Universidad Científica del Perú - UCP
Registrado en el Asiento Nº A00010 de la Partida Nº 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos, Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

"EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO – ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024".

TESIS PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES :

- **Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier.**
- **Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin.**

ASESOR :

- **Ing. BAUTISTA SERPA, LILIANA. Mg.**

Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánico de Suelos
LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP Nº 43823
INGENIERO CIVIL

San Juan Bautista – Loreto – Maynas – Perú

2024

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Con Resolución Decanal **N° 030-2024-UCP-FCEI,** del 17 de enero del 2024, se designó jurado.
Con Resolución Decanal **N° 1163-2024-UCP-FCEI,** del 06 de diciembre del 2024, se autorizó la sustentación.

Siendo las 06:00 p.m. del día 16 de diciembre del 2024, se constituyó de modo presencial el Jurado para escuchar la presentación y defensa de la Tesis: "**EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO – ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024**".

Presentado por:

NILTHON JAVIER ROMAN PERALTA
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

CRISTIAN MARTIN TRIGOSO CARDENAS
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Asesor: Ing. LILIANA BAUTISTA SERPA, M. Sc

Luego de escuchar la sustentación y defensa ante las preguntas, el Jurado pasó a la deliberación en forma reservada, llegando a la siguiente conclusión:

La sustentación es: Aprobada por Unanimidad

A las 7:15 horas culminó el acto público.

En fe de los cual los miembros del jurado firman el Acta y comunican en acto público.

Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Aguila, Dra.
Presidente del Jurado

Ing. Felix Wong Ramirez, M. Sc.
Miembro del jurado

Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.
Miembro del jurado

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

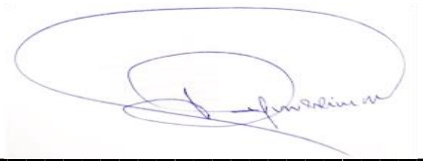
La Tesis titulada:

"EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO – ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024"

De los alumnos: **NILTHON JAVIER ROMAN PERALTA Y CRISTIAN MARTIN TRIGOSO CARDENAS,** de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **22% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 05 de noviembre del 2024.



Mgr. Arq. Jorge L. Tapullima Flores
Presidente del Comité de Ética – UCP

JLTF/ri-a
353-2024

UCP_CIVIL_2024_ TESIS_NILTHON ROMAN_CRISTIAN TRIGOSO_V1_RESUMEN

22% Textos sospechosos



22% **Similitudes**
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
1% **Idiomas no reconocidos (ignorado)**
1% **Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)**

Nombre del documento: UCP_CIVIL_2024_ TESIS_NILTHON ROMAN_CRISTIAN TRIGOSO_V1_RESUMEN.pdf
ID del documento: b7526d3126cbde7047421c9b1ea7498870158e9d
Tamaño del documento original: 15,1 MB
Autores: []

Depositante: Chris Angela Ramirez Flores
Fecha de depósito: 31/10/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 31/10/2024

Número de palabras: 25.390
Número de caracteres: 163.323

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	**facingyconst.blogspot.com** | Ingeniería y Construcción: Hormigon autocompacto y ... https://facingyconst.blogspot.com/2009/08/hormigon-autocompacto-y-glenium-un.html	3%		Palabras idénticas: 3% (685 palabras)
2	**repositorio.ucp.edu.pe** http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14503/2877/JORGE MARIO ARANDO CAR... 1 fuente similar	2%		Palabras idénticas: 2% (436 palabras)
3	**repositorio.ues.edu.sv** https://repositorio.ues.edu.sv/bitstreams/c7d571f7-33b0-40b0-bd45-df1a1cd1d63d/download	2%		Palabras idénticas: 2% (402 palabras)
4	**repositorio.urp.edu.pe** https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4773/T030_47641623_T MAZA SU... 2 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (400 palabras)
5	**repositorio.unsch.edu.pe** https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3259/TESIS CIV501_Hua.pdf 3 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (399 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	**repositorioacademico.upc.edu.pe** https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/656759/Ccasani_CJ.pdf?seque...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (25 palabras)
2	**virtual.autonoma.edu.pe** https://virtual.autonoma.edu.pe/uploads/09-19-2023_124538497_NAVARROVARGASJACK.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
3	**Documento de otro usuario** #27ddf9 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
4	**www.studocu.com** | LAB N°6 Aditivos PARA Concreto - LABORATORIO DE MATERIAL... https://www.studocu.com/pe/document/pontificia-universidad-catolica-del-peru/laboratorio-de-...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
5	**revistas.uap.edu.pe** https://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/RCI/article/download/205/146	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)

HOJA DE APROBACIÓN
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

BACHILLERES: NILTHON JAVIER ROMAN PERALTA Y CRISTIAN MARTIN TRIGOSO CARDENAS

La Tesis sustentada en acto público el día 16 de diciembre del 2024, a las 06:00 p.m., en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.

ING. CARMEN PATRICIA CERDEÑA DEL AGUILA, DRA.
PRESIDENTE DE JURADO

ING. FELIX WONG RAMIREZ, M. SC.
MIEMBRO DE JURADO

ING. JUAN JESUS OCAÑA APONTE, MG.
MIEMBRO DE JURADO

Ing. LILIANA BAUTISTA SERPA, M. Sc.
ASESOR

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, Wilder Manuel Roman Hurtado y Nubia Araceli Peralta Bellasmin; por brindarme su apoyo y consejos para hacer de mí una mejor persona. A mis hermanos; Marian Thaiz, Juan Carlos y Leslier Tomas; por brindarme su apoyo incondicional, y poner su confianza en mí en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria, siempre fueron mi motivación para salir adelante.

NJRP.

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera; a mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome sus apoyo y consejos para hacer de mí una mejor persona; a mis sobrinos y hermanos, quiero dejar la legacía de hacer obras constructivas y quiero que tengan siempre en sus corazones la fortaleza para luchar por sus propias convicciones; a mis amigos y compañeros que de alguna manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

CMTC.

Agradecimiento

En primer lugar, a Dios por darme la salud para poder concluir una etapa maravillosa de mi vida; quiero extender mi profundo agradecimiento al PRONABEC, mis padres, hermanos y familiares; quienes hicieron posible este sueño. Mi gratitud también a la Escuela de Ingeniería, mi agradecimiento sincero a la asesora de nuestra tesis, Ing. Liliana Bautista Serpa Mg. A los docentes y compañeros quienes con su apoyo y enseñanzas contribuyeron a formar la base de mi vida profesional.

NJRP.

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me dio la fortaleza para seguir adelante. Gracias infinitas a mis padres, por su amor incondicional y su apoyo moral, su fe en mí; incluso en los momentos más difíciles, han sido el pilar de este logro. También expreso mi gratitud a mis hermanos y sobrinos, quienes supieron estar cuando más los necesitaba. Sin ustedes, todo esto no habría sido posible. Su amor y sacrificio han sido la luz que guío mi camino a través de este viaje académico.

CMTC.

ÍNDICE DE CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN 5
DEDICATORIA 6
AGRADECIMIENTO 7
ÍNDICE DE CONTENIDO 8
ÍNDICE DE TABLAS 12
ÍNDICE DE GRÁFICOS 16
RESUMEN 20
ABSTRACT 21
1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO. 22
1.2. BASES TEÓRICAS 34
1.2.1. CONCRETO 34
1.2.2. CONCRETO AUTOCOMPACTANTE. 35
1.2.3. REOLOGÍA DEL CONCRETO. 39
1.2.3.1. Reología de fluidos y Suspensiones. 40
1.2.3.2. Reología de la Pasta de Cemento 42
1.2.3.3. Reología de la Mezcla de Concreto 46
1.2.4. MATERIALES A EMPLEAR 47
1.2.4.1. Cemento 47
1.2.4.1.1.El cemento Portland 48
1.2.4.1.2.Tipos de cemento 48
1.2.4.2. Agregado fino 50
1.2.4.3. Peso Unitario (NTP 400.017), (ASTM C - 128) 51
1.2.4.4. Peso específico y absorción (NTP 400.022), (ASRM C - 128) 51
1.2.4.5. Contenido de humedad (NTP 339.185), (ASTM C - 566) 52
1.2.4.6. Granulometría del agregado fino (NTP 400.012) 53
1.2.4.7. Módulo de finura (NTP 400.011) 55
1.2.4.8. Material que pasa la malla N° 200 (NTP 400.018) 55
1.2.5. ADITIVOS 56

1.2.5.1. Propiedades del concreto con aditivos 57
1.2.5.2. Clasificación de los aditivos. 57
1.2.6. AGUA 58
1.2.6.1. Requisitos de calidad 59
1.2.7. PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO 60
1.2.7.1. Peso Unitario (NTP 339.046) 60
1.2.7.2. Rendimiento (NTP 339.046) 61
1.2.7.3. Contenido de aire (NTP 339.046) 62
1.2.7.4. Asentamiento (NTP 339.077), (ASTM C - 232) 62
1.2.7.5. Temperatura del concreto (NTP 339.184), (ASTM C - 1064) 63
1.2.8. PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO 63
1.2.8.1. Ensayo a la compresión (NTP 339.034) 63
1.2.9. ENSAYO DE CONTROL DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE 64
1.2.9.1. Ensayo de Extensión de Flujo (ASTM C - 1611) 65
1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 68
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 70
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 70
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 71
2.2.1. PROBLEMA GENERAL 71
2.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS 71
2.3. OBJETIVOS 72
2.3.1. OBJETIVO GENERAL 72
2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 72
2.4. JUSTIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN 72
2.5. HIPÓTESIS 73
2.6. VARIABLES 74
2.6.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES 74
2.6.2. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES 75
2.6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES 76

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA 77
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 77
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 77
3.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 77
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 79
3.2.1. POBLACIÓN 79
3.2.2. MUESTRA 79
3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 81
3.3.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 81
3.3.2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: GUÍA DE OBSERVACIÓN 81
3.3.3. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS 81
CAPÍTULO IV. RESULTADOS 83
4.1. CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO 83
4.1.1. AGREGADO FINO 83
4.1.1.1. Análisis granulométrico (NTP 400.037) 83
4.1.1.2. Módulo de fineza (NTP 400.011) 86
4.1.1.3. Superficie específica (NTP 400.012) 87
4.1.1.4. Material que pasa el tamiz N° 200 (NTP 400.018) 89
4.1.1.5. Peso específico (NTP 400.022) 90
4.1.1.6. Absorción (NTP 400.037) 90
4.1.1.7. Peso unitario suelto seco (PUSS) (NTP 400.017) 91
4.1.1.8. Peso unitario compactado (PUC) (NTP 400.017) 92
4.2. PREPARACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO CEMENTO – CONCRETO. 92
4.2.1. Diseño del concreto cemento – arena, f'c = 280 kg/cm^2 relación a/c = 0.50. 93
4.2.2. Diseño del concreto cemento – arena, f'c = 280 kg/cm^2 relación a/c = 0.55. 96

4.2.3. Diseño del concreto cemento - arena f'c = 280 kg/cm^2, relación a/c=0.50 con aditivo al 0.75%. 99
4.2.4. Diseño del concreto cemento - arena f'c = 280 kg/cm^2, relación a/c=0.50 con aditivo al 1.00%. 102
4.2.5. Diseño del concreto cemento - arena f'c = 280 kg/cm^2, relación a/c=0.50 con aditivo al 1.25%. 105
4.2.6. Diseño del concreto cemento – arena f'c = 280 kg/cm^2, relación a/c=0.55 con aditivo al 0.75%. 108
4.2.7. Diseño del concreto cemento – arena f'c = 280 kg/cm^2, relación a/c=0.55 con aditivo al 1.00%. 111
4.2.8. Diseño del concreto cemento – arena f'c = 280 kg/cm^2, relación a/c=0.55 con aditivo al 1.25%. 114
4.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA EN ESTADO FRESCO. 117
4.3.1. Ensayo del concreto autocompactable cemento – arena, en su estado fresco. 117
4.3.1.1. Extensión de flujo y flujo de asentamiento con las diferentes dosificaciones de aditivo. 118
4.3.2. Consistencia (NTP 339.035) 121
4.3.3. Peso unitario (NTP 339.046) 123
4.3.4. Contenido de aire método gravimétrico (ASTM C – 138) 125
4.3.5. Temperatura del concreto (NTP 339.184) 127
4.4. PROPIEDAD DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA EN ESTADO ENDURECIDO. 129
4.4.1. Resistencia a la compresión (NTP 339.034) 129
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 136
5.1. DISCUSIÓN 136
5.2. CONCLUSIONES 145
5.3. RECOMENDACIONES 148
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 149

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01.LÍMITES GRANULOMÉTRICOS SEGÚN NTP 400.037……..... 54

TABLA N° 02.DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VARIABLES……..…….. .75

TABLA N° 03.OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES…….…..... 76

TABLA N° 04.MUESTRAS DE LAS DIFERENTES RELACIONES DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, PATRÓN.…..... 80

TABLA N° 05.MUESTRAS DE LAS DIFERENTES RELACIONES DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, CON ADICIÓN DE ADITIVO DE ALTO RANGO……..... 80

TABLA N° 06.ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA MUESTRA N° 01……..... 84

TABLA N° 07.ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA MUESTRA N° 02……. 85

TABLA N° 08.ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA MUESTRA N° 03……. 86

TABLA N° 09.MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO…….…..... 87

TABLA N° 10.SUPERFICIE ESPECÍFICA DE LA MUESTRA N° 01……. 88

TABLA N° 11.SUPERFICIE ESPECÍFICA DE LA MUESTRA N° 02……... 88

TABLA N° 12.SUPERFICIE ESPECÍFICA DE LA MUESTRA N° 03……... 89

TABLA N° 13.MATERIAL FINO QUE PASA LA MALLA N° 200…….…..... 89

TABLA N° 14.PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO…….. 90

TABLA N° 15.ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO…….. 91

TABLA N° 16.PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO…….. 91

TABLA N° 17.PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO…… 92

TABLA N° 18.VALORES DEL DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD, RELACIÓN A/C=0.50. 93

TABLA N° 19.PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO, RELACIÓN A/C=0.50 94

TABLA N° 20.VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD, RELACIÓN A/C=0.55. 96

TABLA N° 21.PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO, RELACIÓN A/C=0.55. 97

TABLA N° 22.VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD, RELACIÓN A/C=0.50 CON ADITIVO AL 0.75%. 99

TABLA N° 23.PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE, RELACIÓN A/C=0.50 CON ADITIVO AL 0.75% 100

TABLA N° 24.VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD, RELACIÓN A/C=0.50 CON ADITIVO AL 1.00%. 102

TABLA N° 25.PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE, RELACIÓN A/C=0.50 CON ADITIVO AL 1.00%. 103

TABLA N° 26.VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD, RELACIÓN A/C=0.50 CON ADITIVO AL 1.25%. 105

TABLA N° 27.PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE, RELACIÓN A/C=0.50 CON ADITIVO AL 1.25%. 106

TABLA N° 28.VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD, RELACIÓN A/C=0.55 CON ADITIVO A 0.75%. 108

TABLA N° 29.PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE, RELACIÓN A/C=0.55 CON ADITIVO AL 0.75%. 109

TABLA N° 30.VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD, RELACIÓN A/C=0.55 CON ADITIVO AL 1.00%. 111

TABLA N° 31.PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE, RELACIÓN A/C=0.55 CON ADITIVO AL 1.00%. 112

TABLA N° 32.VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD, RELACIÓN A/C=0.55 CON ADITIVO AL 1.25%. 114

TABLA N° 33.PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE, RELACIÓN A/C=0.55 CON ADITIVO AL 1.25%. 115

TABLA N° 34.EXTENSIÓN DE FLUJO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTABLE, RELACIÓN A/C=0.50 CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVO..... 118

TABLA N° 35.EXTENSIÓN DE FLUJO DEL CONCRETO AUTOCOMPACTABLE, RELACIÓN A/C=0.55 CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVO..... 120

TABLA N° 36.ENSAYO DE CONSISTENCIA AL CONCRETO CEMENTO – ARENA, PATRÓN. 121

TABLA N° 37.ENSAYO DE CONSISTENCIA AL CONCRETO CEMENTO – ARENA, CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVO. 122

TABLA N° 38.PESO UNITARIO DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, DISEÑO PATRÓN..... 123

TABLA N° 39.PESO UNITARIO DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVOS..... 124

TABLA N° 40.CONTENIDO DE AIRE MÉTODO GRAVIMÉTRICO DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, DISEÑO PATRÓN. 126

TABLA N° 41.CONTENIDO DE AIRE POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVOS……..... 126

TABLA N° 42.TEMPERATURA DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, DISEÑO PATRÓN..... 127

TABLA N° 43.TEMPERATURA DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVO. 128

TABLA N° 44.RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.50 DISEÑO PATRÓN..... 130

TABLA N° 45.RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, RELACIÓN A/C=0.50 CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVOS. 131

TABLA N° 46.RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.55 DISEÑO PATRÓN..... 133

TABLA N° 47.RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, RELACIÓN A/C=0.55 CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVOS. 133

TABLA N° 48.PARÁMETROS DE LOS ENESAYOS EN ESTADO FRESCO PARA CONCRETO AUTOCOMPACTABLE. 141

TABLA N° 49.RESULTADOS GENERADOS A PARTIR DE DISEÑOS NORMALES CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE. 142

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 01. COMPORTAMIENTO DE UN FLUIDO NEWTONIANO……..... 41

GRÁFICO N° 02. MODELO DE BINGHAM (KOEHLER 2005)…… 42

GRÁFICO N° 03. DISTRIBUCIÓN DE UN GRANO DE CEMENTO ACUOSO……. 44

GRÁFICO N° 04. CURVAS ENVOLVENTES DE LA NORMA ASTM…….. 54

GRÁFICO N° 05. ENSAYO DE EXTENSIÓN DE FLUJO…… 66

GRÁFICO N° 06. ESQUEMA DE UN EXPERIMENTO Y SUS VARIABLES……..... 77

GRÁFICO N° 07. CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA N° 01…….. 84

GRÁFICO N° 08. CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA N° 02……..... 85

GRÁFICO N° 09. CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA N° 03……. 86

GRÁFICO N° 10. COMPOSICIÓN POR PESO DE UN METRO CÚBICO DE CONCRETO…….. 94

GRÁFICO N° 11. COMPOSICIÓN POR VOLUMEN DE UN METRO CÚBICO……. 95

GRÁFICO N° 12. COMPOSICIÓN POR PESO DE UN METRO CÚBICO DE CONCRETO, RELACIÓN A/C=0.55……. 97

GRÁFICO N° 13. COMPOSICIÓN POR VOLUMEN DE UN METRO CÚBICO, RELACIÓN A/C=0.55……..... 98

GRÁFICO N° 14. COMPOSICIÓN POR PESO DE UN METRO CÚBICO DE CONCRETO, RELACIÓN A/C=0.50 CON ADITIVO AL 0.75%..... 100

GRÁFICO N° 15. COMPOSICIÓN POR VOLUMEN DE UN METRO CÚBICO, RELACIÓN A/C=0.50 CON ADITIVO AL 0.75% 101

GRÁFICO N° 16. COMPOSICIÓN POR PESO DE UN METRO CÚBICO DE CONCRETO, RELACIÓN A/C=0.50 CON ADITIVO AL 1.00%..... 103

GRÁFICO N° 17. COMPOSICIÓN POR VOLUMEN DE UN METRO CÚBICO, RELACIÓN A/C=0.50 CON ADITIVO AL 1.00% 104

GRÁFICO N° 18. COMPOSICIÓN POR PESO DE UN METRO CÚBICO DE CONCRETO, RELACIÓN A/C=0.50 CON ADITIVO AL 1.25%..... 106

GRÁFICO N° 19. COMPOSICIÓN POR VOLUMEN DE UN METRO CÚBICO, RELACIÓN A/C=0.50 CON ADITIVO AL 1.25%. 107

GRÁFICO N° 20. COMPOSICIÓN POR PESO DE UN METRO CÚBICO DE CONCRETO, RELACIÓN A/C=0.55 CON ADITIVO AL 0.75%..... 109

GRÁFICO N° 21. COMPOSICIÓN POR VOLUMEN DE UN METRO CÚBICO, RELACIÓN A/C=0.55 CON ADITIVO AL 0.75%. 110

GRÁFICO N° 22. COMPOSICIÓN POR PESO DE UN METRO CÚBICO DE CONCRETO, RELACIÓN A/C=0.55 CON ADITIVO AL 1.00%..... 112

GRÁFICO N° 23. COMPOSICIÓN POR VOLUMEN DE UN METRO CÚBICO, RELACIÓN A/C=0.55 CON ADITIVO AL 1.00%. 113

GRÁFICO N° 24. COMPOSICIÓN POR PESO DE UN METRO CÚBICO DE CONCRETO, RELACIÓN A/C=0.55 CON ADITIVO AL 1.25%..... 115

GRÁFICO N° 25. COMPOSICIÓN POR VOLUMEN DE UN METRO CÚBICO, RELACIÓN A/C=0.55 CON ADITIVO AL 1.25%. 116

GRÁFICO N° 26. ENSAYO DE EXTENSIÓN DE FLUJO DMÁX, RELACIÓN A/C=0.50 CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVO. 118

GRÁFICO N° 27. ENSAYO DE FLUJO DE ASENTAMIENTO T50, RELACIÓN A/C=0.50 CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVO. 119

GRÁFICO N° 28. ENSAYO DE EXTENSIÓN DE FLUJO DMÁX, RELACIÓN A/C=0.55 CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVO. 120

GRÁFICO N° 29. ENSAYO DE FLUJO DE ASENTAMIENTO T50, RELACIÓN A/C=0.55 CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVO. 121

GRÁFICO N° 30. ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, PATRÓN……..... 122

GRÁFICO N° 31. ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVOS. 123

GRÁFICO N° 32. ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL DISEÑO PATRÓN……..... 124

GRÁFICO N° 33.ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVO..... 125

GRÁFICO N° 34. ENSAYO DEL CONTENIDO DE AIRE POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO, DISEÑO PATRÓN…….. 126

GRÁFICO N° 35. ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVO..... 127

GRÁFICO N° 36. ENSAYO DE TEMPERATURA DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, DISEÑO PATRÓN……..... 128

GRÁFICO N° 37. ENSAYO DE TEMPERATURA DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVOS. 129

GRÁFICO N° 38. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DISEÑO PATRÓN, RELACIÓN A/C=0.50……..... 130

GRÁFICO N° 39. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.50 CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVO. 131

GRÁFICO N° 40. RESUMEN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, RELACIÓN A/C=0.50 132

GRÁFICO N° 41. PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.50. 132

GRÁFICO N° 42. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DISEÑO PATRÓN, RELACIÓN A/C=0.55……. 133

GRÁFICO N° 43. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.55 CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ADITIVO. 134

GRÁFICO N° 44. RESUMEN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, RELACIÓN A/C=0.55 134

GRÁFICO N° 45. PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, RELACIÓN A/C=0.55 135

Resumen

La industria de la construcción se enfrenta a desafíos específicos en su búsqueda de la calidad total debido a su complejidad y dinamismo inherentes, lo que le distingue de la industria manufacturera, donde la estandarización y control de procesos son más factibles. El concreto autocompactante es una solución innovadora que combina trabajabilidad, productividad y calidad. Por consiguiente, en la investigación realizada se busca determinar un concreto autocompactable cemento – arena, con agregado fino del cauce fluvial y aditivo de alto rango que cumpla con las resistencias requeridas en estado endurecido. El problema general de la investigación se centra en, ¿Cómo influye el uso del agregado fino del cauce fluvial y aditivo de alto rango en el comportamiento del concreto autocompactable cemento – arena en Iquitos 2024?, teniendo como principal objetivo evaluar el diseño del concreto autocompactable cemento – arena, utilizando agregado fino del cauce fluvial (río amazonas) y aditivo de alto rango en estado fresco y endurecido en Iquitos, 2024. La investigación es de tipo exploratoria mientras que el diseño de investigación es de carácter experimental. La metodología utilizada consistió en realizar ensayos físicos en el agregado fino, diseñar mezclas de concreto patrón con relaciones a/c = 0.50 y 0.55. Y a partir de estas generar mezclas en su condición fluida que cumpla con los parámetros de extensibilidad de flujo y flujo de asentamiento. Se utilizaron porcentajes de aditivos de alto rango que van desde 0.75%, 1.00% y 1.25%. Finalmente se realizaron ensayos en estado fresco y endurecido, dando prioridad a los parámetros del concreto autocompactable.

El estudio revela que la resistencia a la compresión disminuye a medida que se incrementan las dosis de aditivo de alto rango (MasterRheobuild 1201), encontrándose la dosificación más óptima en 0.75% del peso del cemento, lo que produce un aumento significativo en la resistencia respecto al concreto patrón y a las otras dosificaciones de aditivo.

Palabras claves: Concreto autocompactable, agregado fino del cauce fluvial, extensión de flujo ($D_{máx}$), flujo de asentamiento (T_{50}), aditivo de alto rango.

Abstract

The construction industry faces specific challenges in its quest for total quality due to its inherent complexity and dynamism, which distinguishes it from the manufacturing industry, where standardization and process control are more feasible. Self-compacting concrete is an innovative solution that combines workability, productivity and quality. However, its internal complexity requires continuous research to understand its behaviour changes and ensure optimal performance at all stages of its useful life. Therefore, the research carried out seeks to determine a self-compacting cement-sand concrete, with fine aggregate from the riverbed and high-range additive that meets the required strengths in a hardened state. The general research problem focuses on, How does the use of fine aggregate from the riverbed and high-range additive influence the behavior of self-compacting cement-sand concrete in Iquitos 2024? having as main objective to evaluate the design of self-compacting cement-sand concrete, using fine aggregate from the riverbed (Amazon River) and high-range additive in fresh and hardened state in Iquitos, 2024. The research is exploratory while the research design is experimental. The methodology used consisted of performing physical tests on fine aggregate, designing standard concrete mixes with w/c ratios = 0.50 and 0.55. And from these, generating mixes in their fluid condition that meet the parameters of flow extensibility and slump flow. High-range additive percentages were used ranging from 0.75%, 1.00% and 1.25%. Finally, tests were carried out in the fresh and hardened state, giving priority to the parameters of self-compacting concrete.

The study reveals that compressive strength decreases as the high-range additive dosage (MasterRheobuild 1201) increases, with the most optimal dosage being 0.75% of the cement weight, which produces a significant increase in strength compared to the standard concrete and the other additive dosages.

Keywords: Self-compacting concrete, fine aggregate from the river channel, flow extent (D_{max}), slump flow (T_{50}), high-range admixture.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del estudio.

A nivel internacional tenemos los siguientes estudios:

Andrade Martínez, Willian Javier (2021), en su tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Magister en Construcción, denominada “Bases para la especificación reológica para concretos autocompactantes con arenas de distinto origen”; tuvo como propósito establecer las bases para la especificación reológica de concretos autocompactantes (CAC), con materiales locales. Lo anterior se logró partiendo del análisis de 33 mezclas de concreto autocompactante elaboradas con 3 tipos de arena (La Sierra, Nacionales y Goliat) de uso comercial en Colombia. Se analizaron propiedades en estado fresco como temperatura, contenido de aire, densidad, flujo libre, bloqueo con Anillo J, capacidad de llenado a través de embudo V, capacidad de paso a través de Caja en L, esfuerzo de fluencia con reómetro ICAR y con Veleta Portátil, viscosidad plástica y en estado endurecido resistencia a compresión a 28 días. También se analizó la influencia del tiempo y la variación de la arena sobre las propiedades reológicas del CAC. Se establecieron correlaciones entre algunas propiedades, se determinó la tixotropía del CAC con cada arena y se evaluó la trabajabilidad mediante metodología estadística ANOVA, cajas simultáneas y la interpretación del coeficiente de correlación de Pearson. Al finalizar su investigación se presenta el análisis de la estabilidad estática mediante la interpretación gráfica de la resistencia del concreto a la segregación, la capacidad de paso y la velocidad de exudación. Esta investigación aportó la base metodológica para evaluar los concretos autocompactantes con materiales locales teniendo en cuenta el comportamiento y las correlaciones más relevantes e influyentes de las propiedades reológicas.

Villanova Fernández, Angel (2009), en su tesis doctoral, denominada "Influencia de la dosificación y empleo de diferentes tipos de cemento y adiciones en las propiedades mecánicas del hormigón autocompactante"; tuvo como finalidad estudiar el comportamiento de las propiedades mecánicas del hormigón autocompactante, tanto de manera general como en función de los tipos de cemento y de las adiciones utilizadas en sus dosificaciones. Por otro lado, estudió también la aplicabilidad en el hormigón autocompactante de los actuales modelos de cálculo con las que se miden esas propiedades mecánicas en el hormigón convencional. Las propiedades mecánicas estudiadas en el hormigón autocompactante en el presente trabajo fueron la resistencia a compresión, el módulo de deformación, la resistencia a tracción y la resistencia a flexo tracción. Los tipos de cemento escogidos para llevar a cabo el estudio fueron los cementos tipo I, II y III, de manera general y los tipos I y II de manera específica, mientras que las adiciones minerales consideradas fueron, el humo de sílice, las cenizas volantes, el filler calizo y las escorias de alto horno.

Para llevar a cabo la investigación fue necesario construir una extensa base de datos, que permitiera discriminar y agrupar las distintas dosificaciones de hormigón autocompactante, primero por tipos de cemento y posteriormente subdividiéndolas por tipo de adición, para poder analizar de esta manera como inciden en las propiedades mecánicas del hormigón autocompactante, el tipo de dosificación y la utilización de distintos tipos de cemento y de adiciones. En general, la utilización de adiciones minerales hace que se obtengan mayores resistencias a compresión en el hormigón autocompactante con respecto a uno elaborado sin adiciones para una misma relación agua/cemento. El orden en que el uso de estas adiciones minerales, en las cantidades habitualmente utilizadas, proveen de mayor resistencia a compresión para una misma relación agua/cemento es de mayor a menor, para relaciones

agua/cementos menores de 0,40, el siguiente: humo de sílice, cenizas volantes, filler calizo y sin adición. En el caso de relaciones agua/cementos mayores de 0,40-0,45 el orden de mayor a menor es el siguiente: escorias de alto horno, cenizas volantes, filler calizo y sin adición.

González, Landaverde & Romero (2005), en su tesis presentado para optar el título de ingeniero civil, denominado “Concreto autocompactable: propuesta para el diseño de mezcla. Beneficios técnicos y consideraciones básicas para su implementación en el salvador”; el trabajo de investigación está enfocado en el planteamiento de una alternativa de solución a los problemas de colocación del concreto, para estructuras donde los procedimientos tradicionales de compactación no son suficientes para las exigencias de calidad solicitadas. El concreto autocompactable (CAC), es un material que por su estructura interna permite clasificarse como una alternativa de solución; pero debido a la escasa investigación en El Salvador sobre este nuevo material, es necesario que el trabajo de graduación posea una base Teórica – Experimental. El objetivo general de la investigación fue proponer un diseño de mezcla para CAC destacando los beneficios técnicos y sus consideraciones básicas para su implementación en El Salvador.

El diseño de mezcla que investigaron fueron para resistencias a la compresión de 280 kg/cm2 y 350 kg/cm2, y los tipos de agregados que utilizaron fueron arenas naturales de mediano proceso y grava triturada con tamaño máximo nominal de 3/8”, procedentes de la zona de Aguilares y la Cantera de San Diego, respectivamente; el cemento a utilizar fue CESSA Pórtland Tipo I; y se utilizaron dos tipos de aditivos a base de Policarboxilatos Polímeros, disponibles en su medio, que permitan lograr en la mezcla las características autocompactables requeridas.

En sus principales conclusiones mencionan que, la propuesta para el diseño de mezcla de CAC, comprende la determinación de forma

individual de las proporciones de grava y arena en un diseño de esqueleto granular, cemento y agua en la composición de la pasta y aditivo en una mezcla de mortero, procedimiento que permite realizar el ajuste de las proporciones dependiendo del comportamiento de los materiales en cada situación, para finalmente observar su desempeño en una mezcla de concreto hasta obtener características autocompactables. Además, se observó que, en términos de trabajabilidad, las características de autocompactabilidad fueron cumplidas en las dos mezclas diseñadas; ya que los parámetros obtenidos fueron de 70.91 cm y 71.31 cm de fluidez, una resistencia a la segregación de 13.23 % y 16.51 % y una relación de bloqueo de 0.98, para la mezcla A y B respectivamente. La mezcla B presentó un mayor riesgo de segregación por encontrarse fuera del porcentaje de seguridad de acuerdo con los parámetros sugeridos por el EFNARC en la prueba del tamiz GTM.

