REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Análisis del uso de diatomita como aditivo para optimizar las propiedades mecánicas y durabilidad en concretos autocompactantes en la ciudad de Arequipa

Tesis presentada por el bachiller:

Castillo Gómez, Leandro José

ORCID: 0009-0000-1410-2268

para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Dr. Díaz Galdós, Miguel Renato

ORCID: 0000-0002-3948-2065

Arequipa – Perú

2024

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 27 de Marzo del 2024

Dictamen: 007784-C-EPIC-2024

Visto el borrador del expediente 007784, presentado por:

2013601591 - CASTILLO GOMEZ LEANDRO JOSE

Titulado:

ANÁLISIS DEL USO DE DIATOMITA COMO ADITIVO PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD EN CONCRETOS AUTOCOMPACTANTES EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO CIVIL

29412437 - UGARTE CALDERON ENRIQUE ALFONSO
DICTAMINADOR

46890195 - DE LA CRUZ MENDOZA FERNANDO ARON
DICTAMINADOR

43085918 - CORNEJO LECAROS KARLA FIORELLA
DICTAMINADOR

Análisis del uso de diatomita como aditivo para optimizar las propiedades mecánicas y durabilidad en concretos autocompactantes en la ciudad de Arequipa

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%	6%	0%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	2%
2	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
5	myslide.es Fuente de Internet	1%

Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Apagado		

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, Edy Castillo Prado y Debbie Gómez Valencia, por todo el tiempo y cariño que me han brindado; gracias a ellos comprendí que no importan las decisiones que tome una persona, esta siempre puede salir adelante con esfuerzo y dedicación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecerle en primera instancia a los docentes de la Universidad Católica de Santa María que me apoyaron con sus amplios conocimientos, al personal del laboratorio de concreto de la UCSM y a mis compañeros tesistas por su tiempo y su guía al realizar la parte práctica de mi investigación; a mi familia y amigos por su apoyo incondicional.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RESUMEN

Las necesidades actuales de la industria de la construcción requieren diseños de mezclas cada vez más versátiles que satisfagan los requisitos de resistencia y durabilidad, tales como los diseños de mezcla de concreto autocompactante, para lo cual se requiere investigar la aplicabilidad de materiales naturales que mejoren dichas propiedades. En el caso de la diatomita, al contener sílice tiene un gran potencial en la industria de la construcción. De ahí nace la hipótesis: "Utilizando diatomita proveniente de Arequipa como adición en reemplazo a un porcentaje de peso del cemento se mejorarán las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto autocompactante en estado endurecido".

Para probar la hipótesis se realizó una investigación de diseño experimental, para la cual se plantearon 24 diseños de prueba (los cuales se ensayaron en las pruebas de embudo "V", Caja "L", Caja "U", Anillo "J" y escurrimiento) a través del método ACI 237 para concreto autocompactante, estos diseños se realizaron con combinaciones de dos tipos de cemento (Yura Tipo IP y Frontera GU), dos resistencias (f´c=245 kgf/cm^2 y f'c= 350 kgf/cm^2) y dos tipos de agregado grueso (piedra chancada de "La Poderosa" y agregado selecto de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"). De estos veinticuatro diseños de prueba se escogieron ocho diseños base, a los cuales se les adicionó diatomita para elaborar probetas y someterlas a ensayos.

Los especímenes ensayados fueron: 216 probetas cilíndricas de 10cm x 15cm para ensayos de compresión, 72 probetas cilíndricas de 20cm x 30cm para los ensayos de tracción indirecta, 48 lotes de 9 dados de 5cm de lado para los ensayos de resistencia a la abrasión, 48 muestras para el ensayo de porosidad, 72 muestras para el ensayo de capilaridad y 48 probetas cilíndricas de 20cm x 30cm para el ensayo de permeabilidad.

Si bien la adición de diatomita encarece el costo de producción del concreto, ésta mejora las propiedades mecánicas como son resistencia a la compresión, resistencia a la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

tracción. Mejora la durabilidad, reduciendo la pérdida por abrasión y el coeficiente de permeabilidad, todo ello directamente proporcional a la adición de diatomita.

Palabras clave:

Concreto autocompactante, diatomita, durabilidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

The current needs of the construction industry require increasingly versatile mix designs that satisfy strength and durability requirements, such as self-compacting concrete mix designs, for which it is necessary to investigate the applicability of natural materials that improve these. properties. In the case of diatomite, as it contains silica, it has great potential in the construction industry. Hence the hypothesis is born: "Using diatomite from Arequipa as an addition to replace a percentage of the weight of the cement, the mechanical properties and durability of the self-compacting concrete in the hardened state will be improved."

To test the hypothesis, an experimental design investigation was carried out, for which 24 test designs were proposed (which were tested in the funnel tests “V”, Box “L”, Box “U”, Ring “J” and SLUMP flow) through the ACI 237 method for self-compacting concrete, these designs were made with combinations of two types of cement (Yura Type IP and Frontera GU), two resistances (f'c=245 kgf/cm^2 and f'c= 350 kgf /cm^2) and two types of coarse aggregate (crushed stone from “La Poderosa” and select aggregate from the “Hipódromo de Cerro Colorado” quarry). Of these twenty-four test designs, eight base designs were chosen, to which diatomite was added to make specimens and subject them to tests.

The specimens tested were: 216 cylindrical specimens of 10cm samples for the porosity test, 72 samples for the capillarity test and 48 cylindrical specimens of 20cm x 30cm for the permeability test.

Although the addition of diatomite increases the cost of concrete production, it improves the mechanical properties such as compressive strength and tensile strength. It improves durability, reducing abrasion loss and the permeability coefficient, all directly proportional to the addition of diatomite.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Keywords:

Self-compacting concrete, diatomite, durability.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE

DEDICATORIA.....i

AGRADECIMIENTO.....ii

RESUMEN.....iii

ABSTRACT.....v

ÍNDICE.....vii

LISTA DE FIGURAS.....xv

LISTA DE TABLAS.....xx

LISTA DE ECUACIONES.....xliii

INTRODUCCIÓN.....1

CAPÍTULO I.....2

1. Planteamiento del problema.....3

1.1. Diagnóstico Situacional.....3

1.2. Formulación del Problema.....3

1.3. Hipótesis.....5

1.4. Variable Dependiente e Independiente.....6

1.5. Objetivo General y Objetivos Específicos.....6

1.6. Justificación de la investigación.....6

1.6.1. Justificación Tecnológica.....6

1.6.2. Justificación Económica.....7

1.6.3. Justificación Social.....8

1.6.4. Justificación ambiental.....8

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.6.5. Justificación institucional....9

1.6.6. Justificación ética....9

1.7. Limitantes....9

CAPÍTULO II....10

1. Fundamento teórico....11

1.1. Marco Teórico....11

1.1.1. Diatomita....11

1.1.1.1. Características y Composición....11

1.1.1.2. Uso de Diatomita como Aditivo en el Concreto....17

1.1.1.3. Canteras en Arequipa....20

1.1.2. Concreto Autocompactante....21

1.1.2.1. Ventajas y Desventajas del Concreto Autocompactante....22

1.1.2.2. Aplicaciones del Concreto Autocompactante....22

1.1.2.3. Propiedades del Concreto Autocompactante en Estado Fresco....23

1.1.2.3.1. Trabajabilidad....23

1.1.2.3.2. Capacidad de paso....23

1.1.2.3.3. Capacidad de relleno....23

1.1.2.3.4. Resistencia a la segregación o estabilidad....23

1.1.2.4. Propiedades del Concreto Autocompactante en Estado Endurecido....24

1.1.2.4.1. Resistencia....24

1.1.2.4.2. Durabilidad....24

1.1.2.4.3. Elasticidad....24

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.3. Uso de aditivos.....25

1.1.3.1. Aditivo superplastificante 25

1.1.3.2. Humo de sílice.....26

1.1.3.3. Nanosílice.....26

1.1.3.4. Adiciones provenientes de materiales de residuo 27

1.2. Antecedentes y Estado del Arte 27

1.2.1. Antecedentes y Estado del Arte de Investigaciones Nacionales.....28

1.2.1.1. Investigación de Yomira Oré 28

1.2.1.2. Investigación de Pérez Ramos.....28

1.2.1.3. Investigación de Luque Delgado.....28

1.2.1.4. Investigación de Sánchez Paredes y Takahashi Sotomayor.....29

1.2.1.5. Investigación de Rodrigo Romero y Torres Vargas.....29

1.2.2. Antecedentes y Estado del Arte de Investigaciones Internacionales 30

1.2.2.1. Investigación de Flores et al.....30

1.2.2.2. Investigación de Serralde et al. 30

1.2.2.3. Investigación de Muttaqin et al. 30

1.2.2.4. Investigación de Cheng y Shi.....31

1.2.2.5. Investigación de Pavlíková et al.....31

CAPÍTULO III.....32

1. Metodología 33

1.1. Tipo de Investigación.....33

1.2. Campo de Verificación.....34

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.3. Determinación de la Población, Muestra y Muestreo 37

1.4. Técnicas e Instrumentos para la Recopilación de Datos 41

1.4.2. Ensayos para la Caracterización de los Materiales 42

1.4.2.1. Ensayo para el Análisis Granulométrico de los Agregados 42

1.4.2.2. Ensayo para Determinar el Material Más Fino que la Malla #200 44

1.4.2.3. Ensayo de Peso Específico y Absorción para el Agregado Grueso 45

1.4.2.4. Ensayo de Peso Específico y Absorción para el Agregado Fino 47

1.4.2.5. Ensayo para Determinar el Peso Unitario y Vacío de los Agregados 49

1.4.2.6. Ensayo para Determinar la Resistencia a la Abrasión del Agregado Grueso 52

1.4.2.7. : Ensayo para Determinar las Impurezas Orgánicas.....53

1.4.2. Ensayos Concreto Estado Fresco 54

1.4.2.1. Ensayo de Contenido de Aire 54

1.4.2.2. Ensayo de Densidad.....55

1.4.2.3. Ensayo de Temperatura.....56

1.4.3 Ensayos de Concreto Autocompactante en Estado Fresco 57

1.4.3.1. Ensayo de Embudo V.....57

1.4.3.2. Ensayo de Caja L 58

1.4.3.3. Ensayo de Caja U.....59

1.4.3.4. Ensayo de Anillo J 60

1.4.3.5. Ensayo de Escurrimiento 61

1.4.4. Ensayos de Concreto en Estado Endurecido, Ensayos de Propiedades Mecánicas 63

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.4.4.1. Ensayo resistencia a la compresión.....63

1.4.4.2. Ensayo Resistencia a la Tracción Indirecta. 64

1.4.5. Ensayos de Concreto en Estado Endurecido, Ensayos de Durabilidad 65

1.4.5.1. Ensayo de Porosidad o Tasa de Absorción 65

1.4.5.2. Ensayo de Capilaridad 66

1.4.5.3. Ensayo de Abrasión 67

1.4.5.4. Ensayo de Permeabilidad.....69

CAPÍTULO IV.....72

1. Caracterización de los materiales.....73

1.1. Caracterización del Agregado Grueso.....73

1.1.1. Piedra Chancada de ½" de la cantera "La Poderosa" 73

1.1.1.1. Granulometría.....74

1.1.1.2. Contenido de Humedad.....80

1.1.1.3. Peso Específico y Absorción.....80

1.1.1.4. Peso Unitario Suelto y Compactado. 83

1.1.1.5. Abrasión. 85

1.1.1.6. Resumen Propiedades Piedra Chancada de ½" de la cantera "La Poderosa".86

1.1.2. Agregado Selecto de ½" de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 87

1.1.2.1. Granulometría.....88

1.1.2.2. Contenido de Humedad.....94

1.1.2.3. Peso Específico y Absorción.....95

1.1.2.4. Peso Unitario Suelto y Compactado. 97

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.5. Abrasión. 99

1.1.2.6. Resumen Propiedades Cascajo de ½" de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".100

1.2. Caracterización del Agregado Fino 100

1.2.1. Arena Gruesa de la cantera "La Poderosa" 100

1.2.1.1. Granulometría 100

1.2.1.2. Contenido de Humedad. 106

1.2.1.3. Material Más Fino que la Malla #200. 107

1.2.1.4. Peso Específico y Absorción. 108

1.2.1.5. Peso Unitario Suelto y Compactado. 110

1.2.1.6. Impurezas Orgánicas. 112

1.2.1.7. Resumen Propiedades Arena Gruesa de la cantera "La Poderosa" 112

1.3. Caracterización de la Diatomita 113

1.3.1. Diatomita de la Cantera de Pocsi 113

1.3.1.1. Granulometría 113

1.3.1.2. Contenido de Humedad. 116

1.3.1.3. Peso Unitario Suelto y Compactado. 116

CAPÍTULO V 118

1. Diseño de mezclas 119

1.1. Diseños de prueba 121

1.1.1. Diseños de Prueba Cemento Yura Tipo IP 121

1.1.2. Diseños de Prueba Cemento Frontera GU 135

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO VI.....144

1. Resultados.....145

1.1. Presentación de Resultados.....145

1.1.1. Resultados Ensayos de Concreto Autocompactante en Estado Fresco.....145

1.1.1.1. Resultados Ensayos de Embudo V.....145

1.1.1.2. Resultados Ensayos Caja L.....147

1.1.1.3. Resultados Ensayos Caja U.....149

1.1.1.4. Resultados Ensayos Anillo J.....151

1.1.1.5. Resultados Ensayos de Escurrimiento.....153

1.1.1.6. Resultados de Otros Ensayos de Concreto en estado fresco.....162

1.1.2. Resultados Ensayos de Concreto en Estado Endurecido.....164

1.1.2.1. Resultados Ensayos de Resistencia a la Compresión.....164

1.1.2.2. Resultados Ensayos de Resistencia a la Tracción Indirecta.....180

1.1.2.3. Resultados Ensayos de Porosidad.....192

1.1.2.4. Resultados Ensayos de Capilaridad.....196

1.1.2.5. Resultados Ensayos de Abrasión.....228

1.1.2.6. Resultados Ensayos de Permeabilidad.....232

1.1.3. Análisis de Precios Unitarios.....234

1.2. Discusión de Resultados.....260

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....263

1. Conclusiones.....264

2. Recomendaciones.....266

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....268

ANEXOS 275

A. Diseños de Concreto método ACI 237 R 276

B. Hojas Excel de ensayos a compresión.....344

C. Ficha técnica cemento Yura Tipo IP 357

D. Ficha técnica cemento Frontera GU.....361

E. Ficha técnica aditivo superplastificante Euco 37 363

F. Recorte de diatomitas en Arequipa según el INGEMET.....366

G. Certificado de estudio de diatomita en laboratorio externo 369

H. Constancia de realización de ensayos en el laboratorio de suelos y concretos de la Universidad Católica de Santa María 370

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Recorte, tabla con intervalos de porcentaje de composición de diatomita 14

Figura 2: Composición de diatomitas alrededor del mundo.....15

Figura 3: Análisis químico de las diatomitas en el Perú.....16

Figura 4: Producción de diatomita por país al año 2016 18

Figura 5: Distintos usos de la diatomita en Estados Unidos al año 2016 según la USGS 19

Figura 6: Vista satelital, cantera "La Poderosa".....73

Figura 7: Curva granulométrica piedra chancada, cantera "La Poderosa", muestra 1 75

Figura 8: Curva granulométrico piedra chancada, cantera "La Poderosa" muestra 2 77

Figura 9: Curva granulométrica piedra chancada, cantera "La Poderosa" muestra 3 79

Figura 10: Peso específico (g/cm^3) vs Absorción (%) piedra chancada, cantera "La Poderosa". 82

Figura 11: Vista satelital de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".....87

Figura 12: Curva granulométrica agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" muestra 1.....89

Figura 13: Curva granulométrica agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", muestra 2.....91

Figura 14: Curva granulométrica agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", muestra 3.....93

Figura 15: Peso específico (g/cm^3) vs Absorción (%) agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado". 96

Figura 16: Curva granulométrica arena gruesa, cantera "La Poderosa", muestra 1 102

Figura 17: Curva granulométrica arena gruesa, cantera "La Poderosa" muestra 2.....104

Figura 18: Curva granulométrica arena gruesa, cantera "La Poderosa" muestra 3. 106

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 19: Peso específico (g/cm^3) vs Absorción (%) arena gruesa, cantera "La Poderosa". 109

Figura 20: Secuencia de diseño ACI 237R.....120

Figura 21: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2 165

Figura 22: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2 165

Figura 23: Resultados ensayo resistencia de compresión Cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2 167

Figura 24: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes Cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2 167

Figura 25: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2.....169

Figura 26: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP Agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2 169

Figura 27: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2.....171

Figura 28: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2 171

Figura 29: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2 173

Figura 30: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2.....173

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 31: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2.....175

Figura 32: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2.175

Figura 33: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2.....177

Figura 28: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2.....177

Figura 35: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2.....179

Figura 36: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2 179

Figura 37: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2 182

Figura 38: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2 183

Figura 39: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2.....184

Figura 40: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2.....185

Figura 41: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2 188

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 42: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2 189

Figura 43: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2.....190

Figura 44: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2.....191

Figura 45: Resultados ensayo de porosidad comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP 193

Figura 46 Resultados ensayo de porosidad comparación porcentajes cemento Frontera GU 195

Figura 47: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" Cemento Yura Tipo IP.....199

Figura 48: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Yura Tipo IP.....203

Figura 49: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" cemento Yura Tipo IP.....207

Figura 50: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Yura Tipo IP.....211

Figura 51: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" cemento Frontera GU.....215

Figura 52: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" cemento Frontera GU.....219

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 53: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" cemento Frontera GU.....223

Figura 54: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" cemento Frontera GU.....227

Figura 55: Resultados ensayo de abrasión cemento Yura Tipo IP 229

Figura 56: Resultados ensayo de abrasión cemento Frontera GU.....231

Figura 57: Comparación de precios unitarios cemento Yura Tipo IP 246

Figura 58: Resultados ensayo de abrasión cemento Frontera GU.....259

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Cantidad de probetas a ensayar 38

Tabla 2: Cantidad de muestras cúbicas a ensayar.....39

Tabla 3: Cantidad de muestras a ensayar durabilidad.....40

Tabla 4: Equipo para ensayo granulométrico 42

Tabla 5: Fórmula ensayo peso específico agregado grueso.....47

Tabla 6: Fórmula ensayo peso específico agregado grueso.....49

Tabla 7: Determinación volumen recipiente P.U.C. y P.U.S.....51

Tabla 8: Fórmulas P.U.C. y P.U.S. 51

Tabla 9: Ensayo granulométrico piedra chancada, cantera "La Poderosa", muestra 1 74

Tabla 10: Ensayo granulométrico piedra chancada, cantera "La Poderosa" muestra 2 76

Tabla 11: Ensayo granulométrico piedra chancada, cantera "La Poderosa", muestra 3 78

Tabla 12: Contenido de humedad piedra chancada, cantera "La Poderosa". 80

Tabla 13: Peso específico y absorción piedra chancada, cantera "La Poderosa". 81

Tabla 14: Datos recipiente P.U.S. y P.U.C. piedra chancada, cantera "La Poderosa". 83

Tabla 15: PUS y PUC piedra chancada, cantera "La Poderosa". 84

Tabla 16: Ensayo de abrasión por máquina de Los Ángeles piedra chancada, cantera "La Poderosa". 85

Tabla 17: Resumen propiedades piedra chancada de ½" de la cantera "La Poderosa".....86

Tabla 18: Ensayo granulométrico agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", muestra 1 88

Tabla 19: Ensayo granulométrico agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", muestra 2 90

Tabla 20: Ensayo granulométrico agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" muestra 3.....92

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 21: Contenido de humedad agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado". 94

Tabla 22: Peso específico y absorción agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado". 95

Tabla 23: Datos recipiente P.U.S. y P.U.C. agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado". 97

Tabla 24: P.U.S. y P.U.C. agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado". 98

Tabla 25: Ensayo de abrasión por máquina de Los Ángeles agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado". 99

Tabla 26: Resumen propiedades agregado selecto de ½" de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 100

Tabla 27: Ensayo granulométrico arena gruesa, cantera "La poderosa", muestra 1 101

Tabla 28: Ensayo granulométrico arena gruesa, cantera "La Poderosa", muestra 2. 103

Tabla 29: Ensayo granulométrico arena gruesa, cantera "La Poderosa", muestra 3. 105

Tabla 30: Contenido de humedad arena gruesa, cantera "La Poderosa" 106

Tabla 31: Material más fino que la malla #200 arena gruesa, cantera "La Poderosa". 107

Tabla 32: Peso específico y absorción arena gruesa, cantera "La Poderosa". 108

Tabla 33: Datos recipiente P.U.S. y P.U.C. arena gruesa, cantera "La Poderosa". 110

Tabla 34: P.U.S. y P.U.C. arena gruesa, cantera "La Poderosa". 111

Tabla 35: Resumen propiedades arena gruesa de la cantera "La Poderosa" 112

Tabla 36: Ensayo granulométrico diatomita de Pocsi muestra 1 113

Tabla 37: Ensayo granulométrico diatomita de Pocsi muestra 2 114

Tabla 38: Ensayo granulométrico diatomita de Pocsi muestra 3 114

Tabla 39: Contenido de humedad diatomita de Pocsi 116

Tabla 40: Datos recipiente P.U.S. y P.U.C. diatomita 117

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 41: P.U.S. y P.U.C. diatomita 117

Tabla 42: Paso común 1 diseño cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2 121

Tabla 43: Paso común 2 diseño cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2 121

Tabla 44: Paso específico 1 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La poderosa" f'c=245kgf/cm^2 122

Tabla 45: Paso específico 2 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La poderosa" f'c=245kgf/cm^2 123

Tabla 46: Paso específico 3 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La poderosa" f'c=245kgf/cm^2 124

Tabla 47: Paso específico 4 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La poderosa" f'c=245kgf/cm^2 124

Tabla 48: Paso específico 5 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La poderosa" f'c=245kgf/cm^2 125

Tabla 49: Resumen de diseños de prueba con cemento Yura Tipo IP 126

Tabla 50: Diseño de prueba #1 cemento Yura Tipo IP f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 128

Tabla 51: Diseño de prueba #2 cemento Yura Tipo IP f'c=245kgf/cm^2 IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 129

Tabla 52: Diseño de prueba #3 cemento Yura Tipo IP f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 129

Tabla 53: Diseño de prueba #1 cemento Yura Tipo IP f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 130

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 54: Diseño de prueba #2 cemento Yura Tipo IP f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 130

Tabla 55: Diseño de prueba #3 cemento Yura Tipo IP f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 131

Tabla 56: Diseño de prueba #1 cemento Yura Tipo IP f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 131

Tabla 57: Diseño de prueba #2 cemento Yura Tipo IP f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 132

Tabla 58: Diseño de prueba #3 cemento Yura Tipo IP f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 132

Tabla 59: Diseño de prueba #1 cemento Yura Tipo IP F'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 133

Tabla 60: Diseño de prueba #2 cemento Yura Tipo IP f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 133

Tabla 61: Diseño de prueba #3 cemento Yura Tipo IP f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 134

Tabla 62: Resumen de diseños de prueba con cemento Frontera GU 135

Tabla 63: Diseño de prueba #1 cemento Frontera GU f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 137

Tabla 64: Diseño de prueba #2 cemento Frontera GU f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 138

Tabla 65: Diseño de prueba #3 cemento Frontera GU f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 138

Tabla 66: Diseño de prueba #1 cemento Frontera GU f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 139

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 67: Diseño de prueba #2 cemento Frontera GU f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 139

Tabla 68: Diseño de prueba #3 cemento Frontera GU f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 140

Tabla 69: Diseño de prueba #1 cemento Frontera GU f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 140

Tabla 70: Diseño de prueba #2 cemento Frontera GU f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 141

Tabla 71: Diseño de prueba #3 cemento Frontera GU f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 141

Tabla 72: Diseño de prueba #1 cemento Frontera GU f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 142

Tabla 73: Diseño de prueba #2 cemento Frontera GU f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 142

Tabla 74: Diseño de prueba #3 cemento Frontera GU f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 143

Tabla 75: Resultados ensayo Embudo V diseños de prueba cemento Yura Tipo IP.....145

Tabla 76: Resultados ensayo Embudo V diseños de prueba cemento Frontera GU.....146

Tabla 77: Resultados ensayo Caja L diseños de prueba cemento Yura Tipo IP 147

Tabla 78: Resultados ensayo Caja L diseños de prueba cemento Frontera GU 148

Tabla 79: Resultados ensayo Caja U diseños de prueba cemento Yura Tipo IP 149

Tabla 80: Resultados ensayo Caja U diseños de prueba cemento Frontera GU.....150

Tabla 81: Resultados ensayo Caja U diseños de prueba cemento Yura Tipo IP 151

Tabla 82: Resultados ensayo Caja U diseños de prueba cemento Frontera GU.....152

Tabla 83: Resultados ensayo de escurrimiento diseños de prueba cemento Yura Tipo IP ..153

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 84: Resultados ensayo de escurrimiento diseños de prueba cemento Frontera GU ...154

Tabla 85: Resumen ensayos CAC estado fresco diseños de prueba cemento Yura Tipo IP155

Tabla 86: Resumen ensayos CAC estado fresco diseños de prueba cemento Frontera GU 156

Tabla 87: Diseños f'c= 245 kgf/cm^2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".....157

Tabla 88: Diseños f'c= 245 kgf/cm^2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa".....158

Tabla 89: Diseños f'c= 350 kgf/cm^2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".....158

Tabla 90: Diseños f'c= 350 kgf/cm^2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa".....159

Tabla 91: Diseños f'c= 245 kgf/cm^2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".....159

Tabla 92: Diseños f'c= 245 kgf/cm^2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa".....160

Tabla 93: Diseños f'c= 350 kgf/cm^2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".....160

Tabla 94: Diseños f'c= 350 kgf/cm^2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa".....161

Tabla 95: Resultados cemento Yura Tipo IP.....162

Tabla 96: Resultados cemento Frontera GU.....163

Tabla 97: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2.....164

Tabla 98: Resultados ensayo resistencia de compresión Cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2.....166

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 99: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2.....168

Tabla 100: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2.....170

Tabla 101: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2 172

Tabla 102: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2.....174

Tabla 103: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2 176

Tabla 104: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2.....178

Tabla 105: Resultados ensayo resistencia a la Tracción Indirecta cemento Yura Tipo IP...180

Tabla 106: Resultados ensayo resistencia a la Tracción Indirecta Cemento Frontera GU..186

Tabla 107: Resultados ensayo de porosidad cemento Yura Tipo IP 192

Tabla 108: Resultados ensayo de porosidad cemento Frontera GU 194

Tabla 109: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=245 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% adición diatomita 196

Tabla 110: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=245 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% adición diatomita 197

Tabla 111: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=245 kgf/cm^2 Piedra Chancada de "La Poderosa" 8% adición diatomita 198

Tabla 112: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 0% adición diatomita 200

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 113: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 6% adición diatomita 201

Tabla 114: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 8% adición diatomita 202

Tabla 115: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% adición diatomita 204

Tabla 116: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% adición diatomita 205

Tabla 117: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% adición diatomita 206

Tabla 118: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 0% adición diatomita 208

Tabla 119: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 6% adición diatomita 209

Tabla 120: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 8% adición diatomita 210

Tabla 121: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=245 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% adición diatomita 212

Tabla 122: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=245 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% adición diatomita 213

Tabla 123: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU F'c=245 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% adición diatomita 214

Tabla 124: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado". 0% adición diatomita 216

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 125: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"6% adición diatomita 217

Tabla 126: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 8% adición diatomita 218

Tabla 127: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% adición diatomita 220

Tabla 128: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Podeosa" 6% adición diatomita.....221

Tabla 129: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% adición diatomita 222

Tabla 130: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 0% adición diatomita 224

Tabla 131: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 6% adición diatomita 225

Tabla 132: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 8% adición diatomita 226

Tabla 133: Resultados ensayos de abrasión cemento Yura Tipo IP 228

Tabla 134: Resultados ensayos de abrasión cemento Frontera GU.....230

Tabla 135: Resultados ensayos de permeabilidad cemento Yura Tipo IP.....232

Tabla 136: Resultados ensayos de permeabilidad cemento Frontera GU 233

Tabla 137: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% diatomita cemento Yura Tipo IP 234

Tabla 138: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% diatomita cemento Yura Tipo IP 235

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 139: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% diatomita cemento Yura Tipo IP 236

Tabla 140: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 0% diatomita cemento Yura Tipo IP 237

Tabla 141: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 6% diatomita cemento Yura Tipo IP 238

Tabla 142: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 8% diatomita cemento Yura Tipo IP 239

Tabla 143: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% diatomita cemento Yura Tipo IP 240

Tabla 144: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% diatomita cemento Yura Tipo IP 241

Tabla 145: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% diatomita cemento Yura Tipo IP 242

Tabla 146: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 0% diatomita cemento Yura Tipo IP 243

Tabla 147: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 6% diatomita cemento Yura Tipo IP 244

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 148: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 8% diatomita cemento Yura Tipo IP 245

Tabla 149: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% diatomita cemento Frontera GU 247

Tabla 150: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% diatomita cemento Frontera GU 248

Tabla 151: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% diatomita cemento Frontera GU 249

Tabla 152: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 0% diatomita cemento Frontera GU.....250

Tabla 153: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 6% diatomita cemento Frontera GU.....251

Tabla 154: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 8% diatomita cemento Frontera GU.....252

Tabla 155: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% diatomita cemento Frontera GU 253

Tabla 156: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% diatomita cemento Frontera GU 254

Tabla 157: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% diatomita cemento Frontera GU 255

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 158: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 0% diatomita cemento Frontera GU.....256

Tabla 159: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 6% diatomita cemento Frontera GU.....257

Tabla 160: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 8% diatomita cemento Frontera GU.....258

Tabla 161: Paso específico 1 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....276

Tabla 162: Paso específico 2 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....276

Tabla 163: Paso específico 3 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....277

Tabla 164: Paso específico 4 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....277

Tabla 165: Paso específico 5 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....278

Tabla 166: Paso específico 1 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....278

Tabla 167: Paso específico 2 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....278

Tabla 168: Paso específico 3 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....279

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 169: Paso específico 4 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....279

Tabla 170: Paso específico 5 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....280

Tabla 171: Paso común 1 diseño cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....280

Tabla 172: Paso común 2 diseño cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....281

Tabla 173: Paso específico 1 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....281

Tabla 174: Paso específico 2 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....281

Tabla 175: Paso específico 3 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....282

Tabla 176: Paso específico 4 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....283

Tabla 177: Paso específico 5 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....283

Tabla 178: Paso específico 1 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....283

Tabla 179: Paso específico 2 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....284

Tabla 180: Paso específico 3 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....284

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 181: Paso específico 4 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....285

Tabla 182: Paso específico 5 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....285

Tabla 183: Paso específico 1 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....286

Tabla 184: Paso específico 2 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....286

Tabla 185: Paso específico 3 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....287

Tabla 186: Paso específico 4 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....287

Tabla 187: Paso específico 5 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....288

Tabla 188: Paso común 1 diseño cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 288

Tabla 189: Paso común 2 diseño cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 288

Tabla 190: Paso específico 1 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2.....289

Tabla 191: Paso específico 2 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2.....289

Tabla 192: Paso específico 3 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2.....290

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 193: Paso específico 4 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 290

Tabla 194: Paso específico 5 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 291

Tabla 195: Paso específico 1 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 292

Tabla 196: Paso específico 2 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 292

Tabla 197: Paso específico 3 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 293

Tabla 198: Paso específico 4 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 293

Tabla 199: Paso específico 5 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 294

Tabla 200: Paso específico 1 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 294

Tabla 201: Paso específico 2 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 294

Tabla 202: Paso específico 3 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 295

Tabla 203: Paso específico 4 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 295

Tabla 204: Paso específico 4 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 296

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 205: Paso común 1 diseño cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 297

Tabla 206: Paso común 2 diseño cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 297

Tabla 207: Paso específico 1 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2.....298

Tabla 208: Paso específico 2 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2.....298

Tabla 209: Paso específico 3 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2.....299

Tabla 210: Paso específico 4 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2.....299

Tabla 211: Paso específico 5 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2.....300

Tabla 212: Paso específico 1 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2.....300

Tabla 213: Paso específico 2 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2.....300

Tabla 214: Paso específico 3 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2.....301

Tabla 215: Paso específico 4 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2.....301

Tabla 216: Paso específico 5 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2.....302

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 217: Paso específico 1 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 303

Tabla 218: Paso específico 2 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 303

Tabla 219: Paso específico 3 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 304

Tabla 220: Paso específico 4 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 304

Tabla 221: Paso específico 5 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 304

Tabla 222: Paso común 1 diseño cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2 305

Tabla 223: Paso común 2 diseño cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2 305

Tabla 224: Paso específico 1 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2 307

Tabla 225: Paso específico 2 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2 307

Tabla 226: Paso específico 3 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2 308

Tabla 227: Paso específico 4 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2 308

Tabla 228: Paso específico 5 diseño #1 Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2 309

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 229: Paso específico 1 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....309

Tabla 230: Paso específico 2 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....309

Tabla 231: Paso específico 3 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....310

Tabla 232: Paso específico 4 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....310

Tabla 233: Paso específico 5 diseño #2 Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....311

Tabla 234: Paso específico 1 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....311

Tabla 235: Paso específico 2 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....312

Tabla 236: Paso específico 3 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....312

Tabla 237: Paso específico 4 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....313

Tabla 238: Paso específico 5 diseño #3 Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2.....313

Tabla 239: Paso común 1 diseño cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....315

Tabla 240: Paso común 2 diseño cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....315

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 241: Paso específico 1 diseño #1 cemento Frontera GU Piedra Chancada de "La poderosa" F'c=350kgf/cm^2 316

Tabla 242: Paso específico 2 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2.....316

Tabla 243: Paso específico 3 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....317

Tabla 244: Paso específico 4 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....317

Tabla 245: Paso específico 5 diseño #1 Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2 318

Tabla 246: Paso específico 1 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....318

Tabla 247: Paso específico 2 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2.....318

Tabla 248: Paso específico 3 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....319

Tabla 249: Paso específico 4 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....320

Tabla 250: Paso específico 5 diseño #2 Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2 320

Tabla 251: Paso específico 1 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....321

Tabla 252: Paso específico 2 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2.....321

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 253: Paso específico 3 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....322

Tabla 254: Paso específico 4 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2.....322

Tabla 255: Paso específico 5 diseño #3 Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2 323

Tabla 256: Paso común 1 diseño cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 324

Tabla 257: Paso común 2 diseño cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 324

Tabla 258: Paso específico 1 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 325

Tabla 259: Paso específico 2 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 325

Tabla 260: Paso específico 3 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 326

Tabla 261: Paso específico 4 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 326

Tabla 262: Paso específico 5 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 326

Tabla 263: Paso específico 1 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 328

Tabla 264: Paso específico 2 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 328

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 265: Paso específico 3 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 329

Tabla 266: Paso específico 4 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 329

Tabla 267: Paso específico 5 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 330

Tabla 268: Paso específico 1 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 331

Tabla 269: Paso específico 2 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 331

Tabla 270: Paso específico 3 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 332

Tabla 271: Paso específico 4 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 332

Tabla 272: Paso específico 5 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2 333

Tabla 273: Paso común 1 diseño cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 334

Tabla 274: Paso común 2 diseño cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 334

Tabla 275: Paso específico 1 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 335

Tabla 276: Paso específico 2 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 335

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 277: Paso específico 3 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 336

Tabla 278: Paso específico 4 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 336

Tabla 279: Paso específico 5 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 337

Tabla 280: Paso específico 1 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 338

Tabla 281: Paso específico 2 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 338

Tabla 282: Paso específico 3 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 339

Tabla 283: Paso específico 4 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 339

Tabla 284: Paso específico 5 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 340

Tabla 285: Paso específico 1 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 341

Tabla 286: Paso específico 2 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 341

Tabla 287: Paso específico 3 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 342

Tabla 288: Paso específico 4 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 342

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 289: Paso específico 5 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2 343

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Módulo de fineza 43

Ecuación 2: Porcentaje de finos pasantes por malla N° 200.....44

Ecuación 3: Porcentaje de masa perdida, ensayo de abrasión 53

Ecuación 4: Masa del concreto, ensayo de peso unitario 55

Ecuación 5: Peso unitario del concreto en estado fresco 56

Ecuación 6: Coeficiente de bloque 59

Ecuación 7: Habilidad de paso ensayo de caja U 60

Ecuación 8: Habilidad de paso Anillo J.....61

Ecuación 9: Resistencia a la compresión axial 65

Ecuación 10: Porcentaje de porosidad concreto 65

Ecuación 11: Tasa de absorción.....67

Ecuación 12: Porcentaje de pérdida de masa por abrasión, concreto 69

Ecuación 13: Profundidad de penetración 71

Ecuación 14: Coeficiente de permeabilidad.....71

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INTRODUCCIÓN

En el sector de la construcción, debido a la necesidad de un crecimiento sostenible y sustentable, la búsqueda de nuevos materiales para mejorar las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto autocompactante es de mayor interés en la actualidad.

En el pasado, el uso de aditivos y adicionados en la fabricación de concreto era de poco interés por el alto costo que representaban estos materiales. Sin embargo, en la actualidad, los costos de su producción y aceptación en diversos países del mundo, además de sus buenos resultados, han permitido que sea bien acogida en el país.

Arequipa posee una gran cantidad de canteras de diatomita tales como la cantera de Pocsi (Polobaya). La diatomita posee propiedades similares a la microsílice, la cual la hace idónea para mejorar propiedades mecánicas y durabilidad en el concreto.

Con respecto al presente trabajo, si bien otros investigadores ya han hecho pruebas adicionando diatomita en el concreto, esto usualmente se hizo en concreto convencional; el presente trabajo estudia la optimización de las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto autocompactante con la adición de diatomita. De mismo modo, se limitó al uso de materiales locales disponibles dentro de la ciudad de Arequipa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO I

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1. Planteamiento del problema

1.1.Diagnóstico Situacional

El concreto autocompactante brinda posibilidades a los constructores, de poder ejecutar obras con materiales de costo más bajo, la ausencia del vibrado, y la mayor facilidad de transporte; mientras que requiere un mayor consumo de cemento por metro cúbico que el concreto convencional, la relevancia de este concreto busca que se estudie su incorporación con diferentes tipos de adiciones. Por otro lado, la durabilidad del concreto es una propiedad de gran importancia para el desempeño de las estructuras de concreto, en especial para obras expuestas a condiciones de servicio severas tales como pavimentos, puentes y obras hidráulicas.

Arequipa posee una gran cantidad de canteras de diatomita, material rocoso de característica silícea, sedimentaria de origen biogénico, contiene un alto porcentaje de óxido de sílice en su composición química, similar a la microsílice y nanosílice, aditivos utilizados en la elaboración de diseños de mezclas de alta resistencia y empleados en investigaciones para mejorar las propiedades mecánicas de concretos autocompactantes ; estudios han analizado la propiedad de la resistencia a la corrosión de concretos convencionales adicionados con esta.

1.2. Formulación del Problema

Enunciado del problema

“En el diseño de mezclas de concreto autocompactante se requiere investigar la aplicabilidad de materiales naturales que mejoren su durabilidad, buscando, además, que cumplan con los estándares de calidad. En el caso de la diatomita, a nivel nacional ésta se trata como material aislante o como material filtrante en la industria cervecera, pero por su contenido de sílice tiene un gran potencial en la industria de la construcción. En el presente

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

trabajo se estudió su efecto sobre la durabilidad y propiedades mecánicas en el concreto autocompactante."

Descripción del problema

El campo de diseño de mezclas de concreto autocompactante (CAC) es amplio y complejo, proponiéndose el uso de diferentes materiales para alcanzar un diseño funcional, económico y sostenible, en el caso del concreto autocompactante, la dificultad de la incorporación del aditivo plastificante puede llevar a la disminución de la resistencia a la compresión y propiedades de durabilidad.

En los últimos años, basándose en las disposiciones del American Concrete Institute (ACI), American Society for Testing Materials (ASTM) y Normas Técnicas Peruanas (NTPs) vigentes, se han investigado las propiedades de materiales silíceos como aditivos en el concreto para mejorar sus propiedades mecánicas, siendo de interés la aplicación de estos materiales para mejorar la durabilidad del concreto. Se han analizado las propiedades de concreto autocompactante con aditivos industrializados y adiciones de cenizas volantes; pudiendo ser la diatomita una alternativa económica y eficiente.

Alcance de la investigación

La presente investigación buscó analizar la durabilidad del concreto, para ello:

Se realizaron mediciones de permeabilidad según la adaptación del ensayo ASTM C-642 de densidad, absorción de agua y vacíos de concreto endurecido por cada diseño y la adaptación del ensayo de capilaridad (ASTM 1585).

Se utilizó una adaptación del ensayo ASTM C1747 en la máquina de los ángeles, se fabricaron dados de concreto de dimensión 5 cm de lado; además se realizaron ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la tracción indirecta con la finalidad de caracterizar completamente el comportamiento del concreto. El concreto utilizado fue un concreto de resistencia convencional con un $f'c < 420$ kgf/cm^2.Se realizaron comparaciones con un

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

diseño patrón sin adición de diatomita. Todos los diseños de esta investigación contemplaron el uso de aditivos superplastificantes para llegar a la fluidez necesaria de un concreto autocompactante.

Para el diseño que incluye diatomita se consideró un porcentaje óptimo de adición, el cual fue obtenido a partir de búsqueda bibliográfica.

La diatomita a emplear fue obtenida de una única cantera local, ubicada a no más de 25 km de la ciudad de Arequipa.

Se tuvo en consideración las siguientes normas: ACI, ASTM, NTP, entre otras vigentes, teniendo como ámbito la ciudad de Arequipa.

1.3. Hipótesis

- "Utilizando diatomita proveniente de Arequipa como adición en reemplazo a un porcentaje de peso del cemento se mejorarán las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto autocompactante en estado endurecido"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.4. Variable Dependiente e Independiente

Variables

Variable Independiente:

- Porcentaje de adición de diatomita en el diseño de mezclas.

Variable Dependiente:

- Propiedades del concreto.

1.5. Objetivo General y Objetivos Específicos

Objetivo General:

• Determinar la influencia de la diatomita en las propiedades mecánicas y durabilidad de los CAC en la ciudad de Arequipa.

Objetivos Específicos:

• Investigar el uso de la diatomita como aditivo en el concreto.

• Proponer un diseño de mezclas para un CAC incluyendo diatomita en la ciudad de Arequipa.

• Analizar la influencia de la diatomita en las propiedades mecánicas del concreto endurecido (resistencia a la compresión, tracción indirecta) en la ciudad de Arequipa.

• Analizar la influencia de la diatomita en las propiedades de durabilidad del concreto (resistencia a la abrasión, permeabilidad) en la ciudad de Arequipa.

• Analizar los costos unitarios de concreto autocompactante con diatomita.

1.6. Justificación de la investigación

El presente trabajo se justifica de la siguiente manera:

1.6.1. Justificación Tecnológica

En el sector de la construcción, debido a la necesidad de un crecimiento sostenible y sustentable, la búsqueda de nuevos materiales para mejorar las propiedades mecánicas del

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

concreto autocompactante es de mayor interés en la actualidad, además de que la región Arequipa se encuentra en una zona sísmica.

En el pasado, el uso de aditivos y adicionados en la fabricación de concreto era de poco interés por el alto costo que representaban estos materiales. Sin embargo, en la actualidad, los costos de su producción y aceptación en diversos países del mundo, además de sus buenos resultados, han permitido que sea bien acogida en el país.

Arequipa posee una gran cantidad de canteras de diatomita tales como la cantera de Pocsi (Polobaya), cantera Luchito I (Chiguata), cantera Bedoya (Chiguata), cantera Santa Inés 400 (Chiguata) y cantera Sabinan (Polobaya). La durabilidad del concreto es de importancia en obras tales como pavimentos, puentes y obras hidráulicas; otros estudios han analizado la propiedad de la resistencia a la corrosión de concretos con diatomita, y es de interés del estudio, además de la resistencia a la compresión, la influencia de la diatomita en la resistencia a la abrasión del concreto y permeabilidad.

Se considera una justificación tecnológica al ahondar en el uso de un material local para mejorar propiedades del CAC.

1.6.2. Justificación Económica

El uso de nuevos materiales brinda posibilidades a los constructores, de poder ejecutar obras con materiales de costo más bajo, la ausencia del vibrado, y la mayor facilidad de transporte.

La diatomita como material rocoso de característica silícea, sedimentaria de origen biogénico, contiene un alto porcentaje de óxido de sílice en su composición química, similar a la microsílice y nanosílice, aditivos utilizados en la elaboración de diseños de mezclas de alta resistencia y empleados en investigaciones para mejorar las propiedades mecánicas de concretos autocompactantes ; el problema radica en que estos aditivos por ser productos importados no son fáciles de conseguir en nuestro país y su precio es considerado elevado. Es

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

por ello que el uso de diatomita como aditivo propone buenos resultados y permite una reducción en el costo de fabricación de concreto.

Profundizar en su comportamiento como adición en el concreto podría permitir su explotación en este sector. De conocerse más beneficios de su aplicación, se extendería su uso en distintas zonas del país, aprovechando además su menor costo en la fabricación de concretos.

En el presente estudio se analizó el comportamiento de la diatomita como aditivo al CAC para optimizar su resistencia a la compresión y durabilidad, a través de ensayos como el de desgaste por abrasión, y permeabilidad, cuantificándolo experimentalmente de acuerdo al porcentaje de adición de diatomita, así, podría determinarse la viabilidad de usar diatomita como aditivo, con el objetivo de obtener un concreto más económico que cumpla con los estándares de calidad.

1.6.3. Justificación Social

Dentro del marco de la situación actual post-pandemia COVID-19, donde se fundamentó el distanciamiento social y la optimización de las cuadrillas, el uso de CAC se ha revalorado al necesitar una menor cantidad de trabajadores para su colocación, por tal motivo; aunque no sea objeto de estudio, es necesario fomentar el uso y la investigación relacionada al CAC.

1.6.4. Justificación ambiental

La diatomita es un material de amplio uso industrial, el investigar el uso de diatomita en el CAC abre las puertas a futuras investigaciones como el uso de residuos de diatomita tratada en el concreto. De igual manera, el uso de materiales locales con menor huella de carbono favorece a la elaboración de un concreto ambientalmente sostenible.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.6.5. Justificación institucional

Es de interés promover como universidad y como programa profesional de ingeniería civil la investigación de materiales locales dándoles nuevos usos.

1.6.6. Justificación ética

La presente investigación involucra un tema relevante, así como sus resultados supondrán un aporte al conocimiento, se busca beneficiar a la sociedad respetando la ética que requiere la investigación científica.

1.7. Limitantes

Como limitaciones se tiene:

- Limitación geográfica: los agregados y la diatomita provinieron de canteras de la ciudad de Arequipa, de igual manera, los ensayos realizados se dieron bajo las condiciones climáticas de nuestra ciudad.
- Limitación post COVID-19: al realizarse tras la reactivación económica, otros materiales como la variedad de marcas de cemento se redujeron por problemas de producción. Por tal razón se trabajó con productos que no fueran vulnerables en su cadena de producción y tuvieran amplia disponibilidad en el mercado. Se cumplieron las normas de seguridad recomendadas por el MINSA.
- Limitación por equipo disponible: los ensayos realizados estuvieron condicionados a los equipos disponibles en el laboratorio de concreto de la Universidad Católica de Santa María.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO II

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1. Fundamento teórico

1.1. Marco Teórico

1.1.1. Diatomita

Una definición usada en el campo de por investigadores en el ámbito del concreto Gerengi et al. (2015) es la de sustancia puzolánica que contiene pequeñas cantidades de sílice amorfa, cristobalita y minerales residuales.

1.1.1.1. Características y Composición.

a) Origen biogénico de la diatomita.

Según los investigadores Verdeja et al. (1992), la diatomita:

"Es una roca formada en su mayor parte por frústulas de organismos unicelulares llamados diatomeas con dimensiones microscópicas, formando una roca ligera y permeable. Estos organismos forman colonias en agua dulce o salobre, donde el agua contiene abundantes nutrientes y sílice. Las frústulas están formadas por sílice amorfa (ópalo) casi pura y tiene oquedades ordenadas de distinta manera en cada especie.

La roca formada por dichas frústulas es extremadamente porosa, mala conductora de calor y electricidad, químicamente inerte, cuando seca es muy liviana, capaz de absorber y retener gran cantidad de líquidos.

La existencia de un medio rico en sílice en condición primordial para la existencia de diatomeas, razón por la cual se suelen relacionar los depósitos de diatomitas con emisiones volcánicas acidas o con formaciones rocosas ricas en sílice, que sirvan como fuente de SiO_2. "(p.427)

b) Características de la diatomita.

El investigador considera propicio diferenciar las propiedades o características de la diatomita según el tratamiento que reciban para su procesamiento. La diatomita natural, la diatomita molida y la diatomita calcinada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La diatomita calcinada es la que ha pasado por más procesos y, por lo tanto, posee una mayor estandarización de propiedades y un mayor uso en las industrias.

La diatomita molida es la que se vende de manera comercial en las canteras, su uso principal es el del material filtrante, el proceso de molienda asegura un material más estandarizado, pero no un cambio relevante en otras propiedades.

La diatomita natural es la que se encuentra en el medio, sin tratamiento por mano del ser humano. Una revisión del estado natural de la diatomita da una idea cercana del nivel de pureza de esta.

Las principales propiedades según Díaz Valdiviezo y Ramírez Carrión (2009), citando a Lorenz y Gwosdz (2004) podrían definirse como:

Del color de la diatomita.

Por su composición química la diatomita en estado natural y molida es de un color grisáceo similar al ópalo, en caso de diatomitas de mayor grado de pureza, se tiende a tener colores más blanquecinos. Cuando se calcina la diatomita, esta se torna de un color rosa.

De la dureza de la diatomita.

Según la escala de Mohs, la diatomita se encuentra entre la escala de 4.5 a 5 antes del proceso de calcinación y de 5.5 a 6 después de ser calcinada.

Del área superficial de la diatomita.

Se considera la reducción del área superficial de un intervalo entre 10 y 30 m^2/g antes de su calcinación hasta un intervalo entre 0.5 a 5 m^2/g después de ser calcinado como una propiedad importante relacionada al diseño de mezclas.

Del peso específico promedio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se considera como el peso específico de la diatomita en general como 2.0 g/cm^3 cuando aún no está calcinada y 2.3 g/cm^3 después de su calcinación.

Propiedades no relacionadas al proceso de tratamiento.

Se consideran relevantes las siguientes propiedades de la diatomita que no se relacionan con el proceso de tratamiento:

- Baja densidad global.
- Alta capacidad de absorción.
- Alta porosidad.
- Alta resistencia a la temperatura.
- Capacidad abrasiva suave.
- Químicamente inerte.
- Baja conducción de calor, sonido y electricidad.

A consideración de los investigadores, estas propiedades son las que hacen a la diatomita ideal como un material para tabiquería y acabados en el sector de la construcción, tal como se ha visto en otras investigaciones.

c) Composición de la diatomita.

Se considera que la composición de la diatomita depende del entorno de donde se extraiga, se tiene como principal fuente de la composición de la diatomita, según revisión bibliográfica, se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 1: Recorte, tabla con intervalos de porcentaje de composición de diatomita

Especificaciones generales de diatomita en bruto y productos diatomíticos calcinados.

	Diatomita en bruto	Diatomita calcinada
Composición Química (%)		
$SiO_{2\ (total)}$	> 60 - 80 (85)	>(80) - > 90
Cuarzo	< 3	< 1
Al_2O_3	< 4	< 2 (-5)
Fe_2O_3	~< 5	< 1,5 (~<5)
CaO	< 5	1 - 2
Alcalis	< 2	< 1,5
$MnO+TiO_2$	< 1	< 1
$S_{(total)}$	< 2	-
PPR	~3 - 8	< 1
Sustancia orgánica	Baja (< 25)	-

Fuente: Compendio de Rocas y Minerales industriales en el Perú (Díaz Valdiviezo y Ramírez Carrión, 2009).

En este recorte se puede apreciar la diferencia de composición química entre diatomitas en bruto y calcinadas; al contener, la diatomita en bruto, un menor porcentaje de silicio y un mayor porcentaje de sustancias orgánicas, la diatomita calcinada se prefiere sobre la diatomita en bruto; por limitaciones, se usó diatomita en bruto en la presente investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 2: Composición de diatomitas alrededor del mundo.

Composición química (%) de diatomitas y tierras de Moler en estado seco al horno (tierra diatomácea en bruto)

Yacimiento, país	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	P_2O_5	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	PPR
Lompoc, California - EE.UU.	89,70	3,72	1,09	0,10	0,10	0,30	0,55	0,31	0,41	3,70
Calvert Form, Maryland - EE. UU.	79,55	8,18	2,62	0,70	-	0,25	1,30	1,31 [1]	-	5,80
Nevada, EE. UU.	86,00	5,27	2,12	0,21	0,06	0,34	0,39	0,24	0,29	4,90
Idaho, EE. UU.	89,82	1,82	0,44	0,07	0,13	1,26	0,54	1,03	0,22	4,02
Jalisco, México	91,20	3,20	0,70	0,16	0,05	0,19	0,42	0,13	0,24	3,60
Loma Camastro, Costa Rica	52,58 - 81,80	3,73 - 16,69	0,92 - 7,66	0,15 - 0,53	0,01 - 0,29	0,21 - 2,53	0,40 - 2,00	0,12 - 1,04	0,15 - 0,87	9,98 - 19,63
Palmira, Ecuador	66,58 - 90,14	1,14 - 14,25	0,33 - 4,12	0,03 - 0,48	0,01 - 0,25	0,15 - 2,50	0,14 - 2,47	0,20 - 1,57	0,08 - 1,21	6,66 - 10,70
Perú	69,20 - 79,00	5,20 - 7,37	1,17 - 2,20	-	-	0,88 - 4,68	2,01 - 6,50	0,85 - 1,18	0,62 - 1,10	-
Arica, Chile	92,45	0,86	0,19	0,02	0,01	0,26	0,11	0,28	0,15	5,25
Brasilia, Brasil	77,80 - 89,20	0,67 - 11,90	0,08 - 0,52	0,02 - 0,52	-	0,08 - 0,26	0,02 - 0,10	0,02 - 0,08	0,02 - 0,18	8,90 - 14,10
Argentina	80 - 90	1,0 - 2,0	1 - 3	0,10	-	0,40 - 4,00	1,40 - 3,00	-	-	4,40 - 4,90
Rift Valley, Kenia	85,37 - 90,32	1,99 - 4,36	0,97 - 2,20	0,10 - 0,17	0,01 - 0,02	0,28 - 0,87	0,15 - 027	0,33 - 0,83	0,45 - 0,75	3,53 - 4,96
Chemutsi, Zimbabwe	81,77	2,52	1,60	0,19	0,10	4,87	0,50	0,32	0,40	7,80
Marruecos	60 - 75	5 - 7	2 - 4	-	-	5 - 8	1 - 2	1,00	1,00	-
Algeria	58,40	1,66	1,55	0,10	0,20	13,80	4,57	0,96	0,50	17,48 [2]
Albacete, España	88,60	0,62	0,20	0,05	-	3,00	0,81	0,50	0,39	5,20
Bagnolo, Italia [3]	84,64 - 93,8	2,84 - 2,90	0,32 - 1,04	-	-	0,14 - 0,44	0,04 - 0,10	-	-	2,80 - 10,94
Borovany, República Checa	80,69	5,36	0,91	0,17	-	0,36	-	-	-	5,23
Lünerburger Heide, Alemania [3,4]	71,22 - 89,17	1,82 - 4,09	0,35 - 1,34	0,12 - 0,15	-	Tr.- 0,18	0,20 - 0,22	0,39 - 0,69	0,68 - 0,69	7,07 - 16,17
Pjätigorsk, Rusia [3]	87,25 - 93,2	1,2 - 2,0	-	-	-	Hasta 1, 1	Trazas	-	-	4,4 - 10,75
Inzenskoe, Rusia	77,83	6,12	2,22	-	-	0,60	1,02	-	-	9,70
Kamysloskoe Ural, Rusia	79,92	6,58	3,56	0,48	-	1,43	0,98	0,65	0,72	4,91
Australia	49,08 - 88,01	0,34 - 4,44	Tr. - 1,00	-	-	Tr.- 1,10	0,05 - 0,93	-	-	10,16 - 46,99
Trauna, Valley Papúa Nueva Guinea	80,69	4,39	1,15	0,23	0,01	0,09	0,24	0,20	0,31	12,33
Thimi/Kathmandu, Nepal	65,03	13,06	4,15	0,61	0,03	0,62	1,24	0,58	1,74	12,50
China	64,80 - 92,75	2,57 - 17,06	0,50 - 5,15	-	-	0,24 - 1,37	0,19 - 1,00	-	-	2,89 - 6,92
Nilgata, Japón	86,00	5,80	1,60	0,22	0,03	0,70	0,29	0,48	0,53	4,40
Molererde, Dinamarca	68 - 78	8 - 11	5 - 7	< 1	-	1 - 3,5	1 - 2	2 - 3 [1]	-	0,50 - 3,50

[1] $Na_2O + K_2O$ [2] contiene un 13,9% de CO_2 [3] análisis de muestras en estado recién extraído [4] explotación de diatomita abandonada a finales de 1994.

Fuente: (Lorenz y Gwosdz, 2004), Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción

En el presente recorte de tabla se muestra la composición química de diatomita en bruto de diferentes canteras alrededor del mundo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Figura 3: Análisis químico de las diatomitas en el Perú

ANALISIS QUIMICO DE LAS DIATOMITAS DEL PERU

Componente / Muestra	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na_2O (%)	K_2O (%)	(1)PxC (%)
AI	65,5	2,0	1,3	9,6	3,3	1,9	0,5	14,75
CI-D	77,7	3,4	2,1	2,2	1,4	3,2	0,8	8,44
DC-1	58,3	3,3	1,1	2,7	2,3	9,2	0,9	22,53
M1A	73,8	9,7	3,0	2,9	1,2	1,8	1,3	4,66
M2B	65,2	16,7	4,0	1,1	3,0	1,7	1,9	6,57
A1A	87,0	3,1	1,0	1,5	0,6	0,3	0,5	4,15
A2B	90,7	2,1	1,0	1,2	0,6	0,3	0,4	3,75
ARQ	86,2	5,9	1,7	1,2	0,6	N. D.*	N. D.*	3,8
(2)Fosilite #24	88,4	1,5	1,1	1,1	0,4	0,4	0,3	6,33
(3)Diactiv n.° 14	95,4	1,2	0,3	0,5	0,2	1,4	0,3	0,25

AI: Diatomita Bayóvar - Sondeo N-63 (Area I).
CI-D: Diatomita Bayóvar - Cueva del Inca (Area III).
DC-1: Diatomita Bayóvar - Estación S-8 (Area II).
M1A: Diatomita Ocucaje - Punto M1.
M2B: Diatomita Ocucaje - Punto M2.
A1A: Diatomita de Ayacucho.
A2B: Diatomita de Ayacucho.
ARQ: Diatomita Arequipa (El Solitario) (17).
N. D.*: No determinado.
(1)PxC: Pérdida por calcinación a 1.050 °C.
(2)Fosilite #24: Diatomita natural, L. A. Salomon & Bro., USA.
(3)Diactiv N.° 14: Auxiliar filtrante Diactiv, producto diatomáceo (19).

Fuente: (Verdeja et al., 1992) Contribución al estudio de las diatomitas del Perú (1992)

En el presente recorte de tabla se muestra la composición química de diatomita en bruto de diferentes canteras en Perú.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.1.1.2.Uso de Diatomita como Aditivo en el Concreto.

a) Uso de la diatomita en general.

Según lo reportado por Crangle (2018) y Costa et al. (2018), la diatomita es un material versátil, pues ha tenido una gran variedad de usos en las distintas industrias a lo largo del tiempo, en un principio era muy usada en ambientes exteriores como agente de control de plagas en su estado natural, pero por su naturaleza silícea y su finura granulométrica, así como material filtrante para fuentes de agua, con la investigación de sus propiedades y características, se ha ampliado su uso y comercialización, de manera más industrializada , es decir, se han implementado procesos para su tratamiento y la consiguiente mejora de sus propiedades.

La diatomita sin calcinar es usada en su mayoría como material filtrante, dependiendo de su grado de pureza; mientras que la diatomita calcinada tiene más usos en distintas industrias.

En el caso de la industria de construcción la diatomita se emplea para la elaboración de materiales aislantes por su baja conductividad térmica y sonora; para la elaboración de estucos de cemento y yeso; como aditivo en el concreto.

A través de la revisión bibliográfica, se llegó a la conclusión de que el país que más comercializa y produce diatomita para el consumo es Estados Unidos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 4: Producción de diatomita por país al año 2016

DIATOMITE: WORLD PRODUCTION, BY COUNTRY [1]

(Thousand metric tons)

Country	2012	2013	2014	2015	2016[p]
Algeria	2	2	2	2	2
Argentina	278	209	200	200	200
Australia[e]	20	20	20	20	20
Brazil:					
Crude	3	2	5	5	5
Marketable	2	2	3 r	3 r	3
Chile	23	27	31	26 r	26
China[e]	420	420	420	420	420
Costa Rica[e]	4	4	4	4	4
Czechia	440 r	392 r	449 r	451 r	450
Denmark[e, 2]	407 r	472 r	437 r	440	440
Ethiopia[e]	5	5	5	5	5
France[e]	5 r	75	75	75	75
Hungary	1	(3)	1	1	1
Iran	--	10	10	10 e	10
Italy[e]	25	25	25	25	25
Japan[e]	100	90	90	100	100
Kenya[e]	2	1	(3) r	(3) r	(3)
Korea, Republic of, diatomaceous earth[e]	6	34	66	70	70
Mexico	85 e	87	88	90 r	90
Mozambique	1	1 e	1 e	1	1
New Zealand, diatomaceous earth	--	--	44	44	44
Peru	94	125 e	151	121 r	120
Poland[e]	1	1	1	1	1
Russia[e]	70	70	72	70	70
Spain[4]	61	54	54 e	50 e	50
Thailand	9	9 r, e	9 r, e	9 r	9
Turkey	86	-- r	62	60	60
United States[5]	735	782	901	832	686
Total	2,890 r	2,920 r	3,230 r	3,140 r	2,990

[1]Table includes data available through May 18, 2017. World totals, U.S. data, and estimated data are rounded to no more than three significant digits; may not add to totals shown.
[2]Data represent "extracted moler" (reported cubic meters times 2.3). Danish extracted moler figures, in thousand cubic meters, are as follows: 2012—177; 2013—205; 2014—190; 2015—190; and 2016—190 (estimated). Contains about 30% clay.
[3]Less than ½ unit.
[4]Includes tripoli.
[5]Sold or used by producers.

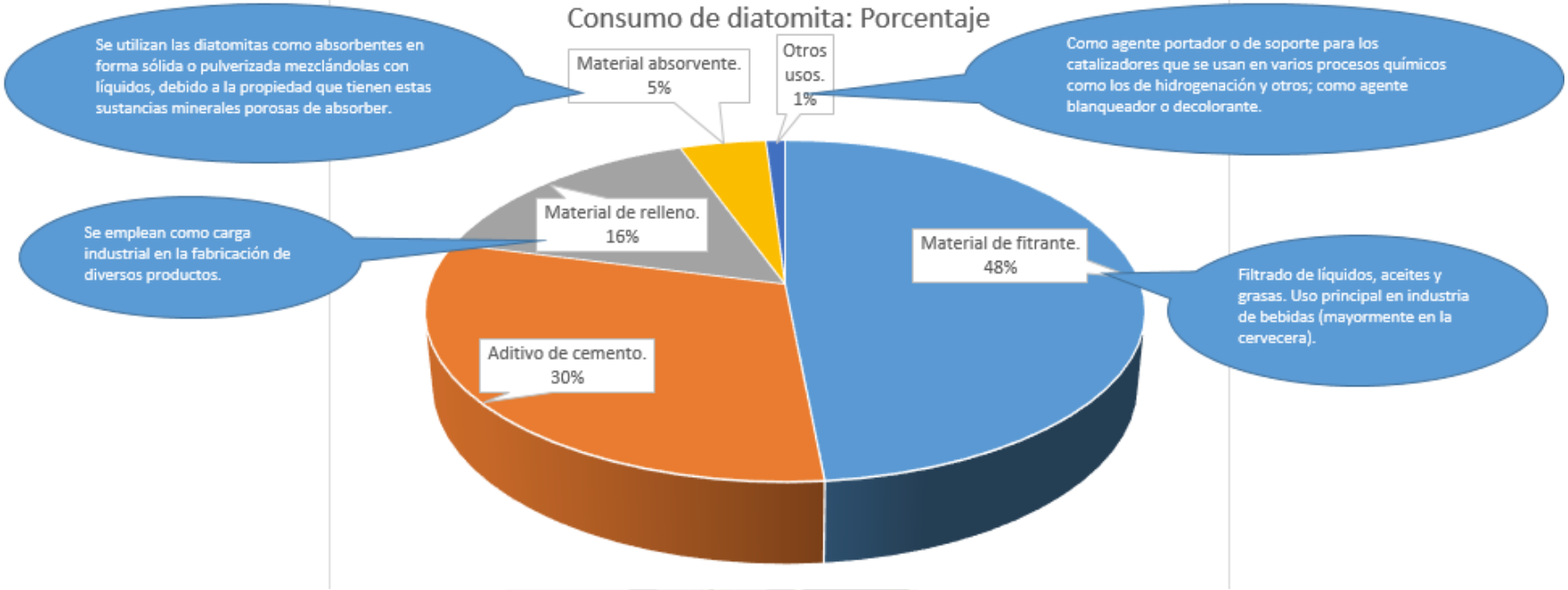
Fuente: USGS 2016 Minerals Yearbook DIATOMITE [ADVANCE RELEASE]

(Junio, 2018) (Crangle, 2018)

En el presente recorte de tabla se puede apreciar la producción de diatomita en miles de toneladas por país y año, siendo Perú el segundo productor de diatomita en Latinoamérica, después de Argentina.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Figura 5: Distintos usos de la diatomita en Estados Unidos al año 2016 según la USGS



Fuente: Elaboración propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Uso de la diatomita como adición.

Como adición en el concreto convencional, la diatomita se usa para:

- Mejora de homogeneidad.
- Mejora de trabajabilidad del concreto.
- Disminución del exceso de agua contenida en la mezcla.
- Prevenir segregación de la mezcla.
- Incrementar la impermeabilidad final.

Estos usos, se dieron principalmente por las propiedades de la diatomita de ser un mineral químicamente inerte con alta capacidad de absorción, área superficial baja y alta porosidad.

Para el concreto de alta resistencia, académicos como Leandro Espinoza (2010) han investigado las proporciones de adición en porcentajes de 0%, 5%, 10 y 15% con diatomitas de diversas canteras, estas diatomitas son trituradas sin pasar por el proceso de calcinación y provienen de diferentes partes del Perú, dando como resultado su factibilidad como adicionado para mejorar la resistencia a la compresión. También se ha comprobado que cómo otros aditivos de carácter silíceo, la diatomita propone una mejora ante la corrosión del acero en los concretos estructurales (Sánchez Paredes y Takahashi Sotomayor, 2018). A través del análisis de datos secundarios de otras investigaciones se determinó propicio el uso de porcentajes entre el 5% y 10% de adición (Sánchez Stasiw, 2008). En el caso de la presente investigación se escogieron valores de 6% y 8%. Si bien, los datos se tomaron de concreto convencional y de alta resistencia se considera que estos porcentajes no afectarán las propiedades de asentamiento, como ocurre con porcentajes mayores al 15% de adición.

1.1.1.3.Canteras en Arequipa.

