

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**INFLUENCIA DE UN ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE
PARA LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO. CASO: CARRETERA CHACHAPOYAS -
AEROPUERTO. 2021**

**Autor: Bach. Pedro Neiser Garcia Torrejon
Asesor: Ing. Anibal Billi Graham Sanchez Montoya**

Registro:

CHACHAPOYAS, PERÚ

2024

DEDICATORIA

Al motor de mi vida: mi madre
A mi apoyo incondicional: Srta. Betsy

AGRADECIMIENTO

El apoyo incondicional de mi madre, mis hermanos y novia, me ha permitido terminar este proyecto, y quiero expresarles mi gratitud, a los ingenieros del proyecto “Mejoramiento de la carretera Chachapoyas Aeropuerto” por apoyarme con sus conocimientos y experiencias.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**PhD. Jorge Luis Maicelo Quintana
Rector UNTRM**

**Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres
Vicerrector Académico**

**Dra. María Nelly Luján Espinoza
Vicerrectora de Investigación**

**Ph D. Ricardo Edmundo Campos Ramos
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHELER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

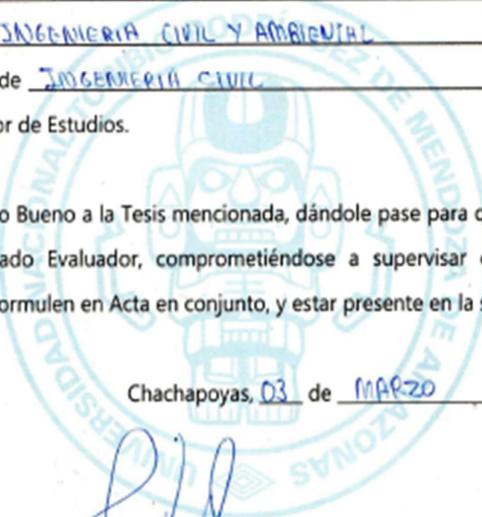
El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada "INFLUENCIA DE UN ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CASO CARRETERA CHACHAPOYAS AEROPUERTO 2021" del egresado PEDRO NEISER GARCIA TORRESO de la Facultad de INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 03 de MARZO de 2023

Firma y nombre completo del Asesor

ANDRÉS BILLI GRAHAM SANCHEZ MONTOYA



JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Lic. José Luis Quispe Osorio
presidente



Ing. Jorge Chávez Guivin
Secretario



Ing. Manuel Eduardo Aguilar Rojas
Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

INFLUENCIA DE UN ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO. CASO: CARRETERA CHACHAPOYAS AEROPUERTO 2021,
presentada por el estudiante ()/egresado (X) Pedro Moisés García Torrejón,
de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil
con correo electrónico institucional _____

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 21 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 15 de Abril del 2024

[Signature]
SECRETARIO
Ing. Jorge Chávez Guiván

[Signature]
VOCAL
Ing. Manuel E. Aguilar Rojas.

[Signature]
PRESIDENTE
Lic. José L. Quispe Osorio

OBSERVACIONES:

.....
.....

REPORTE DE TURNITIN

informe tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	22 %	3 %	11 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6 %
2	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1 %
7	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1 %
8	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1 %
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	



Lic: Jose L. Quispe Osorio

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 08 de Mayo del año 2024, siendo las 19 horas, el aspirante: Bach: Pedro Beiser Gorro Torrejon, asesorado por Ing: Anibal Billi G Sanchez Montoya defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Influencia de un aditivo Superplastificante para la mejora de las propiedades del concreto en la Carretera Chachapoyas Aeropuerto - 2021, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Lic: Jose Luis Guispe Osorno

Secretario: Ing. Jorge Chavez Guivin

Vocal: Ing. Manuel Eduardo Aguilar Rojas

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 20 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO
Jorge Chavez Guivin


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	v
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	vi
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	vii
REPORTE DE TURNITIN.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	viii
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIAL Y MÉTODOS	1
1.1. Materiales.....	1
1.1.1. Cemento portland	1
1.1.1.1. Cemento tipo I:.....	1
1.1.2. Agregados	1
1.1.2.1. Agregado fino.....	1
1.1.2.2. Agregado grueso	2
1.1.3. Agua	4
1.1.4. Aditivos del concreto	4
1.1.4.1. Aditivo superplastificante	4
1.2. Métodos	5
1.2.1. Ensayos de los agregados.....	5
1.2.2. Diseño de mezclas.....	18
1.2.3. Características físicas del concreto	23
1.2.4. Características mecánicas del concreto.....	27
1.2.5. Estudio de costos unitarios para preparación de concreto.....	29
III. RESULTADOS.....	30
3.1. Resultado de materiales	30
3.1.1. Cemento	30
3.1.2. Agregados	30

3.1.3. Agua	32
3.1.4. Aditivos	32
3.2. Resultado de diseños de mezclas	32
3.2.1. Mezcla patrón.....	32
3.2.2. Mezcla 210 kg/cm ² con 0.8 % de aditivo fluidcon 400h.....	33
3.2.3. Mezcla 210 kg/cm ² con 1.0 % de aditivo fluidcon 400h 1.00%	33
3.2.4. Mezcla 210 kg/cm ² con 1.2% de aditivo fluidcon 400h 1.00%	33
3.2.5. Variaciones de la relación agua cemento (a/c) de los diseños:	34
3.3. Resultados de pruebas del concreto fresco	36
3.3.1. Asentamiento del concreto.....	36
3.3.2. Temperatura del concreto en estado fresco.....	36
3.3.3. Peso unitario de la mezcla de concreto fresco	37
3.3.4. Contenido de aire atrapado.....	38
3.3.5. Rendimiento	39
3.4. Resultados de las características mecánicas del concreto	40
3.4.1. Resistencia a la compresión diametral de la probeta cilíndrica.....	40
3.4.2. Comparación de resultados	44
3.5. Resultado del análisis de costos unitarios.	46
3.5.1. Mezcla patrón diseño 210 kg/cm ²	46
3.5.2. Diseño 210 kg/cm ² +0.80 % aditivo fluidcon 400h	47
3.5.3. Diseño 210 kg/cm ² +1.00 % aditivo fluidcon 400h	48
3.5.4. Diseño 210 kg/cm ² +1.20 % aditivo fluidcon 400h	49
IV. DISCUSIÓN.....	51
V. CONCLUSIONES.....	57
VI. RECOMENDACIONES.....	59
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXOS.....	63
8.1. Ensayos de los agregados.....	64
8.2. Diseño de mezclas	75
8.3. Ensayos del concreto en estado fresco.....	87
8.4. Ensayos del concreto en estado endurecido	95
8.5. Especificaciones técnicas del aditivo.....	111
8.6. Especificaciones técnicas del aditivo del cemento	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Granulometría de la arena gruesa</i>	1
Tabla 2 <i>Requisitos Granulométricos de la piedra chancada</i>	3
Tabla 3 <i>Peso mínimos del agregado fino</i>	5
Tabla 4 <i>Peso mínimos - Agregado Grueso</i>	5
Tabla 5 <i>Tamaño vs peso minino de la piedra chancada</i>	6
Tabla 6 <i>Resistencia a compresión sin datos estadísticos</i>	19
Tabla 7 <i>Consistencia y slump</i>	19
Tabla 8 <i>Requerimientos aproximados de agua de mesclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados</i>	20
Tabla 9 <i>Relación agua/cemento y resistencia de diseño a la compresión del concreto</i>	20
Tabla 10 <i>Máxima relación agua/cemento permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición</i>	21
Tabla 11 <i>Volumen de piedra chancada por unidad de volumen de concreto</i>	22
Tabla 12 <i>Porcentajes de reducción de agua en la mezcla</i>	22
Sobre la dosificación del concreto se empleó cemento Tipo I Pacasmayo.....	30
Tabla 13 <i>Resumen de características del material cementante</i>	30
Tabla 14 <i>Resultados Granulométricos de la arena gruesa</i>	30
Tabla 15 <i>Resumen de las características de la arena gruesa</i>	30
Tabla 16 <i>Resultados granulométricos de la piedra chancada</i>	31
Tabla 17 <i>Resumen de las características de la piedra chancada</i>	31
Tabla 18 <i>Resumen de propiedades del agua.</i>	32
Tabla 19 <i>Resumen de sus propiedades del aditivo</i>	32
Tabla 20 <i>Cantidades de material por 1 m3 (dosificación)</i>	32
Tabla 21 <i>Cantidades de material por 1 m3 (dosificación)+ aditivo fluidcon 400h 0.80%</i>	33
Tabla 22 <i>Cantidades de material por 1 m3 (dosificación)+ aditivo fluidcon 400h 1.00%</i>	33
Tabla 23 <i>Cantidades de material por 1 m3 (dosificación)+ aditivo fluidcon 400h 1.20%</i>	33
Tabla 24 <i>Resumen de las porciones de material 1 m3 (dosificación) de los diseños.</i>	34
Tabla 25	34

<i>Disminución del agua en los diseños.</i>	34
Tabla 26 <i>Cantidad de cemento reducido en las mezclas</i>	35
Tabla 27	35
<i>Resumen del a/c de las mezclas</i>	35
Tabla 28 <i>Slump de los diseños sin aditivo y con aditivo</i>	36
Tabla 29 <i>Temperaturas del concreto fresco</i>	36
Tabla 30 <i>Peso unitario del concreto</i>	37
Tabla 31 <i>Porcentaje de aire atrapo en las mezclas</i>	38
Tabla 32 <i>Rendimiento respecto a la mezcla patrón</i>	39
Tabla 33 <i>Resistencia promedio del concreto $F'c=210$ kg/cm² (patrón)</i>	40
Tabla 34 <i>Resistencia del concreto $F'c=210$ kg/cm² + 0.80% de aditivo</i>	41
Tabla 35 <i>Resistencia del concreto $F'c=210$ kg/cm² + 1.00% de aditivo</i>	42
Tabla 246 <i>Resistencia del concreto $F'c=210$ kg/cm² + 1.20% de aditivo</i>	43
Tabla 37 <i>Resumen de la resistencia del concreto %</i>	44
Tabla 38 <i>Resumen de la resistencia del concreto kg/cm²</i>	45
Tabla 259 <i>Resultados del análisis de precios unitario para 1 m³ mezcla patrón- Proyecto mejoramiento de la carretera chachapoyas aeropuerto</i>	46
Tabla 40 <i>Resultados del análisis de precios unitario para 1 m³ mezcla con aditivo 0.8% fluidcon 400h</i>	47
Tabla 41 <i>Resultados del análisis de costo unitario para 1 m³ mezcla con aditivo 1.0 % fluidcon 400h</i>	48
Tabla 42 <i>Resultados del análisis de precios unitario para 1 m³ mezcla con aditivo 1.2 % fluidcon 400h</i>	49
Tabla 43 <i>Resumen del análisis de costo unitario para 1 m³ de concreto</i>	50
Tabla 44 <i>Resumen de resistencia a la compresión por edades</i>	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Tipos de fallas en testigos cilindricos</i>	29
Figura 2 <i>Relación agua /cementos finales</i>	35
Figura 3 <i>Peso unitario(kg/cm²) vs porcentaje de aditivo</i>	38
Figura 4 <i>Contenido de aire (%) vs porcentaje de aditivo</i>	39
Figura 5 <i>Rendimiento vs % de aditivo</i>	40
Figura 6 <i>Resistencia a la Compresión (%) vs Edades(días) concreto patrón</i>	41
Figura 7 <i>Resistencia a la Compresión (%) vs Edades(días) del concreto F'c=210 kg/cm² + 0.80%</i>	42
Figura 8 <i>Resistencia a la Compresión (%) vs Edades(días) del concreto F'c=210 kg/cm² + 1.00%</i>	43
Figura 9 <i>Resistencia a la Compresión (%) vs Edades(días) del concreto F'c=210 kg/cm² + 1.20%</i>	44
Figura 10 <i>Resistencias de testigos en %</i>	45
Figura 11 <i>Resistencias de testigos kg/cm²</i>	46
Figura 12 <i>Costo por un 1 metro cubico de diseño de mezcla</i>	50

RESUMEN

El estudio permitió evaluar los efectos del superplastificante Fluidcon 400h en las características del concreto con resistencia $f'_c=210$ kg/cm², en donde se redujo la cantidad de cemento y agua en proporciones iguales y se agregó el aditivo en diferentes porcentajes de 0.8%, 1.0% y 1.2% del peso de la masa cementante, con el propósito de mejorar las cualidades del concreto en su estado fresco como solidificado. El estudio es de tipo correlacional, explicativo y de enfoque cuantitativo. La muestra de concreto de resistencia $f'_c=210$ kg/cm² (con y sin aditivo), fabricados en laboratorio con cemento Pacasmayo Tipo I y aditivo fluidcon 400h, el número de 12 especímenes por diseño (07, 14, 28 y 90 días), teniendo en total 48 especímenes. El uso del aditivo superplastificante fluidcon 400h en cantidades superiores al 1.0% del material cementante, se pudo observar una mejora en las propiedades del concreto en estado fresco el asentamiento, la temperatura, el peso y el rendimiento. Además, se ha comprobado que también influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto solidificado. Esta aplicación puede resultar en una mejora tanto en el costo como en el desempeño y la rentabilidad de futuros proyectos.

PALABRAS CLAVE: Aditivo superplastificante, mejoras de propiedades, costo y rentabilidad.

ABSTRACT

The study evaluated the effects of the superplasticizer Fluidcon 400h on the characteristics of concrete with strength $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, where the amount of cement and water was reduced in equal proportions and the additive was added in different percentages of 0.8%, 1.0% and 1.2% of the weight of the cementitious mass, with the purpose of improving the qualities of the concrete in its fresh and solidified state. The study is of a correlational, explanatory and quantitative approach. The concrete sample of resistance $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (with and without admixture), manufactured in laboratory with Pacasmayo Type I cement and fluidcon 400h admixture, the number of 12 specimens per design (07, 14, 28 and 90 days), having a total of 48 specimens. The use of fluidcon 400h superplasticizer admixture in quantities higher than 1.0% of the cementitious material, it was possible to observe an improvement in the properties of the concrete in the fresh state: slump, temperature, weight and yield. In addition, it has also been found to positively influence the compressive strength of solidified concrete. This application may result in an improvement in both cost, performance and profitability of future projects.

KEY WORDS: Superplasticizer additive, property improvements, cost and profitability.

I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción está basada en materiales, procesos, tecnologías de planificación para desarrollar proyectos, siendo el concreto el material de mayor popularidad y demanda ya que puede acomodarse de muchas formas y se puede elaborar en el mismo lugar donde se demande lo que lo distingue de otros materiales de construcción; otras de sus ventajas es su resistencia la fuego y valor económico con respecto a otros materiales, aunque también tiene su complejidad debido a la variedad de materiales que lo componen, como agregados, agua, cementos y aditivos químicos; La combinación de estos componentes crea un concreto adecuado que optimiza sus atributos físicos y mecánicos que cumplen con las especificaciones tanto en estado fresco como solidificado.

Ahora se están fabricando nuevos materiales para la adición al concreto y así satisfacer las demandas del mercado, así mismo la propia demanda del concreto a generado la subida de los precios(cemento) para producir los mismos, En este sentido, se trata de reducir costos y aumentar la rentabilidad sin comprometer las cualidades esenciales del concreto. La metodología aplicada es correlacional con diseño experimental y enfoque cuantitativo, el propósito de la investigación es proponer mejoras en el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando el aditivo reductor de agua amplio rango Fluidcon 400h perteneciente a la marca Soquimic. Este aditivo está destinado a mejorar las características del concreto cuando está fresco y aumentar la resistencia del concreto cuando está solidificado. Se realizaron 4 modelos de resistencia 210 kg/cm^2 , uno patrón (0% aditivo) y tres modelos con diferentes porcentajes de aditivo (0.8%, 1.0% y 1.2%) del peso de la masa cementante. En estado fresco, las dosificaciones con aditivos tuvieron buen desempeño. Sin embargo, en estado endurecido, el diseño con 0.8% de aditivo no cumplió con las resistencias mínimas requeridas en ninguna etapa. Por otro lado, los diseños con 1.0% y 1.2% de aditivo superaron la resistencia del 100% a los 14 días, y a los 28 y 90 días, superaron el 127%. La rentabilidad también fue satisfactoria, ya que se ahorraron S/ 25.75, S/ 32.73 y S/ 39.84 por metro cúbico en los diseños con aditivo 0.8%, 1.00% y 1.2%, respectivamente. La investigación ha confirmado que al usar el aditivo superplastificante fluidcon 400h en porcentajes superiores al 1.0% del peso de la masa cementante, se obtienen mejoras en las características cuando está fresco y endurecido; Esto se debe a que aumenta su facilidad de manejo y su resistencia a la compresión y ofrece una mayor rentabilidad en proporción con el diseño estándar.

El estudio está compuesto por VII capítulos para su desarrollo:

El primer capítulo, la introducción donde se menciona la motivación, alcance del problema y la necesidad e importancia de realizar el estudio, resumen de los objetivos, resultados y las conclusiones.

El capítulo II, es donde se realiza la descripción detallada de los materiales y métodos empleados donde se facilita al lector la comprensión de la investigación donde se exponen la metodología de investigación, las consideraciones teóricas de la tecnología relevante y descripciones elaboradas de la terminología y los estándares apropiados. El Capítulo III presenta los resultados y estudios de las del concreto fresco y solidificado después de la adición del aditivo reductor de agua Fluidcon 400h, también se calcula el costo y la rentabilidad de utilizar este aditivo.

En el capítulo IV, En el texto se hace mención a los debates sobre los hallazgos y la confrontación con investigaciones similares.

En el capítulo V, en esta parte se describe las conclusiones llegadas del estudio.

En el capítulo VI, colocamos nuestras recomendaciones que tenemos del estudio para que usen de manera adecuada los aditivos.

En la parte final, capítulo VII referencias bibliográficas donde mostramos todas que se utilizó para este estudio y anexos como evidencia del trabajo.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

1.1. Materiales

1.1.1. Cemento portland

Es el material conglomerante con propiedades adhesivas y cohesivas que unen materiales minerales formando una mezcla compacta y homogénea, el tipo de cemento empleado en el estudio es el:

1.1.1.1. Cemento tipo I:

De uso general para cualquier estructura que no requiere ninguna propiedad especial especificada, se usó cemento tipo I de Pacasmayo.

1.1.2. Agregados

Compuesto por partículas de piedras y arenas de origen natural o artificial en varios tamaños: desde partículas casi invisibles hasta trozos de piedra, dichos esto tiene que ser resistentes y durables, los agregados son fundamentales en el concreto porque constituyen el 60% y el 75% de su volumen. Es crucial utilizarlos correctamente y seleccionarlos con cuidado.