García Ballester, Luis Vicente (2015), en su tesis doctoral, denominada "Propiedades mecánicas y reológicas de hormigones autocompactantes sometidos a carga a edades muy tempranas y tempranas"; se realizaron una investigación en la literatura científica en conjunto con programa experimental con la finalidad de medir a primeras horas (8, 10, 12, 24 y 48 horas): Resistencia a compresión, resistencia a tracción indirecta, módulo de deformación (módulo de Young), retracción autógena, por secado y total, así como la determinación de la pérdida de peso. Estas mismas determinaciones se han realizado para las edades convencionales de 7 y 28 días. De manera tal, que se ha experimentado con 7 tipos de hormigones, 4 hormigones autocompactantes (HAC) de dos tamaños máximos de árido, en los que se han considerado las variables escurrimiento, cantidad y tipo de cemento, y tipo de aditivo; y 3 hormigones convencionales no vibrados (HCV) con las mismas especificaciones, aunque en este caso se ha utilizado solo un asentamiento, en lugar del escurrimiento. A partir de los datos obtenidos

se ha procedido a su análisis y comparación entre los dos tipos de hormigón.

En sus principales conclusiones del comportamiento del concreto reológico menciona que la utilización de una relación a/c alta y un contenido de cemento bajo, junto con la utilización de aditivos diseñados para su uso en hormigones autocompactantes, ha permitido obtener hormigones sin exudación ni segregación, y con un adecuado comportamiento en sus condiciones de paso y fluidez. El uso de aditivos superplastificantes en hormigón mejora la trabajabilidad, aumenta de cohesión entre partículas, dando mayor fluidez sin tener la necesidad de añadir más agua a la mezcla. En cuanto a sus propiedades mecánicas en los hormigones estudiados se logra alcanzar el 50 al 60% de la resistencia del hormigón a la edad de 24 horas, lo que nos permite establecer esta edad como fin de la edad temprana. Para edades de 48 horas se alcanza un 70% de evolución de la resistencia, los cuales son mayores al propuesto por la EHE-08 a edades de 72 horas. Además; la utilización de aditivos del mismo tipo, pero de diferente estructura de cadenas, influye en el comportamiento resistente del hormigón autocompactante tanto desde el punto de vista de su evolución como de la resistencia final.

León Parra, Lady Roxana (2009), en la tesis de grado para obtener el título de ingeniero civil, denominado “Diseño de mezclas para Hormigón Autocompactante”; tiene como objetivo fundamental establecer un método apropiado para diseñar hormigones autocompactantes con materiales disponibles localmente, desarrollando un procedimiento conceptual que luego será validado a través de ensayos en el laboratorio. Para la elaboración de las mezclas se consideró las recomendaciones del ACI MANUAL OF CONCRETE PRACTICE 2008, donde se indican los parámetros que debe cumplir un diseño para obtener en la práctica un HAC. Para su diseño del Hormigón Autocompactante, se realizan previamente ensayos de caracterización (materia orgánica, densidad,

porcentaje de absorción, granulometría, etc.) a los agregados a utilizarse. Estos ensayos se llevaron a cabo de conformidad con las normas ASTM, que rige los procedimientos y materiales que se deben utilizar para tener los mejores resultados y así obtener diseños óptimos. Los agregados a ensayarse fueron: Piedra #78, Piedra #67, Arena de Trituración, Arena de Rio, Arena Fina.

Destaca en sus principales conclusiones respecto a los diseños de hormigón autocompactante con mejores resultados se obtuvieron de las mezclas cuyos componentes principales son: cemento tipo I y adiciones. Optimo desempeño en estado fresco y mayor evolución de las resistencias a la compresión, son sus características principales. Es factible elaborar un hormigón autocompactante económico de alta resistencia sin utilizar adiciones como se observa en sus resultados, obteniendo resistencias a la compresión de 50 MPa los 28 días y 54 MPa a los 56 días.

A nivel nacional tenemos los siguientes estudios:

Pineda Vallejo, Hugo Esteban (2003), en su tesis para optar el título de ingeniero civil, denominado “Diseño de mezcla de concreto autocompactante”; en la presente investigación, buscó desarrollar un procedimiento de diseño de mezcla de concretos autocompactantes en función de la resistencia a la compresión. Para ello fue necesario, en primer lugar, entender el comportamiento de las mezclas fluidas de concreto al variar la dosificación de algunos de sus componentes, dicho análisis partió con la generación de mezclas fluidas derivadas de concretos patrones normales de relación a/c= 0.50, 0.45 y 0.40, mediante reducción de agua y adicionando un aditivo superplastificante (Sika Viscocretel - Policarboxilato modificado), luego se varió la relación arena/piedra y finalmente se analizaron los cambios en el comportamiento

de estas mezclas al variar el contenido de pasta. Las mezclas autocompactantes generadas para proponer el diseño de mezcla tuvieron como criterio de aprobación los resultados obtenidos en los ensayos de extensión de flujo y caja L. El contenido de aire también fue medido como criterio de aceptación. También se analizaron las variaciones en las propiedades de los concretos frescos y endurecidos de tres mezclas fluidas, la primera de ellas era un concreto con buena capacidad de fluir en un medio libre, pero mostraba bloqueo, la segunda mezcla tenía un buen comportamiento autocompactante y la tercera poseía buena capacidad de fluir sin bloqueo, pero mostraba cohesión excesiva, acompañada de desplazamientos lentos (alta viscosidad). Todas ellas fueron comparadas entre sí y con concretos patrones normales.

Destaca en sus principales conclusiones, que con los materiales usados en la investigación y con relaciones a/c entre 0.50 y 0.336 se demostró que los concretos fluidos que presentan auto compactación o también denominados Concretos Autocompactantes, son mezclas de excelente trabajabilidad que presentan: gran capacidad para deformarse y fluir libremente, baja viscosidad, buena cohesión para evitar segregaciones y ningún tipo de bloqueo. También demuestran mayores resistencias mecánicas a la compresión y tracción, así como baja permeabilidad y escasa exudación, debido principalmente a las bajas relaciones a/c que se pueden obtener utilizando el aditivo superplastificante necesario para generarlas. Además, el exceso de agua y/o las altas dosificaciones de aditivo superplastificante provoca la inestabilidad en las mezclas fluidas de concreto. En ese ambiente de poca cohesión la tendencia a la segregación de la mezcla es alta al no poder conservar unidos todos los componentes de la mezcla de concreto.

Ácaro, Tania & Palomino, Álvaro (2018), en su tesis para optar el título de ingeniero civil, denominado “Influencia dl concreto Autocompactable de bajo contenido de Clinker, en la Rentabilidad de un Proyecto”; la mencionada tesis tuvo como objetivo principal, diseñar un Concreto Autocompactante de bajo contenido de Clinker económico que influya en la Rentabilidad de un Proyecto. Se diseñó concretos f´c 210 kg/cm2, 280 kg/cm2, 350 kg/cm2 y 420 kg/cm2, se trabajó con una muestra de 48 probetas de 4”x 8”, siendo 12 probetas por cada diseño, el diseño se realizó con el cemento Nacional Ico y el Aditivo Dynamond W500R y Mapeplast R25. La presente investigación es de diseño Cuasi - experimental y tuvo como técnica la recolección de datos, la utilización de fichas técnicas, así como la observación del proceso y resultado de los diseños.

El diseño de mezcla se basó en las recomendaciones estipuladas por el Comité ACI-211. Por otro lado, se modificó la dosis de aditivo y agregados, teniendo como resultado un Concreto Autocompactante de bajo contenido de Clinker que presenta buenas características en estado fresco dando una extensibilidad mínima de 540 mm y un bloqueo no visible. En estado endurecido llegando a una resistencia aproximada a un día (40%), tres días (70%), siete días (106%) y a veintiocho días (139%), cumpliendo con las normas EFNARC 2002, ACI, NTP 339.219 y NTP 339.220. Se realizó un comparativo de análisis de precios unitarios del Concreto Autocompactante y el Concreto Convencional, para determinar a través del costo directo la influencia que tiene en la rentabilidad del proyecto, dando como resultado un ahorro promedio del 13,43%. Por tanto, el uso del Concreto Autocompactante es rentable en el uso de un proyecto, ya que beneficia en el costo de horas hombre, horas máquinas y herramientas.

Chanta Muños & Zuta Quirohuayo (2020), en su investigación para optar título de ingeniero civil, denominado “Influencia de aditivos basados en policarboxilato en las propiedades del concreto autocompactante”; tuvo como objetivo principal, analizar la influencia de aditivos superplastificantes de última generación de tipo policarboxilato que son reductores de agua y que se emplea para mejorar las propiedades del concreto. Para lo cual, en primer lugar, obtuvo los parámetros de artículos científicos, para luego proceder a analizar las propiedades en estado fresco y endurecido, con los diferentes tipos de ensayos recopilados en artículos cómo lo es el de flujo de asentamiento, estabilidad de tamiz GTM, la relación agua/cemento óptimo para la realización del ensayo de resistencia a la compresión con cumplimiento de los requisitos de la normativa vigente. La investigación fue documental/bibliográfica en donde los estudios revisados utilizaron el método deductivo, enfoque cuantitativo y orientación aplicada, nivel descriptivo, tipo descriptivo, correlacional y explicativo. El diseño experimental, longitudinal, retrospectivo y estudio de cohorte (causa-efecto). El estudio de los resultados obtenidos, demostraron que el mejor asentamiento tuvo el valor de 780 mm, con la inclusión de 0.45% de aditivo PCE, 0.15% de agente modificador de viscosidad y una relación de a/c de 0.38; concluyendo que las resistencias a la segregación de resultados son satisfactorias según las especificaciones del EFNARC y se obtuvo 73.48 MPa como resistencia a la compresión máxima a los 28 días con una relación a/c de 0.37 y 0.30% de aditivo PCE.

Molina Segura & Saldaña Pacheco (2014), en su tesis para optar el título de ingeniero civil, denominado “Influencia del aditivo hiperplastificante Plastol 200 Ext en las propiedades del concreto autocompactable en estado fresco y endurecido”; tiene como objetivo fundamental determinar la influencia del aditivo Hiperplastificante a base de policarboxilatos en el concreto Autocompactante con agregados locales y determinar la influencia del aditivo, en las propiedades del concreto autocompactante

en estado Freso y endurecido. Para lo cual, en primer lugar, realizaron los diseños de concreto, luego del cual se procedieron a analizar la trabajabilidad de concreto autocompactante en estado fresco mediante los ensayos de Extensibilidad, embudo V, Anillo J, Caja En L y de estabilidad de tamiz a través de la malla GTM. Posteriormente ejecutaron el ensayo de rotura del CAC en estado endurecido. Con los resultados obtenidos de los ensayos de trabajabilidad y de rotura determinaron cual es la influencia del aditivo en estudio.

Finalmente concluyeron que la cantidad óptima de porcentaje de aditivo Hiperplastificante Plastol 200 Ext que se debe agregar a una mezcla de concreto autocompactante que se encuentre dentro de los parámetros de diseño de este estudio es de 1.2 % del peso del cemento, por no presentar exudación ni segregación y estar dentro de los rangos permitidos de fluidez y tiempos. Así mismo concluyeron que el aumentar en pequeñas cantidades el porcentaje de Hiperplastificante Plastol 200 Ext en un concreto autocompactante, tiene gran influencia en la exudación y segregación que puede presentar éste; de igual modo también influye en su trabajabilidad y su resistencia a la compresión.

Huamán Vara & Maza Suarez (2021), en su tesis denominada “Polvo de mármol y aditivo superplastificante para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante” para optar el título profesional de ingeniero civil; cuyo objetivo fue determinar el porcentaje de polvo de mármol y aditivo superplastificante que mejoran las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante. La presente investigación fue un estudio documental, bibliográfica y descriptica. Fue documental/bibliográfica porque se apoyó en un marco teórico-técnico a partir de artículos científicos e investigaciones. De los resultados obtenidos de la bibliografía consultada, la capacidad de relleno mejora en 2.9% para las mezclas con 15% de polvo de mármol y 1.6 % de aditivo superplastificante. Para adiciones del 20% de polvo de mármol

y 1% de aditivo superplastificante, se observó que la capacidad de paso mejora en 12% respecto a las mezclas control. Del mismo modo para las propiedades mecánicas, se observó un aumento del 19% en los resultados de resistencia a la compresión para la adición del 10% de polvo de mármol y un aumento del 8% para los resultados de resistencia a la tracción para las mezclas con adición del 10% de polvo de mármol; obteniendo valores máximos de 791 kg/cm2 y 70 kg/cm2 respectivamente a los 28 días de curado.

La adición de polvo de mármol y aditivo superplastificante en un concreto autocompactante, influyen en los resultados del ensayo Slump flow, ensayo que refleja la capacidad de relleno de estos concretos. Si bien las mejoras no fueron significativas para los resultados del ensayo Slump Flow se obtiene un máximo valor de 782 mm., al añadir 15% de polvo de mármol y 1.6% de aditivo superplastificante, lo que indica una excelente capacidad de relleno para esta mezcla y una categoría SF3, según GPE (2002), que indica que esta mezcla puede ser aplicada en estructuras verticales muy armadas y estructuras de formas complejas. Las mezclas que obtienen mayores resultados con estos óptimos porcentajes usan aditivos superplastificantes reductores de agua a base de policarboxilatos de alto rango lo que permite obtener un concreto muy fluido sin la necesidad de aumentar la relación agua/cemento, por lo que se concluye que las mezclas con óptimos porcentajes de polvo de mármol y aditivos superplastificantes mejoran la capacidad de relleno de un concreto autocompactante.

Finalmente, para esta investigación se concluye que la adición de polvo de mármol y aditivo superplastificante en porcentajes adecuados, mejoran las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante.

A nivel local tenemos los siguientes estudios:

En nuestro medio local (Iquitos) no se cuenta con información en el tema de concretos autocompactantes, por lo que es relativamente nuevo en nuestro medio, por lo cual existe carencia de información sobre el tema. Pero si se llegaron a investigar respecto a los aditivos plastificantes del se realizaron estudios respecto al diseño de mezcla. La presente investigación será de utilidad para estudiantes, profesionales y otros investigadores; así como también contribuirá a la mejora de la calidad de construcción con concreto en la ciudad por ser innovadora usando agregado fino que es considerado marginal por no cumplir con los requisitos mínimos de la Norma Técnica Peruana (NTP). Los concretos autocompactantes poseen la ventaja de eliminar la compactación manual y evitar los problemas de ruido, molestias, etc., que conlleva la compactación mediante vibración, permitiendo rellenar perfectamente los moldes o encofrados, aún en el caso de alta densidad de armaduras y dar una terminación superficial de gran calidad.

Aching & del Castillo (2018), en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú - UCP, denominada “Influencia del plastificante reductor de agua Sika – Cem en el concreto cemento – arena, Iquitos 2018”, evalúa la influencia del aditivo SIKA-CEM PLASTIFICANTE en diferentes relaciones w/c aplicadas a obras civiles de la ciudad de Iquitos, debido a las altas temperaturas suele hacer perder humedad a la mezcla siendo este causante de la pérdida de trabajabilidad y resistencia por el constante vertido de agua. Los objetivos de esta tesis son: Analizar el concreto cemento – arena antes de agregar el plastificante reductor de agua Sika Cem; analizar el concreto cemento – arena después de agregar el plastificante reductor de agua Sika Cem y establecer la diferencia del concreto cemento – arena al comparar los resultados antes y después de agregar el plastificante reductor de agua Sika Cem. Para lograr los objetivos mencionados, se hizo pruebas de rotura de especímenes (probetas) de concreto cemento-arena utilizando moldes de plástico de 4”

de diámetro por 8” de longitud a los 3, 7, 14 y 28 días; llegando a realizarse 36 roturas con aditivo y sin aditivo por cada relación agua cemento (0.54, 0.58 y 0.62), teniendo 144 probetas patrón y 288 muestras en total en la cual se analizó la arena a utilizar, se obtuvo el slump, contenido de aire empleando la olla de Washington y la resistencia a la compresión del concreto cemento - arena en cada una de las muestras. Al realizar la comparación de slump, aire atrapado y resistencia a la compresión de las muestras analizadas se tiene como resultado que con plastificante el slump aumenta considerablemente, existe mayor contenido de aire y la resistencia también aumenta.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Concreto

El concreto es una mezcla adecuadamente dosificada, de cemento, agua y agregados finos y gruesos. Adicionalmente también puede tener en su composición aditivos, adiciones. En casos muy importantes se le puede incorporar intencionalmente aire para incrementar su durabilidad en bajas temperaturas. El objetivo de la selección de las proporciones de los ingredientes de la unidad cúbica de concreto y de la combinación más conveniente y económica de los mismos es obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia necesaria para colocarlo adecuadamente en los moldes, y que endurecido cumpla con las propiedades deseadas. A este proceso se le conoce como “diseño de la mezcla” o “selección de las proporciones de la mezcla”. Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus materiales

componentes, pudiendo ser mejor comprendidas si se analiza la naturaleza del concreto. (Rivva, diciembre 2008)

1.2.2. Concreto Autocompactante.

El concreto autocompactante es una mezcla capaz de fluir y llenar cualquier parte del encofrado, atravesar zonas con alta densidad de refuerzo de acero u otros obstáculos, solo bajo la acción de su propio peso, sin método de compactación externo alguno y sin mostrar indicios de segregación y/o bloqueo.

Debido a que para lograr dicho comportamiento especial es necesario la inclusión de materiales distintos a los tradicionales, tales como los aditivos, el concreto autocompactante sería catalogado como un concreto de alto desempeño, con todos los cuidados y beneficios que eso origina.

Con este tipo de concreto se lograría:

- Eliminar las labores de vibrado durante el vaciado del concreto
- Incremento de productividad.
- Ahorro en costos por re-trabajos en elementos estructurales que fueron mal vibrados al utilizar concretos convencionales.
- Un ambiente de trabajo más agradable debido a la reducción del ruido provocado por equipo de vibrado.
- Colocar concreto en lugares de difícil acceso y obtener una superficie de excelente calidad en el elemento vaciado.
- Mejoras en la impermeabilidad del concreto y con ello mayor durabilidad debido a la ausencia de segregación y al uso de altas cantidades de material muy fino que logra un elemento de concreto compacto.

Historia

A continuación, se presenta un recorrido cronológico sobre los hitos que han marcado la evolución de los concretos, realizado por José García y Pere Borralleras, cabe destacar que en España se denomina hormigón al concreto.

Año: 1955: Hormigón vibrado convencional

Durante estos tiempos se empezaron a *utilizar los fluidificantes basados en lignosulfatos, sin apenas purificar, procedentes de Jos residuos industriales de la fabricación del papel.* Su *rendimiento era aceptable (8% de reducción de agua de amasado) aunque con efectos secundarios negativos notables. Los aireantes de resina Vinsol saponificada también entraron en estos* años, *pero también con* efectos *secundarios negativos. El grupo MBT marcó un paso adelante con su plastificante en polvo Pozzolith 8, de bastante mejor calidad que los convencionales de la época, pero aun así no exento de efectos secundarios.*

En las *obras* se *"peleaba" milímetro* a *milímetro la consistencia del hormigón en el Cono de Abrams.* Más *cono, más agua y evidentemente* menos *calidad. El cono era el parámetro* más *llamativo e inmediatamente relacionado con la calidad del hormigón.*

Dada su normalmente consistencia seca, *la calidad del hormigón colocado en obra (de forma lenta y laboriosa) dependía fundamentalmente de la ejecución. Consecuentemente, los errores de ejecución eran excesivos, del 40%. Según el boletín del GEO, N°10 de 1992, la encuesta sobre patología del hormigón daba la siguiente distribución de errores:*

- *Ejecución 40%*
- *Proyecto 25%*
- *Acciones imprevistas 18%*
- *Materiales 17%*

Año: 1970: Hormigón autonivelante y hormigón de alta resistencia

Se comenzaron a utilizar en la obra civil los primeros superfluidificantes procedentes de Japón y Alemania. Los superplastificantes basados en formaldehído naftaleno sulfonados se desarrollaron en Japón, con resultados espectaculares (el mítico Mighty). También se introdujeron /as melaminas alemanas (los excelentes aditivos Melmet y Melcret, aún gama esencial dentro de la gama de superplastificantes actuales relacionados con el mundo del hormigón).

Una de las primeras obras relevantes de edificación en la que se empleó hormigón autonivelante en España fue la Torre Europa (1982 en Azca, Madrid). En su cimentación, muy armada, se utilizó hormigón autonivelante (consistencia fluida en el cono de Abrams). El resultado fue espectacular por la calidad del propio hormigón. Una reducción del agua de amasado del orden del 25%, sin efectos secundarios negativos y por la rapidez, facilidad y garantía en la ejecución.

En esta *obra se utilizó el mismo aditivo superplastificante 1 reductor de agua de alta actividad (basado en condensados de formaldehído naftaleno su/tonado) para la consecución de hormigón de elevadas prestaciones en la construcción de los pilares.*

*Con la entrada de los aditivos superplastificantes se redujeron considerablemente l*os *errores de ejecución y* se *mejoró*

enormemente la calidad del hormigón. La calidad del hormigón ya no dependía de su consistencia, sino de la relación a/c. En consecuencia, el cono de Abrams comenzó a *perder protagonismo y quedó solamente como medida de control de obra.*

Hormigón Autocompacto (HAC)

Son *conocidos ya* /os *parámetros que influyen en la durabilidad del hormigón, y del mismo modo, que las exigencias sobre la confección de estructuras y elementos* más *durables, aumentan progresivamente.*

La durabilidad del hormigón depende en primer grado de la formulación de éste.

En este sentido, los parámetros básicos son la relación ale y la cantidad de cemento. Estos parámetros son controlables en el diseño de la mezcla y, por lo tanto, en cierta manera, previsibles. En segundo plano aparece el factor puesto en obra. Sin duda alguna, una perfecta formulación del hormigón puede perder todas sus propiedades debido a una mala puesta en obra (desde la adición de agua en el camión hasta un defectuoso o incluso excesivo vibrado). En consecuencia, la durabilidad del hormigón depende también, e incluso en mayor medida, de su puesta en obra. El problema de este aspecto es que, a diferencia del diseño de la mezcla, es un parámetro no controlable y ni mucho menos previsible. La ejecución queda en manos del operario de la obra, que en la mayoría de ocasiones no entiende o no conoce /os parámetros que pueden afectar positivamente o negativamente /as propiedades del hormigón que manipula. En resumen, la durabilidad del hormigón se ve altamente afectada por las características de la puesta en obra.

*En otro contexto, l*as *exigencias de la mejora de l*as *condiciones ambientales de obra también aumentan progresivamente. Eliminar* los *ruidos producidos por el vibrador* es *un aspecto* a *considerar, tanto para l*os *operarios de la obra como para el entorno.*

Reflejado el panorama, la solución debería ser un hormigón cuyas propiedades quedaran garantizadas única y exclusivamente en el momento de su diseño, independientemente de su ejecución. Esto sería una garantía de calidad y seguridad. Así pues, los últimos desarrollos en la tecnología del hormigón se han centrado en la elaboración de hormigones autocompactables, que gracias al avance de la química implicada en la construcción han permitido el nacimiento de lo que hoy nombramos hormigón autocompacto, el cual permite ser colocado en obra sin la necesidad de vibradores, eliminando definitivamente este factor que tanto afecta a la calidad y durabilidad como es la puesta en obra.

En 1989, el profesor Ozawa introdujo el término "Self Compating Concrete", en el Congreso de Ingeniería Estructural de East Asia en Singapur, abriendo una nueva puerta a la tecnología del hormigón, de contrastadas posibilidades de futuro… "

1.2.3. REOLOGÍA DEL CONCRETO.

Definición

En el campo de la reología se examina el comportamiento de los cuerpos sólidos, líquidos e intermedios, que se deforman y fluyen por efecto de las fuerzas que actúan en ellos, es decir, cuerpos que tiene cierta plasticidad.

Las propiedades reológicas del concreto son importantes para la industria de la construcción porque la mezcla será colocada en su estado plástico.

Desafortunadamente, debido a la composición compleja de los materiales, especialmente en los concretos de alto desempeño, no existe un método definido para predecir el flujo del concreto a partir de sus componentes. Usualmente los parámetros reológicos no son de fácil medición, debido al amplio rango de tamaños de partículas encontradas en la mezcla de concreto (desde 1μm para los granos de cemento hasta 25mm en los agregados gruesos e incluso mayores tamaños).

1.2.3.1. Reología de fluidos y Suspensiones.

El concreto, el mortero y la pasta son materiales formados de la mezcla de varios componentes (agua, cemento, agregados, aditivos, etc.). Se puede decir que el concreto es una suspensión de partículas sólidas (agregados) en un líquido viscoso (pasta de cemento) que también es una suspensión, es decir el concreto es una suspensión dentro de otra. La pasta de cemento no es un fluido homogéneo, está conformado por una mezcla de partículas (granos de cemento) y liquido (agua).

Debido a que la pasta de cemento y el concreto en una escala mayor, se comportan como un fluido, entonces la ecuación (01) es aplicable. Si una fuerza cortante es aplicada a un líquido, una gradiente de velocidad es inducida *(Gráfico N° 01).* El factor que relaciona el esfuerzo cortante con la gradiente de velocidad es denominado viscosidad. La gradiente de velocidad (dv/dy) es igual a la tasa de deformación aplicada o velocidad angular (γ), ellas expresan la velocidad de cambio dividida por la distancia sobre la cual ocurre dicho cambio. Los fluidos que tienen este comportamiento se denominan Newtonianos.

$$\frac{F}{A} = \tau = \eta\gamma = \eta\frac{dv}{dy} \quad \text{...Ec. 01}$$

$\eta =$ Viscocidad

$\gamma =$ Tasa de deformación angular o velocidad angular (strain rate)

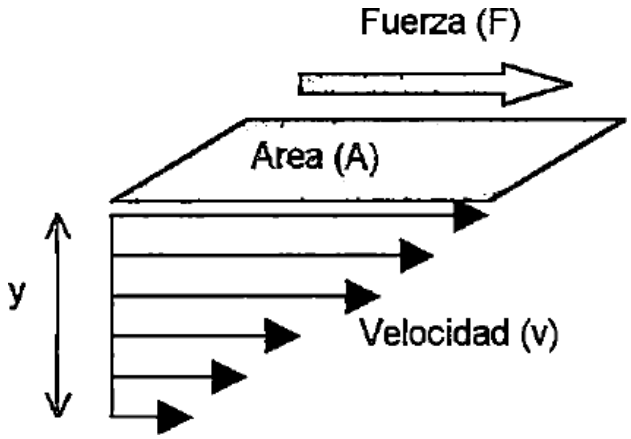
$\frac{dv}{dy} =$ Gradiente de velocidad

$\tau =$ Esfuerzo cortante

$F =$ Fuerza cortante

$A =$ Área paralela al plano de aplicación de la fuerza

Gráfico N° 01. **Comportamiento de un fluido Newtoniano**



No todas las suspensiones se comportan como un fluido Newtoniano, existen varias como la pasta de cemento y el concreto, que incluyen un nuevo factor en la ecuación que representa su comportamiento reológico, este factor es denominado Esfuerzo de Fluencia *(Yield Stress)* y se define como el esfuerzo necesario que se debe aplicar a un material para que inicie su movimiento *(ver ec.2).* A este tipo de fluidos se les denomina fluidos Bingham.

$$\tau = \tau_0 + \eta\gamma = \tau_0 + \eta\frac{dv}{dy} \quad \text{...Ec. 02}$$

$\eta =$ Viscocidad

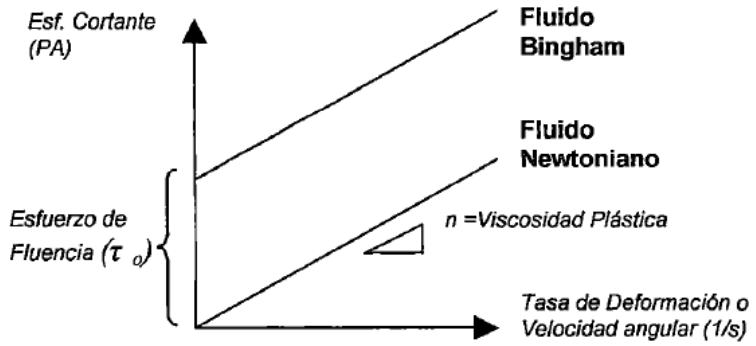
$\gamma =$ Tasa de deformación aplicada o velocidad angular

$\frac{dv}{dy} =$ Gradiente de velocidad

$\tau =$ Esfuerzo cortante

$\tau_0 =$ Esfuerzo de fluencia

Gráfico N° 02. **Modelo de Bingham (Koehler 2005)**



Se puede notar en la gráfica anterior que la principal diferencia entre los líquidos newtonianos y los Bingham es el punto de intersección con el eje de los esfuerzos cortantes.

1.2.3.2. Reología de la Pasta de Cemento

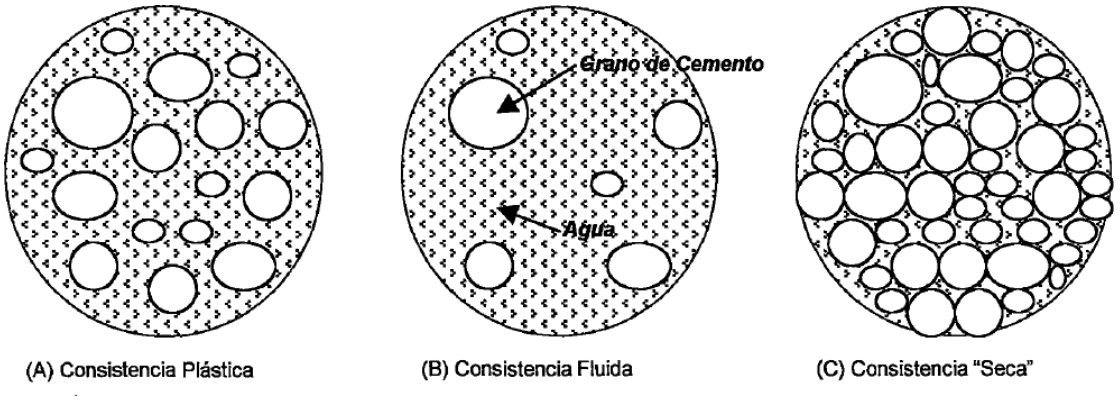
La pasta de cemento es una suspensión de granos de cemento en un medio acuoso (agua), en tal situación el comportamiento reológico de este material dependerá básicamente de la interacción entre los granos y el agua.

Si se mantiene constante una dosificación de cemento y variamos la cantidad de agua, se puede distinguir tres estados claramente

diferenciados por la separación entre los granos de cemento y las fuerzas que predominan entre ellos (atracción molecular, capilar, repulsión electrostática, fuerza de gravedad, etc.).

En el gráfico N° 03 se puede observar la distribución de los granos de cemento en un medio acuoso. El primero de estos estados (A) le corresponde a la pasta de cemento que posee una cantidad de agua suficiente de tal manera que la separación entre granos produzca un equilibrio en las fuerzas que aparecen entre ellos y así producir un material de consistencia plástica que corresponde a la mayoría de los concretos convencionales. En el segundo estado (B) el incremento en la presencia de agua, para la misma cantidad de cemento, genera espacios mayores entre los granos, por ello la mayoría de las fuerzas de atracción y repulsión disminuyen considerablemente o desaparecen, solo actúan con igual intensidad las fuerzas de gravedad por lo que la tendencia a la sedimentación de los granos se incrementa; en este estado la pasta prácticamente carece de plasticidad y llega a ser simplemente una lechada fluida de cemento. El tercer caso (C) corresponde a una pasta con menor cantidad de agua para la misma dosificación de cemento, las distancias entre granos son menores incrementándose las fuerzas de intermoleculares de atracción, incluso se produce contacto directo entre granos limitando la movilidad de estos; la mezcla resulta rígida y muy cohesiva.

Gráfico N° 03. **Distribución de un grano de cemento acuoso.**



Del análisis de los tres casos anteriores se puede deducir que el incremento de agua lleva consigo a un incremento de fluidez y pérdida de cohesión, por otro lado, la poca presencia de este material origina pastas de cemento muy cohesivas y con poca deformación. La pasta de cemento debe tener la suficiente cantidad de agua que asegure la adecuada trabajabilidad del concreto y elimine la posibilidad de segregación, para ello la dosificación de agua óptima se obtiene en los ensayos de concreto durante el diseño de mezcla.

Es sabido, que la resistencia del concreto al estado endurecido depende, entre varios factores, de la cantidad de cemento presente en la mezcla, así como también de la relación agua/cemento (a/c), el primero de ellos debe incrementar su presencia y el segundo disminuir su valor para lograr resistencias más altas. Se puede notar entonces que la clave para lograr mayores resistencias es aumentar la cantidad de cemento y disminuir la presencia de agua. En tales condiciones se llegaría a una relación a/c en el que la consistencia de la mezcla sería muy seca *(caso* C *del Gráfico N° 03)* y por lo tanto no recomendable para trabajar. Aparece entonces un límite inferior para la relación a/c y con ello una resistencia máxima que no podrá ser superada

utilizando los materiales normales para la fabricación del concreto (cemento, agua, agregados).

Si se requiere resistencias mayores se necesitaría de algún material que generé la misma consistencia plástica en el concreto a pesar de las altas cantidades de cemento y poca presencia de agua, estos materiales son los aditivos plastificantes o superplastificantes llamados también reductores de agua, que disminuyen la tensión superficial del agua (decrecen las fuerzas de atracción capilar), incrementan las fuerzas de repulsión electrostáticas (aumenta la dispersión) y reducen la fricción entre los granos de cemento formando una película lubricante alrededor de cada uno de ellos. Los aditivos mencionados reducen la cohesión de la mezcla a niveles aceptables y aumentan la dispersión en los granos de cemento, indirectamente se produce una caída en el esfuerzo de fluencia y se obtienen mezclas menos viscosas y con mayor aptitud para deformarse y fluir.