Las diatomitas en la región de Arequipa son abundantes y de acuerdo a los resultados de laboratorio obtenidos, se corrobora de que se tratan de materias primas de alta calidad que

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

se pueden utilizar en varias industrias, como: filtrante de líquidos, industria del papel, pintura, pesticidas, caucho, goma, abrasivos, etc. Los investigadores Díaz Valdiviezo y Ramírez Carrión (2009) presentan como principales canteras de Arequipa:

Cantera Pocsi

Se ubica en el distrito de Polobaya, provincia de Arequipa, a 27 km en línea recta al sureste de la ciudad, con coordenadas 8167312N y 250475E. El acceso es por carretera asfaltada (16 km) y por carretera afirmada (19km), siguiendo la ruta Arequipa-Polobaya.

Cantera Luchito I

Se ubica en el distrito de Chiguata, provincia de Arequipa, a 11 km en línea recta al este de la ciudad, con coordenadas 8184169N, 240951E. El acceso es por carretera asfaltada (5 km), siguiendo la ruta Arequipa-Chiguata. En esta zona las diatomitas se presentan más impuras que las diatomitas de la zona de Pocsi. Son diatomitas de color blanco amarillento, de mayor peso específico, de dureza relativamente baja.

Cantera Santa Inés 400

Se ubica en el distrito de Chiguata, provincia de Arequipa, a 10 km en línea recta al este de la ciudad, con coordenadas 8185196N, 240067E. El acceso es por carretera asfaltada (13km), siguiendo la ruta Arequipa-Chiguata.

Cantera Sabinan

Se ubica en el distrito de Polobaya, provincia de Arequipa, a 28.5 km en línea recta al sureste de la ciudad, con coordenadas 8165037N, 250472E. El acceso es por carretera asfaltada (16 km) y por carretera afirmada (21.5 km), siguiendo el camino Arequipa-Polobaya.

1.1.2. Concreto Autocompactante

Okamura y Masahiro (2003), en su artículo de investigación presentan al concreto autocompactante como una nueva tecnología del concreto diseñada para mejorar la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

durabilidad en las estructuras de concreto a falta de mano de obra calificada, teniendo al inicio un nombre relacionado con su desempeño (concreto de alto desempeño), pero al existir un concreto con un nombre idéntico al propuesto, se optó por llamarlo con el nombre de concreto autocompactante por sus propiedades en estado fresco. La principal característica del concreto autocompactante es su capacidad de no requerir fuerzas externas para su compactación y el uso de superplastificantes para llegar a la fluidez requerida.

1.1.2.1. Ventajas y Desventajas del Concreto Autocompactante

Rich et al. (2015), en su investigación hacen una comparación de varias publicaciones sobre las ventajas propuestas, siendo las más notorias y comprobables:

- Reducción de costos de proyectos en relación al concreto convencional.
- Reducción de tiempos de proyectos en relación al concreto convencional.
- Reducción de tareas y procesos de estas.
- Ahorro de energía y mejor uso de recursos energéticos.
- Mejora de productividad.

Por otra parte, destacaron como desventaja principal el costo inicial elevado de los materiales.

1.1.2.2. Aplicaciones del Concreto Autocompactante

D'Souza e Yamamiya (2013) y Korovkin et al. (2018), en sus investigaciones resaltan el rol cada vez más predominante que tiene el concreto autocompactante dentro de la industria de los prefabricados en América y Europa; Ouchi et al. (2003) en su investigación apoyan el uso del concreto autocompactante en la industria de premezclados alrededor de Japón, Europa y Estados Unidos para elementos con una alta densidad de acero y difícil vaciado, tales como los pilotes de los puentes y los arcos en túneles; Bertolini Galzerano, et al. (2013) en su investigación relatan el empleo del concreto autocompactante para un reservorio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.3. Propiedades del Concreto Autocompactante en Estado Fresco.

1.1.2.3.1. Trabajabilidad

La propiedad de trabajabilidad se refiere a la capacidad que tiene el concreto en estado fresco de ser trabajado a lo largo de los procesos a los que se somete, tales como la producción, manipulación, transporte y colocación, esta propiedad en la mayoría de los casos no puede ser medida cuantitativamente; a excepciones de ensayos como el de cono de Abrams para medir su asentamiento según (Rivva López, 2013) y (Pasquel Carbajal, 1998). En el caso del concreto autocompactante, también se consideran como parámetros medibles de la trabajabilidad a la capacidad de paso, capacidad de relleno y estabilidad.

1.1.2.3.2. Capacidad de paso

La capacidad de paso se refiere a la propiedad del concreto para superar los "obstáculos" que en la mayoría de los casos serían las barras de acero del concreto armado, los ensayos para su medición son ejecutados con los equipos de caja en "L", Caja en "U" y embudo "V" (Ouchi et al., 2003).

1.1.2.3.3. Capacidad de relleno.

La capacidad de relleno se refiere a la propiedad de fluir del concreto autocompactante para llegar a las partes más alejadas del encofrado. El ensayo más recurrido para medir la capacidad de relleno es el de escurrimiento (Ouchi et al., 2003).

1.1.2.3.4. Resistencia a la segregación o estabilidad

"La segregación del hormigón ocurre cuando los componentes del hormigón se separan y su distribución no es homogénea. La segregación puede manifestarse de varias formas; como exudación, separación del árido grueso, o distribución no uniforme de los poros de aire. El HAC, al ser más fluido, está más propenso a la segregación que el hormigón convencional." (Parra y Eguez, 2009, p. 25)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.4. Propiedades del Concreto Autocompactante en Estado Endurecido

1.1.2.4.1. Resistencia

De acuerdo a Ouchi et al. (2003) en cuanto al desempeño de esta propiedad en el concreto autocompactante, no hay mucha variación en el orden de magnitud con respecto al concreto convencional. Según Pasquel Carbajal (1998) y Rivva López (2013), la resistencia del concreto convencional es la capacidad de soportar carga, la cual está relacionada con propiedades tales como la relación agua/cemento, el tipo y marca del cemento, las propiedades del cemento y características del agua.

Como parámetro de diseño, en el concreto autocompactante es más importante una relación de agua/cemento y adición de superplastificante que la relación inicial de agua/cemento dada a razón de la resistencia como dato referencial para el diseño de mezcla, según (Okamura y Masahiro, 2003).

1.1.2.4.2. Durabilidad

La definición dada por Rivva López (2013) es similar a la que propone el ACI como la capacidad del concreto para resistir la acción climática, ataques químicos, abrasión y otras condiciones de servicio manteniendo sus propiedades; mientras que Pasquel Carbajal (1998) resalta la importancia del proceso constructivo y la vibración del concreto para mejorar la durabilidad , Okamura y Masahiro (2003) proponen que el concreto autocompactante como solución para asegurar la durabilidad al no depender del vibrado debido a sus propiedades que permiten un buen acabado por su propia cuenta.

1.1.2.4.3. Elasticidad

De acuerdo a Ouchi et al. (2003), no hay mucha variación entre el módulo de elasticidad del concreto autocompactante y el concreto convencional. Rivva López (2013) y Pasquel Carbajal (1998) dan como definición de elasticidad a la capacidad del concreto de deformarse bajo carga sin deformación permanente; la elasticidad se representa a través del

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

módulo de elasticidad que está en función de la a resistencia a la compresión, la relación agua/cemento, las propiedades del agregado y las condiciones de humedad y curado del concreto.

1.1.3. Uso de aditivos

Rivva López (2013), define a los aditivos como materiales diferentes al agua, agregados o cemento que se incorporan al concreto para modificar una o algunas de sus propiedades; Pasquel Carbajal (1998) recalca la importancia de los aditivos para el desarrollo tecnológico del país. Para el concreto autocompactante es usual el uso de plastificantes o superplastificantes para asegurar la fluidez de la mezcla.

1.1.3.1. Aditivo superplastificante

Pasquel Carbajal (1998) define a los aditivos superplastificantes como reductores de agua-plastificantes especiales que tienen un efecto mayor a los convencionales y permiten emplear menor agua de la que se necesitaría normalmente, proveyendo una mejorar trabajabilidad por su efecto de “dispersión” en la pasta de cemento; las propiedades de los superplastificantes han ido mejorando a la par de su eficiencia según su generación.

Okamura y Masahiro (2003), proponen como requerimientos de un aditivo superplastificante que: tenga un buen efecto de dispersión para relaciones de agua cemento bajas, que el efecto de dispersión dure por lo menos dos horas después del mezclado y que no sea sensible a los cambios de temperatura.

Los resultados de la investigación de Harkouss y Bilal (2016) concluyeron que el superplastificante de tercera generación induce una dispersión más eficiente que conduce a características de autocompactabilidad y consistencias finales significativamente mejores en dosis más bajas de superplastificante que los superplastificantes de segunda generación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.3.2.Humo de sílice

El humo de sílice es un aditivo natural que tiene propiedades similares a la diatomita, siendo de menor tamaño que esta.

Esmailpour et al. (2018) en su trabajo de investigación introducen al humo de sílice o microsílice como una sustancia proveniente de un proceso de filtrado de residuos de carbón y está compuesto en su mayoría por óxidos de magnesio, silicio, calcio, hierro y aluminio; el cual ha dado como resultado en diferentes estudios, la mejora en la trabajabilidad del concreto en estado fresco, la mejora de la impermeabilidad y la resistencia a sulfatos y cloruros; por otro lado, su incorporación reduce el asentamiento y el agua requerida para el concreto. Zapata Orduz et al. (2016), relacionan el uso de plastificantes o superplastificantes en conjunto al humo de sílice para mantener una buena reología; también resalta que con el uso de adiciones similares humo de sílice, el uso excesivo de superplastificante puede producir un efecto contraproducente a las propiedades reológicas.

1.1.3.3. Nanosílice

Brace y Garcia-Taengua (2019), introducen en su investigación a la nanosílice como un aditivo, procedente del avance de nanotecnología, consistente de partículas ultra finas de sílice amorfa, que está disponible en forma de polvo o pre dispersado en forma de suspensión o hidrosol y participa en los procesos de hidratación del cemento, siendo una de las dificultades de su incorporación la dispersión en la mezcla y recomiendan el uso de superplastificantes para su integración. Zapata Orduz et al. (2016), en una comparación de microsílice y nanosílice, usando superplastificante, concluyen que, si bien el concreto con microsílice requiere una menor dosis de superplastificante que el concreto patrón, los concretos con nanosílice requieren una dosificación igual que el concreto patrón, ya que su dispersión e integración es mejor; también se resalta que con menores dosis de nanosílice (1%-2%) se pueden llegar a los mismos resultados si se usara microsílice (5%-15%).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.3.4. Adiciones provenientes de materiales de residuo

Adesina y Awoyera (2019) así como Busari et al. (2018) consideran que los materiales residuales tienen un gran efecto en los costos y sostenibilidad de los concretos autocompactantes; los diseños de concreto autocompactante tienen un porcentaje mayor de material cementante en relación de los concretos convencionales; desde el punto de vista de la sostenibilidad, el concreto autocompactante, al no necesitar compactación tiene un menor consumo energético, el sólo usar cemento portland ordinario genera emisiones de dióxido de carbono y las adiciones naturales generan mayor huella de carbono, el usar materiales de residuo disminuye su impacto ambiental negativo; desde el punto de vista económico, el uso de un material de residuo disminuye el coste de producción al remplazar un porcentaje del cemento a utilizar. Si bien los materiales de residuos como aditivos no son muy empleados en el concreto convencional porque algunos aditivos reducen la resistencia, han tenido buena acogida en el concreto autocompactante por la mejora en las propiedades reológicas. Los aditivos más conocidos son:

- Cenizas volantes.
- Polvo de piedra caliza.
- Cenizas de aserrín.
- Escoria.
- Ceniza de cáscara de arroz.

1.2. Antecedentes y Estado del Arte

Como antecedentes y estado de arte es necesario hablar no solo de la diatomita en el concreto autocompactante, sino también de materiales afines como el humo de sílice u otras puzolanas en diferentes tipos de concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.2.1. Antecedentes y Estado del Arte de Investigaciones Nacionales

1.2.1.1.Investigación de Yomira Oré

Yomira Oré (2022), en su investigación experimental "Influencia en las Propiedades Reológicas del Concreto y en su Comportamiento Mediante la Sustitución Parcial de Cemento por Diatomita", presentada en la Universidad Peruana de Los Andes, donde evaluó las propiedades reológicas del concreto autocompactante con f'c = 210 kgf/cm^2, comparó las propiedades mecánicas de un diseño patrón y diseños con un remplazo de cemento por diatomita del 4%, 8% y 12%, concluye que la inclusión de diatomita sin restitución de agua correspondiente reduce la fluidez en el concreto autocompactante.

1.2.1.2. Investigación de Pérez Ramos

Pérez Ramos (2023), en su investigación experimental titulada "Evaluación de la resistencia a la compresión axial del concreto f'c: 210 kg/cm^2, elaborado con adiciones porcentuales de 5%, 10% y 15% de diatomita en estado calcinado con respecto a un concreto patrón a los 7, 14 y 28 días de curado", presentada en la Universidad Andina del Cusco , se evaluaron las propiedades mecánicas (especialmente la resistencia a la compresión axial) de concretos con diseño f'c =210 kgf/cm^2 adicionados con diatomita calcinada comparándolos con una muestra patrón sin adición; los resultados obtenidos concluyeron que a diferentes reemplazos de cemento por diatomita, sí se aumenta la resistencia a la compresión axial, pero en un porcentaje menor al 15% de la resistencia del concreto patrón .

1.2.1.3. Investigación de Luque Delgado

Luque Delgado (2023), en su investigación experimental titulada: "Evaluación y comparación del uso de la diatomita y microsílice como aditivos en la elaboración de concreto con resistencias 210 KGF/CM2, 280 KGF/CM2, 350 KGF/CM2 Y 420 KGF/CM2 en la ciudad de Arequipa", presentada en la Universidad Católica de Santa María, donde comparó los resultados de la resistencia a la compresión de diseños con las resistencias

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

mencionadas en el título para concretos incorporados con diatomita y microsilíce (una o la otra en el diseño) en los porcentajes del 5%. 10% y 15%, con los resultados obtenidos se concluyó que la diatomita mejora la resistencia a la compresión del concreto, pero en un porcentaje menor que la microsílice. Para la diatomita el mayor incremento de la resistencia a la compresión se dio en un remplazo del cemento del 5%. Cabe destacar como limitante que se utilizó un solo tipo de cemento.

1.2.1.4. Investigación de Sánchez Paredes y Takahashi Sotomayor

Sánchez Paredes y Takahashi Sotomayor (2018), en su investigación experimental titulada: " Influencia de la adición de tierra de diatomeas en el potencial de corrosión del acero ASTM A615 dentro del concreto reforzado elaborado con cemento portland tipo I y cemento tipo ICO en el distrito de Máncora - Piura.", con el propósito de determinar la mejora del potencial de corrosión del concreto adicionado con diatomita ante cloruros, comprobaron el efecto de la incorporación de diatomita para proteger de cloruros al concreto, siendo la mezcla de concreto elaborada con Cemento Portland Tipo I ,relación a/c = 0.60 y adicionando un 10% de diatomita, tiene el menor potencial de corrosión del acero.

1.2.1.5. Investigación de Rodrigo Romero y Torres Vargas

Rodrigo Romero y Torres Vargas (2019), en su investigación experimental titulada: "Estudio experimental del empleo de la diatomita proveniente de Ayacucho como aditivo natural para concretos de resistencias f'c = 210 kgf/cm^2 y 280 kgf/cm^2 en la ciudad de Arequipa" donde se evaluaron las propiedades mecánicas y durabilidad en concretos convencionales para dos resistencias, dos tipos de cementos (IP y HE) , 4 porcentajes de adición de diatomita (5%, 10%, 20% y 30%) y un diseño de control sin adición para dos metodologías de diseño, concluyéndose que la adición de 5% de diatomita era la más óptima en función a la mejora de propiedades mecánicas, durabilidad y reducción de costo; en el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

caso de las propiedades reológicas como el asentamiento, las adiciones en mayor porcentaje dan mejores resultados.

1.2.2. Antecedentes y Estado del Arte de Investigaciones Internacionales

1.2.2.1. Investigación de Flores et al.

Flores et al. (2020), en su investigación titulada: "Comparativa del impacto de la diatomita, perlita y zeolita en el comportamiento térmico y estructural del mortero", donde se estudiaron las características de seis morteros puzolánicos creados sustituyendo un porcentaje volumétrico del agregado fino por uno similar de diatomita, perlita o zeolita dentro de la mezcla, se concluyó que la diatomita como reemplazo del agregado fino en porcentajes menores al 50%, a pesar de perderse resistencia a la compresión, cumple con los estándares de calidad requeridos.

1.2.2.2. Investigación de Serralde et al.

Serralde et al. (2021), en su investigación titulada: "Caracterización de la materia prima para la elaboración de un material de construcción, utilizando diatomita y Residuos de Construcción y Demolición (RCD) ", donde se investigó el uso de la diatomita junto con RCD para la elaborar bloques de pumicita; los resultados demuestran que el uso de diatomita permite al 5% aumenta la resistencia de los bloques un 20% en comparación con los bloques comerciales.

1.2.2.3. Investigación de Muttaqin et al.

Muttaqin et al. (2021), en su investigación titulada: "Mechanical properties and absorption of lightweight concrete using lightweight aggregate from diatomaceous earth" compararon dos tipos de tratamiento a la diatomita para usarla como agregado fino en el concreto liviano, las propiedades estudiadas fueron: la resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad, la resistencia a la tracción y la resistencia a la flexión. El primer método fue quemar trozos de tierra de diatomeas a una temperatura de 650 °C y triturarlos con una

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

trituradora de piedra, mientras que el segundo implicó refinar el material para hacer bolas después de lo cual se quemó a 650 °C como resultado se concluyó que el concreto elaborado por el primer método no tenía aplicaciones estructurales por su baja resistencia, mientras que el concreto elaborado por el segundo método cumplía con las propiedades de un concreto liviano.

1.2.2.4. Investigación de Cheng y Shi

Cheng y Shi (2019), en su investigación titulada: "Experimental Study on Nano-SiO2 Improving Concrete Durability of Bridge Deck Pavement in Cold Regions" donde se ponen a prueba los parámetros de mayor importancia para las cubiertas de los puentes en ambientes con congelamiento: resistencia a la compresión, resistencia al congelamiento, a la permeabilidad de cloruros y la resistencia a la abrasión; en este caso se concluyó que la adición de nanosílice mejora estas 4 propiedades, al efectivamente absorber el hidróxido de calcio, que se libera en la etapa inicial de hidratación del cemento y aumenta el contenido de silicato de calcio hidratado, que mejora la interfaz entre la pasta de cemento endurecido.

1.2.2.5. Investigación de Pavlíková et al.

Pavlíková et al. (2022), en su investigación titulada:" Diatomaceous Earth—Lightweight Pozzolanic Admixtures for Repair Mortars—Complex Chemical and Physical Assessment" donde evalúan la aplicación en morteros como aditivos puzolánicos de tres tipos de diatomita (una de cantera local y dos comerciales de origen extranjero) para reparar albañilería histórica. Se probó en los siguientes porcentajes de remplazo del peso del cemento: 5%, 10%, 15%, 20% y 30%; concluyéndose que el mejor porcentaje de adición fue del 10%, así como que las diatomitas como adición cuentan como puzolanas altamente reactivas, que pueden aplicarse beneficiosamente en el diseño y producción de morteros de reparación potencialmente más duraderos aplicables también para mampostería histórica con presencia excesiva de humedad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO III

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1. Metodología

1.1. Tipo de Investigación

Tipo de investigación

Según la naturaleza del estudio de la investigación, al requerirse un avance de forma estructurada y la medición de las propiedades a través de ensayos, reúne las características de un estudio cuantitativo.

Sampieri y Mendoza caracterizan a la investigación cuantitativa como:

"Actualmente, representa un conjunto de procesos organizado de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones. Cada fase precede a la siguiente y no podemos eludir pasos, el orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna etapa. Parte de una idea que se delimita y, una vez acotada, se generan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o perspectiva teórica. De las preguntas se derivan hipótesis y determinan y definen variables; se traza un plan para probar las primeras (diseño, que es como "el mapa de la ruta"); se seleccionan casos o unidades para medir en estas las variables en un contexto específico (lugar y tiempo); se analizan y vinculan las mediciones obtenidas (utilizando métodos estadísticos), y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis" (Hernández Sampieri y Mendoza, 2020, p. 5)

Diseño de investigación

La presente investigación por las características del estudio corresponde a una investigación cuantitativa de diseño experimental, puesto que se manipula la variable independiente para analizar su efecto sobre la variable dependiente.

Sampieri y Mendoza definen a la investigación experimental como:

"Investigación en la que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes) para analizar las consecuencias que tal manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

dentro de una situación de control para el investigador" (Hernández Sampieri y Mendoza, 2020, p. 151)

Nivel de Investigación

Según la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio de nivel explicativo y descriptivo.

Sampieri y Mendoza caracterizan a la investigación de nivel explicativo como:

"Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables" (Hernández Sampieri y Mendoza, 2020, p. 84).

Sampieri y Mendoza caracterizan a la investigación de nivel descriptivo como:

"Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis." (Hernández Sampieri y Mendoza, 2020, p. 80).

1.2. Campo de Verificación

La delimitación espacial del presente estudio fue la ciudad de Arequipa, mientras que las unidades de estudio fueron probetas de concreto.

La metodología seguida en el desarrollo de la presente investigación fue:

- Se investigó el porcentaje óptimo de adición de diatomita y adiciones silíceas para CAC.
- Se realizaron diseños de mezclas con el método de diseño ACI 237, específico para CAC, se usó este método diseño por contar con parámetros de diseño recomendados, así como un ciclo virtuoso de prueba, corrección y elección de diseño de mezclas, de igual manera que la emplearon investigadores como Velásquez Paiva y Zíngara Pacheco (2023),

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

contándose con experiencias previas de diseños de concreto autocompactante utilizando este método de diseño. En otras investigaciones como la de Choquenaira Paccosoncco (2013) se aplicaron los métodos de Walker, del profesor Okamura y ACI 211; mientras que Vargas García y Pimentel Aparicio (2018) aplicaron sólo el método del ACI 211, la razón de que se puedan utilizar tales métodos es que se respetó una relación entre volumen de agregado grueso y volumen de agregado fino de 1:1 tal como recomienda el profesor Okamura, precursor del CAC, sin embargo estos métodos no son específicos para CAC o no tienen recomendaciones más definidas como el ACI 237. Investigadores como Alva Yomona y Sevillano Sifuentes (2020) y Baca Uscamayta y Vela Cáceres (2020) usaron este método de diseño (ACI 237) en sus trabajos de investigación de CAC.

- Se tomaron dos tipos de agregado grueso, uno chancado (proveniente de la cantera “La Poderosa”) y otro selecto (proveniente de la cantera “El Primo” de la empresa “Los tres pastorcitos del hipódromo”; también conocida como “cantera del Hipódromo de Cerro Colorado”). El agregado fino provino de la cantera “La Poderosa”. Según literatura técnica, por la forma del agregado, el concreto con agregado redondeado tendrá un mejor desempeño de fluidez que el concreto con agregado angular. La razón de escoger una cantera como “la poderosa” fue por el amplio uso de su agregado angular (piedra chancada) en investigaciones de CAC como las de Choquenaira Paccosoncco (2013) y Vargas García y Pimentel Aparicio (2018) además de su calidad reconocida, mientras que se escogió la cantera “El Primo” por un precedente de su uso en CAC de un proyecto.
- Se utilizó cemento portland Yura Tipo IP y el cemento Frontera GU.
- Se utilizó diatomita proveniente de la cantera de Pocsi por la pureza del material y su cercanía a la ciudad de Arequipa. Verdeja González y García Coque (1992) comentan la buena calidad de las diatomitas de Arequipa. Se extrajo la diatomita según la NTP 334.127 "CEMENTOS. Adiciones minerales: puzolana natural cruda o calcinada y

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ceniza volante para uso en concreto de cemento Pórtland. Método de ensayo", se tomaron muestras simples a lo largo de la cantera Pocsi, cada muestra de por lo menos 2kg, llegando hasta un total de 25 kg de muestra; para hacer la muestra compuesta se mezclaron partes de las muestras simples hasta llegar a una muestra de 4kg; ciñéndonos a la norma antes referida. Esta muestra compuesta tiene mayor representatividad de la cantera de Pocsi que las muestras simples.

- Se utilizó aditivo superplastificante porque así lo requieren los diseños de CAC para llegar a la fluidez necesaria, tal como lo menciona el profesor Okamura. No todos los aditivos superplastificantes son aptos para hacer CAC, es necesario que lo indique el proveedor, se tengan referencias previas de su desempeño en CAC o se hagan ensayos de prueba empleando el aditivo. En el caso del aditivo euco 37se tiene referencias de su desempeño como en la investigación de Vargas García y Pimentel Aparicio (2018), al ser un aditivo de baja gama, los efectos de la diatomita destacarán más que si se usase uno de alta gama.
- Realización y análisis de los ensayos en concreto fresco a diseños de prueba:
  - Ensayo de extensión de flujo.
  - Ensayo del embudo “V”.
  - Ensayo de la caja “L”.
  - Ensayo de la caja “U”.
  - Ensayo de anillo “J”
- Una vez se determinó el mejor diseño de mezclas de prueba para cada combinación de factores (tipo de agregado (2), tipo de cemento (2), resistencias propuestas (2)), se obtuvo un total de 8 diseños patrones.
- Se procedió con las pruebas del concreto adicionado con diatomita y concreto patrón (0% de adición de diatomita).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Realización y análisis de los ensayos en concreto fresco a diseños de prueba:
  - Contenido de aire.
  - Temperatura.
  - Asentamiento.
  - Densidad.
- Realización y análisis de los ensayos en concreto endurecido:
  - Resistencia a la abrasión.
  - Resistencia a la tracción.
  - Resistencia a la compresión.
  - Densidad, porosidad y absorción.
  - Capilaridad.
  - Permeabilidad.
- La mayoría de ensayos al concreto endurecido se evaluaron para las resistencias f'c = 245 kgf/cm^2 y f'c = 350 kgf/cm^2 para las edades de 3, 7 y 28 días como se precisa en tablas anexas.
- Se formularon conclusiones y recomendaciones sobre las características y propiedades del concreto cuando se adiciona diatomita.

1.3. Determinación de la Población, Muestra y Muestreo

La determinación de la muestra fue de carácter no aleatorio, a discreción del investigador. El total de probetas será de 456 entre especímenes cúbicos de 9 cm de lado, especímenes cilíndricos de 4 pulg. x 8 pulg (tercios para capilaridad y cuartas partes para porosidad), y especímenes cilíndricos de 6 pulg. x 12 pulg. distribuidas entre todos los ensayos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 1: Cantidad de probetas a ensayar

Ítem	Descripción	Cantidad
Cantera	Ag. Chancado Ag. Selecto	2
Método de diseño	ACI	1
Superplastificante	Según ficha técnica	1
Cementos	Yura Tipo IP FRONTERA GU	2
Adición	Diatomita 0% Diatomita 6% Diatomita 8 %	3
f'c (kgf/cm^2)	245 350	2
Edades (días)	3 7 28	3
Probetas x ensayos	Resistencia a la compresión (3)	3
	SUBTOTAL	**216**
Probetas x ensayos	Resistencia a la tracción (1) a los 28 días	24
	TOTAL	**240**

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se describe la combinación de diseños que se realizaron, según: el tipo de agregado grueso (2), el tipo de cemento (2), la resistencia de diseño (2) y el porcentaje de adición (3), dando un total de 24 combinaciones, para la elaboración de probetas cilíndricas de 10cm x15cm, haciéndose 3 probetas para 3 edades distintas, haciéndose un total de 216 probetas de 10cm x 15cm para ensayos de compresión. Para las mismas combinaciones se realizaron 1 probeta exclusiva de 20cm x 30cm para el ensayo de resistencia a tracción, haciéndose 24 probetas de 20cm x 30cm para los ensayos de tracción indirecta.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 2: Cantidad de muestras cúbicas a ensayar

Ítem	Descripción	Cantidad
Cantera	Ag. Chancado Ag. Selecto	2
Método de diseño	ACI	1
Cementos	Yura Tipo IP FRONTERA GU	2
Superplastificante	Según ficha técnica	1
Adición	Diatomita 0% Diatomita 6% Diatomita 8 %	3
f'c (kgf/cm^2)	245 350	2
Muestras cúbicas x ensayo	Resistencia a la abrasión lotes de (9) Dados de concreto 5 cm x lado	2
	TOTAL	**48**

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se describe la combinación de diseños que se realizaron, según: el tipo de agregado grueso (2), el tipo de cemento (2), la resistencia de diseño (2) y el porcentaje de adición (3), dando un total de 24 combinaciones, para la elaboración de 2 lotes de 9 dados de 5cm de lado, haciéndose un total de 48 lotes de 9 dados para los ensayos de abrasión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 3: Cantidad de muestras a ensayar durabilidad

Ítem	Descripción	Cantidad
Cantera	Ag. Chancado Ag. Selecto	2
Método de diseño	ACI	1
Cementos	Yura Tipo IP FRONTERA GU	2
Superplastificante	Según ficha técnica	1
Adición	Diatomita 0% Diatomita 6% Diatomita 8 %	3
f'c (kgf/cm^2)	245 350	2
Probetas x ensayos	Ensayo de densidad, absorción y vacíos (2) Capilaridad (3) Permeabilidad (2)	7
	TOTAL	**168**

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se describe la combinación de diseños que se realizaron, según: el tipo de agregado grueso (2), el tipo de cemento (2), la resistencia de diseño (2) y el porcentaje de adición (3), dando un total de 24 combinaciones, para la obtención de:

- 2 muestras del tamaño de ¼ de probeta cilíndrica de 10cm x15cm, dando un total de 48 muestras para el ensayo de porosidad (densidad, absorción y vacíos).
- 3 muestras del tamaño de 1/3 de probeta cilíndrica de 10cm x15cm, dando un total de 72 muestras para el ensayo de capilaridad.
- 2 muestras cilíndricas de 20cm x30cm, dando un total de 48 muestras para el ensayo de permeabilidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.4. Técnicas e Instrumentos para la Recopilación de Datos

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizó como instrumento de investigación la observación experimental para analizar la factibilidad del uso de la diatomita como adicionado en la fabricación de concreto autocompactante y mejorar sus propiedades mecánicas y durabilidad.

La aplicación de esta técnica permitió evaluar e identificar la incidencia del uso de diatomita en las propiedades en el concreto.

Como paso previo se utilizaron ensayos normalizados para la caracterización de los materiales, así como ensayos normalizados para determinar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.4.2. Ensayos para la Caracterización de los Materiales

1.4.2.1.Ensayo para el Análisis Granulométrico de los Agregados

El ensayo se realizó bajo las condiciones establecidas en la NTP 400.012: "AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global".

Para este ensayo se requirió el uso de tamices, balanzas y un horno. Por la diferencia entre agregado fino y grueso, los equipos fueron:

Tabla 4: Equipo para ensayo granulométrico

Equipos para el ensayo granulométrico para agregado grueso	**Equipos para el ensayo granulométrico para agregado fino**
Balanza con aproximación a 0.5g	Balanza con aproximación a 0.1g
Tamices normalizados según NTP 350.001 de abertura normalizada: 1",3/4", 1/2",3/8", 1/4". , N°4, N°8, N°16 (algunas mallas se añadieron para evitar sobrecarga en los tamices).	Tamices normalizados según NTP 350.001 de abertura normalizada: 1/4". , N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N° 200
-Equipo de cuarteo	Agitador mecánico de tamices
Tamaño mínimo de muestra: 4 veces la cantidad mínima requerida en el anexo de la norma NTP 400.012 (2 kg)	Tamaño mínimo de muestra 4 veces la cantidad mínima requerida en el anexo de la norma NTP 400.012 (1 kg); la muestra mínima después del secado deberá ser 300g
Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C ± 5°C	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de arriba se describen los equipos que se utilizarán para los ensayos de granulometría del agregado grueso y agregado fino.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El procedimiento del ensayo consiste en realizar el muestreo, realizar un cuarteo según la NTP 400.043, la muestra se deja secando al horno a una temperatura de 110°C ± 5°C durante 24 ± 2 horas para posteriormente tomar el peso seco inicial, realizar el tamizado y pesado del material retenido en cada tamiz; si se desea realizar el ensayo de materiales más finos de la malla N°200 (NTP 400.018), se recomienda realizar este ensayo previamente de realizar el ensayo según la NTP 400.012.

Se reportará según norma: porcentaje total retenido, porcentaje pasante y porcentaje retenido entre tamices.

Por el análisis granulométrico se puede calcular el módulo de fineza:

Ecuación 1: Módulo de fineza

$$\text{Módulo de fineza} = \frac{\sum_{\text{porcentaje retenido acumulado en mallas}} (N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4, 3/8", 3/4")}{100}$$

Donde:

"Módulo de fineza": Pasquel Carbajal (1998) lo define como la caracterización numérica que representa la distribución volumétrica de las partículas de agregado. Esta se calcula diviendo la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie standard hasta el Tamiz N° 100 entre 100; es aplicable tanto para el agregado grueso como para el agregado fino.

Para usar los resultados de un ensayo, la diferencia entre el peso seco inicial y la sumatoria del peso retenido en los tamices debe ser menor al 0.3% del peso seco inicial.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para la aceptación del agregado, este debe compararse con lo establecido en la norma NTP 400.037 (curva granulométrica y módulo de fineza).

1.4.2.2.Ensayo para Determinar el Material Más Fino que la Malla #200

El ensayo se realizó para el agregado fino bajo las condiciones establecidas en la NTP 400.018: "AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (N°200) por lavado de agregados", sin usar un agente dispersante. Los equipos y materiales usados fueron:

- Tamiz normalizado según NTP 400.037 N°200 de lavado.
- Balanza con aproximación a 0.1g.
- Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C ± 5°C.
- Recipiente (tazón).

El procedimiento del ensayo consiste en realizar el muestreo (tamaño de muestra según NTP 400.012), realizar un cuarteo según la NTP 400.043, la muestra se deja secando al horno a 110°C ± 5°C durante 24 ± 2 horas, se toma el peso seco inicial, se coloca la muestra en el recipiente y se cubre de agua para después agitar el recipiente y verter el agua superficial con finos suspendidos en la malla N°200; repetir este proceso hasta que el agua superficial esté clara. Se vierte el agua y se deja la muestra secar a 110°C ± 5°C durante 24 ± 2 horas para hallar el peso seco final.

La fórmula del material que pasa el tamiz normalizado N°200 es:

Ecuación 2: Porcentaje de finos pasantes por malla N° 200

$$\%\ \text{finos pasantes por malla N°200} = \frac{\text{Peso seco inicial-Peso seco final}}{\text{Peso seco inicial}} \text{x}100$$

Donde:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

"% finos pasantes por malla N°200": es un indicador que involucra la adhesividad entre el agregado y la pasta, se recomienda trabajar con agregado con un máximo entre 3% para concretos sujetos a abrasión y 5% para el resto.

"Peso seco inicial"= peso de la muestra tras el secado en horno en gramos.

"Peso seco final"= peso tras tamizado, lavado y secado en horno en gramos.

Se debe comparar el porcentaje del material que pasa el tamiz normalizado N°200 con la NTP 400.037.

1.4.2.3.Ensayo de Peso Específico y Absorción para el Agregado Grueso

El ensayo se realizó para el agregado fino bajo las condiciones establecidas en la NTP 400.021: “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso”. Los equipos y materiales usados fueron:

- Tamiz normalizado según NTP 400.037 N°4.
- Balanza con aproximación a 0.5g.
- Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C ± 5°C.
- Recipiente (canastilla).
- -Tanque de agua (equipo de inmersión).

El procedimiento del ensayo consiste en realizar el muestreo (tamaño de muestra según NTP 400.010, mínimo 15 kg para agregado de 1/2”), realizar un cuarteo según la NTP 400.043, se filtra y desecha el material pasante de la malla N°4 hasta que queden por lo menos 2 kg (para tamaño máximo nominal de 1/2” según NTP 400.021) y se lavan los finos. La muestra se deja secando al horno durante 24 ± 2 horas a 110°C ± 5°C, se sumerge la muestra en agua durante 24 ± 4 horas, se saca la muestra del agua y se rueda en un paño absorbente hasta que esté saturada superficialmente seca y se pesa; posteriormente se mete la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

muestra en la canastilla y se obtiene el peso de la muestra sumergida (en esta investigación se realizó la toma del peso con una tara de la canastilla sumergida). Se seca la muestra en el horno a una temperatura de 110°C ± 5°C por. 24 ± 2 horas y se pesa tras dejarla enfriar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 5: Fórmula ensayo peso específico agregado grueso

Dato	**Denominación de muestras**
Peso muestra superficialmente seca (g)=	B
Peso muestra sumergida (g)=	C
Peso muestra seca (g)=	A
Volumen de la muestra (cm^3)=	B-C=D
Peso específico (g/cm^3)=	A/(D)
Peso específico superficialmente seco (g/cm^3)=	B/D
Peso específico aparente (g/cm^3)	A/(A-C)
Absorción (%)	((B-A)/A))*100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de arriba se describen las nomenclaturas para los datos tomados para el ensayo.

1.4.2.4.Ensayo de Peso Específico y Absorción para el Agregado Fino

El ensayo se realizó para el agregado fino bajo las condiciones establecidas en la NTP 400.022: "AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino". Los equipos y materiales usados son:

- Balanza con aproximación a 0.1g.
- Fiola de vidrio graduada de 500 cm^3.
- Molde cónico truncado y barra compactadora.
- Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C ± 5°C.
- Recipiente (tazón).

El procedimiento del ensayo consiste en seleccionar la muestra, secarla a una temperatura de por lo menos 110°C ± 5°C, para sumergirla en agua durante 24±4 horas para

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

después decantarla. Con la muestra húmeda se procede al secado controlado (en este caso se usó el horno para acelerar el secado),a la vez que la muestra pierde humedad se procede a la prueba de humedad superficial, la que consiste en fijar el molde, llenarlo con el agregado húmedo (con una mano de agregado de amontonamiento) para apisonarlo con la barra compactadora con 25 golpes (dejándola caer por acción de la gravedad) distribuido a 5mm por arriba de la capa superficial de agregado, después se levanta el molde cónico; si el agregado mantiene la forma, esperar a que pierda la humedad por el secado y volver a repetir el proceso hasta que haya una caída ligera de agregado tras levantar el cono. A este punto el agregado está saturado superficialmente seco. Paralelamente a la preparación del agregado se debe tomar mediciones del peso de la fiola, la fiola llena de agua hasta la marca de graduación; se escogen 500g de agregado saturado superficialmente seco para el ensayo, se procede a introducir el agregado a una fiola parcialmente llena de agua para posteriormente añadir más agua hasta que esté al 90% de su capacidad; se procede a agitarla (rodarla o una combinación de ambas) para eliminar las burbujas de aire. Al eliminar las burbujas de aire se decanta el agua hasta la marca de graduación para pesar la fiola con el agua y el agregado. Se procede a sacar el agregado y dejarlo secar a 110°C ± 5°C para pesarlo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 6: Fórmula ensayo peso específico agregado grueso

Dato	Denominación
Peso fiola (g)=	A
Peso muestra superficialmente seca (g)=	B
Peso fiola llena de agua (g)=	C
Peso muestra+fiola + agua (g)=	D
Peso muestra seca (g)=	E
Peso del agua (g)=	F=D-B-A
Volumen del picnómetro (cm^3)=	G = 500
Peso específico seco (g/cm^3)=	E/(G-F)
Peso específico superficialmente seco (g/cm^3)=	B/(G-F)
Peso específico aparente (g/cm^3)=	E/((G-F)-(B-E))
Absorción (%)=	(B-E)/E*100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de arriba se describen las nomenclaturas para los datos tomados para el ensayo.

1.4.2.5.Ensayo para Determinar el Peso Unitario y Vacío de los Agregados

El ensayo se realizó para el agregado fino bajo las condiciones establecidas en la NTP 400.017: "AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos de los agregados". Los equipos y materiales usados son:

- Balanza con graduación de al menos 0.05 kg.
- Varilla de apisonado.
- Recipiente (olla de 1/10 pie^3 para fino y 1/3 pie^3 para grueso).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Cucharón.

El procedimiento del ensayo consiste en realizar el muestreo (según NTP 400.010 el mínimo es 15 kg de muestra de agregado grueso), realizar un cuarteo según la NTP 400.043 para reducirla (en este caso se usó una cantidad mayor por el volumen del recipiente). Para determinar el peso unitario compactado se llena el recipiente a un tercio de capacidad para luego apisonarlo con 25 golpes, proceso que se repite hasta la capa superior donde se llena en demasía el recipiente para luego nivelarlo; se pesa el recipiente con el agregado compactado y el recipiente solo. Para determinar el peso suelto se llena el recipiente hasta el reboce suavemente usando un cucharón desde una altura menor a 50 mm sobre el recipiente, al igual que con el peso compactado se nivela a la altura del recipiente. Para determinar el volumen del recipiente se usa el método volumétrico que consiste en llenar el recipiente de agua mientras se cubre con una lámina de vidrio, para posteriormente asegurarse que no haya aire atrapado, la diferencia entre el peso del recipiente lleno de agua con la lámina de vidrio y la lámina de vidrio y el recipiente húmedo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 7: Determinación volumen recipiente P.U.C. y P.U.S.

Dato	**Denominación**
W molde seco (g)=	A
W molde húmedo (g)=	B
W vidrio (g)=	C
W agua + molde húmedo + vidrio (g)=	D
W agua (g)=	E=D-B-C
Densidad agua al tiempo (kg/m^3)=	F
Volumen del molde (cm^3)=	K=E/F*1000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de arriba se describen las nomenclaturas para los datos tomados para el ensayo.

Tabla 8: Fórmulas P.U.C. y P.U.S.

Muestra	**W agregado suelto + molde (g)=**	**W agregado compactado + molde (g)=**	**W agregado suelto**	**W agregado compactado**
1	G	H	G-A	H-A
% de absorción =		I (Según ensayo previo)	**Peso específico (kg/m^3)=**	J (Según ensayo previo)
Muestra	**P.U.S. (kg/m^3) =**	**P.U.C. (kg/m^3) =**	**% Vacíos P.U.S.**	**% Vacíos P.U.C.**
1	L=(G-A)/K*1000	M=(H-A)/K*1000	100*((J*F)-L)/(J*F)	100*((J*F)-M)/(J*F)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de arriba se describen las nomenclaturas para los datos tomados para el ensayo y las fórmulas para calcularlas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.4.2.6.Ensayo para Determinar la Resistencia a la Abrasión del Agregado Grueso

El ensayo se realizó para el agregado fino bajo las condiciones establecidas en la NTP 400.019: "AGREGADOS. 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 Ángeles". Los equipos y materiales usados fueron:

- Máquina de Los Ángeles.
- Tamices normalizados según NTP 350.001.
- Balanza.
- Carga (esferas de acero).

El procedimiento del ensayo consiste en realizar el muestreo (según NTP 400.010 el mínimo es 15 kg de muestra de agregado grueso), realizar un cuarteo según la NTP 400.043 para reducirla hasta 5000 ± 10g. La muestra se seca a 110°C ± 5°C y se recombina según las especificaciones de la gradación respectiva (en este caso se usó la gradación B, la que consiste de agregado retenido en el tamiz de 1/2" (2500 ± 10g) y 3/8" (2500 ± 10g); requiriendo el uso de 11 esferas). Se toma el peso seco inicial y se coloca la muestra con la carga respectiva en la máquina de Los Ángeles configurada a 500 revoluciones a una velocidad entre 30 rpm y 33 rpm. La muestra triturada se tamiza por la maya N°12 y otra de mayor tamaño (para evitar sobrecarga); descartándose el material pasante; seguidamente se lava el agregado remanente para eliminar el polvo, se seca en el horno a 110°C ± 5°C y se toma el peso seco final.

Se calcula el porcentaje de masa perdida, el cual debe compararse con lo indicado en la NTP 400.037, está dado como:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ecuación 3: Porcentaje de masa perdida, ensayo de abrasión

$$\text{Porcentaje de masa perdida} = \frac{\text{Peso seco inicial} - \text{Peso seco final}}{\text{Peso seco inicial}} \text{x} 100$$

Donde:

"Porcentaje de masa perdida": También conocido como porcentaje de pérdida por desgaste, es un indicador del agregado grueso para concreto expuesto a condiciones de abrasión, cavitación o erosión. La pérdida por desgate debe ser menor al 50%.

"Peso seco inicial"= peso de la muestra secada al horno en gramos.

"Peso seco final"= peso de la muestra retenido por la malla N° 12 tras pasar por la máquina de Los Ángeles en gramos.

1.4.2.7.: Ensayo para Determinar las Impurezas Orgánicas

El ensayo se realizó para el agregado fino bajo las condiciones establecidas en la NTP 400.024: "AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto". Los equipos y materiales usados fueron:

- Botellas de vidrio transparentes graduadas.
- Solución de hidróxido de sodio.
- Vidrios de color (placa orgánica).

El procedimiento del ensayo consiste en realizar el muestreo (según NTP 400.010), el peso de la muestra debe ser alrededor de 450g, llenar el frasco de vidrio alrededor de 130 ml y añadir la solución hasta llegar a los 200 ml; se agita, revuelve y deja descansar el frasco durante 24 h. Se compara el color del agua superficial con la placa orgánica, se considera el agregado apto si el color es igual o más claro al color N°3 de la placa orgánica.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.4.2. Ensayos Concreto Estado Fresco

1.4.2.1. Ensayo de Contenido de Aire

El ensayo se realizó bajo las condiciones establecidas por la NTP 339.083: "HORMIGÓN (CONCRETO) Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco por el método de presión."

Los equipos e instrumentos utilizados fueron:

- Olla de Washington.
- Enrasador.
- Varilla metálica lisa de 5/8".
- Martillo de goma.
- Cucharón metálico.
- Piseta.
- Franela.

El procedimiento del ensayo consiste en, ya realizada la mezcla, ir llenado el recipiente metálico de la olla de Washington por tercios, a la vez que se compacta cada capa con 25 golpes de la varilla metálica y se golpea con el martillo de goma de 10 a 15 veces, procediendo con la siguiente capa. Después de golpear con el martillo la última capa, se procede a enrasar la superficie y limpiar los bordes de la olla que se hayan ensuciado; se pone la tapa de la olla (medidor) ajustada apropiadamente, se golpea suavemente el medidor con los dedos para eliminar el aire ya atrapado en el medidor, se cierra la válvula principal y se abren las válvulas secundarias, con la piseta se inyecta agua por una de las entradas secundarias hasta que salga por la otra, hasta que el medidor inicial llega a 0, se puede golpear suavemente con los dedos para que baje a 0, luego se abre la válvula principal y se toma el dato del medidor.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.4.2.2. Ensayo de Densidad

El ensayo se realizó bajo las condiciones establecidas por la NTP 339.046: "HORMIGÓN (CONCRETO) Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)."

Los equipos e instrumentos utilizados fueron:

- Recipiente metálico.
- Enrasador.
- Varilla metálica lisa de 5/8".
- Martillo de goma.
- Cucharón metálico.
- Balanza con aproximación a 1g

El procedimiento del ensayo consiste en, ya realizada la mezcla, habiendo tomado el peso y capacidad del recipiente, ir llenado el recipiente metálico por tercios, a la vez que se compacta cada capa con 25 golpes de la varilla metálica y se golpea con el martillo de goma de 10 a 15 veces, procediendo con la siguiente capa. Después de golpear con el martillo la última capa, se procede a enrasar la superficie y limpiar los bordes del recipiente. Se anota el peso del recipiente con el hormigón compactado.

Ecuación 4: Masa del concreto, ensayo de peso unitario

$$\text{Masa del concreto} = W_{\text{concreto+recipiente}} - W_{\text{recipiente}}$$

Donde:

"Masa del concreto": peso del concreto en kilogramos.

"$W_{\text{concreto+recipiente}}$": peso del concreto con el recipiente en kilogramos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

"$W_{recipiente}$": peso del recipiente en kilogramos.

Ecuación 5: Peso unitario del concreto en estado fresco

$$\text{Peso unitario (densidad)} = \frac{\text{Masa del concreto}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Donde:

"Peso unitario ": relación entre la masa y volumen del concreto en estado fresco expresada en kg/m^3.

"Masa del concreto": peso del concreto dentro del recipiente en kg.

"Volumen de recipiente": expresado en m^3

1.4.2.3. Ensayo de Temperatura

El ensayo se realizó bajo las condiciones establecidas por la NTP 339.184: "HORMIGÓN (CONCRETO) Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto)."

Los equipos e instrumentos utilizados fueron:

- Recipiente no absorbente.
- Termómetro

El procedimiento del ensayo consiste en, ya realizada la mezcla, llenar el recipiente, colocar el termómetro dejando como mínimo 3 pulgadas entre el termómetro y el borde del recipiente, esperar 2 minutos a que se estabilice y tomar el dato.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.4.3 Ensayos de Concreto Autocompactante en Estado Fresco

1.4.3.1. Ensayo de Embudo V

Este ensayo no cuenta con normativa peruana por el momento, se tomó en cuenta las recomendaciones del ACI y del EFNARC.

También llamado V-funnel en inglés, el ensayo fue desarrollado en Japón por Ozawa en la universidad de Tokio, usualmente este embudo tiene forma de V, pudiendo ser también de forma circular. Este ensayo se realiza para ver la capacidad de paso o la fluidez del concreto.

Al ser de una sección ancha al comienzo y angosta al finalizar es probable que se presente bloqueo si los agregados son demasiados gruesos, o dependiendo de la fricción de las partículas.

Los equipos e instrumentos utilizados fueron:

- Molde en forma de un cono truncado (Embudo V).
- Balde.
- Cucharón metálico.
- Badilejo.
- Cronómetro.

Se fija el embudo V sobre el suelo, luego se humedecen las superficies interiores del embudo. Seguidamente se cierra la trampilla y se coloca un balde debajo. Se llena completamente el aparato con concreto sin compactarlo o presionarlo, sólo se nivela el concreto de la parte superior con el badilejo.

Se abre la trampilla 10 segundos después del llenado y se permite que el concreto salga por su propio peso. De manera simultánea, inicie el cronómetro y registe el tiempo. Active el cronómetro al abrir la trampilla y registre el tiempo hasta que se complete la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

descarga (el tiempo de flujo). Se considera que se ha completado cuando se ve la luz desde la parte superior a través del embudo.

Se considera aceptable el resultado de los datos si están entre 5 y 12 segundos.

1.4.3.2. Ensayo de Caja L

Este ensayo no cuenta con normativa peruana por el momento, se tomó en cuenta las recomendaciones del ACI y del EFNARC.

También llamado L-Box en inglés, se usa para medir la capacidad de paso; hay una gran variedad de interpretaciones sobre las dimensiones y medidas a tomar del equipo de mismo nombre por diversas asociaciones ingenieriles, en este caso se usó un equipo según el EFNARC.

Los equipos e instrumentos utilizados fueron:

- Molde en forma de L con barras (Caja L).
- Balde.
- Cucharón metálico.
- Badilejo.
- Cronómetro.
- Regla o cinta métrica

El procedimiento para usar esta caja, es mojar todas las paredes de la caja y eliminar el exceso de esta, luego colocar la compuerta para que esta no permita que se escape la mezcla de concreto, luego se procede a llenar la parte vertical sin compactar, y se nivela con la ayuda de un badilejo, ya se debe tener marcada las distancias desde la compuerta a 20.cm y a 40 cm, tener un cronometro y ver el tiempo t20 y t40, luego tomar las alturas, la altura al final de la caja desde la base hasta su altura, luego la altura que queda en la parte vertical. Se recomienda apoyarse de una varilla lisa para abrir la compuerta por la presión que el concreto ejerce sobre esta.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se calcula el coeficiente de bloque, el cual es un indicador de la habilidad que tiene el concreto para pasar por aberturas estrechas y se acepta que sea mayor a 0.8

Ecuación 6: Coeficiente de bloque

$$\text{Coeficiente de bloque} = \frac{H2}{H1} > 0.8$$

Donde:

"Coeficiente de bloque": indicador de la capacidad de paso para concreto autocompactante, es adimensional.

"H2"= altura final en cm a la que llega el concreto autocompactante.

"H1"= altura (en cm) en la parte vertical de la caja en L, después de que el concreto deje de fluir.

1.4.3.3. Ensayo de Caja U

Este ensayo no cuenta con normativa peruana por el momento, se tomó en cuenta las recomendaciones del ACI y del EFNARC.

También llamado U-Box en inglés, se usa para medir la capacidad de paso y capacidad de relleno, en este caso se usó un equipo según el EFNARC.

Los equipos e instrumentos utilizados fueron:

- Molde en forma de U con barras (Caja U).
- Balde.
- Cucharón metálico.
- Badilejo.
- Regla o cinta métrica

El procedimiento para usar esta caja, es mojar todas las paredes de la caja y eliminar el exceso de esta, luego colocar la compuerta para que esta no permita que se escape la mezcla

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

de concreto, Se llena una sección del aparato con la muestra del concreto. Se deja reposar durante 1 minuto. Se eleva la compuerta deslizante y deja que el concreto fluya hacia el otro compartimiento. Después de dejar reposar el concreto, se mide la altura del mismo en el compartimiento que se ha llenado y la altura en el otro compartimiento (H2).la diferencia de alturas debe ser menor o igual a 30 mm.

Ecuación 7: Habilidad de paso ensayo de caja U

$$\text{Habilidad de paso} = H1 - H2 \leq 30\text{mm}$$

Donde:

"Habilidad de paso": es un indicador de la capacidad de paso y capacidad de relleno del concreto autocompactante, en este caso, para la caja U.

"H1"= altura a la que llega el concreto autocompactante antes de la trampilla.

"H2"= altura a la que llega el concreto autocompactante después de la trampilla

1.4.3.4. Ensayo de Anillo J

Este ensayo cuenta con normativa peruana, la NTP 339.220:" Método de ensayo estándar para determinar la habilidad de paso del concreto auto compactado por el anillo J", se tomó en cuenta las recomendaciones del ACI y del EFNARC.

También llamado J-ring, se desarrolla en la universidad de Paisley como ensayo para determinar la capacidad de paso,

Los equipos e instrumentos utilizados fueron:

- Anillo con barras (Anillo J).
- Balde.
- Cucharón metálico.
- Badilejo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Regla o cinta métrica
- Cono de Abrams.
- Plancha metálica.

El procedimiento de este ensayo consta en poner el anillo y el cono en el centro de la superficie de trabajo (plancha rígida de preferencia), manteniéndose presionado el cono de forma que el concreto no se salga por los costados se procede a llenas; no se debe de compactar, se debe nivelar y luego limpiar el excedente, elevar el cono lentamente y dejar que este fluya y tomar las medidas de los diámetros y luego promediarla, medir a la vez en cuatro puntos distintos la altura dentro de las barras del anillo (cara interna) e inmediatamente después promediar (H1), hacer lo mismo para la cara externa (H2) la diferencia de estas no debe superar los 10 mm para que tenga una buena habilidad de paso.

Ecuación 8: Habilidad de paso Anillo J

$$\text{Habilidad de paso} = H1 - H2 < 10 \text{ mm}$$

Donde:

"Habilidad de paso": es un indicador de la capacidad de paso del concreto autocompactante, en este caso, para el anillo J.

"H1"= altura en la cara interna de las barras del anillo.

"H2"= altura en la cara externa de las barras del anillo.

1.4.3.5. Ensayo de Escurrimiento

Este ensayo cuenta con normativa peruana, la NTP 339.219:" Método de ensayo para determinar el flujo de asentamiento del concreto autocompactado", se tomó en cuenta las recomendaciones del ACI y del EFNARC.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Este ensayo también es llamado extensión de flujo o slump flow en inglés, es uno de los ensayos más sencillos que hay ya que es igual al ensayo del slump, solo que en este se debe tomar el t50 que es el tiempo en que la mezcla llega a un diámetro de 50 cm y el tiempo final que esta tenga, este ensayo se puede hacer con el cono invertido es decir la base más pequeña sobre la plancha metálica.

Los equipos e instrumentos utilizados fueron:

- Cono de Abrams.
- Balde.
- Cucharón metálico.
- Cronómetro.
- Badilejo.
- Regla o cinta métrica
- Plancha metálica.

El proceso para realizar este ensayo consta de habiendo humedecido la placa base, el cono de Abrams y el cucharon con un paño húmedo sin dejar agua libre, se puso el cono en forma invertida. Sujetándose firmemente el cono en el lugar para llenar la mezcla sin ningún tipo de compactado se niveló al ras de la parte superior del cono. Se limpió todo concreto en el área alrededor de la base del molde para evitar interferencia con el movimiento de fluidez del concreto. Se retiró el molde verticalmente en 3 ± 1 segundos, esperando que el concreto detenga su fluidez y luego se midieron los diámetros perpendiculares entre sí (d1 y d2), además tomamos el tiempo t50 y el tiempo en detenerse del concreto (tf). Se recomienda que el diámetro promedio sea de 570 a 850 mm, y los tiempos vayan de 1 a 10 segundos para una mezcla de viscosidad moderada,

Tras este ensayo se puede tomar una medida visual de segregación clasificándola en 3 tipos:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Este ensayo será totalmente visual y se dividirá en 3 tipos.

- TIPO 1: el concreto no presenta separación entre el cemento y los agregados y el mortero y la pasta de cemento.
- TIPO 2: la pasta de concreto se separa, pero muy poco de los agregados.
- TIPO 3: en este tipo se puede decir que el agregado se ha lavado, ya que el agregado y la pasta de cemento y agua se ven separadas y toman otro color al color del concreto usual.

1.4.4. Ensayos de Concreto en Estado Endurecido, Ensayos de Propiedades Mecánicas

1.4.4.1. Ensayo resistencia a la compresión

El ensayo se realizó bajo las condiciones establecidas en la NTP 339.034: "CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.".

Los equipos y materiales usados son:

- Máquina de compresión que cumpla con las especificaciones de la norma NTP 339.034.
- Vernier.

El procedimiento del ensayo consiste en, tras dejar curar, en este caso por 3, 7 o 28 días los testigos de concreto se secaron superficialmente para poder medir el diámetro en dos espacios perpendiculares de la probeta. Los testigos fueron de 4"x 8".

Se colocó las probetas en la máquina, debiendo estar alineadas de tal manera que la carga aplicada por la máquina compresora se distribuya uniformemente en la cara superior del testigo de concreto.

El cálculo de la resistencia a la compresión axial (kgf/cm^2) se obtiene dividiendo la carga máxima proporcionada por la máquina de compresión entre el área promedio de la sección transversal del espécimen.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.4.4.2. Ensayo Resistencia a la Tracción Indirecta.

El ensayo se realizó bajo las condiciones establecidas en la NTP 339.084: "CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.".

Los equipos y materiales usados son:

- Máquina de compresión que cumpla con las especificaciones de la norma NTP 339.034.
- Regla metálica
- Base (madera o metal) para apoyar la probeta

. El procedimiento del ensayo consiste en, tras dejar curar, en este caso por 28 días los testigos de concreto se secaron superficialmente para poder medir el diámetro y la altura en dos espacios perpendiculares de la probeta. Los testigos fueron de 6"x 12".

Se colocó las probetas en la máquina, debiendo estar alineadas de tal manera que la carga aplicada por la máquina compresora se distribuya uniformemente en la parte longitudinal del testigo de concreto.

El cálculo de la resistencia a la compresión axial (kgf/cm^2) se obtiene dividiendo la carga máxima proporcionada por la máquina de compresión entre el área promedio de la sección transversal del espécimen.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ecuación 9: Resistencia a la compresión axial

$$T = \frac{P}{\pi LD}$$

Donde:

"P": carga máxima obtenida en el equipo.

"L": promedio alturas o longitudes.

"D": promedio de diámetros.

1.4.5. Ensayos de Concreto en Estado Endurecido, Ensayos de Durabilidad

1.4.5.1. Ensayo de Porosidad o Tasa de Absorción

Se realizó de acuerdo a la normativa peruana, la NTP 339.187:" CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en concreto endurecido".

Esta norma detalla el procedimiento y recomendaciones a tomar en cuenta para la obtención de este valor. El procedimiento a seguir es sencillo; la norma no especifica un número mínimo de muestras, tamaño, forma, pero si un volumen mínimo de 350 cm^3 (la unidad de muestra fueron las cuartas partes centrales de una probeta cilíndrica, descartando las partes extremas, siendo cilindros de 4"x2"), de estas se deberá obtener un peso seco, saturado y sumergido. La porosidad en porcentaje será calculada con la siguiente fórmula.

Ecuación 10: Porcentaje de porosidad concreto

$$P = \frac{W_{saturada} - W_{seca}}{W_{saturada} - W_{sumergida}} x100$$

Donde:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

"P": porcentaje de porosidad o vacíos en el concreto.

"$W_{saturada}$": Peso de la muestra tras 72 horas de saturación en agua.

"W_{seca}": Peso de la muestra tras 24 horas en el horno.

"$W_{sumergida}$" Peso de la muestra tras pasar 5 horas hirviendo en una olla, 12 horas o más de reposo y pesándola mientras se sumerge en el tanque de agua.

Se utilizó los siguientes materiales para el ensayo:

- Horno.
- Balanza.
- Canastilla y tanque de agua.
- Disco esmeril.

1.4.5.2. Ensayo de Capilaridad

La normativa peruana, la NTP 339.232:" CONCRETO. Método de ensayo para determinar la velocidad de absorción de agua en concretos de cemento Portland".

Esta Norma Técnica establece el método de ensayo para determinar la velocidad de absorción (absortividad), también conocida como capilaridad, del agua en concretos de cemento hidráulico, al medir el incremento en la masa del espécimen que resulta de la absorción del agua, como una función de tiempo, cuando sólo una superficie del espécimen es expuesta al agua. La muestra se acondiciona en un entorno a una humedad relativa estándar para inducir una condición de humedad constante en el sistema de poros capilares. La superficie expuesta del espécimen se sumerge en agua, que durante el contacto inicial y mediante succión capilar ingresa por los poros de la superficie de concreto no saturado.

Se utilizó los siguientes materiales para el ensayo:

- Horno
- Pintura selladora de poros

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Disco esmeril para cortar concreto
- Recipientes plásticos para colocar los moldes
- Balanza.

Posterior al curado de cada probeta, esta se debe lijar en sus bases para retirar el líquido desmoldante del encofrado, luego se debe cortar cada probeta en 3 partes iguales. Se prosigue llevando al horno cada corte durante 1 dia a 50°C, y se retira los discos, se pesan y se debe impermeabilizar sus caras laterales. Luego de ello se coloca un recipiente hermético en el cual se debe agregar 10mm de agua y debemos colocar los moldes en dicho envase. Posteriormente se efectúan mediciones del peso de cada disco en periodos de 1, 5,10, 20, 30, 60 minutos, 2, 3, 4, 5, 6 y 24 horas.

Y se halla la tasa de absorción con la siguiente formula:

Ecuación 11: Tasa de absorción

$$I = \frac{\Delta M}{\frac{A}{\delta}}$$

Dónde:

I = La absorción (mm).

ΔM = Variación de la masa (g).

A = Área de la cara expuesta al agua (mm^2).

δ = Densidad del agua ($0.001 gf/mm^3$)

1.4.5.3. Ensayo de Abrasión

Este ensayo usando la máquina de los Ángeles no tiene una normativa peruana propia, pero hay antecedentes de su uso para trabajos de investigación, además de su similitud con la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

norma ASTM C-1747 donde se usa la máquina de los Ángeles para determinar la abrasión en el concreto.

Citando al trabajo de investigación de Peralta y Vargas (2020), egresados de la Universidad Católica de Santa María:

"Este ensayo al concreto endurecido es una adaptación del ensayo a la abrasión de los agregados, ya que no existe una norma técnica peruana que pueda dar mayor información sobre este ensayo, se utilizó como referencia la tesis de Carpio & Peña, (2017). Se utilizan cubos de concreto sometidos a desgaste por billas a diferentes revoluciones que el ensayo de abrasión de agregados".

Por los antecedentes se aplicará la adaptación de Peralta y Vargas (2020). La unidad de ensayo fue un conjunto de 9 dados de concreto de 5 cm de lado a los 28 días de curado.

Los materiales usados fueron:

- Moldes para dados cúbicos de 5 cm de lado
- Máquina de los Ángeles
- Horno
- Balanza
- Billas metálicas
- Tamiz N° 12

El procedimiento del ensayo fue secar los 9 dados a una temperatura de 40° C hasta que el peso sea constante. Pesar la muestra antes que ingresen a la Máquina de los Ángeles, colocar la muestra en la Máquina de los Ángeles con un número de billas correspondientes,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

en este caso 8 billas según el peso de la muestra, luego someter la muestra y las billas a 500 revoluciones en este caso.

Una vez terminado el ensayo, pasar la muestra por la malla N° 12 y pesar la muestra retenida en la malla N° 12.

Ecuación 12: Porcentaje de pérdida de masa por abrasión, concreto

$$\text{Abrasión} = \frac{\text{W inicial - W retenido}}{\text{W inicial}} \text{ x100\%}$$

Dónde:

"Abrasión": También conocido como porcentaje de pérdida por desgaste, es un indicador del desgaste del concreto frente a la acción de una carga repetida.

"Winicial" = peso de los dados secados al horno en gramos.

"Wretenido" = peso de la muestra retenido por la malla N° 12 tras pasar por la máquina de Los Ángeles en gramos.

1.4.5.4. Ensayo de Permeabilidad

Este ensayo usando un equipo de permeabilidad no tiene una normativa peruana propia, pero hay antecedentes de su uso para trabajos de investigación, además de su similitud con otras normas de permeabilidad de diferentes países. Se tomó el ensayo como lo propuso la investigadora Dongo Gómez (2019), quien propuso una norma técnica, Este ensayo tiene como objetivo medir el coeficiente de permeabilidad del concreto al agua, en estado endurecido, ya que la norma técnica peruana no cuenta con este ensayo,

- Los equipos y materiales utilizados fueron:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Equipo de ensayo que introduzca agua a presión controlada a testigos de concreto.
- Máquina de compresión de testigos de concreto.
- Balanza con sensibilidad de 0.5 g.
- Vernier.
- Cepillo metálico.

El procedimiento consta de, una vez secados los testigos de concreto en horno mínimo 24 horas, se determinan dimensiones y masa de los testigos de concreto en estado seco.

Se retiró la capa superficial de mortero o cemento de la zona en la cual se aplicó el agua a presión. El proceso se realizó raspando dicha zona con un cepillo metálico.

Se colocaron los testigos en la máquina y sujetarlos de tal forma que se eviten fugas en los puntos de salida de agua a presión.

Se aplicó agua a una presión de 0.5MPa (mitad de presión planteada por la investigadora, pero referencia de otras normas como la norma española, la UNE EN 12390) de manera ininterrumpida durante 96horas y posteriormente se dividió los testigos de concreto según lo mencionado en la norma NTP 339.084...

Se dibujó el borde de la zona en la que penetró el agua, se medió la longitud de la base y altura máxima de la zona en la que penetró el agua.

Se tomó un registro fotográfico para escalarla en un programa digital con el fin de calcular el área y la longitud de la base de la zona húmeda.

Calculo de la profundidad media (e) en metros.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ecuación 13: Profundidad de penetración

$$e = \frac{\text{área de la zona húmeda}}{\text{longitud de la base de la zona húmeda}}$$

Donde:

“e”: profundidad de penetración en metros.

"área de la zona húmeda"= área mojada en m^2, se puede calcular por el método de los trapecios, pero se recomienda usar una herramienta de dibujo asistido´.