1.1.2.1. Agregado fino.

Esto considera la parte que pasa el tamiz N° 4 (4,75 mm) y es retenida por el tamiz N° 200, pueden ser de corte de piedra natural, arena y grava. Los tamaños que deben tener las partículas del agregado fino están expuestos por la presente Tabla.

Tabla 1

Granulometría de la arena gruesa

TAMIZ		Porcentaje que Pasa
Normal	Alternativo	
9,5 mm	3/8"	100
4,75 mm	N° 4	95-100
2,36 mm	N° 8	80-100
1,18 mm	N° 16	50-85
600 µm	N° 30	25-60
300 µm	N° 50	10-30
150 µm	N° 100	2-10

Nota. El agregado fino debe de estar entre estos parámetros.

1.1.2.2. Agregado grueso

Es considerada una porción del agregado que se halla atrapado en la malla de 4.75 mm (Nº. 4). El árido conviene obtenerse principalmente del chancado de la piedra o grava o una composición de las mismas; las gravas deben ser limpias, fuertes y duraderos, sin demasiados fragmentos planos, largos, blandos o que se desmoronen, estar limpio (libre de tierra, trozo de arcilla u otra sustancia posible que pueda deteriorar las propiedades de la mezcla).

La piedra chancada deberá cumplir las condiciones de la Tabla 2 según los husos estipulados.

Tabla 2
Requisitos Granulométricos de la piedra chancada

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados												
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	12,5 mm (½ pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37,5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25,0 mm a 12,5mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19,0 mm a 9,5 mm (¾ pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...
67	19,0 mm a 4 mm (¾ pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...
7	12,5 mm a 4,75 mm (½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
89	12,5 mm a 9,5 mm (½ pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
9A	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10

Nota. Son los husos de la piedra chancada para las dosificaciones de mezclas.

Todo el agregado proviene de la cantera Matiza Rimachi, localizada en el caserío Matiza Rimachi en la carretera Chachapoyas – Pedro Ruiz

1.1.3. Agua

El agua tendrá que estar limpia y desprovista de materiales alcalinos perjudiciales. Su contenido de sulfatos, según lo determina la NTP 339.074, que debe estar inferior a 3.000 ppm, según lo determina la 072, y su pH, medido según la NTP 073, debe ser entre 5,5 y 8,5, expresado en SO₄⁼. Necesita ser derrotado. El agua para beber normalmente se considera aceptable y se puede usar sin tener que pasar las pruebas de certificación antes mencionadas.

Determinando que el agua empleada para el proyecto fue potable.

1.1.4. Aditivos del concreto

Los aditivos son compuestos químicos agregados al concreto durante la mezcla para cambiar algunas propiedades en su estado fresco y solidificado.

1.1.4.1. Aditivo superplastificante

Es una sustancia que, sin cambiar la textura permite disminuir en gran medida el porcentaje de agua de un concreto específico sin afectar su manejabilidad.

Según Barriga (2007), El reductor de agua puede realizar tres aplicaciones principales.

a. Aumentar la manejabilidad (uso superplastificante)

Cuando se usa concreto con cierta dosis de cemento, relación a/c y asentamiento, se usa un aditivo para aumentar la manejabilidad de la mezcla sin modificar ni alterar las demás características: según la dosificación y tipo de aditivo en relación con la masa cementante, el asentamiento logra aumentar considerablemente.

b. Aumentar la resistencia (uso reductor de agua)

Se usa un aditivo en una dosificación de concreto para determinar la porción de agua + aditivo que proporcionará el asentamiento requerido, dependiendo de la cantidad y tipo de aditivo utilizado, el nivel del agua se puede reducir hasta un 40%, lo que se convierte en un aumento de la resistencia debido a una menor relación a/c. Este método se emplea para crear concreto altamente resistente.

c. Reducir la cantidad de la masa cementante

Cuando se usa un concreto con una relación a/c, slump y dosis de cemento específicos, utilizamos un aditivo para disminuir la dosis de agua a fin de conservar fija la relación

a/c mientras se reduce el total del cemento. Aunque este caso no es muy utilizado, no se recomienda su uso ya que, si bien se pueden lograr ahorros de hasta un 30% en el contenido de cemento, su costo puede no ser económico debido al mayor uso del aditivo.

El proyecto empleó el aditivo Fluidcon 400 h de la marca Soquimic.

1.1.4.1.1. Aditivo fluidcon 400 h:

Superplastificante de rango G (reductor de agua de alto rango), que ha sido formulado adecuadamente para crear concretos rheoplásticos, lo que resulta en aumento de la resistencia del concreto en todas las edades.

1.2. Métodos

Los ensayos realizaron de acuerdo con la normativa NTP en la planta chancadora y en el laboratorio de suelos, concretos y pavimentos.

1.2.1. Ensayos de los agregados

1.2.1.1. Muestreo de agregados de construcción (N.T.P. (400.010), 2016)

Son procedimientos que se utilizan en el muestreo de los agregados grueso, fino y global con el fin de ser ensayados para determinar su aprobación o desaprobación de los mismos. Se aplico el muestreo desde la banda de transporte o acarreo para la extracción de las muestras por lo cual se extrajo tres muestras similares (pesos similares).

Tabla de pesos mínimos de extracción de los agregados:

Tabla 3

Peso mínimos del agregado fino

Tamaño máximo nominal del agregado fino	Masa mínima aproximada para la muestra de campo Kg
2,36 mm	10
4,76 mm	10

Nota: Las tres muestras extraídas deben sumar 10 kg como mínimo

Tabla 4

Peso mínimos - Agregado Grueso

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Masa mínima aproximada para la muestra de campo Kg
9,5 mm	10
12,5 mm	15
19,0 mm	25

25,0 mm	50
37,5 mm	75
50,00 mm	100
63,00 mm	125
75,00 mm	150
90,00 mm	175

Nota: Las tres muestras extraídas deben pesar al menos 25 kg para el tamaño máximo nominal de agregado de 3/4".

Procedimiento

- El muestreo se efectuó desde la banda de transportadora de la planta chancadora-cantera Matiza Rimachi donde se hizo tres extracciones al azar de los agregado fino y gruesos.
- Se colocó los agregados en saquetas plásticas de manera que pueda prevenir la pérdida de humedad o contaminación de la muestra.
- Se identificó individualmente los agregados.

1.2.1.2. Contenido de humedad de los agregados (N.T.P 339.185, 2013)

Esta prueba busca encontrar el % de humedad evaporable en los agregados que puede contener árido fino o grueso a través del proceso de secado.

Hay parámetros para establecer la proporción mínima de la porción a utilizar. La tabla 5 indica los pesos mínimos usados en este estudio.

Tabla 5

Tamaño vs peso mínimo de la piedra chancada

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulgada)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (N° 4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2
19,0 (3/4)	3
5,0 (1)	4
37,5 (2.1/2)	6
50,0 (2)	8
63,0 (2.1/2)	10
75,0 (3)	13
90,0 (3.1/2)	16
100,0 (4)	25
150 (6)	50

Nota: Pesos de mínimos de los agregados para realizar el ensayo.

Materiales

- Agregados provenientes de la cantera Matiza Rimachi

Equipos y herramientas

- Balanza de laboratorio con precisión 0.1 gr.
- Horno.
- Taras metálicas.
- Cucharones.

Procedimiento

- Se vació el material sobre una superficie limpia, seguidamente se procedió a cuartear los insumos y se tomó una muestra relevante del material, se cogió un recipiente de metal y colocamos la muestra en dicho recipiente y proseguimos a apuntar su identificación y peso.
- Determinamos la masa de 1700 gramos de la arena gruesa y 4 000 gramos de piedra chancada, dichas muestras deberán ser dividida en dos partes iguales y seguidamente pesamos las muestras húmedas más el recipiente.
- Después dichas muestras se colocaron al horno a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
- Luego se dejó enfriar dichas muestras hasta que alcanzaran la temperatura ambiente para ser pesados.
- Luego se procedió hacer los cálculos:

$$P = [(W - D) / D] * 100$$

Donde:

P : Contenido de humedad

W : Masa de la muestra húmeda

D : masa de la muestra seca

1.2.1.3. Análisis granulométrico por tamizado de los agregados (N.T.P 400.012

AGREGADOS, 2013)

En este ensayo tiene por objetivo conocer el tamaño y espesor del agregado (arena y piedra chancada) a través de la técnica de tamizado.

Los tamices utilizados para el agregado fino son de diferentes tamaños, incluyendo 1/2", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100. También se utiliza un recipiente de fondo. Para la piedra chancada los tamices son de 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, y también se utiliza un recipiente de fondo.

Módulo de fineza de los agregados pétreos.

Indica el espesor medio de los agregados, esto es crucial ya que muestra claramente el porcentaje de agua y del cemento y como afecta de forma directa la plasticidad.

Tamaño máximo de los agregados

La medida del orificio de la malla permite que paso total del agregado.

Tamaño máximo nominal

La medida del orificio de la malla por el cual traspasa la mayor parte del agregado, usualmente es el que retenga del 5% al 15% del agregado.

Materiales

- Agregado procedente de la cantera Matiza Rimachi

Equipos y herramientas

- Bascula con precisión 0.1 gramos.
- Tamices.
- Taras metálicas.
- Cucharones.
- Escobilla.

Procedimiento

- Se inicio haciendo el cuarteo del material, luego se tomó una parte de la porción representativa y se coloca en un recipiente de metal, de dicho recipiente se anotó su identificación y su peso.
- Pesamos dichas muestras y comenzamos con el lavado del material , poniendo de fondo para la arena gruesa empleamos el tamiz N° 200 y para la piedra chancada el tamiz N° 4.
- Una vez terminado de lavar colocamos las muestras en el interior del horno a $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ con duración de 24 horas. Seguidamente retiramos y dejamos que alcance la temperatura ambiente para poder seguir con él tamizado.
- Comenzamos con el tamizado ordenando las mallas de manera descendiente, guiándonos de la medida de abertura, seguidamente sitúa los agregados sobre el tamiz superior. Así comenzamos a tamizar de forma manual. Una vez terminado el tamizado las pesamos la muestra retenida en cada tamiz y anotamos los pesos en el formato.
- Luego se procedió hacer los cálculos:

$$\% \text{ retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}}$$

Retenido acumulado = Porcentaje retenido + Peso retenido

% que pasa = Porcentaje que pasa - Retenido acumulado

$$\text{Módulo de fineza} = \frac{\sum \text{Retenido acumulado}}{100}$$

1.2.1.4. Peso unitario de los agregados (N.T.P. 400.017, 2011)

Con este ensayo se pretende hallar en los agregados la densidad o masa por volumen (Peso Unitario) y los vacíos.

1.2.1.4.1. Agregado fino (arena gruesa)

Materiales

- Arena gruesa seca procedente de la cantera Matiza Rimachi

Equipos y herramientas

- Bascula con precisión 0.01 gramos.
- Recipiente cilíndrico.
- Regla metálica.
- Cucharón.

Procedimiento

- Se pesa el recipiente cilíndrico y se anota los datos del mismo.
- La arena gruesa seca se coloca en un recipiente metálico.
- A continuación, agregamos la arena al recipiente cilíndrico una elevación máxima de 5 centímetros desde el borde de recipiente cilíndrico utilizando movimientos giratorios y de traslación hasta que esté completamente llena. Para lograrlo, es necesario dividir el peso compactado en tres capas y por cada capa introducir verticalmente la barra de acero de Ø 5/8" y dar 25 golpes. Después de alisar la superficie, se deben dar 25 golpes con el martillo de goma a cada capa.
- Después con la ayuda de la barra procedemos a verificar y retirar con el debido cuidado el excedente de arena, así pueda quedar enrasado y al mismo nivel de la vasija.
- Asimismo, pesamos el recipiente que contiene la muestra y anotamos.
- Se repite los procesos antes descritos dos veces más.
- Luego se procede hacer los cálculos de las tres muestras tomadas:
- Peso de la arena gruesa (Pa):

$Pa = \text{Peso del recipiente} + \text{arena gruesa} - \text{Peso del recipiente}$

- Peso unitario del agregado (Pu):

$Pu = \text{Peso de la arena gruesa} / \text{Volumen del recipiente}$

1.2.1.4.2. Piedra chancada

Materiales

- Piedra chancada seca proveniente de la cantera Matiza Rimachi

Equipos y herramientas

- Balanza con precisión 0.01g de precisión.
- Molde cilíndrico
- Regla metálica
- Cucharón

Procedimiento

- Seguimos usando el mismo método que usamos para la arena gruesa.
- Luego se procede hacer los mismos cálculos de las tres muestras tomadas anteriormente utilizadas.

1.2.1.5. Material que pasa el tamiz de N.º 200 (N.T.P. 400.018, 2013)

Se puede detallar como una cantidad mínima del agregado fino para restringir la cantidad permitida de arcilla en la arena.

Materiales

- Arena gruesa seca procedente de la cantera Matiza Rimachi

Equipos y herramientas

- Balanza con precisión 0.01g de precisión.
- Horno
- Tamiz N° 200
- Recipiente de metal

Procedimiento

- Se anotó la tara del recipiente de metal y se pesó 1000 gr de la arena gruesa seca, seguidamente se lo pone en agua durante tres horas antes de empezar el lavado.
- Se comenzó el lavado de la muestra colocando dos mallas, la malla N° 4 encima y la malla N° 200 al pie después se vertió la muestra en las mallas con ayuda de chorros de aguas.

- Se lavo la muestra manipulado ligeramente con las manos, después se vertió en un recipiente de metal todo lo retenido por el tamiz N° 4, se siguió el lavado con el tamiz N° 200 hasta que el agua que pasaba era clara.
- Después se coloca el material en un recipiente de metal e introducirlo al horno por un lapso de 24 horas para someterlas a una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Pasado las 24 horas se retira el material del horno y se deja enfriar hasta obtener una temperatura ambiente y después pesamos las muestras.
- Luego se procede hacer los cálculos:

$$A = \left(\frac{B-C}{B} \right) \times 100$$

Donde:

A: Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de N.º 200 por lavado.

B: Peso seco de la muestra original, en gramos.

C : Peso seco de la muestra después de lavado, en gramos.

1.2.1.6.Densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción de la piedra chancada (NTP 400.021, 2013)

El objetivo es determinar la absorción y la densidad relativa de la piedra chancada.

Materiales

- Piedra chancada seca

Equipos y herramientas

- Balanza con precisión 0. 01g de precisión.
- Canastilla mecánica
- Horno
- Recipiente metálico
- Tela absorbente

Procedimiento

- Empezamos este ensayo con el material utilizado en la granulometría.
- Se cogió un recipiente de metal y se anota su identificación y peso, seguidamente pesamos 3500 gramos de muestra sin el peso de la tara, para luego dejarla en agua en un lapso de 24 horas.
- Una vez finalizada la sumersión, se elimina el agua y se centrifugan las partículas en una tela absorbente grande para quitar toda el agua visible. Luego se separan los fragmentos uno por uno.

- La muestra se superficialmente seca, se pesa para determinar su peso en antes de ser colocado en un canastillo de metal y ser sumergido en agua para tener su peso sumergido.
- Luego se aparta del agua, se coloca en un depósito metálico y se ubicó en el horno durante 24 horas a una temperatura de aproximadamente 110 ± 5 °C.
- Pasado el tiempo, sacamos y dejamos enfriar hasta obtener temperatura ambiente y después se pesa las muestras.
- Luego se procede hacer los cálculos:
- Peso específico bulk

$$Gsb = \frac{\text{Peso seco muestra s.s.s.}}{\text{Peso volumen del agua igual a muestra s.s.s}}$$

- Peso específico Superficie Seca Saturada

$$(Gs \text{ S.S.S.}) = \frac{\text{Peso muestra s.s.s}}{\text{Peso volumen del agua igual a muestra s.s.s.}}$$

- Peso específico aparente

$$(Gsa) = \frac{\text{Peso seco muestra s.s.s.}}{\text{Peso volumen del agua igual a muestra seca}}$$

- Absorción

$$Abs\% = \frac{\text{Peso humedo de la muestra s.s.s.}}{\text{Peso seco muestra s.s.s.}} \times 100$$

1.2.1.7. Densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción de la arena gruesa (NTP 400.022, 2013)

El objetivo es encontrar la absorción y la densidad relativa del agregado fino

Materiales

- Arena gruesa seca.

Equipos y herramientas

- Balanza con precisión 0.01g de precisión.
- Fiola 500 cm³
- Horno
- Embudo
- Estructura cónica metálica con base inferior de 40 ± 3 mm de diámetro, base superior de 90 ± 3 mm y altura de 75 ± 3 mm.
- Barra para apisonado de 340 ± 15 g.
- Cucharón

Procedimiento

- Iniciamos el ensayo con el material completamente seco.
- Luego dividimos el material en pequeñas porciones hasta obtener una muestra que sea representativa. Después tomamos un recipiente metálico y registramos su identificación y peso.
- Pesamos 1500 gramos de muestra sin contar el peso de la tara, dejamos dicha porción sumergida en agua durante 24 horas, después de ese tiempo, se intenta a separar de los componentes finos del agua sin perderlos.
- Dicha muestra se extendió en una superficie llana para que seque, pero se debe mover a menudo para que se seque de forma homogénea.
- Se colocó en la estructura en forma de cono y se llenó con arena gruesa, luego se golpeó el área 25 veces con un mazo de sellado y seguidamente se levantó la estructura (si el cono de arena gruesa retiene su forma, entonces mantiene humedad) debido a esto, se procede a un constante proceso de secado y remoción hasta que finalmente cuando se logra desmoldar la arena se desparramen, lo cual señala que el agregado fino está seco en la superficie.
- En cada fiola, ponemos una muestra de 500 gramos que ya debe tener material preparado y agitamos manualmente las fiolas para sacar burbujas y se rellena con agua a temperatura ambiente.
- Rellenamos las fiolas siguiendo la medida calibrada de 500 ml y medimos el peso total de la fiola.
- Tomamos los dos recipientes de metal para registrar su identificación y peso.
- Vaciamos el contenido de cada fiola en los depósitos metálicos y los ubicamos en el horno a secar durante las próximas 24 horas a temperatura de 110 ± 5 °C.
- Pasado ese periodo, dejamos enfriar hasta que estén a temperatura ambiente para después pasar las muestras.
- Luego se procede hacer los cálculos:
 - Peso específico (Pe)
 - $Pe = \frac{W_0}{(V-V_0)}$
 - Peso específico Superficie Seca Saturada
 - $(Pe_{SSS}) = \frac{500}{(V-V_0)}$
 - Peso específico aparente

- $$Pe_a = \frac{500}{(V-V_0)-(500-W_0)}$$

➤ Absorción

- $$\text{Abs}\% = \frac{500-W_0}{W_0} \times 100$$

Donde:

Pe : Peso específico del agregado

W₀ : Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g;

V : Volumen del frasco en cm³

V₀ : Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco.