El aditivo superplastificante puede ser usado de tres maneras: 1) como reductor de agua, para lograr relaciones a/c bajas y con ello resistencias mecánicas elevadas; 2) como fluidificante, para incrementar la fluidez de la mezcla de concreto sin adicionar agua y por lo tanto conservando la resistencia mecánica que se había planeado y además eliminado la posibilidad de segregación en el concreto o sedimentación en la pasta de cemento; 3) como combinación de reductor de agua y fluidificante.

1.2.3.3. Reología de la Mezcla de Concreto

Es claro que el comportamiento reológico de la pasta de cemento no necesariamente será igual al que demuestre la mezcla de concreto. Investigaciones realizadas demuestran que no existe relación lineal entre los parámetros reológicos de la pasta de cemento y el concreto, se atribuye dicha variación al amplio rango de tamaños de las partículas que interviene en la mezcla de concreto, además se asegura que los datos obtenidos en laboratorio tienen cierta variación debido a las condiciones que se experimenta en obra como la temperatura, energía de compactación, humedad ambiental, etc., por ello la pasta de cemento debe ser ensayada en las mismas condiciones a la que estará sometida el concreto. La mezcla de concreto también puede ser sometida a ensayos en viscosímetros de laboratorio, con los que se puede obtener los verdaderos parámetros reológicos (esfuerzo de fluencia y viscosidad). Dicha labor involucra una dependencia del laboratorio y de un equipo muy costoso que no puede ser obtenido fácilmente, además de la imposibilidad de utilizarlo para controlar los parámetros reológicos en obra. Por lo tanto, surge la necesidad de relacionar los resultados obtenidos en laboratorio con los obtenidos en ensayos simples que puedan ser fácilmente ejecutados en campo, como el ensayo de asentamiento.

Los ensayos que existen actualmente para medir indirectamente la viscosidad y el esfuerzo de fluencia generalmente miden solo uno de los parámetros reológicos, muy pocos se han modificado con la finalidad de medir los dos parámetros. El comportamiento reológico de una mezcla de concreto puede ser expresado cuando se habla de la trabajabilidad de la mezcla, que, según el ACI, es aquella propiedad del concreto fresco o mortero que determina la facilidad y homogeneidad con que ésta puede ser mezclada, vaciada, compactada y acabada.

Los *concretos autocompactantes* son mezclas de excelente trabajabilidad, para ello deben poseer baja viscosidad y esfuerzo de fluencia, acompañados de una buena cohesión. Este efecto no puede ser logrado en los concretos convencionales que no utilizan ningún tipo de aditivo, porque en ellos la viscosidad es directamente proporcional a la cohesión de la mezcla, es decir al

buscar un concreto fluido, mediante adición de agua, disminuimos la viscosidad de la mezcla y también la cohesión, con ello aumenta la tendencia a la segregación. El uso de un aditivo superplastificante es necesario para la generación de mezclas de concreto autocompactante. Este material tiene la propiedad de disminuir considerablemente la viscosidad y el esfuerzo de fluencia, sin embargo, la cohesión de la mezcla permanece inalterable o sufre cambios que pueden ser tolerables.

1.2.4. MATERIALES A EMPLEAR

1.2.4.1. Cemento

El cemento es el componente más importante y activo del concreto, por ello y recordando que las propiedades del concreto dependen tanto de la calidad como de la cantidad de sus componentes, la selección y empleo adecuado del cemento son fundamentales para obtener en forma económica, las propiedades deseadas para una mezcla dada.

El cemento es aquel que pertenece al grupo de materiales de construcción denominado aglomerante hidráulico, que comprende aquel que se endurecen mezclados con el agua y al mismo tiempo resisten la acción de esta. En nuestro mercado existen gran variedad de cementos para ser empleados por el usuario y todos ellos

proporcionan los niveles de resistencia y durabilidad requeridos en obras usuales. (Abanto, 2005)

1.2.4.1.1. El cemento Portland

El cemento Portland es un material pulverulento muy fino, de color grisáceo, que se compone principalmente de silicatos de calcio y aluminio. Se admite la adición de otros productos siempre que no excedan el 1% en peso del total y que la norma correspondiente determine que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante.

Los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. Las materias primas normales a partir de las que se fabrica son las calizas que proporcionan el CaO, y arcillas o pizarras que proporcionan el SiO2 y el Al2O3. Estos materiales se muelen, mezclan, funden hasta formar Clinker en un horno, en o en bolsas que contienen 42.5kg de cemento. (Prof. Winter & Nilson, 2005)

1.2.4.1.2. Tipos de cemento

La totalidad de los cementos empleados en el Perú son cementos Portland tal como los especifica la norma ASTM C 150; o cementos combinados, de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C 595.

De acuerdo a lo recomendado por la norma ASTM C 150, los cinco tipos de cementos Portland normal que pueden ser clasificados como estándar y cuya fabricación está formada por requisitos específicos son:

- Tipo I: De uso general, donde no se requiere propiedades especiales. Se usa donde el cemento o el concreto no está sujeto al ataque de factores específicos, como los sulfatos del suelo o del agua, o elevaciones perjudiciales de temperatura, debido al calor generado por la hidratación. Entre sus usos se incluyen pavimentos y aceras, edificios de concreto reforzado, puentes, estructuras para ferrocarriles, tanques y depósitos, alcantarillas, tuberías para agua, etc.

- Tipo II: De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Especialmente adecuados para ser empleados en estructuras en ambientes agresivos y/o vaciados masivos. En estructuras de drenaje en las que las concentraciones de sulfatos en las aguas subterráneas son algo más elevadas que lo normal, pero normalmente no muy graves. Es recomendable en estructuras de gran masa, como las grandes pilas, estribos gruesos, y muros de contención gruesos. Con su empleo se disminuye al mínimo la elevación de temperatura, lo que es especialmente importante cuando el concreto se utiliza en climas cálidos.

- Tipo III: De desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Especiales para uso en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicios de las estructuras, desencofrar rápidamente, o para uso en climas fríos al permitir disminuir el periodo de curado. Se estima que pueden proporcionar el endurecimiento del concreto mejor y/o más económicamente.

- Tipo IV: De bajo calor de hidratación, este cemento debe emplearse donde el grado y la cantidad de calor generado se debe reducir al mínimo recomendable para concretos masivos. Sus propiedades son las necesarias para emplearse en estructuras de

concreto de gran masa, como grandes presas de gravedad, en las que la elevación producida en la temperatura por el calor generado durante el endurecimiento es un factor crítico (no se fabrica en el Perú).

- Tipo V: Recomendables para ambientes muy agresivos por su alta resistencia a los sulfatos. Y se emplea únicamente en aquellos casos en que la concentración de sulfatos es mayor a 10,000 ppm, recomendándose su empleo conjuntamente con una adición puzolánicas. Su resistencia aumenta más lentamente que el cemento Tipo I o Normal.

1.2.4.2. Agregado fino

El agregado fino es aquel que pasa el tamiz 3/8" (9.51mm) y es retenido en el N° 200 (0.074mm), además debe cumplir con los límites establecidos en la norma NTP (Norma ASTM C 33, NTP 400.037).

No existen limitaciones en cuanto a la naturaleza del agregado fino, se debe emplear arenas continuas sin cortes en la granulometría y preferiblemente naturales. Es preferible un cierto aporte de finos de las arenas para reducir la demanda de adicción y cemento.

El agregado podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias; de perfil preferentemente angular, duras, compactas y resistentes; libres de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto. (Rivva, Naturaleza y Materiales del Concreto, diciembre 2000)

Dentro de los dos tipos de arenas que se tienen, es decir, rodada o machacada, son las primeras las que favorecen la trabajabilidad del concreto debido a su menor relación superficie/volumen; en cambio las arenas de machaqueo incrementan la fricción de la mezcla lo que implica tener que añadir más agua o aditivo superplastificante para conseguir los mismos resultados que con las primeras (ACI 2007).

1.2.4.3. Peso Unitario (NTP 400.017), (ASTM C - 128)

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos, al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo. La norma ASTM C-29, define el método estándar para evaluarlo, en la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8” en 3 capas. El valor obtenido, es el que se emplea en algunos métodos de diseño de mezclas para estimar las proporciones y también para hacer conversiones de dosificaciones en peso a dosificaciones en volumen. Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m3.

1.2.4.4. Peso específico y absorción (NTP 400.022), (ASRM C - 128)

El peso específico, gravedad específica o densidad real es la relación entre el peso del material y su volumen. Su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. El peso específico de las arenas varía entre 2.5 y 2.7 gr/cm3; las arenas húmedas con igual volumen aparente pesan menos que las secas debido a que recubren de una película de agua que la hace ocupar mayor volumen. El volumen de huecos de una arena natural oscila entre un mínimo de 26% para las arenas de

granos uniformes y hasta de 55% para las de granos finos (BENITES ESPINOZA, 2011).

Porcentaje de absorción:

Es la cantidad de agua total que el agregado puede absorber de la condición seca a la condición saturado superficialmente seco en relación con el peso de la muestra seca y es expresado en porcentaje. Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, por lo que es necesario tenerlo siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

$$Porcentaje\ de\ Absorción = \frac{(500 - A)}{A} * 100$$

donde:

$A =$ Peso de la arena seca (g)

1.2.4.5. Contenido de humedad (NTP 339.185), (ASTM C - 566)

Diferencia entre el peso del agregado fino natural y el peso del agregado secado en horno a 100 - 110 °C por un periodo de 24 horas, multiplicado por 100. Físicamente es la cantidad de agua que contiene el agregado fino.

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

donde:

$H =$ Contenido de humedad (%)

$A =$ Peso de la muestra húmeda (gr)

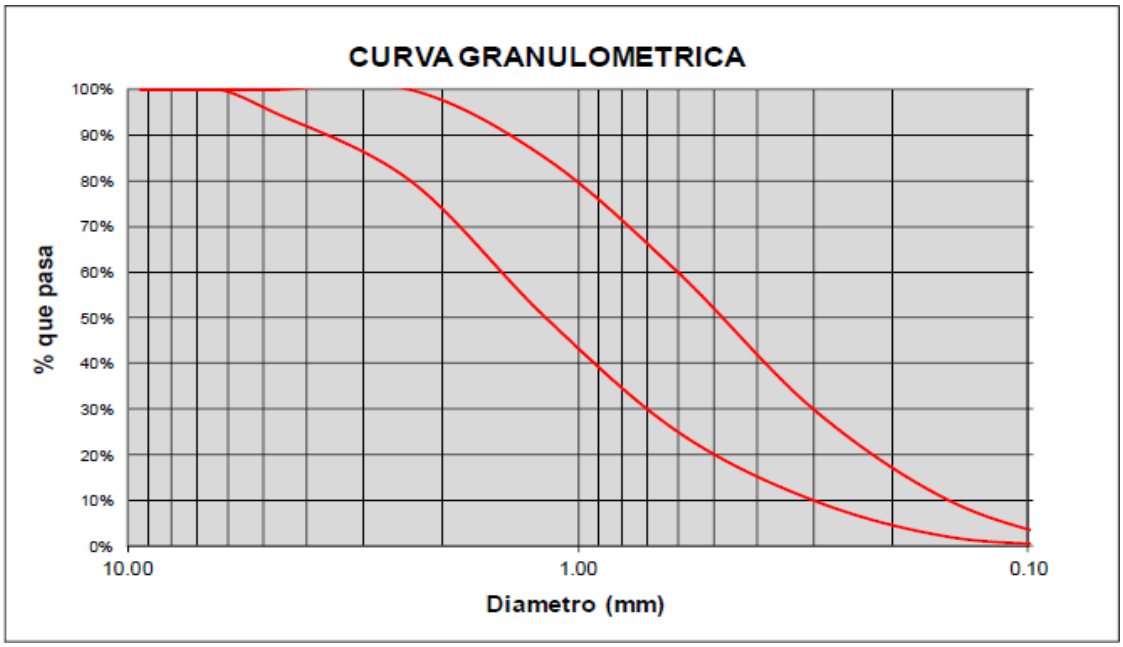
$B =$ Peso de la muestra seca (gr)

1.2.4.6. Granulometría del agregado fino (NTP 400.012)

La granulometría es la distribución de tamaños de las partículas de arena. La distribución del tamaño de partículas se determina por separación con una serie de mallas canalizadas. Las mallas normalizadas utilizadas para el agregado fino son las N°4, 8, 16, 30, 50 y 100.

El Reglamento Nacional de Edificaciones especifica la granulometría de la arena en concordancia con las normas, del ASTM. El control de la granulometría se aprecia mejor mediante un gráfico, en la que las ordenadas representan el porcentaje acumulado que pasa la malla, y las abscisas, las aberturas correspondientes. La Gráfica N° 04 representa las curvas envolventes de la norma. (Abanto, 2005). La norma ASTM, exceptúa los concretos preparados con más de 300 kg/m3 de los porcentajes requeridos para el material que pasa las mallas Nº50 y Nº100 que en este caso puede reducirse a 5% y 0% respectivamente. Esta posición se explica porque el mayor contenido de cemento contribuye a la elasticidad del concreto y la compacidad de la pasta, función que cumple el agregado más fino.

Gráfico N° 04. **Curvas envolventes de la norma ASTM.**
Fuente: Ing. Abanto, F. (2005). Tecnología del Concreto.



Los límites de distribución granulométrica según la Norma Técnica NTP 400.037 y la Norma ASTM C – 33, se muestra en la tabla siguiente:

Tabla N° 01. Límites granulométricos según NTP 400.037

Malla	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 – in)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	5 a 30
150 µm (N° 100)	0 a 10

Fuente: NTP 400.037

1.2.4.7. Módulo de finura (NTP 400.011)

En la búsqueda de caracterizaciones numéricas que representaran la distribución volumétrica de las partículas de agregados, se definió hace muchos años el módulo de fineza. Es un concepto sumamente importante establecido por Duff Abrams en el año 1925 y se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie standart hasta el tamiz Nº100 y esta cantidad se divide entre 100. El sustento matemático del módulo de fineza reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de partículas de una cierta distribución granulométrica. La base experimental que apoya al concepto de módulo de fineza es que granulometrías que tenga igual M.F. independientemente de la gradación individual, requiere la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de similar plasticidad y resistencia lo que lo convierte en un parámetro ideal para el diseño y control de mezclas. (Pasquel, noviembre 1998).

También podemos definir que es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario. El módulo de fineza no distingue las granulometrías, pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos.

1.2.4.8. Material que pasa la malla N° 200 (NTP 400.018)

La ASTM C-117 establece límites para las sustancias perjudiciales; así, por ejemplo, con relación al material más fino que pasa la malla N° 200 indica que éste tiene trascendencia entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia; por otro lado, las mezclas requieren una mayor cantidad de agua, por lo que se acostumbra limitarlos entre el 3% al 5%, aunque valores superiores hasta del orden del 7% no

necesariamente causarán un efecto pernicioso notable que no pueda contrarrestarse mejorando el diseño de mezclas, bajando la relación agua/cemento y/o optimizando la granulometría (BENITES ESPINOZA, 2011).

Material constituido por arcilla y limo que se presenta recubriendo el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezclado con la arena. En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla; en consecuencia, el ensayo permite determinar, en porcentaje, la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado pétreo.

1.2.5. Aditivos

Definición

Los aditivos son ingredientes del concreto o mortero que además del agua, agregados, cemento hidráulico y en algunos casos fibra de refuerzo, son adicionados son adicionados a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado. (Hernández, 2010).

Se utilizan con el objetivo de modificar las propiedades del concreto o mortero en estado fresco, durante el fraguado o en estado endurecido, para hacerlo más adecuado según el trabajo o exigencia dad y para que cumpla los requisitos y especificaciones particulares de cada tipo de estructura. Las características logradas mediante el uso de los aditivos, que en muchos casos no se pueden lograr por otros métodos o en forma tan económica son las siguientes:

- Reducción del costo de la construcción de concreto.

- Aumentar las especificaciones del concreto.
- Asegurar la calidad del concreto en condiciones ambientales severas durante las etapas de mezclado, transporte, colocación y curado.

La existencia del aditivo depende del tipo, la marca, la cantidad de cemento, la cantidad de agua, granulometría, proporción de los agregados, el tiempo de mezclado, el asentamiento y las temperaturas del concreto y del aire.

1.2.5.1. Propiedades del concreto con aditivos

Usualmente el concreto con aditivos es más durable, resistente y la experiencia indica que se agrieta menos que un concreto que no lo incluya. Las propiedades que se pueden modificar en el concreto fresco, durante el fraguado y en estado endurecido se enumeran a continuación:

En estado fresco

- Incremento de la manejabilidad para el mismo contenido de agua o disminución del contenido de agua para la misma manejabilidad.
- Reducción de la segregación por mayor cohesividad de la mezcla.
- Aumento de la bombeabilidad, lo que implica menor precisión de bombeo para un mismo flujo.
- Incremento del tiempo de manejabilidad.

1.2.5.2. Clasificación de los aditivos.

Una clasificación de aditivos en función de sus efectos no es fácil debido a que ellos pueden ser clasificados genéricamente o con relación a los efectos característicos derivados de su empleo; pueden

modificar más de una propiedad del concreto; así como a que los diversos productos existentes en el mercado no cumplen las mismas especificaciones. En las clasificaciones que a continuación se presentan, aquellos aditivos que poseen propiedades identificables con más de un grupo son considerados en aquel que identifica a sus efectos más importantes, de acuerdo con la norma ASTM C 494, los aditivos se clasifican en:

Tipo A Reductores de agua.

Tipo B Retardadores de fragua.

Tipo C Acelerantes.

Tipo D Reductores de agua-retardadores de fragua.

Tipo E Reductores de agua-acelerantes.

Tipo F Súper reductores de agua.

Tipo G Súper reductores de agua - acelerantes.

1.2.6. Agua

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr:

a. La formación de gel
b. Permitir que el conjunto de la masa adquiera las propiedades que:

- En estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma; y
- En estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas.

Como requisito de carácter general y sin que ello implique la realización de ensayos que permitan verificar su calidad, Se podrá emplear como aguas de mezclado aquellas que se consideren potables, o las que por

experiencia se conozca que pueden ser utilizadas en la preparación del concreto. (RIVVA / Naturaleza y Materiales del Concreto, 2004).

Debe recordarse que no todas las aguas que son adecuadas para beber son convenientes para el mezclado y que, igualmente, no todas las aguas inadecuadas para beber son inconvenientes para preparar concreto. En general,

dentro de las limitaciones que en las diferentes secciones se han de dar, el agua de mezclado deberá estar libre de sustancias colorantes, aceites y azúcares. (RIVVA / Naturaleza y Materiales del Concreto, 2004).

1.2.6.1. Requisitos de calidad

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia, potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisible para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. A continuación, se presenta, en partes por millón, los valores aceptados como máximos para el agua utilizada en el concreto.

Cloruros……..300 ppm.

Sulfatos……..300 ppm.

Sales de magnesio…….. 150 ppm.

Sales solubles totales…….. 500 ppm.

pH……... mayor de 7.

Sólidos en suspensión…….. 1 500 ppm.

Materia orgánica……. 10 ppm.

1.2.7. PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

1.2.7.1. Peso Unitario (NTP 339.046)

El peso unitario es el peso del concreto por metro cúbico para cada relación agua cemento.

$$\boldsymbol{f = \frac{100}{W_a} \quad P.U = f * W_c}$$

donde:

$f =$ Factor de calibración del recipiente (1/m3)

$W_a =$ Peso del agua en kg

$PU =$ Peso unitario del concreto (kg/m3)

$W_c =$ Peso del concreto fresco (kg)

Se define como densidad del concreto a la relación del volumen de sólidos al volumen total de una unidad cúbica. Puede también entenderse como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido.

El peso unitario del concreto es el peso varillado de una muestra representativa del concreto. Se expresa en kilos por metro cúbico. La gravedad específica y la cantidad de cada agregado deberán afectar el peso unitario resultante de la mezcla fresca. Con agregados de alta porosidad el peso unitario del concreto puede variar dependiendo de si la absorción ha sido satisfecha por pre humedecimiento del agregado antes de la dosificación. (RIVVA / Naturaleza y Materiales del Concreto, 2004).

Las variaciones en las propiedades del agregado pueden afectar el peso unitario y la densidad del concreto en forma diferente. Se puede tener modificaciones en el peso unitario del agregado las cuales incrementen o disminuyan el peso unitario del concreto sin afectar la densidad del mismo. (RIVVA / Naturaleza y Materiales del Concreto, 2004).

1.2.7.2. Rendimiento (NTP 339.046)

El objetivo es obtener el rendimiento del concreto por bolsa de cemento, se expresa en metros cúbicos.

$$\boldsymbol{\gamma = \frac{V_h}{N}}$$

donde:

$\gamma =$ Rendimiento (m3)

$V_h =$ Volumen de concreto (m3)

$N =$ Número de bolsas de cemento (kg)

$$\boldsymbol{V_h = \frac{N * P_c + P_{a.f} + P_{a.g} * P_a}{P_u}}$$

donde:

$P_c =$ Peso de la bolsa de cemento (kg)

$P_{a.f} =$ Peso del agregado fino (kg)

$P_{a.g} =$ Peso del agregado grueso (kg)

$P_a =$ Peso del agua (kg)

$PU =$ Peso unitario del concreto (kg/m3)

1.2.7.3. Contenido de aire (NTP 339.046)

Una cantidad significativa de material que pase la malla Nº 200 (74 um), especialmente en la forma de arcilla, puede reducir el contenido de aire en el concreto y obligar a que se emplee más aditivo incorporador de aire para obtener los mismos resultados.

El incremento de los tamaños menores del Nº 100 ó Nº 200 en el agregado fino requiere un aumento en el dosaje del aditivo incorporador de aire para obtener el contenido de aire requerido y producir burbujas pequeñas y un mejor sistema aire-vacíos con un bajo factor de espaciamiento. Inversamente, un incremento de material en las mallas Nº 30 a Nº 50 deberá disminuir la cantidad de aditivo incorporador de aire requerida para obtener el mismo contenido de aire.

1.2.7.4. Asentamiento (NTP 339.077), (ASTM C - 232)

La consistencia es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose por ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación. La consistencia está relacionada pero no es sinónimo de trabajabilidad. Una mezcla trabajable para pavimentos puede tener una alta consistencia que la hace difícil de trabajar en columnas o placas. Inversamente, una mezcla cuya consistencia la hace adecuada para vigas o columnas puede ser excesivamente trabajable para estructuras masivas.

La consistencia de una mezcla es función de su contenido de agua y de la granulometría y características físicas del agregado, las que determinan la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia determinada.

1.2.7.5. Temperatura del concreto (NTP 339.184), (ASTM C - 1064)

La temperatura del concreto al ser mezclado es influenciada por la temperatura y calor específico de los materiales constituyentes. Por ello, el agregado al estar presente en la mezcla en el volumen más importante, puede tener un efecto sobre la temperatura del concreto. (RIVVA / Naturaleza y Materiales del Concreto, 2004).

En climas cálidos el riego de las pilas de agregado reduce la temperatura de éste y por ende la del concreto. En aquellos casos en que es necesario un concreto muy frío, el agregado grueso puede ser enfriado por inmersión en agua fría o por rociado de las pilas de agregado, de acuerdo a la recomendación ACI 305R.

En climas fríos el calentamiento del agregado puede ser necesario para obtener la temperatura deseada en el concreto, de acuerdo a las recomendaciones del ACI 306R. Los agregados congelados no deberán ser empleados en las mezclas de concreto. (RIVVA / Naturaleza y Materiales del Concreto, 2004).

1.2.8. PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

1.2.8.1. Ensayo a la compresión (NTP 339.034)

La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad. La resistencia a la compresión es una de las más importantes propiedades, del concreto endurecido,

siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo.

Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto. Objeto: La presente Norma establece el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas, moldeadas con hormigón o de testigos diamantinos extraídos de concreto endurecido. Se limita a concretos que tienen un peso unitario mayor de 800 kg/cm2.

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos o corazones en una velocidad tal que esté dentro del rango especificado antes que la falla ocurra. El esfuerzo a la compresión de la muestra está calculado por el cociente de la máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra.

$$\boldsymbol{R_c = \frac{4G}{\pi d^2}}$$

donde:

$R_c =$ Resistencia de rotura a la compresión (kg/cm2)

$G =$ Carga máxima de rotura (kg)

$d =$ Diámetro de la probeta cilíndrica (cm)

1.2.9. ENSAYO DE CONTROL DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

Los ensayos de control de la trabajabilidad de los concretos normales son obsoletos para este tipo de concreto. Por ello se han creado varios procedimientos de ensayos para medir, de alguna manera, las tres principales propiedades de los concretos autocompactantes. Es importante aclarar que ninguno de los métodos de ensayo ha sido

estandarizado y que aún continúan las investigaciones para establecer los ensayos que caractericen satisfactoriamente a los concretos autocompactantes mediante una norma.

Existen ensayos que utilizan modernos equipos de laboratorio, con ellos se pueden obtener los verdaderos factores (viscosidad y esfuerzo mínimo de fluencia) que caracterizan reológicamente a un concreto. De esa manera se obtienen las características propias de cada mezcla y con ello diferenciar definitivamente concretos que puedan ofrecer resultados similares en ensayos de campo como el asentamiento en el cono de Abrams. Algunas investigaciones tratan de encontrar relaciones entre los factores reológicos obtenidos con equipos sofisticados y ensayos que no requieran de costosos equipos de laboratorio y que puedan ser fácilmente ejecutados en obra.

Uno de los ensayos más importantes, utilizados actualmente para medir las propiedades de los concretos autocompactantes, son:

- Ensayo de extensión de flujo.

1.2.9.1. Ensayo de Extensión de Flujo (ASTM C - 1611)

El ensayo de Extensión de Flujo es uno de los métodos de ensayo más populares para evaluar las propiedades de los concretos autocompactantes debido a que el procedimiento es muy simple y el equipo necesario para realizarlo es el mismo cono de Abrams del ensayo de asentamiento.

El ensayo de extensión de flujo o escurrimiento en inglés *Slump flow* determina la fluidez o trabajabilidad mediante la prueba de flujo de

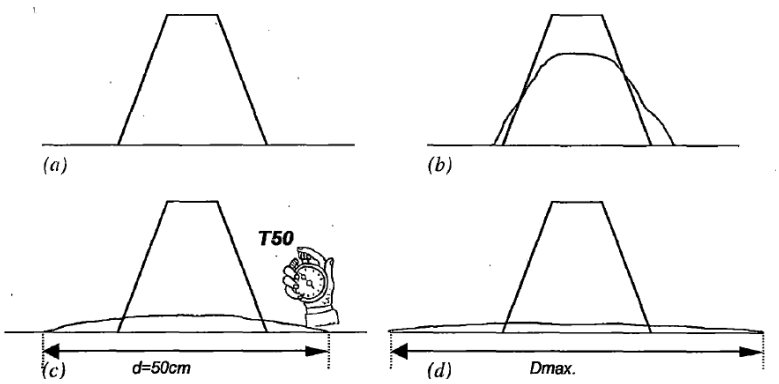
asentamiento, para determinar las características de flujo libre del concreto autocompactante. (Molina, 2014).

Este ensayo es usado para medir el flujo libre horizontal del concreto fresco en ausencia de obstáculos, por lo tanto, se refiere a la capacidad de la mezcla de fluir y llenar todos los espacios del encofrado, solo bajo la acción de su propio peso. *(filling ability).* La resistencia a la segregación puede ser notada visualmente, pero la capacidad de atravesar zonas con alta densidad de obstáculos no puede ser medida.

La información que se puede obtenerse de este ensayo es la siguiente:

- ***Dmax.*** (Diámetro máximo alcanzado por la mezcla al esparcirse), *ver Gráfico N° 05 (d)*
- **T50** (Tiempo que demora la mezcla en alcanzar 50 cm. de diámetro), *ver Gráfico N° 06 (c)*
- ***Grado de segregación*** (inspección visual)

Gráfico N° 05. **Ensayo de extensión de flujo**



El valor del diámetro máximo (Dmax.) es relacionado con la capacidad de deformación o de fluir del concreto fresco autocompactante. Podría considerarse correspondiente al esfuerzo de fluencia si la mezcla se comportara como un fluido Bingham.

El tiempo T50 proporciona información sobre la velocidad y viscosidad de la mezcla, a mayor tiempo menor velocidad y mayor viscosidad.

Las investigaciones reportan que para obtener un concreto con comportamiento autocompactante se recomienda que el valor de Dmax. debe ser como mínimo 650 mm. y el tiempo T50 deberá estar entre 2 y 5 seg. El ensayo de Extensión de Flujo es uno de los métodos más fáciles para medir por observación visual la resistencia a la segregación de una mezcla de concreto autocompactante, las características más resaltantes de los casos segregados son:

- Tendencia del agregado grueso a quedarse en el centro de la "torta" formada por la mezcla de concreto.
- En el perímetro se puede observar la presencia de pasta de cemento sin agregado grueso.
- La forma que adoptan las mezclas de concreto no segregadas mezclas segregadas la forma es irregular.

1.3. Definición de términos básicos

- Aditivo. Es un ingrediente añadido al concreto antes o después de realizarse el mezclado con la finalidad de mejorar sus capacidades, para que cumplan de acuerdo con las exigencias requeridas por obra. Su empleo está justificado pues con ellos se alcanzan propiedades mejoradas que no se podrían obtener de manera tradicional o si se obtuvieran serían por procesos poco económicos.

- Concreto. Es un compuesto de agregados grueso y fino, cemento, agua y en algunos casos aditivos. Cuyos elementos son dosificados mediante diseños de mezcla adquiriendo luego de su mezcla una consistencia plástica con capacidad de moldearse, adoptando cualquier forma y que luego al endurecerse y fraguarse adquiere una forma sólida capaz de resistir deformaciones por agentes externos.

- Concreto autocompactante. Es un tipo de concreto que no requiere del uso de fuerzas externas como el vibrado, sino que bajo la acción de su propio peso tiene la capacidad de consolidarse y autocompactarse, fluyendo a través de estructuras que presentan una gran densidad de acero sin que exista segregación de sus componentes, por consiguiente, al endurecerse se adquiere una uniformidad en toda la estructura.

- Reacción hidráulica. Reacción química por la presencia del agua, que puede permitir el endurecimiento del cemento y los materiales cementicios suplementarios. (López & Castro)

- Fraguado. La velocidad de fraguado de un cemento está limitada por la normativa mediante la definición de un periodo de tiempo que comienza

con el amasado y en el cual debe haberse producido el comienzo y el fin del fraguado.

- Agregado fino. Agregado artificial de rocas o piedras preveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa por el tamiz normalizado 9.5mm (3/8”) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037 (NTP 339.047).

- Diseño de mezcla. Definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas, y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y/o las especificaciones de la obra.

- Trabajabilidad del concreto. La trabajabilidad del concreto es una medida de la facilidad con la que se puede colocar y compactar el hormigón fresco: es un complejo de combinación de aspectos de fluidez, cohesión, transportabilidad, compactabilidad y adherencia. (EFNARC, 2002, p. 5)

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

Para mejorar las propiedades del concreto, ahora podemos añadir aditivos además de ajustar las proporciones de los agregados. Un tipo de aditivo prácticamente nuevo se basa en el policarboxilato, que se utiliza para aumentar la resistencia del concreto, así como sus propiedades mecánicas. La tecnología del concreto en ingeniería civil está desarrollando actualmente nuevas e innovadoras formas de tecnología que nos ayudan a aplicar y mejorar las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido.

En estructuras con encofrados muy estrechos o en áreas densamente armadas, el concreto generalmente presenta problemas de colocación, mala calidad de mano de obra en el vibrado, escasa trabajabilidad de algunas mezclas de concreto, rendimientos y malos entornos de trabajo, donde las soluciones actuales traen como consecuencia un aumento en el costo por reparaciones; invirtiendo en tiempo, personal y equipo, con tal magnitud que los métodos de vibración convencionales se han convertido en una dificultad para la elaboración de estas formas, ya que estos diseños estructurales demandan altas ductilidades generando elementos congestionados de acero de refuerzo.

Actualmente, el concreto es fundamental para diferentes tipos de construcciones, ofreciendo un crecimiento representativo, sin embargo, se ha podido apreciar en toda construcción local varios tipos de fallas en sus acabados, que al transcurrir los años tienden a dañarse. La importancia de esta investigación es fundamental para ampliar el conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto autocompactante haciendo

uso de aditivos de alto rango y agregado fino del cauce fluvial, ya que esto permitirá que el concreto cemento - arena sea fluido permitiendo la facilidad del vaciado sin necesidad de vibración para su colocación, así mismo evitar las fallas en estructuras de concreto mediante un control de calidad.

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

¿Cómo influye el uso del agregado fino del cauce fluvial y aditivo de alto rango en el comportamiento del concreto autocompactable cemento – arena en Iquitos 2024?

