15	62.48	13.9	15.3
2	3.54		4.82	62.7	58.9	60.80		13.9	15.2

OBSERVACIONES:

- Los materiales (agregados, cemento, aditivo) fueron proporcionados al Laboratorio de Contrucciones FICA por el solicitante.
- La docificación de materiales y/o diseño de mezclas fue proporcionada al Laboratorio de Contrucciones FICA por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO CONSTRUCCIONES - FICA

Ing. Mg. GINO F. LAQUE CORDO
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - FICA
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)

PROYECTO	: PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA
SOLICITANTE	: FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA DNI: 70465739
UBICACIÓN	: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
FECHA DE ENSAYO	: 27 DE NOVIEMBRE DE 2023

**ENSAYO PARA DETERMINAR LA FLUIDEZ DEL CAC MEDIANTE EMBUDO EN V (V - FUNNEL)
CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
EN 12350 - 9**

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL EMBUDO EN V (V-FUNNEL) - ADITIVO 1.0%				
Nº de prueba	Tiempo de flujo (TV) (s)	Promedio	Temperatura del ambiente (°c)	Temperatura del concreto (°c)
1	11.98	12.29	14.0	15.8
2	12.59		14.0	15.7

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL EMBUDO EN V (V-FUNNEL) - ADITIVO 1.5%				
Nº de prueba	Tiempo de flujo (TV) (s)	Promedio	Temperatura del ambiente (°c)	Temperatura del concreto (°c)
1	9.85	10.21	14.0	15.1
2	10.57		14.0	15.4

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL EMBUDO EN V (V-FUNNEL) - ADITIVO 2.0%				
Nº de prueba	Tiempo de flujo (TV) (s)	Promedio	Temperatura del ambiente (°c)	Temperatura del concreto (°c)
1	9.41	9.17	13.9	15.3
2	8.92		13.9	15.2

OBSERVACIONES:

- Los materiales (agregados, cemento, aditivo) fueron proporcionados al Laboratorio de Contruccionen FICA por el solicitante.
- La docificación de materiales y/o diseño de mezclas fue proporcionada al Laboratorio de Contruccionen FICA por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO CONSTRUCCIONES EPIC
[Signature]
Ing. Mg. GINO F. LAQUE CORDO
JEFE DE LABORATORIO



PROYECTO	: PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA
SOLICITANTE	: FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA DNI: 70465739
UBICACIÓN	: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
FECHA DE ENSAYO	: 27 DE NOVIEMBRE DE 2023

**ENSAYO PARA DETERMINAR LA FLUIDEZ DEL CAC MEDIANTE EMBUDO EN V (V - FUNNEL)
T 5 MINUTOS
CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
EN 12350 - 9**

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL EMBUDO EN V T5MINUTOS (V-FUNNEL) - ADITIVO 1.0%				
Nº de prueba	Tiempo de flujo T5minutos (s)	Promedio	Temperatura del ambiente (°c)	Temperatura del concreto (°c)
1	14.45	14.83	14.0	15.8
2	15.21		14.0	15.7

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL EMBUDO EN V T5MINUTOS (V-FUNNEL) - ADITIVO 1.5%				
Nº de prueba	Tiempo de flujo T5minutos (s)	Promedio	Temperatura del ambiente (°c)	Temperatura del concreto (°c)
1	12.91	13.26	14.0	15.1
2	13.61		14.0	15.4

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL EMBUDO EN V T5MINUTOS (V-FUNNEL) - ADITIVO 2.0%				
Nº de prueba	Tiempo de flujo T5minutos (s)	Promedio	Temperatura del ambiente (°c)	Temperatura del concreto (°c)
1	12.42	12.17	13.9	15.3
2	11.91		13.9	15.2

OBSERVACIONES:

- Los materiales (agregados, cemento, aditivo) fueron proporcionados al Laboratorio de Contruccionen FICA por el solicitante.
- La docificación de materiales y/o diseño de mezclas fue proporcionada al Laboratorio de Contruccionen FICA por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO CONSTRUCCIONES - EPIC
[Signature]
Ing. Mg. GINO F. LAQUE CORDO
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - FICA
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)

PROYECTO	: PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA
SOLICITANTE	: FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA DNI: 70465739
UBICACIÓN	: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
FECHA DE ENSAYO	: 27 DE NOVIEMBRE DE 2023

**ENSAYO PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD Y LA RESISTENCIA AL BLOQUEO DEL CAC MEDIANTE CAJA EN L (L - BOX)
CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
EN 12350 - 10**

ENSAYO PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD Y LA RESISTENCIA AL BLOQUEO DEL CAC CAJA EN L (L-BOX) - ADITIVO 1.0%								
Nº de prueba	T200 (mm)	T400 (mm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	Promedio	Temperatura del ambiente (°C)	Temperatura del concreto (°C)
1	3.61	5.81	11.7	6.5	0.56	0.56	14.0	15.8
2	3.82	5.69	13.8	7.9	0.57		14.0	15.7

ENSAYO PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD Y LA RESISTENCIA AL BLOQUEO DEL CAC CAJA EN L (L-BOX) - ADITIVO 1.5%								
Nº de prueba	T200 (mm)	T400 (mm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	Promedio	Temperatura del ambiente (°C)	Temperatura del concreto (°C)
1	3.46	5.61	13.6	9.4	0.69	0.74	14.0	15.1
2	3.59	5.59	13.4	10.5	0.78		14.0	15.4

ENSAYO PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD Y LA RESISTENCIA AL BLOQUEO DEL CAC CAJA EN L (L-BOX) - ADITIVO 2.0%								
Nº de prueba	T200 (mm)	T400 (mm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	Promedio	Temperatura del ambiente (°C)	Temperatura del concreto (°C)
1	3.12	5.31	14.2	11.7	0.82	0.83	13.9	15.3
2	3.19	5.52	13.9	11.6	0.83		13.9	15.2

OBSERVACIONES:

- Los materiales (agregados, cemento, aditivo) fueron proporcionados al Laboratorio de Contrucciones FICA por el solicitante.
- La docificación de materiales y/o diseño de mezclas fue proporcionada al Laboratorio de Contrucciones FICA por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO CONSTRUCCIONES FICA

Ing. Mg. GINO F. LAQUE CORDOVA
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA

SOLICITANTE : Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

MUESTRA : PATRÓN SIN ADITIVO

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 28 DE DICIEMBRE DEL 2023

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm PATRON SIN ADITIVO	25800.00	14.95	175.54	146.98	210	30/11/2023	07/12/2023	7	69.99%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.12 x 30.0 cm PATRON SIN ADITIVO	26310.00	15.12	179.55	146.53	210	30/11/2023	07/12/2023	7	69.78%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm PATRON SIN ADITIVO	25540.00	14.98	176.24	144.92	210	30/11/2023	07/12/2023	7	69.01%
4	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm PATRON SIN ADITIVO	26190.00	15.03	177.42	147.62	210	30/11/2023	07/12/2023	7	70.29%
5	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm PATRON SIN ADITIVO	33290.00	14.98	176.24	188.89	210	30/11/2023	14/12/2023	14	89.95%
6	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm PATRON SIN ADITIVO	33920.00	14.96	175.77	192.98	210	30/11/2023	14/12/2023	14	91.89%
7	PROBETA DE PRUEBA 14.86 x 30.0 cm PATRON SIN ADITIVO	32890.00	14.86	173.43	189.64	210	30/11/2023	14/12/2023	14	90.31%
8	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm PATRON SIN ADITIVO	33080.00	14.95	175.54	188.45	210	30/11/2023	14/12/2023	14	89.74%
9	PROBETA DE PRUEBA 14.89 x 30.0 cm PATRON SIN ADITIVO	37670.00	14.89	174.13	216.33	210	30/11/2023	28/12/2023	28	103.02%
10	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm PATRON SIN ADITIVO	37920.00	14.95	175.54	216.02	210	30/11/2023	28/12/2023	28	102.87%
11	PROBETA DE PRUEBA 14.88 x 30.0 cm PATRON SIN ADITIVO	36990.00	14.88	173.9	212.71	210	30/11/2023	28/12/2023	28	101.29%
12	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm PATRON SIN ADITIVO	37100.00	14.98	176.24	210.51	210	30/11/2023	28/12/2023	28	100.24%