1.2.1.8. Equivalente de arena (NTP 339.146, 2014)

Cantidad máxima permitida de arcilla o limo en la arena gruesa, se puede restringir especificando un valor mínimo del equivalente de arena.

Materiales

- Arena gruesa seca proveniente de la cantera Matiza Rimachi

Equipos y herramientas

- Balanza con precisión 0.01g de precisión.
- Horno
- 3 probetas de plástico acrílico y tapón de caucho.
- Agitador para equivalente de arena
- Vaso medidor: cilíndrico de alrededor de 57 mm (2¼ pulgadas) de diámetro, con un aforo de 85 ± 5 ml.
- Tamiz N° 4 (4,75 mm)
- Embudo
- Cloruro de calcio (solución)
- Reloj analógico

Procedimiento

- Rellenamos la probeta con solución hasta los 10 cm, pasamos la muestra seca por la malla N° 4, luego vertemos contenido en lata y seguidamente esa arena se vacía en el cilindro.
- Golpeo la parte baja para desalojar las burbujas, luego humedecemos la arena gruesa y se dejó sosegar 10 minutos.
- Se lavo las paredes interiores del cilindro con la solución mientras agita la sonda durante 90 ciclos (ida y vuelta) en el transcurso de 30 segundos.

- En la base de la muestra se introduce un tubo de irrigación y se asciende lentamente (permite el ascenso de material fino atrapado).
- Dejamos descansar durante 20 minutos y hacemos lecturas H1 y H2 para ambas muestras.
- Se repite dos veces el procesó para tener tres muestras
- Después hacemos los cálculos

$$EA = \frac{H1}{H2} x 100$$

Donde:

H1: Altura de la arena

H2: Altura de la arcilla

1.2.1.9. Partículas planas, alargadas en la piedra chancada (N.T.P. 400.040, 2018).

Su finalidad es determinar el alargamiento del agregado grueso y sus índices de aplanamiento.

Materiales

- Agregado grueso seco proveniente de la cantera Matiza Rimachi

Equipos y herramientas

- Dispositivo calibrador proporcional
- Balanza con precisión 0.01g de precisión.
- Recipiente de metal
- Cucharones
- Tamices

Procedimiento

- Utilizo la piedra del ensayo de la granulometría.
- Tamizamos la muestra por las mallas 3/4", 1/2" y 3/8" y colocamos en recipientes de metal.
- Seguidamente se pesó todas las muestras, colocamos el dispositivo calibrador proporcional en proporción de 1/5.
- Empezamos con lo retenido en la malla de 3/4", comenzamos a distinguir entre objetos cuya longitud y grosor guardan proporción entre sí y objetos cuya longitud y grosor no guardan proporción entre sí, después pesamos por separado, así se hace para las demás mallas de 1/2" y 3/8".
- Después hacemos los cálculos

$$A_1 = \left(\frac{B}{C}\right) \times 100$$

$$A_2 = \left(\frac{B}{C}\right) \times 100$$

$$\%CHA = A_1 + A_2$$

Donde:

%CHA: % de partículas chatas y alargadas

A_{1-2} : Porcentaje de chatas y alargadas por tamiz

B : Peso chatas y alargadas por tamiz

C : Peso de la muestra total

1.2.1.10. Porcentaje de partículas fracturadas de la piedra chancada (MTC- 210, 2016).

Es determinar el porcentaje de caras fracturadas 1 cara y de 2 o más caras de la piedra chancada.

Materiales

- Piedra chancada seco proveniente de la cantera Matiza Rimachi

Equipos y herramientas

- Balanza con precisión 0.01g de precisión.
- Recipiente de metal
- Cucharones
- Tamices

Procedimiento

- Utilizo la piedra del ensayo de la granulometría.
- Tamizamos la muestra por las mallas 3/4", 1/2" y 3/8" y colocamos en recipientes de metal.
- Seguidamente se pesó todas las muestras.
- Posteriormente, empezamos a escoger las partículas que quedaron en el tamiz 3/4", 1/2" y 3/8", se escoge todo lo que tienen una cara fracturada, los agregados que tengan una cara fracturada, y se pesa por separado cada tamiz.
- De igual manera se realizó para escoger las partículas de dos o más caras fracturadas en los tamices 3/4", 1/2" y 3/8" y se pesa por separado cada tamiz.
- Después hacemos los cálculos.
- Para una cara fracturada:

$$C = \left(\frac{B}{A}\right) \times 100$$

$$D = \left(\frac{A}{E}\right) \times 100$$

$$F = C \times D$$

$$CF-1 = \left(\frac{\sum D}{\sum F}\right)$$

Donde:

A : Peso detenido en el tamiz

B : Peso de partículas de 1 cara fracturas a más en la malla

E : Peso total de la muestra

$\sum D$: Sumatoria de los tamices

$\sum F$: Sumatoria de los tamices

CF-1 : Porcentaje de partículas de 1 cara

- Para dos o más caras fracturadas:

$$C2 = \left(\frac{B}{A}\right) \times 100$$

$$D = \left(\frac{A}{E}\right) \times 100$$

$$F = C \times D$$

$$CF-2 = \left(\frac{\sum D}{\sum F}\right)$$

Donde:

A : Peso detenido en el tamiz

B : Peso partículas de 2 o más cara fracturas a más en el tamiz

E : Peso acumulado del agregado

$\sum D$: Sumatoria de los tamices

$\sum F$: sumatoria de los tamices

CF-2 : Porcentaje de piedras con 2 o más caras fracturadas

1.2.1.11. Ensayo de resistencia por Abrasión. (N.T.P 400.019, 2014)

Es determinar la resistencia de los agregados al corte, impacto y abrasión para hallar su resistencia.

Materiales

- Agregado grueso seco proveniente de la cantera Matiza Rimachi

Equipos y herramientas

- Máquina de los Ángeles
- Báscula de precisión 0. 01g de precisión.
- Recipiente de metal
- Cucharones
- Tamices

Procedimiento

- Utilizo la piedra del ensayo de la granulometría, se pasa por los tamices de 3/4", 1/2" y 3/8", luego se pesa el material retenido en los cedazos de 1/2" y 3/8", cada peso estuvo por 2500 gramos \pm 10 gramos.
- Colocamos las muestras en la máquina, luego ponemos las 12 pesas y aseguramos la tapa. Encendemos la máquina y la programamos para que gire a 30-33 RPM durante 500 revoluciones.
- Finalmente se prosigue al vaciado del material en un recipiente y comenzamos con la separación preliminar por el tamiz N° 12(1.50 mm)
- Luego se lavó la muestra por el tamiz N° 12 posteriormente se coloca en un depósito de metal y se coloca en el horno por 24 horas para someterlas a temperatura constante de 110 ± 5 °C.
- Pasado las 24 horas sacamos del horno y dejamos enfriar hasta que estén a temperatura ambiente para después pasar las muestras.
- Después hacemos los cálculos

$$C = B-D$$

$$A = \left(\frac{B}{C}\right) \times 100$$

Donde:

A: % de desgaste.

B: Peso inicial de la muestra al eliminar toda la humedad

C: Peso de la muestra restante tras la prueba.

D: Peso seco de la muestra luego del lavado.

1.2.2. Diseño de mezclas

El diseño de la mezcla de concreto tiene la finalidad de hallar las cantidades correctas de los materiales que componen la mezcla sin endurecer, para que el concreto ya endurecido cumpla las exigencias de resistencia de diseño.

1.2.2.1. Diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ patrón

La mezcla se ejecutó utilizando el procedimiento del American Concrete Institute (ACI - 2018). Para ajustar los diseños de prueba, este método consta de nueve pasos para diseñar la mezcla de concreto y ajustar los agregados con el contenido de humedad natural de los agregados. Estos pasos son los siguientes:

- **Paso 1. Calculado la resistencia.** La resistencia promedio posibilita planificar un concreto con cierto margen de protección. Se usará la tabla 6 para calcular el $f'cr$ basado en un $f'c$ de 210 kg/cm^2 .

Tabla 6

Resistencia a compresión sin datos estadísticos

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO	
$f'c$ (kg / cm ²)	$f'cr$ (kg/cm ²)
Menor de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Mayor de 350	$1.10 f'c + 50$

Fuente (Abanto Castillo, 2013)

- **Paso 2. Es la selección del asentamiento:** Si no disponemos de este dato el ACI incorpora la tabla 7, donde se enumeran varios parámetros de consistencia (slump) recomendados según el tipo de construcción.

Tabla 7

Consistencia y slump

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	\geq a 5"

Fuente (Abanto Castillo, 2013)

- **Paso 3. Selección del tamaño máximo del agregado:** Consideramos la distancia de los lados del encofrado, altura de la losa y la dimensión libre entre varillas individuales o fardos de ellas.
- **Paso 4. Cálculo del agua de mezclado y la proporción de aire en la mezcla.:** El agua necesaria obedece al TM del agregado grueso y la porción de aire atrapado. El ACI da un cálculo previo del agua en la dosificación del concreto, según se evidencia en la tabla 8.

Tabla 8

Requerimientos mínimos de agua en el mesclado y del contenido de aire para diferentes medidas del asentamiento y tamaños máximos de agregados

Asentamiento o slump	Agua en lt/ m3 de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos en pulgadas							
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Fuente (Abanto Castillo, 2013)

- **Paso 5. Determinación de la relación a/c:** Se determina teniendo en cuenta su resistencia, durabilidad y acabado. Si no hay información disponible, el ACI proporciona la tabla 9 con datos seguros para concretos elaborados con cemento tipo I.

Tabla 9

Relación agua/cemento y resistencia de diseño a la compresión del concreto

f 'cr (28 días)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
100	0.91	0.83
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	....
450	0.38	....

Fuente (Abanto Castillo, 2013)

- **Paso 6. Cálculo del contenido del cemento:** Una vez que se haya determinado el agua en el paso 4 y se ha obtenido la relación a/c en el paso 5, se hace el cálculo con las fórmulas correspondientes para hallar la cantidad de cemento.

$$\text{Cemento kg/ m}^3 = \frac{\text{Contenido de agua demezclado}(\text{lt/m}^3)}{\text{Relación a/ c}}$$

$$\text{cimento m}^3 = \frac{\text{Contenido de cemento}(\text{kg/m}^3)}{\text{peso especifico del cemento}}$$

La Tabla 10 debe utilizarse cuando se necesite un contenido mínimo de cemento o las especificaciones de durabilidad que exigen.

Tabla 10

Máxima relación agua/cemento permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición

CONDICIONES DE EXPOSICIÓN	RELACIÓN AGUA/CEMENTO MÁXIMA
Concreto de baja permeabilidad:	
a) Expuesto a agua dulce.	0.50
b) Expuesto a agua de mar o aguas salobres.	0.45
c) Expuesto a la acción de aguas cloacales. (*)	0.45
Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda:	
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas.	0.45
b) Otros elementos.	0.50
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de esta agua.	0.40
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm.	0.45

Nota: ()* La resistencia f'c no será menor de 245 kg/cm² por razones de durabilidad. (Abanto Castillo, 2013)

- **Paso 7. Cálculo del contenido del agregado grueso.** Para realizar una estimación, se utiliza la Tabla 11, la cual toma como referencia la relación máxima nominal entre la piedra chancada y el módulo de fineza de la arena gruesa. Después de encontrar el volumen de la piedra chancada, se calcula su peso total al multiplicarlo por su densidad.

Tabla 11*Volumen de piedra chancada por unidad de volumen de concreto*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finura del agregado fino.					
	2.2	2.4	2.6	2.8	3	3.2
3/8	0.52	0.5	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2	0.61	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4	0.68	0.66	0.64	0.62	0.6	0.58
1	0.73	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7	0.68
2	0.8	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7
3	0.83	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73
6	0.89	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Fuente (Abanto Castillo, 2013)

- **Paso 8. Estimación de la arena gruesa:** El cálculo del volumen de la arena gruesa se obtiene restando el volumen absoluto del diseño menos la suma de los volúmenes absolutos de los materiales ya encontrados.
- **Paso 9. Ajuste por el contenido de humedad de los agregados:** Se disminuye la dosis de agua que se añade a la mezcla en la misma proporción de la humedad no absorbida en los agregados, por ende la humedad general menos la absorción de los agregados.
- **Paso 10. Ajuste de las mezclas o coladas de prueba.** Es importante comprobar la densidad, la presencia de aire, la facilidad para trabajar y la medida del asentamiento; Con el objetivo de homogeneizar el tiempo de fraguado y la densidad del concreto, se busca eliminar las diferencias existentes.

1.2.2.2. Diseño de mezclas con aditivo superplastificante fluidcon 400 h

La mezcla se realizó utilizando el método del American Concrete Institute (ACI 211.1-91, 2009) en cuanto al diseño, se siguen los pasos del diseño patrón del 1 al 3, el paso 4 se encuentra la dosis aproximada de agua para la mezcla, la cual se resta a la proporción del porcentaje que afecta al aditivo superplastificante según la tabla N° 12.

Tabla 12*Porcentajes de reducción de agua en la mezcla*

Cantidad de aditivo en la mezcla	Porcentaje de agua reducida
1.5 % (*)	25.0 %-30%
1.2 %	20.00 %
1.0 %	16.67 %

0.8%

13.33 %

Nota () porcentaje máximo que se debe añadir una a mezcla de concreto*

Una vez que se tenga calculado la cantidad de agua actualizada, procedemos a seguir los pasos del 5 al 9 para obtener los nuevos diseños de mezclas.

1.2.3. Características físicas del concreto

1.2.3.1. Preparación de las mezclas de concreto

Se presento los diseños en S.S.S. (superficie seca saturada), volúmenes absolutos, absorción y diseño corregido por humedad, de manera que se procedió a pesar las muestras para realizar los ensayos.

Materiales

- Cemento Pacasmayo tipo I
- Agua
- Agregados finos y gruesos
- Aditivo superplastificante fluidcon 400 h

Equipos y herramientas

- Carretilla
- Trompo pequeño
- Guantes
- Palanas
- Bascula
- Recipientes de metal

Procedimiento

- Nos colocamos los guantes antes empezar con los ensayos.
- Pesamos los materiales como el cemento, agua, agregados y aditivo de acuerdo a las proporciones establecidas en los diseños.
- Empezamos descargando el agua, aditivo, cemento y agregados en el trompo, y revolvemos durante aproximadamente 10 minutos. Después de verter en la carretilla y se realizamos ensayos respectivos.

1.2.3.2. Temperatura del concreto fresco (NTP 339.184, 2013)

Este ensayo mide la temperatura del concreto en su estado fresco y así determinar si cumple con un requisito para el concreto fresco utilizado en la construcción.

Materiales

- Mezcla de concreto

Equipos y herramientas

- Carretilla
- Cucharones
- Termómetro
- guantes

Procedimiento

- Nos colocamos los guantes antes empezar con los ensayos.
- Vaciamos la mezcla en la carretilla y batimos para que se mantenga homogénea la mezcla.
- Seguidamente se coloca el termómetro hasta una profundidad de 3” pulgadas.
- Esperamos unos minutos para que la temperatura no varié y tomamos la lectura.

1.2.3.3. Asentamiento del concreto (slump) (N.T.P. 339.035, 2009)

El propósito de esta prueba es conocer el asentamiento (slump) y la dosis de agua en la dosificación.

Materiales

- Mezcla de concreto

Equipos y herramientas

- Carretilla
- Cucharones
- Estructura de Abrams
- Barra lisa de acero
- Cinta métrica flexible
- Badilejo

Procedimiento

- Vaciamos la mezcla en la carretilla y batimos
- Humedecemos el cono y la placa, colocamos la placa en una superficie llana y sólida para luego poner el cono encima y presionamos las orejas firmemente.
- Llenaremos el recipiente con tres fases, cada uno de los cuales contendrá aproximadamente la misma cantidad de concreto.
- Compactamos cada capa con 25 golpes uniformemente espaciados aplicados con la varilla de 5/8” lisa de forma vertical, la compactación se hace de forma espiral desde afuera hacia el centro.

- Tras rellenar y compactar la última capa, con el badilejo se enrasa para dejar uniforme la superficie.
- Luego se removido el cono de forma vertical sin cambiar el asentamiento del concreto.
- Colocamos el cono invertido al costado de la mescla, con la varilla se colocó encima del cono generando un nivel para poder medir.
- Luego pasamos a medir la altura de la muestra en pulgadas y la registramos.

1.2.3.4. Peso unitario, rendimiento del concreto (NTP 339.046, 2008)

El propósito de esta prueba es establecer una correspondencia entre la masa y el volumen del concreto para compararlo con el peso de diseño.

Materiales

- Mezcla de concreto

Equipos y herramientas

- Estructura cilíndrica
- Barra lisa de acero
- Plancha para alisar
- Bascula
- Mazo de caucho
- Cucharón de metal

Procedimiento

- Se vació el concreto a la carretilla y mezclamos.
- Pesamos el molde cilíndrico y anotamos sus datos.
- Llenamos el molde cilíndrico con tres capas que tendrán aproximadamente el mismo volumen de concreto.
- Compactar capa a capa con la varilla de 5/8" de manera que se den 25 golpes uniformes en la caída vertical. Luego con un mazo de goma golpeamos la estructura cilíndrica para extraer el aire, los golpes son 10-15 veces por capa.
- Terminado de llenar y situar la última capa se prosigue a enrasar con la plancha para alisar
- Limpiamos el recipiente sin que quede algún residuo de mezcla.
- Después se lleva a pesar y anotamos.
- Seguidamente hacemos los cálculos:

Peso del concreto en estado fresco (Pcf):

P_{cf} = Peso fresco (molde + concreto) - Peso del molde

Peso unitario del concreto (P_u):

P_u = Peso del concreto / Volumen del molde

1.2.3.5. Contenido de aire del concreto fresco (N.T.P. 339.081, 2011)

El propósito de la prueba es verificar la contribución de aire en la dosificación del concreto.

Materiales

- Concreto fresco.

Equipos y herramientas

- Olla de Washington
- Cucharón
- Martillo de goma
- Varilla de acero liso
- plancha para alisar

Procedimiento

- Vaciamos la mezcla en la carretilla y mezclamos.
- Pesamos el molde cilíndrico y anotamos sus datos.
- Llenamos el molde cilíndrico con tres capas que tendrán aproximadamente el mismo volumen de concreto.
- Compactamos en tres capas, luego estrato por estrato con la varilla, dándole 25 golpes uniformes en una caída vertical luego golpeamos el borde exterior de la olla con un martillo de goma de 10 a 15 veces por capa.
- Terminado de llenar y situar la última capa se prosigue a enrasar con la plancha para alisar.
- Limpiamos el recipiente sin que quede algún residuo de mezcla.
- Ensamblamos el medidor de aire en molde cilíndrico y aseguramos para garantizar el cierre hermético y se purga el aire.
- Se agrega agua por una de las válvulas hasta que esté completamente lleno y se bombea aire hasta que la ajuga del nanómetro este en cero.
- Cerramos la tapa de las válvulas y del medidor para proceder abrir la válvula de aire, y de esa manera tomamos lectura de lo que contiene el aire.