2.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera se evalúa la factibilidad técnica del concreto autocompactable cemento – arena, para su implementación en nuestro medio local, Iquitos?
- ¿Cómo se establece la dosificación óptima de aditivo de alto rango para llegar a los parámetros de extensión de flujo del concreto autocompactable cemento – arena?
- ¿Cómo es la influencia del agregado fino del cauce fluvial en el comportamiento reológico del concreto autocompactable cemento – arena?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Evaluar el diseño del concreto autocompactable cemento – arena, utilizando agregado fino del cauce fluvial (río amazonas) y aditivo de alto rango en estado fresco y endurecido en Iquitos, 2024.

2.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la factibilidad técnica del concreto autocompactable cemento – arena, para su implementación en nuestro medio local, Iquitos.
- Establecer la dosificación óptima de aditivo de alto rango para llegar a los parámetros de extensión de flujo del concreto autocompactable cemento – arena.
- Estudiar la influencia del agregado fino del cauce fluvial en el comportamiento reológico del concreto autocompactable cemento – arena.

2.4. Justificación de investigación

La creciente necesidad de proyectos de construcción en el país que requieren concreto con mejor trabajabilidad y fluidez hace imperativo investigar sobre el tema “Evaluación del diseño concreto autocompactable cemento – arena, utilizando agregado fino del cauce fluvial (río Amazonas) y aditivo de alto rango, Iquitos 2024”. Dado que es imperativo utilizar aditivo de alto rango para elaborar este tipo de concreto se considera necesario determinar el porcentaje más adecuado de tasas en el que estos mejoren al máximo su trabajabilidad sin afectar sus propiedades mecánicas.

El objetivo de este estudio es descubrir soluciones para los diversos problemas que presenta el concreto tanto en su estado plástico como endurecido. Además, se pretende prevenir las malas prácticas constructivas durante la colocación del concreto y el uso inadecuado de los equipos de compactación cuando la estructura es un elemento estructural con armaduras densas o espacios extremadamente pequeños. Por ello, se propone la realización de una mezcla de concreto con agregado fino procedente del cauce del río y la utilización de un aditivo de alto rango, con el fin de solucionar los problemas mencionados y mejorar el correcto funcionamiento de las características y propiedades físicas y mecánicas del concreto autocompactante para su colocación en obra.

Por lo tanto, se ha sugerido que esta investigación se lleve a cabo con el fin de recopilar datos sobre el comportamiento de las mezclas de concreto autocompactante con diferentes porcentajes de aditivo alto rango. Estos datos se obtendrán a través de varias pruebas que evalúan la fluidez del concreto cuando aún está fresco, así como a través de la prueba de resistencia a la compresión cuando el concreto ha endurecido.

2.5. Hipótesis

El uso del agregado fino del cauce fluvial y aditivo de alto rango influye favorablemente en las propiedades del concreto autocompactable cemento - arena en estado fresco y endurecido en Iquitos, 2024.

2.6. Variables

2.6.1. Identificación de variables

Variables Independientes X:

Para esta investigación se identificó la siguiente variable independiente. Las variables independientes son aquellas que pueden controlarse directamente y tienen un efecto sobre la variable dependiente.

“Evaluación del agregado fino del cauce fluvial y aditivo de alto rango, Iquitos 2024”

Variables Dependientes Y:

Las variables dependientes son factores que pueden ser medidos y manipulados indirectamente, es decir que dependen de las variables independientes, en nuestro caso encontramos la siguiente variable dependiente:

“Evaluación del diseño concreto autocompactable cemento – arena”

2.6.2. Definición conceptual de las variables

Tabla N° 02. Definición conceptual de variables.

Variable independiente	Definición conceptual
Evaluación del agregado fino del cauce fluvial y aditivo de alto rango, Iquitos 2024.	El agregado fino para un concreto se determina como el material que pasa por el tamiz N° 4 hasta el tamiz No.100 y se clasifica en arena natural,de canto rodado o de río, manufacturada o combinación de ambas. Deberá estar graduado dentrode los límites que se establecen en laNorma ASTM C 33. Según el ACI 116.R, los aditivos son materiales distintos del agua, agregados, cemento hidráulico, y adiciones que se utilizan como ingredientes del concreto y se añaden a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado, con el objeto de modificar sus propiedades, para que se adecuen mejor a las condiciones de trabajo, haciendo posible un adecuado transporte, comportamiento durante y después de colocado o para reducir los costos de producción.
Variable dependiente	**Definición conceptual**
Evaluación del diseño concreto autocompactable cemento – arena.	El concreto autocompactante es un concreto capaz de compactarse por acción de la gravedad que llena los encofrados y discurre entre las armaduras sin necesidad de aplicar medios de compactación internos o externos y manteniéndose, durante su puesta en obra, homogéneo y estable sin presentar segregaciones. La consistencia del concreto autocompactante presenta cierta viscosidad que le caracteriza y, a la vez, la diferencia de los concreto convencionales de consistencia fluida.

Fuente: Elaboración propia, (2024).

2.6.3. Operacionalización de las variables

Tabla N° 03. Operacionalización de las variables

Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Instrumentos
Evaluación del agregado fino del cauce fluvial yaditivo de alto rango,Iquitos 2024.	Dosificación de la mezcla	Óptimo contenido de aditivo. Agregado fino	% m3	Normas nacionales e internacionales, tesis de grado, artículos científicos, etc.

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Instrumentos
Evaluación del diseño concreto autocompactable cemento – arena.	Fluidez Estado endurecido	Extensión de flujo Resistencia del concreto	cm / seg Kg/cm2	Normas nacionales e internacionales, tesis de grado, artículos científicos, etc.

Fuente: Elaboración propia, (2024).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

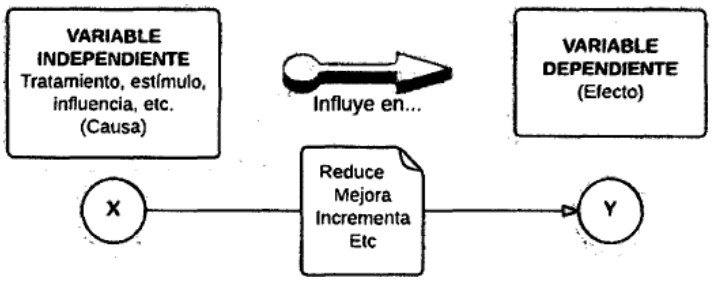
3.1.1. Tipo de investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo Exploratoria, no obstante, al describir las variables se manipulará la variable independiente (Evaluación del agregado fino del cauce fluvial y aditivo de alto rango, Iquitos 2024.) para determinar efectos en la variable dependiente.

3.1.2. Diseño de investigación

La presente investigación es de carácter experimental. Hernández et al. (2010) respecto a los experimentos dice: Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobres otras variables (las dependientes) en una situación de control.

Gráfico N° 06. **Esquema de un experimento y sus variables**



Fuente: Adaptado de Metodología de la Investigación (p. 122). Hernández Sampieri R., Fernández Collado C. y Baptista Lucio P. Editorial Mc Graw Hill,5ta edición. México, 2010

Su esquema es:

$$\boldsymbol{GE: O_1 \quad X \quad O_2}$$

GE: Grupo experimental

O_1: Pre - prueba (Pre Test o medición)

X: Experimento o tratamiento

O_2: Post - prueba (Post Test o medición)

La aplicación de este diseño significa realizar los siguientes pasos:

- Efectuar una medición o prueba (diagnóstico) en la variable dependiente (VD) que interesa estudiar (pre test).
- Realizar el experimento (X), se aplica la variable independiente a los sujetos de estudio.
- Efectuar una nueva medición en la variable dependiente a los sujetos (post test).
- Comparar los resultados, para analizar las diferencias y obtener conclusiones respecto al tratamiento o experimento realizado.
- Una limitación de este diseño, es que no usa grupo de control (GC), lo que definitivamente no permite afirmar categóricamente si los cambios son producidos por el tratamiento.

El enfoque de investigación es de tipo cuantitativo, experimental de nivel exploratorio.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población es un conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones, es la totalidad del fenómeno a estudiar donde las entidades de la población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación. (Sampieri, 2014) Dicha población estará constituida por las diferentes relaciones agua/cemento (a/c), 0.50 y 0.55; relacionados al concreto cemento - arena patrón y sus diferentes adiciones de aditivo de alto rango MasterRheobuild 1201 (ver ficha técnica: Anexo E) al 0.75, 1.00 y 1.25% el peso del cemento, para lograr encontrar los parámetros mínimos del concreto autocompactable cemento – arena.

3.2.2. Muestra

"La muestra es una porción de la población a analizar que ayuda a representarla" (Murria, 2010, p. 25). La muestra estará conformada por probetas cilíndricas distribuidas de la siguiente manera:

Tabla N° 04. Muestras de las diferentes relaciones del concreto cemento – arena, patrón.

Muestra Patrón: Resistencia a compresión				
Dosificación	Unidades		Días de curado	Dosificación de aditivo
	a/c 0.50	a/c 0.55		
Sin aditivo de alto rango	7	7	7	Sin aditivo de alto rango
	7	7	14	
	7	7	28	
Total de Probetas sin aditivo	7 testigos a moldear x 3 días a evaluar x 2 diseños de concreto = 42			

Fuente: Elaboración propia, (2024)

Tabla N° 05. Muestras de las diferentes relaciones del concreto cemento - arena, con adición de aditivo de alto rango.

Muestra Experimental: Resistencia a compresión (cilindros de 100mmx200mm				
Dosificación	Unidades		Días de curado	Dosificación de aditivo
	a/c 0.50	a/c 0.55		
Con aditivo de alto rango	7	7	7	0.75 1.00 1.25
	7	7	14	
	7	7	28	
Total de Probetas sin aditivo	7 testigos a moldear x 3 días a evaluar x 2 diseños de concreto x 3 variaciones de dosificación de aditivo de alto rango = 126			

Fuente: Elaboración propia, (2024)

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.

3.3.1. Técnicas de recolección de datos

- Observación. Para esta investigación se utilizó esta técnica, acompañada del criterio profesional, e inspección visual, con el propósito de obtener y adquirir todos los datos posibles y necesarios de los diversos ensayos, tanto en estado fresco como también en estado endurecido del concreto, con la finalidad que reflejen y evidencien la realidad de dicho estudio y la investigación que se ejecutó.

- Análisis de Documentos**.** Se utilizó esta técnica de recolección, con el propósito de conocer y más que eso, nos basamos en la normatividad encargada, siguiendo el procedimiento para cada uno de los ensayos que se ejecutaron; aparte de ello, utilizamos documentos relacionados con el tema de estudio y alcanzar importantes conocimientos referentes a lo que se trabajó en el campo en este caso en el laboratorio.

3.3.2. Instrumento de recolección de datos: Guía de observación

El instrumento a utilizar será la guía de observación, puesto que se aplicarán fichas y/o formatos para recolectar los datos y resultados obtenidos en el proceso experimental. La ficha de registro permitirá llevar un orden adecuado de la cantidad y variación estadística del diseño experimental. Finalmente, la información recolectada será ordenada y clasificada para su posterior interpretación y análisis.

3.3.3. Procesamiento y análisis de datos

En el presente trabajo de investigación el procesamiento de información se realizará de forma mecánica/computarizada. Usando:

Herramientas: Programas

- Word: Procesador de textos.
- Excel: Procesador de datos numéricos y diseño.

Para el análisis e interpretación de los datos se empleará la estadística descriptiva conformada por la frecuencia, promedio, porcentajes, desviación estándar y varianza.

Técnicas:

- Ensayos de laboratorios.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización del agregado

Los materiales empleados fueron: agregado fino (arena del cauce fluvial procedente del río Amazonas), cemento APU Tipo GU; que dicho sea de paso se realizaron según sus respectivas normativas.

4.1.1. Agregado fino

Agregado fino: Proviene de la desintegración natural o artificial de la roca, y que pasan por el tamiz de 3/8” y es retenido por el tamiz Nº200.

Se realizó los ensayos básicos del agregado fino con el fin de efectuar los diseños de mezcla. El agregado fino corresponde a arena de color gris proveniente del cauce fluvial del río Amazonas.

4.1.1.1. Análisis granulométrico (NTP 400.037)

Es la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados; para un mejor análisis se expresa en porcentaje en peso con respecto al peso total. Esto se logra separando el material por los tamices estandarizados.

La granulometría es la distribución del material en una seria de tamices para que este sea clasificado de acuerdo a su tamaño, para el diseño de la mezcla es importante hacer el análisis granulométrico ya que te permite determinar el módulo de fineza del agregado, por otro lado, te permite calcular cuánto de agua vas a necesitar para dicha mezcla.

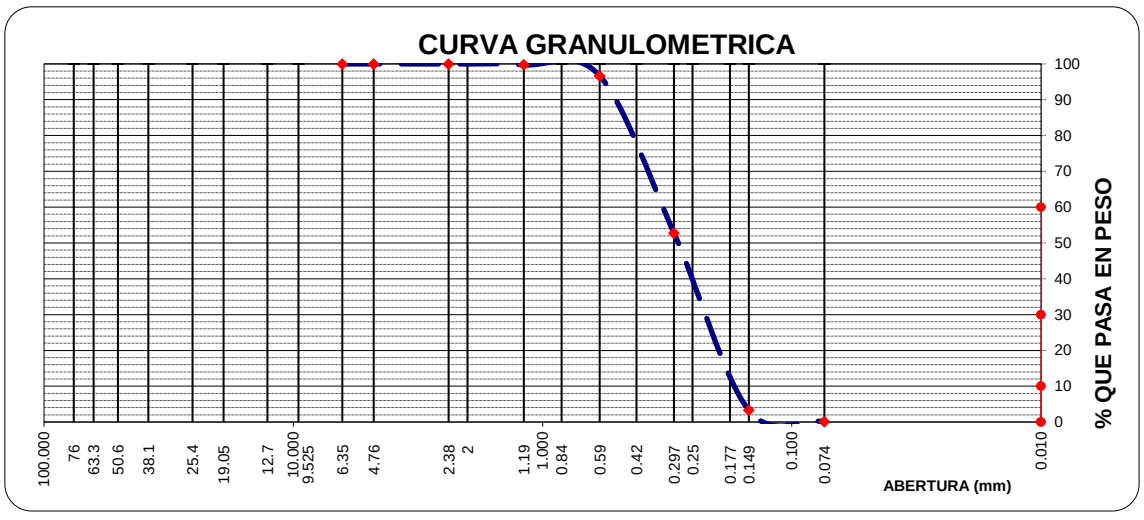
El análisis granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según la norma NTP 400.037. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 06. Análisis granulométrico de la muestra N° 01.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
3"	76.000				
2 1/2"	63.300				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N°04	4.760				100.00
N°08	2.380	0.07	0.02	0.02	99.98
N°16	1.190	0.71	0.23	0.26	99.74
N°30	0.590	9.35	3.08	3.34	96.66
N°50	0.297	133.39	43.92	47.25	52.75
N°100	0.149	150.08	49.41	96.66	3.34
N°200	0.074	9.81	3.23	99.89	0.11
Pasa N°200		0.33	0.11		

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 07. Curva granulométrica de la muestra N° 01.



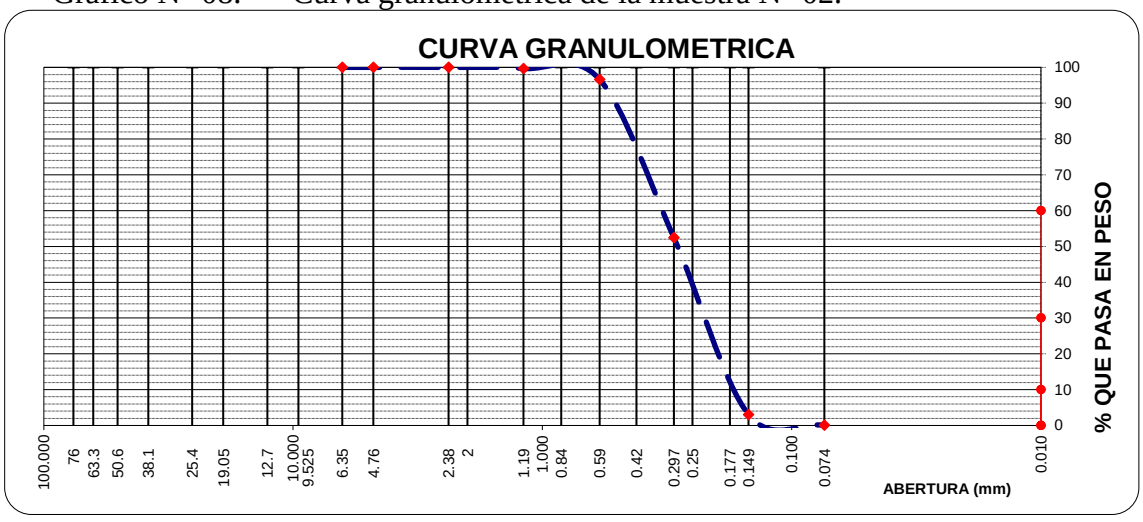
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 07. Análisis granulométrico de la muestra N° 02.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
3"	76.000				
2 1/2"	63.300				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N°04	4.760				100.00
N°08	2.380	0.03	0.01	0.01	99.99
N°16	1.190	0.92	0.31	0.32	99.68
N°30	0.590	9.09	3.02	3.34	96.66
N°50	0.297	132.89	44.17	47.51	52.49
N°100	0.149	148.72	49.43	96.94	3.06
N°200	0.074	9.06	3.01	99.95	0.05
Pasa N°200		0.16	0.05		

Fuente: Elaboración propia (2024).

Gráfico N° 08. Curva granulométrica de la muestra N° 02.



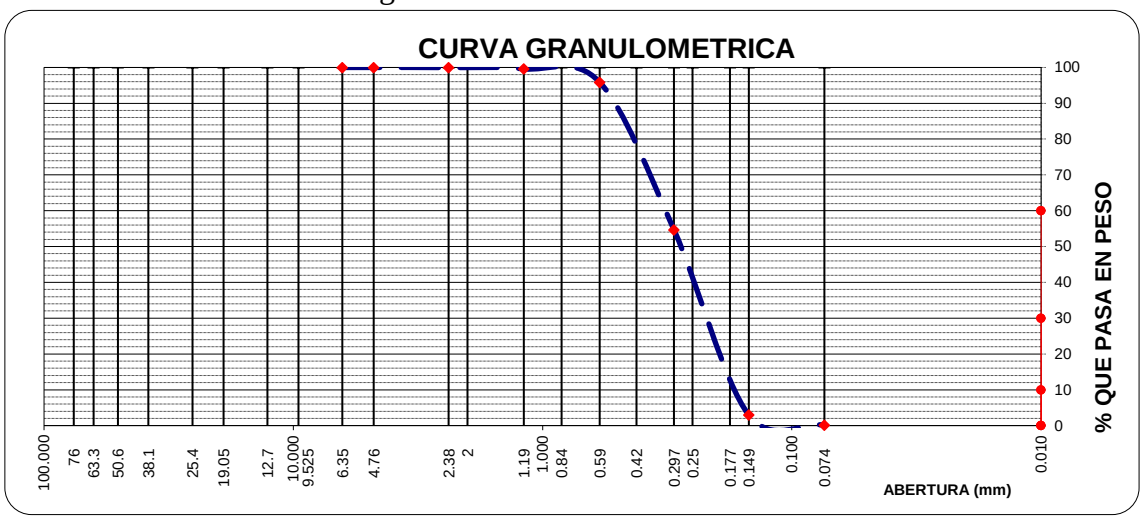
Fuente: Elaboración propia (2024).

Tabla N° 08. Análisis granulométrico de la muestra N° 03.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
3"	76.000				
2 1/2"	63.300				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N°04	4.760				100.00
N°08	2.380	0.08	0.03	0.03	99.97
N°16	1.190	1.05	0.35	0.38	99.62
N°30	0.590	11.28	3.76	4.13	95.87
N°50	0.297	123.74	41.22	45.35	54.65
N°100	0.149	155.07	51.65	97.00	3.00
N°200	0.074	8.57	2.85	99.85	0.15
Pasa N°200		0.44	0.15		

Fuente: Elaboración propia (2024).

Gráfico N° 09. Curva granulométrica de la muestra N° 03.



Fuente: Elaboración propia (2024).

4.1.1.2. Módulo de fineza (NTP 400.011).

El módulo de finura es un número adimensional que representa el tamaño promedio de las partículas de los agregados, el cual fue establecido por Duff Abrams en el año 1925. El módulo de finura nos indica qué tan fino es un agregado.

El análisis de módulo de fineza del agregado fino se realizó conforme la norma ASTM C-33 y NTP 400.011. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 09. Módulo de fineza del agregado fino.

MÓDULO DE FINEZA POR TAMIZADO SEGÚN NORMA ASTM C - 33						
Tamices ASTM	M-1		M-2		M-3	
	% Ret. parcial	% Ret. acumulado	% Ret. parcial	% Ret. acumulado	% Ret. parcial	% Ret. acumulado
1/4"						
N°04						
N°08	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.03
N°16	0.23	0.26	0.31	0.32	0.35	0.38
N°30	3.08	3.34	3.02	3.34	3.76	4.13
N°50	43.92	47.25	44.17	47.51	41.22	45.35
N°100	49.41	96.66	49.43	96.94	51.65	97.00
TOTAL		1.48		1.48		1.47
MOD. FINEZA	1.48		1.48		1.47	
PROMEDIO	1.48					

Fuente: Elaboración propia (2024)

Resultado: El promedio de módulo de fineza del agregado fino es 1.48.

4.1.1.3. Superficie específica (NTP 400.012)

La finura se define como la medida, tamaño o cantidad de área expuesta al contacto con el agua en una determinada masa de cemento; se expresa en [cm²/g] a la cual llamamos superficie de contacto o superficie especifica; esto se refleja en el proceso de hidratación del cemento ya que a mayor superficie de contacto mejor y más rápido es el tiempo de fraguado.

El análisis de superficie específica del agregado fino se realizó conforme la norma NTP 400.012. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 10. Superficie específica de la muestra N° 01.

SUPERFICIE ESPECÍFICA (M-1)				
Tamices ASTM	Abertura mm.	Di (cm)	Pi (%)	Pi/di
N°04	4.760	0.5555		
N°08	2.380	0.357	0.02	0.07
N°16	1.190	0.1857	0.23	1.26
N°30	0.590	0.087	3.08	35.38
N°50	0.297	0.044	43.92	998.09
N°100	0.149	0.0218	49.41	2266.55
FONDO		0.0112	3.23	288.37
TOTAL				3301.34

Fuente: Elaboración propia (2024)

$$S_e = \frac{0.06}{2.616} * 3301.34 = 75.72\ cm2/gr$$

Tabla N° 11. Superficie específica de la muestra N° 02.

SUPERFICIE ESPECÍFICA (M-2)				
Tamices ASTM	Abertura mm.	Di (cm)	Pi (%)	Pi/di
N°04	4.760	0.5555		
N°08	2.380	0.3570	0.01	0.03
N°16	1.190	0.1857	0.31	1.65
N°30	0.590	0.0870	3.02	34.73
N°50	0.297	0.0440	44.17	1003.83
N°100	0.149	0.0218	49.43	2267.43
FONDO		0.0112	3.01	268.86
TOTAL				3307.66

Fuente: Elaboración propia (2024)

$$S_e = \frac{0.06}{2.616} * 3307.66 = 75.86\ cm2/gr$$

Tabla N° 12. Superficie específica de la muestra N° 03.

SUPERFICIE ESPECÍFICA (M-3)				
Tamices ASTM	Abertura mm.	Di (cm)	Pi (%)	Pi/di
N°04	4.760	0.5555		
N°08	2.380	0.3570	0.03	0.08
N°16	1.190	0.1857	0.35	1.88
N°30	0.590	0.0870	3.76	43.19
N°50	0.297	0.0440	41.22	936.71
N°100	0.149	0.0218	51.65	2369.28
FONDO		0.0112	2.85	254.86
TOTAL				3351.13

Fuente: Elaboración propia (2024)

$$S_e = \frac{0.06}{2.616} * 3351.13 = 76.86\ cm2/gr$$

4.1.1.4. Material que pasa el tamiz N° 200 (NTP 400.018)

La Norma Técnica NTP 400.018 establece el procedimiento para determinar por vía húmeda el contenido de polvo o material que pasa por el tamiz normalizado de 75 µm (N° 200), en el agregado emplearse en la elaboración de concretos y morteros.

El ensayo de cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 se desarrolló según la norma ASTM C-117 y NTP 400.018. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 13. Material fino que pasa la malla N° 200.

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 SEGÚN NORMA ASTM C - 117			
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3
% que pasa la malla N° 200	0.82	0.76	0.73
Promedio (%)		0.77	

Fuente: Elaboración propia (2024)

Resultado: El promedio del porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino es 0.77 %.

4.1.1.5. Peso específico (NTP 400.022)

El peso específico de los agregados está dado por el cociente entre el peso de las partículas y el volumen de las mismas, sin considerar los vacíos entre ellas. Esta propiedad física de los agregados se utiliza para el diseño de mezclas y también como un indicador de la calidad del agregado.

El ensayo de peso específico se realizó conforme la norma ASTM C-128 y la NTP 400.022. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 14. Peso específico del agregado fino.

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO SEGÚN NORMA ASTM C - 128				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso Específico Bulk (Base Seca)	2.568	2.553	2.728	2.616
Peso Específico Bulk (Base Saturada)	2.616	2.599	2.772	2.662
Peso Específico Aparente (Base Seca)	2.698	2.676	2.853	2.742

Fuente: Elaboración propia (2024)

4.1.1.6. Absorción (NTP 400.037)

Se entiende por absorción, como la capacidad de los agregados para llenar con agua los vacíos internos en las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

El ensayo de absorción se realizó conforme la norma ASTM C-128 y la NTP 400.037. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 15. Absorción del agregado fino.

ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO SEGÚN NORMA ASTM C - 128				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio (%)
% Absorción	1.87	1.81	1.60	1.76

Fuente: Elaboración propia (2024)

Resultado: El porcentaje de absorción del agregado fino es 1.76 %.

4.1.1.7. Peso unitario suelto seco (PUSS) (NTP 400.017)

El ensayo de P.U.S. busca determinar el peso del agregado que debe llenar un recipiente de volumen unitario. Para la realización del ensayo, se debe dejar caer suavemente el agregado dentro del recipiente hasta que se encuentre lleno, luego se procede a enrasarlo.

El ensayo de peso unitario suelto se realizó conforme la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 16. Peso unitario suelto del agregado fino.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO SEGÚN NORMA ASTM C - 29			
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3
Peso Unitario (gr/cm3)	1.351	1.348	1.349
Promedio de peso Unitario (kg/m3)		1349	
Porcentaje de vacíos (%)		53.15	

Fuente: Elaboración propia (2024)

Resultado: El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1,349 kg/m3

4.1.1.8. Peso unitario compactado (PUC) (NTP 400.017)

Es la relación entre el peso del material compactado y el volumen del recipiente en donde está contenido. Este ensayo permite determinar el grado de compactación que puede presentar los materiales en su estado natural.

El ensayo de peso unitario compactado se realizó conforme la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 17. Peso unitario compactado del agregado fino.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO SEGÚN NORMA ASTM C - 29

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3
Peso Unitario (gr/cm3)	1.464	1.500	1.501
Promedio de peso Unitario (kg/m3)		1488	
Porcentaje de vacíos (%)		47.82	

Fuente: Elaboración propia (2024)

Resultado: El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1,488 kg/m3

4.2. PREPARACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO CEMENTO – CONCRETO.

El diseño de mezcla que se usó, fue aquel que, a través de una dosificación óptima, cumplió las siguientes condiciones: extensión de flujo y resistencia. El diseño de mezcla del concreto consiste en una mezcla de arena, cemento y agua para la relación a/c de 0.50 y 0.55. Para mayor detalle de la información ver Anexo C, diseño de mezcla de las diferentes relaciones a/c.

4.2.1. Diseño del concreto cemento – arena, f'c = 280 kg/cm^2 relación a/c = 0.50.

Tabla N° 18. Valores del diseño corregidos por humedad, relación a/c=0.50.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento		600.0	Kg/m3		
Agua		260.4	Lts/m3		
Agregado fino		1149.6	Kg/m3		
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)					
Cemento	600.0	/	600.0	=	1.00
Agregado fino	1149.6	/	600.0	=	1.92
Agua	0.43	x	42.5	=	18.28
DOSIFICACIÓN EN PESO					
		C	AF	Agua	
		1	1.92	18.28	Lts/m3
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (pie3)					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino		1421.71	Kg/m3		
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN					
		C	AF	Agua	
		1	2.01	18.28	Lts/m3
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento		42.5	Kg		
Agregado Fino		81.6	Kg		
Agua efectiva		18.28	Lts		

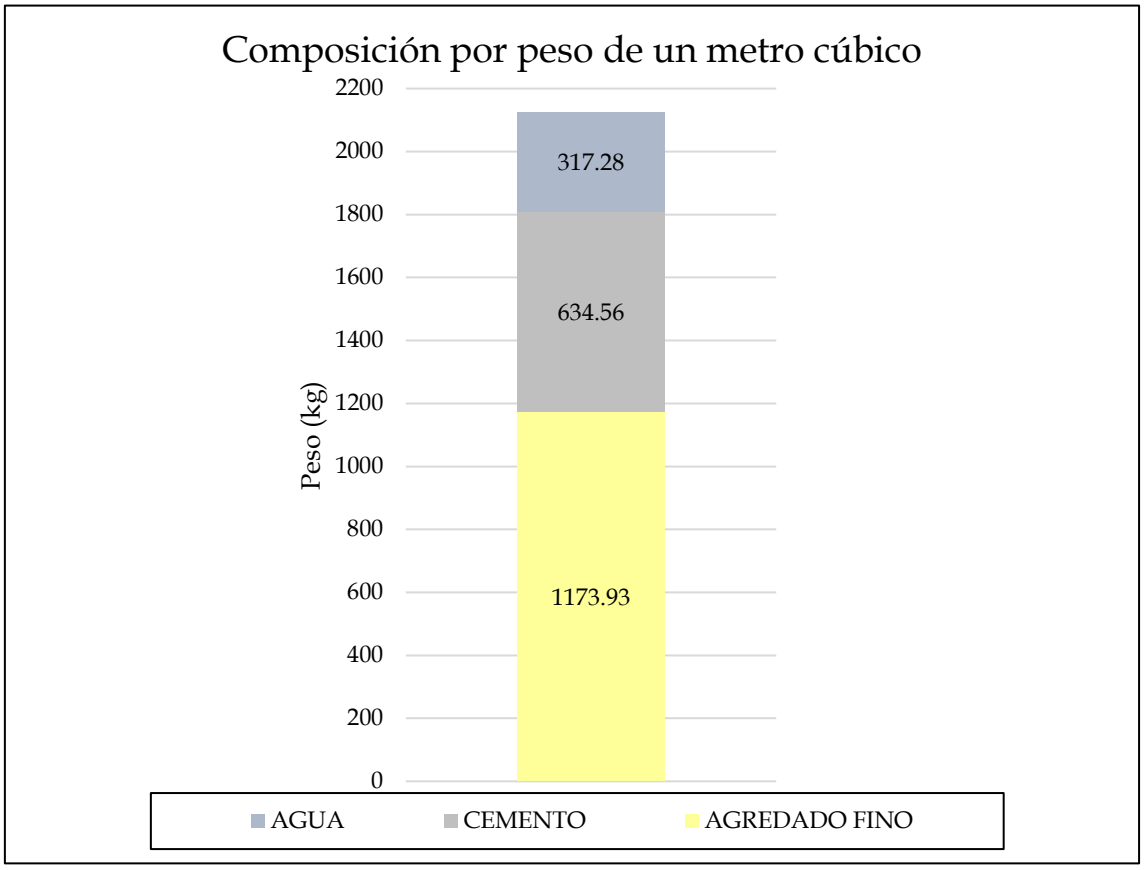
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 19. Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto, relación a/c=0.50

PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C - 138					
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3		
PESO UNITARIO (gr/cm3)	2.127	2.125	2.126		
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)		2125.77			
*Peso Unitario del Concreto (Kg/m3)		2193.71			
*Suponiendo la presencia la no presencia de aire					
Rendimiento (m3)		0.945541			
Rendimiento relativo		0.946			
Contenido de cemento real (Kg/m3)		634.56	=	14.9	Bls/m3
**Contenido de aire atrapado (%)		3.10			
**Método gravimétrico					

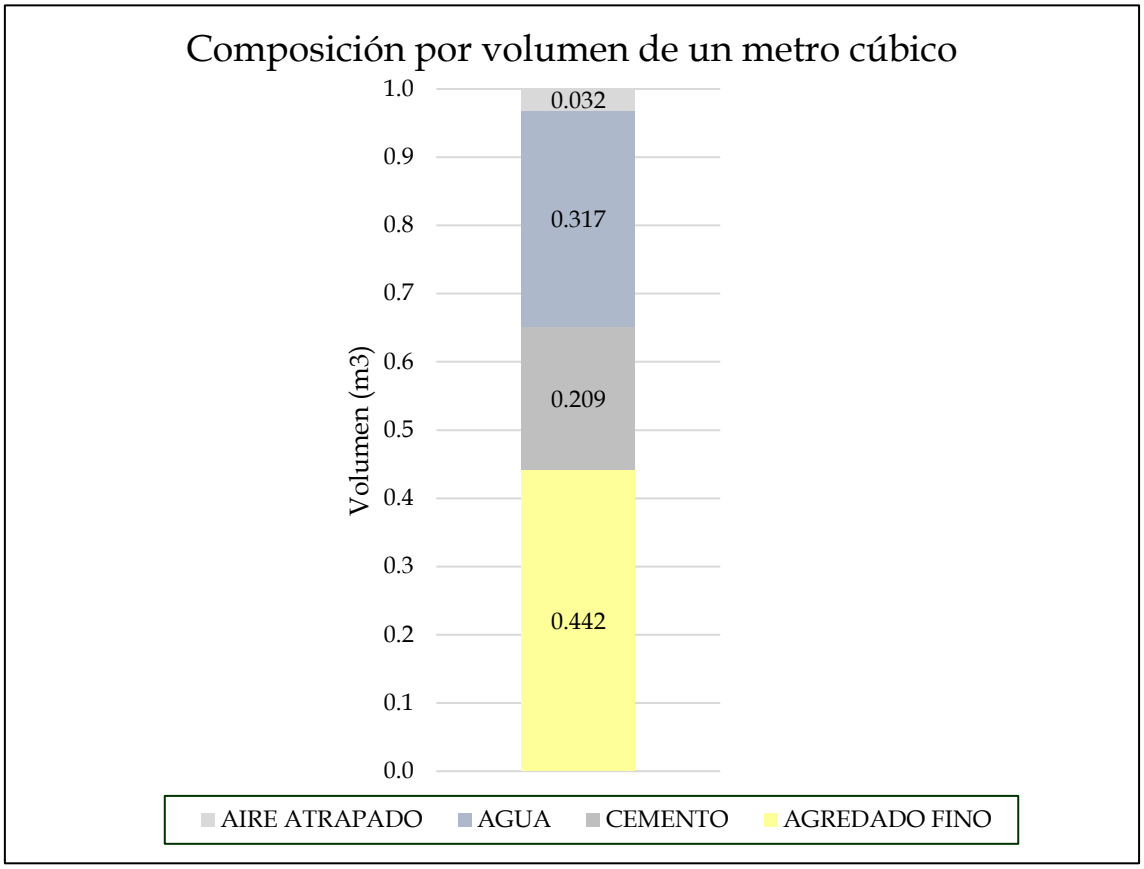
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 10. Composición por peso de un metro cúbico de concreto.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 11. Composición por volumen de un metro cúbico



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.2.2. Diseño del concreto cemento – arena, f'c = 280 kg/cm^2 relación a/c = 0.55.