"longitud de la base de la zona húmeda": en metros

Cálculo del coeficiente de permeabilidad:

Ecuación 14: Coeficiente de permeabilidad

$$K = \frac{e^2 v}{2ht}$$

En la cual:

e Profundidad de penetración de agua media (m).

h Presión aplicada (50.99 m.c.a).

t Tiempo de duración del ensayo (345600 segundos).

v Porosidad calculada según la NTP 339.187.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO IV

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1. Caracterización de los materiales

1.1.Caracterización del Agregado Grueso

1.1.1. Piedra Chancada de ½" de la cantera "La Poderosa"

Este agregado grueso proviene de la cantera "La Poderosa" ubicada en el distrito de Uchumayo, de la ciudad de Arequipa, se caracteriza visualmente por su forma subangular.

Figura 6: Vista satelital, cantera "La Poderosa"



Fuente: GOOGLE EARTH

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.1.1.Granulometría.

Este ensayo se llevó acabo según la norma NTP 400:012, se tomaron 3 muestras para el ensayo, comparándose con los límites superior e inferior establecidos en la norma NTP 400:038 (huso 67), los tamices empleados estuvieron de acuerdo a la norma ASTM C33, calculándose también el módulo de fineza.

Tabla 9: Ensayo granulométrico piedra chancada, cantera "La Poderosa", muestra 1

Ensayo granulométrico					
Peso de inicial de la muestra después de secado (g)=					2294.5
Malla	**Abertura (mm)**	**Peso Retenido (g)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasante**
1 "	25.4	0	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 "	19.05	0	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 "	12.7	445	19.42%	19.42%	80.58%
3/8 "	9.53	777	33.90%	53.32%	46.68%
1/4 "	6.35	807	35.21%	88.53%	11.47%
# 4	4.75	111.5	4.86%	93.39%	6.61%
# 8	2.36	120.5	5.26%	98.65%	1.35%
#16	1.18	12	0.52%	99.17%	0.83%
Fondo		19	0.83%	100.00%	0.00%
TOTALES		2292			
% PERDIDA DE AGREGADO =					0.11%
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:					1/2"
MODULO DE FINEZA =					6.45

Fuente: Elaboración propia

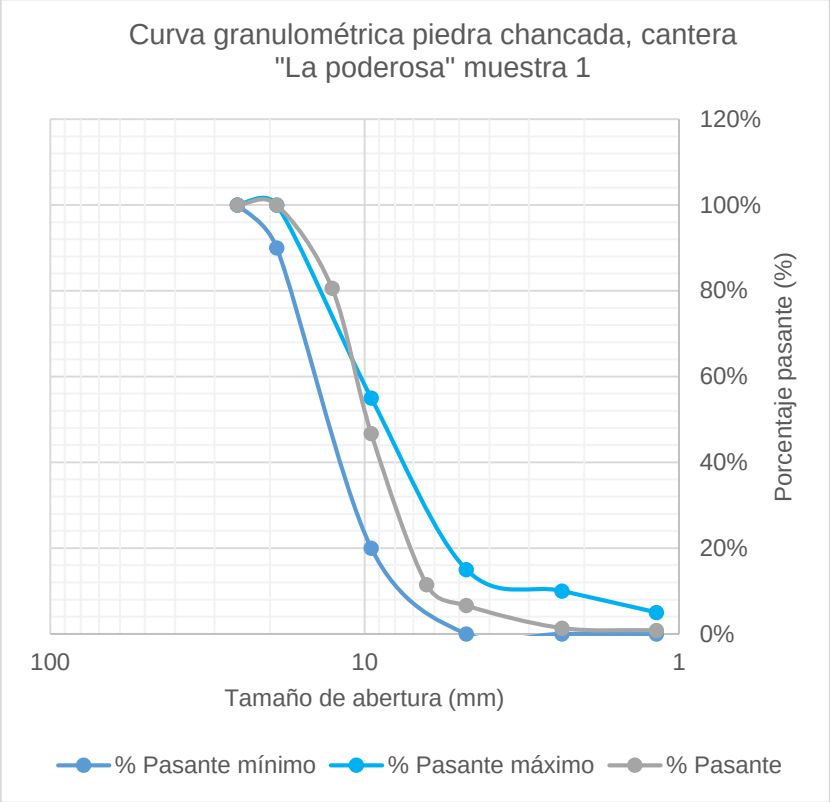
En la presente tabla se aprecia el porcentaje pasante para el ensayo de granulometría.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 7: Curva granulométrica piedra chancada, cantera “La Poderosa”, muestra 1



Fuente: Elaboración propia

Si bien parte de la curva supera el máximo, ese punto no está especificado en el huso propuesto (67); por lo que se considera aceptable.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 10: Ensayo granulométrico piedra chancada, cantera "La Poderosa" muestra 2

Ensayo granulométrico					
Peso de inicial de la muestra después de secado (g)=					2611.5
Malla	**Abertura (mm)**	**Peso Retenido (g)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasante**
1 "	25.4	0	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 "	19.05	0	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 "	12.7	746.5	28.60%	28.60%	71.40%
3/8 "	9.53	818	31.33%	59.93%	40.07%
1/4 "	6.35	845.5	32.39%	92.32%	7.68%
# 4	4.75	99.5	3.81%	96.13%	3.87%
# 8	2.36	77	2.95%	99.08%	0.92%
#16	1.18	5.5	0.21%	99.29%	0.71%
Fondo		18.5	0.71%	100.00%	0.00%
TOTALES		2610.5			
% PERDIDA DE AGREGADO =					0.04%
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:					1/2"
MODULO DE FINEZA =					6.54

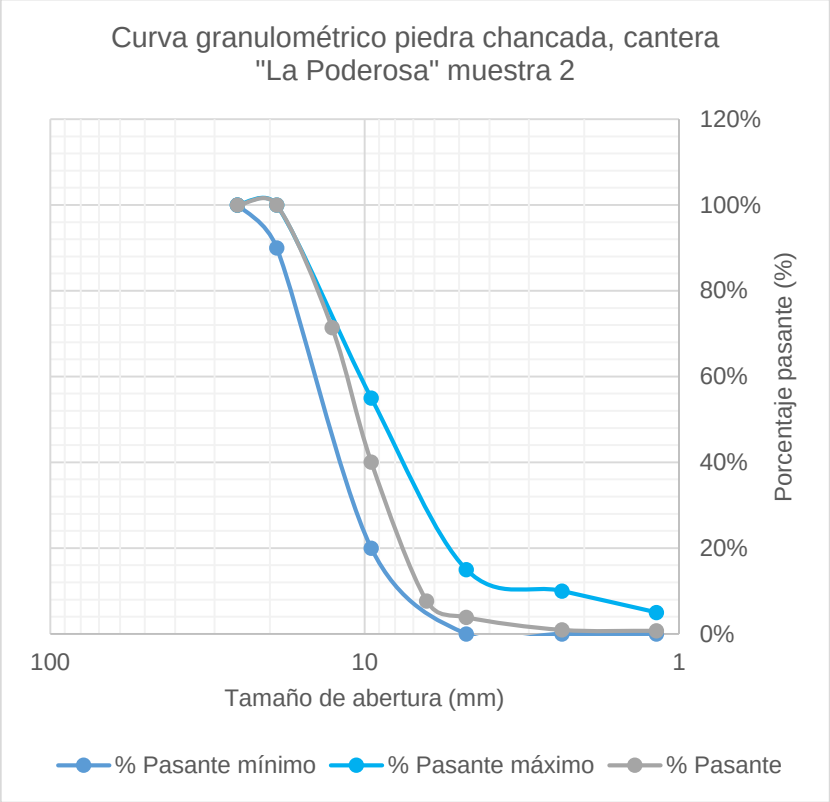
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 8: Curva granulométrico piedra chancada, cantera “La Poderosa” muestra 2



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 11: Ensayo granulométrico piedra chancada, cantera "La Poderosa", muestra 3

Ensayo granulométrico					
Peso de inicial de la muestra después de secado (g)=					3228.5
Malla	**Abertura (mm)**	**Peso Retenido (g)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasante**
1 "	25.4	0	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 "	19.05	13	0.40%	0.40%	99.60%
1/2 "	12.7	685	21.23%	21.63%	78.37%
3/8 "	9.53	1084.5	33.61%	55.24%	44.76%
1/4 "	6.35	1108.5	34.35%	89.59%	10.41%
# 4	4.75	175.5	5.44%	95.03%	4.97%
# 8	2.36	142	4.40%	99.43%	0.57%
#16	1.18	5.5	0.17%	99.60%	0.40%
Fondo		13	0.40%	100.00%	0.00%
TOTALES		3227			
% PERDIDA DE AGREGADO =					0.05%
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:					3/4"
MODULO DE FINEZA =					6.50

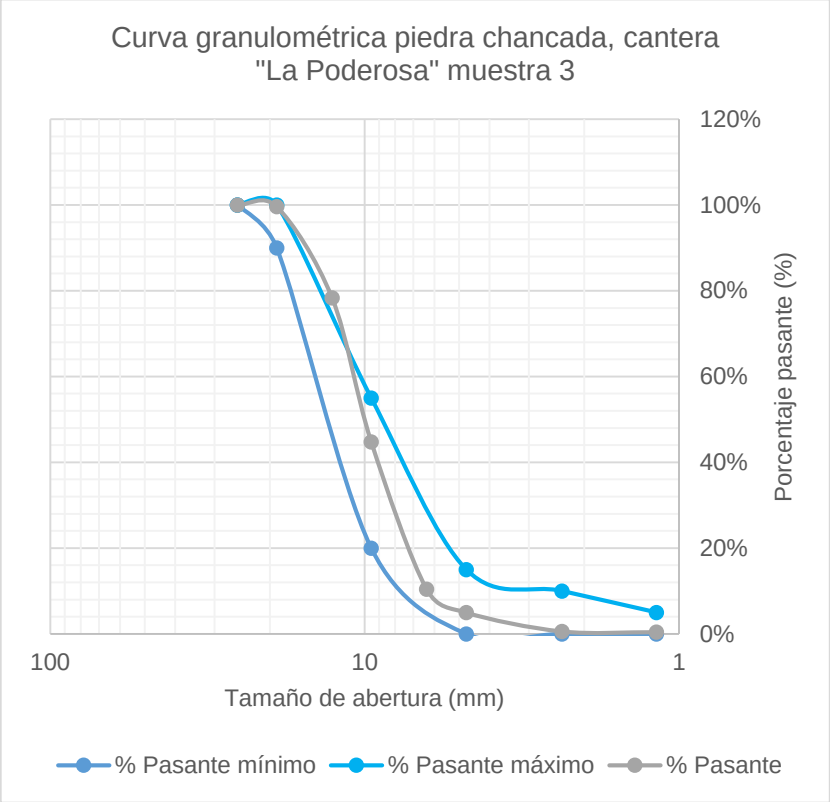
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 9: Curva granulométrica piedra chancada, cantera “La Poderosa” muestra 3



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.1.2.Contenido de Humedad.

Tabla 12: Contenido de humedad piedra chancada, cantera "La Poderosa".

Contenido de humedad piedra chancada, cantera "La poderosa"			
	A	B	C
W muestra húmeda (g)=	2500	2500	2500
W muestra seca (g)=	2490	2489	2486
W agua (g)=	10	11	14
% Humedad	0.40%	0.44%	0.56%
Promedio=		0.47%	

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se presenta el contenido de humedad del agregado cuando se llevó al laboratorio por primera vez; se realizaron otros ensayos de contenido de humedad para hacer la corrección en el diseño de mezclas, según se requirió.

1.1.1.3.Peso Específico y Absorción.

El ensayo de peso específico y absorción se llevó a cabo bajo la norma NTP 400.021, tomándose 4 resultados representativos del ensayo que estén en un rango aceptable, descartándose otras por error humano.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 13: Peso específico y absorción piedra chancada, cantera "La Poderosa".

Peso específico y absorción

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Peso muestra superficialmente seca (g)=	2800	2925	3370	4140
Peso muestra sumergida (g)=	1710	1795	2070	2545
Peso muestra seca (g)=	2695	2827.5	3277	4022.5
Volumen de la muestra (cm^3)=	1090	1130	1300	1595
Peso específico (g/cm^3)=	2.47	2.50	2.52	2.52
Peso específico superficialmente seco (g/cm^3)=	2.57	2.59	2.59	2.60
Peso específico aparente (g/cm^3)	2.74	2.74	2.71	2.72
Absorción (%)	3.90%	3.45%	2.84%	2.92%
Promedios				
Peso específico (g/cm^3)=	2.50			
Peos específico superficialmente seco (g/cm^3)=	2.59			
Peso específico aparente (g/cm^3)	2.73			
Absorción (%)	3.28%			

Fuente: Elaboración propia

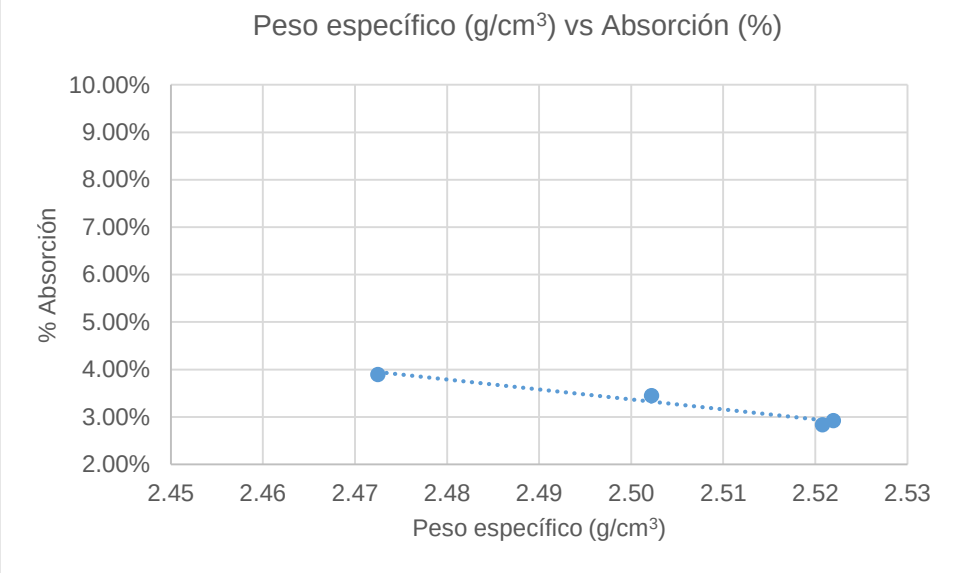
En la tabla anterior se presenta los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 10: Peso específico (g/cm^3) vs Absorción (%) piedra chancada, cantera "La Poderosa".



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.1.4.Peso Unitario Suelto y Compactado.

El ensayo de peso específico y absorción se llevó a cabo bajo la norma NTP 400.017, en este caso se optó por usar un recipiente de capacidad nominal de 1/3 p^3 en lugar de 1/10 p^3 para la comodidad de la realización del ensayo y reducir el efecto de las variables que puedan afectar el resultado del ensayo. Se trabajó con el agregado sin secar porque se consideró que el contenido de humedad no afectaría los resultados del ensayo; se aplicó la corrección de humedad para el cálculo de los resultados; el volumen del recipiente se halló a través del método volumétrico. Se usaron 3 resultados de ensayos representativos para determinar el promedio.

Tabla 14: Datos recipiente P.U.S. y P.U.C. piedra chancada, cantera "La Poderosa".

Datos recipiente ensayo P.U.S. y P.U.C.	
W molde seco (g)=	4821
W molde húmedo (g)=	4834
W vidrio (g)=	838
W agua + molde húmedo + vidrio (g)=	15083
T (°C)=	20
W agua (g)=	9411
Densidad agua a 18,3 °C (kg/m^3)=	998.54
Densidad agua a 21,1 °C (kg/m^3)=	997.97
Densidad agua a 20 °C (kg/m^3)=	998.19
Volumen del molde (cm^3)=	9428.03

Fuente: Elaboración propia

En la presenta tabla se presentan los datos del recipiente cuando se llevó acabo el ensayo de P.U.S. y P.U.C.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 15: PUS y PUC piedra chancada, cantera "La Poderosa".

P.U.S. y P.U.C.				
Sin corrección por humedad				
Muestra	W molde + agregado suelto (g)=	W molde + agregado compactado (g)=	W agregado suelto (g)=	W agregado compactado (g)=
1	18960	19579	14139	14758
2	18852	19543	14031	14722
3	18972	19579	14151	14758
Corrección por humedad (0.47%)				
Muestra	W agregado suelto (g)=	W agregado compactado (g)=	P.U.S. (kg/m^3) =	P.U.C. (kg/m^3) =
1	14072.55	14688.64	1492.63	1557.98
2	13965.05	14652.81	1481.23	1554.18
3	14084.49	14688.64	1493.90	1557.98
% de absorción =		3.28%	Peso específico (kg/m^3)=	2504.35
Muestra	% Vacíos P.U.S.	% Vacíos P.U.C.	P.U.S. promedio (kg/m^3) =	P.U.C. promedio (kg/m^3) =
1	40.3%	37.7%		
2	40.7%	37.8%	1489.25	1556.71
3	40.2%	37.7%		

Fuente: Elaboración propia

En la presenta tabla se presentan los resultados de los ensayos de P.U.S. y P.U.C.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.1.5.Abrasión.

Para este ensayo se siguió la normativa NTP 400.019, trabajándose con tres muestras para la caracterización de la abrasión; la gradación escogida fue la gradación B, pues el tamaño máximo nominal del agregado fue el de ½", se hizo un lavado antes y después de someterse al tambor rotatorio; la malla de filtrado tras emplear el tambor fue la malla # 12.

Tabla 16: Ensayo de abrasión por máquina de Los Ángeles piedra chancada, cantera "La Poderosa".

Ensayo de abrasión			
Piedra chancada, cantera "La Poderosa"			
Muestra	1	2	3
W inicial	5006.5	5009	5008
W final	3956.5	3927	3863.5
Porcentaje perdido (%)	20.97%	21.60%	22.85%
Promedio			
Porcentaje perdido (%)	21.81%		
Es menor al 50%, aceptable según NTP 400.037			

Fuente: Elaboración propia

En la presenta tabla se presentan los resultados de los ensayos de abrasión para agregado grueso.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.1.6.Resumen Propiedades Piedra Chancada de ½" de la cantera "La Poderosa".

Tabla 17: Resumen propiedades piedra chancada de ½" de la cantera "La Poderosa"

Resumen propiedades agregado grueso	
Granulometría	Se comprobó que la granulometría del agregado se encuentra dentro del huso 67 establecido en la NTP 400:038
Contenido de humedad	El porcentaje de humedad al realizar el ensayo fue de 0.47%.
Peso específico y absorción	Peso específico (g/cm^3) = 2.50 Peso específico superficialmente seco (g/cm^3) = 2.59 Peso específico aparente (g/cm^3) 2.73 Absorción (%) 3.28%
Peso unitario suelto y compactado	P.U.S. promedio (kg/m^3) = 1489.25 P.U.C. promedio (kg/m^3) =1556.71
Abrasión	Porcentaje perdido (%) 21.81%

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2. Agregado Selecto de ½" de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

Este agregado grueso proviene de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", bajo la empresa "Los tres pastorcitos del hipódromo", también conocida como "cantera El Primo" ubicada en el distrito de Cerro Colorado de la ciudad de Arequipa, se caracteriza visualmente por su forma sub-redondeada.

Figura 11: Vista satelital de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"



Fuente: GOOGLE EARTH

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.1.Granulometría.

Este ensayo se llevó acabo según la norma NTP 400:012, se tomaron 3 muestras para el ensayo, comparándose con los límites superior e inferior establecidos en la norma NTP 400:038 (huso 67), los tamices empleados estuvieron de acuerdo a la norma ASTM C33, calculándose también el módulo de fineza.

Tabla 18: Ensayo granulométrico agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", muestra 1

Ensayo granulométrico					
Peso de inicial de la muestra después de secado (g)=					3759
Malla	**Abertura (mm)**	**Peso Retenido (g)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasante**
1 "	25.4	0	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 "	19.05	0	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 "	12.7	730.5	19.47%	19.47%	80.53%
3/8 "	9.53	1094.5	29.18%	48.65%	51.35%
1/4 "	6.35	1746.5	46.56%	95.21%	4.79%
# 4	4.75	105.5	2.81%	98.03%	1.97%
# 8	2.36	13.5	0.36%	98.39%	1.61%
#16	1.18	3.5	0.09%	98.48%	1.52%
Fondo		57	1.52%	100.00%	0.00%
TOTALES		3751			
		% PERDIDA DE AGREGADO =			0.21%
		TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:			1/2"
		MODULO DE FINEZA =			6.44

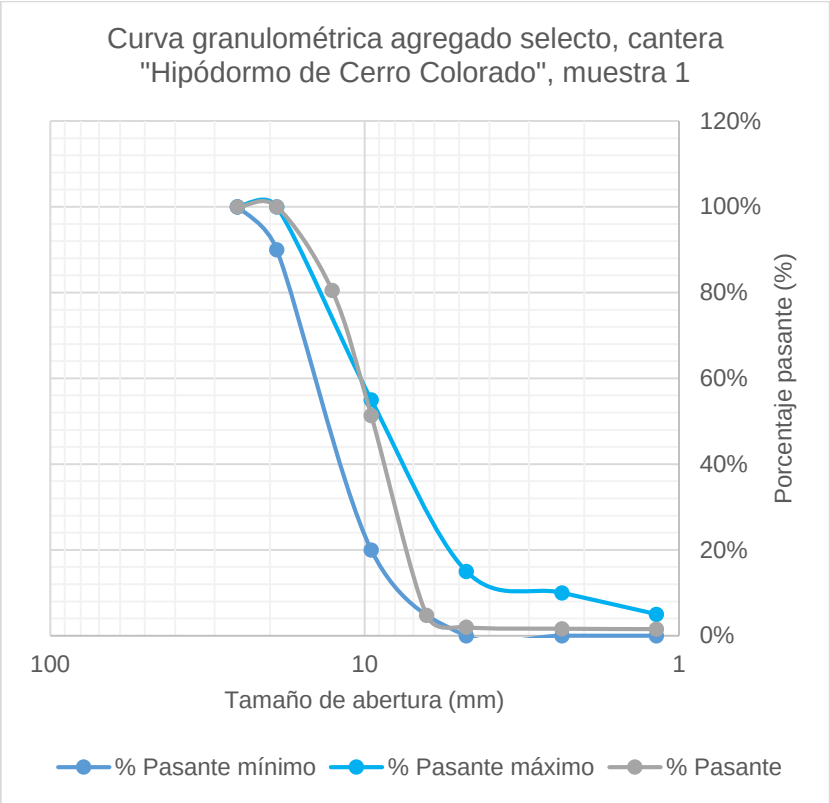
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 12: Curva granulométrica agregado selecto, cantera “Hipódromo de Cerro Colorado” muestra 1



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 19: Ensayo granulométrico agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", muestra 2

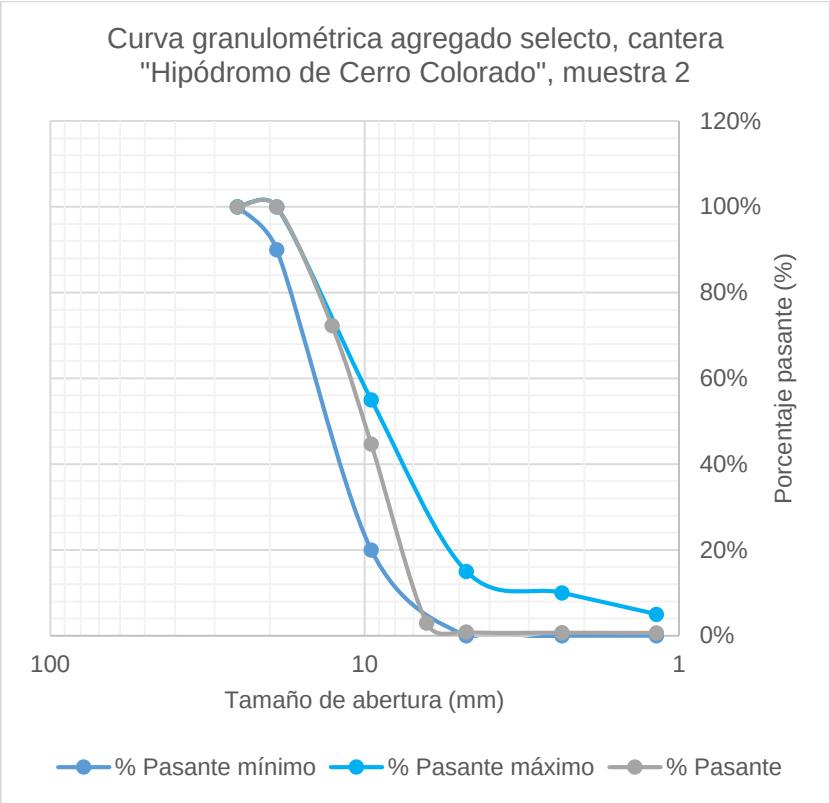
Ensayo granulométrico					
Peso de inicial de la muestra después de secado (g)=					2746
Malla	**Abertura (mm)**	**Peso Retenido (g)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasante**
1 "	25.4	0	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 "	19.05	0	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 "	12.7	761	27.73%	27.73%	72.27%
3/8 "	9.53	757.5	27.60%	55.33%	44.67%
1/4 "	6.35	1143.5	41.67%	96.99%	3.01%
# 4	4.75	58.5	2.13%	99.13%	0.87%
# 8	2.36	4.5	0.16%	99.29%	0.71%
#16	1.18	1	0.04%	99.33%	0.67%
Fondo		18.5	0.67%	100.00%	0.00%
TOTALES		2744.5			
% PERDIDA DE AGREGADO =					0.05%
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:					1/2"
MODULO DE FINEZA =					6.53

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 13: Curva granulométrica agregado selecto, cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”, muestra 2



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 20: Ensayo granulométrico agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" muestra 3

Ensayo granulométrico					
Peso de inicial de la muestra después de secado (g)=					3094.5
Malla	**Abertura (mm)**	**Peso Retenido (g)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasante**
1 "	25.4	0	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 "	19.05	16	0.52%	0.52%	99.48%
1/2 "	12.7	864.5	28.01%	28.53%	71.47%
3/8 "	9.53	884	28.65%	57.18%	42.82%
1/4 "	6.35	1199	38.85%	96.03%	3.97%
# 4	4.75	77.5	2.51%	98.54%	1.46%
# 8	2.36	7.5	0.24%	98.78%	1.22%
#16	1.18	1.5	0.05%	98.83%	1.17%
Fondo		36	1.17%	100.00%	0.00%
TOTALES		3086			
% PERDIDA DE AGREGADO =					0.27%
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:					3/4"
MODULO DE FINEZA =					6.54

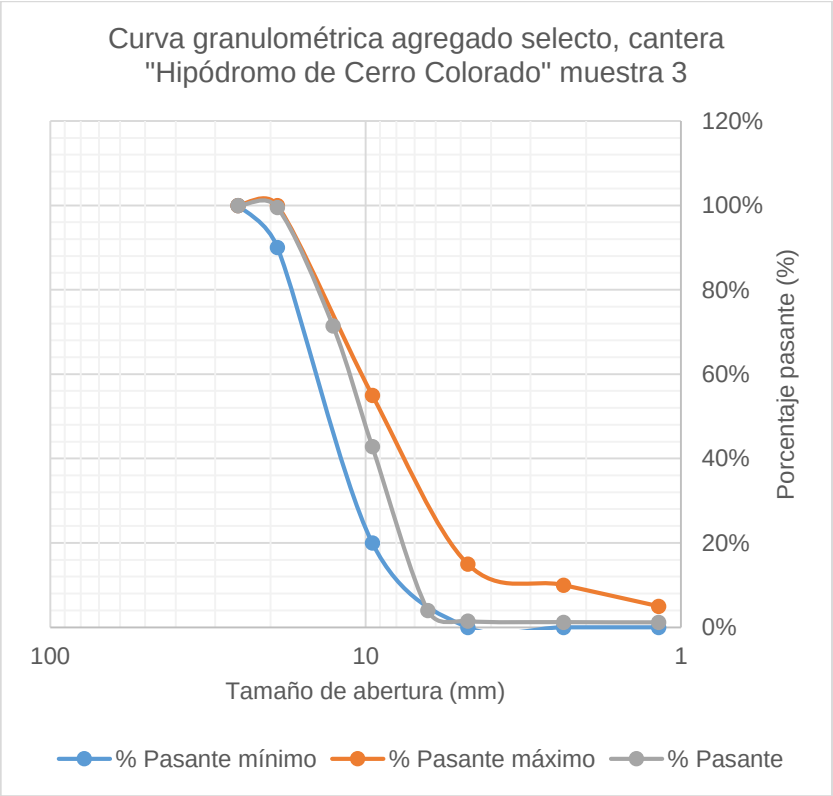
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 14: Curva granulométrica agregado selecto, cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”, muestra 3



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.2.Contenido de Humedad.

Tabla 21: Contenido de humedad agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".

Contenido de humedad			
Agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"			
	A	B	C
W muestra húmeda (g)=	2500	2500	2500
W muestra seca (g)=	2483	2484	2477
W agua (g)=	17	16	23
% Humedad	0.68%	0.64%	0.93%
Promedio=		0.75%	

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.3.Peso Específico y Absorción.

El ensayo de peso específico y absorción se llevó a cabo bajo la norma NTP 400.021, tomándose 4 resultados representativos del ensayo que estén en un rango aceptable, descartándose otras por error humano.

Tabla 22: Peso específico y absorción agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".

Ensayo peso específico y absorción				
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Peso muestra superficialmente seca (g)=	4355	4400	4390	3270
Peso muestra sumergida (g)=	2490	2530	2495	1860
Peso muestra seca (g)=	4116.9	4173.1	4116	3097
Volumen de la muestra (cm^3)=	1865	1870	1895	1410
Peso específico (g/cm^3)=	2.21	2.23	2.17	2.20
Peso específico superficialmente seco (g/cm^3)=	2.34	2.35	2.32	2.32
Peso específico aparente (g/cm^3)	2.53	2.54	2.54	2.50
Absorción (%)	5.78%	5.44%	6.66%	5.59%
Promedios				
Peso específico (g/cm^3)=	2.20			
Peos específico superficialmente seco (g/cm^3)=	2.33			
Peso específico aparente (g/cm^3)	2.53			
Absorción (%)	5.87%			

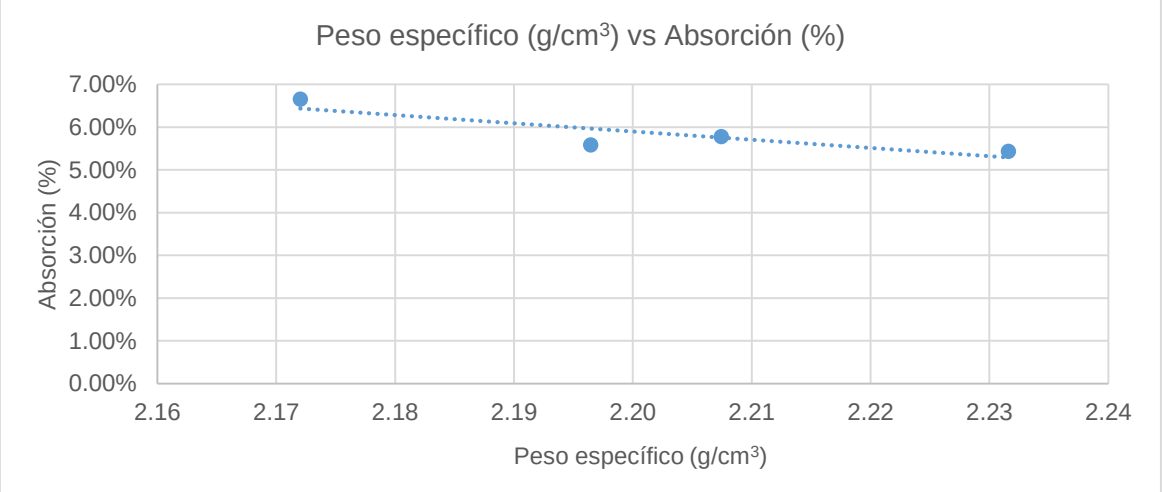
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 15: Peso específico (g/cm^3) vs Absorción (%) agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.4.Peso Unitario Suelto y Compactado.

El ensayo de peso unitario suelto y compactado se llevó a cabo bajo la norma NTP 400.017, en este caso se optó por usar un recipiente de capacidad nominal de 1/3 p^3 en lugar de 1/10 p^3 para la comodidad de la realización del ensayo y reducir el efecto de las variables que puedan afectar el resultado del ensayo. Se trabajó con el agregado sin secar porque se consideró que el contenido de humedad no afectaría los resultados del ensayo; se aplicó la corrección de humedad para el cálculo de los resultados; el volumen del recipiente se halló a través del método volumétrico. Se usaron 3 resultados de ensayos representativos para determinar el promedio.

Tabla 23: Datos recipiente P.U.S. y P.U.C. agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".

Datos recipiente P.U.S. y P.U.C.	
W molde seco (g)=	4821
W molde húmedo (g)=	4834
W vidrio (g)=	838
W agua + molde húmedo + vidrio (g)=	15083
T (°C)=	20
W agua (g)=	9411
Densidad agua a 18,3 °C (kg/m^3)=	998.54
Densidad agua a 21,1 °C (kg/m^3)=	997.97
Densidad agua a 20 °C (kg/m^3)=	998.19
Volumen del molde (cm^3)=	9428.03

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 24: P.U.S. y P.U.C. agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".

Ensayo P.U.S. y P.U.C.				
Sin corrección por humedad				
Muestra	W molde + agregado suelto (g)=	W molde + agregado compactado (g)=	W agregado suelto (g)=	W agregado compactado (g)=
1	17965	18360	13144	13539
2	17904	18301	13083	13480
3	17930	18332	13109	13511
Corrección por humedad (0.75%)				
Muestra	W agregado suelto (g)=	W agregado compactado (g)=	P.U.S. (kg/m^3) =	P.U.C. (kg/m^3) =
1	13045.42	13437.46	1383.68	1425.27
2	12984.88	13378.90	1377.26	1419.06
3	13010.68	13409.67	1380.00	1422.32
% de absorción =		5.87%	Peso específico (kg/m^3)=	2201.89
Muestra	% Vacíos P.U.S.	% Vacíos P.U.C.	P.U.S. promedio (kg/m^3) =	P.U.C. promedio (kg/m^3) =
1	37.0%	35.2%	1380.32	1422.21
2	37.3%	35.4%		
3	37.2%	35.3%		

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.5.Abrasión.

Para este ensayo se siguió la normativa NTP 400.019, trabajándose con tres muestras para la caracterización de la abrasión; la gradación escogida fue la gradación B, pues el tamaño máximo nominal del agregado fue el de ½", se hizo un lavado antes y después de someterse al tambor rotatorio; la malla de filtrado tras emplear el tambor fue la malla # 12.

Tabla 25: Ensayo de abrasión por máquina de Los Ángeles agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".

Ensayo de abrasión			
Agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"			
Muestra	1	2	3
W inicial	5005.1	5001.5	5004
W final	3215.5	3301	3303
Porcentaje perdido (%)	35.76%	34.00%	33.99%
Promedio			
Porcentaje perdido (%)	34.58%		
Es menor al 50%, aceptable según NTP 400.037			

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.6.Resumen Propiedades Cascajo de ½" de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".

Tabla 26: Resumen propiedades agregado selecto de ½" de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

Resumen de propiedades agregado grueso	
Granulometría	Se comprobó que la granulometría del agregado se encuentra dentro del huso 67 establecido en la NTP 400:038
Contenido de humedad	El porcentaje de humedad al realizar el ensayo fue de 0.75%.
Peso específico y absorción	Peso específico (g/cm^3) = 2.20 Peso específico superficialmente seco (g/cm^3) = 2.33 Peso específico aparente (g/cm^3) 2.53 Absorción (%) 5.87%
Peso unitario suelto y compactado	P.U.S. promedio (kg/m^3) = 1380.32 P.U.C. promedio (kg/m^3) =1422.21
Abrasión	Porcentaje perdido (%) 34.58%

Fuente: Elaboración propia

1.2.Caracterización del Agregado Fino

1.2.1. Arena Gruesa de la cantera "La Poderosa"

El agregado fino proviene de la cantera "La Poderosa" ubicada en el distrito de Uchumayo de la ciudad de Arequipa al igual que la piedra chancada empleada.

1.2.1.1.Granulometría.

Este ensayo se llevó acabo según la norma NTP 400:012, se tomaron 3 muestras para el ensayo, comparándose con los límites superior e inferior establecidos en la norma NTP 400:038 establecido para todos los agregados finos, los tamices empleados estuvieron de acuerdo a la norma ASTM C33, calculándose también el módulo de fineza. Previo a realizar este ensayo, se realizó un lavado de finos para el ensayo de finos pasantes a la malla #200.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 27: Ensayo granulométrico arena gruesa, cantera "La poderosa", muestra 1

Ensayo granulométrico					
Peso de inicial de la muestra después de secado antes de ensayo de malla # 200 (g)=					865.5
Finos ensayo NTP 400.018					58.9
Peso de inicial de la muestra después de secado tras ensayo de malla # 200 (g)=					806.6
Malla	**Abertura (mm)**	**Peso Retenido (g)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasante**
1/4 "	6.35	0.6	0.07%	0.07%	99.93%
# 4	4.75	8.2	0.95%	1.02%	98.98%
# 8	2.36	89.7	10.39%	11.41%	88.59%
#16	1.18	170.1	19.70%	31.11%	68.89%
# 30	0.6	187.8	21.75%	52.87%	47.13%
# 50	0.36	171.2	19.83%	72.70%	27.30%
# 100	0.15	111.8	12.95%	85.65%	14.35%
# 200	0.075	61.1	7.08%	92.73%	7.27%
(Fondo+Finos ensayo NTP 400.018)		62.8	7.27%	100.00%	0.00%
TOTALES		863.3			
% PERDIDA DE AGREGADO =					0.25%
MODULO DE FINEZA =					2.55

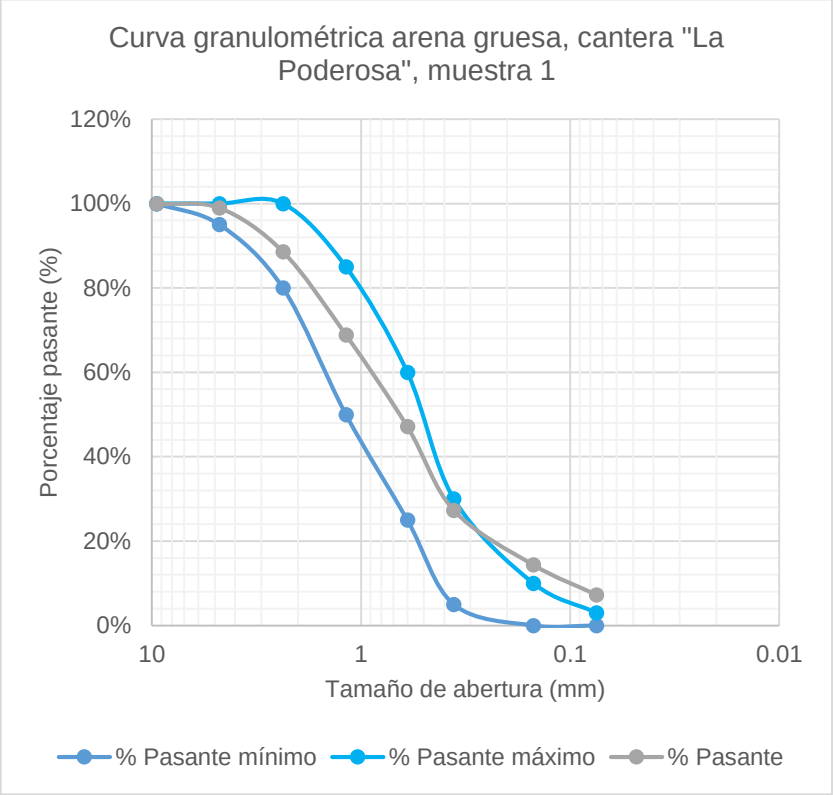
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 16: Curva granulométrica arena gruesa, cantera “La Poderosa”, muestra 1



Fuente: Elaboración propia

Si bien la curva se sale de los límites para las mallas #100 y #200, la normativa permite su uso cuando se tenga investigaciones previas que confirmen que dé buenos resultados, tal como la investigación de Choquenaira Paccosoncco (2013).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 28: Ensayo granulométrico arena gruesa, cantera "La Poderosa", muestra 2.

Ensayo granulométrico					
Peso de inicial de la muestra después de secado antes de ensayo de malla # 200 (g)=					812.5
Finos ensayo NTP 400.018					46.6
Peso de inicial de la muestra después de secado tras ensayo de malla # 200 (g)=					765.9
Malla	**Abertura (mm)**	**Peso Retenido (g)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasante**
1/4 "	6.35	0	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75	5.5	0.68%	0.68%	99.32%
# 8	2.36	65.2	8.05%	8.73%	91.27%
#16	1.18	129.2	15.96%	24.69%	75.31%
# 30	0.6	168	20.75%	45.43%	54.57%
# 50	0.36	174.3	21.53%	66.96%	33.04%
# 100	0.15	129.5	15.99%	82.95%	17.05%
# 200	0.075	74.9	9.25%	92.20%	7.80%
(Fondo + Finos ensayo NTP 400.018)		63.15	7.80%	100.00%	0.00%
TOTALES		809.75			
% PERDIDA DE AGREGADO =					0.34%
MODULO DE FINEZA =					2.29

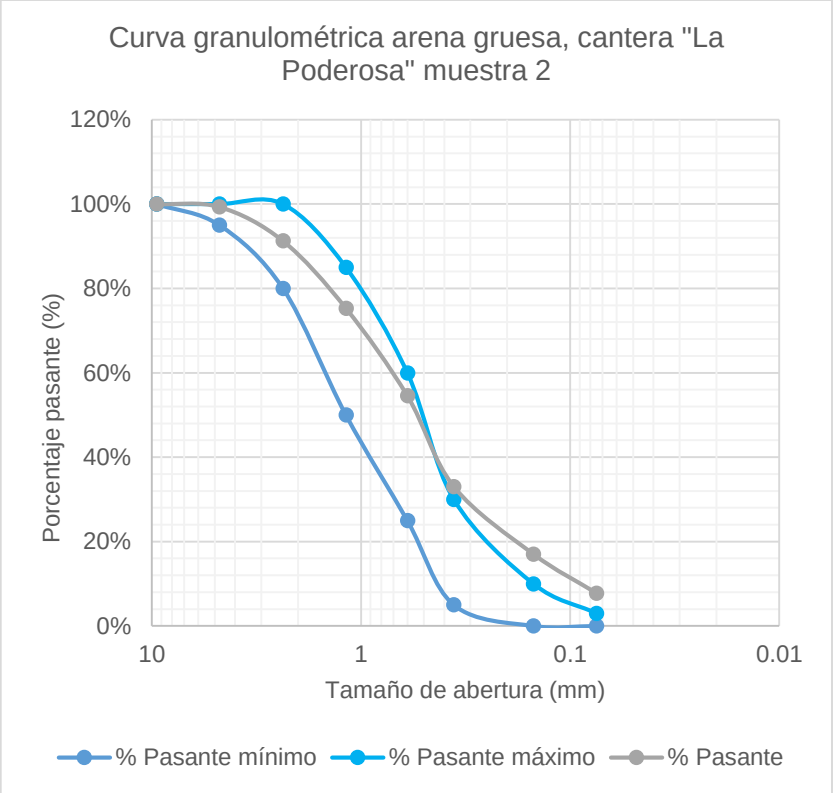
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 17: Curva granulométrica arena gruesa, cantera “La Poderosa” muestra 2



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 29: Ensayo granulométrico arena gruesa, cantera "La Poderosa", muestra 3.

Ensayo granulométrico					
Peso de inicial de la muestra después de secado antes de ensayo de malla # 200 (g)=					997
Finos ensayo NTP 400.018					67.7
Peso de inicial de la muestra después de secado tras ensayo de malla # 200 (g)=					929.3
Malla	**Abertura (mm)**	**Peso Retenido (g)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasante**
1/4 "	6.35	0	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75	5.4	0.54%	0.54%	99.46%
# 8	2.36	80.6	8.13%	8.68%	91.32%
#16	1.18	165.8	16.73%	25.40%	74.60%
# 30	0.6	209.1	21.09%	46.49%	53.51%
# 50	0.36	220.4	22.23%	68.73%	31.27%
# 100	0.15	149	15.03%	83.76%	16.24%
# 200	0.075	79	7.97%	91.73%	8.27%
(Fondo + Finos ensayo NTP 400.018)		82	8.27%	100.00%	0.00%
TOTALES		991.3			
% PERDIDA DE AGREGADO =					0.57%
MODULO DE FINEZA =					2.34

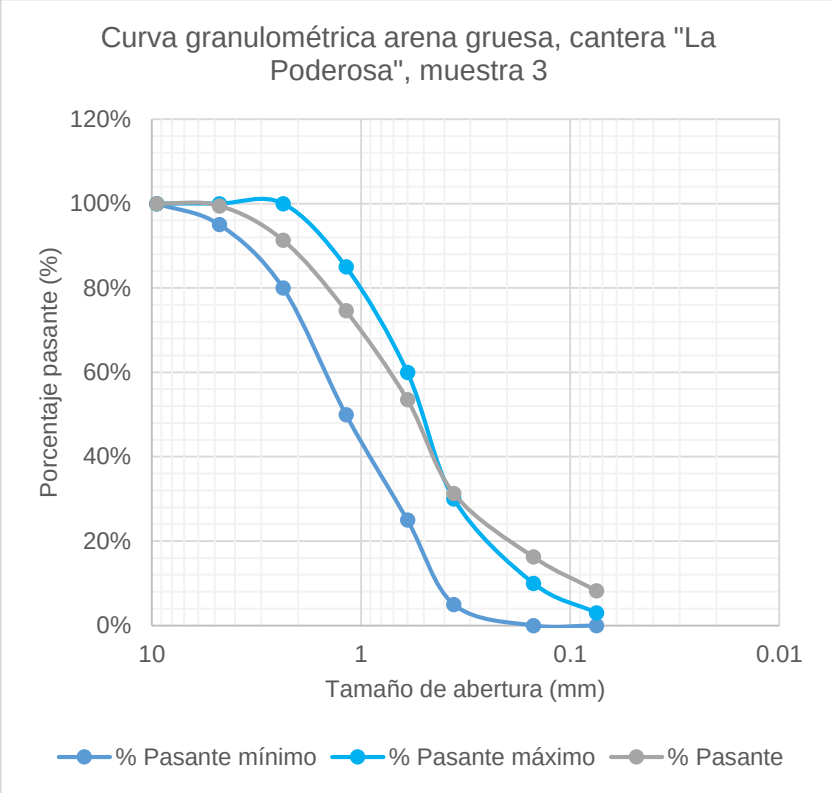
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 18: Curva granulométrica arena gruesa, cantera "La Poderosa" muestra 3.



Fuente: Elaboración propia

1.2.1.2.Contenido de Humedad.

Tabla 30: Contenido de humedad arena gruesa, cantera "La Poderosa".

Contenido de humedad			
Arena gruesa, cantera "La Poderosa".			
	A	B	C
W muestra húmeda (g)=	500	500	500
W muestra seca (g)=	499.7	499.6	499.4
W agua (g)=	0.3	0.4	0.6
% Humedad	0.06%	0.08%	0.12%
Promedio=		0.09%	

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.2.1.3.Material Más Fino que la Malla #200.

Se ensayó según la NTP 400.018, tomándose 3 muestras para determinar un promedio; las muestras empleadas para este ensayo fueron posteriormente usadas para el ensayo granulométrico.

Tabla 31: Material más fino que la malla #200 arena gruesa, cantera "La Poderosa".

Material más fino que la malla #200			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de inicial de la muestra después de secado antes de ensayo de malla # 200 (g)=	865.5	812.5	997
Peso de inicial de la muestra después de secado tras ensayo de malla # 200 (g)=	806.6	765.9	929.3
Finos menores malla # 200 (g)=	58.9	46.6	67.7
% Finos menores malla # 200	6.81%	5.74%	6.79%
Promedio		6.44%	

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.2.1.4.Peso Específico y Absorción.

El ensayo de peso específico y absorción se llevó a cabo bajo la norma NTP 400.022, tomándose 5 muestras representativas del ensayo.

Tabla 32: Peso específico y absorción arena gruesa, cantera "La Poderosa".

Peso específico y absorción					
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Peso fiola (g)=	156.5	156.5	156.5	155.31	150.44
Peso muestra superficialmente seca (g)=	500	500	500	500	500
Peso fiola llena de agua (g)=	653.98	654.2	654.2	651.92	645.32
Peso muestra+fiola + agua (g)=	957.33	953.1	957.2	955.63	948.83
Peso muestra seca (g)=	487.46	490.2	491.3	492.1	493.1
Peso del agua (g)=	300.83	296.6	300.7	300.32	298.39
Volumen del picnómetro (cm^3)=	500	500	500	500	500
Peso específico seco (g/cm^3)=	2.45	2.41	2.47	2.46	2.45
Peso específico superficialmente seco (g/cm^3)=	2.51	2.46	2.51	2.50	2.48
Peso específico aparente (g/cm^3)=	2.61	2.53	2.58	2.57	2.53
Absorción (%)=	2.57%	2.00%	1.77%	1.61%	1.40%
Promedios					
Peso específico seco (g/cm^3)=	2.45				
Peso específico superficialmente seco (g/cm^3)=	2.49				
Peso específico aparente (g/cm^3)=	2.56				
Absorción (%)=	1.87%				

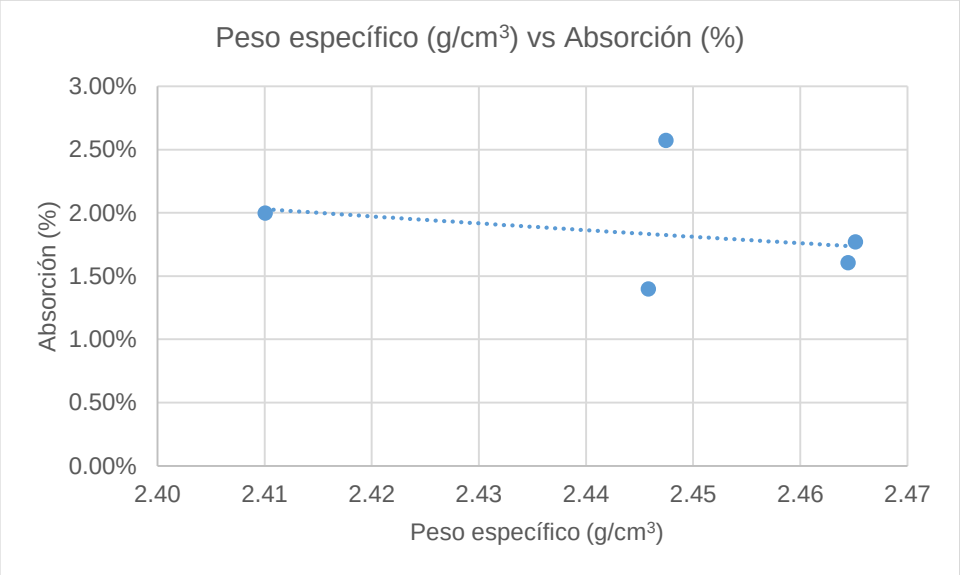
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 19: Peso específico (g/cm^3) vs Absorción (%) arena gruesa, cantera "La Poderosa".



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.2.1.5.Peso Unitario Suelto y Compactado.

El ensayo de peso unitario suelto y compactado se llevó a cabo bajo la norma NTP 400.017, en este caso se optó por usar un recipiente de capacidad nominal de 1/10 p^3 por el tamaño del agregado. Se trabajó con el agregado sin secar porque se consideró que el contenido de humedad no afectaría los resultados del ensayo; se aplicó la corrección de humedad para el cálculo de los resultados; el volumen del recipiente se halló a través del método volumétrico. Se usaron 3 resultados de ensayos representativos para determinar el promedio.

Tabla 33: Datos recipiente P.U.S. y P.U.C. arena gruesa, cantera "La Poderosa".

Datos recipiente P.U.S. y P.U.C	
W molde seco (g)=	1614
W molde húmedo (g)=	1618
W vidrio (g)=	786.5
W agua + molde húmedo + vidrio (g)=	5241.33
T (°C)=	20.5
W agua (g)=	2836.83
Densidad agua a 18,3 °C (kg/m^3)=	998.54
Densidad agua a 21,1 °C (kg/m^3)=	997.97
Densidad agua a 20.5 °C (kg/m^3)=	998.09
Volumen del molde (cm^3)=	2842.26

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 34: P.U.S. y P.U.C. arena gruesa, cantera "La Poderosa".

		Ensayo P.U.S. y P.U.C.		
Sin corrección por humedad				
Muestra	W molde + agregado suelto (g)=	W molde + agregado compactado (g)=	W agregado suelto (g)=	W agregado compactado (g)=
1	5955	6449.5	4341	4835.5
2	5960.5	6434	4346.5	4820
3	5976.5	6432	4362.5	4818
Corrección por humedad (0.09%)				
Muestra	W agregado suelto (g)=	W agregado compactado (g)=	P.U.S. (kg/m^3) =	P.U.C. (kg/m^3) =
1	4337.09	4831.15	1525.93	1699.76
2	4342.59	4815.66	1527.87	1694.31
3	4358.57	4813.66	1533.49	1693.61
% de absorción =		1.87%	Peso específico (kg/m^3)=	2446.57
Muestra	% Vacíos P.U.S.	% Vacíos P.U.C.	P.U.S. promedio (kg/m^3) =	P.U.C. promedio (kg/m^3) =
1	37.5%	30.4%	1529.10	1695.89
2	37.4%	30.6%		
3	37.2%	30.6%		

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.2.1.6.Impurezas Orgánicas.

Este ensayo se llevó acabo según la norma NTP 400:024, se tomaron 3 muestras para el ensayo, los colores superficiales tras la aplicación de la solución de hidróxido de sodio eran similares al color N°1 de la placa orgánica; el agregado se considera cualitativamente apto por ser más claro que el color N°3.

1.2.1.7.Resumen Propiedades Arena Gruesa de la cantera "La Poderosa"

Tabla 35: Resumen propiedades arena gruesa de la cantera "La Poderosa"

Resumen propiedades agregado fino	
Granulometría	Se comprobó que la granulometría del agregado fino se encuentra dentro de los parámetros establecido en la NTP 400:038, siendo necesaria la verificación de las partículas más finas según norma
Contenido de humedad	El porcentaje de humedad al realizar el ensayo fue de 0.09%.
Peso específico y absorción	Peso específico (g/cm^3) = 2.45 Peso específico superficialmente seco (g/cm^3) = 2.49 Peso específico aparente (g/cm^3) 2.56 Absorción (%) 1.87%
Peso unitario suelto y compactado	P.U.S. promedio (kg/m^3) = 1529.10 P.U.C. promedio (kg/m^3) =1695.89
Impurezas orgánicas	Se determinó cualitativamente apto por la claridad en el ensayo.

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.3.Caracterización de la Diatomita

1.3.1. Diatomita de la Cantera de Pocsi

1.3.1.1.Granulometría.

Este ensayo se llevó acabo según la norma NTP 400:012, se tomaron 3 muestras para el ensayo, los tamices empleados estuvieron de acuerdo a la norma ASTM C33.

Tabla 36: Ensayo granulométrico diatomita de Pocsi muestra 1

Ensayo granulométrico					
Peso de inicial de la muestra después de secado (g)=					540.5
Malla	**Abertura**	**Peso Retenido**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasante**
	(mm)	**(g)**			
1/4 "	6.35	46	8.53%	8.53%	91.47%
# 4	4.75	36	6.67%	15.20%	84.80%
# 8	2.36	90	16.68%	31.88%	68.12%
#16	1.18	123.5	22.89%	54.77%	45.23%
# 30	0.6	107	19.83%	74.61%	25.39%
# 50	0.36	122.5	22.71%	97.31%	2.69%
# 100	0.15	12	2.22%	99.54%	0.46%
# 200	0.075	1	0.19%	99.72%	0.28%
Fondo		1.5	0.28%	100.00%	0.00%
TOTALES		539.5			
% PERDIDA DE AGREGADO =					0.19%
MODULO DE FINEZA =					3.82

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 37: Ensayo granulométrico diatomita de Pocsi muestra 2

Ensayo granulométrico					
Peso de inicial de la muestra después de secado (g)=					422.5
Malla	**Abertura**	**Peso Retenido**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasante**
	(mm)	**(g)**			
1/4 "	6.35	33	7.88%	7.88%	92.12%
# 4	4.75	31	7.40%	15.27%	84.73%
# 8	2.36	84	20.05%	35.32%	64.68%
#16	1.18	80.5	19.21%	54.53%	45.47%
# 30	0.6	77.5	18.50%	73.03%	26.97%
# 50	0.36	93.5	22.32%	95.35%	4.65%
# 100	0.15	14.5	3.46%	98.81%	1.19%
# 200	0.075	3	0.72%	99.52%	0.48%
Fondo		2	0.48%	100.00%	0.00%
TOTALES		419			
% PERDIDA DE AGREGADO =					0.83%
MODULO DE FINEZA =					3.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Ensayo granulométrico diatomita de Pocsi muestra 3

Ensayo granulométrico					
Peso de inicial de la muestra después de secado (g)=					536.9
Malla	**Abertura**	**Peso Retenido**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasante**
	(mm)	**(g)**			
1/4 "	6.35	39.9	7.49%	7.49%	92.51%
# 4	4.75	35.2	6.61%	14.10%	85.90%
# 8	2.36	90.1	16.92%	31.02%	68.98%
#16	1.18	84.3	15.83%	46.85%	53.15%
# 30	0.6	71.3	13.39%	60.24%	39.76%
# 50	0.36	200.5	37.65%	97.90%	2.10%
# 100	0.15	10.5	1.97%	99.87%	0.13%
# 200	0.075	0.4	0.08%	99.94%	0.06%
Fondo		0.3	0.06%	100.00%	0.00%
TOTALES		532.5			
% PERDIDA DE AGREGADO =					0.82%
MODULO DE FINEZA =					3.57

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En las tablas de arriba se muestra el porcentaje pasante de la diatomita de Pocsi en un estado de “molido” artesanal, tal como suelen utilizarla los habitantes de la zona, para usarla como insecticida natural. Se usó la máquina de Los Ángeles para moler la diatomita y que esta tenga el tamaño adecuado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.3.1.2.Contenido de Humedad.

Tabla 39: Contenido de humedad diatomita de Pocsi

Contenido de humedad			
	Diatomita		
	A	B	C
W muestra húmeda (g)=	500	500	500
W muestra seca (g)=	464.6	463.3	464.2
W agua (g)=	35.4	36.7	35.8
% Humedad	7.62%	7.92%	7.71%
Promedio=	7.75%		

Fuente: Elaboración propia

1.3.1.3.Peso Unitario Suelto y Compactado.

El ensayo de peso unitario suelto y compactado se llevó a cabo bajo la norma NTP 400.017, en este caso se optó por usar un recipiente de capacidad nominal de 1/10 p^3 por el tamaño del agregado. Se trabajó con el agregado seco porque se consideró que el contenido de humedad afectaría los resultados del ensayo; el volumen del recipiente se halló a través del método volumétrico. Se usaron 3 resultados de ensayos representativos para determinar el promedio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 40: Datos recipiente P.U.S. y P.U.C. diatomita

Datos recipiente P.U.S. y P.U.C.	
W molde seco (g)=	1647
W molde húmedo (g)=	1656
W vidrio (g)=	840
W agua + molde húmedo + vidrio (g)=	5308.00
T (°C)=	20.5
W agua (g)=	2812.00
Densidad agua a 18,3 °C (kg/m^3)=	998.54
Densidad agua a 21,1 °C (kg/m^3)=	997.97
Densidad agua a 20.5 °C (kg/m^3)=	998.09
Volumen del molde (cm^3)=	2817.38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: P.U.S. y P.U.C. diatomita

Ensayo P.U.S. y P.U.C.				
Con corrección por humedad				
Muestra	W molde + agregado suelto (g)=	W molde + agregado compactado (g)=	W agregado suelto (g)=	W agregado compactado (g)=
1	3089	3347.5	1442	1700.5
2	3102.5	3342	1455.5	1695
3	3093.5	3329.5	1446.5	1682.5
Muestra	P.U.S. (kg/m^3) =	P.U.C. (kg/m^3) =	P.U.S. promedio (kg/m^3) =	P.U.C. promedio(kg/m^3) =
1	511.82	603.58	513.95	600.80
2	516.62	601.62		
3	513.42	597.19		

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO V

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1. **Diseño de mezclas**

Las proporciones de la mezcla se determinaron según la norma de diseño ACI 237.R para concreto autocompactante; la norma propone el uso de las recomendaciones del ACI 211.1 y el ACI 301. El ACI 237R presta especial atención al tamaño del agregado grueso (el cuál debe ser igual o menor a 1/2 pulgada y el uso de superplastificante para la elaboración de concreto autocompactante).

El diseño bajo este método se sustenta en enfocarse primero en la resistencia de diseño, luego ajustar las proporciones aplicando parte del método “racional” de diseño para concretos autocompactantes, es decir, primero se determina la resistencia del concreto a producir, junto con una estimación de la relación agua y material cementante inicial (usualmente según el ACI 211.1) para después aplicar las recomendaciones para concretos autocompactantes según el ACI 237 R (relación agua y material cementante recomendada, porcentaje de volumen de agregado grueso, volumen de pasta , volumen de mortero).

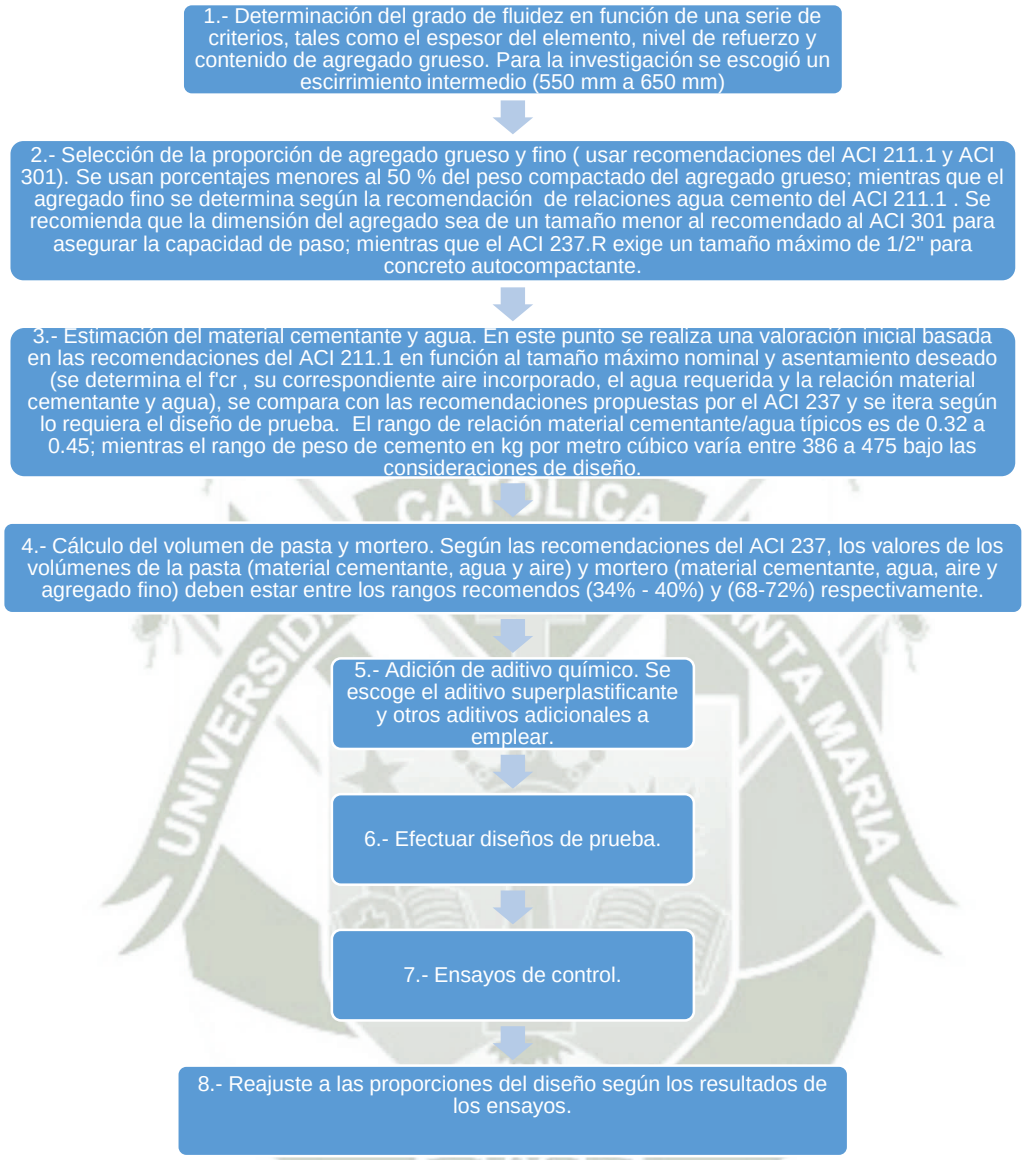
Al contemplar un proceso iterativo, el ACI 237 R sugiere realizar diseños de prueba para determinar que el diseño escogido cumpla con las condiciones de concreto autocompactante, capacidad de paso y capacidad de relleno, además de la segregación. En este capítulo se plantearon esos diseños de prueba (3 diseños por combinación de tipo de cemento, resistencia de diseño y tipo de agregado), en el capítulo de resultados se analizaron las propiedades de concreto autocompactante y se escogieron los diseños para adicionarles diatomita. Al ser un proceso repetitivo se puso un ejemplo de diseño de concreto autocompactante junto con un cuadro resumen de las proporciones escogidas por diseño, los procesos de diseño están en los anexos.

Los pasos para diseño de concreto autocompactante según el ACI 237 R son:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 20: Secuencia de diseño ACI 237R



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1. Diseños de prueba

1.1.1. Diseños de Prueba Cemento Yura Tipo IP

Agregado piedra chancada de "La Poderosa"

Para todos los diseños f'c= 245kgf/cm^2 piedra chancada

Tabla 42: Paso común 1 diseño cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 1 REQUISITOS DE ESCURRIMIENTO DE ACUERDO A ACI 237	
NIVEL DE REFUERZO	MEDIO
COMPLEJIDAD DE LA FORMA DEL ELEMENTO	BAJO
PROFUNDIDAD DEL ELEMENTO	MEDIO
IMPORTANCIA DEL ACABADO DE LA CAPA SUPERFICIAL	BAJA
LONGITUD DEL ELEMENTO	MEDIO
ESPESOR DE PARED	MEDIO
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	MEDIO
ENERGÍA DE COLOCACIÓN	MEDIO
SELECCIÓN DE ESCURRIMIENTO	<550 mm 550 mm a 650 mm >650mm

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se escoge el escurrimiento en base a los requisitos del elemento a vaciar.

Tabla 43: Paso común 2 diseño cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 SELECCIÓN DE AGREGADO GRUESO DE ACUERDO A ACI 211.1 Y 301		
DATOS DEL ELEMENTO		COLUMNA
1/3 DEL ESPESOR DE LAS LOSAS (10 cm)		3.9"
3/4 DEL ESPACIO LIBRE ENTRE VARILLAS (4 cm según caja en L)		1.2"
RECOMENDACIÓN NORMA		1/2 "
1/5 DE LA MENOR DIMENSIÓN DEL MOLDE (6.5 cm según embudo en V)		0.51"
DATOS DE DISEÑO		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO
RESISTENCIA F'C	kgf/ cm2	245
NO SE TIENEN DATOS DE MUESTRAS ANTERIORES (F'CR=F'C+84)		
RESISTENCIA F'CR	kgf/ cm2	329
SLUMP (SEGÚN TIPO DE ELEMENTO)	pulgada	2"-4"

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la tabla anterior se verifica si el tamaño del agregado es el adecuado para la elaboración del concreto según el ACI 211.1 y ACI 301; a su vez se determina el f'cr de diseño recomendado.