1.2.3.6.Elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto (N.T.P. 339.033, 2015)

Se describe los procesos para producir y curar las probetas utilizadas para realizar pruebas de resistencia al fresco del concreto en el lugar de trabajo.

Materiales

- Mezcla de concreto

Equipos y herramientas

- Carretilla
- Guantes
- Cucharones
- Molde cilíndrico
- Varilla lisa de acero
- Martillo de goma
- corrector

Procedimiento

- Nos colocamos los guantes antes empezar con los ensayos
- Utilizamos el concreto ya preparado para los anteriores ensayos.
- Los moldes se preparan echándoles aceite a su interior para que el concreto no se pegue, la probeta se moldeó logrando que se compactara en tres capas, luego estrato por estrato con la varilla, dándole 25 golpes uniformes en una caída vertical, seguidamente golpeamos con el martillo de goma el exterior del molde cilíndrico de 10 a 15 veces por capa
- Una vez terminado de enraizar marcara en el molde el diseño y fecha
- Pasada las 24 horas se comienza el desmoldeo y con tinta indeleble o corrector se maraca lo siguiente: f'c de diseño, la fecha de elaboración y la cantidad de aditivo.
- Después de desmontarlos, sumérjalos en un baño de agua para curar inmediatamente los especímenes. Me aseguré de que el tubo de ensayo estuviera completamente sumergido en agua por todos lados.

1.2.4. Características mecánicas del concreto

1.2.4.1.Curado de probetas

Después del etiquetado, los testigos se colocan en los pozos de curado con temperatura controlada y se mantienen en agua durante 7, 14, 28 y 90 días, según sea necesario.

1.2.4.2. Resistencia a la compresión diametral de una probeta cilíndrica (N.T.P 339.034, 2015)

Implica someter los cilindros a una fuerza de compresión axial constante de una tasa estándar entre el rango de la categoría específica hasta producir la ruptura del testigo.

Resistencia a la compresión de muestras cilíndricas se mide después de 7, 14, 28 y 90 días de exposición.

Materiales

- Probetas de concreto

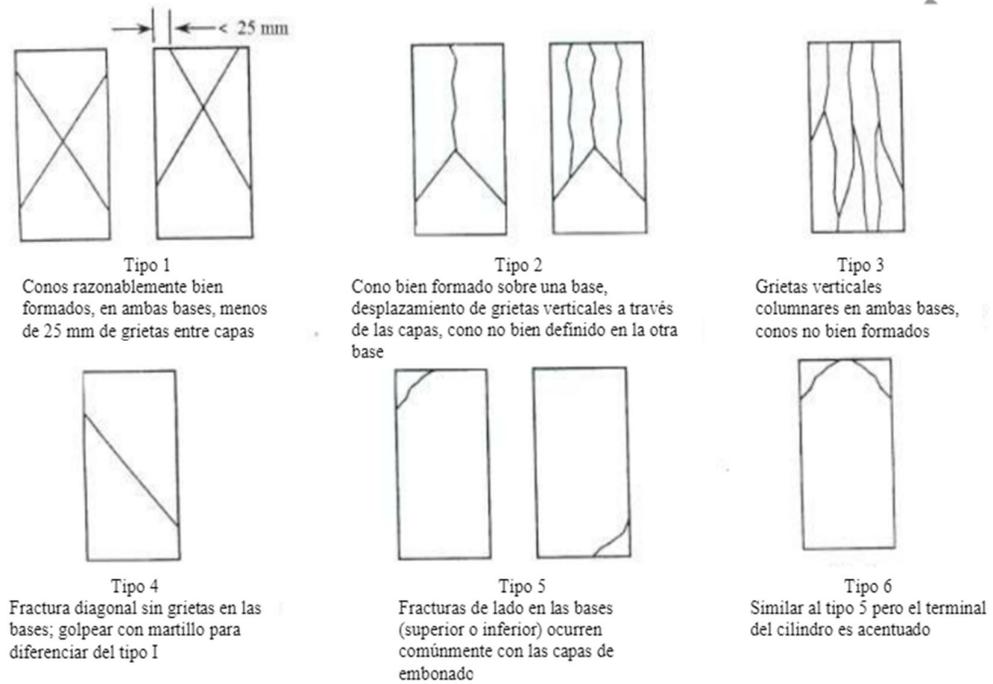
Equipos y herramientas

- Prensa hidráulica
- Neoprenos
- Faja de tela
- Vernier digital
- Bascula
- Vernier

Procedimiento

- Retiramos los testigos de la poza de curado 6 horas antes de rotura
- Tomamos medidas (Diámetro y altura) y pesamos cada testigo.
- Se prepara el testigo colocando el neopreno en la parte inferior y superior del testigo, seguidamente se coloca la faja de tela en la cara del testigo.
- Se coloca en la prensa hidráulica los testigos ya preparados y se cierra las ventanas de seguridad y comienza la rotura del testigo.
- Cuando testigo falle, la prensa ya no seguirá ejerciendo más fuerza y se anota el valor más alto.
- Posterior se retira el testigo de la prensa y se registra la naturaleza de la falla encontrada como se observa en la siguiente Figura 1.

Figura 1
Tipos de fallas en testigos cilíndricos



- Después hacemos los cálculos de resistencia

$$\text{Área} = \left(\frac{D^2 * \pi}{4} \right)$$

$$\text{Resistencia del testigo} = \left(\frac{\text{Carga}}{\text{area}} \right) \text{ kg/cm}^2$$

$$\% \text{ de resistencia} = \frac{\text{Resistencia del testigo}}{\text{Resistencia de diseño}} * 100$$

1.2.5. Estudio de costos unitarios para preparación de concreto

Asimismo, se analizaron los costos unitarios con respecto al proyecto "Mejoramiento de la Carretera Chachapoyas Aeropuerto", utilizando los precios actualizados de diciembre del 2022 para las comparaciones con los nuevos diseños.

III. RESULTADOS

3.1. Resultado de materiales

3.1.1. Cemento

Sobre la dosificación del concreto se empleó cemento Tipo I Pacasmayo.

Tabla 13

Resumen de características del material cementante

Material	Marca	Tipo	Peso Específico (Kg/M3)
Cemento	Pacasmayo	Portland Tipo-I	3.11

Nota. Resumen de datos de la ficha técnica del cemento

3.1.2. Agregados

3.1.2.1. Arena gruesa

Tabla 14

Resultados Granulométricos de la arena gruesa

Tamiz	AASHTO t-27 (mm)	Peso retenido	% retenido	Retenido acumulado	% que pasa	Especificación
3/8"	9.5				100	100
Nº 4	4.75	38.6	4.5	4.5	95.5	95 - 100
Nº 8	2.36	88.5	10.4	15.0	85.1	80 - 100
Nº 16	1.19	162.3	19.1	34.1	66.0	50 - 85
Nº 30	0.6	193.6	22.8	56.8	43.2	25 - 60
Nº 50	0.3	215.3	25.3	82.2	17.9	10 - 30
Nº 100	0.15	105.6	12.4	94.6	5.4	02 - 10
Nº 200	0.075	35.6	4.2	98.8	1.2	
Fondo		10.5	1.2	100.0	0.0	

Nota. Se observa % que posa de la arena gruesa están en el rango de las especificaciones técnicas

Tabla 15

Resumen de las características de la arena gruesa

Ensayo	Método de ensayo	Resultado	Especificaciones
Contenido de humedad	NTP 339.185:2002	2.00%	-
Equivalente de arena	NTP 339.146:2000	77%	min 75 %
Módulo de fineza	NTP 400.012:2001	2.63	2.30 a 3.10
Material más fino que el tamiz Nº 200	NTP 400.018:2002	2.50%	Max 5 %
Peso específico de masa	NTP 400.022:2002	2 620 kg/m3	2 500 a 2 750 kg/m3

Absorción	NTP 400.022:2002	1.01%	0.5 a 1.5 %
Peso unitario suelto (P.U.S.)	NTP 400.017:2002	1 589 kg/m ³	1 500 a 1 700 kg/m³
Peso unitario compactado (P.U.C.)	NTP 400.017:2002	1 755 kg/m ³	Mayor que P.U.S.

Nota. El agregado fino cumple las especificaciones técnicas.

3.1.2.2. Agregado grueso

Tabla 16

Resultados granulométricos de la piedra chancada

Tamiz	AASHTO t-27 (mm)	Peso retenido	% retenido	Retenido acumulado	% que pasa	Especificación
1"	25.4				100	HUSO 67 100
3/4"	19.05	856.8	8.6	8.6	91.4	90 - 100
1/2"	12.7	3312.0	33.1	41.7	58.3	
3/8"	9.525	2403.0	24.0	65.7	34.3	20 - 50
N.º 4	4.75	2772.0	27.7	93.4	6.6	0 - 10
N.º 8	2.36	614.0	6.1	99.6	0.4	0 - 5

Nota. Se observa % que pasa de la piedra chancada están en el rango de las especificaciones técnicas.

Tabla 17

Resumen de las características - piedra chancada

Ensayo	Método de ensayo	Resultado	Especificaciones
Contenido de humedad	NTP 339.185:2002	1.30%	-
Módulo de fineza	NTP 400.012:2001	6.7	De 6.30 a 6.90
Tamaño máximo nominal TMN	NTP 400.012:2001	3 /4''	3/4'' a 1 /2''
Peso específico de masa	NTP 400.021:2002	2 .604 kg/m ³	2 500 a 2 750 kg/m³
Absorción	NTP 400.021:2002	0.90%	0.5 a 1.5 %
Partículas chatas y alargadas	NTP 400.040	7.80%	Max 15 %
Porcentaje de partículas fracturadas	MTC-210	67.10% 58.20%	1 cara 60% min 2 caras 40% min
Peso unitario suelto P.U.S.	NTP 400.017:2002	1 313 kg/m ³	1 300 a 1 500 kg/m³
Peso unitario compactado P.U.C.	NTP 400.017:2002	1 469 kg/m ³	Mayor que P.U.S.

Resistencia a la abrasión	NTP 400.019:2002	23%	Max 40 %
---------------------------	------------------	-----	-----------------

Nota. La piedra chancada cumple las especificaciones técnicas.

3.1.3. Agua

Se utilizó agua potable de la ciudad de Chachapoyas:

Tabla 18

Resumen de propiedades del agua.

Material	Tipo	Peso Específico (Kg/M3)
Agua	potable	1.00

Nota. Resumen de datos de pruebas de laboratorio.

3.1.4. Aditivos

Tabla 19

Resumen de sus propiedades del aditivo

Material	Nombre	Marca	Tipo	Peso Específico (Kg/M3)
aditivo	Fluidcon400h	Soquimic	superplastificante	1.18

Nota. Resumen de datos de la ficha técnica del aditivo

3.2. Resultado de diseños de mezclas

3.2.1. Mezcla patrón

Tabla 20

Cantidades de material por 1 m3 (dosificación)

Diseño en condición seca x 1 m3			
Material	Unidad	Peso	
Cemento	kg/m3	367.12	
Arena gruesa	kg/m3	813.36	
Piedra chancada	kg/m3	947.92	
Agua	kg/m3	196.06	
Aditivo	kg/m3	0.00	
Asentamiento		3"-4"	
Factor de Cemento		8.64	
Relación Agua Cemento diseño		0.56	
Relación Agua Cemento final		0.53	

Nota. El diseño presenta una slump de 3"-4", con 8.64 bolsas de cemento por 1 m3 y una relación a/c final de 0.53.

3.2.2. Mezcla 210 kg/cm² con 0.8 % de aditivo fluidcon 400h

Tabla 21

Cantidades de material por 1 m³ (dosificación)+ aditivo fluidcon 400h 0.80%

Diseño en condición seca x 01 m³		
Material	Unidad	Peso
Cemento	kg/m ³	318.18
Arena gruesa	kg/m ³	914.50
Piedra chancada	kg/m ³	922.27
Agua	kg/m ³	167.60
Aditivo	kg/m ³	2.55
Asentamiento		5"-6"
Factor de Cemento		7.62
Relación Agua Cemento diseño		0.56
Relación agua cemento final		0.53

Nota. El diseño presenta una slump de 5"-6", con 7.62 bolsas de cemento por 1 m³ y una relación a/c final de 0.53.

3.2.3. Mezcla 210 kg/cm² con 1.0 % de aditivo fluidcon 400h 1.00%

Tabla 22

Cantidades de material por 1 m³ (dosificación)+ aditivo fluidcon 400h 1.00%

Diseño en condición seca x 01 m³		
Material	Unidad	Peso
Cemento	kg/m ³	305.92
Arena gruesa	kg/m ³	939.34
Piedra chancada	kg/m ³	915.92
Agua	kg/m ³	160.47
Aditivo	kg/m ³	3.06
Asentamiento		7"-9"
Factor de Cemento		7.49
Relación Agua Cemento		0.56
Relación agua cemento final		0.52

Nota. El diseño presenta un slump de 7"-9", con 7.49 bolsas de cemento por 1 m³ y una relación a/c final de 0.52.

3.2.4. Mezcla 210 kg/cm² con 1.2% de aditivo fluidcon 400h 1.00%

Tabla 23

Cantidades de material por 1 m³ (dosificación)+ aditivo fluidcon 400h 1.20%

Diseño en condición seca x 01 m³		
Material	Unidad	Peso
Cemento	kg/m ³	293.70
Arena gruesa	kg/m ³	963.91
Piedra chancada	kg/m ³	909.62

Agua	kg/m3	153.36
Aditivo	kg/m3	3.52
Asentamiento		8"-10"
Factor de Cemento		7.26
Relación Agua Cemento diseño		0.56
Relación agua cemento final		0.52

Nota. El diseño presenta un slump de 8"-10", con 7.49 bolsas de cemento por 1 m3 y una relación a/c final de 0.52.

Tabla 24

Resumen de las porciones de material 1 m3 (dosificación) de los diseños

Resumen de diseños en condición seca x 01 m3					
Material	Unidad	f'c= 210 Kg/cm² - patrón	f'c= 210 Kg/cm² +0.8 % aditivo	f'c= 210 Kg/cm² +1.0 % aditivo	f'c= 210 Kg/cm² +1.2 % aditivo
Cemento	kg/m3	367.12	318.18	305.92	293.70
Agregado fino	kg/m3	813.36	914.50	939.34	963.91
Agregado grueso	kg/m3	947.92	922.27	915.92	909.62
Agua	kg/m3	196.06	167.60	160.47	153.36
Aditivo	kg/m3	0	2.55	3.06	3.52
Asentamiento		3"-4"	5"-6"	7"-9"	8"-10"
Factor de Cemento		8.64	7.62	7.49	7.26
Relación Agua Cemento diseño		0.56	0.56	0.56	0.56
Relación agua cemento actual		0.56	0.53	0.52	0.52

Nota. Las cantidades de agua y cemento en los diseños de concreto disminuyen en relación a la cantidad de aditivo utilizado.

3.2.5. Variaciones de la relación agua cemento (a/c) de los diseños:

Tabla 25

Disminución del agua en los diseños.

Cantidad de aditivo en la mezcla %	Porción de aditivo en la mezcla kg/m3	Cantidad de agua reducido	% de agua reducido
0.0 %	-	-	-
0.8 %	2.55 kg/m3	27.33 l/m3	13.33 %
1.0 %	3.06 kg/m3	34.17 l/m3	16.67 %
1.2 %	3.52 kg/m3	41.00 l/m3	20.00 %

Nota. Disminución de la cantidad de agua en las mezclas de concreto en relación con la cantidad de aditivo añadido

Tabla 26*Cantidad de cemento reducido en las mezclas*

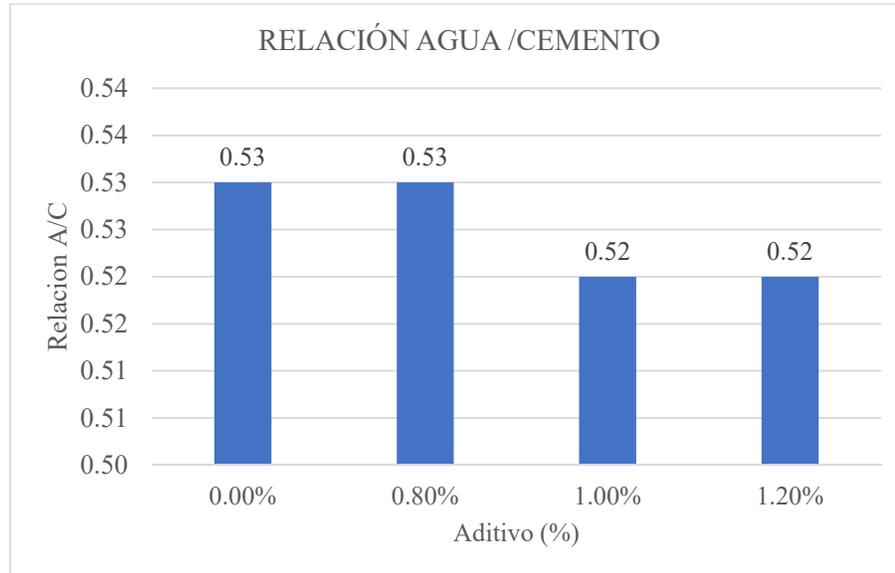
Porción de aditivo en la mezcla	Porción de aditivo en la mezcla kg/m3	Cantidad de cemento reducido	% de cemento reducido en las mezclas
0.00 %	-	-	-
0.80 %	2.55 kg/m3	48.94 kg/m3	13.33 %
1.00 %	3.06 kg/m3	61.20 kg/m3	16.67 %
1.20 %	3.52 kg/m3	73.42 kg/m3	20.00 %

Nota. La disminución de la proporción del cemento en las mezclas de concreto es proporcional al aditivo añadido.