Tabla N° 20. Valores de diseño corregidos por humedad, relación a/c=0.55.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento		545.5	Kg/m3		
Agua		258.7	Lts/m3		
Agregado fino		1199.2	Kg/m3		
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)					
Cemento	545.5	/	545.5	=	1.00
Agregado fino	1199.2	/	545.5	=	2.20
Agua	0.47	x	42.5	=	19.98
DOSIFICACIÓN EN PESO					
		C	AF	Agua	
		1	2.20	19.98	Lts/m3
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (pie3)					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino		1421.71	Kg/m3		
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN					
		C	AF	Agua	
		1	2.30	19.98	Lts/m3
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento		42.5	Kg		
Agregado Fino		93.5	Kg		
Agua efectiva		19.98	Lts		

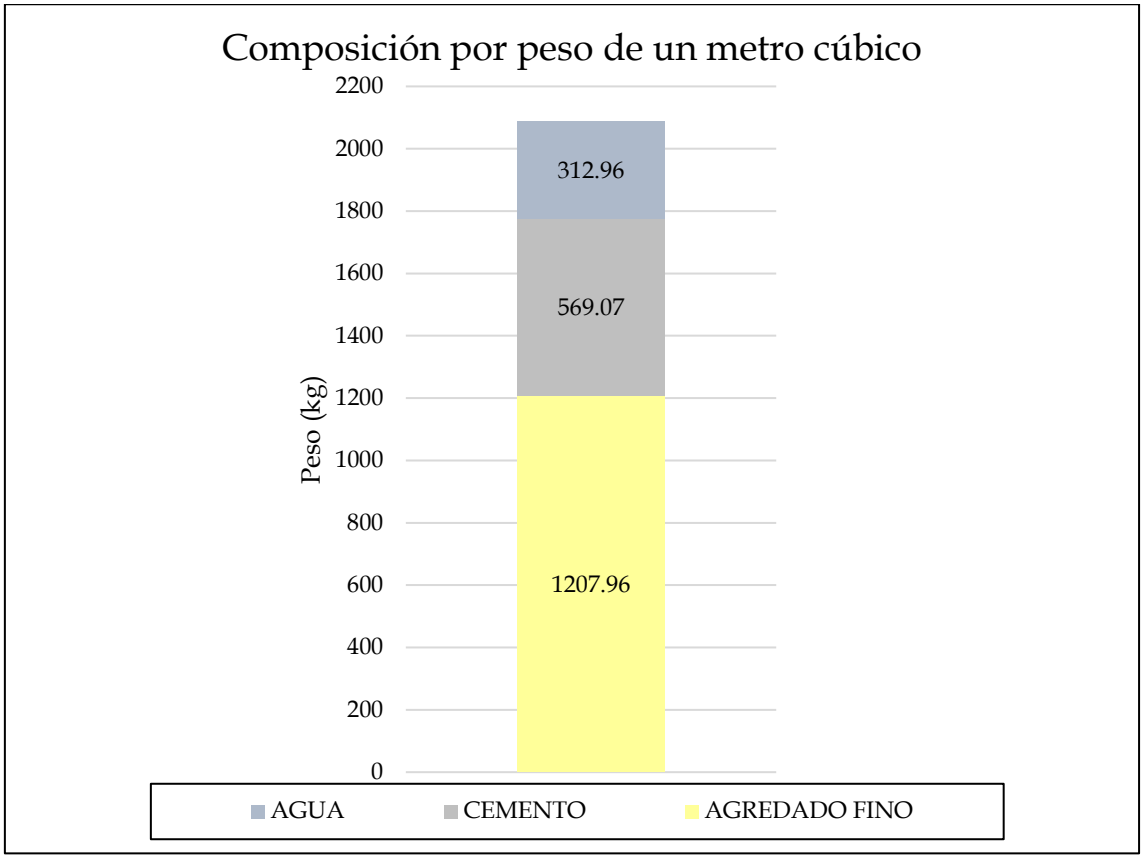
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 21. Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto, relación a/c=0.55.

PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C - 138					
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3		
PESO UNITARIO (gr/cm3)	2.089	2.091	2.090		
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)		2090.00			
*Peso Unitario del Concreto (Kg/m3)		2186.37			
*Suponiendo la presencia la no presencia de aire Rendimiento (m3)		0.958579			
Rendimiento relativo		0.959			
Contenido de cemento real (Kg/m3)		569.07	=	13.39	Bls/m3
**Contenido de aire atrapado (%) **Método gravimétrico		4.41			

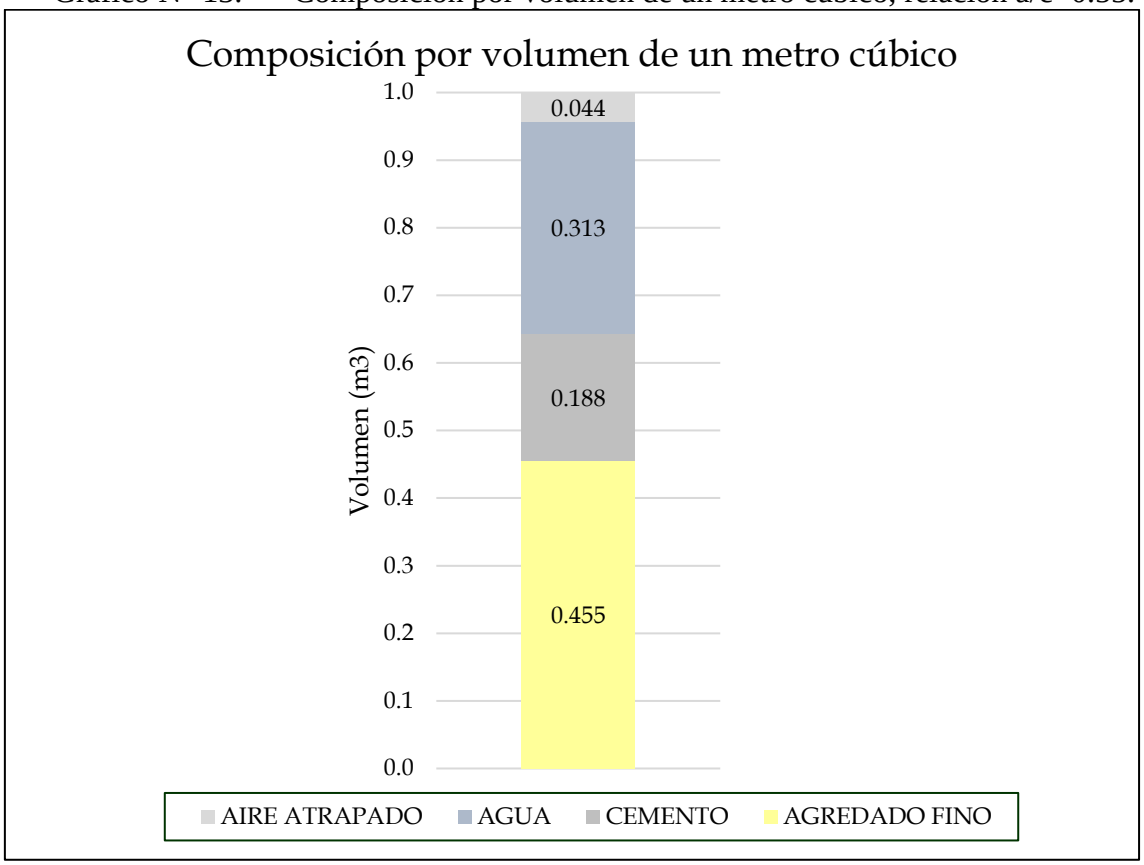
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 12. Composición por peso de un metro cúbico de concreto, relación a/c=0.55.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 13. Composición por volumen de un metro cúbico, relación a/c=0.55.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.2.3. Diseño del concreto cemento - arena f'c = 280 kg/cm^2, relación a/c=0.50 con aditivo al 0.75%.

Tabla N° 22. Valores de diseño corregidos por humedad, relación a/c=0.50 con aditivo al 0.75%.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento		600.0	Kg/m3		
Agua		256.7	Lts/m3		
Agregado fino		1149.6	Kg/m3		
MasterRheobuild 1201		4.5	Kg/m3		
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)					
Cemento	600.0	/	600.0	=	1.00
Agregado fino	1149.6	/	600.0	=	1.92
Agua	0.43	x	42.5	=	18.28
DOSIFICACIÓN EN PESO					
		C	AF	Agua	
		1	1.92	18.28	Lts/m3
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (pie3)					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino		1421.71	Kg/m3		
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN					
		C	AF	Agua	
		1	2.01	18.28	Lts/m3
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento		42.5	Kg		
Agregado Fino		81.6	Kg		
Agua efectiva		18.28	Lts		

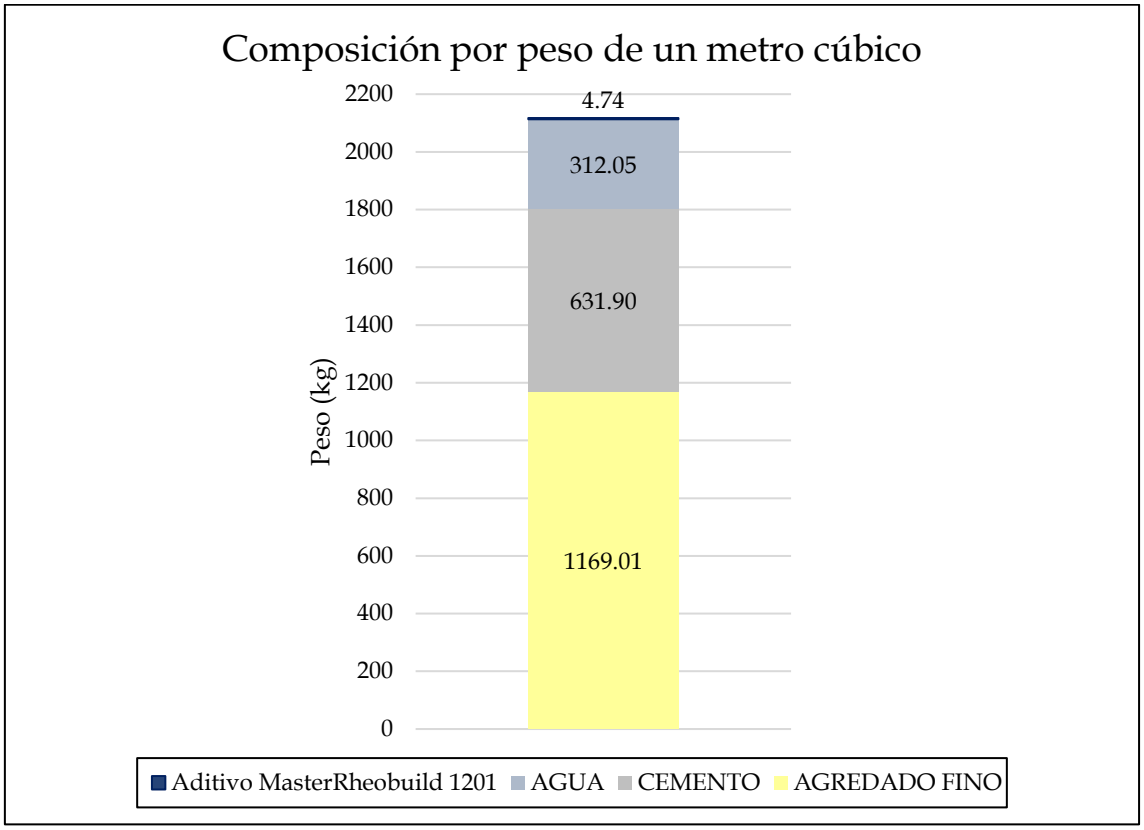
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 23. Peso unitario de producción y contenido de aire, relación a/c=0.50 con aditivo al 0.75%

PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C - 138					
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3		
PESO UNITARIO (gr/cm3)	2.117	2.119	2.117		
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)		2117.71			
*Peso Unitario del Concreto (Kg/m3)		2194.54			
*Suponiendo la presencia la no presencia de aire					
Rendimiento (m3)		0.949516			
Rendimiento relativo		0.95			
Contenido de cemento real (Kg/m3)		631.9	=	14.9	Bls/m3
**Contenido de aire atrapado (%)		3.50			
**Método gravimétrico					

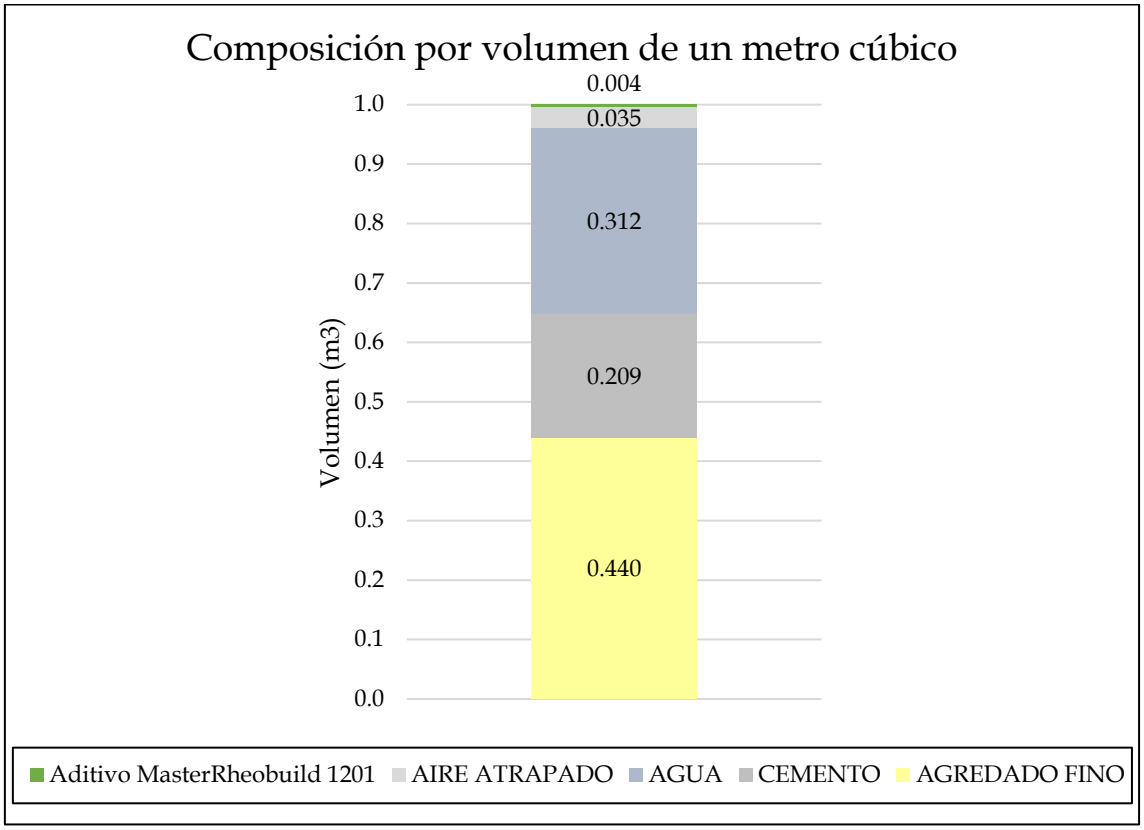
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 14. Composición por peso de un metro cúbico de concreto, relación a/c=0.50 con aditivo al 0.75%



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 15. Composición por volumen de un metro cúbico, relación a/c=0.50 con aditivo al 0.75%



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.2.4. Diseño del concreto cemento - arena f'c = 280 kg/cm^2, relación a/c=0.50 con aditivo al 1.00%.

Tabla N° 24. Valores de diseño corregidos por humedad, relación a/c=0.50 con aditivo al 1.00%.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento		600.0	Kg/m3		
Agua		255.4	Lts/m3		
Agregado fino		1149.6	Kg/m3		
MasterRheobuld 1201		6.0	Kg/m3		
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)					
Cemento	600.0	/	600.0	=	1.00
Agregado fino	1149.6	/	600.0	=	1.92
Agua	0.43	x	42.5	=	18.28
DOSIFICACIÓN EN PESO					
		C	AF	Agua	
		1	1.92	18.28	Lts/m3
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (pie3)					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino		1421.71	Kg/m3		
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN					
		C	AF	Agua	
		1	2.01	18.28	Lts/m3
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento		42.5	Kg		
Agregado Fino		81.6	Kg		
Agua efectiva		18.28	Lts		

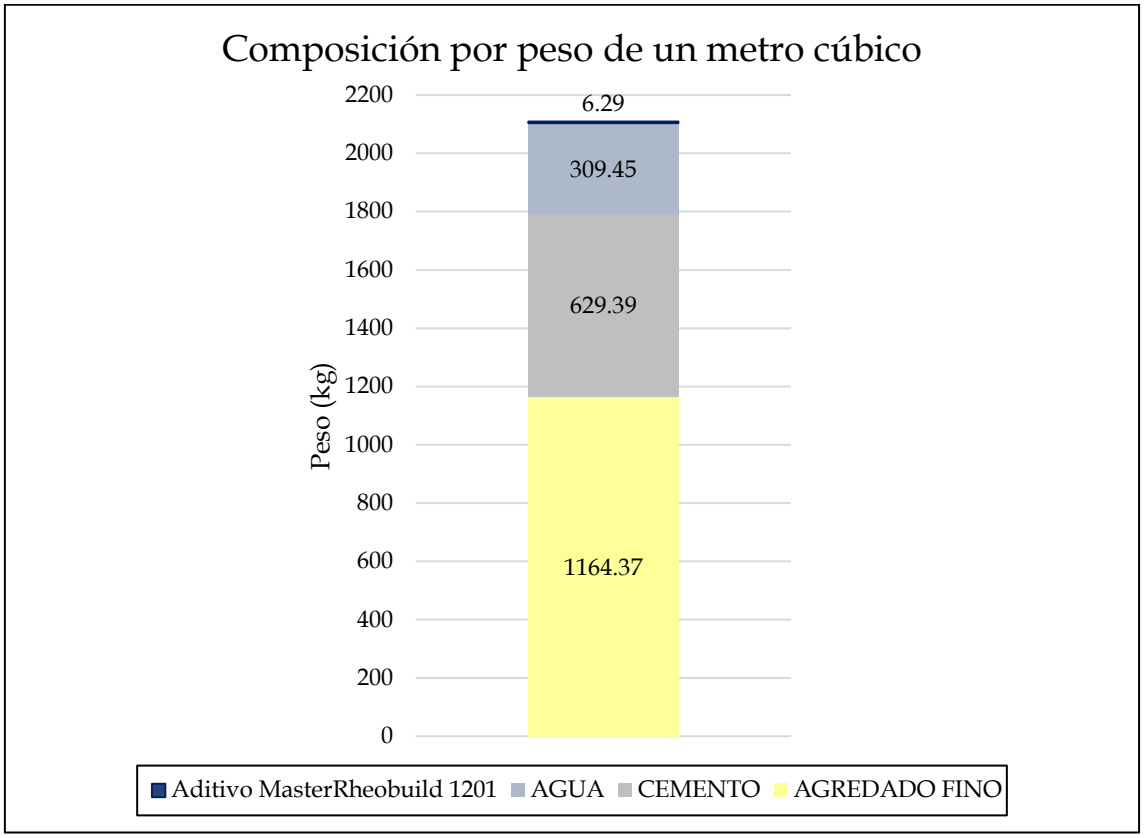
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 25. Peso unitario de producción y contenido de aire, relación a/c=0.50 con aditivo al 1.00%.

PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C - 138					
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3		
PESO UNITARIO (gr/cm3)	2.110	2.109	2.110		
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)		2109.51			
*Peso Unitario del Concreto (Kg/m3)		2194.9			
*Suponiendo la presencia la no presencia de aire					
Rendimiento (m3)		0.953302			
Rendimiento relativo		0.953			
Contenido de cemento real (Kg/m3)		629.39	=	14.81	Bls/m3
**Contenido de aire atrapado (%)		3.89			
**Método gravimétrico					

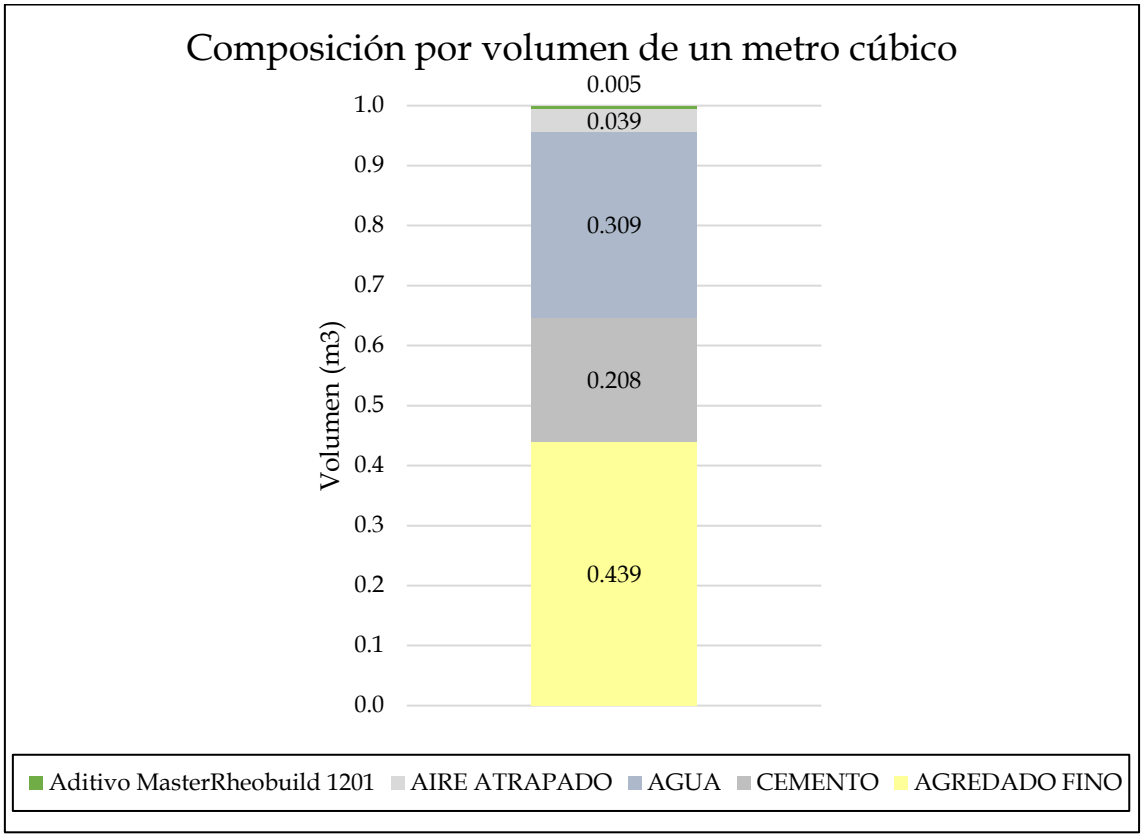
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 16. Composición por peso de un metro cúbico de concreto, relación a/c=0.50 con aditivo al 1.00%



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 17. Composición por volumen de un metro cúbico, relación a/c=0.50 con aditivo al 1.00%



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.2.5. Diseño del concreto cemento - arena f'c = 280 kg/cm^2, relación a/c=0.50 con aditivo al 1.25%.

Tabla N° 26. Valores de diseño corregidos por humedad, relación a/c=0.50 con aditivo al 1.25%.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento		600.0	Kg/m3		
Agua		254.2	Lts/m3		
Agregado fino		1149.6	Kg/m3		
MasterRheobuld 1201		7.5	Kg/m3		
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)					
Cemento	600.0	/	600.0	=	1.00
Agregado fino	1149.6	/	600.0	=	1.92
Agua	0.42	x	42.5	=	17.85
DOSIFICACIÓN EN PESO					
		C	AF	Agua	
		1	1.92	17.85	Lts/m3
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (pie3)					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino		1421.71	Kg/m3		
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN					
		C	AF	Agua	
		1	2.01	17.85	Lts/m3
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento		42.5	Kg		
Agregado Fino		81.6	Kg		
Agua efectiva		17.85	Lts		

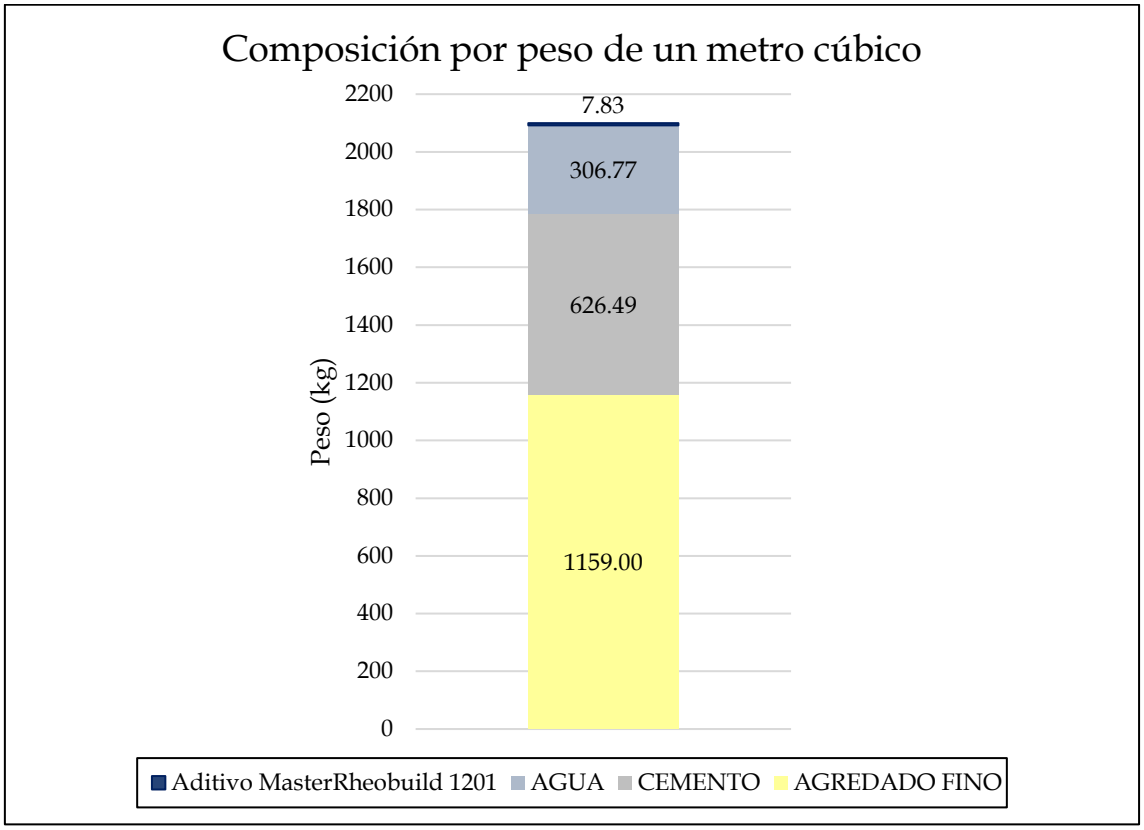
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 27. Peso unitario de producción y contenido de aire, relación a/c=0.50 con aditivo al 1.25%.

PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C - 138					
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3		
PESO UNITARIO (gr/cm3)	2.100	2.099	2.101		
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)		2100.09			
*Peso Unitario del Concreto (Kg/m3)		2195.13			
*Suponiendo la presencia la no presencia de aire					
Rendimiento (m3)		0.957722			
Rendimiento relativo		0.958			
Contenido de cemento real (Kg/m3)		626.49	=	14.74	Bls/m3
**Contenido de aire atrapado (%)		4.33			
**Método gravimétrico					

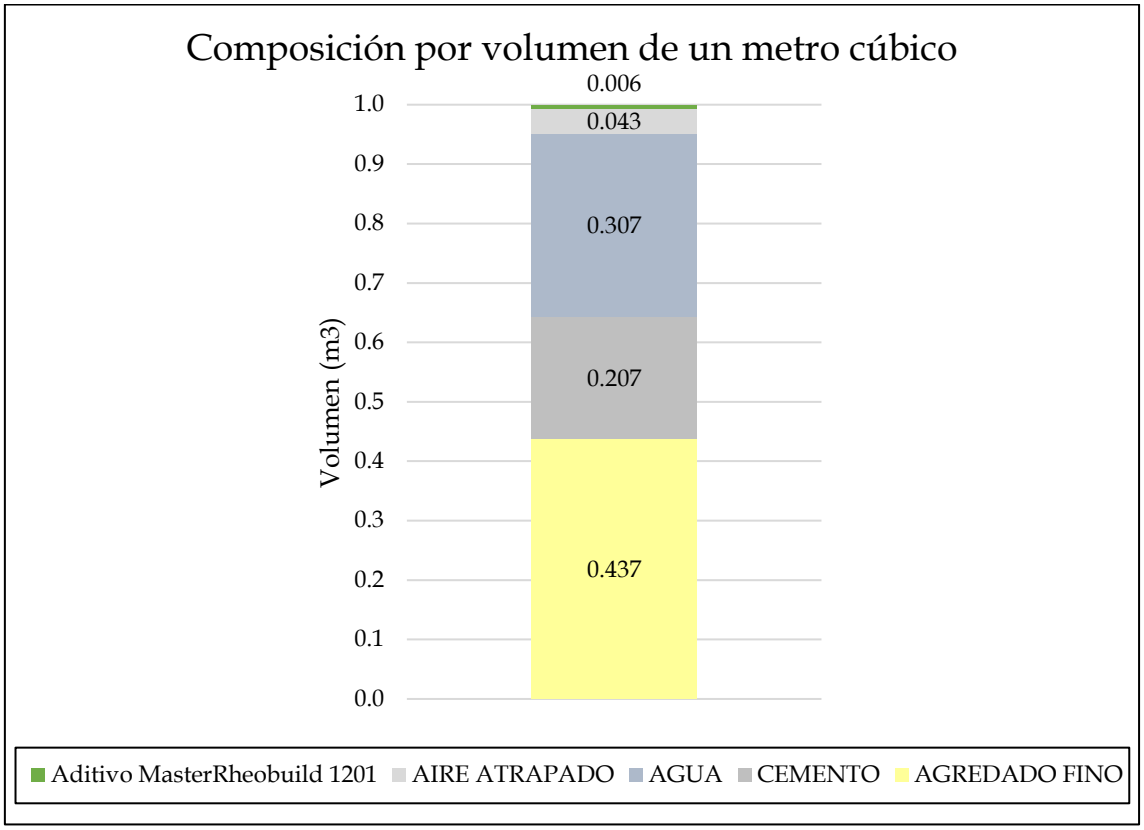
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 18. Composición por peso de un metro cúbico de concreto, relación a/c=0.50 con aditivo al 1.25%.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 19. Composición por volumen de un metro cúbico, relación a/c=0.50 con aditivo al 1.25%.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.2.6. Diseño del concreto cemento – arena f'c = 280 kg/cm^2, relación a/c=0.55 con aditivo al 0.75%.