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

B. N° 006-00281041



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS

MULTIFAMILIARES EN JULIACA

SOLICITANTE : Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

MUESTRA : 1% DE ADITIVO

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 28 DE DICIEMBRE DEL 2023

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 14.93 x 30.0 cm 1% DE ADITIVO	25160.00	14.93	175.07	143.71	210	30/11/2023	07/12/2023	7	68.44%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.94 x 30.0 cm 1% DE ADITIVO	25030.00	14.94	175.3	142.78	210	30/11/2023	07/12/2023	7	67.99%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm 1% DE ADITIVO	26000.00	15.03	177.42	146.54	210	30/11/2023	07/12/2023	7	69.78%
4	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm 1% DE ADITIVO	24990.00	14.97	176.01	141.98	210	30/11/2023	07/12/2023	7	67.61%
5	PROBETA DE PRUEBA 14.82 x 30.0 cm 1% DE ADITIVO	32760.00	14.82	172.5	189.91	210	30/11/2023	14/12/2023	14	90.43%
6	PROBETA DE PRUEBA 14.86 x 30.0 cm 1% DE ADITIVO	31790.00	14.86	173.43	183.30	210	30/11/2023	14/12/2023	14	87.29%
7	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm 1% DE ADITIVO	32590.00	14.96	175.77	185.41	210	30/11/2023	14/12/2023	14	88.29%
8	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm 1% DE ADITIVO	32030.00	14.98	176.24	181.74	210	30/11/2023	14/12/2023	14	86.54%
9	PROBETA DE PRUEBA 14.87 x 30.0 cm 1% DE ADITIVO	35970.00	14.87	173.66	207.13	210	30/11/2023	28/12/2023	28	98.63%
10	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm 1% DE ADITIVO	35850.00	14.96	175.77	203.96	210	30/11/2023	28/12/2023	28	97.12%
11	PROBETA DE PRUEBA 14.85 x 30.0 cm 1% DE ADITIVO	36990.00	14.85	173.2	213.57	210	30/11/2023	28/12/2023	28	101.70%
12	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm 1% DE ADITIVO	36590.00	14.95	175.54	208.44	210	30/11/2023	28/12/2023	28	99.26%

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
JEFATURA JULIACA - PERÚ
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00281041



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN JULIACA
SOLICITANTE : Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA
MUESTRA : 1.5% DE ADITIVO ADITIVO
LUGAR : DISTRITO DE JULIACA
FECHA : 28 DE DICIEMBRE DEL 2023