Tabla 27*Resumen del a/c de las mezclas*

Diseños	relación a/c final
f _c = 210 Kg/cm ² - patrón	0.53
f _c = 210 Kg/cm ² + 0.8 % aditivo	0.53
f _c = 210 Kg/cm ² + 1.0 % aditivo	0.52
f _c = 210 Kg/cm ² + 1.2 % aditivo	0.52

Nota. Los diseños tienen una relación a/c que va de 0.53 a 0.52

Figura 2*Relación agua /cementos finales*

Nota. La relación a/c del diseño patrón con los diseños con aditivo varia de 0.01

3.3. Resultados de pruebas del concreto fresco

3.3.1. Asentamiento del concreto

Tabla 28

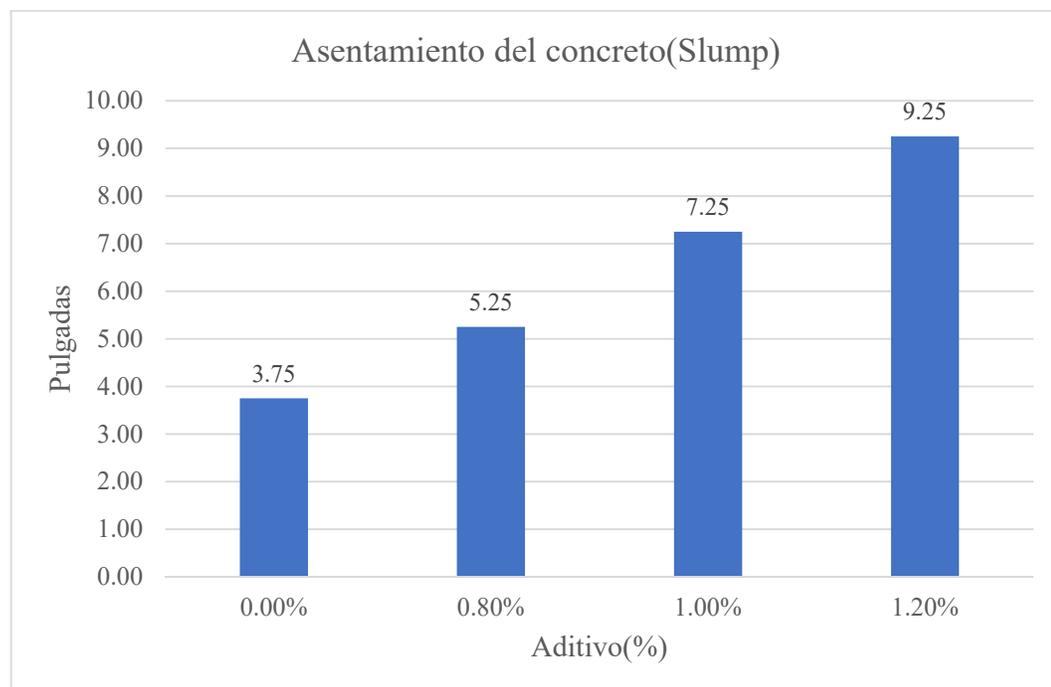
Slump de los diseños sin aditivo y con aditivo

Asentamiento del concreto		
diseño	aditivo	slump
210 kg/cm ²	0.00%	3.75"
	0.80%	5.25"
	1.00%	7.25"
	1.20%	9.25"

Nota. Se puede observar que el concreto que presenta el mayor asentamiento es aquel que contiene la mayor proporción de aditivo (1.20%), lo que ocasiona que su consistencia sea muy fluida y propensa a la segregación.

Figura 3

Slump vs cantidad de aditivo



Nota. Se observa que a más aditivo mayor es el asentamiento de las mezclas.

3.3.2. Temperatura del concreto en estado fresco.

Tabla 29

Temperaturas del concreto fresco

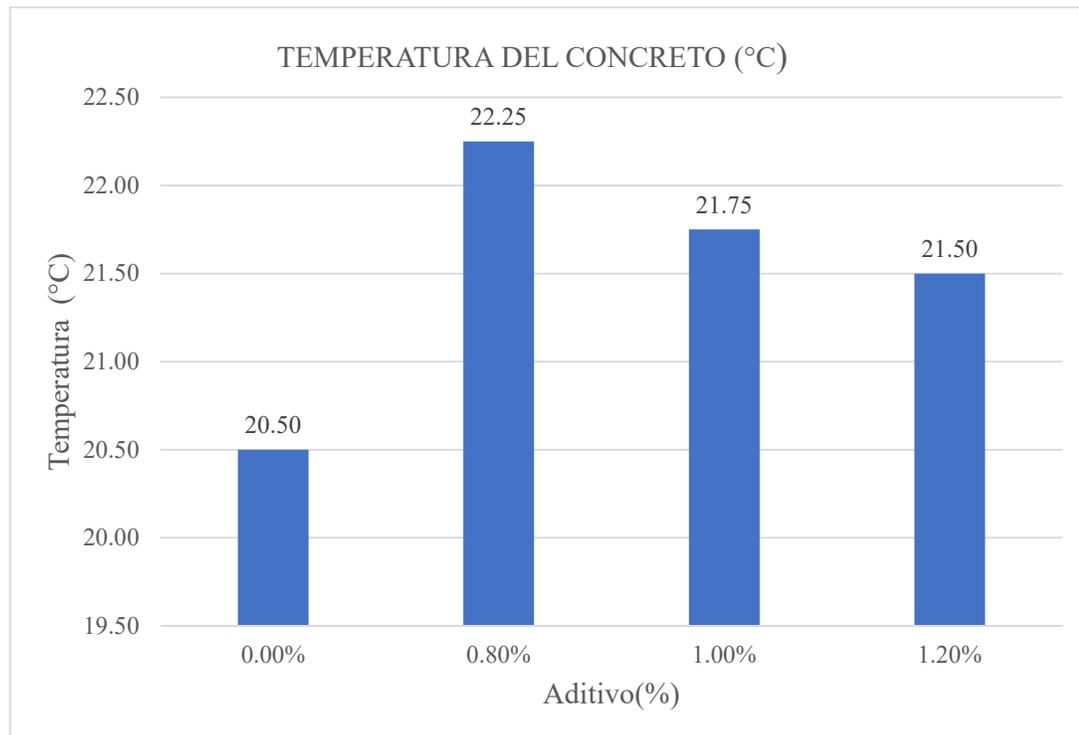
Temperatura del concreto (°C)		
diseño	aditivo	T °C
210 kg/cm ²	0.00%	20.50 °C
	0.80%	22.25 °C

1.00%	21.75 °C
1.20%	21.50 °C

Nota. Se aprecia que el concreto que hay una variación de temperatura 1 °C hasta 1.75 °C.

Figura 4

Temperatura del concreto vs porcentaje de superplastificante



Nota: Se observa que la mayor temperatura lo tienen los diseño con cierto porcentaje de aditivos, siendo la temperatura más alta 22.5 °C con el porcentaje de 1.20 % de aditivo.

3.3.3. Peso unitario de la mezcla de concreto fresco

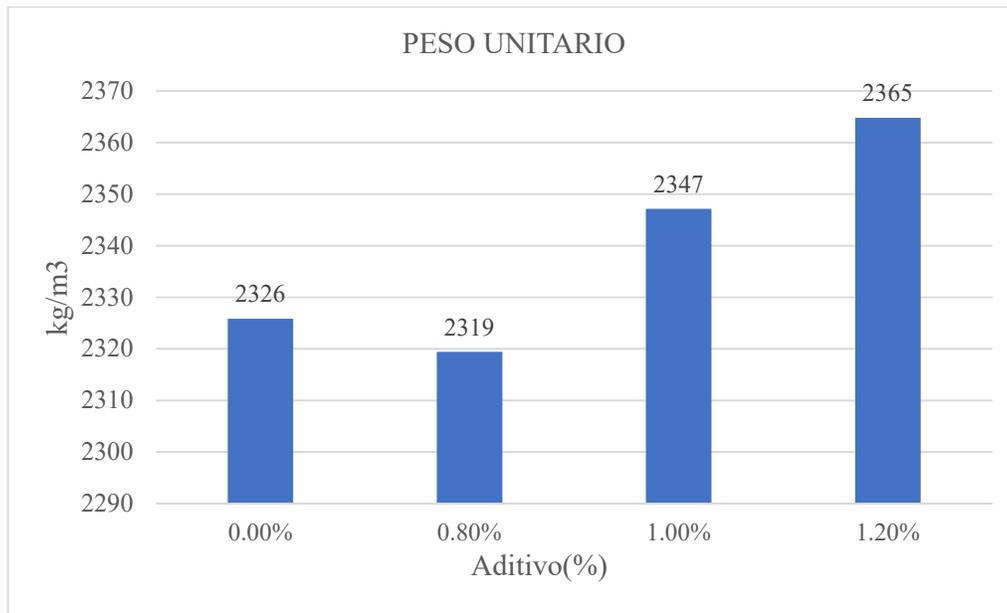
Tabla 30

Peso unitario del concreto

diseño	Peso Unitario	
	aditivo	P.U. kg/m ³
210 kg/cm²	0.00%	2326
	0.80%	2319
	1.00%	2347
	1.20%	2365

Nota. Se puede apreciar que el concreto que tiene la mayor densidad es aquel que contiene la mayor proporción de aditivo (1.20%).

Figura 3
Peso unitario(kg/m³) vs porcentaje de aditivo



Nota: Se observa que cuando se añade el 0.8% de aditivo el peso unitario es menor que del diseño 0.00%(patrón), mientras que los diseños con 1.00% y 1.20 % son superiores al diseño patrón.

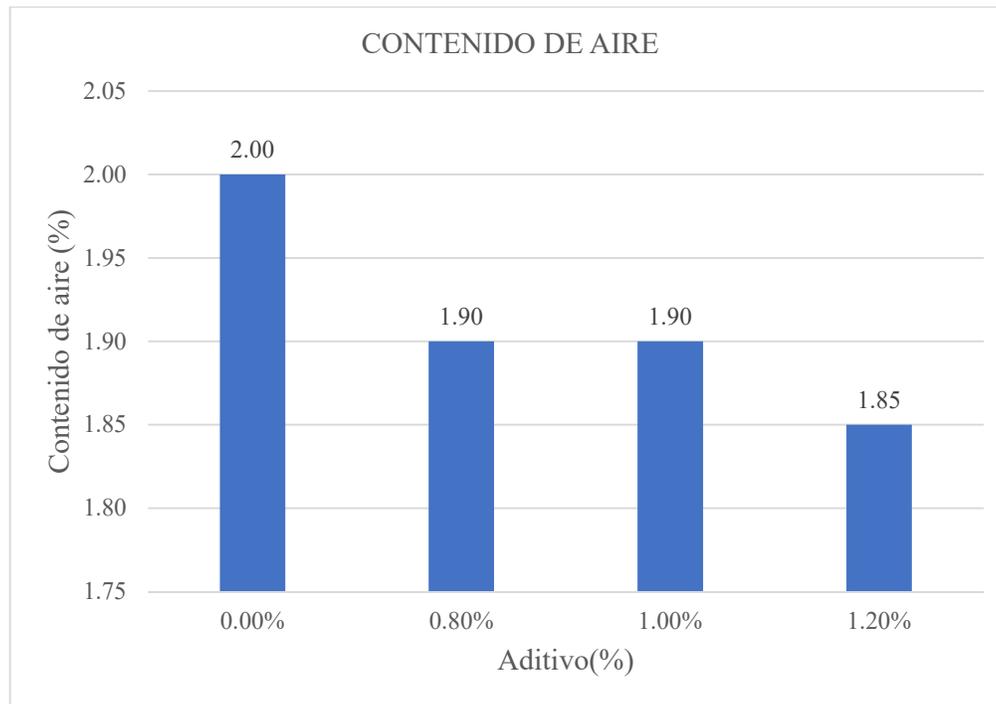
3.3.4. Contenido de aire atrapado

Tabla 31
Porcentaje de aire atrapo en las mezclas

CONTENIDO DE AIRE		
diseño	aditivo	% de aire
210 kg/cm²	0.00%	2.05
	0.80%	1.90
	1.00%	1.90
	1.20%	1.85

Nota. Se observa que el concreto con más aditivo tiene menos aire.

Figura 4
Contenido de aire (%) vs porcentaje de aditivo



Nota. Se observa que cuando se añade el 0.8% y 1.0 % de aditivo el contenido de aire es iguales y son menores que del diseño 0.00%(patrón), mientras que el diseño con 1.20 % es el de menor contenido de aire.

3.3.5. Rendimiento

Todos los cálculos se realizaron con respecto al diseño patrón.

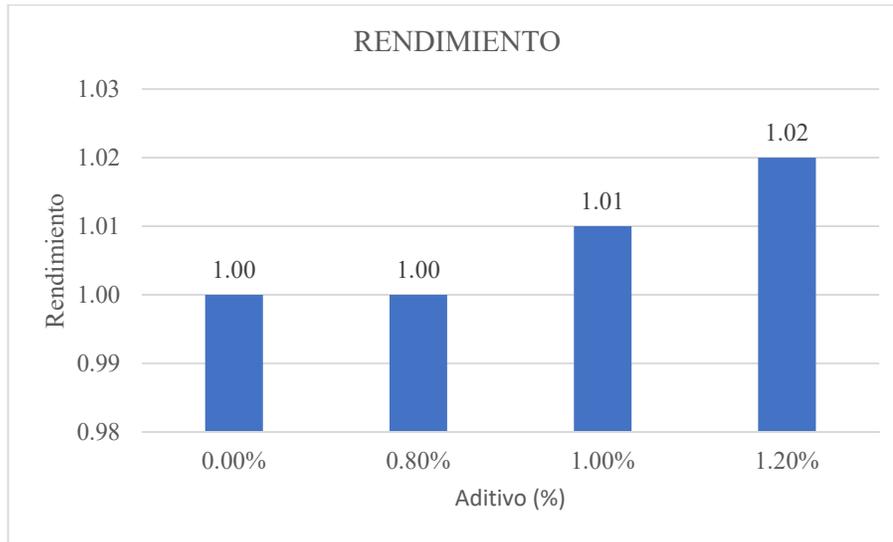
Tabla 32

Rendimiento respecto a la mezcla patrón

Aditivo	Rendimiento
0.00%	1.00 m3
0.80%	1.00 m3
1.00%	1.01 m3
1.20%	1.02 m3

Nota. Se observa que el diseño patrón y con aditivo 0.8% está igual mientras de los diseños con 1% y 1.2% de aditivo están por encima.

Figura 5
Rendimiento vs % de aditivo



Nota: Se observo que cuando se añade el 0.8% de aditivo el rendimiento es igual a la mezcla patrón, cuando se añade 1.00 % o 1.20 de aditivo el rendimiento es mucho mayor.

3.4. Resultados de las características mecánicas del concreto

3.4.1. Resistencia a la compresión diametral de la probeta cilíndrica.

3.4.1.1. Mezcla patrón 210 kg/cm²(patrón)

Para la combinación estándar F'c=210 kg/cm², se registraron los siguientes datos de resistencia a la compresión en diferentes tiempos: 7, 14, 28 y 90 días.

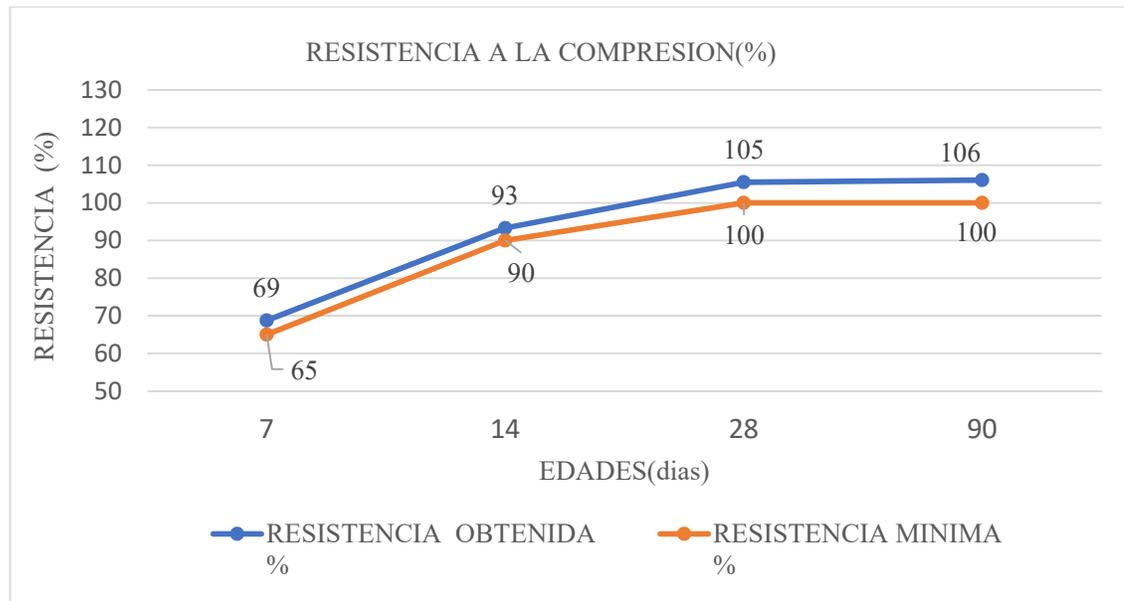
Tabla 33

Resistencia promedio del concreto F'c=210 kg/cm² (patrón)

Resistencia a la compresión				
Diseño	Días	Resistencia Testigo (kg/ cm ²)	Resistencia Obtenida %	Resistencia Mínima %
F'c=210 kg/cm ² + 0.00%(patrón)	07	144	69	65
	14	196	93	90
	28	222	105	100
	90	223	106	100

Nota: Se evidenció que la resistencia a la compresión obtenida supera el valor mínimo necesario.

Figura 6
Resistencia a la Compresión (%) vs Edades(días) concreto patrón



Nota: Se observo que la diferencia de la resistencia obtenida a la resistencia requerida oscila entre el 3% y 6 %, siendo la última a los 28 días.

3.4.1.2. Mezcla 210 kg/cm² más 0.80% de aditivo fluidcon 400h

Los resultados del experimento sobre la capacidad de soportar presión de la mezcla fueron obtenidos al agregar un 0.80% del aditivo al diseño $F'c=210$ kg/cm². Se consiguieron dichos resultados en distintos momentos, incluyendo los días 7, 14, 28 y 90.