Tabla N° 28. Valores de diseño corregidos por humedad, relación a/c=0.55 con aditivo a 0.75%.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento			545.5	Kg/m3	
Agua			255.3	Lts/m3	
Agregado fino			1199.2	Kg/m3	
MasterRheobuld 1201			4.1	Kg/m3	
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)					
Cemento	545.50	/	545.5	=	1.00
Agregado fino	1199.23	/	545.5	=	2.20
Agua	0.47	x	42.5	=	19.98
DOSIFICACIÓN EN PESO					
		C	AF	Agua	
		1	2.20	19.98	Lts/m3
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (pie3)					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino			1421.71	Kg/m3	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN					
		C	AF	Agua	
		1	2.30	19.98	Lts/m3
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento			42.5	Kg	
Agregado Fino			93.5	Kg	
Agua efectiva			19.98	Lts	

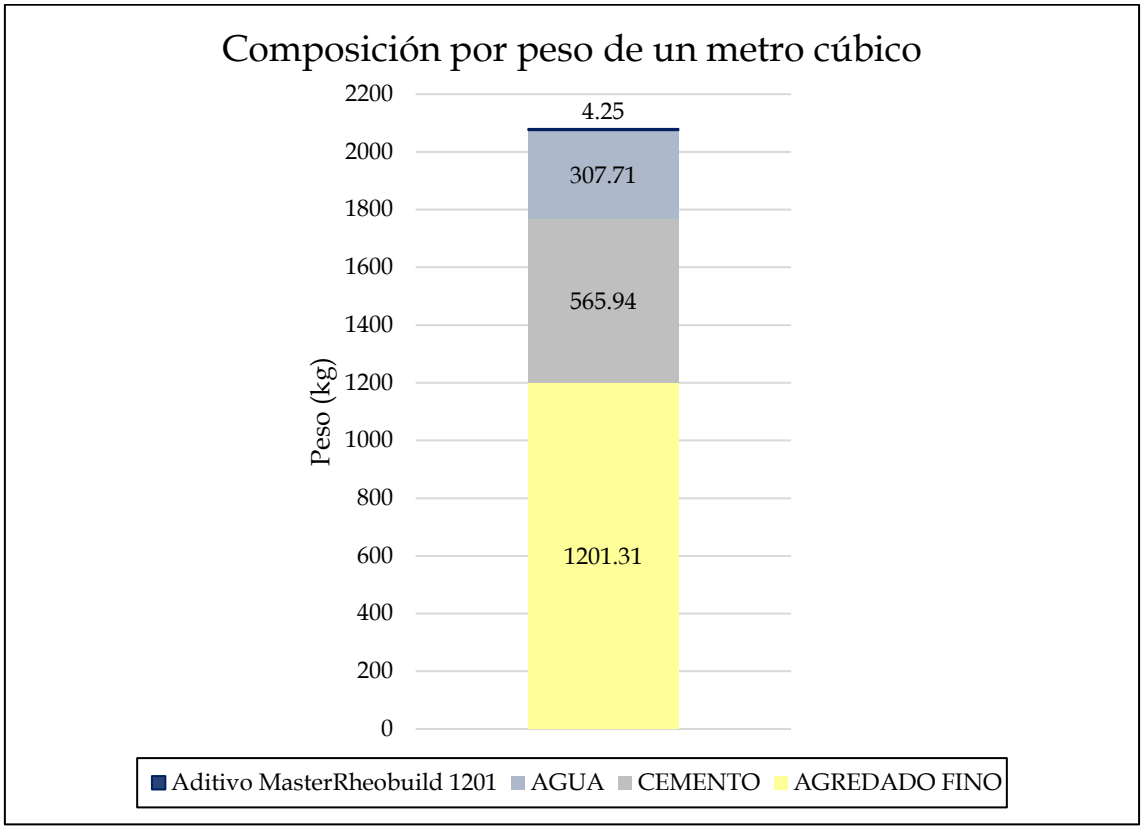
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 29. Peso unitario de producción y contenido de aire, relación a/c=0.55 con aditivo al 0.75%.

PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C - 138					
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3		
PESO UNITARIO (gr/cm3)	2.079	2.078	2.080		
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)		2079.21			
*Peso Unitario del Concreto (Kg/m3)		2187.16			
*Suponiendo la presencia la no presencia de aire					
Rendimiento (m3)		0.96389			
Rendimiento relativo		0.964			
Contenido de cemento real (Kg/m3)		565.94	=	13.35	Bls/m3
**Contenido de aire atrapado (%)		4.94			
**Método gravimétrico					

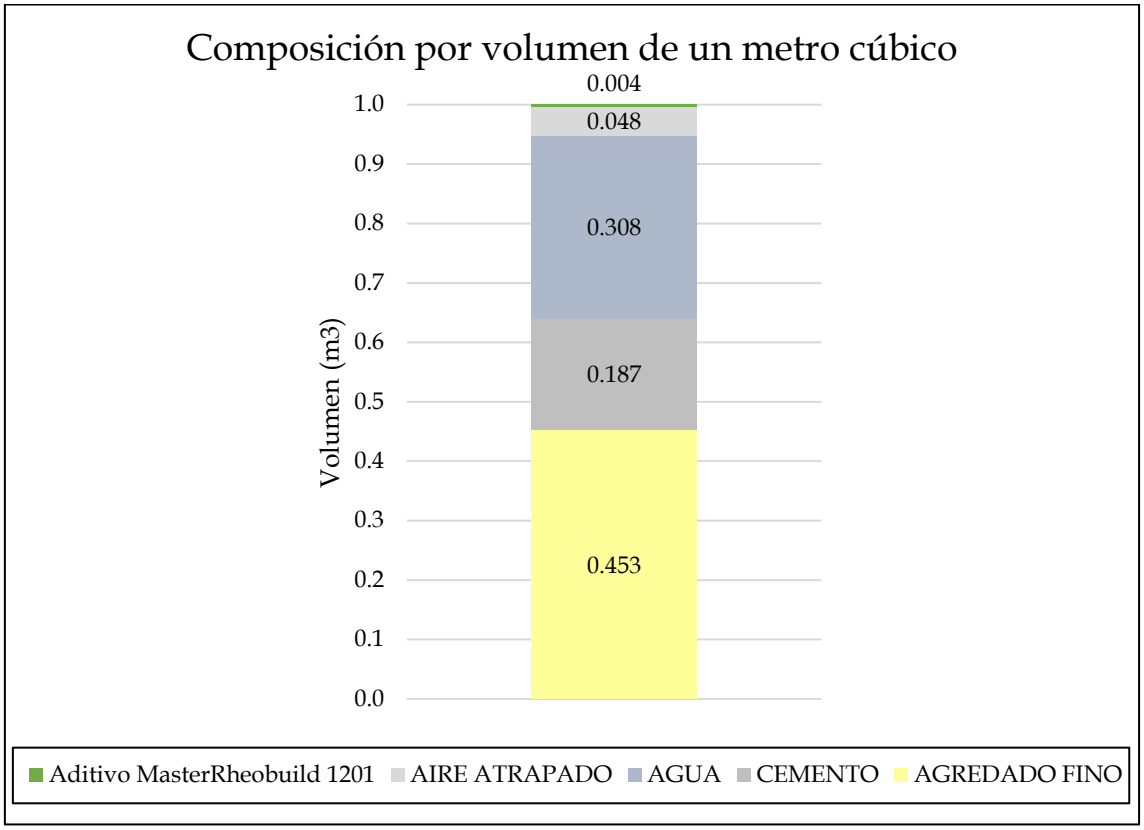
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 20. Composición por peso de un metro cúbico de concreto, relación a/c=0.55 con aditivo al 0.75%.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 21. Composición por volumen de un metro cúbico, relación a/c=0.55 con aditivo al 0.75%.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.2.7. Diseño del concreto cemento – arena f'c = 280 kg/cm^2, relación a/c=0.55 con aditivo al 1.00%.

Tabla N° 30. Valores de diseño corregidos por humedad, relación a/c=0.55 con aditivo al 1.00%.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento			545.5	Kg/m3	
Agua			254.2	Lts/m3	
Agregado fino			1199.2	Kg/m3	
MasterRheobuld 1201			5.5	Kg/m3	
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)					
Cemento	545.50	/	545.5	=	1.00
Agregado fino	1199.23	/	545.5	=	2.20
Agua	0.47	x	42.5	=	19.98
DOSIFICACIÓN EN PESO					
		C	AF	Agua	
		1	2.20	19.98	Lts/m3
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (pie3)					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino			1421.71	Kg/m3	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN					
		C	AF	Agua	
		1	2.30	19.98	Lts/m3
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento			42.5	Kg	
Agregado Fino			93.5	Kg	
Agua efectiva			19.98	Lts	

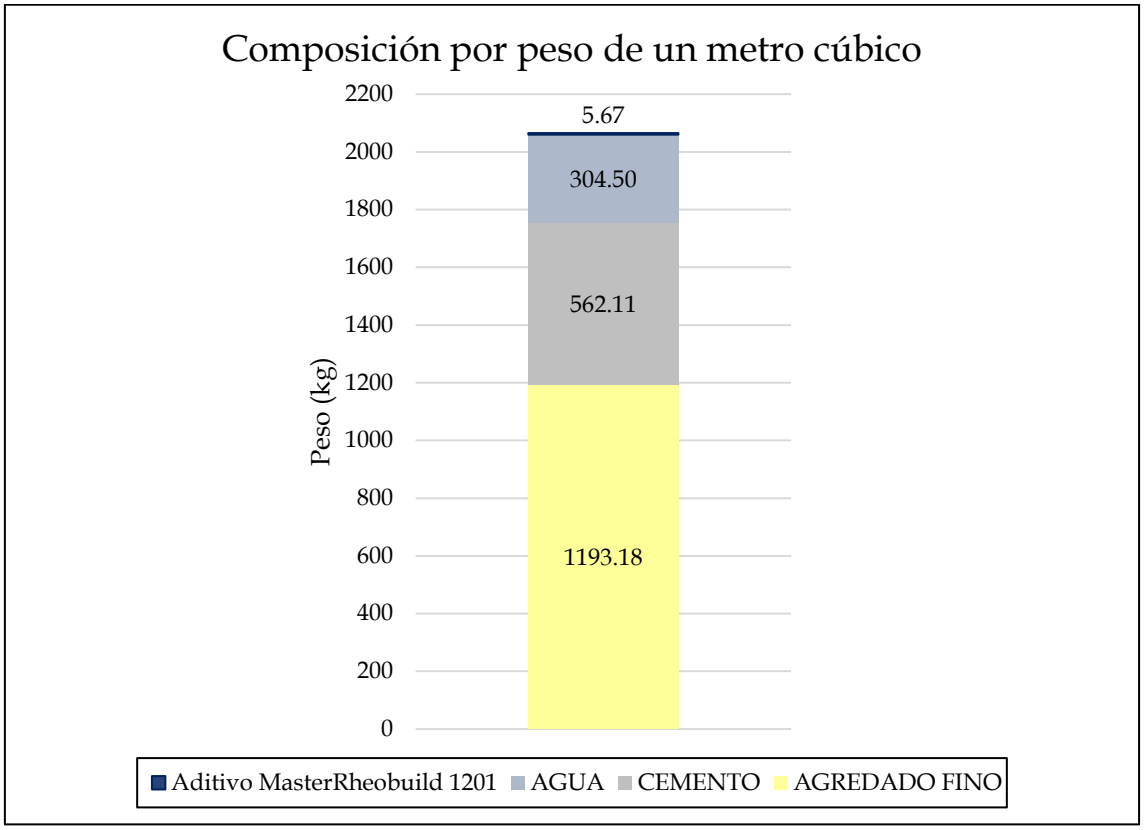
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 31. Peso unitario de producción y contenido de aire, relación a/c=0.55 con aditivo al 1.00%.

PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C - 138					
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3		
PESO UNITARIO (gr/cm3)	2.066	2.064	2.066		
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)		2065.45			
*Peso Unitario del Concreto (Kg/m3)		2187.35			
*Suponiendo la presencia la no presencia de aire					
Rendimiento (m3)		0.970457			
Rendimiento relativo		0.970			
Contenido de cemento real (Kg/m3)		562.11	=	13.23	Bls/m3
**Contenido de aire atrapado (%)		5.57			
**Método gravimétrico					

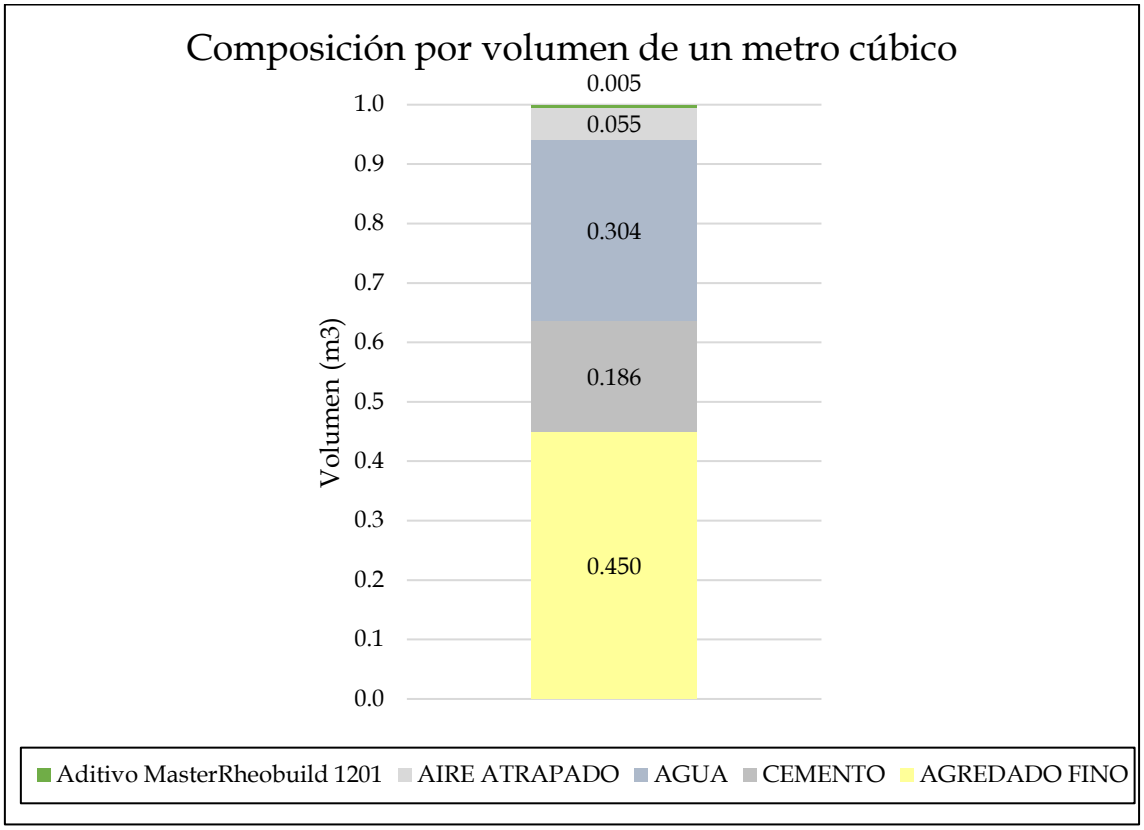
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 22. Composición por peso de un metro cúbico de concreto, relación a/c=0.55 con aditivo al 1.00%.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 23. Composición por volumen de un metro cúbico, relación a/c=0.55 con aditivo al 1.00%.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.2.8. Diseño del concreto cemento – arena f'c = 280 kg/cm^2, relación a/c=0.55 con aditivo al 1.25%.

Tabla N° 32. Valores de diseño corregidos por humedad, relación a/c=0.55 con aditivo al 1.25%.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento			545.5	Kg/m3	
Agua			253.1	Lts/m3	
Agregado fino			1199.2	Kg/m3	
MasterRheobuld 1201			6.8	Kg/m3	
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)					
Cemento	545.50	/	545.5	=	1.00
Agregado fino	1199.23	/	545.5	=	2.20
Agua	0.46	x	42.5	=	19.55
DOSIFICACIÓN EN PESO					
		C	AF	Agua	
		1	2.20	19.55	Lts/m3
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (pie3)					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino			1421.71	Kg/m3	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN					
		C	AF	Agua	
		1	2.30	19.55	Lts/m3
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento			42.5	Kg	
Agregado Fino			93.5	Kg	
Agua efectiva			19.55	Lts	

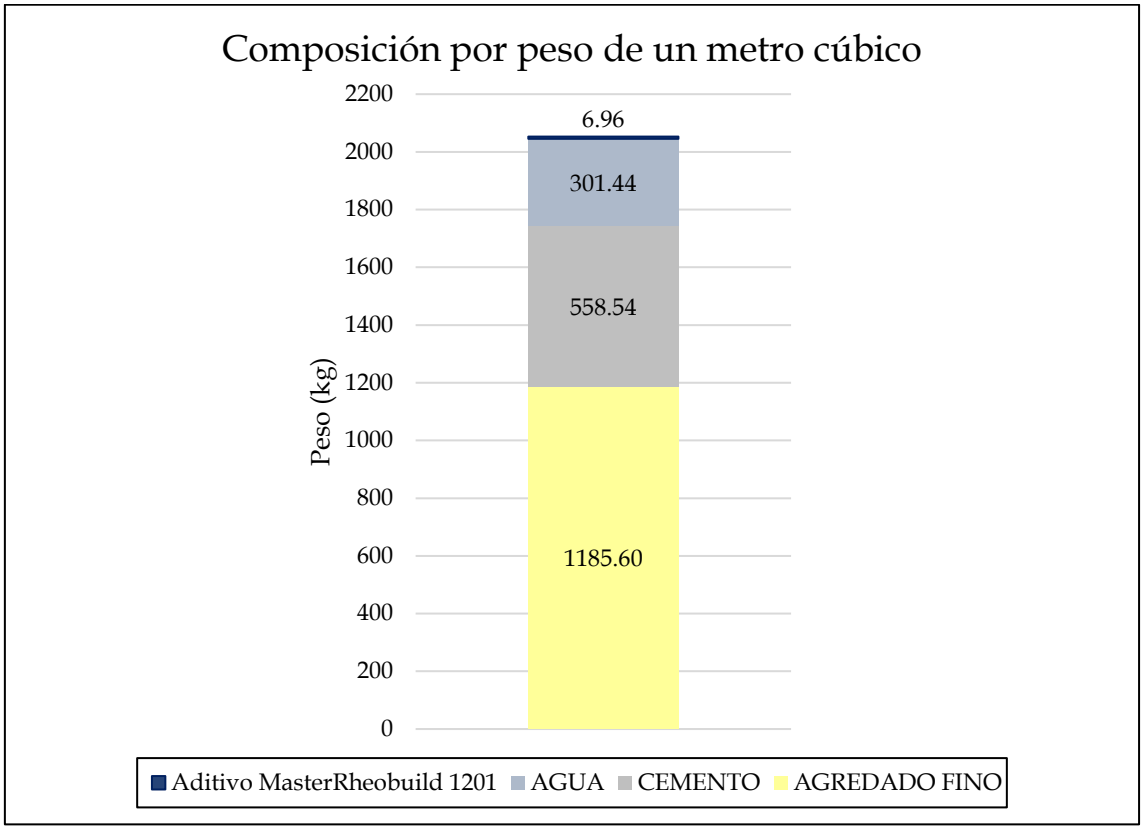
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 33. Peso unitario de producción y contenido de aire, relación a/c=0.55 con aditivo al 1.25%.

PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C - 138					
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3		
PESO UNITARIO (gr/cm3)	2.052	2.053	2.053		
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)		2052.54			
*Peso Unitario del Concreto (Kg/m3)		2187.63			
*Suponiendo la presencia la no presencia de aire					
Rendimiento (m3)		0.976658			
Rendimiento relativo		0.977			
Contenido de cemento real (Kg/m3)		558.54	=	13.14	Bls/m3
**Contenido de aire atrapado (%)		6.18			
**Método gravimétrico					

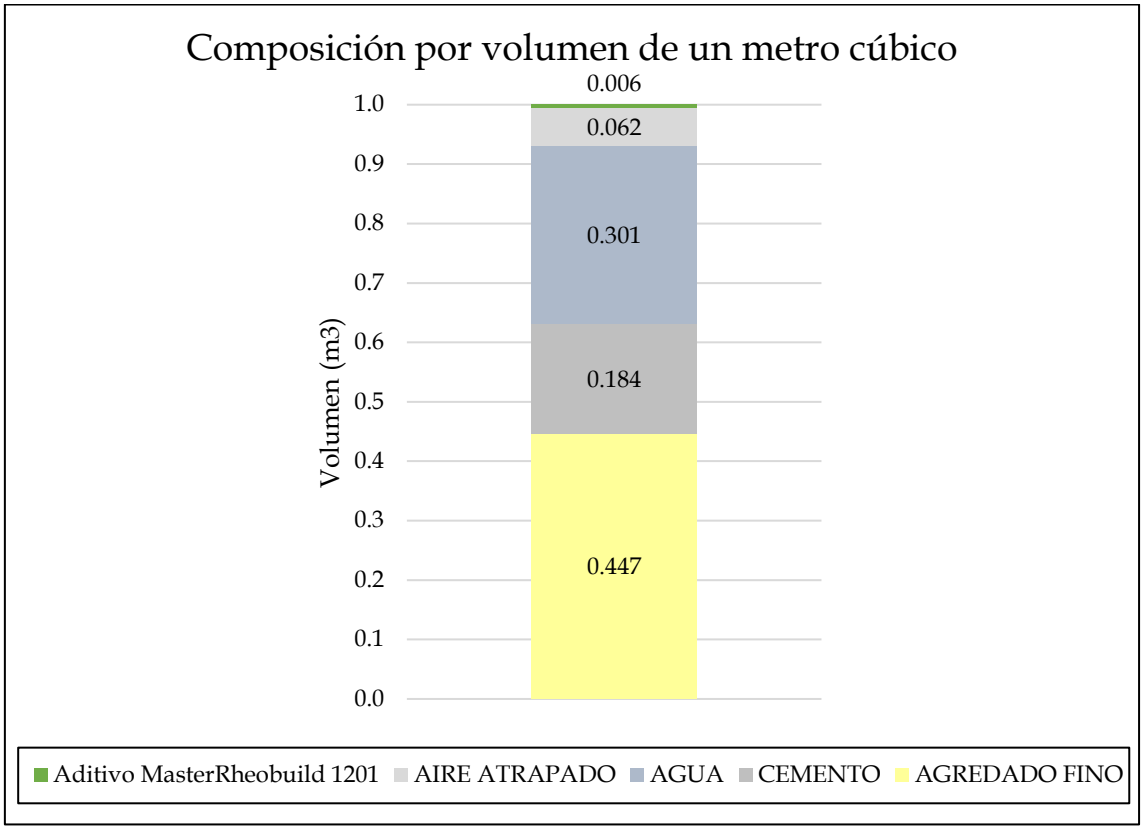
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 24. Composición por peso de un metro cúbico de concreto, relación a/c=0.55 con aditivo al 1.25%.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 25. Composición por volumen de un metro cúbico, relación a/c=0.55 con aditivo al 1.25%.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA EN ESTADO FRESCO.

Los ensayos que se realizaron para el concreto cemento – arena en su estado fresco fueron: Extensión de flujo - Consistencia, Flujo de asentamiento, Peso Unitario, Contenido de Aire y Temperatura del concreto.

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos en estado fresco del concreto cemento – arena, los ensayos se realizaron según las respectivas normas, haciendo un uso estricto de ellas para la realización de la investigación. Para mayor detalle de la información ver Anexo D, propiedades del concreto fresco.

4.3.1. Ensayo del concreto autocompactable cemento – arena, en su estado fresco.

El diseño y caracterización del concreto autocompactante se ha basado en la aplicación de la experiencia adquirida con el concreto convencional. Aún no existe un método universalmente aceptado para su diseño.

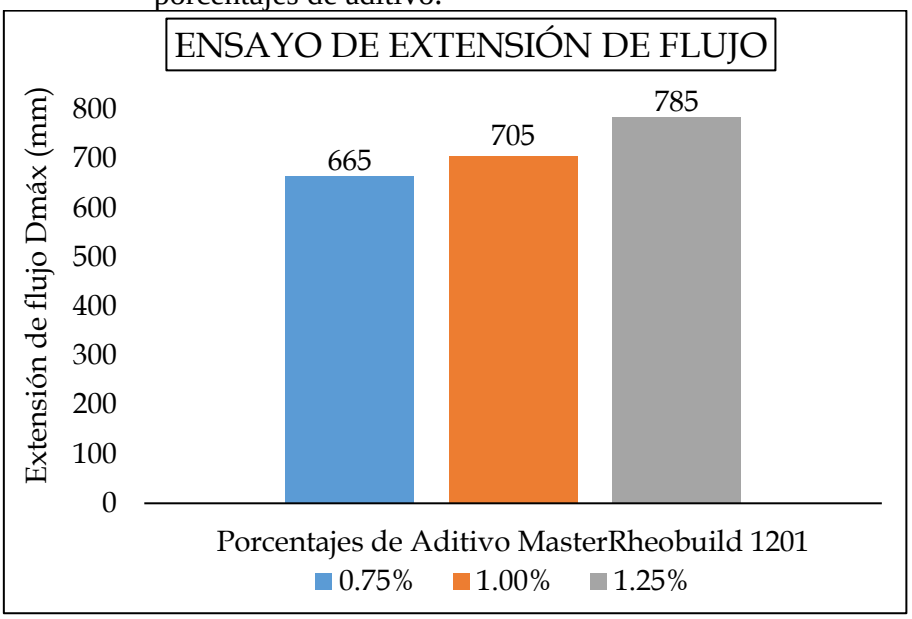
4.3.1.1. Extensión de flujo y flujo de asentamiento con las diferentes dosificaciones de aditivo.

Tabla N° 34. Extensión de flujo del concreto autocompactable, relación a/c=0.50 con diferentes porcentajes de aditivo.

ENSAYO DE EXTENSIÓN DE FLUJO			
Parámetros	Porcentajes de Aditivo MasterRheobuild 1201		
	0.75%	1.00%	1.25%
T50 (Seg)	3.28	2.95	2.15
Dmax (mm)	665	705	785
Segregación	Ninguna	Ninguna	Ligera

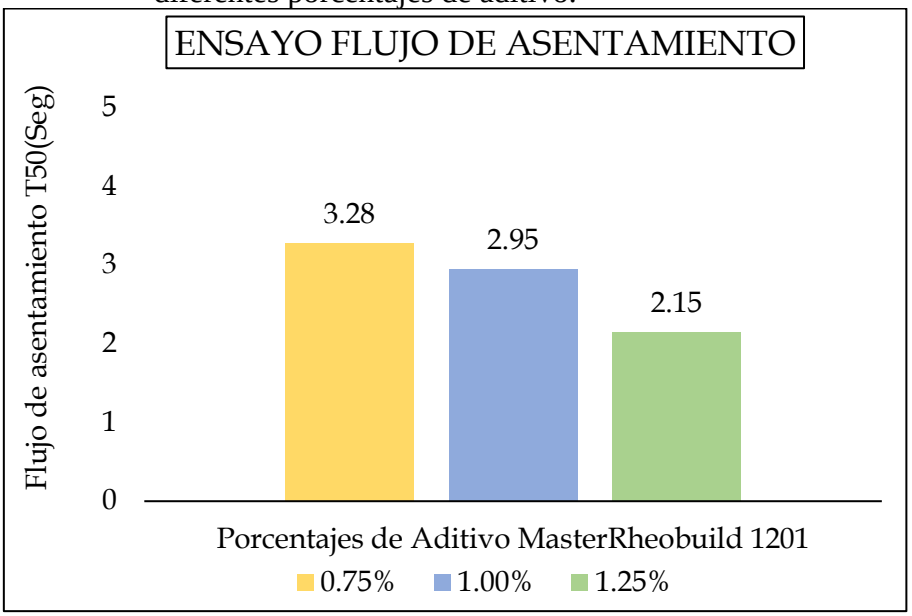
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 26. Ensayo de extensión de flujo Dmáx, relación a/c=0.50 con diferentes porcentajes de aditivo.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 27. Ensayo de flujo de asentamiento T50, relación a/c=0.50 con diferentes porcentajes de aditivo.



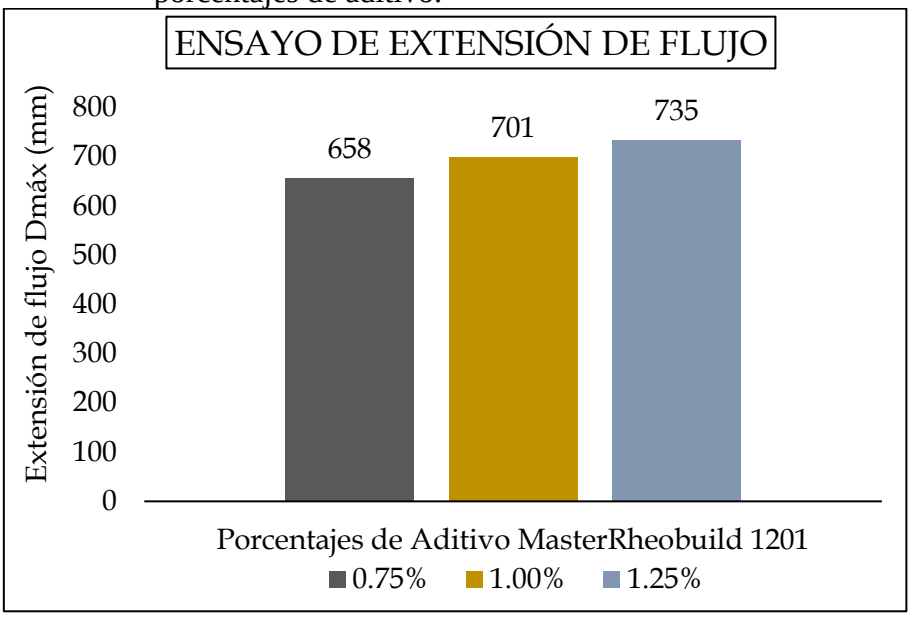
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 35. Extensión de flujo del concreto autocompactable, relación a/c=0.55 con diferentes porcentajes de aditivo.

ENSAYO DE EXTENSIÓN DE FLUJO			
Parámetros	Porcentajes de Aditivo MasterRheobuild 1201		
	0.75%	1.00%	1.25%
T50 (Seg)	4.31	3.95	2.65
Dmax (mm)	658	701	735
Segregación	Ninguna	Ligera	Ligera

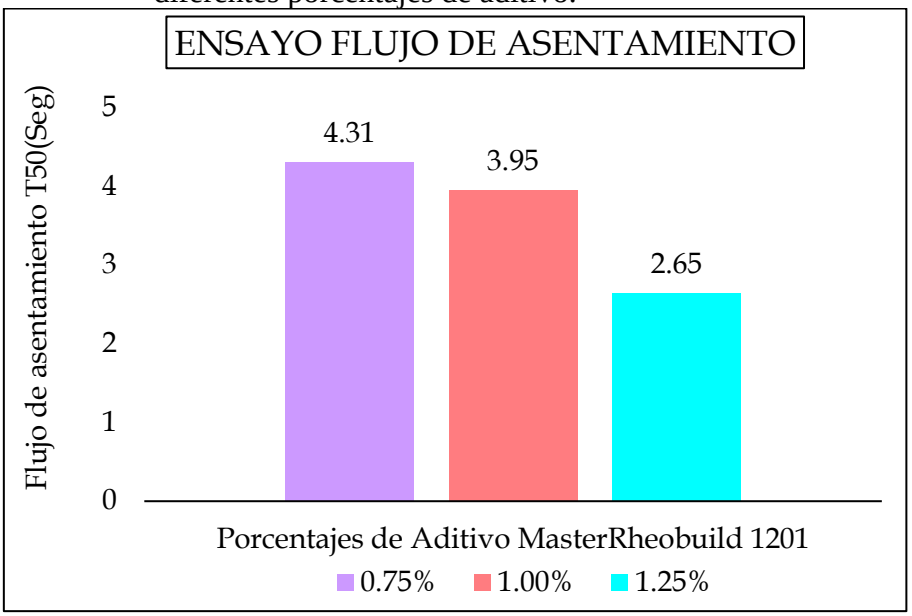
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 28. Ensayo de extensión de flujo Dmáx, relación a/c=0.55 con diferentes porcentajes de aditivo.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 29. Ensayo de flujo de asentamiento T50, relación a/c=0.55 con diferentes porcentajes de aditivo.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.3.2. Consistencia (NTP 339.035)

Es la propiedad que tiene toda mezcla de concreto para mantenerse homogénea en un estado determinado en función del tiempo, también determina la facilidad del concreto para compactarse. La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido de agua en la mezcla.