Para diseño #1 F'c= 245kgf/cm^2 Piedra Chancada

Tabla 44: Paso específico 1 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		PIEDRA CHANCADA 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.5025*	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m3	1556.71	782.25

Fuente: Elaboración propia

*Se probó con valores ligeramente más grandes por error de proceso de datos, se mantuvo por dar buenos resultados.

En esta tabla se propone un factor para el agregado grueso, usualmente menor o igual a 0.5.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 45: Paso específico 2 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	280	0.57	
LIMITE SUPERIOR	350	0.48	
F'CR	329	0.507	
PESO CEMENTO/m3	kg	426.04	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	NO CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.407
VOLUMEN DE AGUA	L	173.40	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m3)	Volumen (m3)
AGUA	173.40	1000	0.173
AGREGADO GRUESO	782.25	2504.35	0.312
AGREGADO FINO	824.72	2446.57	0.337
CEMENTO	426.04	2800	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se propone un volumen inicial de agua, contenido de aire, según recomendaciones del ACI 211.1; se interpola el f'cr para halla una relación a/c de entrada, se verifica si cumple la recomendación del peso de cemento. A través de iteraciones se busca una relación a/c que satisfaga las recomendaciones del ACI.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 46: Paso específico 3 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237 PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.312	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.351	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.688	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.407	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	426.04	SI

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se verifica si cumple las recomendaciones del ACI 237.

Tabla 47: Paso específico 4 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	3.28%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.09%
PESO HÚMEDO	782.95	BALANCE DE AGUA	-3.19%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.09%
PESO HÚMEDO	825.44	BALANCE DE AGUA	-1.78%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-24.92
AGREGADO FINO			-14.70
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			-39.62
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			17.34
AGUA EFECTIVA			195.68

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se realiza la corrección por humedad de los agregados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 48: Paso específico 5 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La poderosa" f'c=245kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	195.68	1000.00	0.196
AGREGADO GRUESO	782.95	2504.35	0.313
AGREGADO FINO	825.44	2446.57	0.337
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	8.52	2%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se presenta el diseño de prueba.

Los demás diseños se encuentran en los anexos, se presentará los pasos de diseño común y luego los pasos específicos para los 3 diseños de prueba.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 49: Resumen de diseños de prueba con cemento Yura Tipo IP

Resumen diseños de prueba cemento Yura Tipo IP												
Tipo de cemento	Cemento Yura Tipo IP											
Resistencia de diseño	f'c= 245 kgf/cm2						f´c= 350 kgf/cm2					
Tipo de agregado	Piedra Chancada			Agregado selecto			Piedra Chancada			Agregado selecto		
Diseño	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Elemento escogido para parámetros de diseño	Columna											
Tamaño recomendado del agregado grueso	1/2"											
F'cr	329 kgf/cm2						434 kgf/cm2					
P.U.C. agregado grueso	1556.71 kg/m3			1422.21 kg/m3			1556.71 kg/m3			1422.21 kg/m3		
Factor peso esp. Agregado grueso	0.5025	0.492	0.5	0.453	0.453	0.48	0.465	0.5	0.48	0.45	0.45	0.49
kg por m3 de agregado grueso	782.25	765.9	778.4	644.3	644.3	682.7	723.87	778.35	747.2	640	640	696.88
Aire atrapado	2.50%											
Volumen de agua (L)	216						216					
Relacion agua cemento inicial	0.507			0.507			0.39			0.39		
Peso cemento	426.04			426.04			549.9			549.9		
Nueva relación agua cemento	0.407	0.44	0.42	0.45	0.42	0.41	0.35	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32
Nuevo volumen de agua (L)	173.4	187.5	178.9	191.7	178.9	174.7	192.46	181.5	181.5	181.5	175.97	175.97
Volumen agregado grueso	0.312	0.306	0.311	0.293	0.293	0.31	0.289	0.311	0.298	0.291	0.291	0.316
Volumen cemento	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196
Volumen agregado fino	0.337	0.33	0.333	0.339	0.351	0.338	0.297	0.286	0.299	0.306	0.312	0.286
Porcentaje de superplastificante	2%			2%			2%			2%		
Pesos tras corrección volumétrica por humedad y adición superplastificante												
AGUA	195.68	207.5	200.4	220.3	209.3	206.9	196.01	186.77	186.3	201	196.15	198.37
AGREGADO GRUESO	782.95	766.6	779.1	649.1	649.1	687.8	731.11	786.14	754.7	646.4	646.4	703.85
AGREGADO FINO	825.44	807	815.7	829	860.3	828	734.14	707.56	738.3	757.3	770.92	707.08
CEMENTO	426.04	426	426	426	426	426	549.9	549.9	549.9	549.9	549.9	549.9

AIRE												
SUPERPLASTIFICANTE	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.521	10.98	10.98	10.98	10.98	10.98	10.998
DIATOMITA	Aún no se adiciona diatomita en reemplazo de cemento en esta etapa, primero se escoge el diseño.											

Fuente: Elaboración propia

En la tabla superior se pueden apreciar los parámetros para el diseño de mezcla de los diseños de prueba de concreto autocompactante con cemento Yura Tipo IP.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Diseños de prueba cemento Yura Tipo IP

Diseños de prueba cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”

F’c 245

Tabla 50: Diseño de prueba #1 cemento Yura Tipo IP f’c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”

DISEÑO DE PRUEBA #1 CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA “HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO”				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	kg/0.02m^3
AGUA	220.26	1000	0.239	4.4052
AGREGADO GRUESO	649.11	2201.89	0.295	12.9822
AGREGADO FINO	828.96	2446.57	0.339	16.5792
CEMENTO	426.04	2800	0.152	8.5208
AIRE		2.50%	0.025	0
SUPERPLASTIFICANTE	8.52	2%		0.1704
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se aprecia un resumen del diseño de prueba.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 51: Diseño de prueba #2 cemento Yura Tipo IP f'c=245kgf/cm^2 IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑO DE PRUEBA # 2 CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	209.31	1000	0.209	4.1862
AGREGADO GRUESO	649.11	2201.89	0.295	12.9822
AGREGADO FINO	860.26	2446.57	0.352	17.2052
CEMENTO	426.04	2800	0.152	8.5208
AIRE		2.50%	0.025	0
SUPERPLASTIFICANTE	8.52	2%		0.1704
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Diseño de prueba #3 cemento Yura Tipo IP f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑO DE PRUEBA # 3 CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	kg/0.02m^3
AGUA	206.86	1000	0.207	4.1372
AGREGADO GRUESO	687.8	2201.89	0.312	13.756
AGREGADO FINO	827.99	2446.57	0.338	16.5598
CEMENTO	426.04	2800	0.152	8.5208
AIRE		2.50%	0.025	0
SUPERPLASTIFICANTE	8.5208	2%		0.170416
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

*Nota: La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

F’c 350

Tabla 53: Diseño de prueba #1 cemento Yura Tipo IP f’c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”

DISEÑO DE PRUEBA # 1 CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA “HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO”				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	kg/0.02m^3
AGUA	200.98	1000	0.201	4.0196
AGREGADO GRUESO	646.4	2201.89	0.294	12.928
AGREGADO FINO	757.33	2446.57	0.31	15.1466
CEMENTO	549.9	2800	0.196	10.998
AIRE		2.50%	0.025	0
SUPERPLASTIFICANTE	10.98	2.00%		0.2196
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54: Diseño de prueba #2 cemento Yura Tipo IP f’c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”

DISEÑO DE PRUEBA # 2 CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA “HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO”				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	kg/0.02m^3
AGUA	196.15	1000	0.196	3.923
AGREGADO GRUESO	646.4	2201.89	0.294	12.928
AGREGADO FINO	770.92	2446.57	0.315	15.4184
CEMENTO	549.9	2800	0.196	10.998
AIRE		2.50%	0.025	0
SUPERPLASTIFICANTE	10.998	2.00%		0.21996
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 55: Diseño de prueba #3 cemento Yura Tipo IP f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑO DE PRUEBA # 3 CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	kg/0.02m^3
AGUA	198.37	1000	0.198	3.9674
AGREGADO GRUESO	703.85	2201.89	0.32	14.077
AGREGADO FINO	707.08	2446.57	0.289	14.1416
CEMENTO	549.9	2800	0.196	10.998
AIRE		2.50%	0.025	0
SUPERPLASTIFICANTE	10.998	2.00%		0.21996
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

*Nota: La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Diseños de prueba cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa"

F'c 245

Tabla 56: Diseño de prueba #1 cemento Yura Tipo IP f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

DISEÑO DE PRUEBA # 1 CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	kg/0.02m^3
AGUA	195.68	1000.00	0.196	3.914
AGREGADO GRUESO	782.95	2504.35	0.313	15.659
AGREGADO FINO	825.44	2446.57	0.337	16.509
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152	8.521
AIRE		2.5%	0.025	0
SUPERPLASTIFICANTE	8.52	2%		0.170
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 57: Diseño de prueba #2 cemento Yura Tipo IP f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

DISEÑO DE PRUEBA # 2 CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	kg/0.02m^3
AGUA	207.48	1000	0.207	4.1496
AGREGADO GRUESO	766.59	2504.35	0.306	15.3318
AGREGADO FINO	806.99	2446.57	0.33	16.1398
CEMENTO	426.04	2800	0.152	8.5208
AIRE		2.50%	0.025	0
SUPERPLASTIFICANTE	8.52	2%		0.1704
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58: Diseño de prueba #3 cemento Yura Tipo IP f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

DISEÑO DE PRUEBA # 3 CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	200.37	1000	0.2	4.0074
AGREGADO GRUESO	779.05	2504.35	0.311	15.581
AGREGADO FINO	815.68	2446.57	0.333	16.3136
CEMENTO	426.04	2800	0.152	8.5208
AIRE		2.50%	0.025	0
SUPERPLASTIFICANTE	8.52	2%		0.1704
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

*Nota: La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

F’c 350

Tabla 59: Diseño de prueba #1 cemento Yura Tipo IP F’c=350kgf/cm^2 piedra chancada de “La Poderosa”

DISEÑO DE PRUEBA # 1 CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE “LA PODEROSA”				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	196.01	1000	0.196	3.9202
AGREGADO GRUESO	731.11	2504.35	0.292	14.6222
AGREGADO FINO	734.14	2446.57	0.3	14.6828
CEMENTO	549.9	2800	0.196	10.998
AIRE		2.50%	0.025	0
SUPERPLASTIFICANTE	10.98	2%		0.2196
DIATOMITA	0	0		0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Diseño de prueba #2 cemento Yura Tipo IP f’c=350kgf/cm^2 piedra chancada de “La Poderosa”

DISEÑO DE PRUEBA # 2 CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE “LA PODEROSA”				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	186.77	1000	0.187	3.7354
AGREGADO GRUESO	786.14	2504.35	0.314	15.7228
AGREGADO FINO	707.56	2446.57	0.289	14.1512
CEMENTO	549.9	2800	0.196	10.998
AIRE		2.50%	0.025	0
SUPERPLASTIFICANTE	10.98	2.00%		0.2196
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 61: Diseño de prueba #3 cemento Yura Tipo IP f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

DISEÑO DE PRUEBA # 3 CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	kg/0.02m^3
AGUA	186.26	1000	0.186	4.0298
AGREGADO GRUESO	754.69	2504.35	0.301	14.9444
AGREGADO FINO	738.28	2446.57	0.302	14.6194
CEMENTO	549.9	2800	0.196	10.998
AIRE		2.50%	0.025	0
SUPERPLASTIFICANTE	10.98	2%		0.21996
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

*Nota: La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

1.1.2. Diseños de Prueba Cemento Frontera GU

Diseños de prueba cemento Frontera GU

Diseños de prueba cemento Frontera GU agregado selecto, cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”

Tabla 62: Resumen de diseños de prueba con cemento Frontera GU

Resumen diseños de prueba cemento Frontera GU												
Tipo de cemento	Cemento Frontera GU											
Resistencia de diseño	f'c= 245 kgf/cm2						f´c= 350 kgf/cm2					
Tipo de agregado	Piedra Chancada			Agregado selecto			Piedra Chancada			Agregado selecto		
Diseño	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Elemento escogido para parámetros de diseño	Columna											
Tamaño recomendado del agregado grueso	1/2"											
F'cr	329 kgf/cm2						434 kgf/cm2					
P.U.C. agregado grueso	1556.71 kg/m3			1422.21 kg/m3			1556.71 kg/m3			1422.21 kg/m3		
Factor peso esp. Agregado grueso	0.5	0.49	0.46	0.48	0.49	0.49	0.5	0.48	0.46	0.5	0.46	0.435
kg por m3 de agregado grueso	782.35	762.8	716.09	682.66	696.88	696.88	782.35	747.22	716.09	711.11	654.22	618.66
Aire atrapado	2.50%											
Volumen de agua (L)	216						216					
Relacion agua cemento inicial	0.507			0.507			0.39			0.39		
Peso cemento	426.04			426.04			549.9			549.9		
Nueva relación agua cemento	0.45	0.43	0.45	0.45	0.45	0.39	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.39
Nuevo volumen de agua (L)	191.72	183.2	191.72	191.72	191.72	166.15	181.47	181.47	175.97	175.97	175.97	214.46
Volumen agregado grueso	0.311	0.305	0.286	0.31	0.316	0.316	0.311	0.298	0.286	0.323	0.297	0.281
Volumen cemento	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196
Volumen agregado fino	0.32	0.335	0.345	0.321	0.315	0.34	0.286	0.299	0.317	0.28	0.306	0.283
Porcentaje de superplastificante	1.5%			1.5%			1.5%			1.5%		

Pesos tras corrección volumétrica por humedad y adición superplastificante

AGUA	141.7	131	135.49	153.82	155.69	128.29	138.31	135.2	126.21	148.27	140.8	177.39
AGREGADO GRUESO	779.68	764.1	717.3	686.28	700.58	700.58	779.68	748.49	717.3	714.88	657.69	621.94
AGREGADO FINO	853.38	892.6	919.62	855.42	838.21	906.31	762.83	795.95	843.72	745.11	813.94	754.41
CEMENTO	426.04	426	426.04	426.04	426.04	426.04	549.9	549.9	549.9	549.9	549.9	549.9
AIRE												
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25
DIATOMITA	Aún no se adiciona diatomita en reemplazo de cemento en esta etapa, primero se escoge el diseño.											

Fuente: Elaboración propia

En la tabla superior se pueden apreciar los parámetros para el diseño de mezcla de los diseños de prueba de concreto autocompactante con cemento Frontera GU.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

F'c 245

Tabla 63: Diseño de prueba #1 cemento Frontera GU f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑO DE PRUEBA #1 CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	kg/0.02m^3
AGUA	153.82	1000.00	0.154	3.076
AGREGADO GRUESO	686.28	2201.89	0.312	13.726
AGREGADO FINO	855.42	2446.57	0.350	17.108
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152	8.521
AIRE		2.5%	0.025	0.000
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	1.5%		0.128
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 64: Diseño de prueba #2 cemento Frontera GU f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑO DE PRUEBA # 2 CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	155.69	1000.00	0.156	3.114
AGREGADO GRUESO	700.58	2201.89	0.318	14.012
AGREGADO FINO	838.21	2446.57	0.343	16.764
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152	8.521
AIRE		2.5%	0.025	0.000
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	1.5%		0.128
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65: Diseño de prueba #3 cemento Frontera GU f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑO DE PRUEBA # 3 CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	128.29	1000.00	0.128	2.566
AGREGADO GRUESO	700.58	2201.89	0.318	14.012
AGREGADO FINO	906.31	2446.57	0.370	18.126
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152	8.521
AIRE		2.5%	0.025	0.000
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	1.5%		0.128
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

*Nota: La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

F'c 350

Tabla 66: Diseño de prueba #1 cemento Frontera GU f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑO DE PRUEBA # 1 CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	148.27	1000.00	0.148	2.965
AGREGADO GRUESO	714.88	2201.89	0.325	14.298
AGREGADO FINO	745.11	2446.57	0.305	14.902
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196	10.998
AIRE		2.5%	0.025	0.000
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	1.5%		0.165
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67: Diseño de prueba #2 cemento Frontera GU f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑO DE PRUEBA # 2 CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	140.80	1000.00	0.141	2.816
AGREGADO GRUESO	657.69	2201.89	0.299	13.154
AGREGADO FINO	813.94	2446.57	0.333	16.279
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196	10.998
AIRE		2.5%	0.025	0.000
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	1.5%		0.165
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 68: Diseño de prueba #3 cemento Frontera GU f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑO DE PRUEBA # 3 CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	177.39	1000.00	0.177	3.548
AGREGADO GRUESO	621.94	2201.89	0.282	12.439
AGREGADO FINO	754.41	2446.57	0.308	15.088
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196	10.998
AIRE		2.5%	0.025	0.000
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	1.5%		0.165
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

*Nota: La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Diseños de prueba cemento Frontera GU piedra chancada

F'c 245

Tabla 69: Diseño de prueba #1 cemento Frontera GU f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

DISEÑO DE PRUEBA # 1 CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE " LA PODEROSA"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	141.70	1000.00	0.142	2.834
AGREGADO GRUESO	779.68	2504.35	0.311	15.594
AGREGADO FINO	853.38	2446.57	0.349	17.068
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152	8.521
AIRE		2.5%	0.025	0.000
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	1.5%		0.128
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 70: Diseño de prueba #2 cemento Frontera GU f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

DISEÑO DE PRUEBA # 2 CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE " LA PODEROSA"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	131.02	1000.00	0.131	2.620
AGREGADO GRUESO	764.08	2504.35	0.305	15.282
AGREGADO FINO	892.64	2446.57	0.365	17.853
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152	8.521
AIRE		2.5%	0.025	0.000
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	1.5%		0.128
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71: Diseño de prueba #3 cemento Frontera GU f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

DISEÑO DE PRUEBA # 3 CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE " LA PODEROSA"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	kg/0.02m^3
AGUA	135.49	1000.00	0.135	2.710
AGREGADO GRUESO	717.30	2504.35	0.286	14.346
AGREGADO FINO	919.62	2446.57	0.376	18.392
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152	8.521
AIRE		2.5%	0.025	0.000
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	1.5%		0.128
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

*Nota: La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

F’c 350

Tabla 72: Diseño de prueba #1 cemento Frontera GU f’c=350kgf/cm^2 piedra chancada de “La Poderosa”

DISEÑO DE PRUEBA # 1 CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE “ LA PODEROSA”				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	138.31	1000.00	0.138	2.766
AGREGADO GRUESO	779.68	2504.35	0.311	15.594
AGREGADO FINO	762.83	2446.57	0.312	15.257
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196	10.998
AIRE		2.5%	0.025	0.000
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	1.5%		0.165
DIATOMITA	0	0		0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73: Diseño de prueba #2 cemento Frontera GU f’c=350kgf/cm^2 piedra chancada de “La Poderosa”

DISEÑO DE PRUEBA # 2 CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE “ LA PODEROSA”				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	135.2	1000.00	0.135	2.704
AGREGADO GRUESO	748.49	2504.35	0.299	14.970
AGREGADO FINO	795.95	2446.57	0.325	15.919
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196	10.998
AIRE		2.5%	0.025	0.000
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	1.5%		0.165
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 74: Diseño de prueba #3 cemento Frontera GU f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

DISEÑO DE PRUEBA # 3 CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE " LA PODEROSA"				
MATERIAL	PESO (kg)	PESO ESPECÍFICO (kg/m^3)	VOLUMEN (m^3)	Kg/0.02m^3
AGUA	126.21	1000.00	0.126	2.524
AGREGADO GRUESO	717.30	2504.35	0.286	14.346
AGREGADO FINO	843.72	2446.57	0.345	16.874
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196	10.998
AIRE		2.5%	0.025	0.000
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	1.5%		0.165
DIATOMITA	0	0%		0

Fuente: Elaboración propia

*Nota: La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO VI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1. Resultados

1.1.Presentación de Resultados

1.1.1. Resultados Ensayos de Concreto Autocompactante en Estado Fresco

1.1.1.1.Resultados Ensayos de Embudo V

Cemento Yura Tipo IP

Tabla 75: Resultados ensayo Embudo V diseños de prueba cemento Yura Tipo IP

EMBUDO V		
DISEÑO	Tf (s)	CUMPLIMIENTO 5s<Tf<12s
245CAS1	13	NO CUMPLE
245CAS2	11	CUMPLE
245CAS3	7	CUMPLE
245PCH1	11	CUMPLE
245PCH2	10	CUMPLE
245PCH3	9	CUMPLE
350CAS1	8	CUMPLE
350CAS2	6	CUMPLE
350CAS3	10	CUMPLE
350PCH1	5	CUMPLE
350PCH2	11	CUMPLE
350PCH3	9	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados de los diseños de prueba, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cemento Frontera GU

Tabla 76: Resultados ensayo Embudo V diseños de prueba cemento Frontera GU

EMBUDO V DISEÑO	Tf (s)	CUMPLIMIENTO 5s<Tf<12s
245CAS1	9	CUMPLE
245CAS2	9	CUMPLE
245CAS3	7	CUMPLE
245PCH1	9	CUMPLE
245PCH2	8	CUMPLE
245PCH3	6	CUMPLE
350CAS1	9	CUMPLE
350CAS2	11	CUMPLE
350CAS3	9	CUMPLE
350PCH1	10	CUMPLE
350PCH2	7	CUMPLE
350PCH3	9	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados de los diseños de prueba, siendo la terminación "PCH" para los agregados que usan piedra chancada de la cantera "La Poderosa" y" CAS" para los diseños que usan agregado selecto de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.1.2.Resultados Ensayos Caja L

Cemento Yura Tipo IP

Tabla 77: Resultados ensayo Caja L diseños de prueba cemento Yura Tipo IP

CAJA L DISEÑO	T20 (s)	T40(s)	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	CUMPLIMIENTO
245CAS1	4	8	8.5	6.6	0.77647059	NO CUMPLE
245CAS2	3	6	8.3	5.9	0.71084337	NO CUMPLE
245CAS3	3	6	8.9	7.3	0.82022472	CUMPLE
245PCH1	3	5	7.4	6	0.81081081	CUMPLE
245PCH2	3	7	8.1	6.1	0.75308642	NO CUMPLE
245PCH3	3	6	8.5	6.7	0.78823529	NO CUMPLE
350CAS1	5	7	8	7	0.875	CUMPLE
350CAS2	4	7	8.4	7.6	0.9047619	CUMPLE
350CAS3	5	9	7.8	6.1	0.78205128	NO CUMPLE
350PCH1	5	10	6.5	5.3	0.81538462	CUMPLE
350PCH2	5	9	7	5.4	0.77142857	NO CUMPLE
350PCH3	5	10	7.6	5.9	0.77631579	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados de los diseños de prueba, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cemento Frontera GU

Tabla 78: Resultados ensayo Caja L diseños de prueba cemento Frontera GU

CAJA L						
DISEÑO	T20 (s)	T40 (s)	H1 (cm)	H2 (cm)	H2/H1	CUMPLIMIENTO
245CAS1	4	7	7.5	6.8	0.907	CUMPLE
245CAS2	5	7	6.4	5.8	0.906	CUMPLE
245CAS3	5	16	7.5	4	0.533	NO CUMPLE
245PCH1	8	14	4.9	2.8	0.571	NO CUMPLE
245PCH2	8	12	6.1	5.4	0.885	CUMPLE
245PCH3	7	12	6.4	5.7	0.891	CUMPLE
350CAS1	5	10	6.8	5.6	0.824	CUMPLE
350CAS2	6	11	7.1	5.8	0.817	CUMPLE
350CAS3	8	15	6.2	3.3	0.532	NO CUMPLE
350PCH1	6	9	6.7	4.9	0.731	NO CUMPLE
350PCH2	5	10	6.3	5.4	0.857	CUMPLE
350PCH3	6	10	7.1	5.3	0.746	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados de los diseños de prueba, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.1.3.Resultados Ensayos Caja U

Cemento Yura Tipo IP

Tabla 79: Resultados ensayo Caja U diseños de prueba cemento Yura Tipo IP

CAJA U DISEÑO	H1 (cm)	H2 (cm)	H1-H2 (cm)	<=30mm
245CAS1	24.3	19.8	4.5	NO CUMPLE
245CAS2	21.4	18.3	3.1	NO CUMPLE
245CAS3	23	20.5	2.5	CUMPLE
245PCH1	19	17	2	CUMPLE
245PCH2	20.6	19	1.6	CUMPLE
245PCH3	20.8	18.2	2.6	CUMPLE
350CAS1	21.7	21	0.7	CUMPLE
350CAS2	20.9	20.4	0.5	CUMPLE
350CAS3	22.5	20.8	1.7	CUMPLE
350PCH1	18.4	15.5	2.9	CUMPLE
350PCH2	19.4	16.8	2.6	CUMPLE
350PCH3	19.2	16.4	2.8	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados de los diseños de prueba, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cemento Frontera GU

Tabla 80: Resultados ensayo Caja U diseños de prueba cemento Frontera GU

CAJA U DISEÑO	H1 (cm)	H2 (cm)	H1-H2 (cm)	<=30mm
245CAS1	22	19	3	CUMPLE
245CAS2	16.7	15.5	1.2	CUMPLE
245CAS3	24	10	14	NO CUMPLE
245PCH1	22	14	8	NO CUMPLE
245PCH2	21.7	19.6	2.1	CUMPLE
245PCH3	18	16	2	CUMPLE
350CAS1	20.1	18.7	1.4	CUMPLE
350CAS2	24.1	23.4	0.7	CUMPLE
350CAS3	19	15	4	NO CUMPLE
350PCH1	21.3	19.2	2.1	CUMPLE
350PCH2	21.2	19.8	1.4	CUMPLE
350PCH3	23.4	18.5	4.9	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados de los diseños de prueba, siendo la terminación "PCH" para los agregados que usan piedra chancada de la cantera "La Poderosa" y" CAS" para los diseños que usan agregado selecto de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.1.4.Resultados Ensayos Anillo J

Cemento Yura Tipo IP

Tabla 81: Resultados ensayo Caja U diseños de prueba cemento Yura Tipo IP

ANILLO J DISEÑO	H1 (cm)	H2 (cm)	D (cm)	H1-H2	<=10mm
245CAS1	3.4	2.5	48	0.9	CUMPLE
245CAS2	3.7	2.4	43.5	1.3	NO CUMPLE
245CAS3	3.7	2.8	55.5	0.9	CUMPLE
245PCH1	3.5	2.5	54	1	CUMPLE
245PCH2	3.6	2.7	46	0.9	CUMPLE
245PCH3	3.5	2.35	52	1.15	NO CUMPLE
350CAS1	3.1	2.45	66.5	0.65	CUMPLE
350CAS2	3.3	2.75	67	0.55	CUMPLE
350CAS3	3.3	2.55	62.8	0.75	CUMPLE
350PCH1	3.2	2.7	58	0.5	CUMPLE
350PCH2	3.65	2.4	58.4	1.25	NO CUMPLE
350PCH3	3.4	2.55	60.7	0.85	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados de los diseños de prueba, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cemento Frontera GU

Tabla 82: Resultados ensayo Caja U diseños de prueba cemento Frontera GU

ANILLO J DISEÑO	H1 (cm)	H2 (cm)	D (cm)	H1-H2	<=10mm
245CAS1	2.35	1.6	61	0.75	CUMPLE
245CAS2	3.5	2.7	59	0.83	CUMPLE
245CAS3	4.8	2.1	51	2.7	NO CUMPLE
245PCH1	4.1	2.3	54	1.8	NO CUMPLE
245PCH2	3.6	2.8	58	0.8	CUMPLE
245PCH3	3.4	2.6	57.5	0.8	CUMPLE
350CAS1	4.3	3.5	54.5	0.8	CUMPLE
350CAS2	3.9	3.2	59	0.7	CUMPLE
350CAS3	4.5	3.2	53	1.3	NO CUMPLE
350PCH1	3.5	2.8	52.4	0.73	CUMPLE
350PCH2	3.4	2.5	54	0.9	CUMPLE
350PCH3	3.1	2.4	58.7	0.7	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados de los diseños de prueba, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.1.5.Resultados Ensayos de Escurrimiento

Cemento Yura Tipo IP

Tabla 83: Resultados ensayo de escurrimiento diseños de prueba cemento Yura Tipo IP

ESCURRIMIENTO							
DISEÑO	T50 (s)	Tf (s)	D1 (cm)	D2 (cm)	D1-D2 (cm)	<=10mm	Tipo
245CAS1	8	13	55	53	2	NO CUMPLE	1
245CAS2	8	12	53	50.5	2.5	NO CUMPLE	1
245CAS3	7	10	59	58	1	CUMPLE	1
245PCH1	7	12	57	56	1	CUMPLE	1
245PCH2	7	11	52	50	2	NO CUMPLE	1
245PCH3	7	12	58.4	57	1.4	NO CUMPLE	1
350CAS1	5	10	68.7	68	0.7	CUMPLE	1
350CAS2	4	10	69	68.3	0.7	CUMPLE	2
350CAS3	7	11	65	64.2	0.8	CUMPLE	1
350PCH1	8	12	60.5	60	0.5	CUMPLE	1
350PCH2	7	12	62	60.5	1.5	NO CUMPLE	1
350PCH3	7	13	64	61.5	2.5	NO CUMPLE	2

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados de los diseños de prueba, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cemento Frontera GU

Tabla 84: Resultados ensayo de escurrimiento diseños de prueba cemento Frontera GU

ESCURRIMIENTO							
DISEÑO	T50 (s)	Tf (s)	D1 (cm)	D2 (cm)	D1-D2 (cm)	<=10mm	Tipo
245CAS1	7	13	65	64	1	CUMPLE	1
245CAS2	8	14	64.8	64.1	0.7	CUMPLE	1
245CAS3	10	13	56	53	3	NO CUMPLE	1
245PCH1	7	13	58	55	3	NO CUMPLE	1
245PCH2	8	14	63.8	62.9	0.9	CUMPLE	1
245PCH3	6	9	63	62	1	CUMPLE	1
350CAS1	10	14	60.7	60.4	0.3	CUMPLE	1
350CAS2	8	13	61	60	1	CUMPLE	1
350CAS3	9	13	55	53	2	NO CUMPLE	1
350PCH1	10	15	66.1	65.2	0.9	CUMPLE	1
350PCH2	8	14	62.4	61.5	0.9	CUMPLE	1
350PCH3	7	19	63.5	63	0.5	CUMPLE	1

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados de los diseños de prueba, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Resumen de resultados ensayo autocompactante estado fresco cemento Yura Tipo IP

Tabla 85: Resumen ensayos CAC estado fresco diseños de prueba cemento Yura Tipo IP

DISEÑO	ENSAYO EMBUDO V	CAJA L	CAJA U	ANILLO J	ESCURRIMIENTO	TIPO
245CAS1	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	1
245CAS2	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	1
245CAS3	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
245PCH1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
245PCH2	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	1
245PCH3	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	1
350CAS1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
350CAS2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	2
350CAS3	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
350PCH1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
350PCH2	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	1
350PCH3	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	2

Fuente: Elaboración propia

Los diseños autocompactantes son 245CAS3, 245 PCH1, 350 CAS1 y 350PCH1; a pesar de cumplir los requerimientos 350 CAS2 presento segregación, se descartó.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Resumen de resultados ensayo autocompactante estado fresco cemento Frontera GU

Tabla 86: Resumen ensayos CAC estado fresco diseños de prueba cemento Frontera GU

DISEÑO	ENSAYO EMBUDO V	CAJA L	CAJA U	ANILLO J	ESCURRIMIENTO	TIPO
245CAS1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
245CAS2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
245CAS3	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	1
245PCH1	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	1
245PCH2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
245PCH3	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
350CAS1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
350CAS2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
350CAS3	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	1
350PCH1	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
350PCH2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1
350PCH3	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	1

Fuente: Elaboración propia

Los diseños autocompactantes son 245 CAS1, 245 PCH2, 350 CAS2 y 350PCH2; a pesar de cumplir los requerimientos 245 CAS2, 245 PCH3, 350 CAS1 presentaron una menor resistencia a la compresión en una prueba previa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 87: Diseños f'c= 245 kgf/cm^2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑOS CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"			
MATERIAL	0% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	6% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	8% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3
AGUA	206.86	206.86 (+8.52)*	206.86 (+11.36)*
AGREGADO GRUESO	687.8	687.8	687.8
AGREGADO FINO	827.99	827.99	827.99
CEMENTO	426.04	400.48	391.96
AIRE	2.5%	2.5%	2.5%
SUPERPLASTIFICANTE	8.5208	8.5208	8.5208
DIATOMITA	0	25.56	34.08

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se describe la inclusión de diatomita para el diseño de prueba selecto.

* La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 88: Diseños f'c= 245 kgf/cm^2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa"

DISEÑO CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA"			
MATERIAL	0% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	6% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	8% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3
AGUA	195.68	195.68 +(8.52)*	195.68 +(11.36)*
AGREGADO GRUESO	782.95	782.95	782.95
AGREGADO FINO	825.44	825.44	825.44
CEMENTO	426.04	400.48	391.96
AIRE	2.5%	2.5%	2.5%
SUPERPLASTIFICANTE	8.52	8.52	8.52
DIATOMITA	0	25.56	34.08

Fuente: Elaboración propia

* La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Tabla 89: Diseños f'c= 350 kgf/cm^2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑOS CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"			
PESO (KG)	0% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	6% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	8% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3
AGUA	200.98	200.98 +(11.00)	200.98 +(14.66)
AGREGADO GRUESO	646.4	646.4	646.4
AGREGADO FINO	757.33	757.33	757.33
CEMENTO	549.9	516.9	505.9
AIRE	2.5%	2.5%	2.5%
SUPERPLASTIFICANTE	10.98	10.98	10.98
DIATOMITA	0	33.00	44

Fuente: Elaboración propia

* La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 90: Diseños f'c= 350 kgf/cm^2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa"

DISEÑOS CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA"			
MATERIAL	0% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	6% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	8% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3
AGUA	196.01	196.01 +(11.00)*	196.01 +(14.66)*
AGREGADO GRUESO	731.11	731.11	731.11
AGREGADO FINO	734.14	734.14	734.14
CEMENTO	549.9	516.9	505.9
AIRE	2.5%	2.5%	2.5%
SUPERPLASTIFICANTE	10.98	10.98	10.98
DIATOMITA	0	33.00	44

Fuente: Elaboración propia

* La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Tabla 91: Diseños f'c= 245 kgf/cm^2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑOS CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"			
MATERIAL	0% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	6% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	8% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3
AGUA	153.82	153.82 +(8.52)*	153.82 +(11.36)
AGREGADO GRUESO	686.28	686.28	686.28
AGREGADO FINO	855.42	855.42	855.42
CEMENTO	426.04	400.48	391.96
AIRE	2.5%	2.5%	2.5%
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	6.39	6.39
DIATOMITA	0	25.56	34.08

Fuente: Elaboración propia

* La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 92: Diseños f'c= 245 kgf/cm^2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa"

DISEÑOS CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE " LA PODEROSA"			
MATERIAL	0% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	6% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	8% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3
AGUA	131.02	131.02 +(8.52)*	131.02 +(11.36)*
AGREGADO GRUESO	764.08	764.08	764.08
AGREGADO FINO	892.64	892.64	892.64
CEMENTO	426.04	400.48	391.96
AIRE	2.5%	2.5%	2.5%
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	6.39	6.39
DIATOMITA	0	25.56	34.08

Fuente: Elaboración propia

* La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Tabla 93: Diseños f'c= 350 kgf/cm^2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

DISEÑOS CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"			
MATERIAL	0% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	6% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	8% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3
AGUA	140.80	140.80 +(11.00)*	140.80 +(14.66)*
AGREGADO GRUESO	657.69	657.69	657.69
AGREGADO FINO	813.94	813.94	813.94
CEMENTO	549.9	516.9	505.9
AIRE	2.5%	2.5%	2.5%
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	8.25	8.25
DIATOMITA	0	33.00	44

Fuente: Elaboración propia

* La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 94: Diseños f'c= 350 kgf/cm^2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa"

DISEÑOS CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE " LA PODEROSA"			
MATERIAL	0% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	6% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3	8% ADICIÓN DIATOMITA PESO (kg)/ m^3
AGUA	135.2	135.2 +(11.00)*	135.2 +(14.66)*
AGREGADO GRUESO	748.49	748.49	748.49
AGREGADO FINO	795.95	795.95	795.95
CEMENTO	549.9	516.9	505.9
AIRE	2.5%	2.5%	2.5%
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	8.25	8.25
DIATOMITA	0	33.00	44

Fuente: Elaboración propia

* La diatomita al ser un material filtrante, requiere una mayor cantidad de agua para su mezclado, a razón de 100 ml de agua adicional por cada 300 gramos de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.1.6.Resultados de Otros Ensayos de Concreto en estado fresco.

Cemento Yura Tipo IP

Tabla 95: Resultados cemento Yura Tipo IP

DISEÑO	Temperatura °C	% de aire	Densidad Wrecip+ concreto (kg)	W recipiente (kg)	Volumen (m^3)	Wconcreto (kg)	Peso unitario
245CAS0D	21.7	2.65	18.874	3.454	0.0073	15.42	2112.33
245PCH0D	21.2	1.73	19.427	3.454	0.0073	15.973	2188.08
350CAS0D	22.1	2.9	18.753	3.454	0.0073	15.299	2095.75
350PCH0D	21.9	1.9	19.249	3.454	0.0073	15.795	2163.70

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados de otros ensayos en estado fresco los diseños base, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cemento Frontera GU

Tabla 96: Resultados cemento Frontera GU

DISEÑO	Temperatura °C	% de aire	Densidad Wrecip+ concreto (kg)	W recipiente (kg)	Volumen (m^3)	Wconcreto (kg)	Peso unitario
245CAS0D	17.5	2.6	18.889	3.454	0.0073	15.435	2114.38
245PCH0D	17.4	3.1	18.816	3.454	0.0073	15.362	2104.38
350CAS0D	18.2	2.2	18.825	3.454	0.0073	15.371	2105.62
350PCH0D	17.2	2.4	19.222	3.454	0.0073	15.768	2160.00

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados de otros ensayos en estado fresco de los diseños base, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2. Resultados Ensayos de Concreto en Estado Endurecido

1.1.2.1. Resultados Ensayos de Resistencia a la Compresión

Cemento Yura Tipo IP

Tabla 97: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2

DISEÑO:	CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA" 0% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	98	105	99	100.67
7	178	165	180	174.33
28	273	272	273	272.67
DISEÑO:	CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA" 6% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	108	105	88.1	100.37
7	154.6	144.1	133.8	144.17
28	296.1	279	292.2	289.1
DISEÑO:	CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA" 8% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	105	123	111	113
7	198.8	200.6	210.2	203.2
28	298.7	314.8	312	308.5

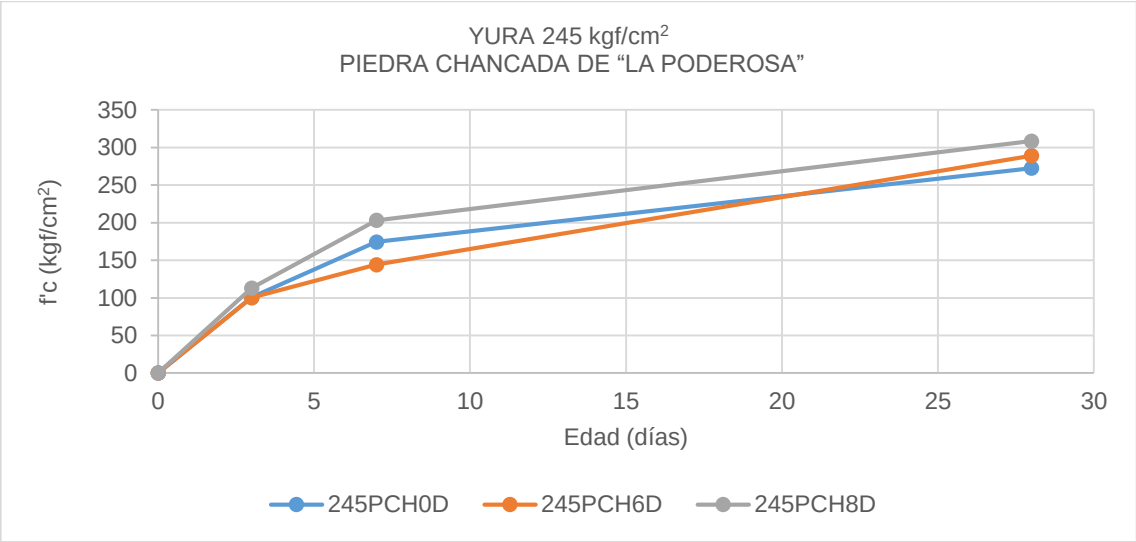
Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se observan los resultados del ensayo de compresión siendo las unidades kgf/cm^2; al obtenerse diámetros menores a 10cm se usó el valor directo que marcó el equipo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

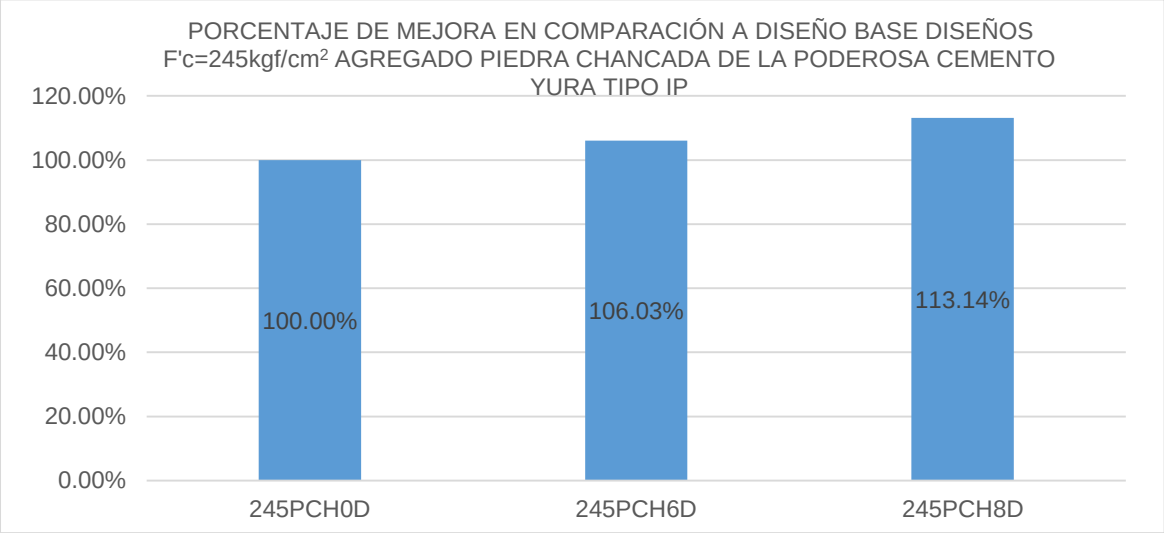
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 21: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: piedra chancada de "La Poderosa", cemento Yura Tipo IP, f'c=245 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la compresión se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 272.67 kgf/cm^2, esta aumentó en un 13.14% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 308.5 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 98: Resultados ensayo resistencia de compresión Cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2

DISEÑO:	CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA" 0% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	115	112	137	121.33
7	290	295	298	294.33
28	333.5	345	342.1	340.2
DISEÑO:	CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA" 6% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	138	137	131.1	135.37
7	227	228	214	223
28	344	339	347	343.33
DISEÑO:	CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA" 8% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	126	161	140.3	142.43
7	292.4	232.3	273.6	266.1
28	352.2	363.9	350.1	355.4

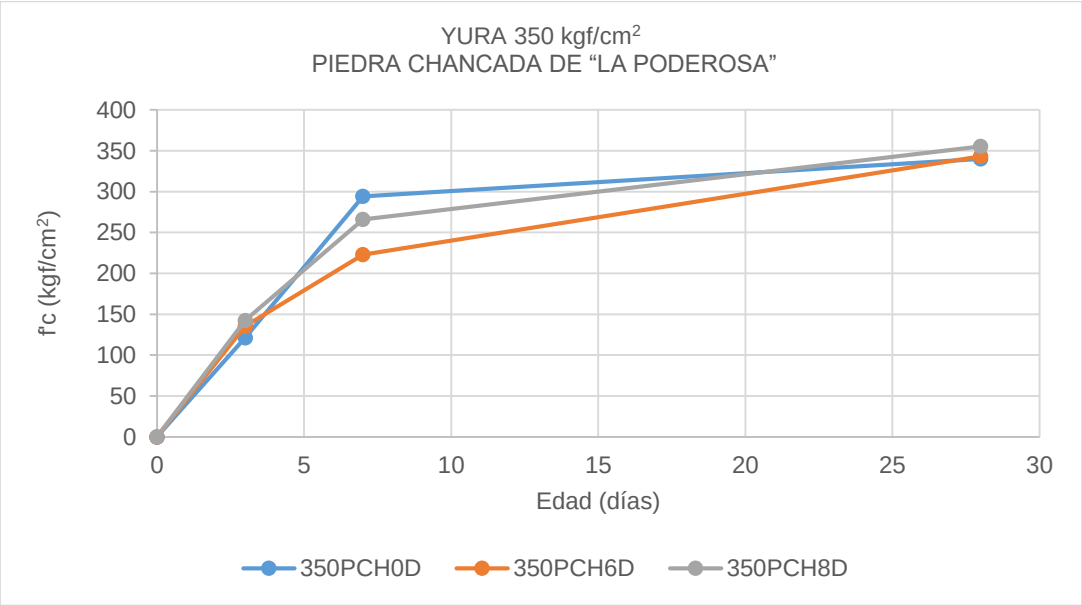
Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se observan los resultados del ensayo de compresión siendo las unidades kgf/cm^2; al obtenerse diámetros menores a 10cm se usó el valor directo que marcó el equipo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

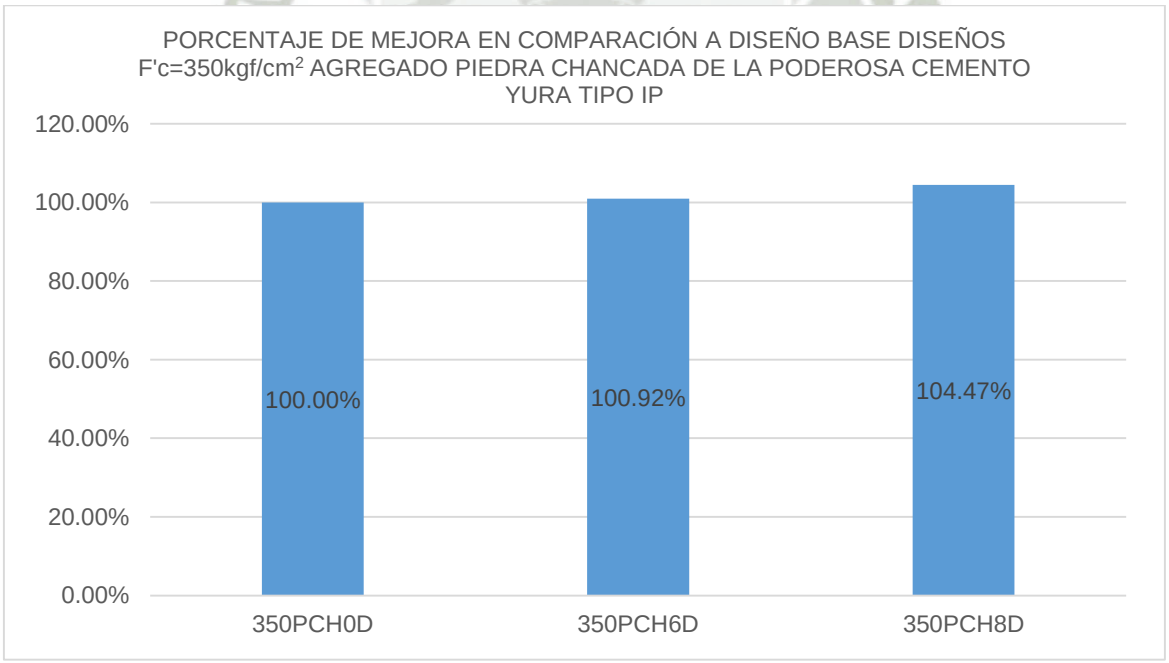
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 23: Resultados ensayo resistencia de compresión Cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes Cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: piedra chancada de "La Poderosa", cemento Yura Tipo IP, f'c=350 kgf/cm^2, el mayor aumento de la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

resistencia a la compresión se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 340.2 kgf/cm^2, esta aumentó en un 4.47% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 355.4 kgf/cm^2. Cabe destacar que la adición de diatomita ayudó al diseño base a superar la f'c; en este caso, se tuvo problemas con llegar a los parámetros de concreto autocompactante con diseños con menor relación a/c. Razón que las resistencias sean relativamente bajas para el f'c.

Tabla 99: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2

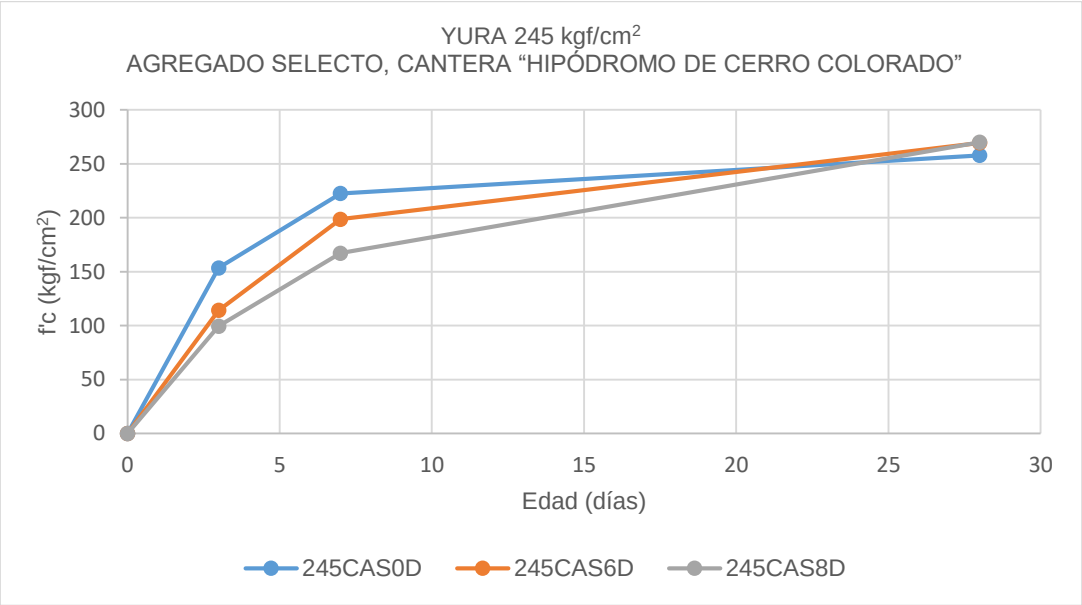
DISEÑO:	CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO" 0% DIATOMITA			
3	147	157	157	153.7
7	223.7	211.4	232.7	222.6
28	256.35	252.88	264.61	257.95
DISEÑO:	CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO" 6% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	103.1	119.5	120.4	114.33
7	210	208	178	198.67
28	288.9	255.4	264.3	269.53
DISEÑO:	CEMENTO YURA TIPO IP F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO" 8% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	99.5	101	98.3	99.6
7	195	170.4	136.4	167.27
28	241	284	285	270

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

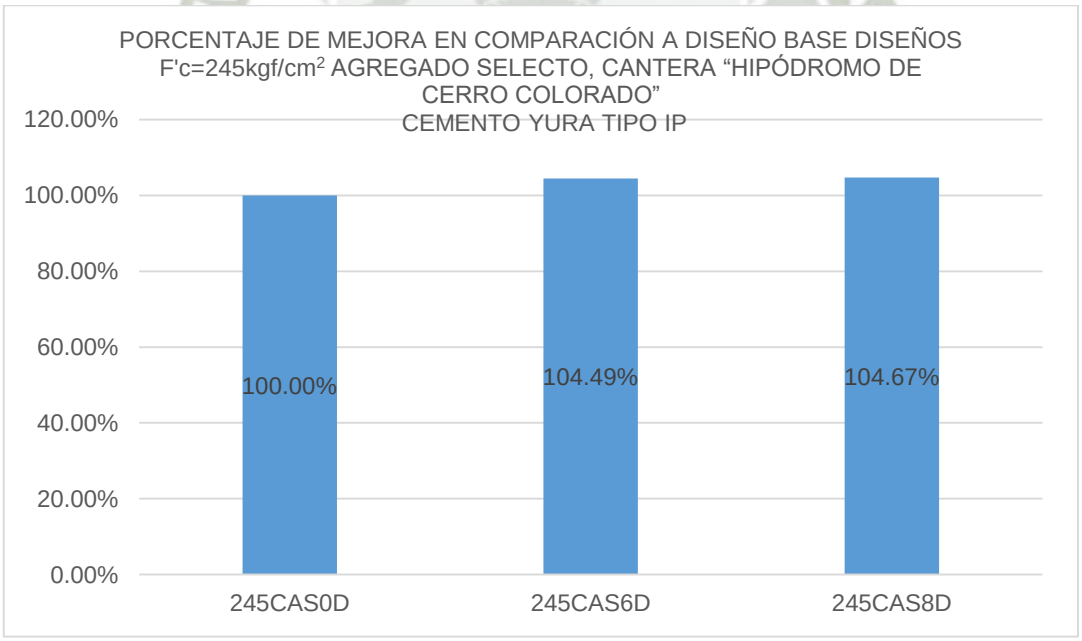
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 25: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

Figura 26: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP Agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Yura Tipo IP, f'c=245 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la compresión se da en el diseño con 8% de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 257.62 kgf/cm^2, esta aumentó en un 4.67% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 270 kgf/cm^2.

Tabla 100: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2

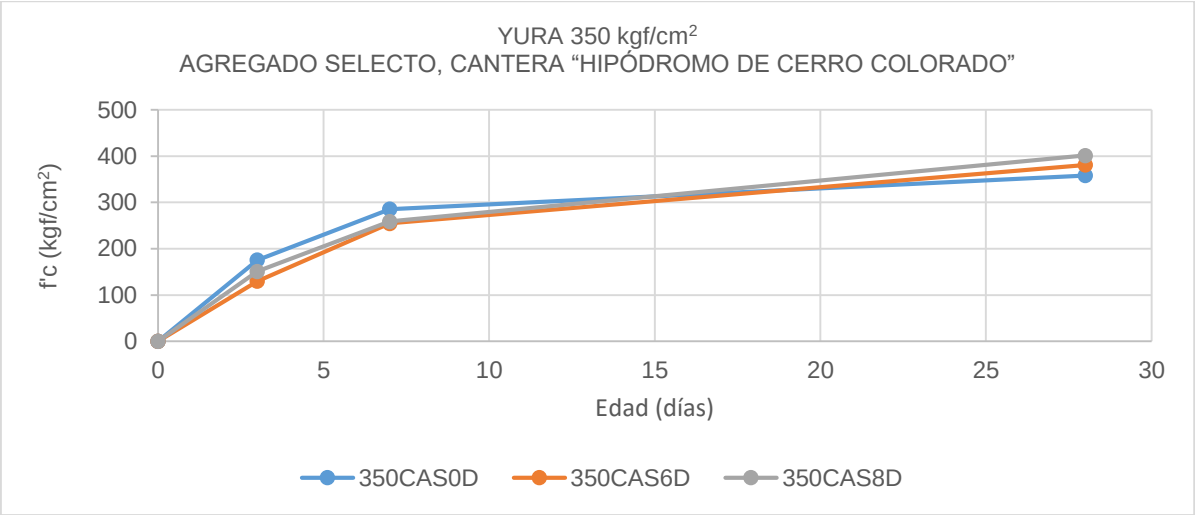
DISEÑO:	CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO" 0% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	175.9	184.6	166.1	175.53
7	285.8	279	291.9	285.57
28	386.6	362.9	325.5	358.33
DISEÑO:	CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO" 6% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	118	138.7	132.7	129.8
7	261.8	201.8	301.4	255
28	396.3	385.6	361.9	381.93
DISEÑO:	CEMENTO YURA TIPO IP F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO" 8% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	112.8	218.8	122.1	151.23
7	264.1	250	262.5	258.87
28	392.8	427.1	384.8	401.57

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

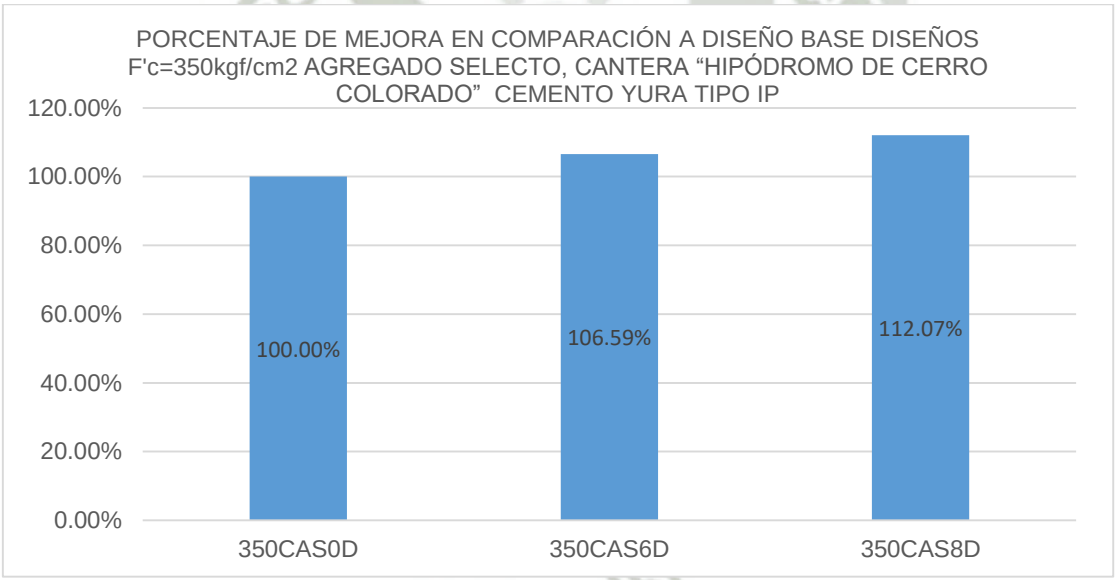
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 27: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

Figura 28: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Yura Tipo IP, f'c=350 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la compresión se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 358.33 kgf/cm^2, esta aumentó en un 12.07% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 401.57 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cemento Frontera GU

Tabla 101: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2

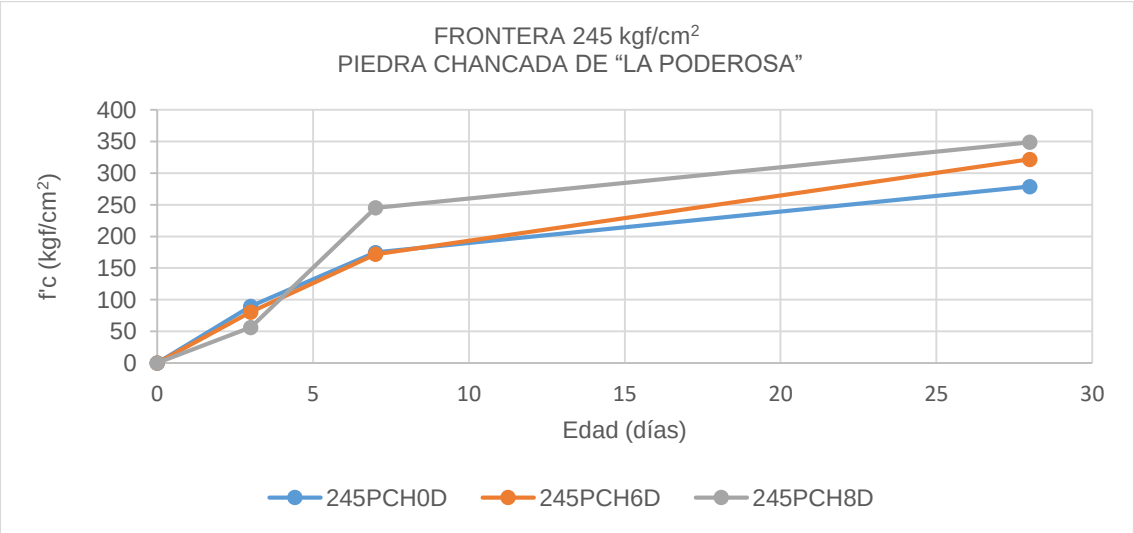
DISEÑO:	CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA" 0% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	86	87	96	89.67
7	175	176	173	174.67
28	276	288	273	279.00
DISEÑO:	CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA" 6% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	91	80	71	80.67
7	177	165	174	172.00
28	319	328	319	322.00
DISEÑO:	CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA" 8% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	60	54	55	56.33
7	242	249	245	245.33
28	361	350	336	349.00

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

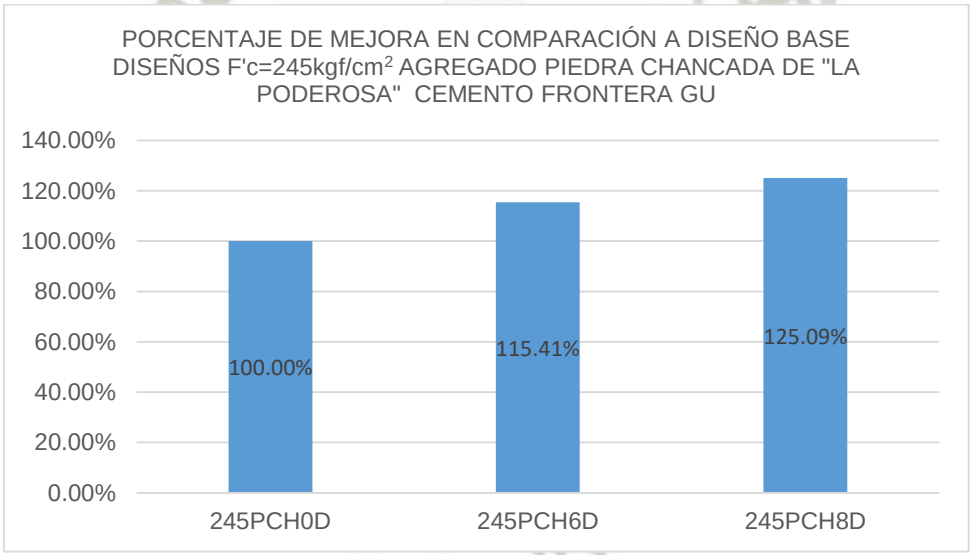
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 29: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

Figura 30: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: piedra chancada de "La Poderosa", cemento Frontera GU, f'c=245 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la compresión se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 279.00 kgf/cm^2, esta aumentó en un 25.09% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 349.00 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 102: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2

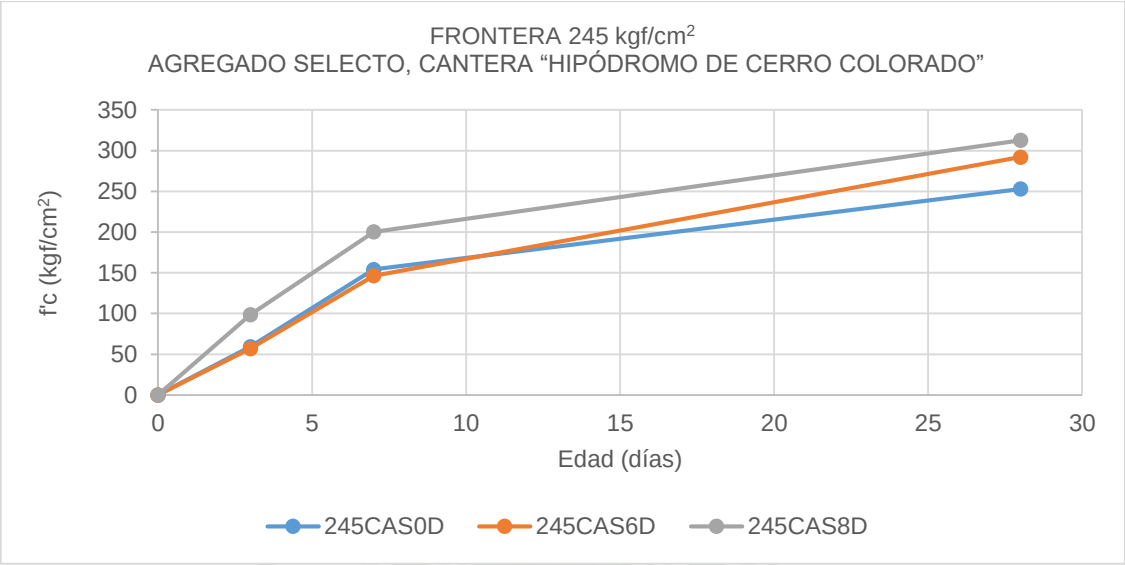
DISEÑO	CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO" 0% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	61	53	64	59.33
7	131	162	169	154.00
28	251	245	263	253.00
DISEÑO	CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO" 6% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	54	55	62	57.00
7	132	141	166	146.33
28	295	302	279	292.00
DISEÑO	CEMENTO FRONTERA GU F'C 245 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO" 8% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	96	92	108	98.67
7	207	202	192	200.33
28	294	339	305	312.67

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

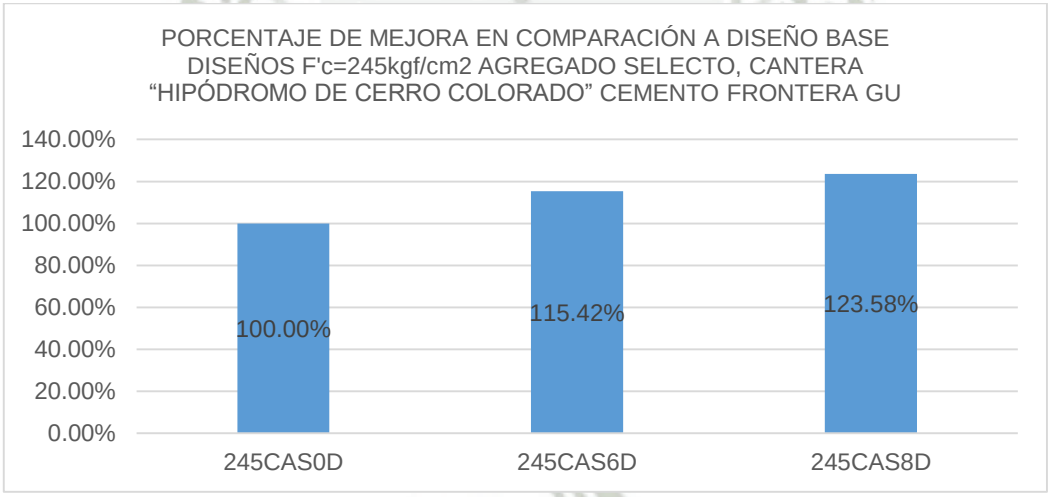
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 31: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

Figura 32: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Frontera GU, f'c=245 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la compresión se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 253.00 kgf/cm^2, esta aumentó en un 23.58% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 312.67 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 103: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2

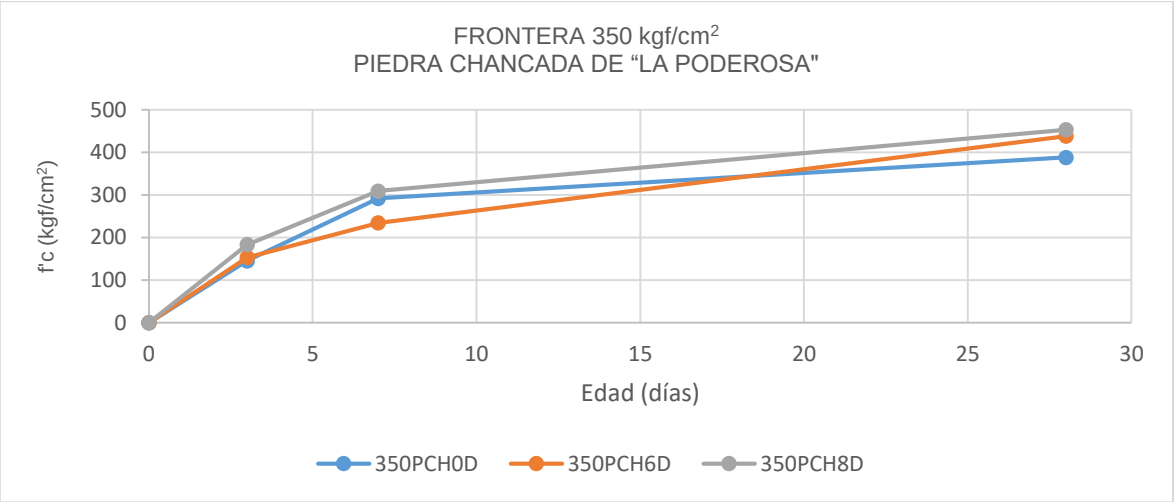
DISEÑO:	CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA" 0% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	148	139	150	145.67
7	300	301	276	292.33
28	408	375	382	388.33
DISEÑO:	CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA" 6% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	152	152	156	153.33
7	239	240	225	234.67
28	411	483	421	438.33
DISEÑO:	CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 PIEDRA CHANCADA DE "LA PODEROSA" 8% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	174	191	185	183.33
7	305	303	320	309.33
28	449	435	476	453.33

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

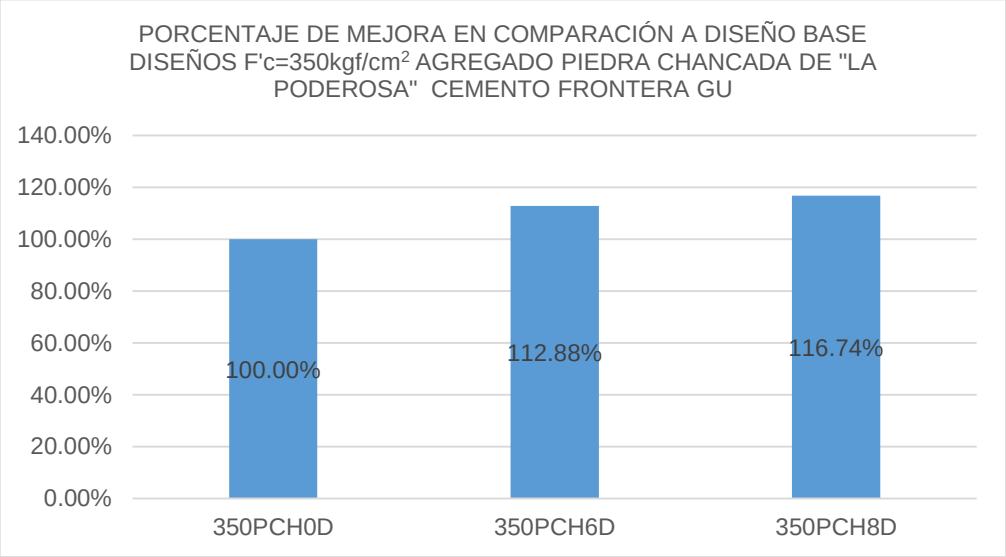
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 33: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

Figura 34: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: piedra chancada de "La Poderosa", cemento Frontera GU, f'c=350 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la compresión se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 388.33 kgf/cm^2, esta aumentó en un 16.74% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 453.33 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 104: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2

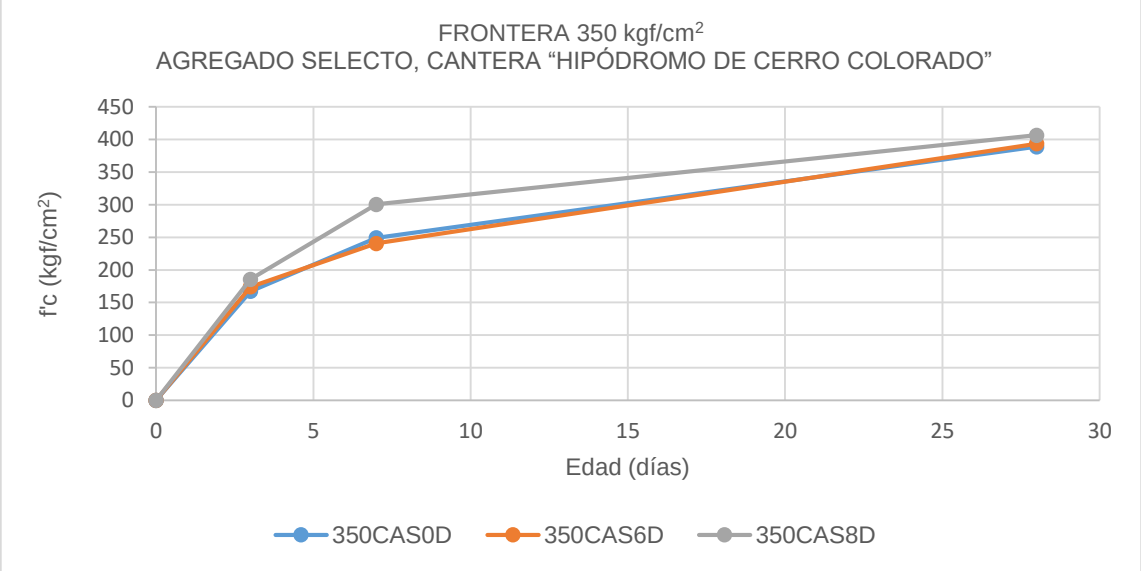
DISEÑO:	CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO" 0% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	175	171	156	167.33
7	234	252	262	249.33
28	383	366	418	389.00
DISEÑO:	CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO" 6% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	178	160	184	174.00
7	237	244	241	240.67
28	423	384	374	393.67
DISEÑO:	CEMENTO FRONTERA GU F'C 350 AGREGADO SELECTO, CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO" 8% DIATOMITA			
DÍAS	1	2	3	PROMEDIO
3	176	190	191	185.67
7	295	298	309	300.67
28	396	388	436	406.67

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

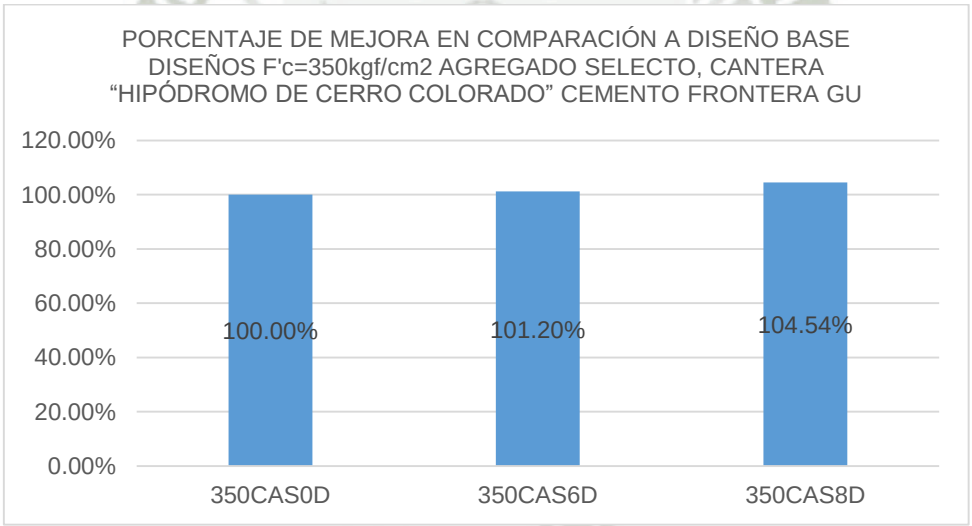
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 35: Resultados ensayo resistencia de compresión cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

Figura 36: Resultados ensayo resistencia de compresión comparación porcentajes cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Frontera GU, f'c=350 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la compresión se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 289.00 kgf/cm^2, esta aumentó en un 4.54% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 406.67 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.2.Resultados Ensayos de Resistencia a la Tracción Indirecta.