Tabla 34

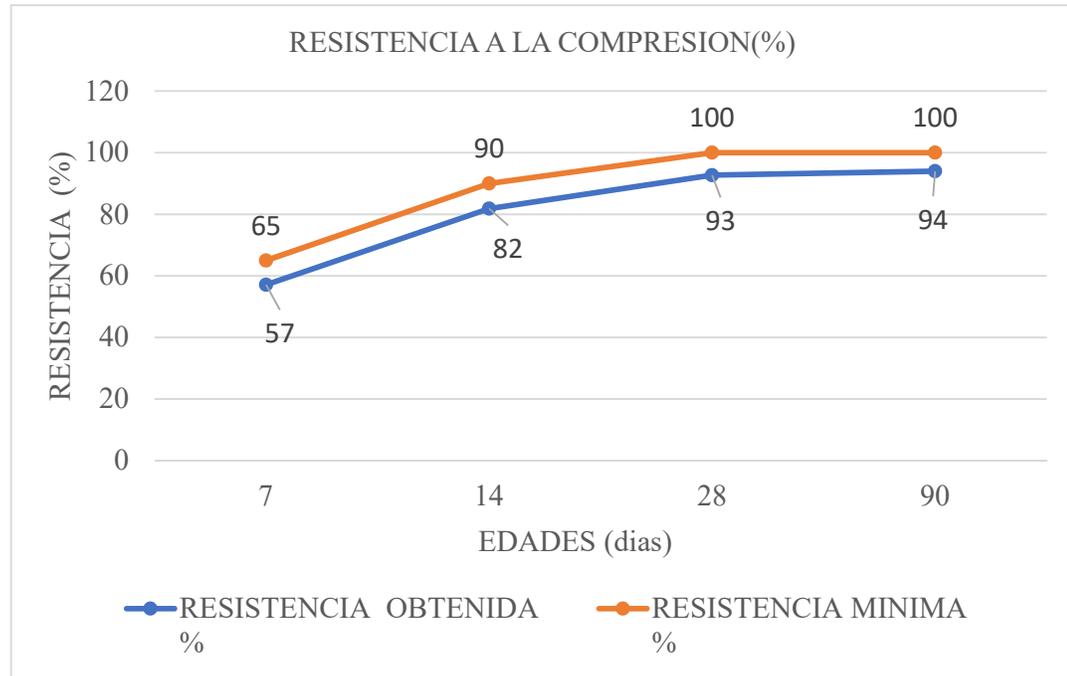
Resistencia del concreto $F'c=210$ kg/cm² + 0.80% de aditivo

Resistencia a la compresión				
Diseño	Días	Resistencia Testigo (kg/ cm ²)	Resistencia Obtenida %	Resistencia Mínima %
$F'c=210$ kg/cm ² + 0.80%	07	120	57	65
	14	172	82	90
	28	195	93	100
	90	191	94	100

Nota. La resistencia minina no es superada por la resistencia obtenida en ninguna de las edades del concreto

Figura 7

Resistencia a la Compresión (%) vs Edades(días) del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.80\%$



Nota. Se observa que la diferencia de la resistencia obtenida es menor a la resistencia requerida, dicha diferencia varía entre el 8% a los 7 y 14 días, a los 28 días tiene una diferencia de 7% y a los 90 días es de 6%.

3.4.1.3. Mezcla 210 kg/cm² más 1.00 % de aditivo.

Los resultados de las pruebas sobre la capacidad de soportar presión de la mezcla fueron obtenidos al agregar un 1,00% del aditivo al diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Estos resultados se registraron en diferentes momentos, los días 7, 14, 28 y 90.

Tabla 35

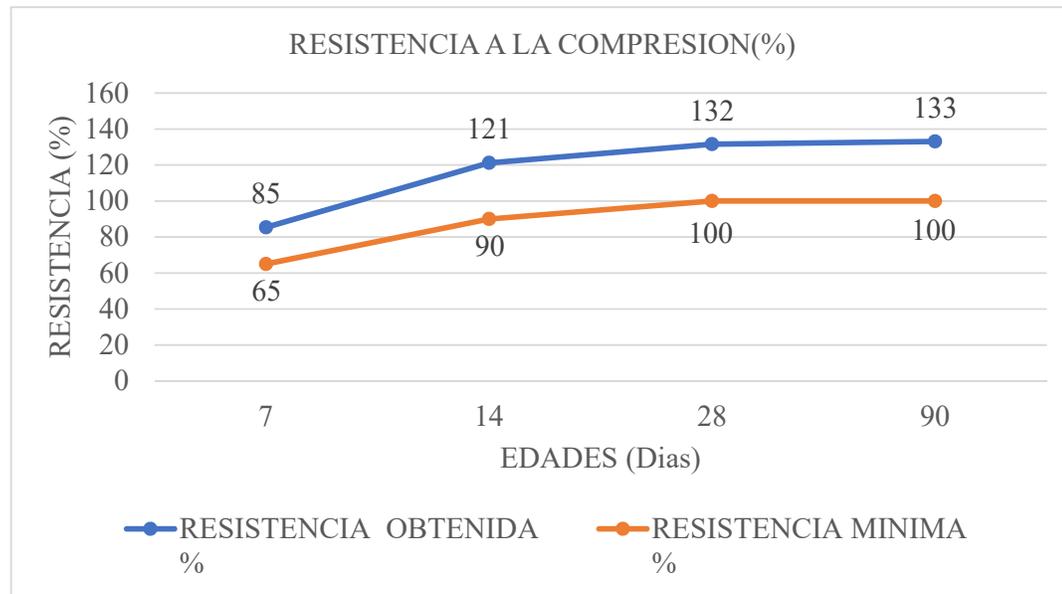
Resistencia del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.00\%$ de aditivo

Resistencia a la compresión				
Diseño	Días	Resistencia Testigo (kg/ cm ²)	Resistencia Obtenida (%)	Resistencia Mínima (%)
$F'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.00\%$ aditivo	07	179	85	65
	14	255	121	90
	28	276	132	100
	90	273	130	100

Nota. La resistencia lograda supera en más del 20% los valores necesarios en todas las etapas.

Figura 8

Resistencia a la Compresión (%) vs Edades(días) del concreto F'c=210 kg/cm² + 1.00%



Nota. Se observa que la diferencia de la resistencia obtenida es mayor a la resistencia requerida, dicha diferencia varía entre el 20% a los 7 días y, 31% a los 14 días superando así la resistencia de los 100%, a los 28 y a los 90 días llega a tener una resistencia de 133%.

3.4.1.4. Mezcla 210 kg/cm² con 1.20 % de aditivo

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se obtuvieron agregando 1,00% al diseño F'c=210 kg/cm². Estos resultados se registraron en diferentes momentos, los días 7, 14, 28 y 90.

Tabla 246

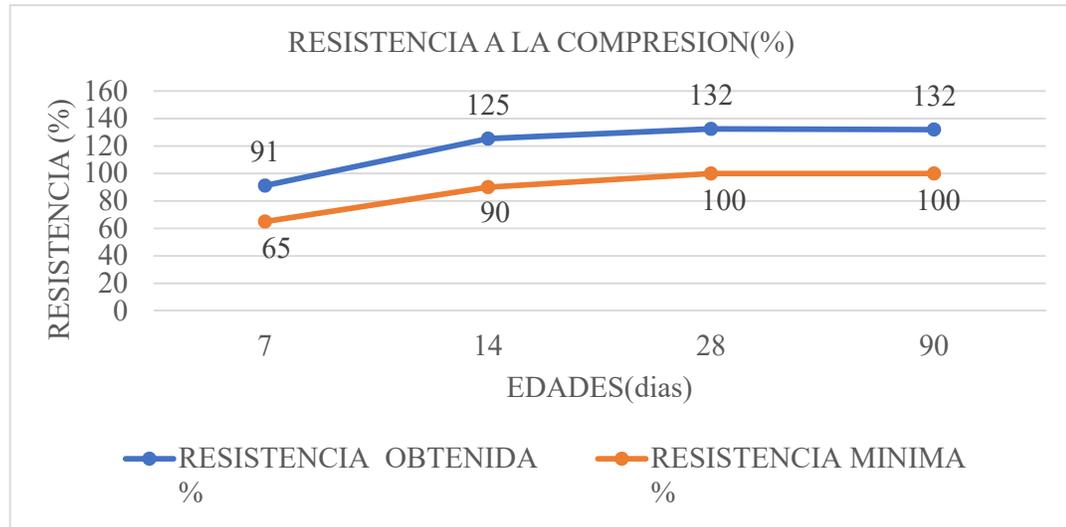
Resistencia del concreto F'c=210 kg/cm² + 1.20% de aditivo

Resistencia a la compresión				
Diseño	Días	Resistencia testigo (kg/ cm ²)	Resistencia obtenida %	Resistencia mínima %
F'c=210 kg/cm ² + 1.20%	07	191	91	65
	14	263	125	90
	28	278	132	100
	90	277	132	100

Nota. La resistencia lograda supera el nivel requerido en un 25% en todas las etapas.

Figura 9

Resistencia a la Compresión (%) vs Edades(días) del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.20\%$



Nota. Se observa que la diferencia de la resistencia obtenida es mayor a la resistencia requerida, dicha diferencia varía entre el 26% a los 7 días y 35% a los 14 días superando así la resistencia de los 100%, a los 28 y a los 90 días llega a tener una resistencia de 132%.

3.4.2. Comparación de resultados

Se realizaron los siguientes resúmenes, la comparación de los resultados en porcentajes y en kg/cm^2 .

3.4.2.1. Avance de resistencia a la compresión %

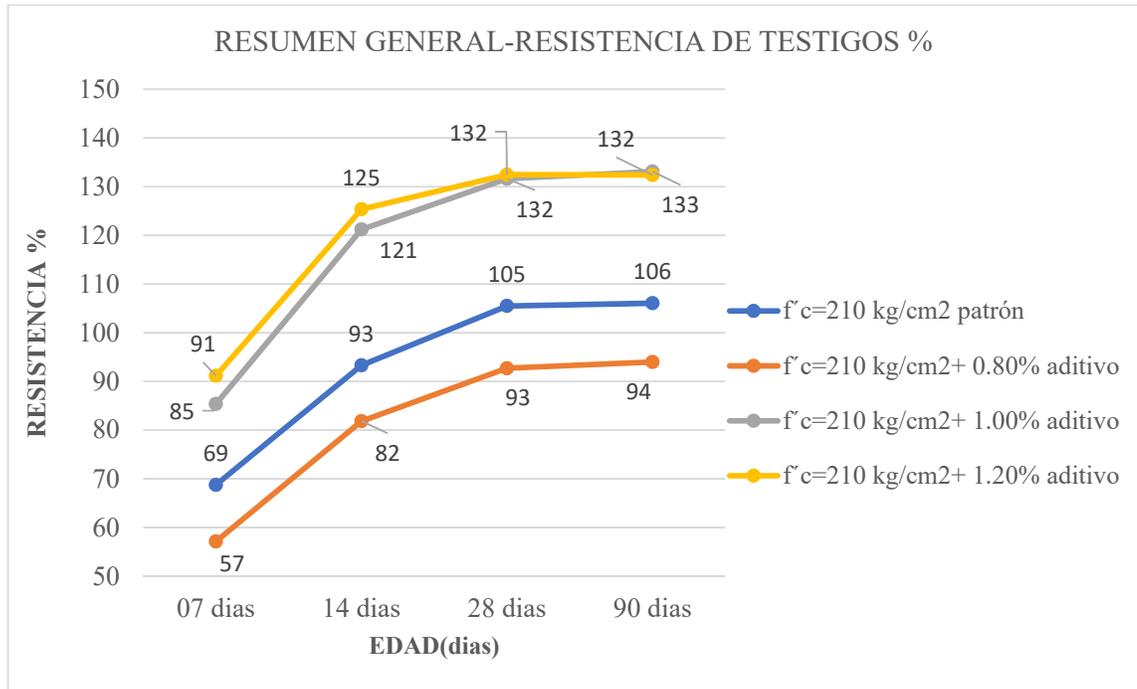
Tabla 37

Resumen de la resistencia del concreto %

Diseño	Resistencia a la Compresión %			
	07 días	14 días	28 días	90 días
	%	%	%	%
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (patrón)	69	93	105	106
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.80\%$ aditivo	57	82	93	94
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.00\%$ aditivo	85	121	132	133
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.20\%$ aditivo	91	125	132	132

Nota. El diseño con $F'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.80\%$ tiene menor resistencia que el diseño patrón, con una diferencia que varía entre 8% y 12%. Los diseños con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.00\%$ aditivo y $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.20\%$ aditivo tienen mucho mayor resistencia, con una diferencia que está entre 16% y 32%.

Figura 10
Resistencias de testigos en %



Nota: El diseño de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.80\%$ es inferior al diseño estándar(patrón) en todas las etapas de resistencia. Por otro lado, los diseños $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.00\%$ aditivo y $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.20\%$ son superiores en todas las etapas, alcanzando y superando el 100% de resistencia a los 14 días, lo cual representa una gran ventaja.

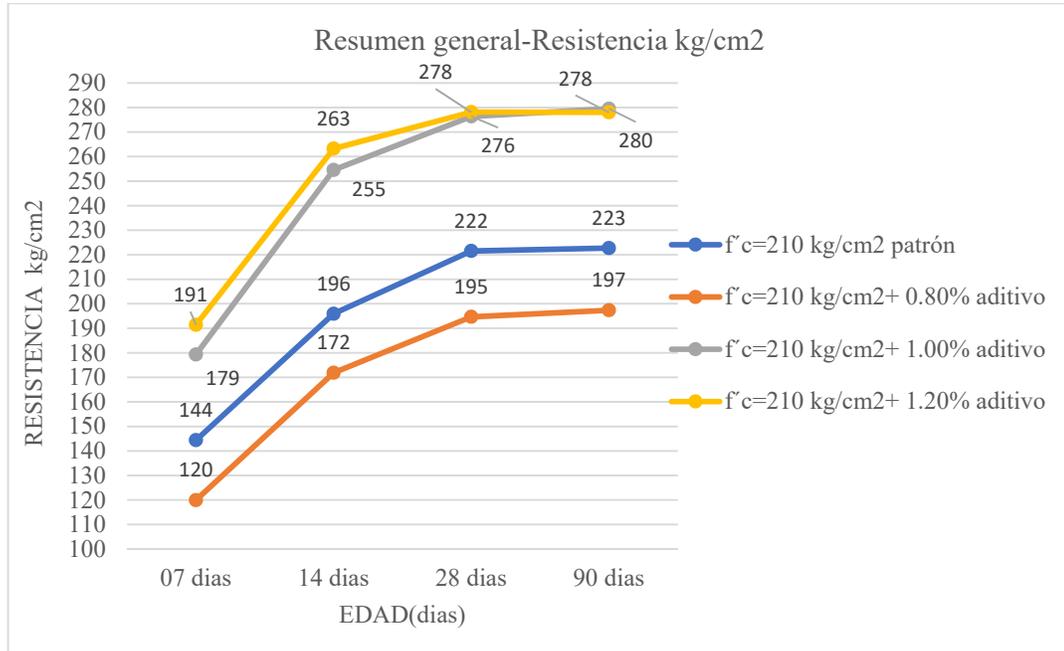
3.4.2.2.Desarrollo de resistencia a la compresión en kg/cm2

Tabla 38
Resumen de la resistencia del concreto kg/cm2

Diseño	Resistencia a la Compresión kg/cm2			
	07 días	14 días	28 días	90 días
F'c=210 kg/cm2 (patrón)	144	196	222	223
F'c=210 kg/cm2 + 0.80% aditivo	120	172	195	197
F'c=210 kg/cm2 + 1.00% aditivo	179	255	276	280
F'c=210 kg/cm2 + 1.20% aditivo	191	263	278	278

Nota. El diseño $F'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.80\%$ de aditivo tiene una resistencia más baja que el diseño patrón, con una diferencia de 24 kg/cm^2 a 29 kg/cm^2 . Por otro lado, los diseños $F'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.00\%$ de aditivo y $F'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.20\%$ de aditivo tienen una resistencia mucho mayor, con un margen de 47 kg/cm^2 a 68 kg/cm^2 .

Figura 11
Resistencias de testigos kg/cm²



Nota. El diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.80\%$ acumula una resistencia menor al diseño patrón en todas las edades del concreto. Sin embargo, los diseños con un aditivo adicional del 1.00% y 1.20% tienen una resistencia mayor en todas las edades. A los 14 días de edad, estos diseños alcanzan y superan los 255 kg/cm² y 263 kg/cm² requeridos, correspondientemente, superando así al 210 kg/cm² exigidos. A los 90 días de edad, estos diseños casi alcanzan los 280 kg/cm².

3.5. Resultado del análisis de costos unitarios.

Se tomo como base el caso mejoramiento de la carretera chachapoyas aeropuerto 2021, con precios actualizados

3.5.1. Mezcla patrón diseño 210 kg/cm²

Tabla 259

Resultados del análisis de precios unitario para 1 m³ mezcla patrón- Proyecto mejoramiento de la carretera chachapoyas aeropuerto

Rendimiento MO.	18 m3	Rendimiento EQ.	18 m3	Costo unitario:	469.32
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Peón	hh	6	2.67	16.41	43.76
Oficial	hh	3	1.33	18.16	24.21

Operario	hh	3	1.33	22.96	30.61
					98.59
Materiales					
Gasolina 90 octanos	gal		0.28	26.76	7.49
Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)	bol		8.64	31.00	267.84
					275.33
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		5.00	98.59	4.93
Vibrador de concreto 4 hp 1.50"	hm	1	0.44	5.19	2.31
Mezcladora de concreto 9 p3/tolva	hm	1	0.44	30.00	13.33
					20.57
Subpartidas					
Transporte de Agregados	m3		1.25	25.14	31.43
Agua para la Obra	m3		0.21	55.02	11.28
Arena Zarandeada	m3		0.59	23.52	13.88
Piedra Chancada	m3		0.63	28.97	18.25
					74.83

Nota. Se observa que el costo total de S/469.32 soles, divididos en recursos, mano de obra costo S/ 98.59, Materiales costo S/ 275.33, Equipos costo S/ 20.57, Subpartidas costo S/ 74.83 con un rendimiento de 18 m3/día.

3.5.2. Diseño 210 kg/cm² +0.80 % aditivo fluidcon 400h

Tabla 40

Resultados del análisis de precios unitario para 1 m3 mezcla con aditivo 0.8% fluidcon 400h

Rendimiento MO.	18	Rendimiento EQ.	18	Costo unitario:	443.57
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Peón	hh	6	2.67	16.41	43.76
Oficial	hh	3	1.33	18.16	24.21
Operario	hh	3	1.33	22.96	30.61
					98.59
Materiales					
Gasolina 90 octanos	gal		0.28	26.76	7.49
Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)	bol		7.49	31.00	232.19
aditivo fluidcon 400h	kg		2.55	3.66	9.33

					249.02
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		5.00	98.59	4.93
Vibrador de concreto 4 hp 1.50"	hm	1	0.44	5.19	2.31
Mezcladora de concreto 9 p3/tolva	hm	1	0.44	30.00	13.33
					20.57
Subpartidas					
Transporte de Agregados	m3		1.25	25.14	31.43
Agua para la Obra	m3		0.17	55.02	9.19
Arena Zarandeada	m3		0.58	23.52	13.64
Piedra Chancada	m3		0.73	28.97	21.15
					75.40

Nota. Se observa que el costo total de S/443.57 soles, divididos en recursos, mano de obra costo S/ 98.59, Materiales costo S/ 249.02, Equipos costo S/ 20.57, Subpartidas costo S/ 75.40 con un rendimiento de 18 m3/día.