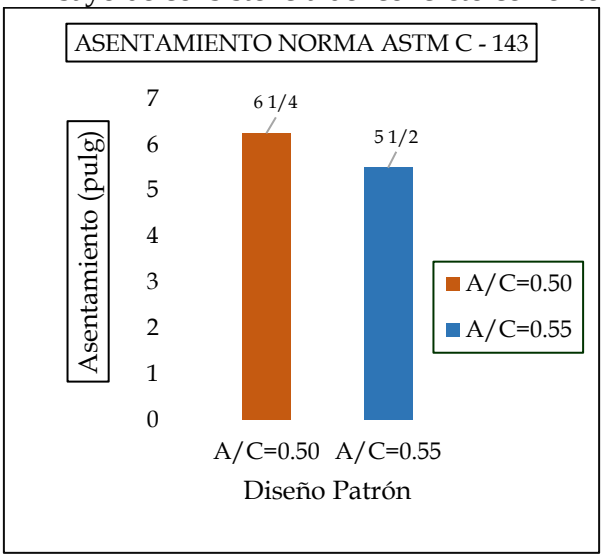
El ensayo de asentamiento se realizó conforme la norma ASTM C-143 y la NTP 339.035. En los presentes cuadros se observarán los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 36. Ensayo de consistencia al concreto cemento – arena, patrón.

ENSAYO DE ASENTAMIENTO SEGÚN NORMA ASTM C - 143	
DESCRIPCIÓN	ASENTAMIENTO (Pulg)
a/c=0.50	6 1/4
a/c=0.55	5 1/2

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 30. Ensayo de consistencia del concreto cemento – arena, patrón.



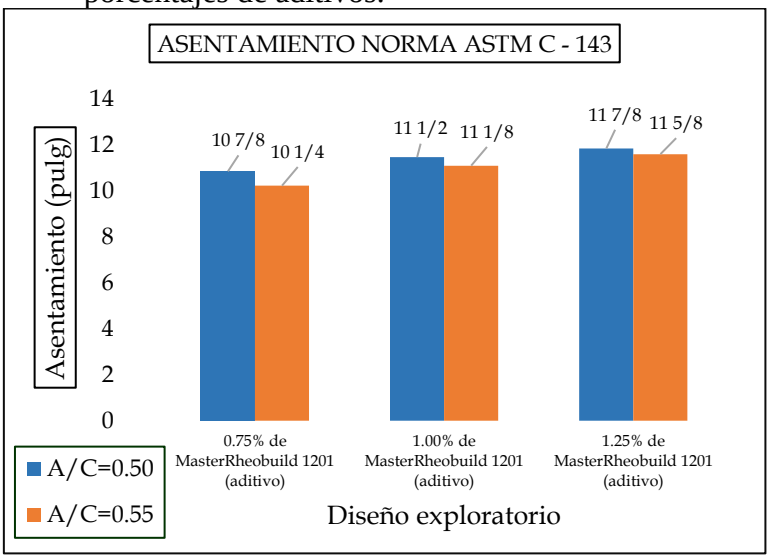
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 37. Ensayo de consistencia al concreto cemento – arena, con diferentes porcentajes de aditivo.

ENSAYO DE ASENTAMIENTO SEGÚN NORMA ASTM C - 143			
DESCRIPCIÓN	0.75% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)	1.00% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)	1.25% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)
a/c=0.50	10 7/8	11 1/2	11 7/8
a/c=0.55	10 1/4	11 1/8	11 5/8

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 31. Ensayo de consistencia del concreto cemento – arena, con diferentes porcentajes de aditivos.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.3.3. Peso unitario (NTP 339.046)

El peso unitario se refiere al peso que tiene el concreto en un determinado volumen. Consiste en compactar una muestra de concreto en un recipiente normado, el cual se pesará para luego dividir entre el volumen ocupado.

El ensayo de peso unitario se realizó conforme la norma ASTM C-138 y la NTP 339.046. En los presentes cuadros se observarán los resultados de las pruebas realizadas:

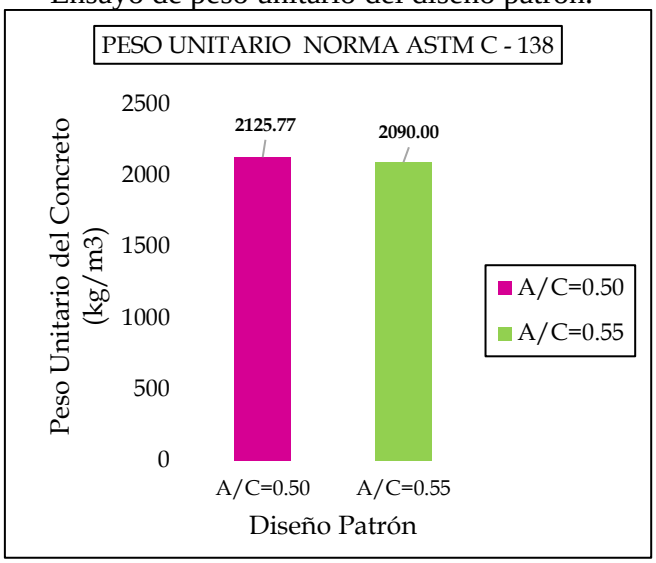
Tabla N° 38. Peso unitario del concreto cemento – arena, diseño patrón.

ENSAYO DE PESO UNITARIO
SEGÚN NORMA ASTM C - 138

DESCRIPCIÓN	Peso Unitario (kg/m3)
a/c=0.50	2125.77
a/c=0.55	2090.00

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 32. Ensayo de peso unitario del diseño patrón.



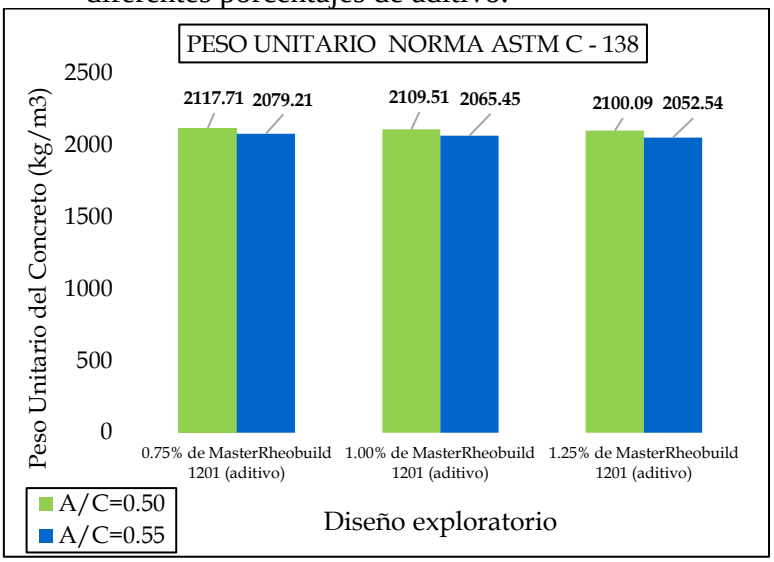
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 39. Peso unitario del concreto cemento – arena, con diferentes porcentajes de aditivos.

ENSAYO DE PESO UNITARIO SEGÚN NORMA ASTM C - 143			
DESCRIPCIÓN	0.75% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)	1.00% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)	1.25% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)
a/c=0.50	2117.71	2109.51	2100.09
a/c=0.55	2079.21	2065.45	2052.54

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 33. Ensayo del peso unitario del concreto cemento – arena, con diferentes porcentajes de aditivo.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.3.4. Contenido de aire método gravimétrico (ASTM C – 138)

Este ensayo permite medir la cantidad de aire que existe en el concreto fresco expresado en porcentaje (%), con el objetivo de llevar un control de calidad del concreto, ya que el aire arrastrado genera grandes burbujas de aire accidental durante el proceso de la mezcla, transporte y colocación del concreto.

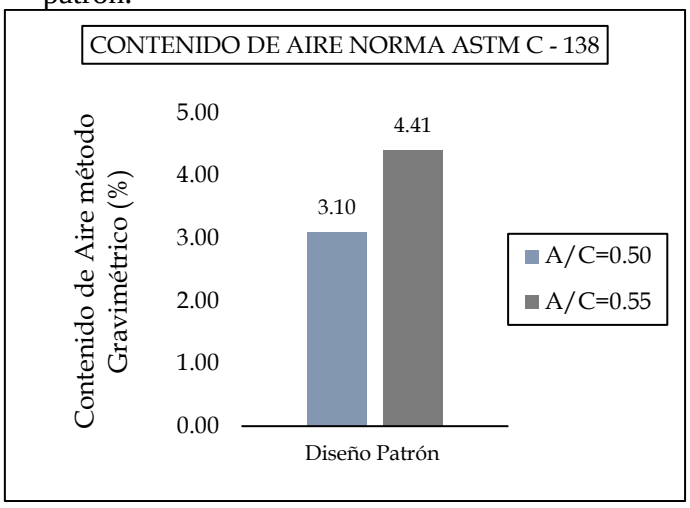
El ensayo de contenido de aire se realizó conforme a la norma ASTM C - 138. En los presentes cuadros se observarán los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 40. Contenido de aire método gravimétrico del concreto cemento – arena, diseño patrón.

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE MÉTODO GREAVIMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C - 138	
DESCRIPCIÓN	Contenido de aire (%)
a/c=0.50	3.10
a/c=0.55	4.41

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 34. Ensayo del contenido de aire por el método gravimétrico, diseño patrón.



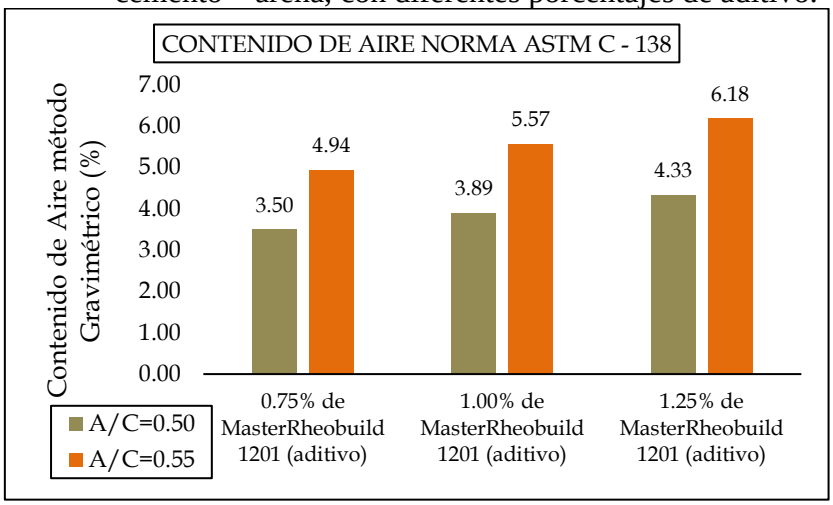
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 41. Contenido de aire por el método gravimétrico del concreto cemento – arena, con diferentes porcentajes de aditivos.

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE MÉTODO GREAVIMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C - 138			
DESCRIPCIÓN	**0.75% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)**	**1.00% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)**	**1.25% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)**
a/c=0.50	3.50	3.89	4.33
a/c=0.55	4.94	5.57	6.18

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 35. Ensayo de contenido de aire por el método gravimétrico del concreto cemento – arena, con diferentes porcentajes de aditivo.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.3.5. Temperatura del concreto (NTP 339.184)

La temperatura del concreto depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes, además del calor liberado por el proceso de hidratación del cemento, la energía de mezclado y el medio ambiente.

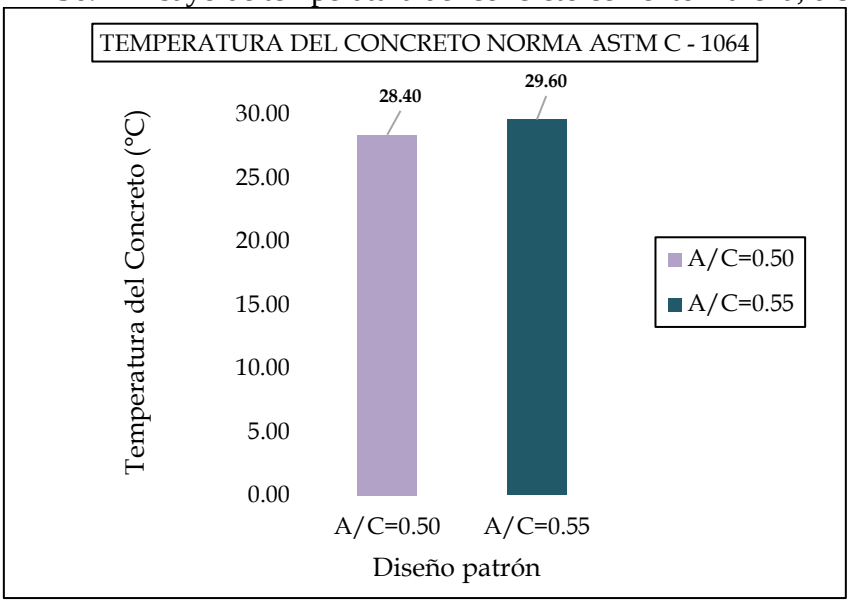
El ensayo de temperatura del concreto se realizó conforme la norma ASTM C-1064 y la NTP 339.184. En los presentes cuadros se observarán los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 42. Temperatura del concreto cemento – arena, diseño patrón.

ENSAYO DE TEMPERATURA SEGÚN NORMA ASTM C - 1064	
DESCRIPCIÓN	TEMPERATURA (°C)
a/c=0.50	28.40
a/c=0.55	29.60

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 36. Ensayo de temperatura del concreto cemento – arena, diseño patrón.



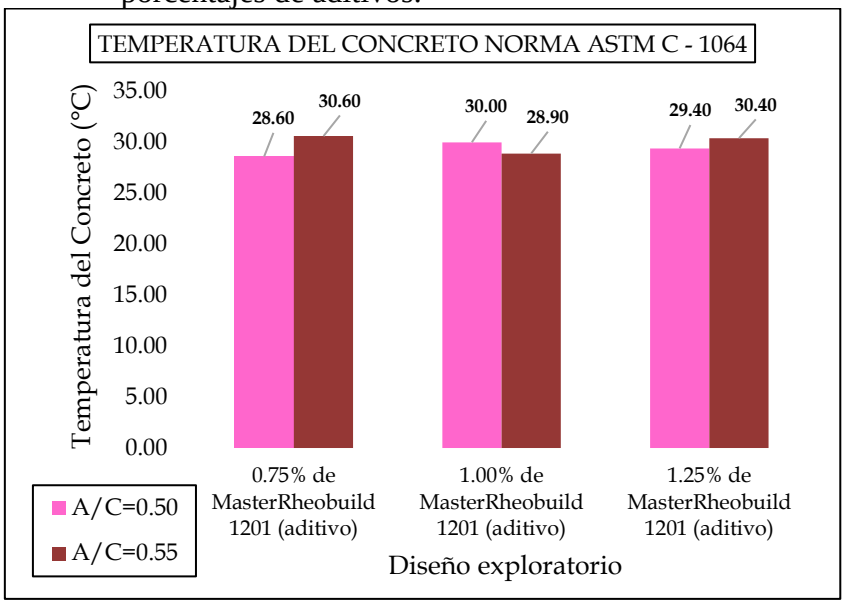
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 43. Temperatura del concreto cemento – arena, con diferentes porcentajes de aditivo.

ENSAYO DE TEMPERATURA SEGÚN NORMA ASTM C - 1064			
DESCRIPCIÓN	**0.75% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)**	**1.00% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)**	**1.25% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)**
a/c=0.50	28.6	30.00	29.40
a/c=0.55	30.6	28.90	30.40

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 37. Ensayo de temperatura del concreto cemento – arena, con diferentes porcentajes de aditivos.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.4. PROPIEDAD DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA EN ESTADO ENDURECIDO.

En este punto se expone los resultados experimentales que se obtuvieron del concreto endurecido. Se analizará el ensayo de compresión por las diferentes relaciones de agua/cemento que se fueron variando en el diseño, para así obtener diferentes resistencias. Para mayor detalle de la información ver Anexo D, propiedades del concreto endurecido.

4.4.1. Resistencia a la compresión (NTP 339.034)

La resistencia a la compresión es considerada como la característica más importante del concreto, aunque en otros casos son otras; la resistencia a la compresión da un panorama general de la calidad del concreto, ya que está relacionado directamente con la estructura de la pasta de cemento.

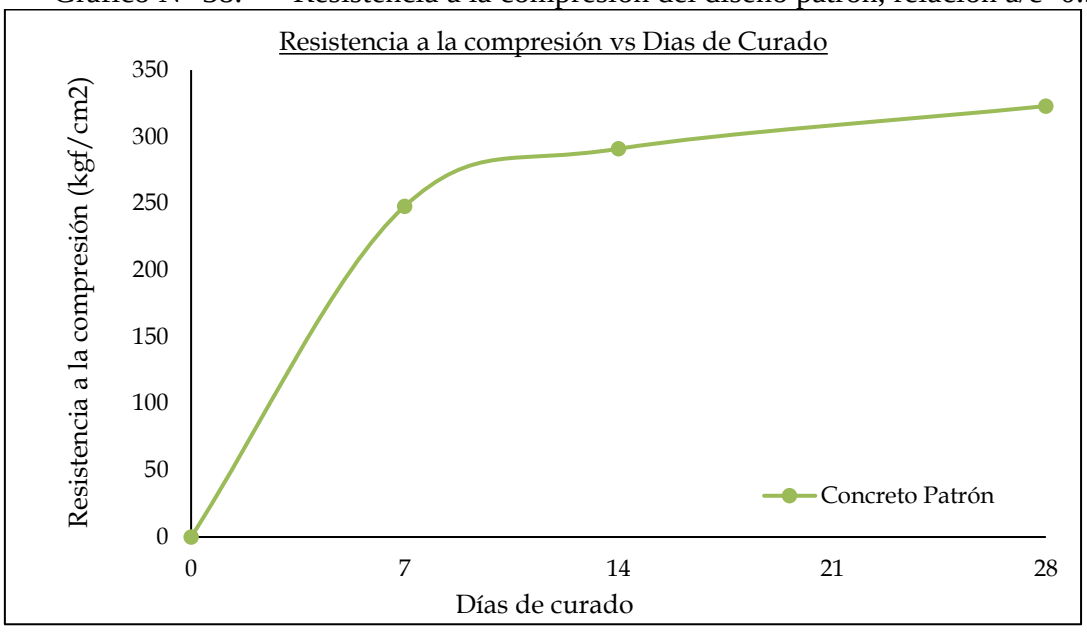
Los ensayos de resistencia a la compresión se realizaron de acuerdo a la norma ASTM C-39 y la NTP 339.034 con la muestra de 07 testigos por cada edad de 7,14 y 28 días.

Tabla N° 44. Resistencia a la compresión, relación a/c=0.50 diseño patrón.

Resistencia a la compresión	
Tiempo (días)	Resistencia (kg/cm2)
7	248
14	291
28	323

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 38. Resistencia a la compresión del diseño patrón, relación a/c=0.50.



Fuente: Elaboración propia (2024)

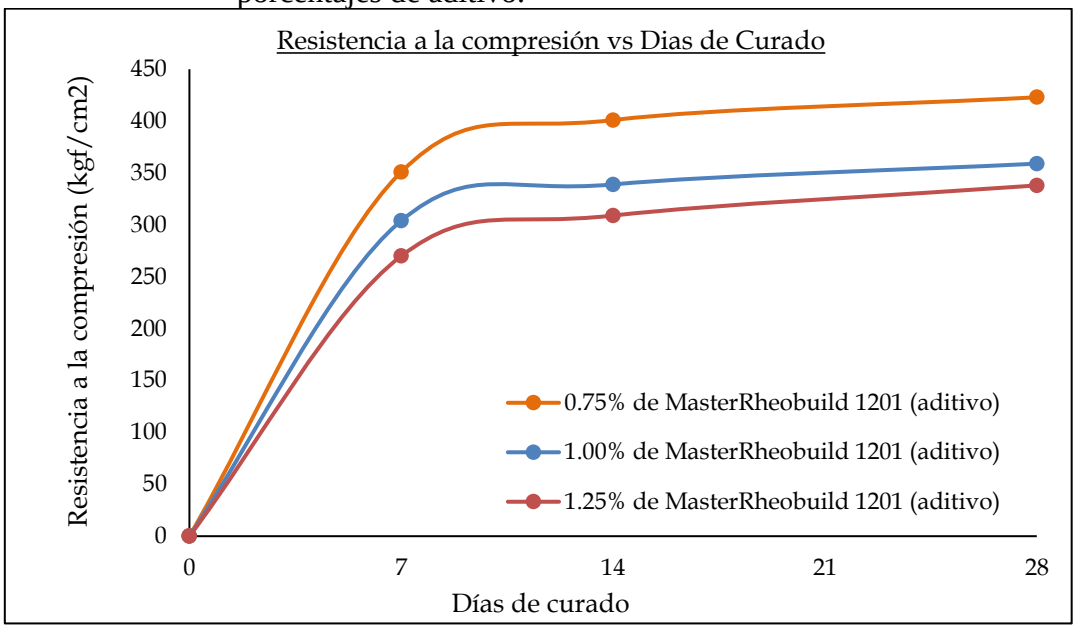
Tabla N° 45. Resistencia a la compresión del concreto cemento – arena, relación a/c=0.50 con diferentes porcentajes de aditivos.

PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS (Kg/cm²)

Cemento Portland/Agregado de cantera arena gris_ a/c=0.50			
días de curado	0.75% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)	1.00% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)	1.25% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)
7 días	351	304	270
14 días	401	339	309
28 días	423	359	338

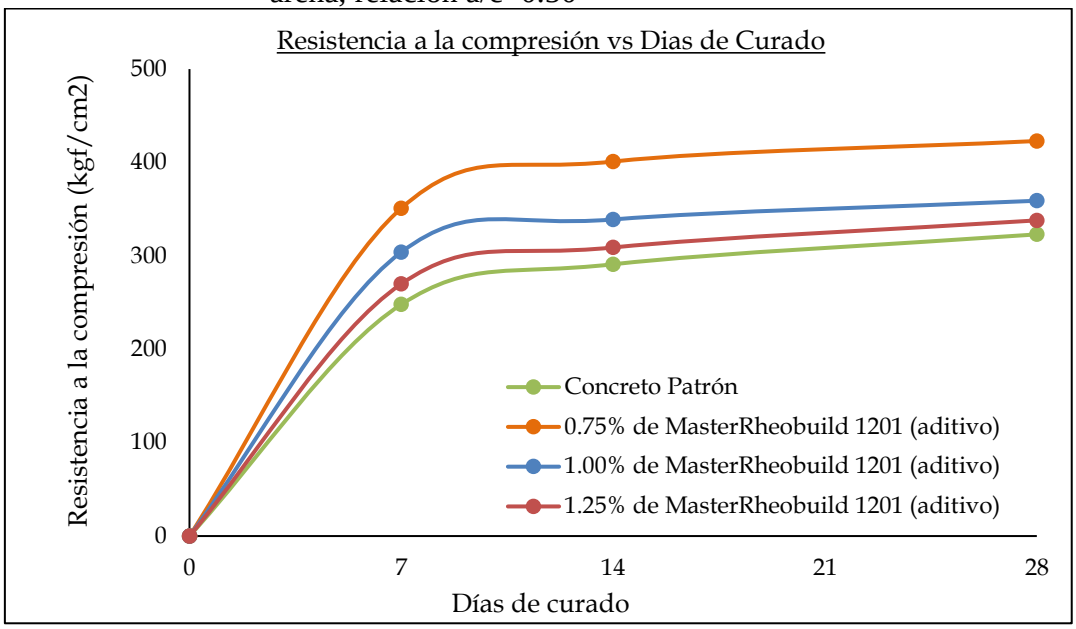
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 39. Resistencia a la compresión, relación a/c=0.50 con diferentes porcentajes de aditivo.



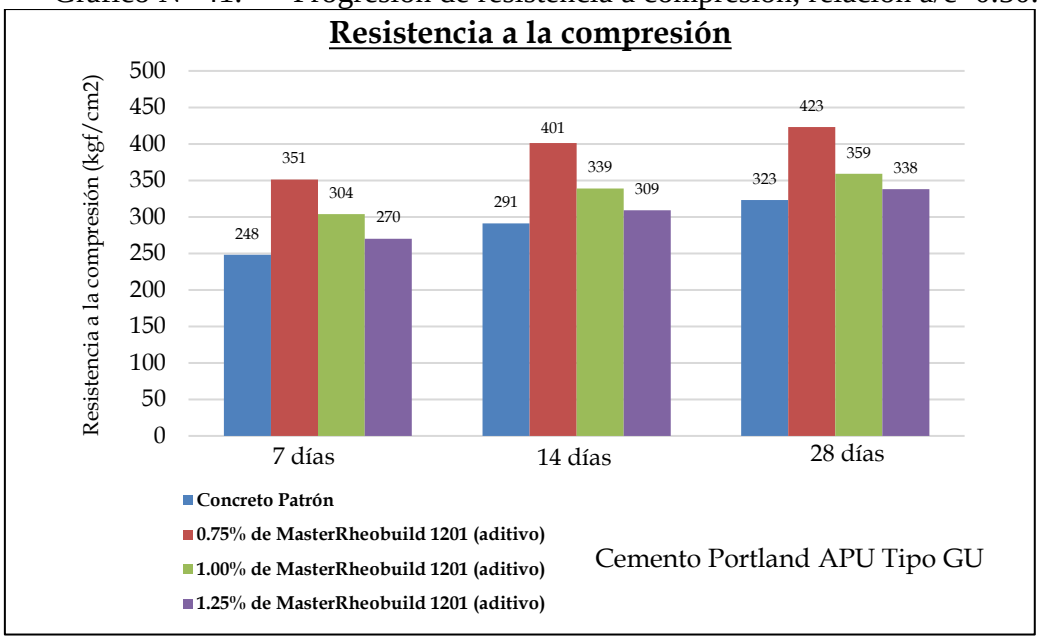
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 40. Resumen de resistencia a la compresión del concreto cemento – arena, relación a/c=0.50



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 41. Progresión de resistencia a compresión, relación a/c=0.50.



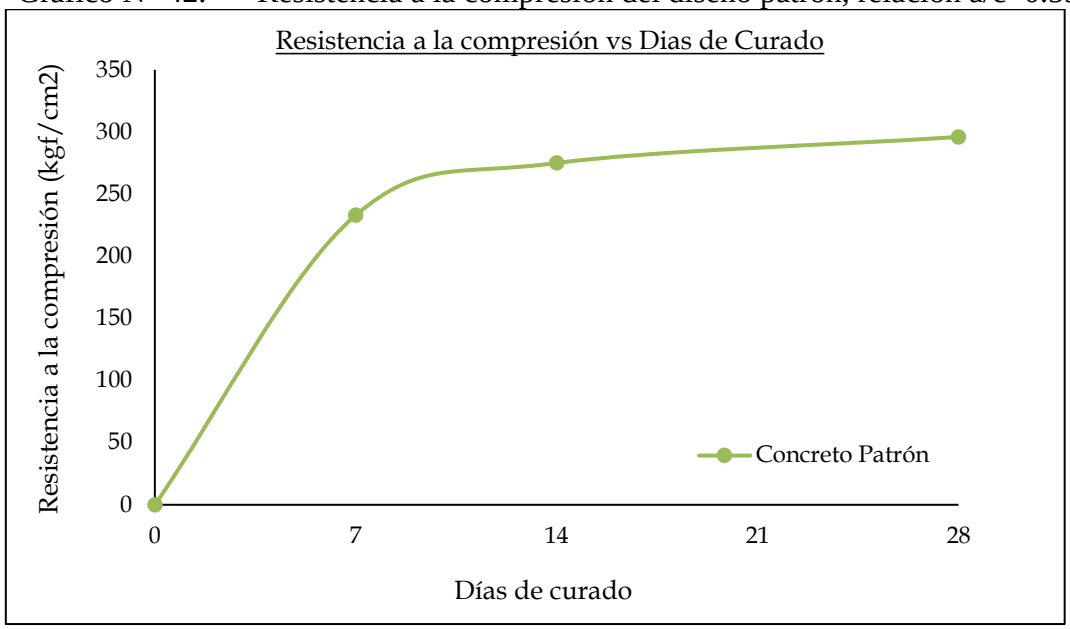
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 46. Resistencia a la compresión, relación a/c=0.55 diseño patrón.

Resistencia a la compresión	
Tiempo (días)	Resistencia (kg/cm2)
7	233
14	275
28	296

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 42. Resistencia a la compresión del diseño patrón, relación a/c=0.55



Fuente: Elaboración propia (2024)

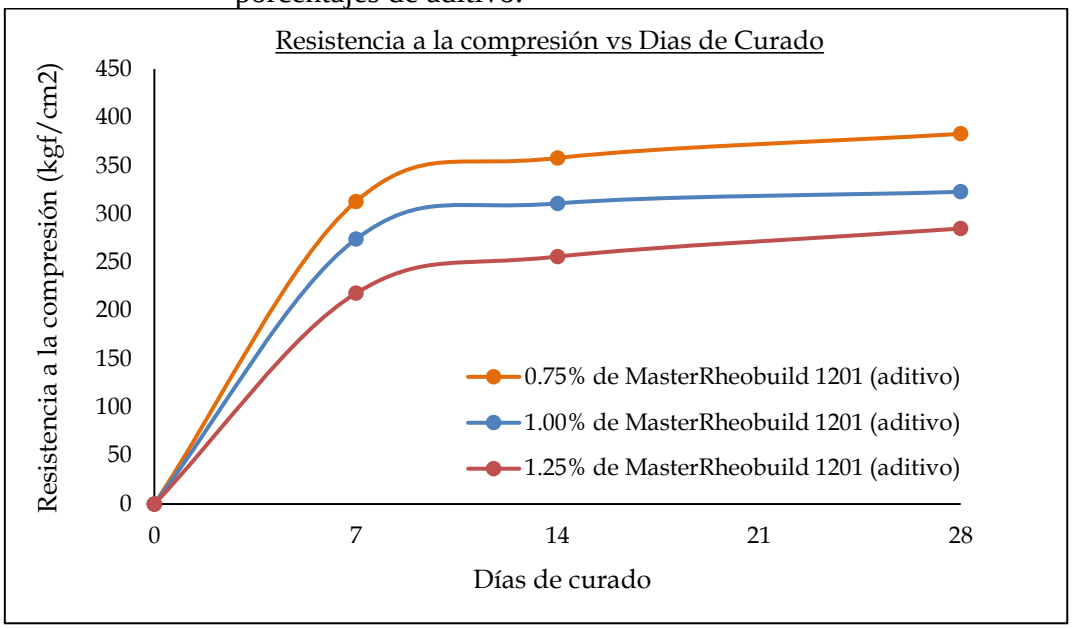
Tabla N° 47. Resistencia a la compresión del concreto cemento – arena, relación a/c=0.55 con diferentes porcentajes de aditivos.

PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS (Kg/cm²)

Cemento Portland/Agregado de cantera arena gris_ a/c=0.55			
días de curado	0.75% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)	1.00% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)	1.25% de MasterRheobuild 1201 (aditivo)
7 días	313	274	218
14 días	358	311	256
28 días	383	323	285

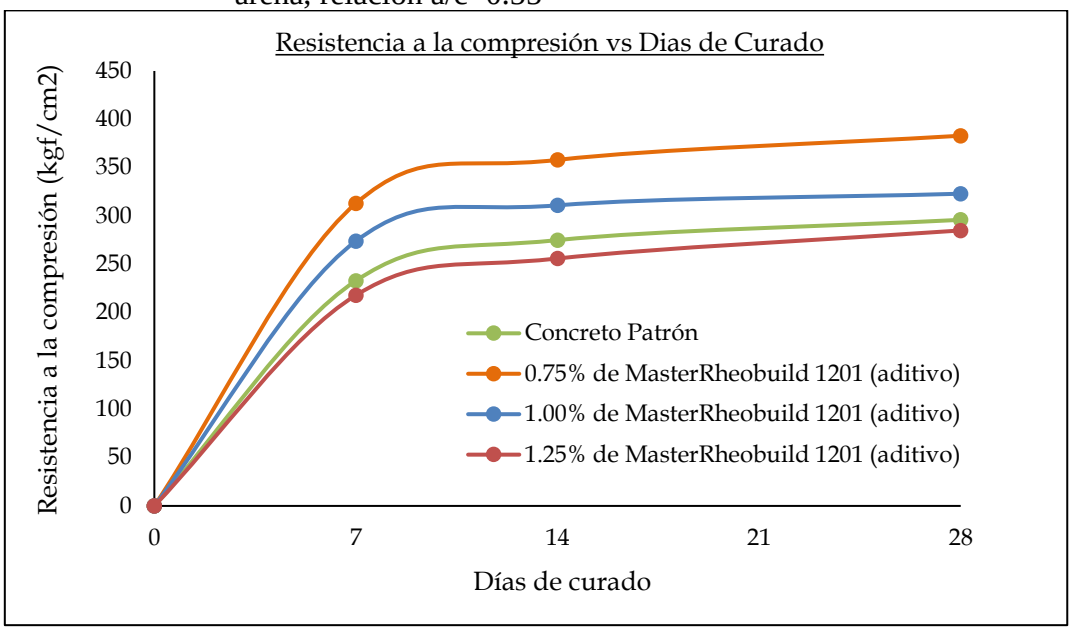
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 43. Resistencia a la compresión, relación a/c=0.55 con diferentes porcentajes de aditivo.