Cemento Yura Tipo IP

Tabla 105: Resultados ensayo resistencia a la Tracción Indirecta cemento Yura Tipo IP

MUESTRA	D1	D2	L1	L2	DPROM (cm)	LPROM (cm)	KGF	T (kgf/cm^2)
245CAS0D	15.47	15.45	30.5	30.1	15.46	30.3	16672	22.66
245CAS0D	15.35	15.32	30.3	30.8	15.34	30.55	15578	21.17
245CAS0D	15.2	15.2	30.5	30.3	15.20	30.4	20366	28.06
PROMEDIO 245CAS0D = 23.96 kgf/cm^2								
245CAS6D	15.42	15.38	30.4	30.3	15.4	30.35	17681	24.08
245CAS6D	15.21	15.29	30.2	30.3	15.25	30.25	23685	32.69
245CAS6D	15.31	15.3	30.3	30.2	15.31	30.25	22738	31.27
PROMEDIO 245CAS6D = 29.35 kgf/cm^2								
245CAS8D	15.41	15.45	30.8	30.6	15.43	30.7	19370.4	26.03
245CAS8D	15.52	15.31	30.5	30.4	15.42	30.45	28543	38.71
245CAS8D	15.51	15.41	30.3	30.3	15.46	30.3	26964	36.64
PROMEDIO 245CAS8D = 33.79 kgf/cm^2								
245PCH0D	15.4	15.35	30.8	30.7	15.375	30.75	14940	20.12
245PCH0D	15.42	15.36	30.8	30.5	15.39	30.65	16447	22.20
245PCH0D	15.32	15.37	30.4	30.6	15.35	30.5	19302	26.26
PROMEDIO 245PCH0D = 22.86 kgf/cm^2								
245PCH6D	15.4	15.35	30.1	30.5	15.375	30.3	15432.8	21.09
245PCH6D	15.2	15.3	30.6	30.7	15.25	30.65	21470	29.24
245PCH6D	15.19	15.21	30.3	30.3	15.20	30.3	21135	29.21
PROMEDIO 245PCH6D = 26.51 kgf/cm^2								
245PCH8D	15.36	15.2	30.8	30.7	15.28	30.75	15309.1	20.74
245PCH8D	15.31	15.33	30.4	30.6	15.32	30.5	25168	34.29
245PCH8D	15.21	15.25	30.6	30.8	15.23	30.7	23422	31.89
PROMEDIO 245PCH8D = 28.97 kgf/cm^2								
350CAS0D	15.41	15.38	30.8	30.81	15.395	30.805	21580	28.97
350CAS0D	15.51	15.47	30.6	30.3	15.49	30.45	24977	33.71
350CAS0D	15.3	15.5	30.5	30.4	15.40	30.45	24440	33.18
PROMEDIO 350CAS0D = 31.95 kgf/cm^2								
350CAS6D	15.35	15.32	30.5	30.2	15.335	30.35	15216.5	20.81
350CAS6D	15.21	15.14	30.4	30.5	15.18	30.45	25665	35.36

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

350CAS6D	15.25	15.21	30.3	30.4	15.23	30.35	28143	38.76
PROMEDIO 350CAS6D = 31.64 kgf/cm^2								
350CAS8D	15.41	15.39	29.8	29.7	15.4	29.75	22215.2	30.87
350CAS8D	15.38	15.42	30.1	30.2	15.40	30.15	28702	39.35
350CAS8D	15.28	15.17	30.2	30.2	15.23	30.2	30292	41.94
PROMEDIO 350CAS8D = 37.39 kgf/cm^2								
350PCH0D	15.45	15.43	30.8	30.8	15.44	30.8	29240.7	39.14
350PCH0D	15.27	15.31	30.3	30.2	15.29	30.25	22957	31.60
350PCH0D	15.31	15.28	30.2	30.3	15.30	30.25	18308	25.19
PROMEDIO 350PCH0D = 31.98 kgf/cm^2								
350PCH6D	15.35	15.38	30.4	30.6	15.365	30.5	24125.6	32.77
350PCH6D	15.2	15.15	30.2	30.4	15.18	30.3	30090	41.66
350PCH6D	15.3	15.38	30.5	30.5	15.34	30.5	31530	42.90
PROMEDIO 350PCH6D = 39.11 kgf/cm^2								
350PCH8D	15.38	15.3	30.35	30.2	15.34	30.275	27359	37.50
350PCH8D	15.5	15.3	30.5	30.4	15.40	30.45	30923	41.98
350PCH8D	15.51	15.33	30.3	30.3	15.42	30.3	36477	49.70
PROMEDIO 350PCH8D = 43.06 kgf/cm^2								

Fuente: Elaboración propia

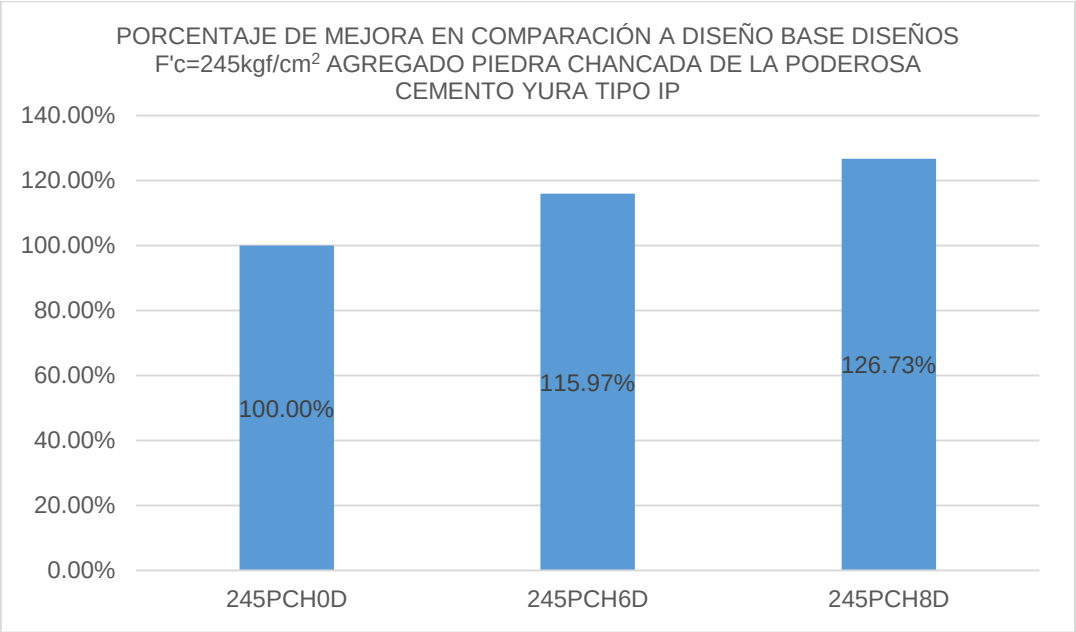
En esta tabla se observa los resultados para el ensayo de tracción indirecta, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 37: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

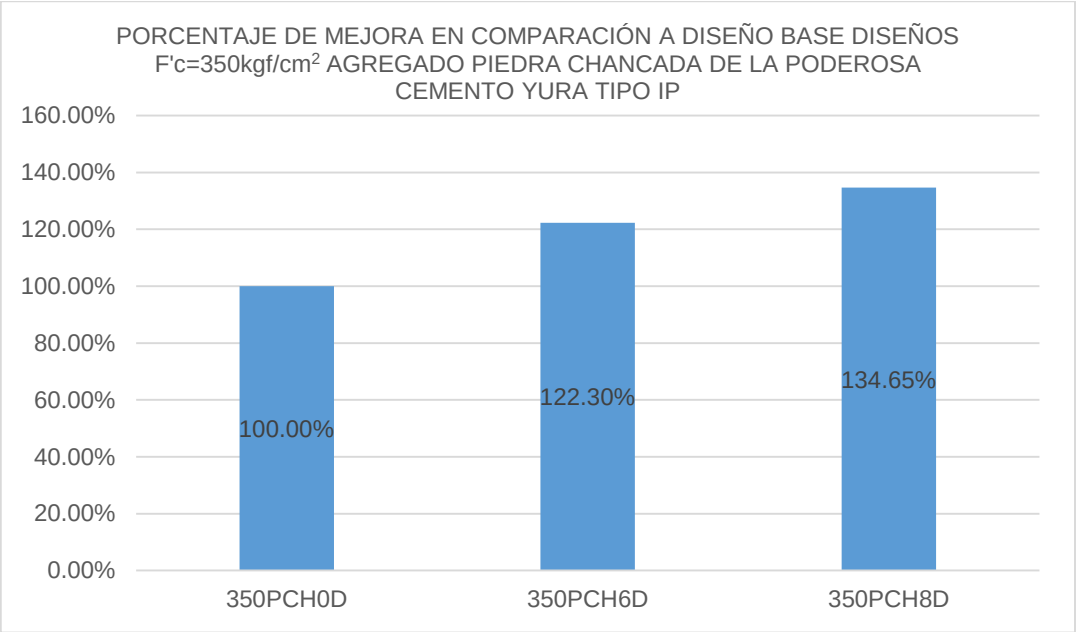
En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: piedra chancada de "La Poderosa", cemento Yura Tipo IP, f'c=245 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la tracción se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 22.86 kgf/cm^2, esta aumentó en un 26.73% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 28.97 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 38: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2



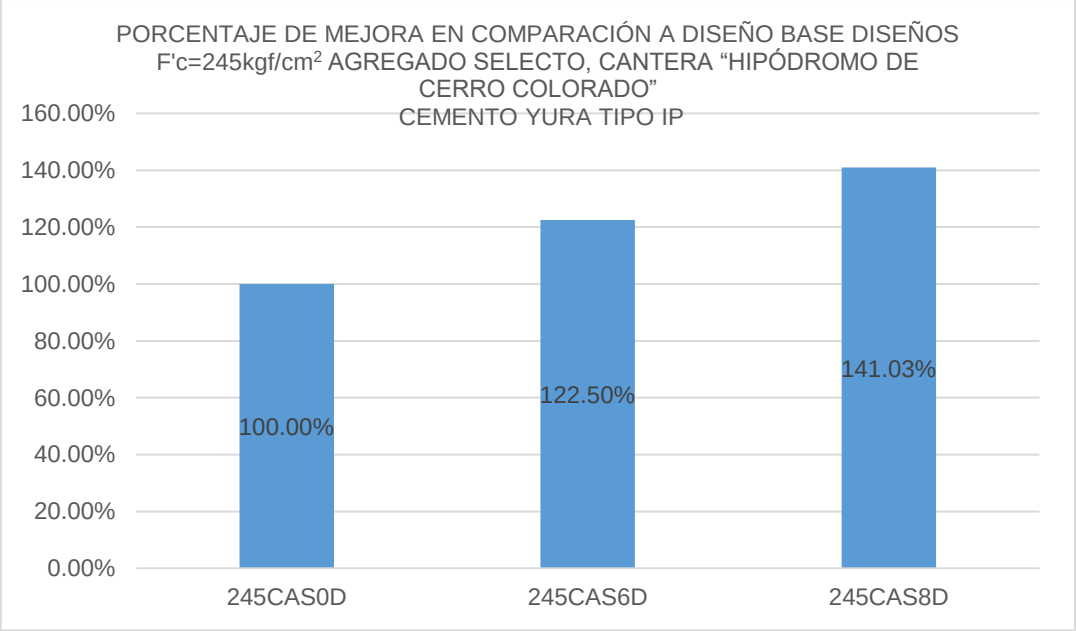
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: piedra chancada de "La Poderosa", cemento Yura Tipo IP, f'c=350 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la tracción se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 31.98 kgf/cm^2, esta aumentó en un 34.65% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 43.06 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 39: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

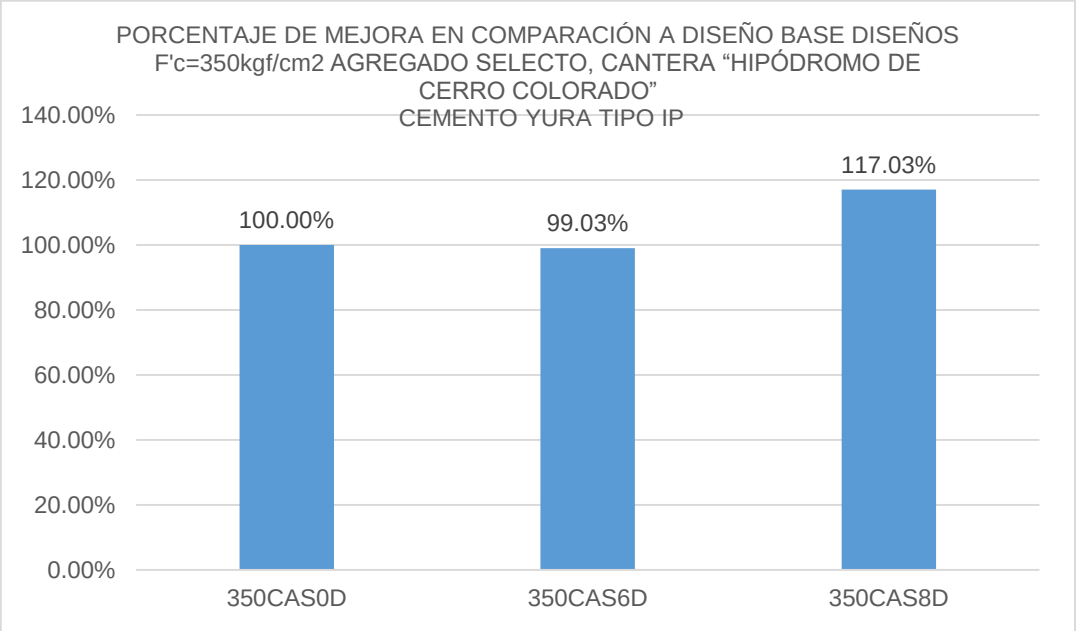
En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Yura Tipo IP, f'c=245 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la tracción se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 23.96 kgf/cm^2, esta aumentó en un 41.03% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 33.79 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 40: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Yura Tipo IP, f'c=350 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la tracción se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 31.95 kgf/cm^2, esta aumentó en un 17.03% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 37.39 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cemento Frontera GU

Tabla 106: Resultados ensayo resistencia a la Tracción Indirecta Cemento Frontera GU

MUESTRA	D1	D2	L1	L2	DPROM (cm)	LPROM (cm)	KGF	T (kgf/cm2)
245CAS0D	15.02	15.25	27.52	27.49	15.135	27.505	16536	25.29
245CAS0D	15.52	15.48	30.6	30.4	15.50	30.5	13259	17.85
245CAS0D	14.89	14.82	30	30.1	14.86	30.05	16458	23.47
PROMEDIO 245CAS0D = 22.20 kgf/cm^2								
245CAS6D	15.01	14.99	30.02	30	15	30.01	18550	26.23
245CAS6D	15.4	15.28	30.2	30.4	15.34	30.3	22920	31.39
245CAS6D	15.21	15.15	30.4	30.3	15.18	30.35	21716	30.01
PROMEDIO 245CAS6D = 29.21 kgf/cm^2								
245CAS8D	14.85	14.9	30.15	30.08	14.875	30.115	17918	25.46
245CAS8D	15.5	15.42	30.4	30.4	15.46	30.4	24684	33.44
245CAS8D	15.6	15.5	30.6	30.5	15.55	30.55	23743	31.82
PROMEDIO 245CAS8D = 30.24 kgf/cm^2								
245PCH0D	15.1	15.2	30.1	30.2	15.15	30.15	16901	23.56
245PCH0D	15.28	15.21	30.4	30.2	15.25	30.3	20913	28.82
245PCH0D	15.21	15.18	30.3	30.2	15.20	30.25	18106	25.08
PROMEDIO 245PCH0D = 25.82 kgf/cm^2								
245PCH6D	14.72	14.71	30.01	30.03	14.715	30.02	18526	26.70
245PCH6D	15.23	15.1	30.2	30	15.17	30.1	25986	36.24
245PCH6D	15.4	15.25	30.6	30.6	15.33	30.6	23719	32.20
PROMEDIO 245PCH6D = 31.71 kgf/cm^2								
245PCH8D	15.35	15.3	30.25	30.45	15.325	30.35	20410	27.94
245PCH8D	15.2	15.32	30.1	30.2	15.26	30.15	27603	38.19
245PCH8D	14.91	14.98	30.4	30.5	14.95	30.45	26832	37.54
PROMEDIO 245PCH8D = 34.56 kgf/cm^2								
350CAS0D	14.95	14.8	30.1	30.05	14.875	30.075	15584	22.18
350CAS0D	15.39	15.45	30.4	30.4	15.42	30.4	18075	24.55
350CAS0D	15	14.82	30.2	30.3	14.91	30.25	21038	29.69
PROMEDIO 350CAS0D = 25.47 kgf/cm^2								
350CAS6D	15.39	15.35	30.41	30.95	15.37	30.68	17633	23.81
350CAS6D	15.28	15.2	30.3	30.4	15.24	30.35	22498	30.97
350CAS6D	15.21	15.18	30.2	30.3	15.20	30.25	21590	29.90

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PROMEDIO 350CAS6D = 28.23 kgf/cm^2								
350CAS8D	15.45	15.6	30.45	30.3	15.525	30.375	19511	26.34
350CAS8D	15.41	15.53	30.3	30.4	15.47	30.35	26566	36.02
350CAS8D	15.42	15.38	30.6	30.6	15.40	30.6	27342	36.94
PROMEDIO 350CAS8D = 33.1 kgf/cm^2								
350PCH0D	15.1	15.15	30.35	30.45	15.125	30.4	19796	27.41
350PCH0D	15.3	15.35	30.3	30.1	15.33	30.2	19127	26.31
350PCH0D	15.6	15.4	30.3	30.4	15.50	30.35	18259	24.71
PROMEDIO 350PCH0D = 26.14 kgf/cm^2								
350PCH6D	15.35	15.4	30.55	30.6	15.375	30.575	19994	27.08
350PCH6D	15	14.92	30.2	30.2	14.96	30.2	22812	32.14
350PCH6D	15.48	15.46	30.3	30.3	15.47	30.3	24009	32.61
PROMEDIO 350PCH6D = 30.61 kgf/cm^2								
350PCH8D	15.2	15.35	30.1	30.25	15.275	30.175	19774	27.31
350PCH8D	15.32	15.35	30.3	30.4	15.34	30.35	29069	39.76
350PCH8D	14.91	14.8	29.7	29.9	14.86	29.8	25808	37.11
PROMEDIO 350PCH8D = 34.73 kgf/cm^2								

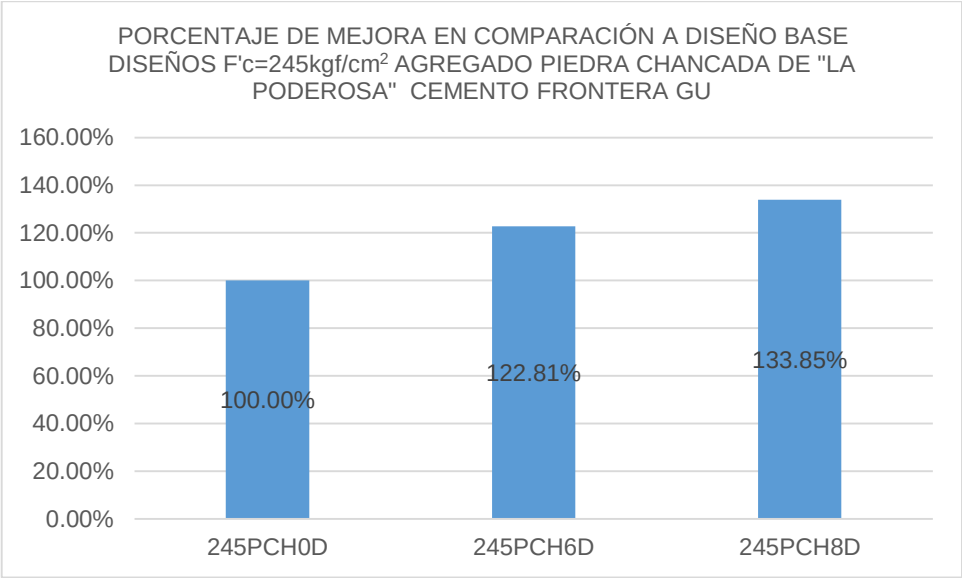
Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los resultados para el ensayo de tracción indirecta, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 41: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

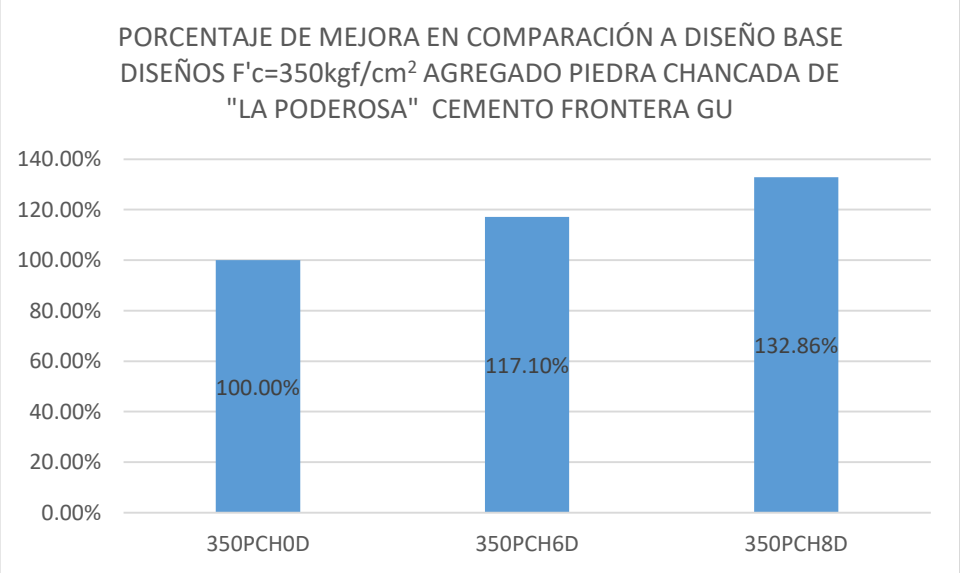
En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: piedra chancada de "La Poderosa", cemento Frontera GU, f'c=245 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la tracción se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 25.82 kgf/cm^2, esta aumentó en un 33.85% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 34.56 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 42: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

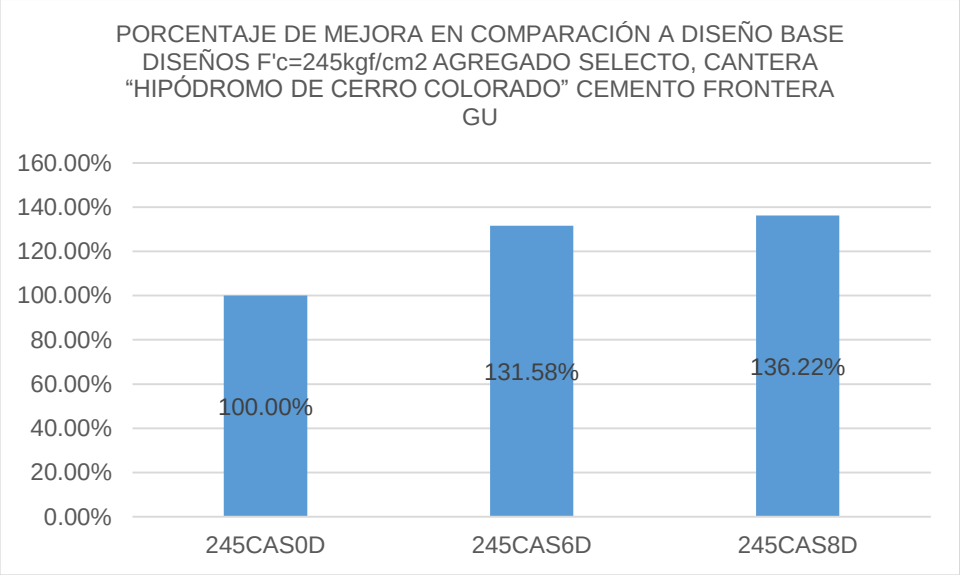
En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: piedra chancada de "La Poderosa", cemento Frontera GU, f'c=350 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la tracción se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 26.14 kgf/cm^2, esta aumentó en un 32.86% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 34.73 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 43: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

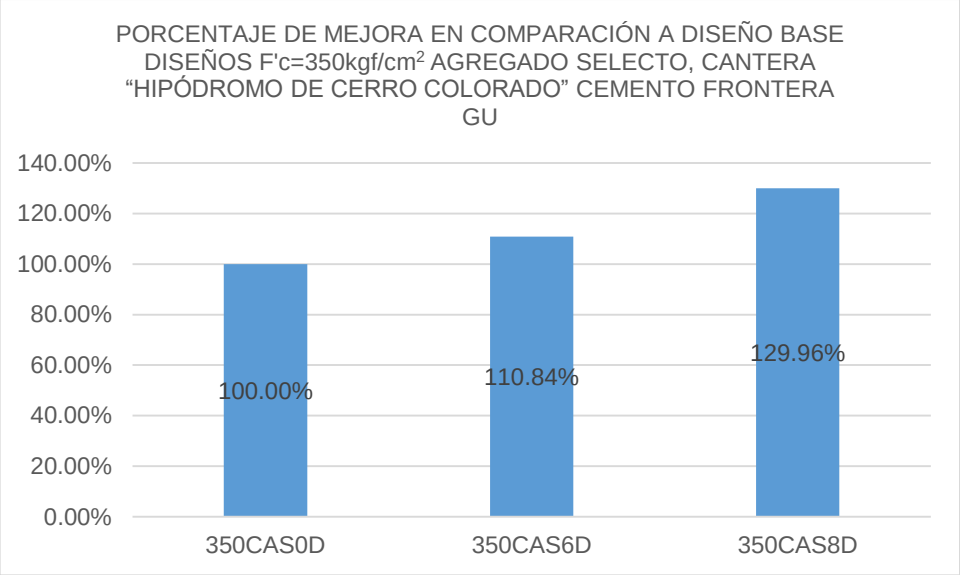
En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Frontera GU, f'c=245 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la tracción se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 22.20 kgf/cm^2, esta aumentó en un 36.22% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 30.24 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 44: Resultados ensayo resistencia a la tracción indirecta comparación porcentajes cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350 kgf/cm^2



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Frontera GU, f'c=350 kgf/cm^2, el mayor aumento de la resistencia a la tracción se da en el diseño con 8% de adición de diatomita, siendo la resistencia del diseño base 25.47 kgf/cm^2, esta aumentó en un 29.96% con la adición de diatomita hasta una resistencia de 33.1 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.3.Resultados Ensayos de Porosidad

Cemento Yura Tipo IP

Tabla 107: Resultados ensayo de porosidad cemento Yura Tipo IP

DISEÑO	W seco (g)	W húmedo (g)	W tras hervir (g)	W sumergido (g)	%Porosidad	Promedio
245CAS0D	759	817	804	430	14.99%	15.15%
	732	789	775	417	15.32%	
245CAS6D	713.5	738	729	398	7.21%	7.07%
	802.5	829	820	447	6.94%	
245CAS8D	716	745	736	400	8.41%	8.16%
	793	823	813	443.5	7.91%	
245PCH0D	739.5	797	778	386	13.99%	14.29%
	740.5	799.5	780	395	14.59%	
245PCH6D	742	800	794	435	15.89%	15.36%
	710	761	756	417	14.83%	
245PCH8D	777	829	811	408	12.35%	12.29%
	760.5	809.5	792	409	12.23%	
350CAS0D	744	791	787	427	12.91%	12.58%
	745	789.5	785	426	12.24%	
350CAS6D	776	834.5	822	441	14.87%	15.95%
	659	717.5	705	374	17.03%	
350CAS8D	737	768	756	411	8.68%	8.59%
	810.5	844	831	450	8.50%	
350PCH0D	722.5	784	764	383.5	15.36%	15.05%
	757.5	818	800	407.5	14.74%	
350PCH6D	736	801	788	427	17.38%	16.87%
	761	824	811	439	16.36%	
350PCH8D	775	804	793	443.5	8.04%	7.43%
	876	903	893	507	6.82%	

Fuente: Elaboración propia

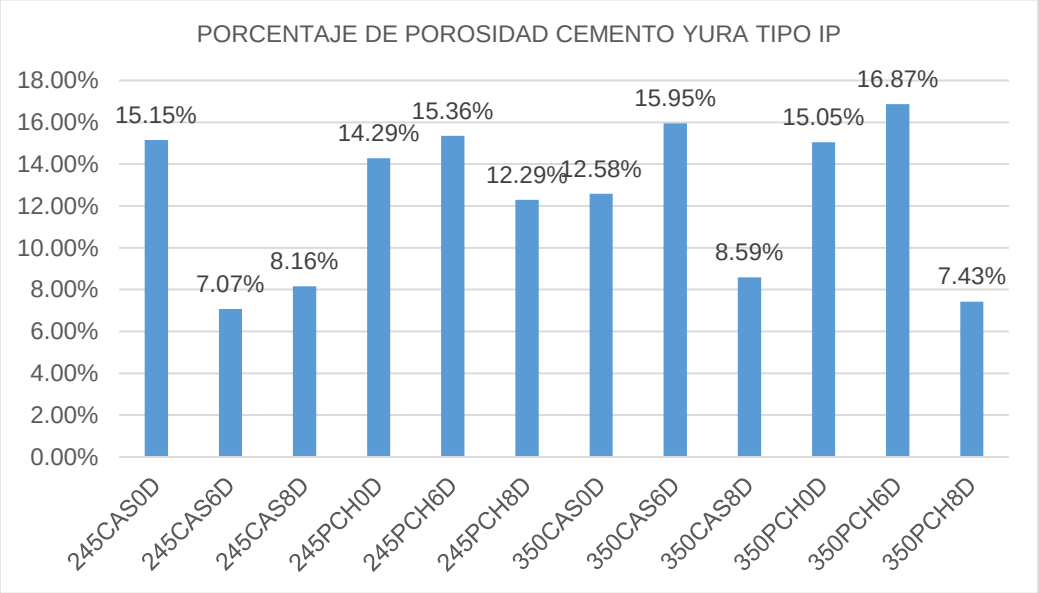
En esta tabla se observa los resultados para el ensayo de porosidad, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 45: Resultados ensayo de porosidad comparación porcentajes cemento Yura Tipo IP



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para las combinaciones con cemento Yura Tipo IP, disminuye la porosidad en algunos diseños con adición de diatomita, mientras que en otros sube ligeramente; si bien puede parecer que la inclusión de diatomita aumente en algunos casos la porosidad, este parámetro debe corroborarse con la capilaridad y la profundidad de penetración.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cemento Frontera GU

Tabla 108: Resultados ensayo de porosidad cemento Frontera GU

DISEÑO	W seco (g)	W húmedo (g)	W tras hervir (g)	W sumergido (g)	%Porosidad	Promedio
245CAS0D	740	802	788	415	16.02%	15.23%
	733	787.5	782	410	14.44%	
245CAS6D	764	822	808	434	14.95%	14.62%
	749	803.5	791	422	14.29%	
245CAS8D	813	861	851	457	11.88%	11.93%
	814	862	852	461	11.97%	
245PCH0D	814	869	857	466	13.65%	13.33%
	822	874.5	864	471	13.01%	
245PCH6D	818	868	856	471	12.59%	12.42%
	826	875	864	475	12.25%	
245PCH8D	864	907	897	502	10.62%	10.84%
	832	875.5	865	482	11.05%	
350CAS0D	732.5	791	780	413	15.48%	13.86%
	730.5	775.5	767	408	12.24%	
350CAS6D	774	824.5	816	441	13.17%	12.63%
	781	827.5	819	443	12.09%	
350CAS8D	749	797.5	788	414.5	12.66%	12.51%
	727	772.5	763	404	12.35%	
350PCH0D	817	866.2	857	465	12.26%	11.66%
	813.5	857.4	851	460	11.05%	
350PCH6D	786	835.7	827	445	12.72%	12.45%
	751.5	796.8	784	425	12.18%	
350PCH8D	807.5	854.6	847	455	11.79%	12.10%
	788.5	836.43	828	450	12.40%	

Fuente: Elaboración propia

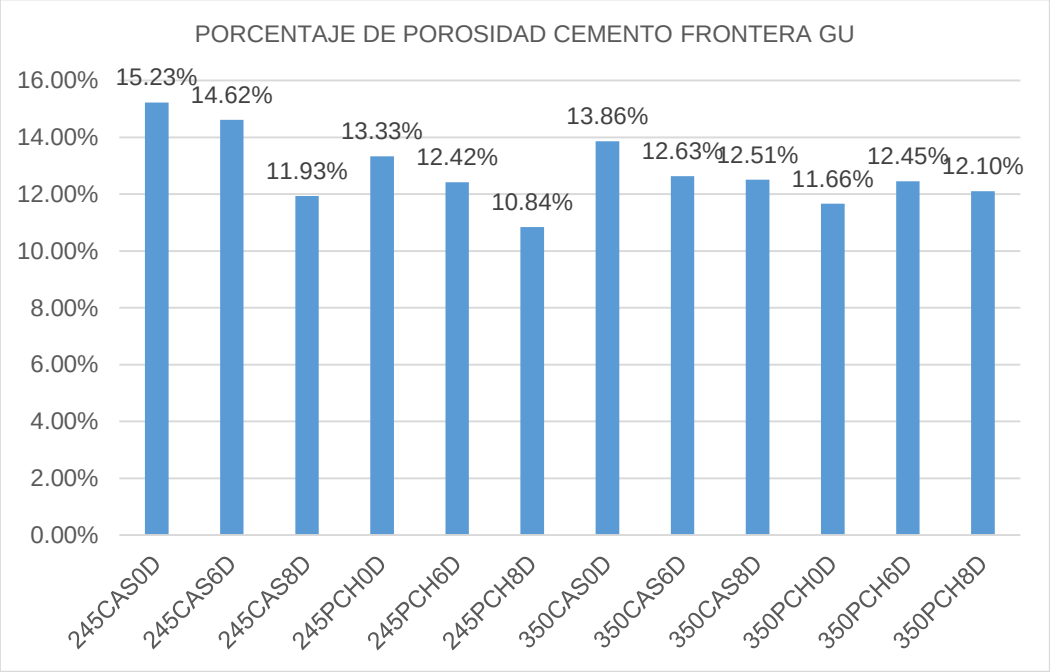
En esta tabla se observa los resultados para el ensayo de porosidad, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 46 Resultados ensayo de porosidad comparación porcentajes cemento Frontera GU



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para las combinaciones con cemento Frontera GU, se puede apreciar como disminuye la porosidad en la mayoría de diseños con adición de diatomita; si bien la inclusión de diatomita puede reducir en algunos casos la porosidad, este parámetro debe corroborarse con la capilaridad y la profundidad de penetración.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

1.1.2.4.Resultados Ensayos de Capilaridad

RESULTADOS CONCRETO CON CEMENTO YURA

Tabla 109: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=245 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		YURA 245PCH0D									
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)		W pintado (gr)		D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua	
PARTE SUPERIOR		10.01	9.96	1110		1113		99.85	7830.44	0.001g/ mm^3	
PARTE MEDIA		10.03	9.99	1062		1064.5		100.10	7869.70		
PARTE INFERIOR		10.02	10.01	1121		1125		100.15	7877.56		
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1113	0	0.000	1064.5	0	0.000	1125	0	0.000	0.000
60	8	1117	4	0.511	1068.5	4	0.508	1133.5	8.5	1.079	0.699
300	17	1118	5	0.639	1070	5.5	0.699	1136	11	1.396	0.911
600	24	1119	6	0.766	1071	6.5	0.826	1137.5	12.5	1.587	1.060
1200	35	1120.5	7.5	0.958	1072.5	8	1.017	1140.5	15.5	1.968	1.314
1800	42	1121.5	8.5	1.086	1073.5	9	1.144	1143.5	18.5	2.348	1.526
3600	60	1125	12	1.532	1076	11.5	1.461	1148.5	23.5	2.983	1.992
7200	85	1130.5	17.5	2.235	1080.5	16	2.033	1155.5	30.5	3.872	2.713
10800	104	1135	22	2.810	1084.5	20	2.541	1161.5	36.5	4.633	3.328
14400	120	1139.5	26.5	3.384	1087.5	23	2.923	1166	41	5.205	3.837
18000	134	1142.5	29.5	3.767	1090.5	26	3.304	1169.5	44.5	5.649	4.240
21600	147	1145.5	32.5	4.150	1092.5	28	3.558	1172	47	5.966	4.558
86400	294	1169	56	7.152	1110	45.5	5.782	1187	62	7.870	6.935
92220	304	1169.5	56.5	7.215	1110.5	46	5.845	1187	62	7.870	6.977

Fuente: Elaboración propia

Tabla 110: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=245 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		YURA 245PCH6D									
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)		W pintado (gr)		D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua	
PARTE SUPERIOR		10.03	10.01	1093		1095.5		100.20	7885.43	0.001g/ mm^3	
PARTE MEDIA		10.01	10.04	1067		1069.5		100.25	7893.30		
PARTE INFERIOR		10.03	9.98	1140		1142.5		100.05	7861.84		
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1095.5	0	0.000	1069.5	0	0.000	1142.5	0	0.000	0.000
60	8	1097	1.5	0.190	1070.5	1	0.127	1143.5	1	0.127	0.148
300	17	1098	2.5	0.317	1071	1.5	0.190	1144	1.5	0.191	0.233
600	24	1099	3.5	0.444	1071.5	2	0.253	1144.5	2	0.254	0.317
1200	35	1100.5	5	0.634	1072	2.5	0.317	1145.5	3	0.382	0.444
1800	42	1102	6.5	0.824	1072.5	3	0.380	1146.5	4	0.509	0.571
3600	60	1106	10.5	1.332	1074.5	5	0.633	1148.5	6	0.763	0.909
7200	85	1110	14.5	1.839	1077	7.5	0.950	1151.5	9	1.145	1.311
10800	104	1114.5	19	2.410	1079.5	10	1.267	1155	12.5	1.590	1.755
14400	120	1117	21.5	2.727	1082	12.5	1.584	1157	14.5	1.844	2.052
18000	134	1119.5	24	3.044	1083.5	14	1.774	1159	16.5	2.099	2.305
21600	147	1121	25.5	3.234	1085	15.5	1.964	1160.5	18	2.290	2.496
80220	283	1137	41.5	5.263	1099.5	30	3.801	1178	35.5	4.515	4.526

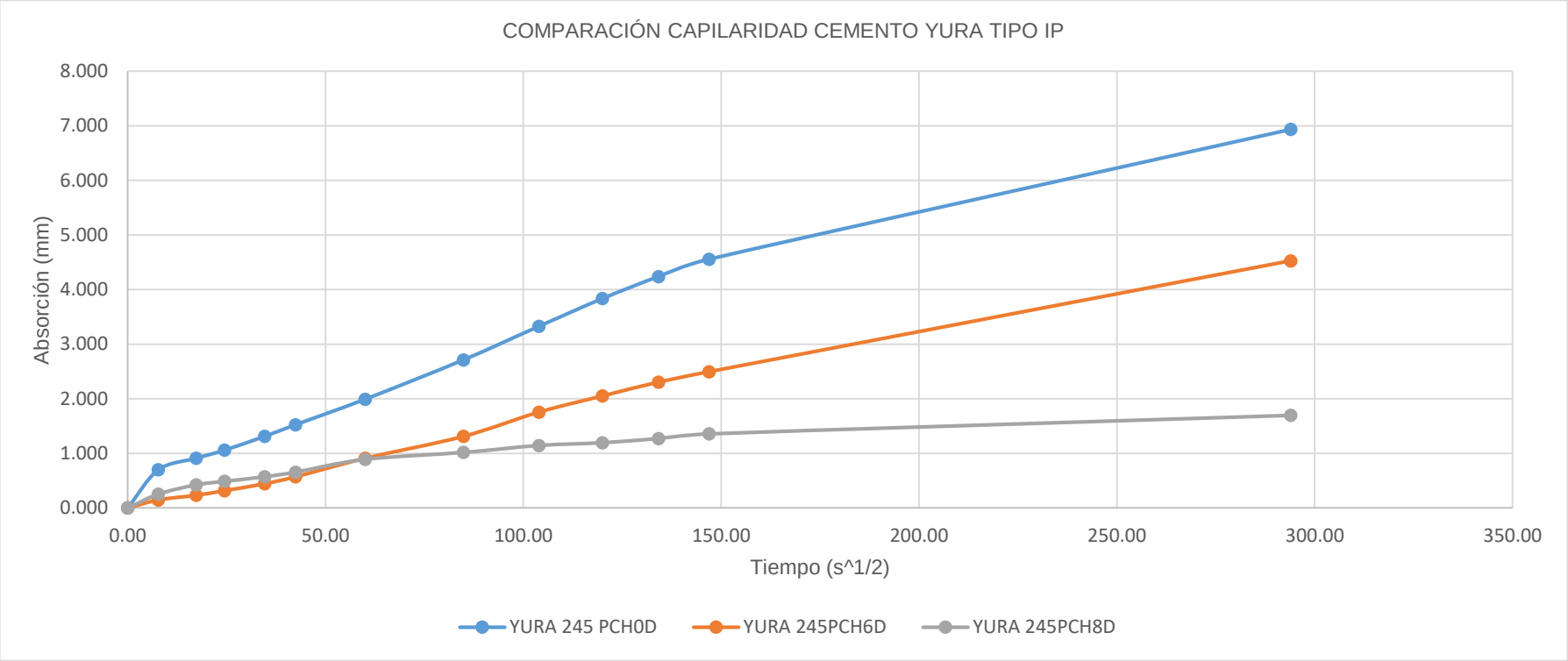
Fuente: Elaboración propia

Tabla 111: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=245 kgf/cm^2 Piedra Chancada de "La Poderosa" 8% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		YURA 245PCH8D									
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)		W pintado (gr)		D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua	
PARTE SUPERIOR		9.99	9.98	1136		1137		99.85	7830.44	0.001g/ mm^3	
PARTE MEDIA		10.02	10.01	1084		1085		100.15	7877.56		
PARTE INFERIOR		10.01	10.02	1173		1174		100.15	7877.56		
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1137	0	0.000	1085	0	0.000	1174	0	0.000	0.000
60	8	1139	2	0.255	1087	2	0.254	1176	2	0.254	0.254
300	17	1140	3	0.383	1089	4	0.508	1177	3	0.381	0.424
600	24	1140.5	3.5	0.447	1089.5	4.5	0.571	1177.5	3.5	0.444	0.488
1200	35	1141.5	4.5	0.575	1090	5	0.635	1178	4	0.508	0.572
1800	42	1142	5	0.639	1090.5	5.5	0.698	1179	5	0.635	0.657
3600	60	1144	7	0.894	1092	7	0.889	1181	7	0.889	0.890
7200	85	1145	8	1.022	1093	8	1.016	1182	8	1.016	1.018
10800	104	1146	9	1.149	1094	9	1.142	1183	9	1.142	1.145
14400	120	1146.5	9.5	1.213	1094.2	9.2	1.168	1183.5	9.5	1.206	1.196
18000	134	1147	10	1.277	1095	10	1.269	1184	10	1.269	1.272
21600	147	1147.5	10.5	1.341	1095.5	10.5	1.333	1185	11	1.396	1.357
89820	300	1150	13	1.660	1097.5	12.5	1.587	1188.5	14.5	1.841	1.696
92220	304	1150.5	13.5	1.724	1098	13	1.650	1188.5	14.5	1.841	1.738

Fuente: Elaboración propia

Figura 47: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" Cemento Yura Tipo IP



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: piedra chancada de "La Poderosa", cemento Yura Tipo IP, f'c=245 kgf/cm^2, la menor tasa de absorción con respecto al tiempo se da en el diseño con 8% de adición de diatomita.

Tabla 112: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 0% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		YURA 245CAS0D									
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)		W pintado (gr)		D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua	
PARTE SUPERIOR		10.02	10.01	1079.5		1082		100.15	7877.56	0.001g/ mm^3	
PARTE MEDIA		9.98	9.99	1036		1038.5		99.85	7830.44		
PARTE INFERIOR		10.02	9.99	1113.5		1115.5		100.05	7861.84		
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1082	0	0.000	1038.5	0	0.000	1115.5	0	0.000	0.000
60	8	1083	1	0.127	1039.5	1	0.128	1117	1.5	0.191	0.148
300	17	1083.5	1.5	0.190	1040	1.5	0.192	1117.5	2	0.254	0.212
600	24	1084.5	2.5	0.317	1040.5	2	0.255	1118.5	3	0.382	0.318
1200	35	1086	4	0.508	1041.5	3	0.383	1120	4.5	0.572	0.488
1800	42	1087	5	0.635	1042.5	4	0.511	1121	5.5	0.700	0.615
3600	60	1089.5	7.5	0.952	1044.5	6	0.766	1123.5	8	1.018	0.912
7200	85	1093	11	1.396	1047	8.5	1.086	1127.5	12	1.526	1.336
10800	104	1096	14	1.777	1050	11.5	1.469	1130	14.5	1.844	1.697
14400	120	1098.5	16.5	2.095	1051.5	13	1.660	1132	16.5	2.099	1.951
18000	134	1100	18	2.285	1053	14.5	1.852	1133.5	18	2.290	2.142
21600	147	1102.5	20.5	2.602	1054.5	16	2.043	1134.5	19	2.417	2.354
80220	283	1113	31	3.935	1064.5	26	3.320	1145	29.5	3.752	3.669

Fuente: Elaboración propia

Tabla 113: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 6% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		YURA 245CAS6D								
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)	D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua		
PARTE SUPERIOR		10.03	10.02	1046	1050	100.25	7893.30	0.001g/ mm^3		
PARTE MEDIA		10.02	9.98	1022.5	1028	100.00	7853.98			
PARTE INFERIOR		9.99	10.01	1077.5	1081	100.00	7853.98			
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1050	0	0.000	1028	0	0.000	1081	0	0.000	0.000
60	8	1051.5	1.5	0.190	1029	1	0.127	1085	4	0.509	0.276
300	17	1052	2	0.253	1029.5	1.5	0.191	1086.5	5.5	0.700	0.382
600	24	1052.5	2.5	0.317	1030	2	0.255	1087.5	6.5	0.828	0.466
1200	35	1057	7	0.887	1034	6	0.764	1089	8	1.019	0.890
1800	42	1059.5	9.5	1.204	1036.5	8.5	1.082	1090.5	9.5	1.210	1.165
3600	60	1062.5	12.5	1.584	1039.5	11.5	1.464	1092.5	11.5	1.464	1.504
7200	85	1066	16	2.027	1043	15	1.910	1095	14	1.783	1.906
10800	104	1069	19	2.407	1045.5	17.5	2.228	1097	16	2.037	2.224
14400	120	1071	21	2.660	1047.5	19.5	2.483	1099	18	2.292	2.478
18000	134	1073.5	23.5	2.977	1049	21	2.674	1100.5	19.5	2.483	2.711
21600	147	1074.5	24.5	3.104	1050.5	22.5	2.865	1102	21	2.674	2.881
89820	300	1078.5	28.5	3.611	1054	26	3.310	1105.5	24.5	3.119	3.347
92220	304	1079	29	3.674	1054	26	3.310	1105.5	24.5	3.119	3.368

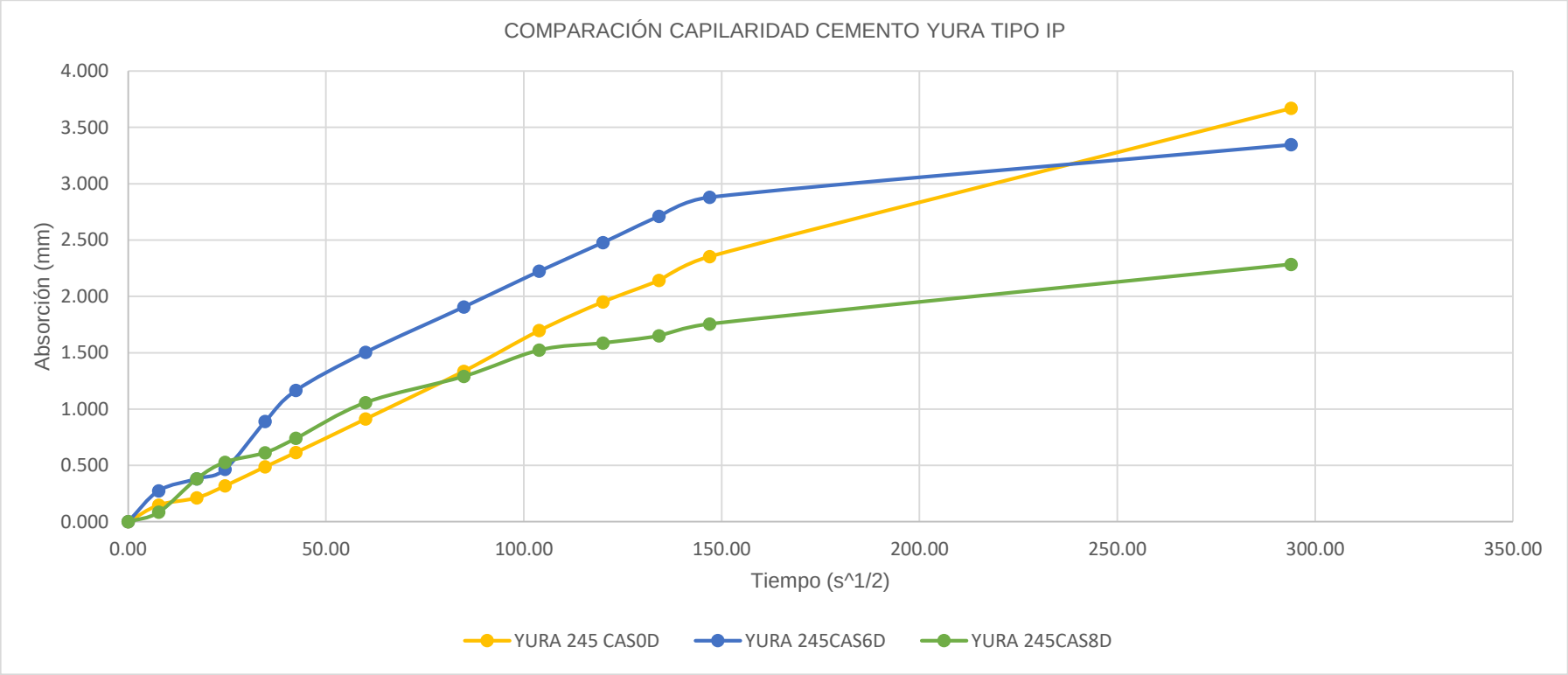
Fuente: Elaboración propia

Tabla 114: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 8% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		YURA 245CAS8D								
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)	D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua		
PARTE SUPERIOR		10.02	10.01	1057.5	1058	100.15	7877.56	0.001g/ mm^3		
PARTE MEDIA		9.99	10.02	1034.5	1035	100.05	7861.84			
PARTE INFERIOR		10.02	10.03	1086.5	1087	100.25	7893.30			
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1058	0	0.000	1035	0	0.000	1087	0	0.000	0.000
60	8	1058.5	0.5	0.063	1035.5	0.5	0.064	1088	1	0.127	0.085
300	17	1062	4	0.508	1037	2	0.254	1090	3	0.380	0.381
600	24	1064	6	0.762	1037.5	2.5	0.318	1091	4	0.507	0.529
1200	35	1064.5	6.5	0.825	1038	3	0.382	1092	5	0.633	0.613
1800	42	1066	8	1.016	1039	4	0.509	1092.5	5.5	0.697	0.740
3600	60	1069	11	1.396	1041	6	0.763	1095	8	1.014	1.058
7200	85	1071	13	1.650	1042.5	7.5	0.954	1097	10	1.267	1.290
10800	104	1073	15	1.904	1044	9	1.145	1099	12	1.520	1.523
14400	120	1073.5	15.5	1.968	1044.5	9.5	1.208	1099.5	12.5	1.584	1.587
18000	134	1074	16	2.031	1045	10	1.272	1100	13	1.647	1.650
21600	147	1075	17	2.158	1045.5	10.5	1.336	1101	14	1.774	1.756
89820	300	1080.5	22.5	2.856	1048.5	13.5	1.717	1105	18	2.280	2.285
92220	304	1080.5	22.5	2.856	1048.5	13.5	1.717	1105.5	18.5	2.344	2.306

Fuente: Elaboración propia

Figura 48: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Yura Tipo IP



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: agregado selecto de la cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Yura Tipo IP, f'c=245 kgf/cm^2, la menor tasa de absorción con respecto al tiempo se da en el diseño con 8% de adición de diatomita.

Tabla 115: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		YURA350PCH0D									
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)	D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua			
PARTE SUPERIOR		10.03	10.01	1033.5	1034.8	100.20	7885.43	0.001g/ mm^3			
PARTE MEDIA		10.02	10.03	954	956.6	100.25	7893.30				
PARTE INFERIOR		10.01	10.03	1072.5	1075.4	100.20	7885.43				
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1034.8	0	0.000	956.6	0	0.000	1075.4	0	0.000	0.000
60	8	1035.5	0.7	0.089	958.6	2	0.253	1077.2	1.8	0.228	0.190
300	17	1037.1	2.3	0.292	959.7	3.1	0.393	1077.9	2.5	0.317	0.334
600	24	1039.9	5.1	0.647	960.6	4	0.507	1078.7	3.3	0.418	0.524
1200	35	1042.2	7.4	0.938	961.6	5	0.633	1079.5	4.1	0.520	0.697
1800	42	1044.4	9.6	1.217	963	6.4	0.811	1080.8	5.4	0.685	0.904
3600	60	1048.2	13.4	1.699	965.7	9.1	1.153	1083	7.6	0.964	1.272
7200	85	1053.1	18.3	2.321	969.2	12.6	1.596	1085.7	10.3	1.306	1.741
10800	104	1056.1	21.3	2.701	972	15.4	1.951	1087.5	12.1	1.534	2.062
14400	120	1058.6	23.8	3.018	973.9	17.3	2.192	1089.7	14.3	1.813	2.341
18000	134	1060.3	25.5	3.234	975.7	19.1	2.420	1091.2	15.8	2.004	2.552
21600	147	1061.8	27	3.424	976.9	20.3	2.572	1092.3	16.9	2.143	2.713
89820	300	1076.8	42	5.326	993.1	36.5	4.624	1108.9	33.5	4.248	4.733
92220	304	1077.6	42.8	5.428	993.6	37	4.688	1109.1	33.7	4.274	4.796

Fuente: Elaboración propia

Tabla 116: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		YURA 350PCH6D									
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)		W pintado (gr)		D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua	
PARTE SUPERIOR		10.03	10.01	1088		1089		100.20	7885.43	0.001g/ mm^3	
PARTE MEDIA		9.97	10.02	1034.5		1035.5		99.95	7846.13		
PARTE INFERIOR		10.03	9.98	1089		1090		100.05	7861.84		
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1089	0	0.000	1035.5	0	0.000	1090	0	0.000	0.000
60	8	1091	2	0.254	1038	2.5	0.319	1093	3	0.382	0.318
300	17	1092	3	0.380	1040	4.5	0.574	1094	4	0.509	0.488
600	24	1093	4	0.507	1041.5	6	0.765	1096	6	0.763	0.678
1200	35	1094.5	5.5	0.697	1043	7.5	0.956	1098	8	1.018	0.890
1800	42	1096	7	0.888	1044.5	9	1.147	1099	9	1.145	1.060
3600	60	1098.5	9.5	1.205	1047.5	12	1.529	1102.5	12.5	1.590	1.441
7200	85	1101.5	12.5	1.585	1050	14.5	1.848	1106.5	16.5	2.099	1.844
10800	104	1105	16	2.029	1052.5	17	2.167	1111	21	2.671	2.289
14400	120	1107	18	2.283	1054	18.5	2.358	1113	23	2.926	2.522
18000	134	1108	19	2.410	1055	19.5	2.485	1115	25	3.180	2.692
21600	147	1110	21	2.663	1057	21.5	2.740	1117	27	3.434	2.946
89820	300	1123.9	34.9	4.426	1069.4	33.9	4.321	1132.8	42.8	5.444	4.730

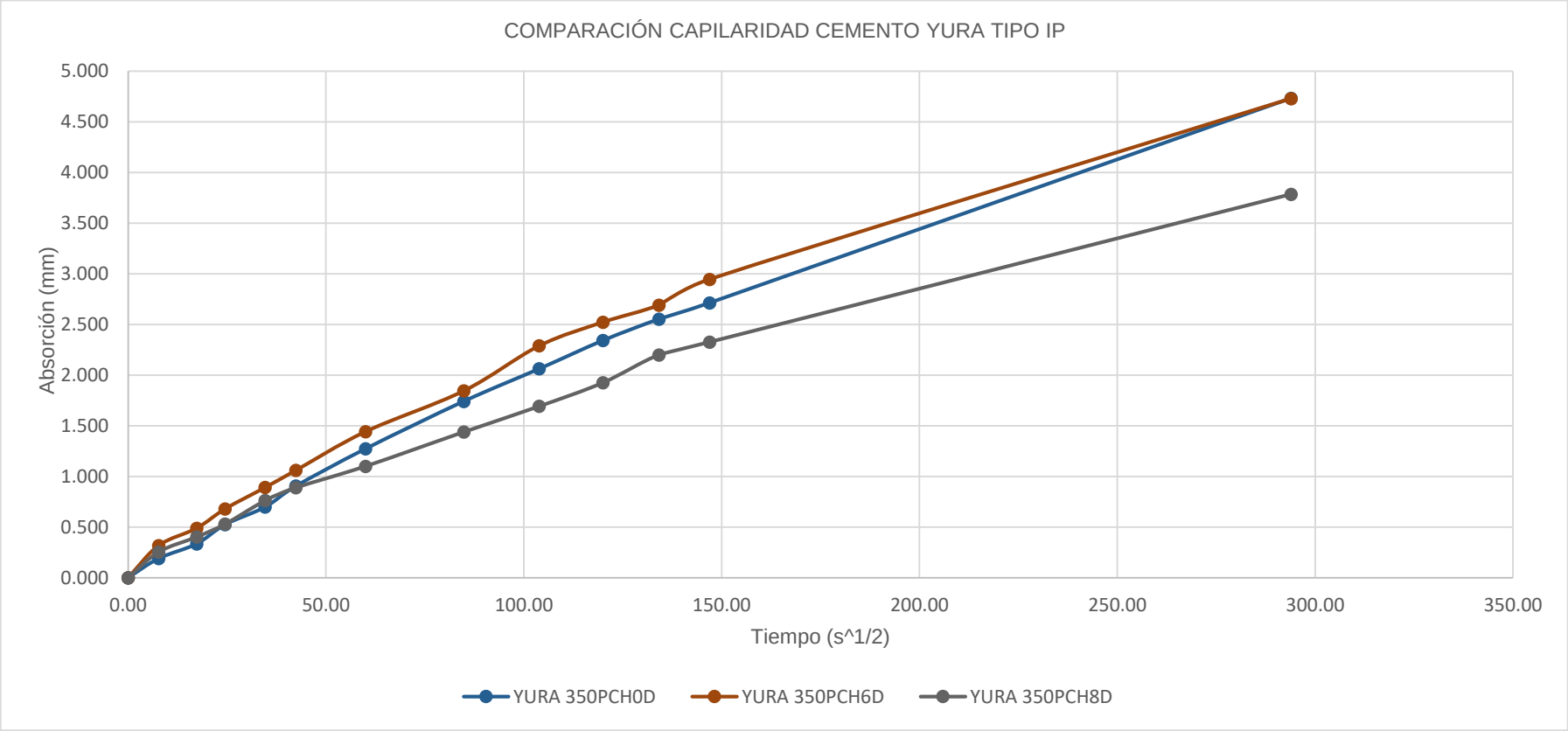
Fuente: Elaboración propia

Tabla 117: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO				YURA350PCH8D						
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)		D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua	
PARTE SUPERIOR		10.01	10.03	1094	1099		100.20	7885.43	0.001g/ mm^3	
PARTE MEDIA		10.04	10.01	1058.5	1064		100.25	7893.30		
PARTE INFERIOR		10.01	10	1156.5	1162.5		100.05	7861.84		
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1099	0	0.000	1064	0	0.000	1162.5	0	0.000	0.000
60	8	1100.5	1.5	0.190	1067	3	0.380	1164	1.5	0.191	0.254
300	17	1101.5	2.5	0.317	1068	4	0.507	1165.5	3	0.382	0.402
600	24	1102	3	0.380	1069	5	0.633	1167	4.5	0.572	0.529
1200	35	1103.5	4.5	0.571	1071	7	0.887	1169	6.5	0.827	0.761
1800	42	1104.5	5.5	0.697	1072	8	1.014	1170	7.5	0.954	0.888
3600	60	1105.5	6.5	0.824	1073.5	9.5	1.204	1172.5	10	1.272	1.100
7200	85	1108	9	1.141	1076	12	1.520	1175.5	13	1.654	1.438
10800	104	1110	11	1.395	1078	14	1.774	1177.5	15	1.908	1.692
14400	120	1112	13	1.649	1079.5	15.5	1.964	1179.5	17	2.162	1.925
18000	134	1114.5	15.5	1.966	1081.5	17.5	2.217	1181.5	19	2.417	2.200
21600	147	1116	17	2.156	1082	18	2.280	1182.5	20	2.544	2.327
89820	300	1127	28	3.551	1094.5	30.5	3.864	1193.5	31	3.943	3.786
92220	304	1127	28	3.551	1095	31	3.927	1194	31.5	4.007	3.828

Fuente: Elaboración propia

Figura 49: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" cemento Yura Tipo IP



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: piedra chancada de "La Poderosa", cemento Yura Tipo IP, f'c=350 kgf/cm^2, la menor tasa de absorción con respecto al tiempo se da en el diseño con 8% de adición de diatomita.