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 14.91 x 30.0 cm 1.5% DE ADITIVO	24990.00	14.91	174.6	143.13	210	30/11/2023	07/12/2023	7	68.16%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm 1.5% DE ADITIVO	25730.00	14.98	176.24	145.99	210	30/11/2023	07/12/2023	7	69.52%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.93 x 30.0 cm 1.5% DE ADITIVO	25470.00	14.93	175.07	145.48	210	30/11/2023	07/12/2023	7	69.28%
4	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm 1.5% DE ADITIVO	26000.00	15.01	176.95	146.93	210	30/11/2023	07/12/2023	7	69.97%
5	PROBETA DE PRUEBA 14.86 x 30.0 cm 1.5% DE ADITIVO	33000.00	14.86	173.43	190.28	210	30/11/2023	14/12/2023	14	90.61%
6	PROBETA DE PRUEBA 14.83 x 30.0 cm 1.5% DE ADITIVO	32320.00	14.83	172.73	187.11	210	30/11/2023	14/12/2023	14	89.10%
7	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm 1.5% DE ADITIVO	33750.00	14.96	175.77	192.01	210	30/11/2023	14/12/2023	14	91.43%
8	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm 1.5% DE ADITIVO	32500.00	14.96	175.77	184.90	210	30/11/2023	14/12/2023	14	88.05%
9	PROBETA DE PRUEBA 14.86 x 30.0 cm 1.5% DE ADITIVO	36570.00	14.86	173.43	210.86	210	30/11/2023	28/12/2023	28	100.41%
10	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm 1.5% DE ADITIVO	37290.00	14.96	175.77	212.15	210	30/11/2023	28/12/2023	28	101.02%
11	PROBETA DE PRUEBA 14.88 x 30.0 cm 1.5% DE ADITIVO	36210.00	14.88	173.9	208.22	210	30/11/2023	28/12/2023	28	99.15%
12	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm 1.5% DE ADITIVO	35790.00	14.97	176.01	203.34	210	30/11/2023	28/12/2023	28	96.83%

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

B. N° 006-00281041



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS

MULTIFAMILIARES EN JULIACA

SOLICITANTE : Bach. FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

MUESTRA : 2% DE ADITIVO ADITIVO

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 28 DE DICIEMBRE DEL 2023

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 14.89 x 30.0 cm 2% DE ADITIVO	26220.00	14.89	174.13	150.58	210	30/11/2023	07/12/2023	7 71.70%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm 2% DE ADITIVO	27010.00	14.97	176.01	153.46	210	30/11/2023	07/12/2023	7 73.07%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.79 x 30.0 cm 2% DE ADITIVO	26070.00	14.79	171.8	151.75	210	30/11/2023	07/12/2023	7 72.26%
4	PROBETA DE PRUEBA 14.85 x 30.0 cm 2% DE ADITIVO	25910.00	14.85	173.2	149.60	210	30/11/2023	07/12/2023	7 71.24%
5	PROBETA DE PRUEBA 14.88 x 30.0 cm 2% DE ADITIVO	34990.00	14.88	173.9	201.21	210	30/11/2023	14/12/2023	14 95.81%
6	PROBETA DE PRUEBA 14.87 x 30.0 cm 2% DE ADITIVO	36060.00	14.87	173.66	207.65	210	30/11/2023	14/12/2023	14 98.88%
7	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm 2% DE ADITIVO	35320.00	14.96	175.77	200.94	210	30/11/2023	14/12/2023	14 95.69%
8	PROBETA DE PRUEBA 14.89 x 30.0 cm 2% DE ADITIVO	34980.00	14.89	174.13	200.88	210	30/11/2023	14/12/2023	14 95.66%
9	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm 2% DE ADITIVO	40770.00	14.96	175.77	231.95	210	30/11/2023	28/12/2023	28 110.45%
10	PROBETA DE PRUEBA 14.86 x 30.0 cm 2% DE ADITIVO	41150.00	14.86	173.43	237.27	210	30/11/2023	28/12/2023	28 112.99%
11	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm 2% DE ADITIVO	40310.00	14.98	176.24	228.72	210	30/11/2023	28/12/2023	28 108.92%
12	PROBETA DE PRUEBA 14.88 x 30.0 cm 2% DE ADITIVO	39890.00	14.88	173.9	229.38	210	30/11/2023	28/12/2023	28 109.23%

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C.P. 103257

B. N° 006-00281041



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 16-07-24

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: FREDY EDWIN BENDITA HUARAYA

Dirección: Jr. VILLA REAL Mz C L18 Urb. GUADALUPE

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70465739

Teléfono: 994519332 email: fredybenditahuaraya@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: PROPUESTA DE DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
PARA USO EN CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS
MULTIFAMILIARES EN JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): DISEÑO, MEZCLA, CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P13

Firma de Autor



huella digital

16-Julio-2024

Fecha