3.5.3. Diseño 210 kg/cm² +1.00 % aditivo fluidcon 400h

Tabla 41

Resultados del análisis de costo unitario para 1 m³ mezcla con aditivo 1.0 % fluidcon 400h

Rendimiento MO.	18	Rendimiento EQ.	18	Costo unitario:	436.59
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Peón	hh	6	2.67	16.41	43.76
Oficial	hh	3	1.33	18.16	24.21
Operario	hh	3	1.33	22.96	30.61
					98.59
Materiales					
Gasolina 90 octanos	gal		0.28	26.76	7.49
Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)	bol		7.20	31.00	223.20
aditivo Fluidcon 400h	kg		3.06	3.66	11.20
					241.89
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		5.00	98.59	4.93
Vibrador de concreto 4 hp 1.50"	hm	1	0.44	5.19	2.31
Mezcladora de concreto 9 p3/tolva	hm	1	0.44	30.00	13.33

20.57				
Subpartidas				
Transporte de Agregados	m3	1.25	25.14	31.43
Agua para la Obra	m3	0.16	55.02	8.86
Arena Zarandeada	m3	0.60	23.52	14.11
Piedra Chancada	m3	0.73	28.97	21.15
75.54				

Nota. Se observa que el costo total de S/436.59 soles, divididos en recursos, mano de obra costo S/ 98.59, Materiales costo S/ 241.89, Equipos costo S/ 20.57, Subpartidas costo S/ 75.54 con un rendimiento de 18 m3/día.

3.5.4. Diseño 210 kg/cm² +1.20 % aditivo fluidcon 400h

Tabla 42

Resultados del análisis de precios unitario para 1 m3 mezcla con aditivo 1.2 % fluidcon 400h

Rendimiento MO.	18	Rendimiento EQ.	18	Costo unitario:	429.48
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Peón	hh	6	2.67	16.41	43.76
Oficial	hh	3	1.33	18.16	24.21
Operario	hh	3	1.33	22.96	30.61
					98.59
Materiales					
Gasolina 90 octanos	gal		0.28	26.76	7.49
Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)	bol		6.91	31.00	214.21
aditivo fluidcon 400h	kg		3.52	3.66	12.88
					234.59
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		5.00	98.59	4.93
Vibrador de concreto 4 hp 1.50"	hm	1	0.44	5.19	2.31
Mezcladora de concreto 9 p3/tolva	hm	1	0.44	30.00	13.33
					20.57
Subpartidas					
Transporte de Agregados	m3		1.25	25.14	31.43
Agua para la Obra	m3		0.15	55.02	8.47
Arena Zarandeada	m3		0.60	23.52	14.11
Piedra Chancada	m3		0.75	28.97	21.73

Nota. Se observa que el costo total de S/429.48 soles, divididos en recursos, mano de obra costo S/ 98.59, Materiales costo S/ 234.59, Equipos costo S/ 20.57, Subpartidas costo S/ 75.74 con un rendimiento de 18 m³/día.

Tabla 43

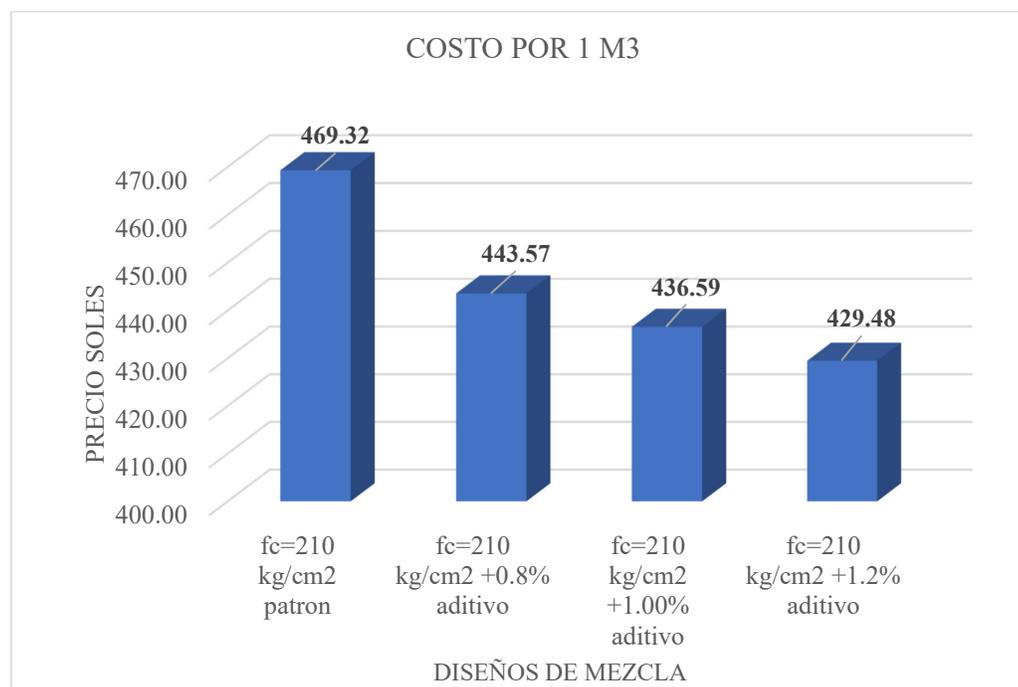
Resumen del análisis de costo unitario para 1 m³ de concreto

Descripción de los recursos	diseños			
	f'c=210 kg/cm2 patrón	f'c=210 kg/cm2 + 0.8% aditivo	f'c=210 kg/cm2 + 1.00% aditivo	f'c=210 kg/cm2 + 1.2% aditivo
Mano de Obra	S/ 98.59	S/ 98.59	S/ 98.59	S/ 98.59
Materiales	S/ 275.33	S/ 249.02	S/ 241.89	S/ 234.59
Equipos	S/ 20.57	S/ 20.57	S/ 20.57	S/ 20.57
Subpartidas	S/ 74.83	S/ 75.40	S/ 75.54	S/ 75.74
Total	S/ 469.32	S/ 443.57	S/ 436.59	S/ 429.48

Nota. Se observa que a medida que se incrementa la cantidad de superplastificante en los diseños de mezclas, el precio unitario disminuye en su totalidad.

Figura 12

Costo por un 1 metro cubico de diseño de mezcla



Nota: Se observa que la diferencia de los precios entre la mezcla patrón y los con aditivo superplastificante son de S/ 25.75 para el más 0.8% aditivo, S/ 32.73 para el más 1.00% aditivo y de S/ 39.84 para el más 1.2% aditivo.

IV. DISCUSIÓN

El objetivo general fue estudiar el impacto del superplastificante fluidcon 400h en las características del concreto en estado fresco y solidificado. Se ha estudiado que el uso del superplastificante fluidcon 400h en diseños de concreto convencionales mejora las características en fresco, aumentando el asentamiento y mejorando la manejabilidad. En relación a las propiedades mecánicas, la fuerza que puede soportar (kg/cm^2) el concreto con superplastificante se ha incrementado en diseños superiores a 1.0%. Se mantiene la hipótesis de investigación de añadir superplastificante (fluidcon 400h) al concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en porcentaje del 1.0% y así optimizar las propiedades en estado fresco y solidificado, así como reducir costos y aumentar la rentabilidad. Los datos obtenidos respaldan esta afirmación por Gutierrez Barahona (2018) El empleo del Rheobuild 1000, aditivo superplastificante, mejora la resistencia de los concretos convencionales en todas las etapas y también aumenta la rentabilidad de la producción. Así también Agurto Marcelo (2021), se menciona aquí los superplastificantes LBTPA-002-19 y LBTPA-003-19 transmiten características de calidad a los diseños de concreto, lo que genera mezclas con excelente fluidez, altas dosis sostenidas por largo tiempo y superación de la resistencia inicial y final a la compresión. La utilización de los superplastificante favorece las propiedades del concreto siempre y cuando se sepamos emplearlos y dosificarlos según las necesidades del concreto.

Se determino las propiedades físicas de los agregados, como humedad, granulometría, la masa y peso específico, el paso del material a través de un tamiz No. 200, partículas chatas y alargadas, y resistencia a la abrasión. Los agregados cumplieron las normas técnicas peruanas (N.T.P.). Esto quiere decir que los agregados fueron aptos para poder realizar diseños de mezclas. Estos resultados son importantes conocer como lo menciona ChanYam, SolísCarcaño , & Moreno , (2003) concluyeron que es de mucho valor conocer en detalle las propiedades físico y mecánicas de los agregados, ya que de ellos depende la resistencia y durabilidad del hormigón. Además, el agregado es fundamental en el concreto, ya que constituye la mayor parte de su volumen y tiene un impacto significativo en su comportamiento una vez endurecido. El interés de conocer las características de los agregados radica en que son necesarias para la composición de la mezcla e influir en las características del concreto fresco y solidificado para garantizar su calidad.

Se hicieron las dosificaciones con y sin aditivo utilizando el método del comité ACI 2018; aplicándose una relación a/c de 0.56 en todos los diseños, ajustando la cantidad de agua y cemento según la adición de aditivo a la mezcla. La relación agua-cemento es significativo en el diseño ya que está estrechamente relacionada con las propiedades físicas y mecánicas del concreto fresco y endurecido. El resultado mencionado es similar a los de Agurto Marcelo (2021) quien hizo los diseños de mezcla usando el ACI 211.1-91, 2009, con una relación a/c =0.56 y manteniendo la cantidad de cemento constante en los 9 diseños. Sánchez Sarate (2017) utilizó la relación a/c de 0.56 para su diseño con $f'c=210$ kg/cm², manteniendo constante el agua y el cemento para su muestra patrón y variando las dosificaciones con aditivos el agua y cemento. Bajo lo mencionado anteriormente, los diseños $f'c=210$ kg/cm² tienen la misma relación a/c de 0.56. Ya que se utilizan el mismo tamaño nominal de agregado grueso.

Determinamos la reducción de agua y cemento cuando aumentamos la porción del aditivo reductor de agua en la dosificación del concreto y calculamos la relación agua-cemento final. La disminución en las porciones del agua y cemento para el diseño con 0.8% de aditivo es de 13.33% por un metro cúbico, para el diseño con 1.0% de aditivo es 16.67% por un metro cúbico, para el diseño con 1.20% de aditivo es de 20.0% por un metro cúbico. La relación de agua/cemento es de 0.53 al final, para los primeros dos diseños y 0.52 para los últimos dos diseños. Los resultados de la reducción de agua son similares con lo obtenido Agurto Marcelo(2021), donde va de desde 8.00 % hasta 22.5 % mientras que la cantidad de la masa cementante se mantiene, obtenido la relación final a/c que desde 0.56 a 0.43. Con lo antes mencionado se observa que los aditivos superplastificantes ayudan a reducir la porción de agua significativamente en las mezclas, y mantienen un concreto más cohesivo, en cualquier situación, las propiedades son más beneficiosas cuando la relación agua/cemento es menor, lo cual favorece las características del concreto endurecido.

Analizamos los siguientes valores de acuerdo a sus características físicas del concreto en su estado fresco:

➤ **Asentamiento (slump)**

Para la dosificación patrón se obtuvo 3.75” de asentamiento, para los diseños con aditivo fue de 5.25” hasta 9.25” de asentamiento. Se notó que cuanto más aditivo

se añadía, más aumentaba el asentamiento de las mezclas. Los resultados antes mencionados son parecidos a lo encontrados por Coapaza Aguilar & Cahui Hilazaca(2018) el asentamiento del Concreto Normal es de 3.19", mientras que para el concreto con adición de aditivo superplastificante varía entre 5.05" y 7.16". Así mismos los siguientes hallazgos lo argumentamos con el estudio de (Agurto Marcelo(2021), donde el asentamiento es de para el concreto normal es de 3.5" mientras que los concretos con aditivos es de 8. 5" hasta 10.75" sin generar segregaciones. En ese contexto, con los resultados antes mencionado se evidencia que el aditivo superplastificante aumenta considerablemente el asentamiento en más 40% hasta 200 % conforme se añade más cantidad del mismo, por ende, mejora la trabajabilidad del concreto sin generar segregaciones.

➤ **Temperatura**

La mezcla patrón la temperatura promedio fue de 20.50 °C y de los diseños con aditivo el mínimo promedio fue 21.5 °C y el máximo hasta 22.25 °C. Los resultados mencionados anteriormente muestran una diferencia de 1.75 °C entre las combinaciones, lo cual no es relevante debido a que no exceden los 9 °C de diferencia. Los resultados son parecidos a los de Sanchez Sarate (2017), donde las temperaturas mínimas y máximas promedio del concreto fueron 19 °C y 20 °C, respectivamente, con una diferencia de 1 °C. En resumen, al analizar se ha demostrado que la cantidad de aditivo reductor de agua de amplio rango no está directamente relacionada con la temperatura del concreto, según se confirma en estos resultados.

➤ **Peso unitario**

La mezcla patrón el peso unitario fue de 2326 kg/m³ y del diseño + 0.80% aditivo fue de 2320 kg/m³, el diseño + 1.00% aditivo fue de 2347 kg/m³, del diseño+ 1.20% aditivo fue de 2365 kg/m³. Como se aprecia los dos últimos diseños con aditivo los pesos unitarios están por encima del diseño patrón mientras que el primer diseño con aditivo está por debajo del diseño patrón. Estos resultados son semejantes a los obtenidos Mayanga Morales (2018) ya que diseño patrón fue de 2279 kg/m³ y los diseño con aditivo fue de 2298 kg/m³ hasta 2302 kg/m³, el peso de cada uno de las mezclas que contenían aditivos resultó mayor al del diseño patrón. Podemos deducir que el aditivo superplastificante tiene un efecto de hacer que el concreto se vuelva más fluido, lo que causa que se hidrate de manera más

eficiente y tenga una estructura más uniforme, lo que a su vez aumenta el peso del concreto.

➤ **% de aire atrapado**

El diseño patrón tuvo un 2.05 % de aire atrapado, mientras que el diseño con un 0.80% aditivo tuvo un 1.90 %. El diseño con un 1.00% aditivo también tuvo un 1.90 % de aire atrapado, y el diseño con un 1.20% aditivo tuvo un 1.85%. Se observó una disminución del aire atrapado en las mezclas con aditivo, Cuando más aditivo se añade, se obtiene menos aire atrapado. Así mismo se fundamenta con la investigación de Mayanga Morales(2018), que su diseño patrón fue de 3.4 % de aire atrapado y los diseños con aditivo fue el mínimo 1.0 % y máximo 1.3%. De igual forma estos resultados son semejantes a los encontrados por Sanchez Sarate (2017) donde el diseño patrón tuvo 1.5% y los diseños con aditivos estuvo entre 0.5% y 0.8%. Al observar los resultados, Se ha establecido que incorporar el aditivo superplastificante a las combinaciones de concreto disminuye la cantidad de aire atrapado en relación con el diseño inicial, lo cual lo hace beneficioso ya que elimina los espacios vacíos y mejora la resistencia del concreto.

Rendimiento

La mezcla patrón el rendimiento fue de 1.00%, para el diseño + 0.80% aditivo fue de 1.00 %, el diseño + 1.00% aditivo fue de 1.01%, del diseño + 1.20% aditivo fue de 1.02%. Se observó que cuando se añade el 0.8% de aditivo el rendimiento es igual a la mezcla patrón, cuando se añade 1.00 % o 1.20% de aditivo el rendimiento es mucho mayor. Estos resultados son respaldados por Gutierrez Barahona(2018) donde obtuvo 1.00 en rendimiento de la mezcla patrón y de 1.00 hasta 1.01 de las mezclas con aditivos. Así mismo Agurto Marcelo(2021) obtuvo 1.00 para diseño patrón y para sus mezclas con los aditivos está en 1.00 a 1.03. Viendo estos resultados se puede inferir que el rendimiento se ve mejorado por la adición del aditivo superplastificante, ya que la pasta (agua y cemento) está siendo remplazada por los agregados, dichos agregados tienen un mayor peso unitario y mayor volumen, lo cual es beneficioso en la producción de grandes cantidades de concreto.

Se llevaron a cabo los ensayos para evaluar las propiedades mecánicas del concreto ya endurecido, centrándose en su capacidad para resistir compresión. Los resultados arrojaron los siguientes valores:

Tabla 44*Resumen de resistencia a la compresión por edades*

Diseño	Resistencia a la Compresión %			
	07 días	14 días	28 días	90 días
F'c=210 kg/cm ² (patrón)	69	93	105	106
F'c=210 kg/cm ² +0.80% aditivo	57	82	93	94
F'c=210 kg/cm ² +1.00% aditivo	85	121	132	133
F'c=210 kg/cm ² +1.20% aditivo	91	125	132	132

Después de transcurrir 28 días, se obtuvo la siguiente media de resistencia en los diseños: diseño patrón 105% de resistencia, diseño + 0.80% aditivo se obtuvo el 93%, diseño + 1.00% aditivo se obtuvo 132%, diseño + 1.20% aditivo se obtuvo 132%. Se notó que el diseño patrón cumplió con el mínimo requerido al 65% y superó el 100% a los 28 días. En cambio, el diseño + 0.8% no alcanzó el mínimo en ningún tiempo de las edades. Los diseños con 1.00% y 1.20% de aditivo superaron el 100% en más del 20% solo a los 14 días, y en más del 30% a los 28 y 90 días. Los valores son similares a los de Coapaza Aguilar y Cahui Hilazaca (2018), en el que se midió la resistencia a la compresión en comparación con la mezcla patrón y se encontró un aumento del 71.92%, 80.10% y 58.10% lo cual es un progreso significativo en la resistencia a la compresión a los 28 días en las porciones recomendadas de 0.70%, 1.05% y 1.40%. De igual forma estos resultados son similares a los encontrados por Agurto Marcelo, (2021) donde obtuvo un aumento en la resistencia de 48% hasta 104% a los 28 días utilizando el aditivo LBTPA-002-19 de 47% hasta 116% a los 28 días utilizando el aditivo LBTPA-003-19, para las dosis de los aditivos 1.0%, 1.5, 2.0 y 2.5%. Estos hallazgos positivos demuestran la eficacia de agregar superplastificante (Fluidcon 400h) a la mezcla de concreto, lo que permite construir estructuras más sólidas y duraderas.

Con el propósito de evaluar la rentabilidad de utilizar un aditivo superplastificante (Fluidcon 400h), se realizaron cálculos de precios unitarios para diferentes mezclas de concreto: Para la mezcla patrón (F'c=210 kg/cm²), el costo fue de 469.32 soles/m³, en el diseño con un 0.80% de aditivo el costo fue de S/445.67 soles/m³, en el diseño con un 1.00% de aditivo el costo fue de S/436.59 soles/m³, en el diseño con un 1.20% de aditivo el costo fue de S/429.48 soles/m³, además se calcularon las ganancias en comparación con la mezcla inicial. Para el diseño con un 0.8% de aditivo, la ganancia fue de S/25.75.