Tabla 118: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 0% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO				YURA 350 CAS0D			
	D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)	D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua
PARTE SUPERIOR	9.98	9.99	1002	1005	99.85	7830.44	
PARTE MEDIA	10.01	10.03	1059	1063	100.20	7885.43	0.001g/ mm^3
PARTE INFERIOR	9.98	9.95	1080	1083	99.65	7799.10	

TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1005	0	0.000	1063	0	0.000	1083	0	0.000	0.000
60	8	1006.5	1.5	0.192	1065.5	2.5	0.317	1083.5	0.5	0.064	0.191
300	17	1010.5	5.5	0.702	1066	3	0.380	1088.5	5.5	0.705	0.596
600	24	1011.5	6.5	0.830	1067	4	0.507	1089	6	0.769	0.702
1200	35	1013	8	1.022	1068	5	0.634	1090	7	0.898	0.851
1800	42	1014.5	9.5	1.213	1069	6	0.761	1091.5	8.5	1.090	1.021
3600	60	1018	13	1.660	1071	8	1.015	1093.5	10.5	1.346	1.340
7200	85	1023	18	2.299	1074	11	1.395	1096	13	1.667	1.787
10800	104	1028	23	2.937	1077	14	1.775	1098.5	15.5	1.987	2.233
14400	120	1032	27	3.448	1080.5	17.5	2.219	1101	18	2.308	2.658
18000	134	1035.5	30.5	3.895	1083	20	2.536	1103.5	20.5	2.629	3.020
21600	147	1038.5	33.5	4.278	1085	22	2.790	1106.5	23.5	3.013	3.360
86400	294	1059.5	54.5	6.960	1105.5	42.5	5.390	1123	40	5.129	5.826
92220	304	1060.5	55.5	7.088	1107	44	5.580	1124	41	5.257	5.975

Fuente: Elaboración propia

Tabla 119: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 6% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO				YURA 350CAS6D						
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)		W pintado (gr)		D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua
PARTE SUPERIOR		10.02	10.01	1116.5		1117		100.15	7877.56	0.001g/ mm^3
PARTE MEDIA		10.03	9.99	997.5		998		100.10	7869.70	
PARTE INFERIOR		10.03	9.97	1068		1068.5		100.00	7853.98	
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1117	0	0.000	998	0	0.000	1068.5	0	0.000	0.000
60	8	1123	6	0.762	1003	5	0.635	1076	7.5	0.955	0.784
300	17	1124	7	0.889	1004	6	0.762	1077	8.5	1.082	0.911
600	24	1125	8	1.016	1006	8	1.017	1079.5	11	1.401	1.144
1200	35	1127	10	1.269	1007	9	1.144	1082	13.5	1.719	1.377
1800	42	1129	12	1.523	1009	11	1.398	1084	15.5	1.974	1.632
3600	60	1131	14	1.777	1011	13	1.652	1087.5	19	2.419	1.949
7200	85	1133	16	2.031	1014	16	2.033	1093	24.5	3.119	2.395
10800	104	1136	19	2.412	1016.5	18.5	2.351	1097	28.5	3.629	2.797
14400	120	1137	20	2.539	1019	21	2.668	1100	31.5	4.011	3.073
18000	134	1138	21	2.666	1019.5	21.5	2.732	1101	32.5	4.138	3.179
21600	147	1139	22	2.793	1021	23	2.923	1103	34.5	4.393	3.369
89820	300	1148.9	31.9	4.049	1031.2	33.2	4.219	1117.5	49	6.239	4.836

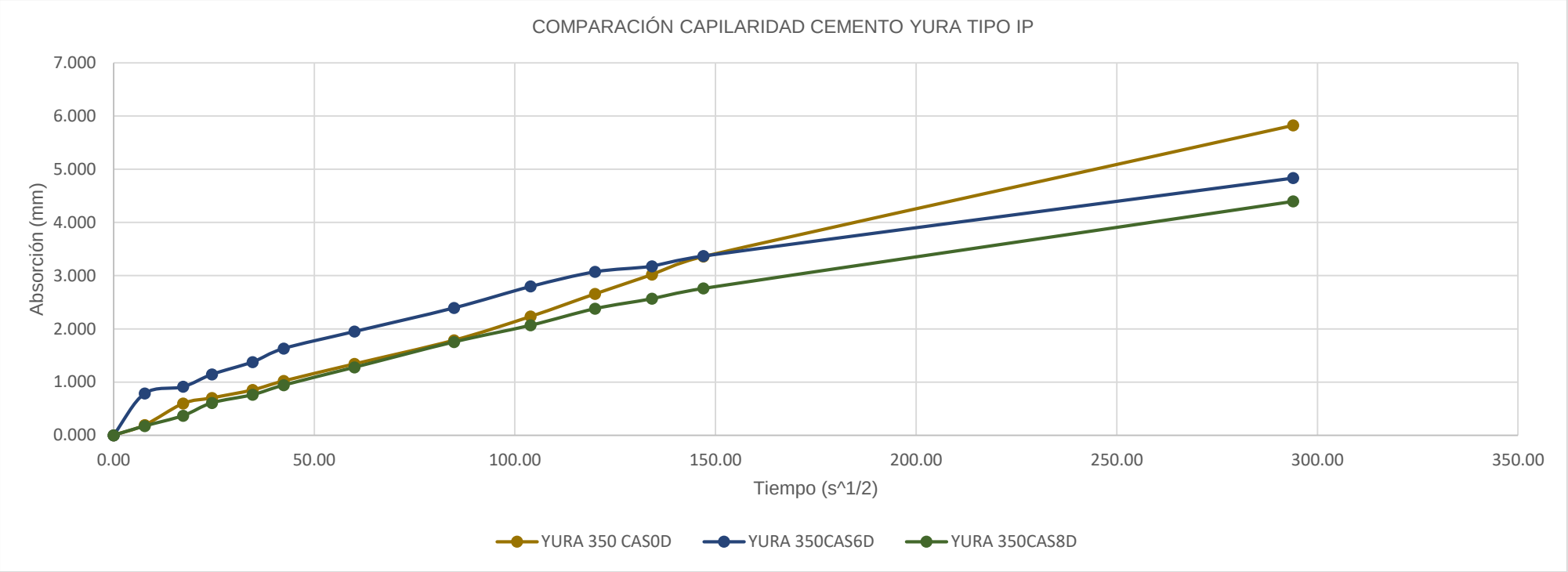
Fuente: Elaboración propia

Tabla 120: Resultados ensayo de capilaridad cemento Yura Tipo IP f'c=350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 8% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		YURA350CAS8D									
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)		W pintado (gr)		D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua	
PARTE SUPERIOR		10.01	10.03	1063.5		1065.2		100.20	7885.43	0.001g/ mm^3	
PARTE MEDIA		10.02	10.01	1001.6		1002.9		100.15	7877.56		
PARTE INFERIOR		10.03	10.01	1058		1059.8		100.20	7885.43		
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1065.2	0	0.000	1002.9	0	0.000	1059.8	0	0.000	0.000
60	8	1066.6	1.4	0.178	1004.3	1.4	0.178	1061.1	1.3	0.165	0.173
300	17	1069	3.8	0.482	1005.2	2.3	0.292	1062.4	2.6	0.330	0.368
600	24	1070.5	5.3	0.672	1008.6	5.7	0.724	1063.2	3.4	0.431	0.609
1200	35	1071.8	6.6	0.837	1009.5	6.6	0.838	1064.6	4.8	0.609	0.761
1800	42	1073.5	8.3	1.053	1010.8	7.9	1.003	1065.9	6.1	0.774	0.943
3600	60	1076.5	11.3	1.433	1013.1	10.2	1.295	1068.5	8.7	1.103	1.277
7200	85	1080.2	15	1.902	1016.3	13.4	1.701	1072.9	13.1	1.661	1.755
10800	104	1082.9	17.7	2.245	1018.9	16	2.031	1075	15.2	1.928	2.068
14400	120	1085.2	20	2.536	1021.1	18.2	2.310	1077.9	18.1	2.295	2.381
18000	134	1087	21.8	2.765	1022.6	19.7	2.501	1079	19.2	2.435	2.567
21600	147	1088.4	23.2	2.942	1024	21.1	2.678	1080.8	21	2.663	2.761
89820	300	1101.5	36.3	4.603	1036.3	33.4	4.240	1094.1	34.3	4.350	4.398
92220	304	1102	36.8	4.667	1037	34.1	4.329	1094.6	34.8	4.413	4.470

Fuente: Elaboración propia

Figura 50: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Yura Tipo IP



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Yura Tipo IP, f'c=350 kgf/cm^2, la menor tasa de absorción con respecto al tiempo se da en el diseño con 8% de adición de diatomita.

RESULTADOS CONCRETO CON CEMENTO FRONTERA

Tabla 121: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=245 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		FRONTERA 245PCH0D									
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)		W pintado (gr)		D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua	
PARTE SUPERIOR		10.04	10.03	1104		1105.6		100.35	7909.06	0.001g/ mm^3	
PARTE MEDIA		10.03	10.04	1129		1130.7		100.35	7909.06		
PARTE INFERIOR		10.03	10.02	1113.5		1115.2		100.25	7893.30		
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1105.6	0	0.000	1130.7	0	0.000	1115.2	0	0.000	0.000
60	8	1109.83	4.23	0.535	1133.9	3.2	0.405	1120.1	4.9	0.621	0.520
300	17	1112.5	6.9	0.872	1136.8	6.1	0.771	1122.6	7.4	0.938	0.860
600	24	1114.3	8.7	1.100	1137.8	7.1	0.898	1123.4	8.2	1.039	1.012
1200	35	1116.9	11.3	1.429	1139.8	9.1	1.151	1125.9	10.7	1.356	1.312
1800	42	1119.4	13.8	1.745	1142.1	11.4	1.441	1128.3	13.1	1.660	1.615
3600	60	1124.4	18.8	2.377	1146.1	15.4	1.947	1133.2	18	2.280	2.202
7200	85	1130.1	24.5	3.098	1151.7	21	2.655	1138.9	23.7	3.003	2.918
10800	104	1135.6	30	3.793	1155.1	24.4	3.085	1143.7	28.5	3.611	3.496
14400	120	1139.7	34.1	4.312	1160.1	29.4	3.717	1147.3	32.1	4.067	4.032
18000	134	1142.8	37.2	4.703	1163	32.3	4.084	1149.2	34	4.307	4.365
21600	147	1145.6	40	5.057	1165	34.3	4.337	1151.9	36.7	4.650	4.681
86400	294	1163.7	58.1	7.346	1186.3	55.6	7.030	1168.7	53.5	6.778	7.051
92220	304	1164.7	59.1	7.472	1187.2	56.5	7.144	1169.3	54.1	6.854	7.157

Fuente: Elaboración propia

Tabla 122: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=245 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		FRONTERA 245PCH6D								
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)	D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua		
PARTE SUPERIOR		10.01	9.98	1122.5	1124.5	99.95	7846.13	0.001g/ mm^3		
PARTE MEDIA		9.99	10.02	1055.5	1057	100.05	7861.84			
PARTE INFERIOR		10.02	10.01	1106	1107.6	100.15	7877.56			
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1124.5	0	0.000	1057	0	0.000	1107.6	0	0.000	0.000
60	8	1129.8	5.3	0.675	1061.5	4.5	0.572	1112.3	4.7	0.597	0.615
300	17	1131.4	6.9	0.879	1062.9	5.9	0.750	1113.4	5.8	0.736	0.789
600	24	1132.2	7.7	0.981	1064.1	7.1	0.903	1114.8	7.2	0.914	0.933
1200	35	1134.3	9.8	1.249	1065.8	8.8	1.119	1116.4	8.8	1.117	1.162
1800	42	1135.7	11.2	1.427	1067.7	10.7	1.361	1118.4	10.8	1.371	1.386
3600	60	1139.2	14.7	1.874	1071.2	14.2	1.806	1122.1	14.5	1.841	1.840
7200	85	1144.2	19.7	2.511	1075.9	18.9	2.404	1128.1	20.5	2.602	2.506
10800	104	1148.2	23.7	3.021	1080	23	2.926	1132.1	24.5	3.110	3.019
14400	120	1150.8	26.3	3.352	1082.2	25.2	3.205	1134.3	26.7	3.389	3.316
18000	134	1153.3	28.8	3.671	1084.7	27.7	3.523	1136.5	28.9	3.669	3.621
21600	147	1155.4	30.9	3.938	1086.2	29.2	3.714	1138.5	30.9	3.923	3.858
86400	294	1172.7	48.2	6.143	1103	46	5.851	1154	46.4	5.890	5.961
92220	304	1173.9	49.4	6.296	1104.1	47.1	5.991	1154.4	46.8	5.941	6.076

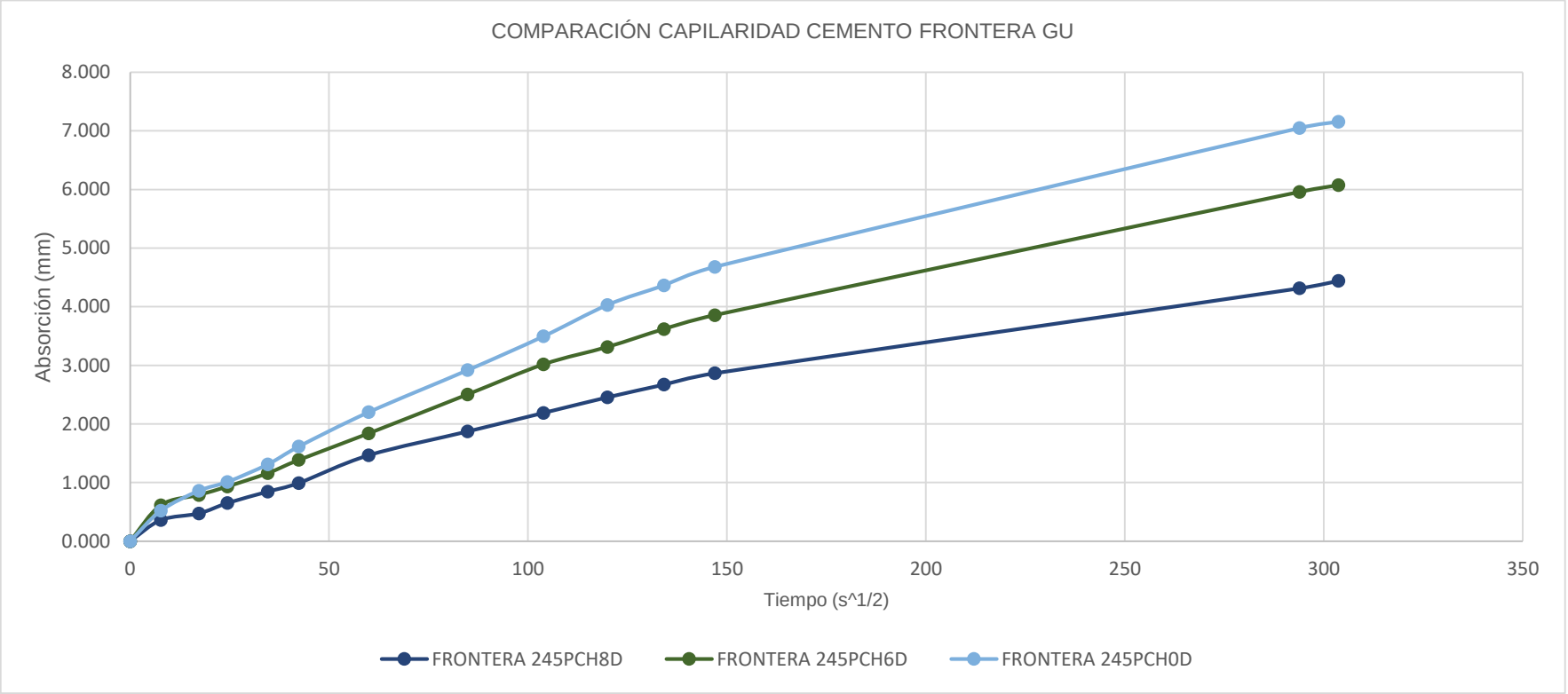
Fuente: Elaboración propia

Tabla 123: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU F'c=245 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		FRONTERA 245PCH8D								
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)	D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua		
PARTE SUPERIOR		10.01	10.02	1153.5	1173.9	100.15	7877.56	0.001g/ mm^3		
PARTE MEDIA		10.02	10.03	1117	1119.5	100.25	7893.30			
PARTE INFERIOR		10.03	10.01	1146	1162.5	100.20	7885.43			
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1173.9	0	0.000	1119.5	0	0.000	1162.5	0	0.000	0.000
60	8	1174.5	0.6	0.076	1123.1	3.6	0.456	1166.8	4.3	0.545	0.359
300	17	1174.8	0.9	0.114	1124.5	5	0.633	1167.8	5.3	0.672	0.473
600	24	1175.6	1.7	0.216	1126.2	6.7	0.849	1169.5	7	0.888	0.651
1200	35	1176.3	2.4	0.305	1128.1	8.6	1.090	1171.5	9	1.141	0.845
1800	42	1177.2	3.3	0.419	1129.4	9.9	1.254	1172.8	10.3	1.306	0.993
3600	60	1180.4	6.5	0.825	1133.4	13.9	1.761	1176.8	14.3	1.813	1.467
7200	85	1182.9	9	1.142	1137.4	17.9	2.268	1179.9	17.4	2.207	1.872
10800	104	1185.5	11.6	1.473	1140.3	20.8	2.635	1181.9	19.4	2.460	2.189
14400	120	1188.1	14.2	1.803	1142.8	23.3	2.952	1183.1	20.6	2.612	2.456
18000	134	1189.9	16	2.031	1144.5	25	3.167	1184.7	22.2	2.815	2.671
21600	147	1191.6	17.7	2.247	1146.1	26.6	3.370	1186	23.5	2.980	2.866
86400	294	1207	33.1	4.202	1159	39.5	5.004	1192	29.5	3.741	4.316
92220	304	1208	34.1	4.329	1160	40.5	5.131	1193	30.5	3.868	4.443

Fuente: Elaboración propia

Figura 51: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" cemento Frontera GU



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: piedra chancada de "La Poderosa", cemento Frontera GU, f'c=245 kgf/cm^2, la menor tasa de absorción con respecto al tiempo se da en el diseño con 8% de adición de diatomita.

Tabla 124: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado". 0% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO				FRONTERA 245CAS0D						
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)		D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua	
PARTE SUPERIOR		9.98	10.01	1036	1037.4		99.95	7846.13	0.001g/ mm^3	
PARTE MEDIA		10.02	9.99	1021	1022.2		100.05	7861.84		
PARTE INFERIOR		9.99	10.01	1088	1089.6		100.00	7853.98		
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1037.4	0	0.000	1022.2	0	0.000	1089.6	0	0.000	0.000
60	8	1042.6	5.2	0.663	1026.3	4.1	0.522	1094.3	4.7	0.598	0.594
300	17	1045.5	8.1	1.032	1029.2	7	0.890	1097.3	7.7	0.980	0.968
600	24	1046.7	9.3	1.185	1029.9	7.7	0.979	1098.7	9.1	1.159	1.108
1200	35	1049.5	12.1	1.542	1032.5	10.3	1.310	1101.2	11.6	1.477	1.443
1800	42	1051.7	14.3	1.823	1034.51	12.31	1.566	1103.6	14	1.783	1.724
3600	60	1057.3	19.9	2.536	1040.3	18.1	2.302	1109.5	19.9	2.534	2.457
7200	85	1064.8	27.4	3.492	1047.6	25.4	3.231	1116.7	27.1	3.450	3.391
10800	104	1069.8	32.4	4.129	1052.2	30	3.816	1121.2	31.6	4.023	3.990
14400	120	1074.7	37.3	4.754	1056.9	34.7	4.414	1125.4	35.8	4.558	4.575
18000	134	1078.3	40.9	5.213	1061	38.8	4.935	1128.2	38.6	4.915	5.021
21600	147	1081.1	43.7	5.570	1063.6	41.4	5.266	1131.4	41.8	5.322	5.386
86400	294	1102.5	65.1	8.297	1086.72	64.52	8.207	1151.3	61.7	7.856	8.120
92220	304	1103.2	65.8	8.386	1087.5	65.3	8.306	1152	62.4	7.945	8.212

Fuente: Elaboración propia

Tabla 125: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"6% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO				FRONTERA 245CAS6D						
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)		D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua	
PARTE SUPERIOR		10.04	10.03	1036	1037.2		100.35	7909.06	0.001g/ mm^3	
PARTE MEDIA		10.03	10.02	1026.5	1027.9		100.25	7893.30		
PARTE INFERIOR		10.04	10.02	1061	1062		100.30	7901.18		
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1037.2	0	0.000	1027.9	0	0.000	1062	0	0.000	0.000
60	8	1043.5	6.3	0.797	1033.5	5.6	0.709	1068	6	0.759	0.755
300	17	1045.3	8.1	1.024	1035.1	7.2	0.912	1069.7	7.7	0.975	0.970
600	24	1047.2	10	1.264	1037.3	9.4	1.191	1071.7	9.7	1.228	1.228
1200	35	1049.4	12.2	1.543	1039.2	11.3	1.432	1073.9	11.9	1.506	1.493
1800	42	1050.9	13.7	1.732	1041.2	13.3	1.685	1075.6	13.6	1.721	1.713
3600	60	1055.4	18.2	2.301	1044.9	17	2.154	1079.9	17.9	2.265	2.240
7200	85	1061.1	23.9	3.022	1050	22.1	2.800	1085.6	23.6	2.987	2.936
10800	104	1064.8	27.6	3.490	1053.5	25.6	3.243	1089.4	27.4	3.468	3.400
14400	120	1068.7	31.5	3.983	1057.2	29.3	3.712	1093.3	31.3	3.961	3.885
18000	134	1071.2	34	4.299	1059.7	31.8	4.029	1095.9	33.9	4.291	4.206
21600	147	1073.3	36.1	4.564	1061.5	33.6	4.257	1097.9	35.9	4.544	4.455
86400	294	1095.1	57.9	7.321	1082.8	54.9	6.955	1119.4	57.4	7.265	7.180
92220	304	1095.9	58.7	7.422	1083.7	55.8	7.069	1120.2	58.2	7.366	7.286

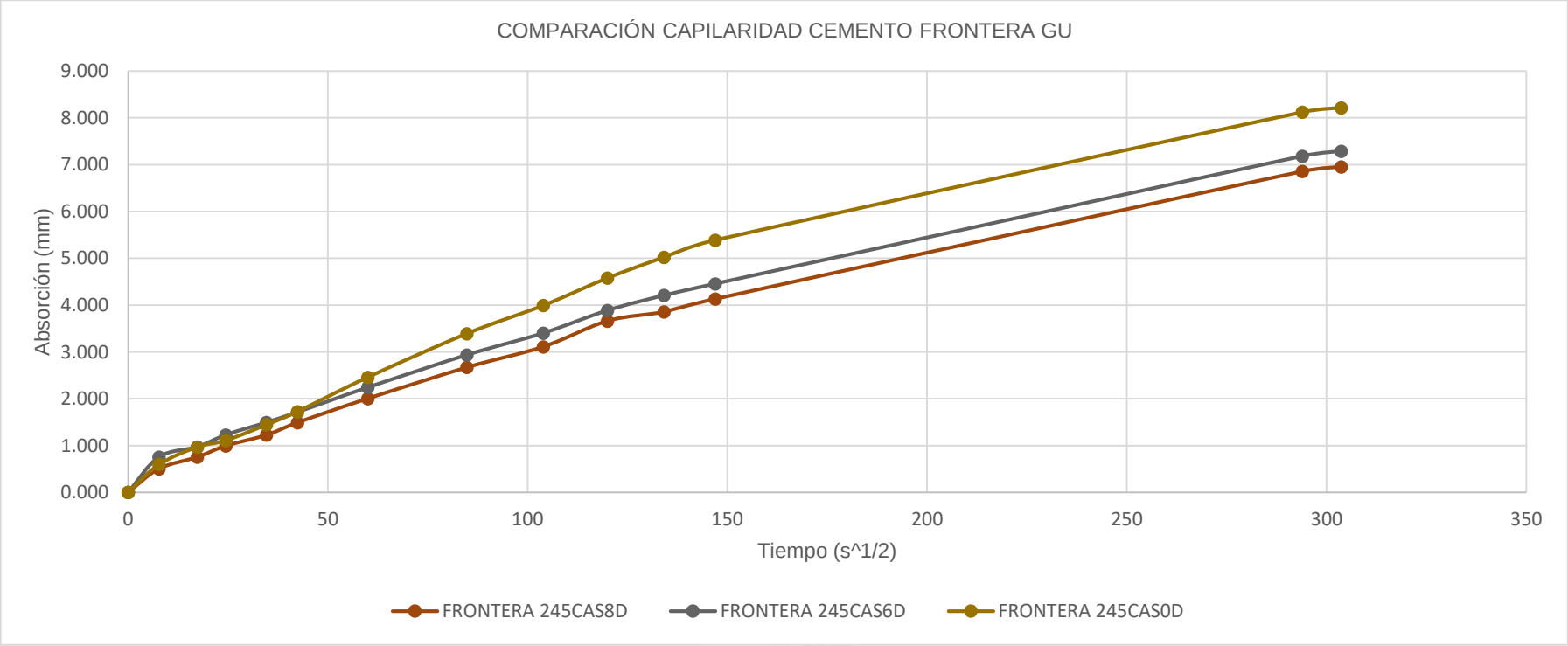
Fuente: Elaboración propia

Tabla 126: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 8% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		FRONTERA 245CAS8D								
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)	D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua		
PARTE SUPERIOR		10.02	10.01	1038	1039.1	100.15	7877.56	0.001g/ mm^3		
PARTE MEDIA		10.02	10	1082	1083.6	100.10	7869.70			
PARTE INFERIOR		10.03	10.01	1153.5	1154.8	100.20	7885.43			
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1039.1	0	0.000	1083.6	0	0.000	1154.8	0	0.000	0.000
60	8	1043.7	4.6	0.584	1087.3	3.7	0.470	1158.4	3.6	0.457	0.504
300	17	1045.8	6.7	0.851	1089.1	5.5	0.699	1160.4	5.6	0.710	0.753
600	24	1047.7	8.6	1.092	1090.9	7.3	0.928	1162.4	7.6	0.964	0.994
1200	35	1049.3	10.2	1.295	1092.8	9.2	1.169	1164.3	9.5	1.205	1.223
1800	42	1051.4	12.3	1.561	1094.9	11.3	1.436	1166.4	11.6	1.471	1.489
3600	60	1055.42	16.32	2.072	1098.9	15.3	1.944	1170.5	15.7	1.991	2.002
7200	85	1060.6	21.5	2.729	1104.3	20.7	2.630	1175.7	20.9	2.650	2.670
10800	104	1063.7	24.6	3.123	1108	24.4	3.101	1179.3	24.5	3.107	3.110
14400	120	1067.2	28.1	3.567	1111.4	27.8	3.533	1185.4	30.6	3.881	3.660
18000	134	1069.4	30.3	3.846	1113.9	30.3	3.850	1185.3	30.5	3.868	3.855
21600	147	1071.6	32.5	4.126	1116.3	32.7	4.155	1187.2	32.4	4.109	4.130
86400	294	1092.3	53.2	6.753	1139.2	55.6	7.065	1208	53.2	6.747	6.855
92220	304	1093	53.9	6.842	1140	56.4	7.167	1208.8	54	6.848	6.952

Fuente: Elaboración propia

Figura 52: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" cemento Frontera GU



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Frontera GU, f'c=245 kgf/cm^2, la menor tasa de absorción con respecto al tiempo se da en el diseño con 8% de adición de diatomita.

Tabla 127: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		FRONTERA 350PCH0D								
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)	D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua		
PARTE SUPERIOR		10.03	10.04	1025.5	1028.7	100.35	7909.06	0.001g/ mm^3		
PARTE MEDIA		10.04	10.02	1098.5	1102.7	100.30	7901.18			
PARTE INFERIOR		10.02	10.01	1121.5	1122.8	100.15	7877.56			
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1028.7	0	0.000	1102.7	0	0.000	1122.8	0	0.000	0.000
60	8	1029	0.3	0.038	1105.6	2.9	0.367	1126.8	4	0.508	0.304
300	17	1029.4	0.7	0.089	1107.3	4.6	0.582	1128.4	5.6	0.711	0.461
600	24	1029.9	1.2	0.152	1108.5	5.8	0.734	1130.3	7.5	0.952	0.613
1200	35	1030.3	1.6	0.202	1110.8	8.1	1.025	1132.3	9.5	1.206	0.811
1800	42	1030.8	2.1	0.266	1112.2	9.5	1.202	1133.6	10.8	1.371	0.946
3600	60	1033.4	4.7	0.594	1116.3	13.6	1.721	1137.7	14.9	1.891	1.402
7200	85	1035.3	6.6	0.834	1119.8	17.1	2.164	1140.7	17.9	2.272	1.757
10800	104	1037.9	9.2	1.163	1122.5	19.8	2.506	1143.1	20.3	2.577	2.082
14400	120	1040.5	11.8	1.492	1124.9	22.2	2.810	1145.2	22.4	2.844	2.382
18000	134	1042.3	13.6	1.720	1126.34	23.64	2.992	1146.7	23.9	3.034	2.582
21600	147	1044.2	15.5	1.960	1128	25.3	3.202	1148.1	25.3	3.212	2.791
86400	294	1058	29.3	3.705	1139	36.3	4.594	1154	31.2	3.961	4.086
92220	304	1060	31.3	3.957	1140	37.3	4.721	1155	32.2	4.088	4.255

Fuente: Elaboración propia

Tabla 128: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Podeosa" 6% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		FRONTERA 350PCH6D								
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)	D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua		
PARTE SUPERIOR		10.04	10.03	1204.5	1206.4	100.35	7909.06	0.001g/ mm^3		
PARTE MEDIA		10.03	10.01	1080.5	1082.3	100.20	7885.43			
PARTE INFERIOR		10.03	10.01	1084	1085.3	100.20	7885.43			
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1206.4	0	0.000	1082.3	0	0.000	1085.3	0	0.000	0.000
60	8	1208.7	2.3	0.291	1085.9	3.6	0.457	1089.1	3.8	0.482	0.410
300	17	1210.5	4.1	0.518	1088.2	5.9	0.748	1091.4	6.1	0.774	0.680
600	24	1211.1	4.7	0.594	1088.9	6.6	0.837	1092.1	6.8	0.862	0.765
1200	35	1212.2	5.8	0.733	1090.8	8.5	1.078	1093.9	8.6	1.091	0.967
1800	42	1213.2	6.8	0.860	1092	9.7	1.230	1095	9.7	1.230	1.107
3600	60	1215.7	9.3	1.176	1095.1	12.8	1.623	1098.1	12.8	1.623	1.474
7200	85	1217.5	11.1	1.403	1097.6	15.3	1.940	1100.8	15.5	1.966	1.770
10800	104	1219.5	13.1	1.656	1100	17.7	2.245	1102.4	17.1	2.169	2.023
14400	120	1220.92	14.52	1.836	1101.8	19.5	2.473	1103.7	18.4	2.333	2.214
18000	134	1222.1	15.7	1.985	1103	20.7	2.625	1104.4	19.1	2.422	2.344
21600	147	1223.2	16.8	2.124	1104.5	22.2	2.815	1105.7	20.4	2.587	2.509
86400	294	1232	25.6	3.237	1111	28.7	3.640	1112	26.7	3.386	3.421
92220	304	1233	24.3	3.072	1112	29.7	3.766	1113	27.7	3.513	3.451

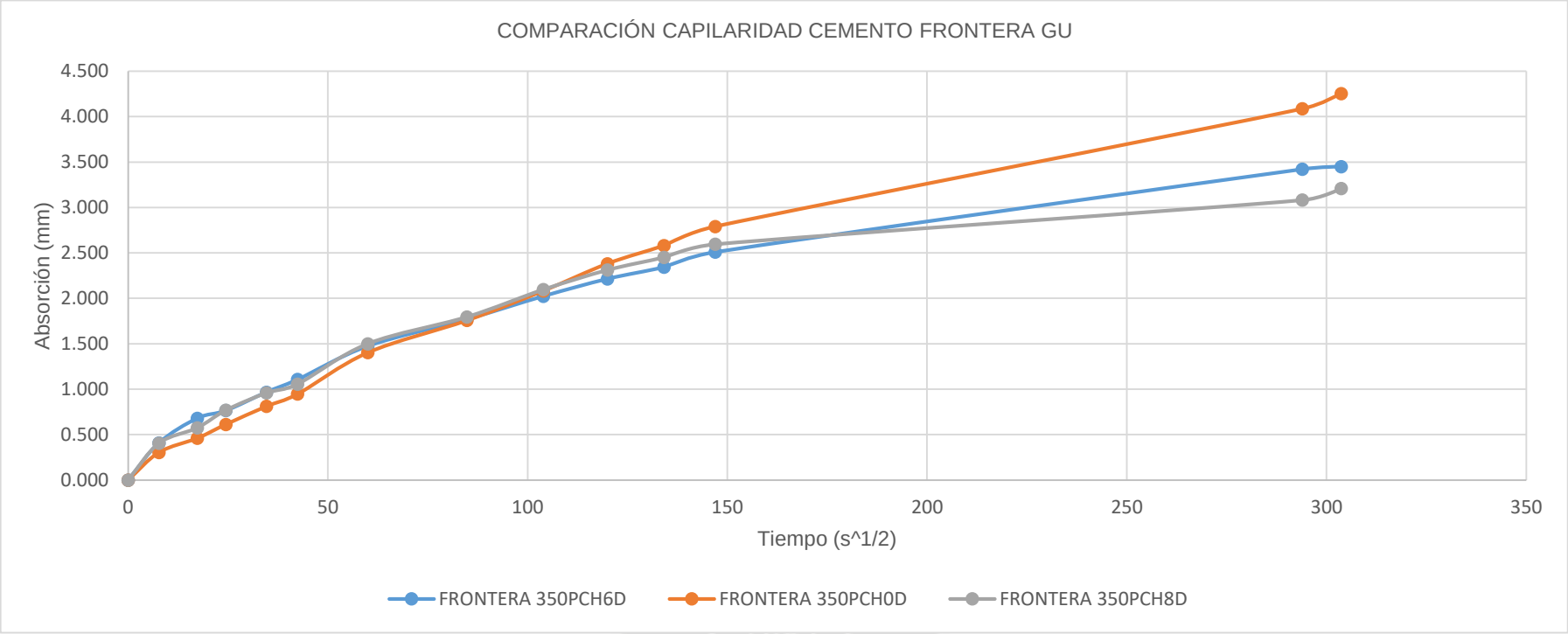
Fuente: Elaboración propia

Tabla 129: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		FRONTERA 350PCH8D								
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)	D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua		
PARTE SUPERIOR		10.02	10.01	1206	1207.3	100.15	7877.56	0.001g/ mm^3		
PARTE MEDIA		10.01	10.03	1061	1062.3	100.20	7885.43			
PARTE INFERIOR		10.03	10.02	1069	1071.5	100.25	7893.30			
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1207.3	0	0.000	1062.3	0	0.000	1071.5	0	0.000	0.000
60	8	1209.2	1.9	0.241	1066	3.7	0.469	1075.5	4	0.507	0.406
300	17	1210	2.7	0.343	1067.5	5.2	0.659	1077.2	5.7	0.722	0.575
600	24	1211.1	3.8	0.482	1069.2	6.9	0.875	1079	7.5	0.950	0.769
1200	35	1212.3	5	0.635	1070.7	8.4	1.065	1080.8	9.3	1.178	0.959
1800	42	1213.1	5.8	0.736	1071.3	9	1.141	1081.7	10.2	1.292	1.057
3600	60	1216.3	9	1.142	1075.2	12.9	1.636	1085.1	13.6	1.723	1.500
7200	85	1218.9	11.6	1.473	1077.4	15.1	1.915	1087.3	15.8	2.002	1.796
10800	104	1221.4	14.1	1.790	1080	17.7	2.245	1089.3	17.8	2.255	2.097
14400	120	1223.5	16.2	2.056	1081.5	19.2	2.435	1090.8	19.3	2.445	2.312
18000	134	1224.9	17.6	2.234	1082.3	20	2.536	1091.9	20.4	2.584	2.452
21600	147	1226.4	19.1	2.425	1083.3	21	2.663	1092.8	21.3	2.698	2.595
86400	294	1233	25.7	3.262	1086	23.7	3.006	1095	23.5	2.977	3.082
92220	304	1234	26.7	3.389	1087	24.7	3.132	1096	24.5	3.104	3.209

Fuente: Elaboración propia

Figura 53: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" cemento Frontera GU



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: piedra chancada de "La Poderosa", cemento Frontera GU, f'c=350 kgf/cm^2, la menor tasa de absorción con respecto al tiempo se da en el diseño con 8% de adición de diatomita.

Tabla 130: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 0% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		FRONTERA 350CAS0D								
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)	D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua		
PARTE SUPERIOR		10.02	10.03	1031.5	1032.9	100.25	7893.30	0.001g/ mm^3		
PARTE MEDIA		10.01	10.03	1023	1024.2	100.20	7885.43			
PARTE INFERIOR		10.02	10.03	1104	1105.2	100.25	7893.30			
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1032.9	0	0.000	1024.2	0	0.000	1105.2	0	0.000	0.000
60	8	1038.1	5.2	0.659	1029.5	5.3	0.672	1110.5	5.3	0.671	0.667
300	17	1041.2	8.3	1.052	1032.2	8	1.015	1113.3	8.1	1.026	1.031
600	24	1042	9.1	1.153	1033.2	9	1.141	1114.3	9.1	1.153	1.149
1200	35	1043.9	11	1.394	1035.1	10.9	1.382	1116.5	11.3	1.432	1.402
1800	42	1045.2	12.3	1.558	1036.3	12.1	1.534	1117.8	12.6	1.596	1.563
3600	60	1048.1	15.2	1.926	1039.4	15.2	1.928	1121.3	16.1	2.040	1.964
7200	85	1051.8	18.9	2.394	1042.9	18.7	2.371	1125.3	20.1	2.546	2.437
10800	104	1054.4	21.5	2.724	1045.5	21.3	2.701	1128.5	23.3	2.952	2.792
14400	120	1056	23.1	2.927	1047.7	23.5	2.980	1130.1	24.9	3.155	3.020
18000	134	1057.8	24.9	3.155	1049.1	24.9	3.158	1131.7	26.5	3.357	3.223
21600	147	1058.8	25.9	3.281	1049.8	25.6	3.246	1132.9	27.7	3.509	3.346
86400	294	1068	35.1	4.447	1059.2	35	4.439	1143.5	38.3	4.852	4.579
92220	304	1068.7	35.8	4.535	1059.6	35.4	4.489	1143.7	38.5	4.878	4.634

Fuente: Elaboración propia

Tabla 131: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 6% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO		FRONTERA 350CAS6D								
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)	D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua		
PARTE SUPERIOR		10.04	10.02	1074	1075.2	100.30	7901.18	0.001g/ mm^3		
PARTE MEDIA		10.02	10.03	1071.5	1072.9	100.25	7893.30			
PARTE INFERIOR		10.03	10.04	1098.5	1100.2	100.35	7909.06			
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1075.2	0	0.000	1072.9	0	0.000	1100.2	0	0.000	0.000
60	8	1079.7	4.5	0.570	1076	3.1	0.393	1104.1	3.9	0.493	0.485
300	17	1081.9	6.7	0.848	1078.1	5.2	0.659	1106.7	6.5	0.822	0.776
600	24	1084	8.8	1.114	1080.1	7.2	0.912	1108.7	8.5	1.075	1.034
1200	35	1085.4	10.2	1.291	1081.3	8.4	1.064	1110.7	10.5	1.328	1.228
1800	42	1086.6	11.4	1.443	1082.5	9.6	1.216	1111.8	11.6	1.467	1.375
3600	60	1089.7	14.5	1.835	1085	12.1	1.533	1114.7	14.5	1.833	1.734
7200	85	1093.6	18.4	2.329	1088.3	15.4	1.951	1118.3	18.1	2.289	2.189
10800	104	1096.2	21	2.658	1090.2	17.3	2.192	1120.7	20.5	2.592	2.481
14400	120	1098.7	23.5	2.974	1092.3	19.4	2.458	1122.1	21.9	2.769	2.734
18000	134	1099.3	24.1	3.050	1093.1	20.2	2.559	1123.3	23.1	2.921	2.843
21600	147	1100.5	25.3	3.202	1094.2	21.3	2.698	1124.2	24	3.034	2.978
86400	294	1109.3	34.1	4.316	1103.3	30.4	3.851	1133.5	33.3	4.210	4.126
92220	304	1109.5	34.3	4.341	1103.7	30.8	3.902	1133.9	33.7	4.261	4.168

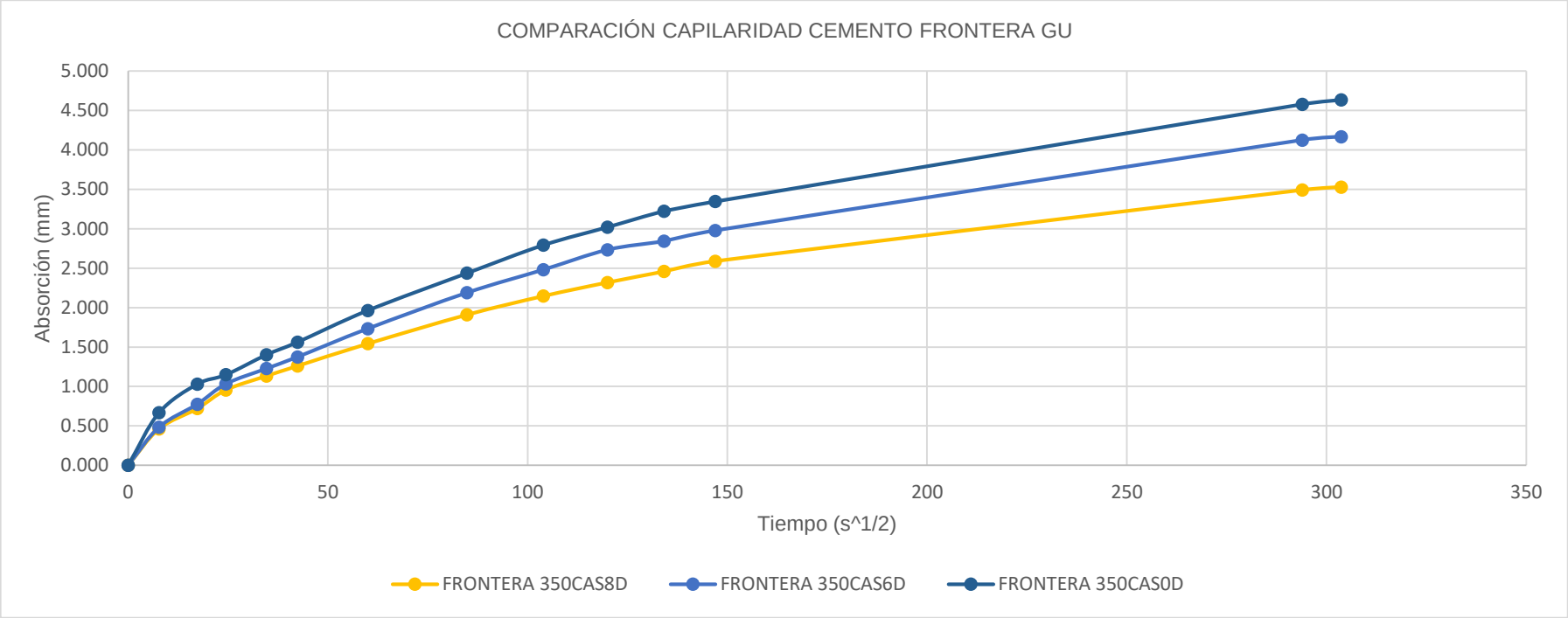
Fuente: Elaboración propia

Tabla 132: Resultados ensayo de capilaridad cemento Frontera GU f'c=350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", 8% adición diatomita

NOMBRE DE DISEÑO				FRONTERA 350CAS8D						
		D1 (cm)	D2 (cm)	W horno (g)	W pintado (gr)		D Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad del agua	
PARTE SUPERIOR		10.04	10.03	1041.5	1043.3		100.35	7909.06	0.001g/ mm^3	
PARTE MEDIA		10.02	10.04	1127.5	1128.83		100.30	7901.18		
PARTE INFERIOR		10.03	10.02	1121	1122.5		100.25	7893.30		
TIEMPO	TIEMPO	W PARTE SUPERIOR			W PARTE MEDIA			W PARTE INFERIOR			PROMEDIO
"s"	"s"^(1/2)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Masa (g)	Delta Masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (mm)
0	0	1043.3	0	0.000	1128.83	0	0.000	1122.5	0	0.000	0.000
60	8	1046.9	3.6	0.455	1132.4	3.57	0.452	1126.3	3.8	0.481	0.463
300	17	1048.8	5.5	0.695	1134.5	5.67	0.718	1128.4	5.9	0.747	0.720
600	24	1050.5	7.2	0.910	1136.4	7.57	0.958	1130.4	7.9	1.001	0.956
1200	35	1052.2	8.9	1.125	1137.5	8.67	1.097	1131.8	9.3	1.178	1.134
1800	42	1053.1	9.8	1.239	1138.4	9.57	1.211	1133	10.5	1.330	1.260
3600	60	1055.5	12.2	1.543	1140.5	11.67	1.477	1135.2	12.7	1.609	1.543
7200	85	1058.5	15.2	1.922	1143.3	14.47	1.831	1138.1	15.6	1.976	1.910
10800	104	1060.7	17.4	2.200	1144.7	15.87	2.009	1140.1	17.6	2.230	2.146
14400	120	1062.3	19	2.402	1146.1	17.27	2.186	1141.2	18.7	2.369	2.319
18000	134	1063.5	20.2	2.554	1147.2	18.37	2.325	1142.2	19.7	2.496	2.458
21600	147	1064.6	21.3	2.693	1148.1	19.27	2.439	1143.3	20.8	2.635	2.589
86400	294	1072.4	29.1	3.679	1154.9	26.07	3.300	1150.1	27.6	3.497	3.492
92220	304	1072.6	29.3	3.705	1155.2	26.37	3.337	1150.5	28	3.547	3.530

Fuente: Elaboración propia

Figura 54: Resultados ensayo de capilaridad comparación porcentajes f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" cemento Frontera GU



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para la combinación agregado: agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado", cemento Frontera GU, f'c=350 kgf/cm^2, la menor tasa de absorción con respecto al tiempo se da en el diseño con 8% de adición de diatomita.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.5.Resultados Ensayos de Abrasión

Cemento Yura Tipo IP

Tabla 133: Resultados ensayos de abrasión cemento Yura Tipo IP

MUESTRA	PESO1 (kg)	PESO2 (kg)	% ABRASIÓN	PROMEDIO
245CAS0D	2556.5	1740	31.94%	31.58%
	2515	1730	31.21%	
245CAS6D	2491	1826	26.7%	24.82%
	2236	1723	22.94%	
245CAS8D	2366.5	1968.5	16.82%	16.74%
	2302.5	1918.5	16.68%	
245PCH0D	2590	1791	30.85%	31.21%
	2533	1733.5	31.56%	
245PCH6D	2454.5	1768	27.97%	25.89%
	2477	1887	23.82%	
245PCH8D	2514	1858	26.09%	24.53%
	2374.5	1829	22.97%	
350CAS0D	2365	1843	22.07%	23.05%
	2415	1834.5	24.04%	
350CAS6D	2238.3	1775	20.70%	19.90%
	2188.5	1770.5	19.10%	
350CAS8D	2320.5	1950.5	15.94%	15.52%
	2316.5	1967	15.09%	
350PCH0D	2441	1821	25.4%	25.81%
	2383	1758	26.23%	
350PCH6D	2334	1802	22.79%	23.43%
	2364	1795	24.07%	
350PCH8D	2370	1951.5	17.66%	17.13%
	2353.5	1963	16.59%	

Fuente: Elaboración propia

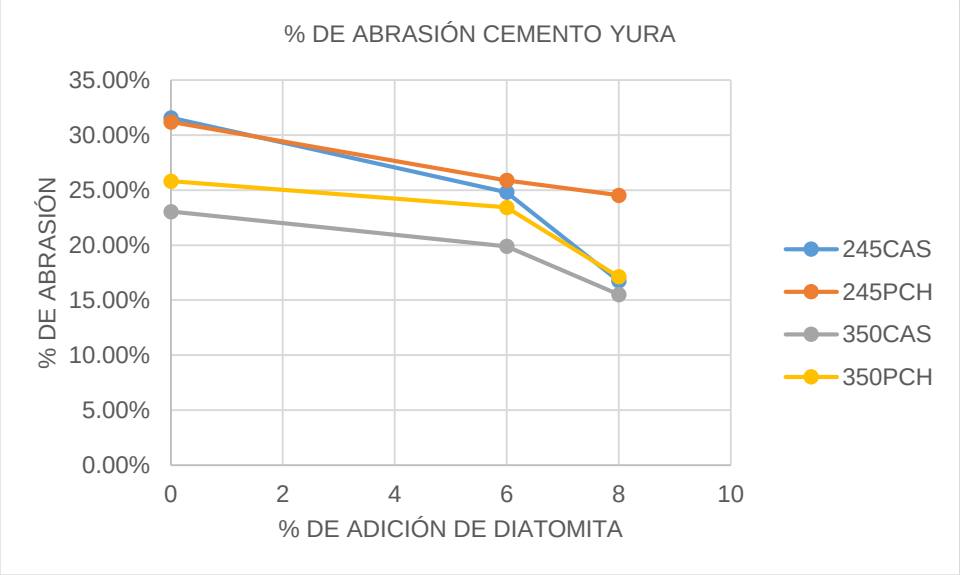
En esta tabla se observa los resultados para el ensayo de abrasión, siendo la terminación “PCH” para los agregados que usan piedra chancada de la cantera “La Poderosa” y” CAS” para los diseños que usan agregado selecto de la cantera “Hipódromo de Cerro Colorado”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 55: Resultados ensayo de abrasión cemento Yura Tipo IP



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para las combinaciones con cemento Yura Tipo IP se reduce el porcentaje de abrasión conforme se añade diatomita. La mayor variación se da en el caso de la combinación con agregado selecto para f'c=245 kgf/cm^2, donde disminuye de 31.58% de abrasión del diseño base a un 16.74% cuando se adiciona un 8% de diatomita; la menor variación se da en el caso de la combinación con piedra chancada para f'c=245 kgf/cm^2 donde disminuye de 31.21% de abrasión del diseño base a un 24.53% cuando se adiciona un 8% de diatomita

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cemento Frontera GU

Tabla 134: Resultados ensayos de abrasión cemento Frontera GU

TIPO	PESO1 (g)	PESO 2 (g)	% ABRASIÓN	PROMEDIO
245CAS0D	2361	1768	25.12%	24.52%
245CAS0D	2359.5	1795	23.92%	
245CAS6D	2369.5	1864	21.33%	21.23%
245CAS6D	2382	1879	21.12%	
245CAS8D	2388.5	1943	18.65%	18.18%
245CAS8D	2378	1957	17.70%	
245PCH0D	2484	1893.5	23.77%	22.35%
245PCH0D	2498.5	1975.5	20.93%	
245PCH6D	2472	1962.5	20.61%	20.98%
245PCH6D	2404.5	1891	21.36%	
245PCH8D	2536.5	2076	18.15%	17.51%
245PCH8D	2445.5	2033	16.87%	
350CAS0D	2366	1843	22.10%	22.49%
350CAS0D	2355	1816.5	22.87%	
350CAS6D	2328.5	1854.5	20.36%	19.87%
350CAS6D	2275.5	1834.5	19.38%	
350CAS8D	2379	1950.5	18.01%	18.09%
350CAS8D	2373.5	1942.5	18.16%	
350PCH0D	2406.5	1952	18.89%	18.92%
350PCH0D	2449.5	1985	18.96%	
350PCH6D	2452.5	2028	17.31%	18.35%
350PCH6D	2420.5	1951	19.40%	
350PCH8D	2530	2117.5	16.30%	16.70%
350PCH8D	2567	2128	17.10%	

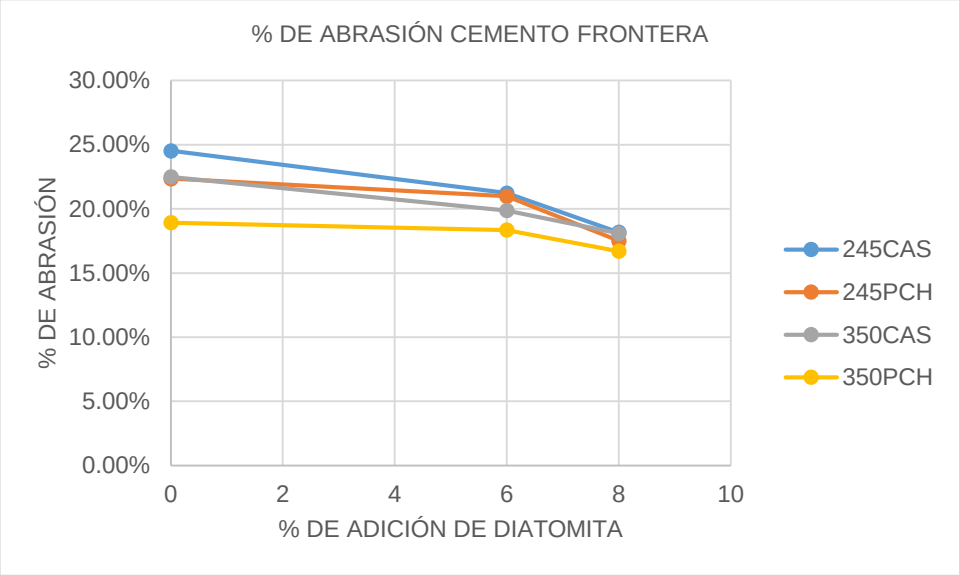
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 56: Resultados ensayo de abrasión cemento Frontera GU



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para las combinaciones con cemento Frontera GU se reduce el porcentaje de abrasión conforme se añade diatomita. La mayor variación se da en el caso de la combinación con agregado selecto para f'c=245 kgf/cm^2, donde disminuye de 24.52% de abrasión del diseño base a un 18.18% cuando se adiciona un 8% de diatomita. La menor variación se da en el caso de la combinación con piedra chancada para f'c=350 kgf/cm^2, donde disminuye de 18.92% de abrasión del diseño base a un 16.70% cuando se adiciona un 8% de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.6.Resultados Ensayos de Permeabilidad.

Tabla 135: Resultados ensayos de permeabilidad cemento Yura Tipo IP

MUESTRA	BASE HUMEDA (cm)	Prof. Máxima (cm)	Prof. Promedio (cm)	AREA HUMEDA (cm^2)	Coeficiente de permeabilidad	POROSIDAD	PROMEDIO
245CAS0DI	14.6	4.2	3.14	45.8	4.230E-12	0.1515	3.109E-12
245CAS0DII	12.7	2.95	2.15	27.31	1.988E-12	0.1515	
245CAS6DI	12	3.62	2.27	27.18	1.029E-12	0.0707	1.893E-12
245CAS6DII	15.3	4.66	3.71	56.72	2.757E-12	0.0707	
245CAS8DI	13.15	3.55	2.32	30.55	1.250E-12	0.0816	1.079E-12
245CAS8DII	14.3	2.7	1.98	28.32	9.081E-13	0.0816	
245PCH0DI	13.81	6.15	4.26	58.85	7.363E-12	0.1429	5.885E-12
245PCH0DII	14.1	5.81	3.30	46.49	4.408E-12	0.1429	
245PCH6DI	12.05	3.6	2.19	26.41	2.093E-12	0.1536	4.614E-12
245PCH6DII	10.24	5.44	4.05	41.43	7.134E-12	0.1536	
245PCH8DI	12.05	2.97	2.04	24.63	1.457E-12	0.1229	1.762E-12
245PCH8DII	12.7	3.3	2.43	30.92	2.067E-12	0.1229	
350CAS0DI	10.06	4.66	3.48	35.01	4.323E-12	0.1258	3.090E-12
350CAS0DII	12.65	3.54	2.28	28.85	1.857E-12	0.1258	
350CAS6DI	12.4	4.35	2.03	25.15	1.862E-12	0.1595	2.556E-12
350CAS6DII	13.9	3.99	2.68	37.25	3.250E-12	0.1595	
350CAS8DI	14.5	3.81	2.35	34.11	1.349E-12	0.0859	1.293E-12
350CAS8DII	12.9	3.66	2.25	29.06	1.237E-12	0.0859	
350PCH0DI	10.83	4.96	3.17	34.37	4.301E-12	0.1505	4.462E-12
350PCH0DII	10.63	5.3	3.29	34.98	4.624E-12	0.1505	
350PCH6DI	13.72	2.82	1.68	23.05	1.351E-12	0.1687	1.403E-12
350PCH6DII	12.51	2.64	1.74	21.81	1.455E-12	0.1687	
350PCH8DI	11.23	2.48	2.20	24.74	1.023E-12	0.0743	7.695E-13
350PCH8DII	11.36	2.17	1.56	17.77	5.158E-13	0.0743	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de arriba se puede apreciar que para las combinaciones con cemento Yura Tipo IP se reduce el coeficiente de permeabilidad conforme se añade diatomita. La mayor variación se da en el caso de la combinación con piedra chancada para f'c=350 kgf/cm^2, donde disminuye a un sexto (1/5.83) del coeficiente del diseño base cuando se adiciona un 8% de diatomita. La menor variación se da en el caso de la combinación con agregado para f'c=350 kgf/cm^2, donde disminuye a un poco menos de la mitad (1/2.39) del coeficiente del diseño base cuando se adiciona un 8% de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 136: Resultados ensayos de permeabilidad cemento Frontera GU

MUESTRA	BASE HUMEDA (cm)	Prof. Máxima (cm)	Prof. Promedio (cm)	AREA HUMEDA (cm^2)	Coeficiente de permeabilidad	POROSIDAD	PROMEDIO
245CAS0DI	11.84	6.63	4.27	50.57	7.883E-12	0.1523	7.600E-12
245CAS0DII	14.86	5.06	4.12	61.15	7.317E-12	0.1523	
245CAS6DI	14.48	4.16	2.99	43.32	3.712E-12	0.1462	2.671E-12
245CAS6DII	12.3	3.64	1.98	24.38	1.629E-12	0.1462	
245CAS8DI	14.53	3.68	2.45	35.6	2.032E-12	0.1193	1.295E-12
245CAS8DII	15.1	2.1	1.28	19.39	5.581E-13	0.1193	
245PCH0DI	15.25	4.9	3.45	52.62	4.503E-12	0.1333	3.562E-12
245PCH0DII	14.93	4.09	2.63	39.3	2.620E-12	0.1333	
245PCH6DI	14.6	4.22	2.67	39.03	2.518E-12	0.1242	2.166E-12
245PCH6DII	13.97	3.5	2.27	31.69	1.813E-12	0.1242	
245PCH8DI	13.6	3.05	2.34	31.86	1.687E-12	0.1084	1.171E-12
245PCH8DII	13.7	2.45	1.46	19.97	6.53E-13	0.1084	
350CAS0DI	14.64	7.11	4.52	66.12	8.021E-12	0.1386	6.412E-12
350CAS0DII	14.61	4.52	3.49	51.06	4.803E-12	0.1386	
350CAS6DI	14.89	3.5	2.88	42.82	2.963E-12	0.1263	2.637E-12
350CAS6DII	15.2	3.51	2.54	38.6	2.311E-12	0.1263	
350CAS8DI	15.2	2.3	1.32	20.09	6.201E-13	0.1251	1.529E-12
350CAS8DII	13.22	5.09	2.62	34.64	2.437E-12	0.1251	
350PCH0DI	15.2	5.3	4.27	64.83	5.993E-12	0.1161	5.059E-12
350PCH0DII	14.01	5.05	3.54	49.58	4.126E-12	0.1161	
350PCH6DI	14.7	4.21	3.17	46.53	3.539E-12	0.1245	2.829E-12
350PCH6DII	15.4	3.5	2.45	37.72	2.119E-12	0.1245	
350PCH8DI	13.63	3.98	2.89	39.39	2.867E-12	0.121	2.722E-12
350PCH8DII	13.04	4.09	2.74	35.73	2.577E-12	0.121	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de arriba se puede apreciar que para las combinaciones con cemento Frontera GU se reduce el coeficiente de permeabilidad conforme se añade diatomita. La mayor variación se da en el caso de la combinación con agregado selecto para f'c=245 kgf/cm^2, donde disminuye a un sexto (1/5.87) del coeficiente del diseño base cuando se adiciona un 8% de diatomita. La menor variación se da en el caso de la combinación con piedra chancada para f'c=350 kgf/cm^2, donde disminuye a un poco más de la mitad (1/1.86) del coeficiente del diseño base cuando se adiciona un 8% de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.3. Análisis de Precios Unitarios

Tabla 137: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% diatomita cemento Yura Tipo IP

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=245kgf/cm^2					
CEMENTO	YURA TIPO IP		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		0%
AGREGADO	PIEDRA CHANCADA 1/2" DE "LA PODEROSA"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		613.50
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		10.024	24.5	245.60
Arena gruesa	m3		0.337	90	30.36
Agregado grueso 1/2"	m3		0.313	100	31.26
Agua	m3		0.196	6	1.17
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.037	1781	65.98
Diatomita	kg		0	2.4	0
			Costo materiales		374.38
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		613.50

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 138: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% diatomita cemento Yura Tipo IP

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=245kgf/cm^2				
CEMENTO	YURA TIPO IP	**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		6%
AGREGADO	PIEDRA CHANCADA 1/2" DE "LA PODEROSA"			
Rendimiento	8 m3/día	**Costo Unitario por m3**		660.16
Descripción Recurso				
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh	0.2	26.08	5.22
Operario	hh	2	23.71	47.42
Oficial	hh	1	18.71	18.71
Peón	hh	8	16.92	135.36
		Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa	9.423	24.5	230.86
Arena gruesa	m3	0.337	90	30.36
Agregado grueso 1/2"	m3	0.313	100	31.26
Agua	m3	0.204	6	1.22
Aditivo Superplastificante	cilindro	0.037	1781	65.98
Diatomita	kg	25.56	2.4	61.344
		Costo materiales		421.04
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO	0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm	1	26.21	26.21
		Costo Equipos y herramientas		32.41
		Total		660.16

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 139: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% diatomita cemento Yura Tipo IP

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=245kgf/cm^2					
CEMENTO	YURA TIPO IP	**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**			8%
AGREGADO	PIEDRA CHANCADA 1/2" DE "LA PODEROSA"				
Rendimiento	8 m3/día	**Costo Unitario por m3**			675.71
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
		Costo mano de obra			206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		9.223	24.5	225.95
Arena gruesa	m3		0.337	90	30.36
Agregado grueso 1/2"	m3		0.313	100	31.26
Agua	m3		0.207	6	1.23
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.037	1781	65.98
Diatomita	kg		34.08	2.4	81.792
		Costo materiales			436.53
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
		Costo Equipos y herramientas			32.41
		Total			675.71

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 140: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 0% diatomita cemento Yura Tipo IP

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=245kgf/cm^2					
CEMENTO	YURA TIPO IP		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		0%
AGREGADO	AGREGADO SELECTO 1/2", CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		605.82
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		10.024	24.5	245.60
Arena gruesa	m3		0.338	90	30.46
Agregado grueso 1/2"	m3		0.312	75	23.43
Agua	m3		0.207	6	1.24
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.037	1781	65.98
Diatomita	kg		0	2.4	0
			Costo materiales		366.71
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		605.82

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 141: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 6% diatomita cemento Yura Tipo IP

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=245kgf/cm^2					
CEMENTO	YURA TIPO IP	**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**			6%
AGREGADO	AGREGADO SELECTO 1/2", CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
Rendimiento	8 m3/día	**Costo Unitario por m3**			652.49
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
		Costo mano de obra			206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		9.423	24.5	230.86
Arena gruesa	m3		0.338	90	30.46
Agregado grueso 1/2"	m3		0.312	75	23.43
Agua	m3		0.215	6	1.30
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.037	1781	65.98
Diatomita	kg		25.56	2.4	61.344
		Costo materiales			413.37
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
		Costo Equipos y herramientas			32.41
		Total			652.49

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 142: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 8% diatomita cemento Yura Tipo IP

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=245kgf/cm^2					
CEMENTO	YURA TIPO IP	**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**			8%
AGREGADO	AGREGADO SELECTO 1/2", CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
Rendimiento	8 m3/día	**Costo Unitario por m3**			668.04
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
		Costo mano de obra			206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		9.223	24.5	225.95
Arena gruesa	m3		0.338	90	30.46
Agregado grueso 1/2"	m3		0.312	75	23.43
Agua	m3		0.218	6	1.31
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.037	1781	65.98
Diatomita	kg		34.08	2.4	81.792
		Costo materiales			428.92
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
		Costo Equipos y herramientas			32.41
		Total			668.04

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 143: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% diatomita cemento Yura Tipo IP

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=350kgf/cm^2					
CEMENTO	YURA TIPO IP		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		0%
AGREGADO	PIEDRA CHANCADA 1/2" DE "LA PODEROSA"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		698.52
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		12.939	24.5	317.00
Arena gruesa	m3		0.300	90	27.01
Agregado grueso 1/2"	m3		0.292	100	29.19
Agua	m3		0.196	6	1.18
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.048	1781	85.02
Diatomita	kg		0	2.4	0
			Costo materiales		459.40
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		698.52