Para el diseño con un 1.00% de aditivo, la ganancia fue de S/32.73, para el diseño con un 1.2% de aditivo la ganancia fue de S/39.84, se comprobó que a mayor cantidad de aditivo el costo de producción disminuye, esta diferencia va del 5.04% al 9.27%, lo que resulta en beneficios significativos. Estos hallazgos son parecidos a los descubiertos por Gutiérrez Barahona (2018). El diseño sin aditivo costó de 189.43 soles/m³ a 249.21 soles/m³, mientras que los diseños con aditivos tuvieron un costo de 186.67 soles/m³ a 243.43 soles/m³. La rentabilidad fue de 2.46 soles/m³ a 5.78 soles/m. Estos valores son contradictorios a los encontrados por Coapaza Aguilar & Cahui Hilazaca, (2018) donde su concreto patrón (CP) costó 205.59 soles/m³ y los concretos con aditivos los costos de 223.49 soles/m³, 232.48 soles/m³ y 241.47 soles/m³, para las dosis de 0.70%, 1.05% y 1.40% de aditivo, habiendo una pérdida para producir concreto de 17.90 soles/m³ hasta 35.88 soles/m³. La rentabilidad aumenta como resultado de la reducción de la masa cementante y el agua durante el estudio, lo que reduce el costo de producción por metro cúbico mientras se mantienen las características del concreto, como la manejabilidad y la resistencia del concreto diseñado.

V. CONCLUSIONES

El estudio ha comprobado que al utilizar el aditivo superplastificante fluidcon 400h en concentraciones superiores al 1.0% del peso del cemento, se obtienen mejoras sobre las características del concreto en estado fresco y solidificado. Esto se debe porque aumenta manejabilidad y su resistencia a la compresión y ofrece una mayor rentabilidad frente al diseño tradicional.

- Los agregados cumplen las especificaciones de la N.T.P por lo cual se puede utilizar las muestras para los concretos.
- Para las dosificaciones del concreto se aplicó el método ACI, donde se logró los resultados siguientes: Para todas las mezclas, la relación a/c de diseño fue de 0.56, mientras que la relación a/c del patrón fue de 0.53, con 8.64 bolsas de cemento por 1 m³; $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.80\%$ de aditivo fluidcon 400h su relación a/c es 0.53, llevando 7.62 bolsas de cemento por m³ y 2.55 kg/m³ de aditivo fluidcon 400h; $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.00\%$ de aditivo fluidcon 400h su relación a/c es 0.52, llevando 7.49 bolsas de cemento por m³ y 3.06 kg/m³ de aditivo fluidcon 400h; $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.20\%$ de aditivo fluidcon 400h su relación a/c es 0.52, llevando 7.26 bolsas de cemento por m³ y 3.52 kg/m³ de aditivo Fluidcon 400h.
- El porcentaje de variación por 1 m³ de agua y cemento fue: para la mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.80\%$ de fluidcon 400h es 13.33 % obteniendo un a/c final de 0.53, la mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.00\%$ de fluidcon 400h de 16.67 % obteniendo un a/c final de 0.52 , la mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 1.20\%$ de fluidcon 400h de 20% obteniendo un a/c final de 0.52. Se evaluó que la variación de la dosificación patrón con la dosificación + 0.8% de aditivo es nula mientras para los otros dos diseños fue 0.01%.
- Las cualidades físicas del concreto en su estado fresco:
 - **Asentamiento:** El slump de las mezclas se modificó con la incorporación del aditivo. El mínimo fue de 5.25" con un 0.8% de aditivo y el máximo fue de 9.25" con un 1.2% de aditivo.
 - **Temperatura del concreto:** La temperatura más baja que alcanzó el concreto fue de 21.0 °C y la temperatura más alta fue de 22.5 °C. El rango de temperatura permitido es de 13 °C a 32 °C.
 - **Peso unitario:** El uso del superplastificante en las dosificaciones del concreto incrementó el peso unitario del concreto cuando se adicionó un porcentaje igual o mayor al 1% del superplastificante fluidcon 400h. Sin embargo, si se

utiliza menos del 1% de aditivo fluidcon 400h, el peso del concreto disminuye y se halla por debajo del peso del diseño patrón.

- **% de aire atrapado:** El aditivo superplastificante fluidcon 400h al usarse en el concreto reduce al mínimo el aire atrapado, con valores por debajo del 2%.
 - **Rendimiento:** El uso del aditivo fluidcon 400h al 1.00 % o más de la masa cementante en las dosificaciones del concreto aumentó las propiedades de rendimiento, sin embargo, cuando se utiliza menos del 1% del aditivo fluidcon 400h, el rendimiento del concreto disminuye. Este valor está por debajo del rendimiento de la mezcla patrón.
- Las características físicas del concreto endurecido, en términos de su capacidad para soportar la compresión, el diseño $f'c=210$ kg/cm² patrón cumplió con las resistencias mínimas. Por otro lado, el diseño con aditivo fluidcon 400h con una dosificación del 0.80% tiene una resistencia menor al diseño patrón, con una diferencia de 8% a 7 días, 11% a 14 días, 12% a 28 días y 12% a 90 días. Por otro lado, el diseño con aditivo fluidcon 400h con una dosificación del 1.00% tiene una resistencia mayor al diseño patrón, con una diferencia de 16% a 7 días, 28% a 14 días, 27% a 28 días y 26% a 90 días. el diseño con aditivo fluidcon 400h con una dosificación del 1.20%. tiene una diferencia de resistencia es del 22% a los 7 días, 32% a los 14 días, 27% a los 28 días y 26% a los 90 días. Los diseños con $F'c=210$ kg/cm² + 1.00% aditivo fluidcon 400h y $F'c=210$ kg/cm² + 1.20% fluidcon 400h mostraron una resistencia que superó el 100% a los 14 días, lo cual es muy beneficioso.
 - El costo se calculó utilizando el análisis de precio unitario del proyecto "Mejoramiento de la Carretera Chachapoyas Aeropuerto 2021". Se determinó que el diseño con una resistencia de 210 kg/cm² tenía un costo de S/469.32 soles. Al agregar un 0.80% al costo, este se redujo a S/445.67 soles. Si se suma un 1.00% adicional, el costo disminuye a S/436.59 soles, y si se suma un 1.20% más, el costo alcanza los S/429.48 soles. El aditivo superplastificante fluidcon 400h ayudó a bajar el costo por metro cúbico. Se determinó la rentabilidad por el diseño y los montos fueron S/ 25.75 para el diseño más 0.8%, S/ 32.73 para el diseño más 1.00% y S/ 39.84 para el diseño más 1.2%.

VI.RECOMENDACIONES

- Se aconseja hacer siempre pruebas antes de hacer cambios en los agregados para mantener las características y la calidad.
- Para mezclar correctamente el concreto con aditivo superplastificante, se sugiere verter en la mezcladora una parte del agua de diseño junto con el aditivo, después el cemento, seguido de la piedra chanca y de la rena gruesa y finalmente el agua restante.
- Se recomienda utilizar concentraciones de 1.00% y 1.20% de aditivos del peso del cemento en concreto sin problemas de trabajabilidad y resistencia a la compresión.
- Se podría expandir el estudio considerando distintas resistencias del concreto, el uso de diferentes aditivos y cementos, reducir el agua en mayor medida sin exceder los límites técnicos especificados y realizar otros ensayos como abrasión, contracción, flexión y exudación del concreto.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Cano Licon, J., Flores Bustamante, A., González Díaz, F., Rocha Chiu, L., & Vázquez Rojas, A. (03 de noviembre de 2020). *Computo para diseño de mezclas de concreto normal*. Obtenido de <https://www.imcyc.com>:
<https://www.imcyc.com/cyt/noviembre03/computo.htm#:~:text=En%20el%20m%C3%A9todo%20del%20ACI,haya%20sido%20diferente%20del%20especificado>.
- Mayanga Morales, A. A. (2018). *Evaluación de las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes CHEMAMENT 400 y SIKAPLAST®-326 en estructuras especiales, Lambayeque*. Pimentel, PERU. Recuperado el Julio de 2022, de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/5873>
- Abanto Castillo, F. (2013). *Tecnología del concreto*. Lima, Peru: Editorial San Marcos. Recuperado el 2022
- Agurto Marcelo, P. A. (2021). *Influencia de los porcentajes de aditivos superplastificantes en la consistencia de concretos fluidos en Lima 2021*. Lima, Lima, Peru: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/27703>
- Barriga, P. P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Lima: ICG. cemex. (14 de enero de 2021). *Sitio*©2021 CEMEX, S.A.B DE C.V. Obtenido de <http://cemexparaindustriales.com/abc-del-mezclado/>
- ChanYam, J. L., SolísCarcaño , R., & Moreno , É. I. (2003). Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. *Ingeniería*, 39-46. Recuperado el 12 de Diciembre de 2022, de www.redalyc.org/articulo.oa?id=46770203
- Coapaza Aguilar, H., & Cahui Hilazaca, R. A. (2018). *Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $F'_{C}=210 \text{ kg/cm}^2$ como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno*. Puno, Peru. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7352>
- Fluidcon400h. (2021). <http://www.soquimic.com/product/superplastificantes/>.
- Gutierrez Barahona, L. E. (2018). *Evaluación de las ventajas técnicas y económicas del empleo de aditivos superplastificantes en los concretos de resistencias convencionales*. Lima, Peru. Obtenido de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2808>
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panerese, W. C., & Tanese, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto* (Primera ed.). Skokie, Illinois, EE.UU.: portland cement association. Recuperado el 2021, de https://www.academia.edu/33383752/Diseño_Y_Control_De_Mezclas_De_Concreto_Steven_H_Kosmatka_Beatrice_Kerkhoff_and_William_C_Panerese_Ira_Edición
- Mayta Rojas, J. W. (2014). *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo*". Huancayo, Peru . Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/403>
- MTC- 210. (2016). *Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso*. LIMA: Ministerio de transportes y comunicaciones -Dirección general de caminos y ferrocarriles. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- N.T.P 339.034. (2015). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas* (Cuarta ed.). Lima: Dirección de Normalización - INACAL. Obtenido de

- <https://pdfcoffee.com/ntp-339034-metodo-de-ensayo-normalizado-para-la-determinacion-de-la-resistencia-a-la-compresion-del-concreto-en-muestras-cilindricas-2-pdf-free.html>
- N.T.P 339.185. (2013). *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado* (Segunda ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/348333331/NTP-339-185-2013-AGREGADOS-Metodo-Contenido-de-Humedad-Total-Evaporable-de-Agregados-Por-Secado#>
- N.T.P 400.012 AGREGADOS. (2013). *Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino y grueso* (Tercera ed.). Lima: Dirección de Normalización - INACAL. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-santo-toribio-de-mogrovejo/tecnologia-del-concreto/ntp-400012-2013-revision-2018-analisis-granulometrico-del-agregado-fino-grueso-y-global/14744990>
- N.T.P 400.019. (2014). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Angeles* (Tercera ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -INDECOPI. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del-norte/concreto-armado/ntp-4000192014-abrasion/35599956>
- N.T.P. (400.010). (2016). *Muestreo para materiales de construcción* (Tercera ed.). Lima: Dirección de Normalización - INACAL. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-del-centro-del-peru/concreto-armado-i/ntp-400-010-2011-revisada-2016-pdf/5593237>
- N.T.P. 339.033. (2015). *Método de ensayo para la elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto* (Cuarta ed.). Lima: Dirección de Normalización - INACAL. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-los-andes/laboratorio-de-tecnologia-de-concreto/ntp-339033-2015/7024356>
- N.T.P. 339.035. (2009). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland* (Tercera ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -INDECOPI. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/ntp-3390352009pdf-pdf-free.html>
- N.T.P. 339.081. (2011). *Metodo del ensayo volumetrico para determinar el contenido de aire del concreto fresco* (Segunda ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -INDECOPI. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/450300199/NTP-339-081-2011-CONCRETO-Contenido-de-aire-Metodo-Volumetrico>
- N.T.P. 400.017. (2011). *Peso unitario* (Tercera ed.). Lima: Comisión de reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI. Obtenido de https://kupdf.net/download/ntp-400-017-2011-agregados-m-eacute-todo-de-ensayo-para-determinar-el-peso-unitario-del-agregado_59138d9edc0d608a32959e7e_pdf
- N.T.P. 400.018. (2013). *Material que pasa el tamiz de 75 μ m (N.º 200)* (Tercera ed.). Lima: Comisión de reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del-norte/concreto-armado/ntp-4000182013-agregados-metodo-materiales-mas-finos-que-pasan-por-el-tamiz-n0200-por-lavado-en-agregados/35599930>

- N.T.P. 400.040. (2018). *Método de ensayo para determinar partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas en agregado grueso* (Segunda ed.). Lima: Comisión de reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI. Obtenido de https://www.academia.edu/36404090/NTP_400
- Norma Técnica Peruana. (2016-07-25). *Muestreo para materiales de construcción (NTP 400.010)* (3era edición ed.). Lima: R.D. N° 018-2016-INACAL/DN. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-del-centro-del-peru/concreto-armado-i/ntp-400-010-2011-revisada-2016-pdf/5593237>
- Norma Técnica Peruana 334.009. (2013). *NTP 334.009*. Lima, Peru: Indecopi. Obtenido de <https://es.slideshare.net/williamhuachacatorres/norma-tecnica-peruana-cementos-334090>
- NTP 339.046. (2008). *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)* (Segunda ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -INDECOPI. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/377143373/NTP-339-046-Peso-Unitario-y-Rendimiento-1-pdf>
- NTP 339.146. (2014). *Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregados finos* (Primera ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -INDECOPI. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/583572003/E-CLD-0020-NTP-339-146>
- NTP 339.184. (2013). *Temperatura de la mezcla de hormigón* (Segunda ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -INDECOPI. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/394328622/20024-339-184-1>
- NTP 400.021. (2013). 2.2.1.6. *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso* (Tercera ed.). Lima: Dirección de Normalización - INACAL. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/ntp-400021-densidad-y-absorcion-agregado-grueso-convertido-pdf-free.html>
- NTP 400.022. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino* (Tercera ed.). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -INDECOPI. Obtenido de https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto* (segunda ed.). Lima., Peru.
- Sanchez Sarate , K. E. (2017). *Aditivo superplastificante y su influencia en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para $F'_{C}=175,210,245$ kg/cm²*. Huancayo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/3451>
- Sika Colombia S.A.S. (09 de 2014). <https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/7/BROCHURE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO.pdf>. Recuperado el 2022, de <https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/7/BROCHURE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO.pdf>
- Soquimic. (octubre de 2021). *Soquimic.com*. Obtenido de <http://www.soquimic.com/>

ANEXOS

8.1.Ensayos de los agregados

8.2. Diseño de mezclas

8.3. Ensayos del concreto en estado fresco

8.4. Ensayos del concreto en estado endurecido

8.5. Especificaciones técnicas del aditivo

HOJA DE DATOS TÉCNICOS
Rev. 01, enero 2022



FLUIDCON 400H ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE DE RANGO ALTO									
<p>1. DESCRIPCIÓN <i>FLUIDCON 400H</i>, es un superplastificante de elevada capacidad de plasticidad, adecuadamente formulado para producir concretos rheoplásticos, obteniéndose un incremento de la resistencia a todas las edades del concreto.</p>	<p>7. PRESENTACIÓN <i>FLUIDCON 400H</i>, se suministra en:</p> <ul style="list-style-type: none">• Galonera de 20 litros.• Cilindro de 208 litros.• IBC de 1000 litros.								
<p>2. VENTAJAS Y BENEFICIOS <i>FLUIDCON 400H</i> Permite desarrollar:</p> <ul style="list-style-type: none">• Mayores resistencias iniciales y finales.• Baja permeabilidad y alta durabilidad,• Por sus características es particularmente indicado para la producción de concreto rheoplástico de alta resistencia.• Permite la producción de concretos lanzado (shotcrete) de alta performance con baja relación de A/C.• Incrementa consecuentemente la durabilidad.	<p>8. ALMACENAMIENTO <i>FLUIDCON 400H</i>, si se almacena en su envase original bien cerrado, bajo las condiciones óptimas de almacenaje, tiene una vida útil de 12 meses.</p> <p>Para mayor información contactarse con su representante técnico de SOQUIMIC S.A.C.</p>								
<p>3. DATOS TÉCNICOS</p> <table><tr><td>Apariencia</td><td>Líquido</td></tr><tr><td>Color</td><td>Café oscuro</td></tr><tr><td>Densidad</td><td>1.18 ± 0.01 g/mL</td></tr><tr><td>pH</td><td>6.0 – 8.0</td></tr></table>	Apariencia	Líquido	Color	Café oscuro	Densidad	1.18 ± 0.01 g/mL	pH	6.0 – 8.0	<p>9. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD Mantenga el recipiente cerrado cuando no se utilice. Evite el contacto con la piel, los ojos y la ropa. Lave sus manos perfectamente después de usar el producto. Use guantes protectores y lentes de protección.</p> <p>Consulte la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) para este producto.</p>
Apariencia	Líquido								
Color	Café oscuro								
Densidad	1.18 ± 0.01 g/mL								
pH	6.0 – 8.0								
<p>4. NORMA / ESPECIFICACIONES <i>FLUIDCON 400 H</i>, cumple con los requisitos de la norma ASTM C494 Tipo A y F.</p>	<p>10. OBSERVACIONES Para información adicional sobre este producto o para su uso en el desarrollo de mezclas de concreto con características especiales de desempeño, consulte a su representante técnico de SOQUIMIC S.A.C</p> <p>Los datos presentes en esta hoja técnica son referenciales.</p>								
<p>5. DOSIFICACIÓN Se recomienda dosificar el aditivo <i>FLUIDCON 400H</i>, en un rango de: 0.5 a 1.5% del material cementante del concreto.</p>									
<p>6. RECOMENDACIÓN Debido a las variaciones en las condiciones de la obra y de los materiales de concreto, se podrán requerir rangos de dosificación diferentes a los recomendados. No debe ser vertido en agregados y el concreto seco, ya que se obtendría una reducción de su performance debido a la absorción de parte del aditivo con los agregados. Dosificaciones superiores a los recomendados pueden ocasionar la segregación de los agregados. Para todos los casos se recomienda realizar pruebas preliminares para determinar el fraguado y la resistencia especificados en el proyecto. Para mayor información, contactarse con su representante técnico de SOQUIMIC S.A.C.</p>									

Central: 51 (1) 585-7969 | Correo: ventas@soquimic.com | Web: www.soquimic.com
Planta: Carretera Nueva Panamericana Sur Km 37.2 Sumac - Pacha (Puente Arica) Lurín- Perú.

8.6. Especificaciones técnicas del aditivo del cemento



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Telefono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 20 de Agosto del 2022

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.92	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3750	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	26.1 (266)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	33.9 (346)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 288)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	267	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-06-2022 al 30-06-2022.
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2022.
(*) Requisito opcional.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.