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 144: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% diatomita cemento Yura Tipo IP

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=350kgf/cm^2					
CEMENTO	YURA TIPO IP		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		6%
AGREGADO	PIEDRA CHANCADA 1/2" DE "LA PODEROSA"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		758.76
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		12.162	24.5	297.98
Arena gruesa	m3		0.300	90	27.01
Agregado grueso 1/2"	m3		0.292	100	29.19
Agua	m3		0.207	6	1.25
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.048	1781	85.02
Diatomita	kg		33	2.4	79.2
			Costo materiales		519.65
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		758.76

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 145: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% diatomita cemento Yura Tipo IP

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=350kgf/cm^2					
CEMENTO	YURA TIPO IP		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		8%
AGREGADO	PIEDRA CHANCADA 1/2" DE "LA PODEROSA"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		778.84
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		11.904	24.5	291.64
Arena gruesa	m3		0.300	90	27.01
Agregado grueso 1/2"	m3		0.292	100	29.19
Agua	m3		0.211	6	1.27
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.048	1781	85.02
Diatomita	kg		44	2.4	105.6
			Costo materiales		539.73
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		778.84

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 146: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 0% diatomita cemento Yura Tipo IP

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=350kgf/cm^2					
CEMENTO	YURA TIPO IP		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		0%
AGREGADO	AGREGADO SELECTO 1/2", CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		692.26
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		12.939	24.5	317.00
Arena gruesa	m3		0.310	90	27.86
Agregado grueso 1/2"	m3		0.294	75	22.02
Agua	m3		0.207	6	1.24
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.048	1781	85.02
Diatomita	kg		0	2.4	0
			Costo materiales		453.14
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		692.26

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 147: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 6% diatomita cemento Yura Tipo IP

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=350kgf/cm^2					
CEMENTO	YURA TIPO IP		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		6%
AGREGADO	AGREGADO SELECTO 1/2", CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		752.47
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		12.162	24.5	297.98
Arena gruesa	m3		0.310	90	27.86
Agregado grueso 1/2"	m3		0.294	75	22.02
Agua	m3		0.212	6	1.28
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.048	1781	85.02
Diatomita	kg		33	2.4	79.2
			Costo materiales		513.35
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		752.47

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 148: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 8% diatomita cemento Yura Tipo IP

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=350kgf/cm^2					
CEMENTO	YURA TIPO IP		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		8%
AGREGADO	AGREGADO SELECTO 1/2", CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		772.55
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		11.904	24.5	291.64
Arena gruesa	m3		0.310	90	27.86
Agregado grueso 1/2"	m3		0.294	75	22.02
Agua	m3		0.216	6	1.30
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.048	1781	85.02
Diatomita	kg		44	2.4	105.6
			Costo materiales		533.43
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		772.55

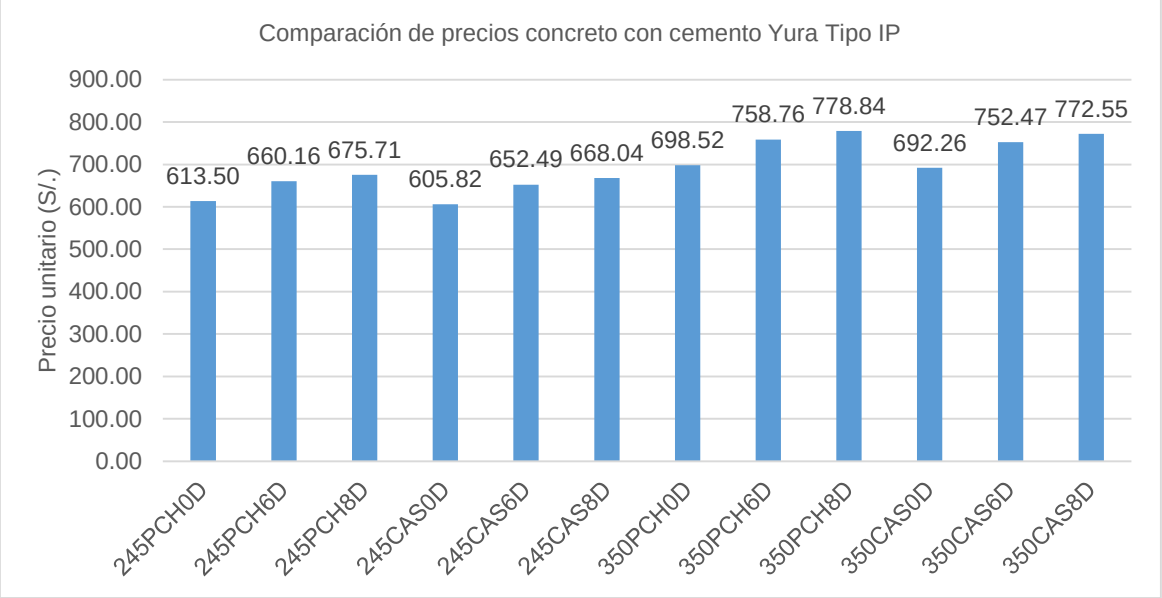
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 57: Comparación de precios unitarios cemento Yura Tipo IP



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para las combinaciones con cemento Yura Tipo IP el uso de diatomita encarece el costo unitario directamente proporcional a su porcentaje de adición. La mayor variación se da en el caso de la combinación con agregado selecto para f'c=350 kgf/cm^2, donde el precio se encarece un 11.60% del diseño base cuando se adiciona un 8% de diatomita (de S/. 692.26 a S/.772.55). La menor variación se da en el caso de la combinación con piedra chancada para f'c=245 kgf/cm^2, donde el precio se encarece un 10.14% del diseño base cuando se adiciona un 8% de diatomita (de S/. 613.50 a S/.675.71).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 149: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% diatomita cemento Frontera GU

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=245kgf/cm^2					
CEMENTO	FRONTERA GU	**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**			0%
AGREGADO	PIEDRA CHANCADA 1/2" DE "LA PODEROSA"				
Rendimiento	8 m3/día	**Costo Unitario por m3**			588.31
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		10.024	23.5	235.58
Arena gruesa	m3		0.365	90	32.84
Agregado grueso 1/2"	m3		0.305	100	30.51
Agua	m3		0.131	6	0.79
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.028	1781	49.48
Diatomita	kg		0	2.4	0
			Costo materiales		349.19
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		588.31

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 150: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% diatomita cemento Frontera GU

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=245kgf/cm^2					
CEMENTO	FRONTERA GU	**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**			6%
AGREGADO	PIEDRA CHANCADA 1/2" DE "LA PODEROSA"				
Rendimiento	8 m3/día	**Costo Unitario por m3**			636.62
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
		Costo mano de obra			206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		9.423	23.5	221.44
Arena gruesa	m3		0.365	90	32.84
Agregado grueso 1/2"	m3		0.305	100	30.51
Agua	m3		0.140	6	0.84
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.028	1781	49.48
Diatomita	kg		25.56	2.4	61.344
		Costo materiales			396.45
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
		Costo Equipos y herramientas			32.41
		Total			635.57

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 151: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% diatomita cemento Frontera GU

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=245kgf/cm^2					
CEMENTO	FRONTERA GU	**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**			8%
AGREGADO	PIEDRA CHANCADA 1/2" DE "LA PODEROSA"				
Rendimiento	8 m3/día	**Costo Unitario por m3**			642.68
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
		Costo mano de obra			206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		9.223	23.5	216.73
Arena gruesa	m3		0.365	90	32.84
Agregado grueso 1/2"	m3		0.305	100	30.51
Agua	m3		0.142	6	0.85
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.028	1781	49.48
Diatomita	kg		30.48	2.4	73.152
		Costo materiales			403.56
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
		Costo Equipos y herramientas			32.41
		Total			642.68

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 152: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 0% diatomita cemento Frontera GU

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=245kgf/cm^2					
CEMENTO	FRONTERA GU		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		0%
AGREGADO	AGREGADO SELECTO 1/2", CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		579.94
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		10.024	23.5	235.58
Arena gruesa	m3		0.350	90	31.47
Agregado grueso 1/2"	m3		0.312	75	23.38
Agua	m3		0.154	6	0.92
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.028	1781	49.48
Diatomita	kg		0	2.4	0
			Costo materiales		340.82
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		579.94

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 153: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 6% diatomita cemento Frontera GU

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=245kgf/cm^2					
CEMENTO	FRONTERA GU		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		6%
AGREGADO	AGREGADO SELECTO 1/2", CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		627.20
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		9.423	23.5	221.44
Arena gruesa	m3		0.350	90	31.47
Agregado grueso 1/2"	m3		0.312	75	23.38
Agua	m3		0.162	6	0.97
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.028	1781	49.48
Diatomita	kg		25.56	2.4	61.344
			Costo materiales		388.08
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		627.20

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 154: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 8% diatomita cemento Frontera GU

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=245kgf/cm^2					
CEMENTO	FRONTERA GU		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		8%
AGREGADO	AGREGADO SELECTO 1/2", CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		642.95
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		9.223	23.5	216.73
Arena gruesa	m3		0.350	90	31.47
Agregado grueso 1/2"	m3		0.312	75	23.38
Agua	m3		0.165	6	0.99
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.028	1781	49.48
Diatomita	kg		34.08	2.4	81.792
			Costo materiales		403.84
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		642.95

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 155: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 0% diatomita cemento Frontera GU

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=350kgf/cm^2					
CEMENTO	FRONTERA GU	**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**			0%
AGREGADO	PIEDRA CHANCADA 1/2" DE "LA PODEROSA"				
Rendimiento	8 m3/día	**Costo Unitario por m3**			667.04
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
		Costo mano de obra			206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		12.939	23.5	304.06
Arena gruesa	m3		0.325	90	29.28
Agregado grueso 1/2"	m3		0.299	100	29.89
Agua	m3		0.135	6	0.81
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.036	1781	63.88
Diatomita	kg		0	2.4	0
		Costo materiales			427.92
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
		Costo Equipos y herramientas			32.41
		Total			667.04

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 156: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 6% diatomita cemento Frontera GU

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=350kgf/cm^2					
CEMENTO	FRONTERA GU	**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**			6%
AGREGADO	PIEDRA CHANCADA 1/2" DE "LA PODEROSA"				
Rendimiento	8 m3/día	**Costo Unitario por m3**			728.06
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
		Costo mano de obra			206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		12.162	23.5	285.82
Arena gruesa	m3		0.325	90	29.28
Agregado grueso 1/2"	m3		0.299	100	29.89
Agua	m3		0.146	6	0.88
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.036	1781	63.88
Diatomita	kg		33	2.4	79.2
		Costo materiales			488.94
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
		Costo Equipos y herramientas			32.41
		Total			728.06

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 157: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa" 8% diatomita cemento Frontera GU

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=350kgf/cm^2					
CEMENTO	FRONTERA GU	**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**			8%
AGREGADO	PIEDRA CHANCADA 1/2" DE "LA PODEROSA"				
Rendimiento	8 m3/día	**Costo Unitario por m3**			748.40
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
		Costo mano de obra			206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		11.904	23.5	279.73
Arena gruesa	m3		0.325	90	29.28
Agregado grueso 1/2"	m3		0.299	100	29.89
Agua	m3		0.150	6	0.90
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.036	1781	63.88
Diatomita	kg		44	2.4	105.6
		Costo materiales			509.28
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
		Costo Equipos y herramientas			32.41
		Total			748.40

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 158: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 0% diatomita cemento Frontera GU

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=350kgf/cm2					
CEMENTO	FRONTERA GU		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		0%
AGREGADO	AGREGADO SELECTO 1/2", CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		660.25
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		12.939	23.5	304.06
Arena gruesa	m3		0.333	90	29.94
Agregado grueso 1/2"	m3		0.299	75	22.40
Agua	m3		0.141	6	0.84
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.036	1781	63.88
Diatomita	kg		0	2.4	0
			Costo materiales		421.13
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		660.25

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 159: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 6% diatomita cemento Frontera GU

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=350kgf/cm^2					
CEMENTO	FRONTERA GU		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		6%
AGREGADO	AGREGADO SELECTO 1/2", CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		721.27
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		12.162	23.5	285.82
Arena gruesa	m3		0.333	90	29.94
Agregado grueso 1/2"	m3		0.299	75	22.40
Agua	m3		0.152	6	0.91
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.036	1781	63.88
Diatomita	kg		33	2.4	79.2
			Costo materiales		482.15
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		721.27

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 160: Análisis de precios unitarios vaciado concreto en columnas f'c=350kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" 8% diatomita cemento Frontera GU

CONCRETO EN COLUMNAS f'c=350kgf/cm^2					
CEMENTO	FRONTERA GU		**PORCENTAJE DE ADICIÓN DE DIATOMITA**		8%
AGREGADO	AGREGADO SELECTO 1/2", CANTERA "HIPÓDROMO DE CERRO COLORADO"				
Rendimiento	8 m3/día		**Costo Unitario por m3**		741.61
Descripción Recurso					
Mano de Obra	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh		0.2	26.08	5.22
Operario	hh		2	23.71	47.42
Oficial	hh		1	18.71	18.71
Peón	hh		8	16.92	135.36
			Costo mano de obra		206.71
Materiales	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Cemento	bolsa		11.904	23.5	279.73
Arena gruesa	m3		0.333	90	29.94
Agregado grueso 1/2"	m3		0.299	75	22.40
Agua	m3		0.155	6	0.93
Aditivo Superplastificante	cilindro		0.036	1781	63.88
Diatomita	kg		44	2.4	105.6
			Costo materiales		502.49
Equipos y herramientas	Unidad	Cantidad		Precio S/.	Parcial S/.
Herramientas manuales	%MO		0.03	206.706	6.20
Mezcladora de concreto Tambor 23 HP 11-12p3	hm		1	26.21	26.21
			Costo Equipos y herramientas		32.41
			Total		741.61

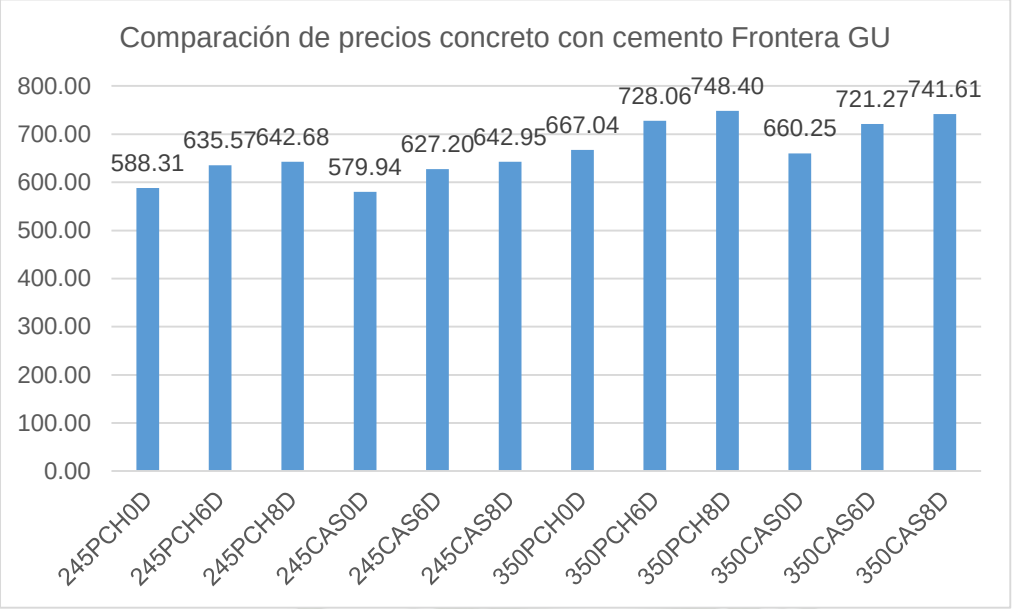
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 58: Resultados ensayo de abrasión cemento Frontera GU



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de arriba se puede apreciar que para las combinaciones con, cemento Frontera GU, el uso de diatomita encarece el costo unitario directamente proporcional a su porcentaje de adición. La mayor variación se da en el caso de la combinación con agregado selecto para f'c=350 kgf/cm^2, donde el precio se encarece un 12.32% del diseño base cuando se adiciona un 8% de diatomita (de S/. 660.25 a S/.741.61). La menor variación se da en el caso de la combinación con piedra chancada para f'c=245 kgf/cm^2, donde el precio se encarece un 9.24% del diseño base cuando se adiciona un 8% de diatomita (de S/. 588.31 a S/.642.68).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.2. Discusión de Resultados

Sobre las propiedades en estado fresco del concreto autocompactante: el diseño del concreto patrón realizado con materiales locales cumplió los requisitos para ser reconocido como un concreto autocompactante, los diseños adicionados con diatomita requirieron una "reconstitución", es decir, se añadió una cantidad de agua (dentro de lo permitido según los márgenes del aditivo superplastificante) para que mantengan la fluidez del diseño patrón, la "reconstitución" es una práctica común cuando se trabaja con diatomita. En el trabajo de investigación de Oré Tarazona (2022), donde se trabajó con concreto autocompactante adicionado con diatomita sin "reconstituir", se puede apreciar cómo se reduce la fluidez mientras se adicionan mayores porcentajes de diatomita. Esto se debe a la alta capacidad de absorción, área superficial baja y alta porosidad de la diatomita.

Sobre la resistencia a la compresión, se pudo apreciar, en el caso del primer tipo de cemento (Yura tipo IP), que los porcentajes de incremento son irregulares, es decir, se mantiene la relación directamente proporcional de incremento de resistencia y porcentaje de adición de diatomita, pero no se cumple la relación inversamente proporcional de resistencia de diseño e incremento de resistencia con adición; la que sí se cumple para el segundo tipo de cemento (Frontera GU). Esto puede deberse, según Vargas García y Pimentel Aparicio (2019) a la interacción entre el tipo de cemento y el aditivo superplastificante; en el caso de la presente investigación se tuvo más dificultades para llegar a la fluidez requerida con el primer tipo de cemento. Debido a esta irregularidad de resultados se compararon los máximos promedios porcentuales obtenidos por tipo de diseño. El mayor incremento porcentual para el primer tipo de cemento fue de 13.14% y se dió con la resistencia de diseño f'c = 245kgf/cm^2 y 8% de adición de diatomita, mientras que para el segundo tipo de cemento fue de 25.09% y también se dio para la resistencia de diseño f'c = 245kgf/cm^2 y 8% de adición de diatomita. Como menciona Leandro Espinoza (2010), el lugar de donde proviene la diatomita puede

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

afectar los resultados, teniendo Arequipa buenos yacimientos , en su caso, utilizando cemento sol Tipo I obtuvo un incremento porcentual máximo de 12.22% para su f'c = 500 kgf/cm^2 con una adición del 10% de diatomita de Arequipa, mientras que Lachira Sandoval y Talledo Pintado (2021), usando Cemento Portland Tipo MS para su f'c = 210 kgf/cm^2, obtuvieron un incremento porcentual máximo de 5.94% con una adción del 6% de diatomita de Piura; Rodrigo Romero y Torres Vargas (2019) obtuvieron un incremento máximo del 9.81% para su f´c = 280 kgf/cm^2, utilizando cemento Yura tipo HE y 5% de adición diatomita de Ayacucho. En estos casos, las diatomitas peruanas sí mejoran la resistencia a la compresión.

Sobre la resistencia a la tracción indirecta, la relación es irregular de manera similar a la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción indirecta tiende a ser directamente proporcional al porcentaje de adición de diatomita. En el caso del primer cemento, el mayor incremento porcentual fue de 41.03% y se dió en el caso del f'c = 245 kgf/cm^2 y 8% de adición de diatomita, en el caso del segundo cemento fue de 36.22% y se dió en el caso del f'c = 245kgf/cm^2 y 8% de adición de diatomita. Los resultados que más se asemejan a los obtenidos son los de Rodrigo Romero y Torres Vargas (2019) que obtuvieron un aumento porecentual de la resistencia a la tracción indirecta de 37.93% para su f´c = 210 kgf/cm2, utilizando cemento Yura tipo HE y 5% de adición de diatomita de Ayacucho; otros investigadores como Pérez Ramos (2023) obtuvieron porcentajes menores al 15% de incremento de la resistencia a la tracción indirecta al adicionar un 5% de adición de diatomita.

Sobre la resistencia a la abrasión o desgaste, al usarse una adaptación del ensayo usando la máquina de los Ángeles, los mejores resultados se obtuvieron al adicionar 8% de diatomita en reemplazo del peso del cemento, para el primer tipo de cemento la mayor reducción de pérdida por desgaste fue de 8.68% para el f'c = 350 kgf/cm^2 y 14.84% para el f'c = 245 kgf/cm^2; para el segundo tipo de cemento fue de 4.40% para el f'c = 350 kgf/cm^2 y

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.34% para el f'c = 245 kgf/cm^2. Los resultados que más se asemejan a los obtenidos son los de Rodrigo Romero y Torres Vargas (2019) que usaron el mismo ensayo, la menor reducción obtenida fue de 2.63% para f'c = 210 kgf/cm^2 utilizando cemento Yura tipo IP y 5% de adición de diatomita de Ayacucho, mientras que la mayor reducción fue de 8.38% para f'c = 280 kgf/cm^2 utilizando cemento Yura tipo IP y 5% de adición de diatomita de Ayacucho. En el caso de Leandro Espinoza (2010) donde utilizó el ensayo de disco giratorio para su f'c = 500 kgf/cm^2, el porcentaje de pérdida por desgaste de los concretos adicionados con diatomita fueron de 0.114% para el concreto adicionado con 10% de diatomita, 0.126% para el concreto adicionado con 5% de diatomita y 0.155% para el concreto patrón. La diatomita reduce en general la pérdida por desgaste, en concretos convencionales y autocompactantes.

En el caso de la capilaridad, los resultados para ambos tipos de cemento revelan una alta tasa de absorción para el concreto autocompactante, hasta 8mm; pero en ambos casos, la adición de diatomita ha podido reducirla, en el caso del primer tipo de cemento hasta en un 75.09% para f'c = 245 kgf/cm^2 y 8% de adición de diatomita y hasta en un 37.2% para el segundo tipo de cemento, para f'c = 245 kgf/cm^2 y 8% de adición de diatomita. En el caso de otros investigadores como Rodrigo Romero y Torres Vargas (2019), la máxima reducción de la capilaridad fue del 56.62% para f'c = 280 kgf/cm^2 y 5% de adición de diatomita usando cemento Yura Tipo IP.

En el caso de la permeabilidad, las profundidades de penetración obtenidas, para el primer tipo de cemento adicionado con diatomita oscila entre 4.05 cm a 1.98 cm para f'c = 245 kgf/cm^2 y entre 2.68 cm a 1.56 cm para f'c = 350 kgf/cm^2, mientras que para el segundo tipo de cemento oscila entre 2.99 cm a 1.28 cm para f'c = 245 kgf/cm^2 y entre 3.17 cm a 1.32 cm para f'c = 350 kgf/cm^2. El investigador Velasquez Matos (2019) determinó profundidades de penetración entre 2.62 cm y1.84 cm para diferentes porcentajes de adición de diatomita, siendo la menor con un 5% de adición de diatomita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1. Conclusiones

Conclusión general

1.-La inclusión de diatomita mejoró las propiedades mecánicas y durabilidad en el concreto autocompactante.

Conclusiones específicas

1.- La diatomita sirve como adición en el concreto autocompactante, y aún con la "restitución" de agua, los diseños incorporados con diatomita mantuvieron las propiedades de trabajabilidad de un concreto autocompactante.

2.- Es muy importante procesar la diatomita, a través de molienda y filtración para que se mezcle bien con el cemento, caso contrario, al ser ésta frágil, daría como resultado menores resistencias. Por lo que requiere un estricto control de calidad.

3.-Se logró realizar 8 diseños base de concreto autocompactante con materiales disponibles en la ciudad de Arequipa, a partir de éstos se realizaron 16 diseños de concreto autocompactante con adición de diatomita (2 diseños con diatomita por cada diseño base).

4.- De los 12 diseños de prueba considerados como autocompactantes (previa a la elección de los diseños base):

- Se corroboró que la forma del agregado subredondeado facilita la elaboración de diseños de mezclas de concreto autocompactante.
- La combinación cemento-aditivo superplastificante escogido facilita el diseño de mezclas de concreto autocompactante.

5.- En el caso de la combinación del agregado de piedra chancada con el uso de cemento Yura Tipo IP para la resistencia f'c =350 kgf/cm^2; se puede apreciar que ésta tiene un menor desempeño en la resistencia a la compresión que su contraparte con agregado selecto. Por ello se priorizó la fluidez de la mezcla, resaltando la importancia de la diatomita,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

al llegar a asegurar un resultado mayor al f'c de diseño con el 8% de adición de diatomita con una resistencia de 355.4 kgf/cm^2.

6.- En el caso de la resistencia a la compresión, el mayor aumento se dio con la incorporación de diatomita en un 8% de reemplazo del peso del cemento.

7.- En el caso de la resistencia a la tracción, los mayores incrementos se dieron con la adición del 8% en reemplazo del peso del cemento.

8.- En el caso del coeficiente de permeabilidad, los diseños con una inclusión del 8% de adición de diatomita tuvieron un menor coeficiente que sus pares, lo que implica una menor penetración de sustancias nocivas al concreto.

9.- En el caso de la resistencia a la abrasión el diseño con la mejora más notoria fue el diseño con resistencia de diseño 245 kgf/cm^2, agregado subredondeado, cemento Yura tipo IP.

10.-En el caso de los ensayos de capilaridad, si bien variaron los resultados por los diseños, se pudo apreciar que la adición de diatomita fue inversamente proporcional a la absorción.

11.- Con respecto a los costos unitarios, se determinó que el uso de diatomita encareció la producción del concreto autocompactante, debido al costo de procesamiento de la diatomita. En el caso del 8% de adición de diatomita, los costos aumentaron en un rango entre el 9.24% y el 12.32%. En el caso del 6% de adición de diatomita, se encareció en un rango entre 7.60% y el 9.24

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2. Recomendaciones

1.- Se recomienda profundizar con futuras investigaciones variando los aditivos superplastificantes usados para observar si se reduce el rol de la diatomita en las propiedades mecánicas y durabilidad.

2.- Se recomienda hacer investigaciones con mayores resistencias de diseño para delimitar el impacto de la diatomita en las propiedades mecánicas y durabilidad.

3.-Se recomienda hacer investigaciones comparando el uso de diatomita calcinada y diatomita natural en concretos autocompactantes para ver cuánto mejoran las propiedades.

4.- Se recomienda probar con métodos de diseño distintos para corroborar la relación entre las propiedades de durabilidad en el concreto autocompactante con adición de diatomita.

5.- Se recomienda investigar el uso de la diatomita como modificador de viscosidad en concretos autocompactantes con alto índice de segregación.

6.- La diatomita al igual que el concreto, por su tamaño de partícula puede causar complicaciones respiratorias si no se usa el EPP adecuado (mascarilla) y por su alta capacidad de abrasión, se recomienda el uso de guantes.

7.- La normativa peruana solo comprende los ensayos de escurrimiento, segregación y anillo J para concreto autocompactante por el momento; se recomienda aplicar otros ensayos como embudo V, caja L o caja U para comprobar las propiedades del concreto autocompactante.

8.- La relevancia de concretos fluidos que requieran menor mano de obra ha aumentado en los últimos años, es importante instruir a los futuros profesionales sobre los distintos métodos de diseño que existen en la actualidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

9.- El tamaño y la forma del agregado toma especial importancia en la elaboración de concretos autocompactantes, se recomienda a los futuros profesionales informarse de las canteras aptas en la zona.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbass, W., Khan, M., & Mourad, S. (2019). Experimentation and Predictive Models for Properties of Concrete Added with Active and Inactive SiO2 Fillers. *Materials*, 19.

Adesina, A., & Awoyera, P. (2019). Overview of trends in the application of waste materials in self-compacting concrete production. *SN Applied Sciences, 1(9)*, 18.

Alva Yomona, R. M., & Sevillano Sifuentes, A. G. (2020). *Obtención de un Concreto Autocompactante, Empleando Arcilla como adición de finos, Extraídas de la Cantera Las Tres Cruces, Poroto, La Libertad.* Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.

Alyousef, R., Benjeddou, O., Soussi, C., Khadimallah, M. A., & Mohamed, A. M. (2019). Effects of Incorporation of Marble Powder Obtained by Recycling Waste Sludge and Limestone Powder on Rheology, Compressive Strength, and Durability of Self-Compacting Concrete. *Advances in Materials Science and Engineering, 2019.*, 16.

Baca Uscamayta, C. E., & Vela Cáceres, L. F. (2020). *Evaluación de las propiedades mecánicas de un concreto autocompactante adicionando fibras sintéticas Sikacem(R)-1 Fiber- Cusco 2019.* Cusco: Universidad Andina de Cusco.

Benaicha, M., Hafidi Alaoui, A., Jalbaud, O., & Burtschell, Y. (2019). Dosage effect of superplasticizer on self-compacting concrete: correlation between rheology and strength. *Journal of Materials Research and Technology, 8(2)*, 2063-2069.

Bertolini Galzerano, M., Torres Bressan, L., Cecche Lintz, R. C., Jaquiê Ribeiro, L. C., Guilherme Pires, M. S., Jacintho, A. E., & Gachet-Barbosa, L. A. (2013). Application of Self-Compacting Concrete (SCC) in the Execution of Reservoir of Water. *Advanced Materials Research*, 121-123.

Brace, H., & Garcia-Taengua, E. (2019). Superplasticizer-Nanosilica Compatibility: Assessment and Optimization. *ACI MATERIALS JOURNAL*, 95-103.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Busari, A. A., Akinmusuru, J. O., & Dahunsi, B. I. (2018). Review of Sustainability in Self-compacting Concrete: the Use of Waste and Mineral Additives as Supplementary Cementitious Materials and Aggregates. *Portugaliae Electrochimica Acta 36.3*, 147-162.

Cheng, Y., & Shi, Z. (2019). Experimental Study on Nano-SiO2 Improving Concrete Durability of Bridge Deck Pavement in Cold Regions. *Advances in Civil Engineering*, 9.

Chumpitaz Colán, P. E. (2007). *Estudio experimental del uso de tierras diatomáceas en la producción de concretos de alta resistencia.*

Costa, C., Velosa, A., Cerqueira, A., Caetano, P., & Rocha, F. (2018). Characterization of portuguese diatomites in order to assess potential applications. *Geodynamica et Geromaterialia, 15(1),*, 47-57.

Crangle, R. (2018). *2016 Minerals Yearbook DIATOMITE [ADVANCE RELEASE]*. United States Geological Survey.

D'Souza, B., & Yamamiya, H. (2013). Applications of smart dynamic concrete. *Third International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies*, (págs. 18-21). Kyoto, Japón.

Díaz Valdiviezo, A., & Ramírez Carrión, J. (2009). *Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú.* Boletín, Serie B: Geología Económica, INGEMMET.

Esmailpour, M., Rahmani, K., & Piroti, S. (2018). Experimental Evaluation of the Effect of Silica Fume on Compressive, Tensile Strength, Abrasion Resistance, Slump and Impact Test and Water Permability Coefficient of Concrete. *Journal of Applied Engineering Sciences, 8(1)*, 27-36.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Fatih , O., & Kaymak, H. (2018). Utilization of Metakaolin and Calcite: Working Reversely in Workability Aspect—As Mineral Admixture in Self-Compacting Concrete. *Advances in Civil Engineering,*, 12.

Flores-Lozano, E. S., López de Juambelz, I. R., Velázquez-Vázquez, D., Moreno-Pérez, E., & Hernández-Ávila, J. (2020). Comparativa del impacto de la diatomita, perlita y zeolita en el comportamiento térmico y estructural del mortero. *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI, 8(Especial)*, 5-13.

Gerengi, H., Kurtay, M., & Durgun, H. (2015). The effect of zeolite and diatomite on the corrosion of reinforcement steel in 1 M HCl solution. *Results in Physics, 5.*, 148-153.

Ghasemipor, V., & Piroti, S. (2018). Experimental Evaluation of the Effect of Water-Cement Ratio on Compressive, Abrasion Strength, Hydraulic Conductivity Coefficient and Porosity of Nano-Silica Concretes. *Journal of Applied Engineering Sciences, 8(2)*, 17-24.

Gołaszewski, J., Cygan, G., Ponikiewski, T., & Gołaszewska, M. (2019). Cements with calcareous fly ash as component of low clinker eco-self compacting concrete. *Open Engineering*, *9(1)*, 196-201.

Gong, F., & Maekawa, K. (2019). Proposal of poro-mechanical coupling among ASR, corrosion and frost. *Engineering Structures*, 418-429.

Harkouss, R., & Bilal, H. (2016). Comparative studies of self-compacting concrete made with different generations of superplasticizers. *Lebanese Science Journal, 17(2)*, 200-216.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* Ciudad de México: Mcgraw-hill.

Huang, C.-H., Lin, S.-K., Chang, C.-S., & Chen, H.-J. (2013). Mix proportions and mechanical properties of concrete containing very high-volume of Class F fly ash. . *Construction and Building Materials, 46*, 71-78.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Jhatial, A. A., Sohu, S., Lakhiar, M. T., Shahzaib, J., & Buriro, A. A. (2018). Effectiveness of Locally Available Superplasticizers on the Workability and Strength of Concrete. *Civil Engineering Journal*, 2919-2925.

Kang, S.-T., Kim, J. H., & Lee, B. Y. (2019). Effects of Water Reducing Admixture on Rheological Properties, Fiber Distribution, and Mechanical Behavior of UHPFRC. *Applied Sciences, 9(1),* 29.

Korovkin, M., Grintsov, D., & Eroshkina, N. (2018). Application of Self-Compacting Concrete in Precast Structure Technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 7.

Kumar, A., & Raguraam, S. (2018). Comparison of Fresh and Hardened Properties of Normal, Self Compacting and Smart Dynamic Concrete. *Int. J. Technol, 9*, 707-714.

Lachira Sandoval, F. J., & Talledo Pintado, F. L. (2021). *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia f´c=210 kg/cm² incorporando diatomita, Piura 2021.* Piura: Universidad César Vallejo.

Leandro Espinoza, J. L. (2010). *Evaluación del uso de la diatomita como adición mineral en el concreto de alta resistencia.* Lima: Universidad Ricardo Palma.

Liu, H., Luo, G., Wang, L., Wang, W., Li, W., & Gong, Y. (2019). Laboratory Evaluation of Eco-Friendly Pervious Concrete Pavement Material Containing Silica Fume. *Applied Sciences, 9(1),* 73.

Lorenz, W., & Gwosdz, W. (2004). *Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción.* Stuttgart: Schweizerbart.

Luque Delgado, M. G. (2023). *Evaluación y comparación del uso de la diatomita y microsílice como aditivos en la elaboración de concreto con resistencias 210 KGF/CM2, 280 KGF/CM2, 350 KGF/CM2 Y 420 KGF/CM2 en la ciudad de Arequipa.* Arequipa: Universidad Católica de Santa María.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Montesinos Cervantes, J. A. (2023). *Evaluación de la resistencia a la compresión axial del concreto f'c: 210 kg/cm2, elaborado con adiciones porcentuales de 5%, 10% y 15% de diatomita en estado calcinado con respecto a un concreto patrón a los 7, 14 y 28 días de curado.* Cusco: Universidad Andina del Cusco.

Muttaqin , H., Taufiq , S., & Mochammad , A. (2021). Mechanical properties and absorption of lightweight concrete using lightweight aggregate from diatomaceous earth. *Construction and Building Materials Volume 277*, 9.

Noufid, A., & Belattar, S. (2018). Use of Fillers for Optimal Formulation of Self-Compacting Concretes. *Civil Engineering Journal, 4(1*, 67-77.

Okamura, H., & Masahiro, O. (2003). Self-compacting concrete. *Journal of Advanced Concrete Technology, vol. 1*, 5-15.

Oré Tarazona, E. Y. (2022). *Influencia en las Propiedades Reológicas del Concreto y en su Comportamiento Mediante la Sustitución Parcial de Cemento por Diatomita.* Huancayo: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES.

Ouchi , M., Nakamura, S., Osterberg, T., Hallberg, S., & Lwin, M. (2003). Applications of self-compacting concrete in Japan, Europe and the United States. *Kochi University of Technology, Kochi, Japan*, 20.

Paccosoncco Choquenaira, I. (2013). *Diseño de Concreto Autocompactante con Agregado Angular y Sub-Redondeado Utilizando Aditivos de las Marcas Chema, Sika y Euco, en la Ciudad de Arequipa - 2013.* Arequipa: Universidad Católica de Santa María.

Parra, L., & Eguez, H. (2009). Diseño de mezclas para hormigón autocompactante.

Pasquel Carbajal, E. (1998). *Topicos de tecnología de concreto.* Lima.

Pavel, B., & Vlastimil, B. (2017). Influence of chemical additives and curing conditions on the mechanical properties and carbonation resistance of alkali-activated slag composites. *MATERIALS AND TECHNOLOGY*, 49-53.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Pavlíková, M., Rovnaníková, P., Záleská, M., & Pavlík, Z. (2022). Diatomaceous Earth—Lightweight Pozzolanic Admixtures for Repair Mortars—Complex Chemical and Physical Assessment. *Materials, 15(19)*, 21.

Perez Ramos, W. R. (2023). *Evaluación de la resistencia a la compresión axial del concreto f'c: 210 kg/cm2, elaborado con adiciones porcentuales de 5%, 10% y 15% de diatomita en estado calcinado con respecto a un concreto patrón a los 7, 14 y 28 días de curado.* Cusco: Universidad Andina del Cusco.

Rich, D., Glass, J., Gibb, A., Goodier, C. I., & Sander, G. (2015). Optimising construction with self-compacting concrete. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Construction Materials, 170(2)*, 104-114.

Rivva López, E. (2013). *Diseño de mezclas.* Lima.

Rodrigo Romero, E. E., & Torres Vargas, L. M. (2019). *Estudio experimental del empleo de la diatomita proveniente de Ayacucho como aditivo natural para concretos de resistencias f'c = 210 kgf/cm2 y 280 kgf/cm2 en la ciudad de Arequipa.* Arequipa.

Sánchez Paredes, E. A., & Takahashi Sotomayor, V. J. (2018). *Influencia de la adición de tierra de diatomeas en el potencial de corrosión del acero ASTM A615 dentro del concreto reforzado elaborado con cemento portland tipo I ycemento tipo ICO en el distrito de mancora-piura.* Trujillo-Perú: Universidad privada Antenor Orrego.

Sánchez Stasiw, C. (2008). *Estudio experimental del empleo de diatomita.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Serralde-Lealba, J. R., Hernández-Ávila, J., Cerecedo-Sáenz, E., Rosales-Ibáñez, R., Salinas-Rodríguez, E., & Barrientos-Hernández, F. R. (2021). Caracterización de la materia prima para la elaboración de un material de construcción, utilizando diatomita y Residuos de Construcción y Demolición (RCD). *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI, 9(Especial2)*, 213-221.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Van Nguyen, C., Lambert, P., & Tran, Q. (2019). Effect of Vietnamese Fly Ash on Selected Physical Properties, Durability and Probability of Corrosion of Steel in Concrete. *Materials*, 13.

Vargas García, K., & Pimentel Aparicio, D. (2019). *Análisis de la Evolución de la Resistencia del Concreto Autocompactante Utilizando Materiales de Construcción de la Ciudad de Arequipa en el Año 2018.* Arequipa: Universidad Católica de Santa María.

Velasquez Matos, J. J. (2019). *Producción de concreto con sustitución porcentual de diatomita por cemento portland tipo I en Nuevo Chimbote.* Nuevo Chimbote: Universidad Nacional de Santa.

Velásquez Paiva, L. Y., & Zíngara Pacheco, A. J. (2023). *Análisis y propuesta de aditivos a base de policarboxilatos para el diseño de concretos fluidos, para muros de ductilidad limitada en edificios de concreto armado en la ciudad de Arequipa.* Arequipa: Universidad Católica de Santa María.

Verdeja, L., García, M., Vasquez, R., Barranzuela, J., & Pastor, R. (1992). Contribución al estudio de las diatomitas del Perú. *Boletin de la Sociedad Espanola de Ceramica y Vidrio. 31*, 427.

Wang, X., Yao, J., Li, X., Guo, Y., Shen, A., & Pu, H. (2018). Mechanical Properties Improvement Mechanism of Silica. *Advances in Materials Science and Engineering*, 10.

Yanguatin, H., Tobón, J., & Ramírez, J. (2017). Pozzolanic reactivity of kaolin clays, a review. *Revista Ingeniería de Construcción, 32(2)*, 13-24.

Zapata Orduz, L. E., Portela, G., Suárez, O. M., & Cáceres, A. D. (2016). Compatibility analysis between Portland cement type I and micro/nano-SiO2 in the presence of polycarboxylate-type superplasticizers. *Cogent Engineering, 3(1)*, 18.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

ANEXOS

A. Diseños de Concreto método ACI 237 R

Para diseño #2 f'c= 245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 161: Paso específico 1 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		PIEDRA CHANCADA 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.492	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m3	1556.71	765.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 162: Paso específico 2 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	280	0.57	
LIMITE SUPERIOR	350	0.48	
F'CR	329	0.507	
PESO CEMENTO/m3	kg	426.04	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	NO CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.44
VOLUMEN DE AGUA	L	187.46	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			

MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	187.46	1000	0.187
AGREGADO GRUESO	765.90	2504.35	0.306
AGREGADO FINO	806.29	2446.57	0.330
CEMENTO	426.04	2800	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 163: Paso específico 3 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.306	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.365	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.694	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.44	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m^3)	386 A 475	426.04	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 164: Paso específico 4 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	3.28%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.09%
PESO HÚMEDO	766.59	BALANCE DE AGUA	-3.19%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.09%
PESO HÚMEDO	806.99	BALANCE DE AGUA	-1.78%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-24.40
AGREGADO FINO			-14.37
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			-38.77
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			18.75

AGUA EFECTIVA			207.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 165: Paso específico 5 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	207.48	1000.00	0.207
AGREGADO GRUESO	766.59	2504.35	0.306
AGREGADO FINO	806.99	2446.57	0.330
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	8.52	2%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #3 f'c= 245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 166: Paso específico 1 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		PIEDRA CHANCADA 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.5	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1556.71	778.35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 167: Paso específico 2 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	

RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	280	0.57	
LIMITE SUPERIOR	350	0.48	
F'CR	329	0.507	
PESO CEMENTO/m3	kg	426.04	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	NO CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.42
VOLUMEN DE AGUA	L	178.93	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	178.93	1000	0.179
AGREGADO GRUESO	778.35	2504.35	0.311
AGREGADO FINO	814.97	2446.57	0.333
CEMENTO	426.04	2800	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 168: Paso específico 3 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.311	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.356	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.689	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.42	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	426.04	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 169: Paso específico 4 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS
CORRECCION AGREGADO GRUESO

ABSORCIÓN	3.28%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.09%
PESO HÚMEDO	779.05	BALANCE DE AGUA	-3.19%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.09%
PESO HÚMEDO	815.68	BALANCE DE AGUA	-1.78%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-24.80
AGREGADO FINO			-14.53
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			-39.33
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			17.89
AGUA EFECTIVA			200.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 170: Paso específico 5 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	200.37	1000.00	0.200
AGREGADO GRUESO	779.05	2504.35	0.311
AGREGADO FINO	815.68	2446.57	0.333
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	8.52	2%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para todos los diseños f'c= 350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 171: Paso común 1 diseño cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 1 REQUISITOS DE ESCURRIMIENTO DE ACUERDO A ACI 237	
NIVEL DE REFUERZO	MEDIO
COMPLEJIDAD DE LA FORMA DEL ELEMENTO	BAJO
PROFUNDIDAD DEL ELEMENTO	MEDIO
IMPORTANCIA DEL ACABADO DE LA CAPA SUPERFICIAL	BAJA
LONGITUD DEL ELEMENTO	MEDIO
ESPESOR DE PARED	MEDIO
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	MEDIO

ENERGÍA DE COLOCACIÓN	MEDIO
SELECCIÓN DE ESCURRIMIENTO	<550 mm
	550 mm a 650 mm
	>650mm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 172: Paso común 2 diseño cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 SELECCIÓN DE AGREGADO GRUESO DE ACUERDO A ACI 211.1 Y 301			
DATOS DEL ELEMENTO			COLUMNA
1/3 DEL ESPESOR DE LAS LOSAS (10 cm)			3.9"
3/4 DEL ESPACIO LIBRE ENTRE VARILLAS (4 cm según caja en L)			1.2"
RECOMENDACIÓN NORMA			1/2 "
1/5 DE LA MENOR DIMENSIÓN DEL MOLDE (6.5 cm según embudo en V)			0.51"
DATOS DE DISEÑO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
RESISTENCIA F'C	kgf/ cm^2	350	
NO SE TIENEN DATOS DE MUESTRAS ANTERIORES (F'CR=F'C+84)			
RESISTENCIA F'CR	kgf/ cm^2	434	
SLUMP (SEGÚN TIPO DE ELEMENTO)	pulgada	2"-4"	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #1 f'c= 350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 173: Paso específico 1 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		PIEDRA CHANCADA 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.465	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1556.71	723.87

Fuente: Elaboración propia

Tabla 174: Paso específico 2 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	

SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	400	0.42	
LIMITE SUPERIOR	450	0.38	
F'CR	434	0.39	
PESO CEMENTO/m^3	kg	549.90	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m^3	NO CUMPLE		
PARA UN ESCURRIMIENTO MAYOR a 650 mm			
MAYOR A 458 kg/m^3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	SÍ CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.35
VOLUMEN DE AGUA	L	192.46	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	192.46	1000	0.192
AGREGADO GRUESO	723.87	2504.35	0.289
AGREGADO FINO	726.87	2446.57	0.297
CEMENTO	549.90	2800	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 175: Paso específico 3 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.289	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.414*	NO
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.711	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.35	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	549.90*	NO

Fuente: Elaboración propia

*Se probó diseño con más pasta, en este caso por la resistencia, supera a la cantidad de kg/m^3

Tabla 176: Paso específico 4 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	3.28%	CONTENIDO DE HUMEDAD	1.00%
PESO HÚMEDO	731.11	BALANCE DE AGUA	-2.28%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	1.00%
PESO HÚMEDO	734.14	BALANCE DE AGUA	-0.87%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-16.47
AGREGADO FINO			-6.32
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			-22.79
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			19.25
AGUA EFECTIVA			196.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 177: Paso específico 5 diseño #1 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	196.01	1000.00	0.196
AGREGADO GRUESO	731.11	2504.35	0.292
AGREGADO FINO	734.14	2446.57	0.300
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	10.98	2%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #2 f'c= 350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 178: Paso específico 1 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		PIEDRA CHANCADA 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.5	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1556.71	778.35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 179: Paso específico 2 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	400	0.42	
LIMITE SUPERIOR	450	0.38	
F'CR	434	0.39	
PESO CEMENTO/m^3	kg	549.90	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m3	NO CUMPLE		
PARA UN ESCURRIMIENTO MAYOR a 650 mm			
MAYOR A 458 kg/m3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	SÍ CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.33
VOLUMEN DE AGUA	L	181.47	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	181.47	1000	0.181
AGREGADO GRUESO	778.35	2504.35	0.311
AGREGADO FINO	700.55	2446.57	0.286
CEMENTO	549.90	2800	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 180: Paso específico 3 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.311	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.403*	NO
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.689	SI

RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.33	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	549.90*	NO

Fuente: Elaboración propia

*Se probó diseño con más pasta, en este caso por la resistencia, supera a la cantidad de kg/m^3 sugerida.

Tabla 181: Paso específico 4 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	3.28%	CONTENIDO DE HUMEDAD	1.00%
PESO HÚMEDO	786.14	BALANCE DE AGUA	-2.28%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	1.00%
PESO HÚMEDO	707.56	BALANCE DE AGUA	-0.87%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-17.71
AGREGADO FINO			-6.09
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			-23.81
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			18.5
AGUA EFECTIVA			186.77

Fuente: Elaboración propia

Tabla 182: Paso específico 5 diseño #2 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	186.77	1000.00	0.187
AGREGADO GRUESO	786.14	2504.35	0.314
AGREGADO FINO	707.56	2446.57	0.289
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	10.98	2.00%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #3 f'c= 350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 183: Paso específico 1 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		PIEDRA CHANCADA 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.48	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1556.71	747.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 184: Paso específico 2 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	400	0.42	
LIMITE SUPERIOR	450	0.38	
F'CR	434	0.39	
PESO CEMENTO/m3	kg	549.90	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m3	NO CUMPLE		
PARA UN ESCURRIMIENTO MAYOR a 650 mm			
MAYOR A 458 kg/m3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	SÍ CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.33
VOLUMEN DE AGUA	L	181.47	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	181.47	1000	0.181
AGREGADO GRUESO	747.22	2504.35	0.298
AGREGADO FINO	730.97	2446.57	0.299
CEMENTO	549.90	2800	0.196

AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 185: Paso específico 3 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.298	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.403*	NO
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.702	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.33	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	549.90*	NO

Fuente: Elaboración propia

*Se probó diseño con más pasta, en este caso por la resistencia, supera a la cantidad de kg/m^3 sugerida.

Tabla 186: Paso específico 4 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	3.28%	CONTENIDO DE HUMEDAD	1.00%
PESO HÚMEDO	754.69	BALANCE DE AGUA	-2.28%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	1.00%
PESO HÚMEDO	738.28	BALANCE DE AGUA	-0.87%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-17.01
AGREGADO FINO			-6.36
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			-23.36
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			18.15
AGUA EFECTIVA			186.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 187: Paso específico 5 diseño #3 cemento Yura Tipo IP piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	186.26	1000.00	0.186
AGREGADO GRUESO	754.69	2504.35	0.301
AGREGADO FINO	738.28	2446.57	0.302
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	10.98	2%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Agregado selecto

Para todos los diseños f'c= 245kgf/cm^2 agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 188: Paso común 1 diseño cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 1 REQUISITOS DE ESCURRIMIENTO DE ACUERDO A ACI 237	
NIVEL DE REFUERZO	MEDIO
COMPLEJIDAD DE LA FORMA DEL ELEMENTO	BAJO
PROFUNDIDAD DEL ELEMENTO	MEDIO
IMPORTANCIA DEL ACABADO DE LA CAPA SUPERFICIAL	BAJA
LONGITUD DEL ELEMENTO	MEDIO
ESPESOR DE PARED	MEDIO
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	MEDIO
ENERGÍA DE COLOCACIÓN	MEDIO
SELECCIÓN DE ESCURRIMIENTO	<550 mm
	550 mm a 650 mm
	>650mm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 189: Paso común 2 diseño cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 SELECCIÓN DE AGREGADO GRUESO DE ACUERDO A ACI 211.1 Y 301			
DATOS DEL ELEMENTO			COLUMNA
1/3 DEL ESPESOR DE LAS LOSAS (10 cm)			3.9"
3/4 DEL ESPACIO LIBRE ENTRE VARILLAS (4 cm según caja en L)			1.2"
RECOMENDACIÓN NORMA			1/2 "

1/5 DE LA MENOR DIMENSIÓN DEL MOLDE (6.5 cm según embudo en V)			0.51"
DATOS DE DISEÑO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
RESISTENCIA F'C	kgf/ cm^2	245	
NO SE TIENEN DATOS DE MUESTRAS ANTERIORES (F'CR=F'C+84)			
RESISTENCIA F'CR	kgf/ cm^2	329	
SLUMP (SEGÚN TIPO DE ELEMENTO)	pulgada	2"-4"	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #1 f'c= 245 kgf/cm^2 agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 190: Paso específico 1 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		CASCAJO 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.453	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m3	1422.21	644.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 191: Paso específico 2 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	280	0.57	
LIMITE SUPERIOR	350	0.48	
F'CR	329	0.507	
PESO CEMENTO/m^3	kg	426.04	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			

PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m^3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	NO CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.45
VOLUMEN DE AGUA	L	191.72	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	191.72	1000	0.192
AGREGADO GRUESO	644.26	2201.89	0.293
AGREGADO FINO	828.24	2446.57	0.339
CEMENTO	426.04	2800	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 192: Paso específico 3 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.293	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.369	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.707	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.45	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	426.04	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 193: Paso específico 4 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	5.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.75%
PESO HÚMEDO	649.11	BALANCE DE AGUA	-5.11%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.09%
PESO HÚMEDO	828.96	BALANCE DE AGUA	-1.78%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-32.94
AGREGADO FINO			-14.77

APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			-47.71
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			19.17
AGUA EFECTIVA			220.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 194: Paso específico 5 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	220.26	1000.00	0.239
AGREGADO GRUESO	649.11	2201.89	0.295
AGREGADO FINO	828.96	2446.57	0.339
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	8.52	2%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #2 f'c= 245 kgf/cm^2 agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 195: Paso específico 1 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		CASCAJO 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.453	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1422.21	644.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 196: Paso específico 2 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	280	0.57	
LIMITE SUPERIOR	350	0.48	
F'CR	329	0.507	
PESO CEMENTO/m^3	kg	426.04	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	NO CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.42
VOLUMEN DE AGUA	L	178.93	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	178.93	1000	0.179
AGREGADO GRUESO	644.26	2201.89	0.293
AGREGADO FINO	859.51	2446.57	0.351
CEMENTO	426.04	2800	0.152

AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 197: Paso específico 3 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.293	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.356	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.707	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.42	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	426.04	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 198: Paso específico 4 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	5.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.75%
PESO HÚMEDO	649.11	BALANCE DE AGUA	-5.11%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.09%
PESO HÚMEDO	860.26	BALANCE DE AGUA	-1.78%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-32.94
AGREGADO FINO			-15.32
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			-48.27
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			17.89
AGUA EFECTIVA			209.31

Fuente: Elaboración propia

Tabla 199: Paso específico 5 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	209.31	1000.00	0.209
AGREGADO GRUESO	649.11	2201.89	0.295
AGREGADO FINO	860.26	2446.57	0.352
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	8.52	2%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #3 f'c= 245 kgf/cm^2 agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 200: Paso específico 1 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		CASCAJO 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.48	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1422.21	682.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 201: Paso específico 2 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	280	0.57	
LIMITE SUPERIOR	350	0.48	
F'CR	329	0.507	
PESO CEMENTO/m^3	kg	426.04	

RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	NO CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.41
VOLUMEN DE AGUA	L	174.67	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	174.67	1000	0.175
AGREGADO GRUESO	682.66	2201.89	0.310
AGREGADO FINO	827.27	2446.57	0.338
CEMENTO	426.04	2800	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 202: Paso específico 3 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.310	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.352	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.690	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.41	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	426.04	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 203: Paso específico 4 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	5.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.75%
PESO HÚMEDO	687.80	BALANCE DE AGUA	-5.11%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.09%
PESO HÚMEDO	827.99	BALANCE DE AGUA	-1.78%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-34.91
AGREGADO FINO			-14.75

APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			-49.66
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			17.47
AGUA EFECTIVA			206.86

Fuente: Elaboración propia

Tabla 204: Paso específico 4 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	206.86	1000.00	0.207
AGREGADO GRUESO	687.80	2201.89	0.312
AGREGADO FINO	827.99	2446.57	0.338
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	8.5208	2%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para todos los diseños f'c= 350 kgf/cm^2 agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 205: Paso común 1 diseño cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 1 REQUISITOS DE ESCURRIMIENTO DE ACUERDO A ACI 237	
NIVEL DE REFUERZO	MEDIO
COMPLEJIDAD DE LA FORMA DEL ELEMENTO	BAJO
PROFUNDIDAD DEL ELEMENTO	MEDIO
IMPORTANCIA DEL ACABADO DE LA CAPA SUPERFICIAL	BAJA
LONGITUD DEL ELEMENTO	MEDIO
ESPESOR DE PARED	MEDIO
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	MEDIO
ENERGÍA DE COLOCACIÓN	MEDIO
SELECCIÓN DE ESCURRIMIENTO	<550 mm
	550 mm a 650 mm
	>650mm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 206: Paso común 2 diseño cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 SELECCIÓN DE AGREGADO GRUESO DE ACUERDO A ACI 211.1 Y 301			
DATOS DEL ELEMENTO			COLUMNA
1/3 DEL ESPESOR DE LAS LOSAS (10 cm)			3.9"
3/4 DEL ESPACIO LIBRE ENTRE VARILLAS (4 cm según caja en L)			1.2"
RECOMENDACIÓN NORMA			1/2 "
1/5 DE LA MENOR DIMENSIÓN DEL MOLDE (6.5 cm según embudo en V)			0.51"
DATOS DE DISEÑO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
RESISTENCIA F'C	kgf/ cm^2	350	
NO SE TIENEN DATOS DE MUESTRAS ANTERIORES (F'CR=F'C+84)			
RESISTENCIA F'CR	kgf/ cm^2	434	
SLUMP (SEGÚN TIPO DE ELEMENTO)	pulgada	2"-4"	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #1 f'c= 350 kgf/cm^2 agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 207: Paso específico 1 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		CASCAJO 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.45	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1422.21	640.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 208: Paso específico 2 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	400	0.42	
LIMITE SUPERIOR	450	0.38	
F'CR	434	0.39	
PESO CEMENTO/m3	kg	549.90	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m3	NO CUMPLE		
PARA UN ESCURRIMIENTO MAYOR a 650 mm			
MAYOR A 458 kg/m3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	SÍ CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.33
VOLUMEN DE AGUA	L	181.47	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	181.47	1000	0.181
AGREGADO GRUESO	640.00	2201.89	0.291

AGREGADO FINO	749.83	2446.57	0.306
CEMENTO	549.90	2800	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 209: Paso específico 3 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.291	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.403*	NO
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.709	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.33	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	549.90*	NO

Fuente: Elaboración propia

*Se diseñó a posta con un porcentaje un poco mayor de pasta, por la resistencia del concreto, requiere más cemento del valor típico.

Tabla 210: Paso específico 4 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	5.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	1.00%
PESO HÚMEDO	646.40	BALANCE DE AGUA	-4.87%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	1.00%
PESO HÚMEDO	757.33	BALANCE DE AGUA	-0.87%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-31.14
AGREGADO FINO			-6.52
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			-37.66
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			18.14
AGUA EFECTIVA			200.99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 211: Paso específico 5 diseño #1 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	200.98	1000.00	0.201
AGREGADO GRUESO	646.40	2201.89	0.294
AGREGADO FINO	757.33	2446.57	0.310
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	10.98	2.0%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #2 f'c= 350 kgf/cm^2 agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 212: Paso específico 1 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		CASCAJO 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.45	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1422.21	640.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 213: Paso específico 2 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	400	0.42	

LIMITE SUPERIOR	450	0.38	
F'CR	434	0.39	
PESO CEMENTO/m^3	kg	549.90	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m3	NO CUMPLE		
PARA UN ESCURRIMIENTO MAYOR a 650 mm			
MAYOR A 458 kg/m^3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	SÍ CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.32
VOLUMEN DE AGUA	L	175.97	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	175.97	1000	0.176
AGREGADO GRUESO	640.00	2201.89	0.291
AGREGADO FINO	763.29	2446.57	0.312
CEMENTO	549.90	2800	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 214: Paso específico 3 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.291	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.397	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.709	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.32	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	549.90*	NO

Fuente: Elaboración propia

*Por la resistencia del concreto, requiere más cemento del valor típico.

Tabla 215: Paso específico 4 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	5.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	1.00%
PESO HÚMEDO	646.40	BALANCE DE AGUA	-4.87%

CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	1.00%
PESO HÚMEDO	770.92	BALANCE DE AGUA	-0.87%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-31.14
AGREGADO FINO			-6.64
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			-37.78
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			17.6
AGUA EFECTIVA			196.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 216: Paso específico 5 diseño #2 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	196.15	1000.00	0.196
AGREGADO GRUESO	646.40	2201.89	0.294
AGREGADO FINO	770.92	2446.57	0.315
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	10.98	2.0%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #3 f'c= 350 kgf/cm^2 agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 217: Paso específico 1 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		CASCAJO 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.49	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1422.21	696.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 218: Paso específico 2 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	400	0.42	
LIMITE SUPERIOR	450	0.38	
F'CR	434	0.39	
PESO CEMENTO/m^3	kg	549.90	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m3	NO CUMPLE		
PARA UN ESCURRIMIENTO MAYOR a 650 mm			
MAYOR A 458 kg/m3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	SÍ CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.32
VOLUMEN DE AGUA	L	175.97	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	175.97	1000	0.176
AGREGADO GRUESO	696.88	2201.89	0.316

AGREGADO FINO	700.08	2446.57	0.286
CEMENTO	549.90	2800	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 219: Paso específico 3 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.316	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.397	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.684	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.32	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	*549.90	NO

Fuente: Elaboración propia

*Por la resistencia del concreto, requiere más cemento del valor típico.

Tabla 220: Paso específico 4 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	5.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	1.00%
PESO HÚMEDO	703.85	BALANCE DE AGUA	-4.87%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	1.00%
PESO HÚMEDO	707.08	BALANCE DE AGUA	-0.87%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-33.91
AGREGADO FINO			-6.09
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			-40.00
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			17.6
AGUA EFECTIVA			198.36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 221: Paso específico 5 diseño #3 cemento Yura Tipo IP agregado selecto de la cantera: "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	198.37	1000.00	0.198
AGREGADO GRUESO	703.85	2201.89	0.320
AGREGADO FINO	707.08	2446.57	0.289
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	10.998	2.0%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

DISEÑOS CEMENTO FRONTERA GU

Agregado piedra chancada de "La Poderosa"

Para todos los diseños f'c= 245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 222: Paso común 1 diseño cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 1 REQUISITOS DE ESCURRIMIENTO DE ACUERDO A ACI 237	
NIVEL DE REFUERZO	MEDIO
COMPLEJIDAD DE LA FORMA DEL ELEMENTO	BAJO
PROFUNDIDAD DEL ELEMENTO	MEDIO
IMPORTANCIA DEL ACABADO DE LA CAPA SUPERFICIAL	BAJA
LONGITUD DEL ELEMENTO	MEDIO
ESPESOR DE PARED	MEDIO
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	MEDIO
ENERGÍA DE COLOCACIÓN	MEDIO
SELECCIÓN DE ESCURRIMIENTO	<550 mm
	550 mm a 650 mm
	>650mm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 223: Paso común 2 diseño cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 SELECCIÓN DE AGREGADO GRUESO DE ACUERDO A ACI 211.1 Y 301			
DATOS DEL ELEMENTO			COLUMNA
1/3 DEL ESPESOR DE LAS LOSAS (10 cm)			3.9"
3/4 DEL ESPACIO LIBRE ENTRE VARILLAS (4 cm según caja en L)			1.2"
RECOMENDACIÓN NORMA			1/2 "
1/5 DE LA MENOR DIMENSIÓN DEL MOLDE (6.5 cm según embudo en V)			0.51"
DATOS DE DISEÑO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
RESISTENCIA F'C	kgf/ cm^2	245	

NO SE TIENEN DATOS DE MUESTRAS ANTERIORES (F'CR=F'C+84)			
RESISTENCIA F'CR	kgf/ cm^2	329	
SLUMP (SEGÚN TIPO DE ELEMENTO)	pulgada	2"-4"	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #1 f'c= 245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 224: Paso específico 1 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		PIEDRA CHANCADA 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.5	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1556.71	782.35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 225: Paso específico 2 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	280	0.57	
LIMITE SUPERIOR	350	0.48	
F'CR	329	0.507	
PESO CEMENTO/m^3	kg	426.04	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m^3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	NO CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.45
VOLUMEN DE AGUA	L	191.72	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	191.72	1000	0.192
AGREGADO GRUESO	778.35	2504.35	0.311

AGREGADO FINO	783.71	2446.57	0.320
CEMENTO	426.04	2800	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 226: Paso específico 3 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.311	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.369	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.689	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.45	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	426.04	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 227: Paso específico 4 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	3.28%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.17%
PESO HÚMEDO	779.68	BALANCE DE AGUA	-3.11%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	8.89%
PESO HÚMEDO	853.388	BALANCE DE AGUA	7.02%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-24.17
AGREGADO FINO			55.02
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			30.85
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			19.17
AGUA EFECTIVA			141.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 228: Paso específico 5 diseño #1 Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	141.70	1000.00	0.142
AGREGADO GRUESO	779.68	2504.35	0.311
AGREGADO FINO	853.38	2446.57	0.349
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	1.5%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #2 f'c= 245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 229: Paso específico 1 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		PIEDRA CHANCADA 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.49	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1556.71	762.79

Fuente: Elaboración propia

Tabla 230: Paso específico 2 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	280	0.57	
LIMITE SUPERIOR	350	0.48	

F'CR	329	0.507	
PESO CEMENTO/m3	kg	426.04	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m^3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	NO CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.43
VOLUMEN DE AGUA	L	183.20	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	183.20	1000	0.183
AGREGADO GRUESO	762.79	2504.35	0.305
AGREGADO FINO	819.76	2446.57	0.335
CEMENTO	426.04	2800	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 231: Paso específico 3 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.305	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.360	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.695	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.43	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	426.04	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 232: Paso específico 4 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	3.28%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.17%

PESO HÚMEDO	764.08	BALANCE DE AGUA	-3.11%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	8.89%
PESO HÚMEDO	892.64	BALANCE DE AGUA	-7.02%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-23.69
AGREGADO FINO			57.55
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			33.86
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			18.32
AGUA EFECTIVA			131.02

Fuente: Elaboración propia

Tabla 233: Paso específico 5 diseño #2 Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	131.02	1000.00	0.131
AGREGADO GRUESO	764.08	2504.35	0.305
AGREGADO FINO	892.64	2446.57	0.365
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	1.5%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #3 f'c= 245kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 234: Paso específico 1 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		PIEDRA CHANCADA 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			

	FACTOR	0.46	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1556.71	716.09

Fuente: Elaboración propia

Tabla 235: Paso específico 2 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	280	0.57	
LIMITE SUPERIOR	350	0.48	
F'CR	329	0.507	
PESO CEMENTO/m^3	kg	426.04	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m^3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	NO CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.45
VOLUMEN DE AGUA	L	191.72	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	191.72	1000	0.192
AGREGADO GRUESO	716.09	2504.35	0.286
AGREGADO FINO	844.54	2446.57	0.345
CEMENTO	426.04	2800	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 236: Paso específico 3 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO

SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.286	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.369	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.714	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.45	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	426.04	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 237: Paso específico 4 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	3.28%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.17%
PESO HÚMEDO	717.30	BALANCE DE AGUA	-3.11%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	8.89%
PESO HÚMEDO	919.62	BALANCE DE AGUA	7.02%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-22.24
AGREGADO FINO			59.29
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			37.05
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			19.17
AGUA EFECTIVA			135.49

Fuente: Elaboración propia

Tabla 238: Paso específico 5 diseño #3 Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=245kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	135.49	1000.00	0.135
AGREGADO GRUESO	717.30	2504.35	0.286
AGREGADO FINO	919.62	2446.57	0.376

CEMENTO	426.04	2800.00	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	1.5%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para todos los diseños f'c= 350 kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 239: Paso común 1 diseño cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 1 REQUISITOS DE ESCURRIMIENTO DE ACUERDO A ACI 237	
NIVEL DE REFUERZO	MEDIO
COMPLEJIDAD DE LA FORMA DEL ELEMENTO	BAJO
PROFUNDIDAD DEL ELEMENTO	MEDIO
IMPORTANCIA DEL ACABADO DE LA CAPA SUPERFICIAL	BAJA
LONGITUD DEL ELEMENTO	MEDIO
ESPESOR DE PARED	MEDIO
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	MEDIO
ENERGÍA DE COLOCACIÓN	MEDIO
SELECCIÓN DE ESCURRIMIENTO	<550 mm
	550 mm a 650 mm
	>650mm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 240: Paso común 2 diseño cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 SELECCIÓN DE AGREGADO GRUESO DE ACUERDO A ACI 211.1 Y 301			
DATOS DEL ELEMENTO			COLUMNA
1/3 DEL ESPESOR DE LAS LOSAS (10 cm)			3.9"
3/4 DEL ESPACIO LIBRE ENTRE VARILLAS (4 cm según caja en L)			1.2"
RECOMENDACIÓN NORMA			1/2 "
1/5 DE LA MENOR DIMENSIÓN DEL MOLDE (6.5 cm según embudo en V)			0.51"
DATOS DE DISEÑO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
RESISTENCIA F'C	kgf/ cm^2	350	
NO SE TIENEN DATOS DE MUESTRAS ANTERIORES (F'CR=F'C+84)			
RESISTENCIA F'CR	kgf/ cm^2	434	
SLUMP (SEGÚN TIPO DE ELEMENTO)	pulgada	2"-4"	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #1 f'c= 350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 241: Paso específico 1 diseño #1 cemento Frontera GU Piedra Chancada de "La poderosa" F'c=350kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		PIEDRA CHANCADA 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.5	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1556.71	782.35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 242: Paso específico 2 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	400	0.42	
LIMITE SUPERIOR	450	0.38	
F'CR	434	0.39	
PESO CEMENTO/m3	kg	549.90	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m^3	NO CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	SI CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.33
VOLUMEN DE AGUA	L	181.47	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)

AGUA	181.47	1000	0.181
AGREGADO GRUESO	778.35	2504.35	0.311
AGREGADO FINO	700.55	2446.57	0.286
CEMENTO	549.90	2800	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 243: Paso específico 3 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.311	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.403	NO*
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.689	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.33	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	549.90	NO*

Fuente: Elaboración propia

*La relación de peso de cemento por metro cúbico es adecuada para la resistencia, el % de volumen de pasta supera por un margen muy bajo al límite, se procede a aceptar.

Tabla 244: Paso específico 4 diseño #1 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	3.28%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.17%
PESO HÚMEDO	779.68	BALANCE DE AGUA	-3.11%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	8.89%
PESO HÚMEDO	762.83	BALANCE DE AGUA	7.02%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-24.17
AGREGADO FINO			49.18

APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			25.01
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			18.15
AGUA EFECTIVA			138.31

Fuente: Elaboración propia

Tabla 245: Paso específico 5 diseño #1 Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	138.31	1000.00	0.138
AGREGADO GRUESO	779.68	2504.35	0.311
AGREGADO FINO	762.83	2446.57	0.312
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	1.5%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #2 f'c= 350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 246: Paso específico 1 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		PIEDRA CHANCADA 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.48	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1556.71	747.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 247: Paso específico 2 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			

AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	400	0.42	
LIMITE SUPERIOR	450	0.38	
F'CR	434	0.39	
PESO CEMENTO/m^3	kg	549.90	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m^3	NO CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	SI CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.33
VOLUMEN DE AGUA	L	181.47	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	181.47	1000	0.181
AGREGADO GRUESO	747.22	2504.35	0.298
AGREGADO FINO	730.97	2446.57	0.299
CEMENTO	549.90	2800	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 248: Paso específico 3 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.298	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.403	NO*
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.702	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.33	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	549.90	NO*

Fuente: Elaboración propia

*La relación de peso de cemento por metro cúbico es adecuada para la resistencia, el % de volumen de pasta supera por un margen muy bajo al límite, se procede a aceptar.

Tabla 249: Paso específico 4 diseño #2 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	3.28%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.17%
PESO HÚMEDO	748.49	BALANCE DE AGUA	-3.11%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	8.89%
PESO HÚMEDO	795.95	BALANCE DE AGUA	7.02%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-23.21
AGREGADO FINO			51.32
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			28.11
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			18.15
AGUA EFECTIVA			135.21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 250: Paso específico 5 diseño #2 Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	135.2	1000.00	0.135
AGREGADO GRUESO	748.49	2504.35	0.299
AGREGADO FINO	795.95	2446.57	0.325
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	1.5%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #3 f'c= 350kgf/cm^2 piedra chancada de "La Poderosa"

Tabla 251: Paso específico 1 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		PIEDRA CHANCADA 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.46	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1556.71	716.09

Fuente: Elaboración propia

Tabla 252: Paso específico 2 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350 kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	400	0.42	
LIMITE SUPERIOR	450	0.38	
F'CR	434	0.39	
PESO CEMENTO/m^3	kg	549.90	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m^3	NO CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	SI CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.32
VOLUMEN DE AGUA	L	175.97	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	175.97	1000	0.176
AGREGADO GRUESO	716.09	2504.35	0.286
AGREGADO FINO	774.84	2446.57	0.317

CEMENTO	549.90	2800	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 253: Paso específico 3 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.286	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.397	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.714	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.32	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	549.90	NO*

Fuente: Elaboración propia

*La relación de peso de cemento por metro cúbico es adecuada para la resistencia.

Tabla 254: Paso específico 4 diseño #3 cemento Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	3.28%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.17%
PESO HÚMEDO	717.30	BALANCE DE AGUA	-3.11%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	8.89%
PESO HÚMEDO	843.72	BALANCE DE AGUA	7.02%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-22.24
AGREGADO FINO			54.40
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			32.16
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			17.60
AGUA EFECTIVA			126.21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 255: Paso específico 5 diseño #3 Frontera GU piedra chancada de "La Poderosa" f'c=350kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	126.21	1000.00	0.126
AGREGADO GRUESO	717.30	2504.35	0.286
AGREGADO FINO	843.72	2446.57	0.345
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	1.5%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

Para todos los diseños f'c= 245kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 256: Paso común 1 diseño cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 1 REQUISITOS DE ESCURRIMIENTO DE ACUERDO A ACI 237	
NIVEL DE REFUERZO	MEDIO
COMPLEJIDAD DE LA FORMA DEL ELEMENTO	BAJO
PROFUNDIDAD DEL ELEMENTO	MEDIO
IMPORTANCIA DEL ACABADO DE LA CAPA SUPERFICIAL	BAJA
LONGITUD DEL ELEMENTO	MEDIO
ESPESOR DE PARED	MEDIO
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	MEDIO
ENERGÍA DE COLOCACIÓN	MEDIO
SELECCIÓN DE ESCURRIMIENTO	<550 mm
	550 mm a 650 mm
	>650mm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 257: Paso común 2 diseño cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 SELECCIÓN DE AGREGADO GRUESO DE ACUERDO A ACI 211.1 Y 301			
DATOS DEL ELEMENTO			COLUMNA
1/3 DEL ESPESOR DE LAS LOSAS (10 cm)			3.9"
3/4 DEL ESPACIO LIBRE ENTRE VARILLAS (4 cm según caja en L)			1.2"
RECOMENDACIÓN NORMA			1/2 "
1/5 DE LA MENOR DIMENSIÓN DEL MOLDE (6.5 cm según embudo en V)			0.51"
DATOS DE DISEÑO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
RESISTENCIA F'C	kgf/ cm^2	245	
NO SE TIENEN DATOS DE MUESTRAS ANTERIORES (F'CR=F'C+84)			
RESISTENCIA F'CR	kgf/ cm^2	329	
SLUMP (SEGÚN TIPO DE ELEMENTO)	pulgada	2"-4"	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #1 f'c= 245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 258: Paso específico 1 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		CASCAJO 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.48	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1422.21	682.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 259: Paso específico 2 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	280	0.57	
LIMITE SUPERIOR	350	0.48	
F'CR	329	0.507	
PESO CEMENTO/m^3	kg	426.04	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	NO CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.45
VOLUMEN DE AGUA	L	191.72	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	191.72	1000	0.192
AGREGADO GRUESO	682.66	2201.89	0.310
AGREGADO FINO	785.58	2446.57	0.321
CEMENTO	426.04	2800	0.152
AIRE		2.5%	0.025

SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 260: Paso específico 3 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.310	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.369	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.690	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.45	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	426.04	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 261: Paso específico 4 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	5.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.53%
PESO HÚMEDO	686.28	BALANCE DE AGUA	-5.34%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	8.89%
PESO HÚMEDO	855.42	BALANCE DE AGUA	7.02%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-36.43
AGREGADO FINO			55.15
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			18.73
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			19.17
AGUA EFECTIVA			153.82

Fuente: Elaboración propia

Tabla 262: Paso específico 5 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)

AGUA	153.82	1000.00	0.154
AGREGADO GRUESO	686.28	2201.89	0.312
AGREGADO FINO	855.42	2446.57	0.350
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	1.5%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #2 f'c= 245 kgf/cm^2 Agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 263: Paso específico 1 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		CASCAJO 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.49	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1422.21	696.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 264: Paso específico 2 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	280	0.57	
LIMITE SUPERIOR	350	0.48	
F'CR	329	0.507	
PESO CEMENTO/m^3	kg	426.04	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	NO CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.45
VOLUMEN DE AGUA	L	191.72	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	191.72	1000	0.192
AGREGADO GRUESO	696.88	2201.89	0.316
AGREGADO FINO	769.77	2446.57	0.315
CEMENTO	426.04	2800	0.152
AIRE		2.5%	0.025

SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 265: Paso específico 3 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.316	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.369	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.684	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.45	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	426.04	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 266: Paso específico 4 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	5.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.53%
PESO HÚMEDO	700.58	BALANCE DE AGUA	-5.34%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	8.89%
PESO HÚMEDO	838.21	BALANCE DE AGUA	7.02%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-37.19
AGREGADO FINO			54.04
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			16.86
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			19.17
AGUA EFECTIVA			155.69

Fuente: Elaboración propia

Tabla 267: Paso específico 5 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	155.69	1000.00	0.156
AGREGADO GRUESO	700.58	2201.89	0.318
AGREGADO FINO	838.21	2446.57	0.343
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	1.5%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #3 f'c= 245 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 268: Paso específico 1 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		CASCAJO 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.49	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1422.21	696.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 269: Paso específico 2 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	280	0.57	
LIMITE SUPERIOR	350	0.48	
F'CR	329	0.507	
PESO CEMENTO/m^3	kg	426.04	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m^3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	NO CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.39
VOLUMEN DE AGUA	L	166.15	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	166.15	1000	0.166
AGREGADO GRUESO	696.88	2201.89	0.316
AGREGADO FINO	832.31	2446.57	0.340
CEMENTO	426.04	2800	0.152
AIRE		2.5%	0.025

SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 270: Paso específico 3 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.316	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.343	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.684	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.39	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	426.04	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 271: Paso específico 4 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	5.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.53%
PESO HÚMEDO	700.58	BALANCE DE AGUA	-5.34%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	8.89%
PESO HÚMEDO	906.31	BALANCE DE AGUA	7.02%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-37.19
AGREGADO FINO			58.43
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			21.25
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			16.62
AGUA EFECTIVA			128.29

Fuente: Elaboración propia

Tabla 272: Paso específico 5 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=245kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	128.29	1000.00	0.128
AGREGADO GRUESO	700.58	2201.89	0.318
AGREGADO FINO	906.31	2446.57	0.370
CEMENTO	426.04	2800.00	0.152
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	6.39	1.5%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para todos los diseños f'c= 350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 273: Paso común 1 diseño cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 1 REQUISITOS DE ESCURRIMIENTO DE ACUERDO A ACI 237	
NIVEL DE REFUERZO	MEDIO
COMPLEJIDAD DE LA FORMA DEL ELEMENTO	BAJO
PROFUNDIDAD DEL ELEMENTO	MEDIO
IMPORTANCIA DEL ACABADO DE LA CAPA SUPERFICIAL	BAJA
LONGITUD DEL ELEMENTO	MEDIO
ESPESOR DE PARED	MEDIO
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	MEDIO
ENERGÍA DE COLOCACIÓN	MEDIO
SELECCIÓN DE ESCURRIMIENTO	<550 mm
	550 mm a 650 mm
	>650mm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 274: Paso común 2 diseño cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 SELECCIÓN DE AGREGADO GRUESO DE ACUERDO A ACI 211.1 Y 301			
DATOS DEL ELEMENTO			COLUMNA
1/3 DEL ESPESOR DE LAS LOSAS (10 cm)			3.9"
3/4 DEL ESPACIO LIBRE ENTRE VARILLAS (4 cm según caja en L)			1.2"
RECOMENDACIÓN NORMA			1/2 "
1/5 DE LA MENOR DIMENSIÓN DEL MOLDE (6.5 cm según embudo en V)			0.51"
DATOS DE DISEÑO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
RESISTENCIA F'C	kgf/ cm^2	350	
NO SE TIENEN DATOS DE MUESTRAS ANTERIORES (F'CR=F'C+84)			
RESISTENCIA F'CR	kgf/ cm^2	434	
SLUMP (SEGÚN TIPO DE ELEMENTO)	pulgada	2"-4"	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #1 f'c= 350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 275: Paso específico 1 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		CASCAJO 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.5	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1422.21	711.11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 276: Paso específico 2 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	400	0.42	
LIMITE SUPERIOR	450	0.38	
F'CR	434	0.39	
PESO CEMENTO/m^3	kg	549.90	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m^3	NO CUMPLE		
PARA UN ESCURRIMIENTO MAYOR a 650 mm			
MAYOR A 458 kg/m3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	SÍ CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.32
VOLUMEN DE AGUA	L	175.97	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	175.97	1000	0.176
AGREGADO GRUESO	711.11	2201.89	0.323
AGREGADO FINO	684.27	2446.57	0.280

CEMENTO	549.90	2800	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 277: Paso específico 3 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.323	NO
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.397	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.677	NO
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.32	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	549.90	NO

Fuente: Elaboración propia

*Se diseñó a posta con un porcentaje un poco mayor de agregado grueso, resultando en un volumen un poco menor de pasta en comparación al recomendado, por la resistencia del concreto, requiere más cemento del valor típico.

Tabla 278: Paso específico 4 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	5.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.53%
PESO HÚMEDO	714.88	BALANCE DE AGUA	-5.34%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	8.89%
PESO HÚMEDO	745.11	BALANCE DE AGUA	7.02%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-37.94
AGREGADO FINO			48.04
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			10.10
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			17.6

AGUA EFECTIVA			148.27

Fuente: Elaboración propia

Tabla 279: Paso específico 5 diseño #1 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	148.27	1000.00	0.148
AGREGADO GRUESO	714.88	2201.89	0.325
AGREGADO FINO	745.11	2446.57	0.305
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	1.5%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #2 f'c= 350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 280: Paso específico 1 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		CASCAJO 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.46	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1422.21	654.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 281: Paso específico 2 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	400	0.42	
LIMITE SUPERIOR	450	0.38	
F'CR	434	0.39	
PESO CEMENTO/m^3	kg	549.90	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m^3	NO CUMPLE		
PARA UN ESCURRIMIENTO MAYOR a 650 mm			
MAYOR A 458 kg/m^3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	SÍ CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.32
VOLUMEN DE AGUA	L	175.97	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	175.97	1000	0.176
AGREGADO GRUESO	654.22	2201.89	0.297
AGREGADO FINO	747.48	2446.57	0.306

CEMENTO	549.90	2800	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 282: Paso específico 3 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.297	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.397	SI
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.703	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.32	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	549.90	NO

Fuente: Elaboración propia

*Por la resistencia del concreto, requiere más cemento del valor típico.

Tabla 283: Paso específico 4 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	5.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.53%
PESO HÚMEDO	657.69	BALANCE DE AGUA	-5.34%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	8.89%
PESO HÚMEDO	813.94	BALANCE DE AGUA	7.02%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-34.91
AGREGADO FINO			52.48
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			17.57
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			17.6
AGUA EFECTIVA			140.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 284: Paso específico 5 diseño #2 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	140.80	1000.00	0.141
AGREGADO GRUESO	657.69	2201.89	0.299
AGREGADO FINO	813.94	2446.57	0.333
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	1.5%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

Para diseño #3 f'c= 350 kgf/cm^2 agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado"

Tabla 285: Paso específico 1 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 2 PROPORCIONAMIENTO INICIAL SEGÚN ACI 237			
AGREGADO	TIPO 1: T.M.N.>=1/2"		CASCAJO 1/2"
SEGÚN ACI 237 EL AGREGADO GRUESO DEBE SER HASTA EL 50 %, PERO PARA EL T.M.N. LOS VALORES SON MAYORES, VALOR INICIAL 0.5			
PESO AGREGADO GRUESO = <(0.5 P.U.C.);(0.5 P.U.C.) VALOR INICIAL			
	FACTOR	0.435	
PESO ESPECÍFICO SECO	kg/ m^3	1422.21	618.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 286: Paso específico 2 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 3 ESTIMACIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE Y AGUA			
SEGÚN ACI 211.1			
VOLUMEN DE AGUA EN FUNCIÓN A SLUMP Y T.M.N.			
VOLUMEN DE AGUA	L	216	
SIN AIRE INCORPORADO			
AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN A T.M.N			
AIRE	%	2.5	
RELACIÓN A/C EN FUNCIÓN A T.M.N E INCORPORACIÓN DE AIRE			
	F'CR 28 DIAS (kgf/cm^2)	RELACIÓN A/C	
LIMITE INFERIOR	400	0.42	
LIMITE SUPERIOR	450	0.38	
F'CR	434	0.39	
PESO CEMENTO/m^3	kg	549.90	
RECOMENDACIÓN SEGÚN ACI 237			
PARA UN ESCURRIMIENTO DE 550 mm a 650 mm			
385 A 445 kg/m^3	NO CUMPLE		
PARA UN ESCURRIMIENTO MAYOR a 650 mm			
MAYOR A 458 kg/m^3	SÍ CUMPLE		
RELACIÓN A/C RECOMENDADA			
0.32 A 0.45	SÍ CUMPLE	NUEVA RELACION A/C	0.39
VOLUMEN DE AGUA	L	214.46	
DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA SECA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	214.46	1000	0.214
AGREGADO GRUESO	618.66	2201.89	0.281
AGREGADO FINO	692.82	2446.57	0.283

CEMENTO	549.90	2800	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE		-	
DIATOMITA		-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 287: Paso específico 3 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE PASTA DE CEMENTO Y MORTERO			
SEGÚN ACI 237			
PARÁMETROS	INDICES	OBTENIDO	CUMPLE
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	28 A 32 %	0.281	SI
VOLUMEN DE PASTA	34 A 40%	0.436	NO
VOLUMEN DE MORTERO	68 A 72%	0.719	SI
RELACIÓN A/C TÍPICA	0.32 A 0.45	0.39	SI
CEMENTO TÍPICO (kg/m3)	386 A 475	549.90	NO

Fuente: Elaboración propia

*A posta se probó con un diseño con un mayor volumen de pasta que la recomendada, por la resistencia del concreto, requiere más cemento del valor típico.

Tabla 288: Paso específico 4 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

PASO 5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ADITIVOS			
CORRECCION AGREGADO GRUESO			
ABSORCIÓN	5.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.53%
PESO HÚMEDO	621.94	BALANCE DE AGUA	-5.34%
CORRECCION AGREGADO FINO			
ABSORCIÓN	1.87%	CONTENIDO DE HUMEDAD	8.89%
PESO HÚMEDO	754.41	BALANCE DE AGUA	7.02%
APORTE DE HUMEDAD			
AGREGADO GRUESO			-33.01
AGREGADO FINO			48.64
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			15.63
REDUCCIÓN POR SUPERPLASTIFICANTE			21.45
AGUA EFECTIVA			177.39

Fuente: Elaboración propia

Tabla 289: Paso específico 5 diseño #3 cemento Frontera GU agregado selecto, cantera "Hipódromo de Cerro Colorado" f'c=350kgf/cm^2

DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA HÚMEDA			
MATERIAL	Peso (kg)	Peso específico (kg/m^3)	Volumen (m^3)
AGUA	177.39	1000.00	0.177
AGREGADO GRUESO	621.94	2201.89	0.282
AGREGADO FINO	754.41	2446.57	0.308
CEMENTO	549.90	2800.00	0.196
AIRE		2.5%	0.025
SUPERPLASTIFICANTE	8.25	1.5%	
DIATOMITA	0	0%	

Fuente: Elaboración propia

B. Hojas Excel de ensayos a compresión

DISEÑO :	245CAS0D CEMENTO YURA TIPO IP					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.96	10.02	9.99	11527	147.06	147
2	10.03	9.95	9.99	12339	157.42	157
3	9.97	9.94	9.96	12337	158.50	157
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.99	9.97	9.98	17572	224.63	223.7
2	10.01	9.96	9.99	16609	212.11	211.4
3	9.98	9.95	9.97	18270	234.26	232.7
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.09	10.105	10.10	20532	256.32	261
2	10.16	10.219	10.19	20619	252.88	263
3	10.11	10.225	10.17	21493	264.61	274

DISEÑO :	245CAS6D CEMENTO YURA TIPO IP					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.97	10.04	10.01	8103.5	103.07	103.1
2	10.02	9.97	10.00	9385.9	119.62	119.5
3	10.02	10.03	10.03	9462.5	119.88	120.4
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.02	9.98	10.00	16474	209.75	210
2	10.01	9.97	9.99	16376	208.92	208
3	9.98	10.03	10.01	13967	177.66	178
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	9.97	9.99	22690.6	289.48	288.9
2	9.97	9.98	9.98	20064	256.74	255.4
3	9.98	10.01	10.00	20758	264.56	264.3

DISEÑO :	245CAS8D CEMENTO YURA TIPO IP					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.99	9.95	9.97	7819	100.15	99.5
2	10.04	9.99	10.02	7964	101.10	101
3	9.96	9.97	9.97	7722.9	99.02	98.3
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.96	9.98	9.97	15321	196.25	195
2	9.97	10.01	9.99	13384	170.75	170.4
3	9.95	9.99	9.97	10716.3	137.27	136.4
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.95	9.97	9.96	18960	243.35	241
2	10.03	9.98	10.01	22268	283.24	284
3	10.00	9.98	9.99	22399	285.76	285

DISEÑO :	245PCH0D CEMENTO YURA TIPO IP					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.96	9.94	9.95	7674	98.69	98
2	9.95	10.01	9.98	8250	105.46	105
3	9.95	9.97	9.96	7805	100.18	99
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.99	9.95	9.97	13973	178.98	178
2	9.94	9.97	9.96	13004	167.07	165
3	10.03	9.98	10.01	14108	179.45	180
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	9.97	9.99	21439	273.52	273
2	9.98	10.01	10.00	21354	272.16	272
3	9.95	10.03	9.99	21437	273.49	273

DISEÑO :	245PCH6D CEMENTO YURA TIPO IP					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.98	9.96	9.97	8518	109.11	108
2	9.99	9.97	9.98	8289	105.96	105
3	10.06	9.97	10.02	6920.1	87.85	88.1
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.97	10.02	10.00	12144	154.78	154.6
2	9.95	9.98	9.97	11320.4	145.15	144.1
3	9.99	9.96	9.98	10515.3	134.56	133.8
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.03	10.01	10.02	23261.3	294.99	296.1
2	9.99	10.01	10.00	21863	278.37	279
3	9.98	9.97	9.98	22988.6	294.17	292.2

DISEÑO :	245PCH8D CEMENTO YURA TIPO IP					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.98	9.97	9.98	8264	105.75	105
2	10.01	9.98	10.00	9658	123.09	123
3	10.03	9.99	10.01	8689	110.41	111
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.94	9.99	9.97	15616	200.23	198.8
2	9.98	9.96	9.97	15760	201.87	200.6
3	9.96	10.01	9.99	16516	210.92	210.2
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.05	9.98	10.02	23467	297.90	298.7
2	9.98	10.01	10.00	24724.6	315.12	314.8
3	10.03	10.01	10.02	24578.6	311.70	312

DISEÑO :	350CAS0D CEMENTO YURA TIPO IP					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.02	9.99	10.01	13816	175.73	175.9
2	9.98	9.97	9.98	14505	185.61	184.6
3	9.95	9.98	9.97	13048	167.30	166.1
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.97	9.96	9.97	22452	287.88	285.8
2	10.03	9.98	10.01	21917	278.78	279
3	10.01	9.98	10.00	22928	292.22	291.9
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.03	10.02	10.03	30367	384.72	386.6
2	9.97	9.98	9.98	28503	364.73	362.9
3	10.03	9.98	10.01	25572.4	325.27	325.5

DISEÑO :	350CAS6D CEMENTO YURA TIPO IP					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.98	9.97	9.98	9330	119.39	118
2	9.99	10.03	10.01	10894	138.43	138.7
3	9.98	10.01	10.00	10426	132.88	132.7
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.98	9.96	9.97	20566	263.43	261.8
2	10.01	9.98	10.00	15856	202.09	201.8
3	10.02	9.97	10.00	23678	301.78	301.4
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.03	10.01	10.02	31126	394.73	396.3
2	10.02	9.97	10.00	30287	386.01	385.6
3	9.98	9.97	9.98	28425	363.73	361.9

DISEÑO :	350CAS8D CEMENTO YURA TIPO IP					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.98	9.96	9.97	8866.4	113.57	112.8
2	10.01	10.03	10.02	17185.4	217.94	218.8
3	9.97	10.02	10.00	9542.9	121.63	122.1
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.97	10.04	10.01	20748	263.91	264.1
2	9.98	9.97	9.98	19638.2	251.30	250
3	10.01	10.03	10.02	20620.2	261.50	262.5
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.97	10.02	10.00	30853.3	393.23	392.8
2	10.04	9.97	10.01	33549.1	426.73	427.1
3	10.04	9.98	10.01	30228	384.11	384.8

DISEÑO :	350PCH0D CEMENTO YURA TIPO IP					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.96	9.97	9.97	9107	116.77	115
2	9.96	9.95	9.96	8861	113.84	112
3	9.99	10.02	10.01	10789	137.23	137
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.03	9.99	10.01	22274	283.04	290
2	9.99	9.97	9.98	23187	296.41	295
3	9.98	9.97	9.98	23394	299.36	298
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.03	10.01	10.02	26194.8	332.19	333.5
2	9.97	10.01	9.99	27097.5	345.71	345
3	9.97	10.04	10.01	26873.1	341.82	342.1

DISEÑO :	350PCH6D CEMENTO YURA TIPO IP					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.96	10.01	9.99	10815	138.11	138
2	10.01	9.98	10.00	10738	136.86	137
3	10.03	9.98	10.01	10302	131.04	131.1
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.03	10.02	10.03	17852	226.17	227
2	9.99	9.98	9.99	17868	228.19	228
3	9.97	10.02	10.00	16816	214.32	214
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	9.98	10.00	27309	348.06	347
2	9.98	9.97	9.98	26638	340.87	339
3	9.98	10.03	10.01	27073	344.36	344

DISEÑO :	350PCH8D CEMENTO YURA TIPO IP					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.98	10.05	10.02	9901	125.69	126
2	10.02	10.01	10.02	12861	163.26	161
3	10.02	9.97	10.00	11025	140.52	140.3
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	9.98	10.00	22969	292.74	292.4
2	9.95	10.01	9.98	21492	274.74	273.6
3	10.03	9.98	10.01	18249.6	232.13	232.3
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.02	9.97	10.00	27664.5	352.59	352.2
2	10.03	9.98	10.01	28582.5	363.56	363.9
3	10.01	9.98	10.00	27502.6	350.52	350.1

DISEÑO :	245CAS0D CEMENTO FRONTERA GU					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.98	10.03	10.01	4820	61.31	61
2	10.02	9.9	9.96	4209	54.02	53
3	10.02	10.04	10.03	5087	64.38	64
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.99	9.97	9.98	10316	131.87	131
2	9.98	10.01	10.00	12755	162.56	162
3	10.04	10.03	10.04	13311	168.30	169
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	10.03	10.02	19728	250.18	251
2	9.98	10.02	10.00	19203	244.50	245
3	10.01	10.04	10.03	20636	261.44	263

DISEÑO :	245CAS6D CEMENTO FRONTERA GU					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	10.02	10.02	4312	54.74	54
2	10.05	9.98	10.02	4380	55.60	55
3	9.98	10.03	10.01	4925	62.64	62
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.99	9.98	9.99	10443	133.36	132
2	10.01	9.97	9.99	11056	141.05	141
3	9.97	9.99	9.98	13038	166.67	166
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.99	9.98	9.99	23243	296.83	295
2	10.01	10.03	10.02	23776	301.52	302
3	10.05	10.03	10.04	21921	276.89	279

DISEÑO :	245CAS8D CEMENTO FRONTERA GU					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.04	10.02	10.03	7617	96.40	96
2	10.01	10.02	10.02	7291	92.55	92
3	10.02	10.05	10.04	8593	108.65	108
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.05	9.98	10.02	16283	206.70	207
2	10	10.01	10.01	15849	201.59	202
3	10.04	10.01	10.03	15092	191.20	192
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.02	10.05	10.04	23111	292.21	294
2	9.98	9.99	9.99	26696	340.93	339
3	10.01	9.97	9.99	24025	306.51	305

DISEÑO :	245PCH0D CEMENTO FRONTERA GU					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.04	9.98	10.01	6763	85.94	86
2	9.97	10.02	10.00	6844	87.23	87
3	10.03	10.01	10.02	7571	96.01	96
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.97	9.99	9.98	13759	175.89	175
2	10.04	10	10.02	13890	176.15	176
3	10.02	9.99	10.01	13618	173.22	173
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.98	9.96	9.97	21614	276.86	276
2	10.01	10.03	10.02	22680	287.62	288
3	10.02	9.97	10.00	21449	273.37	273

DISEÑO :	245PCH6D CEMENTO FRONTERA GU					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.97	9.98	9.98	7113	91.02	91
2	9.97	10.01	9.99	6308	80.48	80
3	9.99	10.02	10.01	5563	70.76	71
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.02	10.04	10.03	13917	176.14	177
2	9.97	9.99	9.98	12985	165.99	165
3	9.98	10.02	10.00	13740	174.94	174
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	10.02	10.02	25121	318.89	319
2	10.04	9.94	9.99	25822	329.43	328
3	10.01	9.98	10.00	25116	320.11	319

DISEÑO :	245PCH8D CEMENTO FRONTERA GU					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10	9.97	9.99	4695	59.96	60
2	9.97	10.02	10.00	4253	54.21	54
3	9.97	9.99	9.98	4321	55.24	55
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.99	9.98	9.99	19041	243.17	242
2	10.02	10.01	10.02	19583	248.59	249
3	10	10.01	10.01	19244	244.78	245
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.04	10.01	10.03	28392	359.70	361
2	10.03	9.97	10.00	27530	350.52	350
3	9.97	9.98	9.98	26435	338.27	336

DISEÑO :	350CAS0D CEMENTO FRONTERA GU					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.04	9.99	10.02	13722	174.19	175
2	10.03	10.01	10.02	13389	169.79	171
3	10.03	10.04	10.04	12240	154.76	156
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.99	9.98	9.99	18357	234.43	234
2	10.01	10.02	10.02	19796	251.30	252
3	10	10.01	10.01	20566	261.59	262
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	9.97	9.99	30075	383.69	383
2	9.99	10.02	10.01	28729	365.42	366
3	9.97	9.98	9.98	32529	416.25	418

DISEÑO :	350CAS6D CEMENTO FRONTERA GU					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.04	9.97	10.01	14048	178.69	178
2	10.01	9.95	9.98	12577	160.78	160
3	10.04	9.99	10.02	14511	184.21	184
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.04	9.98	10.01	18608	236.45	237
2	9.97	9.99	9.98	19168	245.03	244
3	10.01	9.98	10.00	18924	241.19	241
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	10.04	10.03	33252	421.27	423
2	10.03	10.02	10.03	30550	387.04	384
3	9.99	10	10.00	29335	373.88	374

DISEÑO :	350CAS8D CEMENTO FRONTERA GU					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	10.03	10.02	13872	175.92	176
2	10.03	10.02	10.03	14952	189.43	190
3	10.03	10.02	10.03	15064	190.85	191
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.02	9.99	10.01	23172	294.74	295
2	9.98	10.01	10.00	23428	298.59	298
3	9.97	10.01	9.99	24271	309.65	309
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.97	10.01	9.99	31099	396.76	396
2	10.03	10.01	10.02	30490	386.66	388
3	9.98	10.03	10.01	34286	436.11	436

DISEÑO :	350PCH0D CEMENTO FRONTERA GU					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	9.98	10.00	11637	148.32	148
2	10.04	9.98	10.01	10924	138.81	139
3	10.04	10.01	10.03	11790	149.37	150
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.99	9.97	9.98	23532	300.82	300
2	9.99	9.98	9.99	23625	301.71	301
3	10.03	9.99	10.01	21694	275.66	276
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10	10.03	10.02	32052	406.88	408
2	10.02	10.01	10.02	29513	374.65	375
3	10.03	10.01	10.02	30025	380.77	382

DISEÑO :	350PCH6D CEMENTO FRONTERA GU					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	9.98	10.00	11980	152.69	152
2	9.98	9.99	9.99	12012	153.40	152
3	10.03	10.01	10.02	12288	155.83	156
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.97	10.01	9.99	18787	239.68	239
2	10.03	10.01	10.02	18849	239.04	240
3	9.98	10.02	10.00	17687	225.20	225
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	9.98	10.00	32311	411.81	411
2	10.01	9.99	10.00	37919	482.80	483
3	10.02	9.97	10.00	33092	421.76	421

DISEÑO :	350PCH8D CEMENTO FRONTERA GU					
		EDAD 3 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.04	9.97	10.01	13641	173.51	174
2	10.01	10.03	10.02	15030	190.60	191
3	9.98	10.03	10.01	14493	184.35	185
		EDAD 7 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	9.99	10.03	10.01	23977	304.67	305
2	10.02	10.01	10.02	23840	302.63	303
3	10.02	9.99	10.01	25166	320.10	320
		EDAD 28 DÍAS				
MUESTRA	d1(cm)	d2(cm)	dprom (cm)	F(kgf)	f'c calculado (kgf/cm2)	f'c equipo (kgf/cm2)
1	10.01	9.98	10.00	35296	449.85	449
2	10.01	9.97	9.99	34144	435.61	435
3	9.98	9.96	9.97	36905	472.72	476

C. Ficha técnica cemento Yura Tipo IP



DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO_2, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

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

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

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

DURABILIDAD

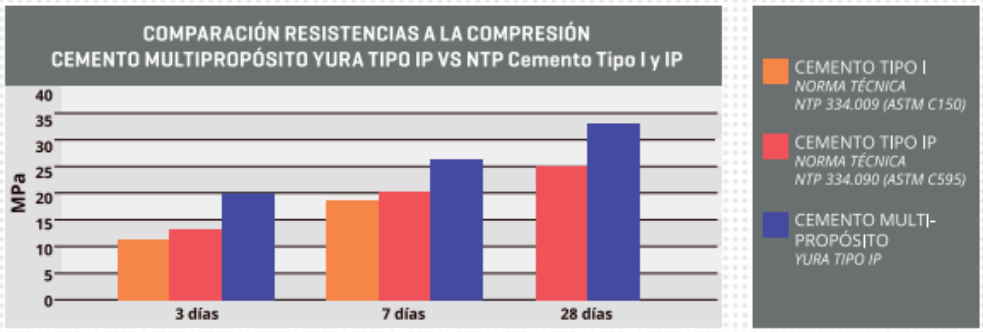
"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS	CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)			6.00 Máx.			
SO_3 (%)	1.5 a 3.0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 4.0		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm3)	2.75 a 2.85		-			
Expansión en autoclave (%)	0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx			
Resistencia a la compresión	Kgf/cm2	MPa	Kgf/cm2	MPa	Kgf/cm²	MPa
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Min	13	122 Min	12Min
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Min	20	194 Min	19 Min
28 días	306 a 340	30 a 33.3	255 Min	25	-	-
Resistencia a los sulfatos	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0.04		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.05		0.10 Máx			

CEMENTO YURA

COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NORMAS TÉCNICAS



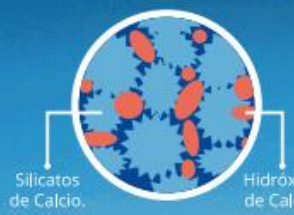
OTRAS PROPIEDADES

1 ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolanas, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

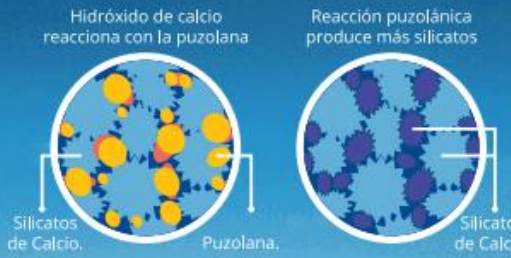
Los silicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

CON CEMENTO TIPO I



El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25 % es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

CON CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP



La puzolana que contiene el cemento MULTI-PROPÓSITO YURA IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.



2 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS Y CLORUROS

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio deshidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.

Debido a la capacidad de la puzolana de Yura para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP es resistente a los sulfatos, cloruros y al ataque químico de otros iones agresivos.

Resultados de laboratorio demuestran que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V.



3 MAYOR IMPERMEABILIDAD

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los silicatos de la puzolana con los hidróxido de calcio producidos en la hidratación del cemento disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace más impermeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

4 REDUCE LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI - AGREGADO

La puzolana de Yura remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali – agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.

El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional de los cementos portland puzolánicos y se solicita cuando el cemento es utilizado con agregados álcali reactivos.

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP cumple con este requisito opcional demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.

5 RECOMENDACIONES DE USO

- Curado adecuado con abundante agua.
- Mantener humectada la superficie para lograr la mayor resistencia y evitar fisuramiento por excesivo secado.
- Tomar precauciones para el adecuado curado en vaciados cuando se presentan bajas temperaturas.
- Asesorarse siempre con un profesional de la construcción/ingeniero civil.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

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

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

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

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

BENEFICIOS AMBIENTALES

- Menor emisión de gases de efecto invernadero durante su fabricación
- Cemento fabricado con menor emisión de CO_2.


Botas Impermeables


Protección Respiratoria


Guantes Impermeables


Protección Ocular



PRESENTACIONES DISPONIBLES

Bolsas 25 Kg	Ergonómico. Ideal para proyectos pequeños y pocas áreas de almacenamiento.
Bolsas 42.5 Kg	Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
Big Bag 1.0 TM	Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
Big Bag 1.5 TM	Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
Granel	Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

NORMAS TÉCNICAS

NORMA DE PAIS	NORMA	DENOMINACIÓN	
NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 334.090	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
NORMA CHILENA	NCh 148 0f.68	Cemento Puzolánico	GRADO CORRIENTE
NORMA AMERICANA	ASTM C595	Portland Pozzolan Cement	TYPE IP
NORMA BOLIVIANA	NB-011	Cemento Puzolánico	TIPO P 30
NORMA ECUATORIANA	NTE INEN 490	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
NORMA BRASILEÑA	NBR 16697	Cimento Portland pozolânico	TIPO CP IV - 25 RS
NORMA COLOMBIANA	NTC 121	Cemento Hidráulico	UG/ARS/BCH/BRA

DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 90 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.



Cuidemos juntos el medio ambiente.
Big Bag: Se sugiere desechar como basura común.
Bolsas: Se sugiere reciclar el envase.

D. Ficha técnica cemento Frontera GU



CEMENTO FRONTERA TIPO GU

El Cemento FRONTERA TIPO GU, ULTRA FUERTE, es un cemento elaborado con Clinker de alta calidad, yeso y adiciones. Su fabricación es realizada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, lo que garantiza un alto estándar de calidad. Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP 334.082 y Norma Americana ASTM C1157.

Este cemento es Ecoamigable, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO_2, colaborando de esta manera con el medio ambiente, en la disminución de los gases con efecto invernadero. Los componentes especiales del cemento FRONTERA GU, ULTRA FUERTE, otorgan a los concretos y morteros propiedades especiales que lo hacen resistente a los ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.) y a las acciones del intemperismo. Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general.

1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO FRONTERA GU	Norma NTP 334.082 ASTM C-1157
Finura R. N° 325 (%)	1.0 a 4.0	-
Superficie Específica (cm^2/g)	4700 a 5400	-
Contenido de Aire (%)	2 a 8	12 Máx.
Expansión en autoclave (%)	-0.09 a 0.02	0.80 Máx.
Fraguado Vicat inicial (minutos)	220 a 290	45 Min. a 420 Máx.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Kgf/cm²	MPa	Kgf/cm²	MPa
3 días	160 a 190	15.6 a 18.6	133 Mín.	13 Min.
7 días	210 a 230	20.6 a 22.6	204 Mín.	20 Min.
28 días	290 a 310	28.6 a 30.4	286 Mín.	28 Min.

2 RECOMENDACIONES DE USO

- Curado adecuado con abundante agua
- Mantener humectada la superficie para lograr la mayor resistencia y evitar fisuramiento por excesivo secado
- Tomar precauciones para el adecuado curado en vaceados cuando se presentan bajas temperaturas
- Asesorarse siempre con un profesional de la costrucción/ingeniero civil

FICHA TÉCNICA FRONTERA GU - 2022

FRONTERA

3 INGREDIENTES

Clinker, Puzolana y Yeso

4 PROPIEDADES

- Producto sismo resistente.
- Bajo calor de hidratación.
- Resistencia a la humedad.

5 BENEFICIOS AMBIENTALES

Menor consumo energético.
Cemento fabricado con menor emisión de CO_2.

6 RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.
- En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
- En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.
- Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:



Botas Impermeables | Protección Respiratoria | Guantes Impermeables | Protección Ocular



7 ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones se recomienda:
- Almacenar bajo techo, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corrientes de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.

8 PRESENTACIONES DISPONIBLES

BOLSA 42.5 KG	Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.

9 NORMAS TÉCNICAS

EL CEMENTO PORTLAND FRONTERA GU - ULTRA FUERTE, cumple con las especificaciones técnicas de los siguientes países:

PAIS	NORMA		DENOMINACIÓN	
Perú	Norma Técnica Peruana	NTP 334.082	Cemento Portland	TIPO GU
Chile	Norma Chilena Oficial	NCh 148 Of68	Cemento Puzolánico	GRADO CORRIENTE

10 DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 90 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

E. Ficha técnica aditivo superplastificante Euco 37

THE EUCLID CHEMICAL COMPANY
19218 REEDWOOD ROAD - CLEVELAND OH 44110
www.euclidchemical.com

CONSTRUCTION PRODUCTS FOR VOX A SAFER ENVIRONMENT

EUCO 37®

REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO - SUPERPLASTIFICANTE

EUCO 37 es un aditivo reductor de agua de alto rango, superplastificante y optimizador de mezclas de concreto (altas reducciones de cemento/m^3) Puede ser dosificado al concreto en la obra o en la planta de concreto premezclado. No se utilizan cloruros en su formulación; por lo tanto se recomienda para concreto pretensado. Es también compatible con agentes inclusores de aire, impermeabilizantes, acelerantes y muchos otros aditivos; sin embargo, cada material debe ser agregado al concreto por separado.

PROPIEDADES:

Apariencia	:	liquido Color
	:	Café
Densidad		:1.19 kg/lt

APLICACIONES PRINCIPALES

- Como Superplastificante :
  Proporciona a la mezcla del concreto un incremento en el asentamiento (slump) sin necesidad de agregar más agua , facilitando la colocación del mismo haciéndolo apto para el bombeo.
- Como Reductor de Agua de Alto Rango:
  Permite reducir hasta aproximadamente un 30% de agua logrando obtener un concreto con trabajabilidad, impermeabilidad y con altas resistencias en todas las edades (Resistencia a la Compresión)
- Como Ahorrador de Cemento:
  Al disminuir la cantidad de agua – Relación a/c se consigue un incremento en la resistencias. Al reducir cemento manteniendo la relación a/c inicial se consiguen iguales o superiores resistencias a las diseñadas según patrón reduciendo el costo por metro cúbico de concreto.

CARACTERISTICAS/BENEFICIOS

- Como Superplastificante :
  Proporciona manejabilidad para bombear las mezclas a largas distancias.
  Se puede re dosificar hasta 3 veces el aditivo en la mezcla.
  Adicionado en la planta , permite que el concreto sea transportado a largas distancias.
  Por el alto asentamiento (slump) que proporciona al concreto permite una buena colocación del mismo evitando la formación de cangrejeras .
  Incrementa la cohesividad del concreto fluido así también disminuye la segregación.
- Como Reductor de Agua de Alto Rango :
  Reduce la permeabilidad del concreto .
  Incrementa la resistencia a la compresión.
  Mejora el acabado del concreto (textura)

RENDIMIENTO:

EUCO 37 se dosifica del 0.5 al 2% peso del cemento, de acuerdo a las características deseadas.

INFORMACION TECNICA

Resultados Típicos de Ingeniería

Los siguientes resultados fueron obtenidos en condiciones de laboratorio.

Resistencia a la compresión, % del Testigo

	Especificación, % del Testigo	Testigo	Euco 37
1 día	Min 140	100	169.7
3 días	Min. 125	100	161.4
7 días	Min 115	100	151.8
28 días	Min 110	100	153.8
6 meses	Min 100	100	151.4

Resistencia a la flexión, % del Testigo

3 días	Min. 110	100	144.2
7 días	Min 100	100	126.2
28 días	Min 100	100	117.1

Pérdida de Asentamiento

El concreto tratado con **EUCO 37** retiene su consistencia plástica de 30 a 60 minutos después de ser dosificado, dependiendo de los asentamientos y las dosificaciones. Se puede agregar **EUCO 37** en la planta de concreto premezclado, en la obra manualmente o con dosificadores de campo.

Utilice **EUCO 537** para reemplazar a **EUCO 37** cuando coloque concreto en climas cálidos (>32ºC).

Pérdida de Asentamiento Típica a 21ºC
Asentamiento inicial..... Asent. después de 30 min.
216 mm.....178 mm
241 mm.....203 mm

ESPECIFICACIONES/NORMAS

Cumple por completo con los requerimientos de ASTM C-494, aditivos Tipo A y F.

DIRECCIONES PARA SU USO

EUCO 37 se presenta listo para su uso y debe incorporarse a la mezcla cuando ésta se encuentra mojada dentro del mezclador, ya sea en la planta o en la obra.
Agregue **EUCO 37** al agua. No debe entrar en contacto con el cemento seco.
Se deben hacer ensayos previos con el fin de establecer la dosis que alcanza los efectos de fluidez o reducción de agua deseados.

Concreto de Alta Resistencia

Dosificación - Ponga todo el material de concreto en la mezcladora con aproximadamente un 70% de agua de mezclado y mezcle por cinco (5) minutos ó 70 revoluciones. Agregue cuidadosamente el agua adicional para obtener el revenimiento necesario y mezcle por otros tres (3) minutos.
Dosifique **EUCO 37** a razón de 0,9% al 2.0% del peso del cemento .
Estas mezclas de baja relación agua/cemento pueden ser colocadas a asentamientos entre 152-229 mm.

Concreto Convencional
Ponga todos los materiales para el concreto, en el orden correcto en la mezcladora y mezcle por cinco (5) minutos ó 70 revoluciones para lograr una mezcla de asentamiento típico de 76 mm. Agregue **EUCO 37** y mezcle por un (1) minuto adicional.
Dosificación - Utilícelo a razón de 0.45% - 0.6% .
El asentamiento inicial generalmente está entre 51-76 mm. Estas mezclas, con una relación agua/cemento de 0.45 - 0.50 con frecuencia se utilizan para pisos y losas, en las que se requiere minimizar el contenido de agua, retracción y agrietamiento.

Concreto Fluido
Ponga todo el material de concreto en el orden correcto en la mezcladora y mezcle por cinco (5) minutos ó 70 revoluciones para lograr una mezcla de asentamiento típico de 76 mm. Agregue **EUCO 37** y mezcle por otros tres (3) minutos.
Dosificación - Utilice **EUCO 37** a razón de 0,76% al 0,92% del peso de cemento de cemento sobre un concreto de asentamiento convencional (76 mm) para lograr una mezcla fluida. Las proporciones del diseño de mezcla deben basarse en la temperatura, tipo de cemento y la pérdida de asentamiento requerida.

Cuando diseñe mezclas para usarlas con **EUCO 37** siga las recomendaciones del ACI 211.1 y 211.2. Ajuste la proporción de los agregados para mantener la homogeneidad.
Colocación - El concreto tratado con **EUCO 37** puede ser colocado de la misma manera que el concreto convencional.
Cimbras
Los encofrados para las paredes o secciones angostas deben ser a prueba de agua, fuertes y estar bien afianzadas. Durante el "periodo de fluidez", cuando el concreto tiene un revenimiento de 178-229 mm, éste va a ejercer una mayor presión en la base del encofrado que con concreto convencional. Los encofrados para losas son las mismas que para el concreto convencional.
Curado y Sellado - Es muy importante seguir los procedimientos correctos para asegurar la durabilidad y calidad del concreto. Para prevenir fisuras de superficie, cure las losas con un compuesto de altos sólidos.

PRESENTACION

EUCO 37 se ofrece a granel, envases de 250 kg. y baldes de 20 kg.

LIMPIEZA

Limpie con agua las herramientas y el equipo antes de que el material se endurezca.

PRECAUCIONES

Se debe proteger el **EUCO 37** contra el congelamiento
Se recomienda hacer diseños de mezcla, mezclas de prueba y losas de prueba dadas las variaciones en el cemento y agregados de cada lugar
No permita que el concreto se congele hasta que haya alcanzado una resistencia mínima de 70 kg/cm^2

Se utiliza **EUCO 37** en muchos y diferentes diseños de mezcla. Se debe consultar con nuestro departamento técnico cada vez que se tengan dudas respecto a su uso o compatibilidad con otros aditivos
Se agrega a la mezcla independientemente de otros aditivos

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

EUCO 37 debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.
Vida útil en almacenamiento : 1 año.



F. Recorte de diatomitas en Arequipa según el INGEMET

Basándose en el repore de Díaz Valdiviezo y Ramírez Carrión de 2009 se tienen los siguientes datos de las diatomitas en la cantera de Pocsi, Arequipa:

DIATOMITA

DEFINICIÓN

Diatomita es una roca formada en su mayor parte por frústulas de organismos unicelulares llamadas diatomeas con dimensiones microscópicas, formando una roca ligera y permeable. Estos organismos forman colonias en agua dulce o salobre, donde el agua contiene abundantes nutrientes y sílice. Las frústulas están formadas por sílice amorfa (ópalo) casi pura y tienen oquedades ordenadas de distinta manera en cada especie.

La roca formada por dichas frústulas es extremadamente porosa, mala conductora de calor y electricidad, químicamente inerte, cuando seca es muy liviana, capaz de absorber y retener gran cantidad de líquidos.

La existencia de un medio rico en sílice es condición primordial para la existencia de diatomeas, razón por la cual se suelen relacionar los depósitos de diatomitas con emisiones volcánicas ácidas o con formaciones rocosas ricas en sílice, que sirvan como fuente de SiO_2.

DESCRIPCIÓN DE CANTERAS

Cantera Pocsi

Se ubica en el distrito de Polobaya, provincia de Arequipa, a 27 km en línea recta al sureste de la ciudad, con coordenadas 8167312N y 250475E. El acceso es por carretera asfaltada (16 km) y por carretera afirmada (19 km), siguiendo la ruta Arequipa-Polobaya.

Se encuentra en una zona superficialmente plana, producto del relleno parcial por flujos de lodo, depósitos lacustres y depósitos aluviales, rodeado por elevaciones de pendientes suaves.

El yacimiento consta de bancos de diatomita de color blanco cremoso, de bajo peso específico, de dureza baja, algo compacta, que presenta una estratificación subhorizontal con espesores que varían entre 0,10 y 0,15 m, que evidencian una sedimentación tranquila. El depósito presenta una potencia de unos 2 m en promedio, lo que muestra una pequeña cobertura de material aluvial.

Se trata de una cuenca lacustre que proporcionó las condiciones para la acumulación de diatomeas durante el cuaternario (ver foto 24).

Potencial estimado

Las dimensiones que se consideraron para estimar el potencial y la cantidad de material en esta cantera se indican a continuación:

- Potencia media: 2 m
- Área aprovechable estimada: 42 550 m²
- Volumen total: 85 100 m³
- Densidad: 0,42
- Volumen final con un castigo del 30%: 59 570 m³; 25 019 T.M.



Foto 23 *Roca:* Diatomita.
Lugar de procedencia: Pocsi - Arequipa.
Coordenadas: 8167312N, 250475E
Descripción: Color blanco cremoso, de bajo peso específico, y de grado de compactación muy bajo, fácilmente disgregables.

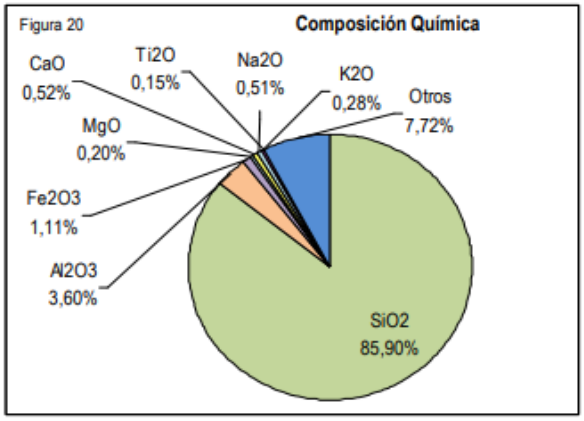
• Composición mineralógica y química

Se realizó un análisis químico a una muestra representativa extraída de la cantera, para determinar y cuantificar la composición química, así como también ensayos por difracción de rayos X.

Resultados de análisis químicos

Muestra	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Ti_2O	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	V_2O_5	LOI %
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Di-0007	85,3	3,57	1,1	0,2	0,52	0,51	0,28	0,15	0,02	0,02	<0,01	0,04	7,58

Figura 20 **Composición Química**



La Figura 20 se elaboró en base a los resultados de los análisis químicos normalizados.

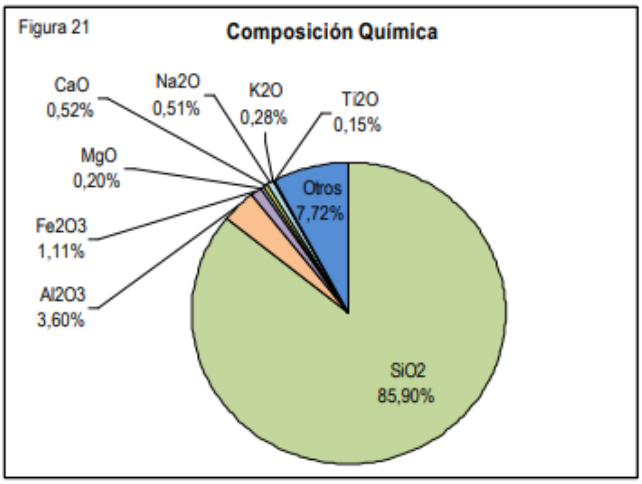
Resultados de análisis por difracción de rayos X

Muestra	Mineral	Fórmula	Porcentaje (%)
Di-0007	Amorfo		90,59
	Tridimita	SiO_2	5,08
	Cuarzo	SiO_2	2,06
	Anortita	$(Ca,Na)(Al,Si)_2Si_2O_8$	1,91
	Yeso	$CaSO_4.2H_2O$	0,36



Foto 24 Vista panorámica Cantera Pocsi.

Figura 21



La Figura 21 se elaboró en base a los resultados de los análisis químicos normalizados.

De acuerdo a los análisis realizados a la muestra en bruto se puede decir que son diatomitas económicamente aprovechables, ya que el contenido de SiO_2 es mayor al 80%. Puede ser usada en diferentes industrias como carga, abrasivo, absorbente; como aislante, para el filtrado de líquidos y aceites.

Cantera Luchito I

Se ubica en el distrito de Chiguata, provincia de Arequipa, a 11 km en línea recta al este de la ciudad, con coordenadas 8184169N, 240951E. El acceso es por carretera asfaltada (15 km), siguiendo la ruta Arequipa-Chiguata. En esta zona las diatomitas se presentan más impuras que las diatomitas de la zona de Pocsi. Son diatomitas de color blanco amarillento, de mayor peso específico, de dureza relativamente baja.

Esta cantera presenta una potencia de aproximadamente 10 m. En los primeros dos metros (parte inferior de la cantera) se observan unas diatomitas de color blanco cremoso amarillento; sobreyaciendo a estas se observan unas diatomitas de una coloración marrón grisácea clara, más impuras, mezcladas con arcillas.

Hacia la parte superior, se encuentran arenas, arcillas y cenizas volcánicas intercaladas en estratos que varían de 0,20 a 0,30 m de espesor. Evidenciando una sedimentación de tipo rítmico con flujos terrígenos estacionales.

A lo largo de la carretera se observan cortes mostrando estratos de diatomitas impuras intercaladas con arcillas de espesores de 2 a 3 m, evidenciando que esta zona fue un antiguo ambiente de sedimentación lacustre, donde se presenta una cobertura de 1 m de material arcilloso.

Potencial estimado

Las dimensiones que se consideraron para estimar el potencial y la cantidad de material en esta cantera se indica a continuación:

- Potencia media: 10 m
- Área aprovechable estimada: 25 000 m^2
- Volumen total: 250 000 m^3
- Densidad: 0,42
- Volumen final con un castigo del 30%: 175 000 m^3
  73 500 T.M.

• Composición mineralógica y química

Se realizaron análisis químicos a una muestra representativa para determinar y cuantificar la composición química de la sustancia.

Análisis químico

Muestra	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Ti_2O	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	V_2O_5	LOI %
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Di-0032	62,2	17,3	3,24	0,98	3,07	2,78	1,9	0,63	0,19	0,04	<0,01	0,02	8,55

G. Certificado de estudio de diatomita en laboratorio externo

Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Rio Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Clave generada : 4BD9952E

INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-23-13608

Fecha de emisión:19/12/2023

Señores: LEANDRO JOSE CASTILLO GOMEZ
Dirección:
Atención: LEANDRO JOSE CASTILLO GOMEZ
Recepción: 14/12/2023
Realización: 14/12/2023
Observación El Laboratorio no realiza la toma de muestra.

Métodos ensayados

*531 Método de ensayo para Sílice por fusión alcalina - gravimetría
*598 Método de ensayo multi-elemental por ICP-OES digestión multi-ácida

Código Interno L.A.S.	(c) Nombre de Muestra	(c) Procedencia de Muestra	(c) Descripción de Muestra	*531	*598						
				SiO_2	Ag	Al	B	Ba	Be	Bi	Ca
				%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
MN23025342	DIATOMITA DE POCSI	No proporcionado por el cliente.	Diatomita	97,86	b<0,50	6637	160,0	18,13	b<0,44	b<0,86	672,6

Código Interno L.A.S.	(c) Nombre de Muestra	(c) Procedencia de Muestra	(c) Descripción de Muestra	*598							
				Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	In	K
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
MN23025342	DIATOMITA DE POCSI	No proporcionado por el cliente.	Diatomita	b<0,080	b<0,70	b<0,55	37,36	2720	20,74	b<1,0	595,0

Código Interno L.A.S.	(c) Nombre de Muestra	(c) Procedencia de Muestra	(c) Descripción de Muestra	*598							
				Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
MN23025342	DIATOMITA DE POCSI	No proporcionado por el cliente.	Diatomita	4,003	510,2	b<0,47	b<0,68	362,9	b<0,62	29,24	b<0,94

Código Interno L.A.S.	(c) Nombre de Muestra	(c) Procedencia de Muestra	(c) Descripción de Muestra	*598							
				Sb	Se	Sn	Sr	Te	Ti	Tl	V
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
MN23025342	DIATOMITA DE POCSI	No proporcionado por el cliente.	Diatomita	b<1,1	b<1,4	b<1,5	20,228	b<2,1	380,93	b<0,97	39,38

Código Interno L.A.S.	(c) Nombre de Muestra	(c) Procedencia de Muestra	(c) Descripción de Muestra	*598
				Zn
				ppm
MN23025342	DIATOMITA DE POCSI	No proporcionado por el cliente.	Diatomita	20,10

---------- Fin del informe ----------

Laboratorios Analíticos del Sur ELRL
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

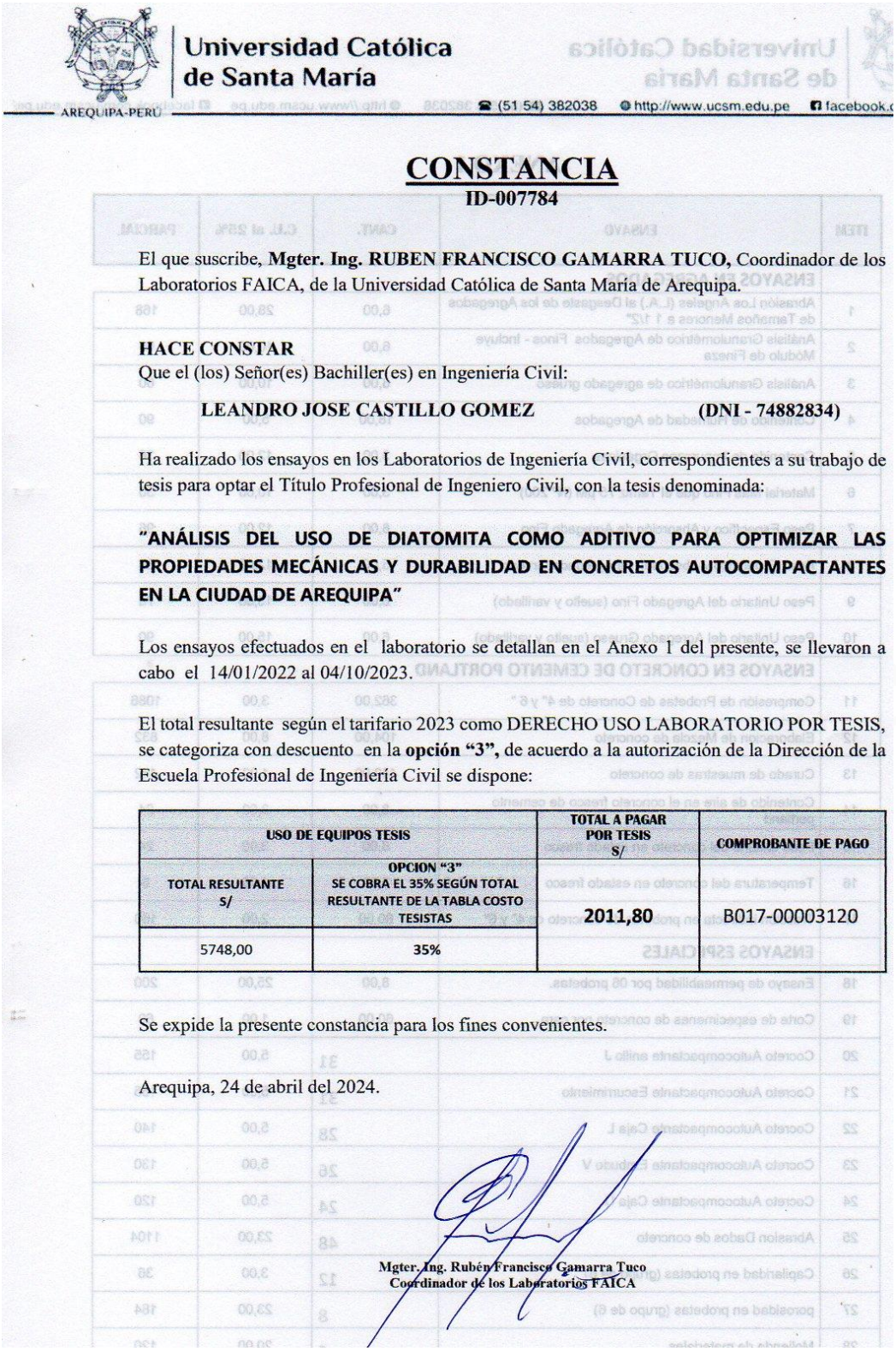
Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426, Emisor de certificado: LLAMA.PE, 19/12/2023 18:11:39

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.
"a<Valor numérico"=Límite de detección del método, "b<Valor Numérico"=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier corrección en el contenido del presente documento lo anula.
(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.
Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Validación de este informe vía web

H. Constancia de realización de ensayos en el laboratorio de suelos y concretos de la Universidad Católica de Santa María



Universidad Católica de Santa María
AREQUIPA-PERÚ
(51 54) 382038 http://www.ucsm.edu.pe facebook.

CONSTANCIA

ID-007784

El que suscribe, **Mgter. Ing. RUBEN FRANCISCO GAMARRA TUCO,** Coordinador de los Laboratorios FAICA, de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

HACE CONSTAR

Que el (los) Señor(es) Bachiller(es) en Ingeniería Civil:

LEANDRO JOSE CASTILLO GOMEZ **(DNI - 74882834)**

Ha realizado los ensayos en los Laboratorios de Ingeniería Civil, correspondientes a su trabajo de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada:

"ANÁLISIS DEL USO DE DIATOMITA COMO ADITIVO PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD EN CONCRETOS AUTOCOMPACTANTES EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Los ensayos efectuados en el laboratorio se detallan en el Anexo 1 del presente, se llevaron a cabo el 14/01/2022 al 04/10/2023.

El total resultante según el tarifario 2023 como DERECHO USO LABORATORIO POR TESIS, se categoriza con descuento en la **opción "3",** de acuerdo a la autorización de la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil se dispone:

USO DE EQUIPOS TESIS		TOTAL A PAGAR POR TESIS S/	COMPROBANTE DE PAGO
TOTAL RESULTANTE S/	OPCION "3" SE COBRA EL 35% SEGÚN TOTAL RESULTANTE DE LA TABLA COSTO TESISTAS	2011,80	B017-00003120
5748,00	35%		

Se expide la presente constancia para los fines convenientes.

Arequipa, 24 de abril del 2024.

Mgter. Ing. Rubén Francisco Gamarra Tuco
Coordinador de los Laboratorios FAICA

ANEXO 1

ITEM	ENSAYO	CANT.	C.U. al 25%	PARCIAL
	ENSAYOS EN AGREGADOS			
1	Abrasión Los Angeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados de Tamaños Menores a 1 1/2"	6,00	28,00	168
2	Análisis Granulométrico de Agregados Finos - Incluye Módulo de Fineza	6,00	10,00	60
3	Análisis Granulométrico de agregado grueso	6,00	10,00	60
4	Contenido de Humedad de Agregados	18,00	5,00	90
5	Contenido de Impurezas Orgánicas	3,00	12,00	36
6	Material Mas Fino que el Tamiz 75 µM (Nº 200)	3,00	10,00	30
7	Peso Específico y Absorción de Agregado Fino	8,00	12,00	96
8	Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso	5,00	12,00	60
9	Peso Unitario del Agregado Fino (suelto y varillado)	6,00	13,00	78
10	Peso Unitario del Agregado Grueso (suelto y varillado)	6,00	15,00	90
	ENSAYOS EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND			
11	Compresión de Probetas de Concreto de 4" y 6 "	362,00	3,00	1086
12	Elaboracion de Mezcla de concreto	104,00	8,00	832
13	Curado de muestras de concreto	442,00	1,00	442
14	Contenido de aire en el concreto fresco de cemento portland	8,00	3,00	24
15	Peso unitario del concreto en estado fresco	8,00	3,00	24
16	Temperatura del concreto en estado fresco	8,00	1,00	8
17	Tracción indirecta en probetas de concreto de 4" y 6"	80,00	2,00	160
	ENSAYOS ESPECIALES			
18	Ensayo de permeabilidad por 06 probetas.	8,00	25,00	200
19	Corte de especimenes de concreto por cara	60,00	1,00	60
20	Cocreto Autocompactante anillo J	31	5,00	155
21	Cocreto Autocompactante Escurrimiento	31	5,00	155
22	Cocreto Autocompactante Caja L	28	5,00	140
23	Cocreto Autocompactante Embudo V	26	5,00	130
24	Cocreto Autocompactante Caja U	24	5,00	120
25	Abrasion Dados de concreto	48	23,00	1104
26	Capilaridad en probetas (grupo de 6)	12	3,00	36
27	porosidad en probetas (grupo de 6)	8	23,00	184
28	Molienda de materiales	6	20,00	120
			TOTAL	5748,00