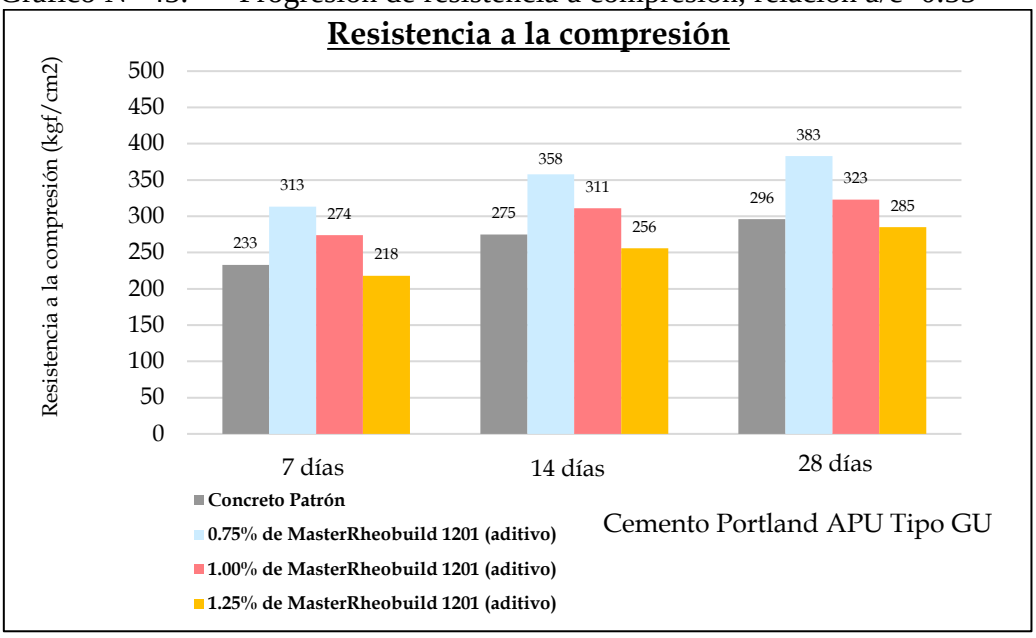
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 44. Resumen de resistencia a la compresión del concreto cemento – arena, relación a/c=0.55



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 45. Progresión de resistencia a compresión, relación a/c=0.55



Fuente: Elaboración propia (2024)

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el siguiente capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos en diferentes ensayos propuestos, para evaluar las propiedades mecánicas a edades de 7, 14 y 28 días del concreto autocompactable planteados en los capítulos anteriores. De igual manera se analiza los datos de las diferentes propiedades del concreto autocompactable, iniciando con la caracterización del agregado fino, posterior a esto se analiza al concreto autocompactable en estado fresco, y las propiedades de extensión de flujo y flujo de asentamiento.

Los ensayos realizados se desarrollaron en las instalaciones del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales de la UCP (Universidad Científica del Perú).

5.1. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos de los diferentes ensayos desarrollados dentro la investigación se procede a su posterior evaluación:

- **Evaluación del cemento empleado.**

De acuerdo a la investigación se usó cemento Portland hidráulico de uso general (cemento APU Tipo GU) por ser más comercial en nuestro medio, se optó por el tipo de cemento por no requerir de propiedades específicas, además cumple con la respectiva normativa y está clasificado dentro de la norma ASTM C 1157, que corresponde a cementos por la especificación del performance.

- **Evaluación del agregado fino.**

El agregado fino empleado no cumple con la gradación establecida en la NTP 400.037, pero la norma permite su uso si se presentan estudios que aseguren su idoneidad para producir concreto de calidad, no encontrándose en ningún grupo mencionadas en la norma, como son: Grupo C, que corresponde a arenas gruesas; Grupo M, corresponde a arenas intermedias y por último el Grupo F, que corresponde a arenas finas.

El módulo de finura de nuestro agregado es de 1.48, por debajo del rango permitido por la norma ASTM C 33, que debe ser mayor o igual a 2.3 y menor o igual a 3.1. Lo que indica una superficie específica alta y requerirá mayor cantidad de pasta para cubrirlo.

La superficie específica obtenida es de 76.15 cm2/gr, características que tienen las arenas finas, lo que aumenta el área superficial a cubrir con pasta, requiriendo más agua y cemento para mantener la consistencia deseada.

El ensayo del material que pasa por la malla N° 200 es de 0.77 %. Valor dentro lo indicado según la norma ASTM C 33, donde recomiendan valores máximos que pasan por esta malla de 3 % que se va a emplear en concreto sujetos a proceso abrasivos y un 5 % en otros concretos.

El peso específico obtenido es 2.616 gr/cm3, está comprendido entre los valores comúnmente usados dentro de los límites de 2.6 a 3.0, en relación con la importancia del peso específico puede indicar que tan poroso, absorbente y débil puede ser un agregado.

El valor de absorción según el promedio de los ensayos resultó de 1.76 %, resultando éste un valor promedio comprendido entre los ensayos realizados. El

porcentaje de absorción cumple un rol muy importante dentro el agregado, ya que permite corregir las humedades de los agregados, éste es un indicador necesario para controlar el incremento de agua dentro de la mezcla para así obtener resistencias deseadas, si no se logra controlar la dosificación de agua en la mezcla la calidad de la resistencia a la compresión disminuirá notablemente.

El peso unitario suelto y compactado obtenido son 1349 y 1488 Kg/m3, estos valores obtenidos son el resultado del promedio de los ensayos, este valor es requerido para las conversiones del concreto por peso y volumen, se observa que el resultado del peso unitario compactado es mayor respecto al peso suelto.

Los valores obtenidos de contenido de humedad encontrado al momento de realizar el diseño de mezcla son de 5.39 %, dato muy necesario para las correcciones de humedad del agregado en la dosificación del diseño de mezcla.

- **Evaluación del concreto en estado fresco.**

En la investigación realizada se trabajaron con las siguientes relaciones a/c: 0.50 y 0.55 para el diseño patrón y a partir de estas se realizaron los diseños exploratorios con diferentes porcentajes de aditivos; se trabajó con un rango de dosificación entre 0.75%, 1.00% y 1.25%. Se tomaron medidas de las consistencias de forma referencial para ver la influencia del aditivo. Encontrándose valores de consistencia para las relaciones a/c=0.50 y 0.55 de 6 ¼" y 5 ½" respectivamente. Posteriormente se obtuvieron valores de consistencia en la relación a/c=0.50 con 0.75%, 1.00% y 1.25% de 10 7/8", 11 ½" y 11 7/8" respectivamente. Finalmente se obtuvieron valores de consistencia en la relación a/c=0.55 con 0.75%, 1.00% y 1.25% de 10 ¼", 11 1/8" y 11 5/8" respectivamente. Sabemos que la consistencia de una mezcla está en función de su contenido de agua y las características físicas del agregado.

El contenido de aire atrapado por el método gravimétrico en las relaciones de a/c= 0.50 y 0.55 son de 3.10% y 4.41%. Para la relación a/c=0.50 con las diferentes dosificaciones de 0.75%, 1.00% y 1.25% de aditivo se obtuvieron los resultados de 3.50%, 3.89% y 4.33%. Continuando para la relación a/c=0.55 con las diferentes dosificaciones de 0.75%, 1.00% y 1.25% de aditivo se obtuvieron los resultados de 4.94%, 5.57% y 6.18%. Es evidente que a mayor dosificación del aditivo se origina mayor contenido de aire atrapado dentro la mezcla.

Los valores obtenidos de temperatura del concreto autocompactable cemento – arena recién mezclados para las relaciones de a/c 0.50 y 0.55 son 28.40 y 29.60 °C respectivamente. Para la relación a/c=0.50 con las diferentes dosificaciones de 0.75%, 1.00% y 1.25% de aditivo se obtuvieron los resultados de 28.60, 30.00 y 29.40 °C. Finalmente para la relación a/c=0.55 con las diferentes dosificaciones de 0.75%, 1.00% y 1.25% de aditivo se obtuvieron los resultados de 30.60, 28.90 y 30.40 °C; éstos valores se ven influenciados por las altas temperaturas de nuestra zona, también se debe considerar el aporte calorífico de cada uno de sus componentes, ya que la influencia de cada material depende de su calor

especifico, de su masa, y de su temperatura. Algo que no debemos hacer de lado, es el calor liberado por la hidratación del cemento, en este caso si tenemos relaciones de a/c bajas, el factor cemento producirá mayor calor de hidratación por las reacciones químicas que se presentan.

El peso unitario obtenido de los diseños de mezclas de relaciones a/c=0.50 y 0.55 fueron 2125.77 y 2090.00 Kg/m3. Para la relación a/c=0.50 con las diferentes dosificaciones de 0.75%, 1.00% y 1.25% de aditivo se obtuvieron los resultados de 2117.71, 2109.51 y 2100.09 Kg/m3 y finalmente para la relación a/c=0.55 con las diferentes dosificaciones de 0.75%, 1.00% y 1.25% de aditivo se obtuvieron los resultados de 2079.21, 2065.45 y 2052.54 Kg/m3. Según esto podemos afirmar que a mayor dosificación del aditivo el valor de peso unitario disminuye.

- **Evaluación del ensayo de Extensión de flujo y flujo de asentamiento.**

En cuanto al ensayo de extensión de flujo para la relación a/c = 0.50 (ver Tabla N° 34), se observa los siguientes resultados respecto a la variación de los porcentajes de aditivos, dando resultados de 665, 705 y 785 mm respectivamente según la dosificación de aditivo MasterRheobuild 1201 que va desde 0.75%, 1.00% y 1.25%. Para la relación a/c=0.55 (ver Tabla N° 35), se observa los siguientes resultados respecto a la variación de los porcentajes de aditivos, dando resultados de 658, 701 y 735 mm respectivamente según la dosificación de aditivo MasterRheobuild 1201 que va desde 0.75%, 1.00% y 1.25%.

En el ensayo de flujo de asentamiento para la relación a/c = 0.50 (ver Tabla N° 34), se observa los siguientes resultados respecto a la variación de los porcentajes de aditivos, dando resultados de 3.28, 2.95 y 2.15 Seg. respectivamente según la dosificación de aditivo MasterRheobuild 1201 que va desde 0.75%, 1.00% y 1.25%. Finalmente, para la relación a/c = 0.55 (ver Tabla N° 35), se observa los siguientes resultados respecto a la variación de los

porcentajes de aditivos, dando resultados de 4.31, 3.95 y 2.65 Seg. respectivamente según la dosificación de aditivo MasterRheobuild 1201 que va desde 0.75%, 1.00% y 1.25%.

Según los parámetros de los ensayos en estado fresco para el concreto autocompactable estipulados en la EFNARC 2002 (Federación Europea de Productos Químicos Especializados para la Construcción y Sistemas de Hormigón) podemos observar los rangos recomendados de aceptación para el ensayo de extensión de flujo en la tabla N° 48. Podemos afirmar que los resultados de extensiones de flujo paras las dos relaciones a/c de nuestra investigación dan resultados mayores a 650 mm, los cuales a su vez están dentro de los rangos permisibles y su aplicación es adecuado para muchos concretos normales (muros, columnas, pilares). Se pudo poner en evidencia que el diámetro Df es proporcional al incremento del porcentaje de aditivo, pero este no siempre es positivo pues se degeneró una ligera exudación y segregación como se muestra en las tablas N° 34 y 35 expuestas en capítulos anteriores. En cuanto al ensayo de flujo de asentamiento respecto al tiempo T50 en las relaciones a/c=0.50 y 0.55 con diferentes porcentajes de aditivos se considera aceptable por encontrarse dentro de los rangos permisibles estipulados en la EFNARC.

Tabla N° 48. Parámetros de los enesayos en estado fresco para concreto autocompactable.

Ensayo	Unidad	Márgenes habituales de valores	
		Mínimo	Máximo
Escurrimiento	mm	650	800
T50	segundos	2	5

Fuente: EFNARC (2002)

El investigador Pineda Vallejo, Hugo Esteban; en su tesis denominada “Diseño de Mezcla de Concreto Autocompactante”, obtuvieron los siguientes resultados (ver tabla N° 49) que se encuentran dentro de los rangos establecidos sin presentar ningún tipo de segregación. La mezcla 454 es la que mejores valores

obtuvo en el ensayo de extensión de flujo: Dmáx= 790 mm y T50= 2 Seg. Mientras que la mezcla A 403 tuvo un excelente valor de Dmax= 755 mm., afectado por el alto valor de T50= 6 Seg. que demostraba que de las tres mezclas estudiadas esta era la más lenta.

Se puede decir que las tres mezclas fluidas de concreto satisfacen los requerimientos de los concretos autocompactantes en el ensayo de extensión de flujo (Dmax>650mm. y 2<T50<5Seg.), sin embargo la mezcla la mezcla A502 estaba muy cercana a los límites recomendados para concretos autocompactantes y la mezcla A403 es un concreto autocompactante pero de desplazamiento lento, propiedad que es poca recomendad para este tipo de concretos; solo la mezcla A4554 da valores que aprueban dentro de un rango seguro los requerimientos establecidos.

También se debe tener en cuenta que no solo porque una mezcla tiene alto contenido de pasta su comportamiento autocompactante será mejor, la alta concentración de pasta y la poca presencia de agua fruto de la baja relación agua a/c ocasiona que ésta sea una mezcla muy cohesiva y viscosa.

Tabla N° 49. Resultados generados a partir de diseños normales con aditivo superplastificante.

			EXTENSIÓN DE FLUJO	
MEZCLA	ADITIVO (% del peso del cemento)	ASENTAMIENTO (pulg)	Dmax. (mm)	T50 (Seg)
Patrón a/c=0.50 (P50)		3 1/2		
A502	1.2		655	2
Patrón a/c=0.45 (P45)		3 1/2		
A454	1.6		790	2
Patrón a/c=0.40 (P40)		3 1/2		
A403	1.6		755	6

Fuente: Pineda, Hugo. Diseño de Mezcla de Concreto Autocompactante (2003)

- **Evaluación del concreto en su estado endurecido.**

Resistencia a la compresión: La resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.50 respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 248, 291 y 323 Kg/cm2. Encontrándose las ganancias de resistencia de 76.78%, 90.09% y 100.00% según los días ensayados. La resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.55 respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 233, 275 y 296 Kg/cm2. Encontrándose las ganancias de resistencia de 78.72%, 92.91% y 100.00% según los días ensayados.

La resistencia a la compresión obtenida para las resistencias exploratorias con diferentes porcentajes de aditivos para la relación a/c de 0.50 con 0.75% de aditivo respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 351, 401 y 423 Kg/cm2. Encontrándose las ganancias de resistencia de 82.98%, 94.80% y 100.00% según los días ensayados. La resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.50 con 1.00% de aditivo respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 304, 339 y 359 Kg/cm2. Encontrándose las ganancias de resistencia de 84.68%, 94.43% y 100.00% según los días ensayados. La resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.50 con 1.25% de aditivo respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 270, 309 y 338 Kg/cm2. Encontrándose las ganancias de resistencia de 79.88%, 91.42% y 100.00% según los días ensayados.

La resistencia a la compresión obtenida para las resistencias exploratorias con diferentes porcentajes de aditivos para la relación a/c de 0.55 con 0.75% de aditivo respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 313, 358 y 383 Kg/cm2. Encontrándose las ganancias de resistencia de 81.72%, 93.47% y 100.00% según los días ensayados. La resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.55 con 1.00% de aditivo respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 274, 311 y 323 Kg/cm2.

Encontrándose las ganancias de resistencia de 84.83%, 96.28% y 100.00% según los días ensayados. La resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.55 con 1.25% de aditivo respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 218, 256 y 285 Kg/cm2. Encontrándose las ganancias de resistencia de 76.49%, 89.82% y 100.00% según los días ensayados.

Podemos observar que la dosificación óptima para ambas relaciones de a/c está comprendida en 0.75% de aditivo, los resultados obtenidos para ambos casos superan las resistencias respecto al concreto patrón y las demás dosificaciones de aditivo.

5.2. CONCLUSIONES

Una vez aplicado el instrumento de recolección de datos, procesados los mismos y obtenida la información que de ello se generó conjuntamente con los respectivos análisis se obtuvieron las siguientes conclusiones:

El agregado fino utilizado en esta investigación respecto a la granulometría y su módulo de fineza no cumple con los requisitos mínimos establecidos por la norma NTP 400.037, en nuestro caso se obtuvo un módulo de finura de 1.48. Nuestro agregado fino es considerado un agregado fino marginal.

Peso unitario: Obtuvimos valores de 2125.77 y 2090.00 Kg/m3 respecto a las relaciones a/c de 0.50 y 0.55. Para la relación a/c=0.50 con las diferentes dosificaciones de 0.75%, 1.00% y 1.25% de aditivo se obtuvieron los resultados de 2117.71, 2109.51 y 2100.09 Kg/m3. Finalmente, para la relación a/c=0.55 con las diferentes dosificaciones de 0.75%, 1.00% y 1.25% de aditivo se obtuvieron los resultados de 2079.21, 2065.45 y 2052.54 Kg/m3. El peso unitario disminuye conforme se incrementa la dosificación de aditivo y los resultados comprenden valores de pesos unitarios de concreto normal.

Contenido de aire: Existe una tendencia al incremento de contenido de aire, los valores van en incremento desde 3.10 y 4.41% respecto de sus relaciones a/c de 0.50 y 0.55. Para la relación a/c=0.50 con las diferentes dosificaciones de 0.75%, 1.00% y 1.25% de aditivo se obtuvieron los resultados de 3.50%, 3.89% y 4.33%. Continuando para la relación a/c=0.55 con las diferentes dosificaciones de 0.75%, 1.00% y 1.25% de aditivo se obtuvieron los resultados de 4.94%, 5.57% y 6.18%. Estos valores fueron encontrados en el laboratorio por el método gravimétrico, los valores obtenidos son muchos mayores que en un concreto convencional. Y al adicionar mayor porcentaje de aditivo se genera más vacío dentro de la mezcla, encontrándose con mayor aire atrapado.

Respecto a la temperatura de la mezcla de concreto en la relación a/c = 0.50, se obtiene como resultado 28.40°C, en la relación w/c = 0.55, un valor de 29.60 °C. Para la relación a/c=0.50 con las diferentes dosificaciones de 0.75%, 1.00% y 1.25% de aditivo se obtuvieron los resultados de 28.60, 30.00 y 29.40 °C. Finalmente para la relación a/c=0.55 con las diferentes dosificaciones de 0.75%, 1.00% y 1.25% de aditivo se obtuvieron los resultados de 30.60, 28.90 y 30.40 °C. Si las relaciones a/c son menores la temperatura de la mezcla del concreto serán mayores. En la investigación la temperatura del concreto no originó ningún problema en los resultados de resistencia.

Se nota una tendencia de incremento de resistencia a la compresión a los 28 días de los testigos, la resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.55 respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 248, 291 y 323 Kg/cm2. La resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.55 respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 233, 275 y 296 Kg/cm2. La resistencia a la compresión obtenida para las resistencias exploratorias con diferentes porcentajes de aditivos para la relación a/c de 0.50 con 0.75% de aditivo respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 351, 401 y 423 Kg/cm2. La resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.50 con 1.00% de aditivo respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 304, 339 y 359 Kg/cm2. La resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.50 con 1.25% de aditivo respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 270, 309 y 338 Kg/cm2. La resistencia mecánica a compresión del concreto autocompactante se incrementa en comparación del concreto patrón para la dosificación de 0.75% de aditivo, mientras que para la máxima dosificación 1.25% la resistencia disminuye respecto a la dosificación más óptima. A pesar que la resistencia disminuye con el incremento de la dosificación, todas están cumpliendo con ser mayor a resistencias de diseño f’c=210 kg/cm2.

La utilización de una relación a/c alta y un contenido de cemento bajo, junto con la utilización de aditivos diseñados para su uso en concretos autocompactantes, ha permitido obtener concretos sin exudación ni segregación, y con un adecuado comportamiento en sus condiciones de paso y fluidez.

Se evidenció que el exceso de agua presente en el diseño de mezcla y las dosificaciones elevadas del aditivo ocasionan inestabilidad en las mezclas fluidas de concreto cemento – arena.

En la prueba de extensión de flujo, se observa que valores de Dmáx. Bajos (<650mm) limitan la capacidad de flujo libre de la mezcla de concreto cemento – arena. Por otro lado, T50 elevados (>5 Seg) indican una mezcla con propiedades reológicas desfavorables, como alta viscosidad y cohesión.

En la investigación se encontró que en mezclas con relación a/c entre 0.50 y 0.55 se debe utilizar 1.00% de dosificación del aditivo ensayado. En cuanto a la propiedad de extensión de flujo se comporta dentro del rango establecido. La adición de 0.75% de aditivo cumple con las propiedades mecánicas en cuanto a su incremento de resistencia del concreto.

Se evidenció que el uso del agregado fino del cauce fluvial y el aditivo de alto rango influyen de manera positiva en los resultados tanto en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto cemento – arena autocompactable de la presente investigación. Tanto que, en términos de trabajabilidad, cumplieron los diseños de relación a/c=0.50 y 0.55, el índice característico de extensibilidad se encontró dentro de los parámetros establecidos para concreto autocompactantes. El diseño de relación a/c= 0.55 con sus respectivas dosificaciones entre 1.00% y 1.25% presentaron una ligera exudación y segregación.

5.3. RECOMENDACIONES

En función de las conclusiones que resultan de esta investigación, se plantea un conjunto de recomendaciones con el fin de validar con mayor relevancia algunos de los resultados obtenidos, y por otro lado ampliar esta interesante investigación. Entre las recomendaciones que se consideran como fundamentales, se tiene:

Es crucial realizar un control exhaustivo de cada material componente de la mezcla de concreto cemento autocompactante, ya que pequeñas variaciones en sus propiedades pueden generar cambios significativos y no deseados en el comportamiento del concreto, especialmente en su estado fresco.

La realización del control de humedad antes de iniciar los diseños de mezcla en los agregados es fundamental para el diseño de mezcla del concreto autocompactable cemento – arena, ya que el contenido de humedad varía con las condiciones ambientales y un error en el valor encontrado puede causar problemas de segregación, exudación y baja resistencia.

La investigación realizada sobre concreto autocompactante debe analizarse desde una perspectiva introductoria para motivar la realización de otras investigaciones que puntualicen en parámetros más específicos.

Se debe tener control exhaustivo respecto a los ensayos que partan desde la caracterización con el agregado fino hasta los controles del concreto en su estado fresco y endurecido, siguiendo los lineamientos estandarizados establecidos en las normas nacionales e internacionales.

Referencias bibliográficas

1. **ABANTO CASTILLO, FLAVIO.** *Tecnología del Concreto. 1ra edición.* Lima : San Marcos, 1997.
2. **ACARO, TANIA y PALOMINO, ALVARO.** *Influencia del concreto Autocompactable de bajo contenido de Clinker, en la Rentabilidad de un Proyecto, Lima 2019.* Lima : s.n., 2019.
3. **ACHING, PEDRO y DEL CASTILLO, WILLIANS.** *Influencia del plastificante reductor de agua Sika - Cem en el concreto cemento - arena, Iquitos 2018. .* Iquitos : s.n., 2018.
4. **ANDRADE MARTINEZ, WILLIAM.** *Bases para la especificación reológica para Concretos Autocompactantes con Arenas de Distinto Origen.* Bogotá : s.n., 2021.
5. **ASSOCIATION PORTLAND CEMENT.** *Proyecto y Control de Mezclas de Concreto.* 1ra edición. s.l. : Limusa, 1978.
6. **CHANTA, D y ZUTA, C.** *Influencia de Aditivos Basados en Policarboxilato en las Propiedades del Concreto Autocompactante.* Lima : s.n., 2020.
7. **GARCÍA BALLESTER, LUIS.** *Propiedades Mecánicas y Reológicas de Hormigones Autocompactantes Sometidos a Carga a Edades muy Tempranas y Tempranas.* Valencia : s.n., 2015.
8. **GONZÁLEZ, S, LANDAVERDE, A y ROMERO, R.** *Concreto Autocompactante para el Diseño de Mezcla, Beneficios Técnicos y Consideraciones Básicas para su Implementación en El Salvador.* El Salvador : s.n., 2005.
9. **GUTIÉRREZ DE LÓPEZ, LIBIA.** *El concreto y Otros Materiales para la Construcción.* Universidad Nacional de Colombia : 2da edición, 2003.
10. **HUAMAN, D y MAZA, S.** *Polvo de Mármol y Aditivo Superplastificante para Mejorar las Propiedades Físicas y Mecánicas de un Concreto Autocompactante.* Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2021.
11. **KOSMATKA, S y otros.** *Diseño y control de Mezclas de Concreto, Portland Cement Association - PCA.* 1ra edición. Illinois : s.n., 2004.

12. **LEÓN PARRA, LADY.** *Diseño de Mezcla para Hormigón Autocompactante.* Guayaquil : Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2009.

13. **MOLINA, S y SALDAÑA, S.** *nfluencia del Aditivo Hiperplastificante Plastol 200 Ext en las Propiedades del Concreto Autocompactante en Estado Fresco y Endurecido.* Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego., 2014.

14. **PINEDA VALLEJO, HUGO.** *Diseño de Mezcla de Concreto Autocompactante.* Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2003.

15. **PASQUEL CARBAJAL, E.** *Tópicos de Tecnología del Concreto.* 2da edición. Lima : Colegio de Ingenieros del Perú, Consejo Nacional, 1999.

16. **RIVVA LÓPEZ, E.** *Materiales para el Concreto.* Lima : Instituto de la Construción y Gerencia, 2008.

17. **RIVVA LÓPEZ, E.** *Naturaleza y Materiales de la Construcción. II Congreso Internacional de la Construcción y EXPOCON.* Lima : s.n., 2004.

18. **SANCHEZ DE GUZMAN, DIEGO.** *Tecnología del Concreto y del Mortero.* 3ra edición. s.l. : Bhandar, 1996.

19. **SÁNCHEZ HIDALGO, LEIDY.** *Efecto del Aditivo Superplastificante Sika Viscocrete en la Resistencia Mecánica del Concreto Autocompactante.* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

20. **VILANOVA FERNÁNDEZ, ÁNGEL.** *Influencia de la Dosificación y Empleo de Diferentes Tipos de Cemento y Adiciones en las Propiedades Mecánicas del Hormigón Autocompactante.* Madrid : s.n., 2009.

ANEXO A

- Matriz de Consistencia

Título	Problema General y Específicos	Objetivo General y Específicos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Diseño de Investigación	Métodos y Técnicas de Investigación	Población y Muestra de Estudio
"Evaluación del diseño concreto autocompactable cemento – arena, utilizando agregado fino del cauce fluvial (río Amazonas) y aditivo de alto rango, Iquitos - 2024".	General ¿Cómo influye el uso del agregado fino del cauce fluvial y aditivo de alto rango en el comportamiento del concreto autocompactable cemento – arena en Iquitos 2024? Específicos 1. ¿De qué manera se evalúa la factibilidad técnica del concreto autocompactable cemento – arena, para su implementación en nuestro medio local, Iquitos? 2. ¿Cómo se establece la dosificación óptima de aditivo de alto rango para llegar a los parámetros de extensión de flujo del concreto autocompactable cemento – arena? 3. ¿Cómo es la influencia del agregado fino del cauce fluvial en el comportamiento reológico del concreto autocompactable cemento – arena?	General Estudiar la influencia del agregado fino del cauce fluvial y aditivo de alto rango, en las propiedades del concreto autocompactable cemento - arena en estado fresco y endurecido en Iquitos, 2024. Específicos 1.- Evaluar la factibilidad técnica del concreto autocompactable cemento – arena, para su implementación en nuestro medio local, Iquitos. 2.- Establecer la dosificación óptima de aditivo de alto rango para llegar a los parámetros de extensión de flujo del concreto autocompactable cemento – arena. 3.- Estudiar la influencia del agregado fino del cauce fluvial en el comportamiento reológico del concreto autocompactable cemento – arena.	El uso del agregado fino del cauce fluvial y aditivo de alto rango influye favorablemente en las propiedades del concreto autocompactable cemento - arena en estado fresco y endurecido en Iquitos, 2024.	X = V_1 Evaluación del agregado fino del cauce fluvial y aditivo de alto rango, Iquitos 2024. Indicadores: Óptimo contenido de aditivo Y = V_2 Evaluación del diseño concreto autocompactable cemento – arena. Indicadores: Extensión de flujo. Resistencia del concreto	El presente proyecto de investigación es de tipo Experimental, no obstante, al describir las variables se manipulará la variable independiente (Evaluación del agregado fino del cauce fluvial y aditivo de alto rango, Iquitos 2024) para determinar efectos en la variable dependiente. Su esquema es: $GE: O_1 \quad X \quad O_2$ Donde: GE: Grupo Experimental O1: Pre-prueba (Pre Test o Medición) X: Experimento o tratamiento O2: Post-prueba (post Test o Medición)	MÉTODOS: · Experimental. · Analítico · Descriptivo TÉCNICAS: -Trabajo de gabinete. -Análisis documental. - Trabajo de campo: Medición y ensayos correspondientes a la investigación.	POBLACIÓN: estará constituida por las diferentes relaciones agua/cemento (a/c), 0.50 y 0.55; relacionados al concreto cemento - arena patrón y sus diferentes adiciones de aditivo de alto rango MasterRheobuild 1201 al 0.75, 1.00 y 1.25% el peso del cemento, para lograr encontrar los parámetros mínimos del concreto autocompactable cemento – arena. MUESTRA: La muestra estará conformada por probetas cilíndricas distribuidas de la siguiente manera: Para el diseño patrón concreto cemento – arena se tendrá 7 testigos a moldear x 3 días a evaluar x 2 diseños de concreto = 42 probetas Para el diseño concreto autocompactable se tendrá 7 testigos a moldear x 3 días a evaluar x 2 diseños de concreto x 3 variaciones de dosificación de aditivo de alto rango = 126 probetas

ANEXO B

- Caracterización del agregado fino

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO FINO

Procedencia del agregado fino: Cauce del rio Amazonas

- **Análisis granulométrico**

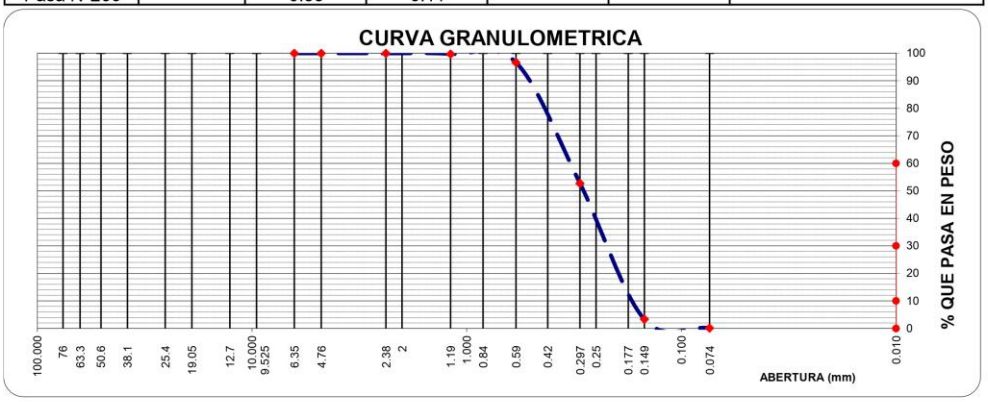
Institución:	**Investigación:**	
Universidad Científica del Perú	**EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.**	
Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.	

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM C - 136

DATOS DE CAMPO

Cantera : Arena de río (cauce fluvial)
Ubicación : Río Amazonas.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	OBSERVACIONES
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050					Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					**Peso de Muestra en Gr.**
1/4"	6.350					Muestra Seca : **303.74**
N°04	4.760				100.00	Muestra Lavada: **303.41**
N°08	2.380	0.07	0.02	0.02	99.98	
N°16	1.190	0.71	0.23	0.26	99.74	
N°30	0.590	9.35	3.08	3.34	96.66	
N°50	0.297	133.39	43.92	47.25	52.75	**MF : 1.48**
N°100	0.149	150.08	49.41	96.66	3.34	**Superficie específica: 75.72**
N°200	0.074	9.81	3.23	99.89	0.11	
Pasa N°200		0.33	0.11			



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color gris, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color gris, húmeda y suelta, cantidad reducida de particulas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 0.11 %.
El módulo de fineza del agregado es 1.48.

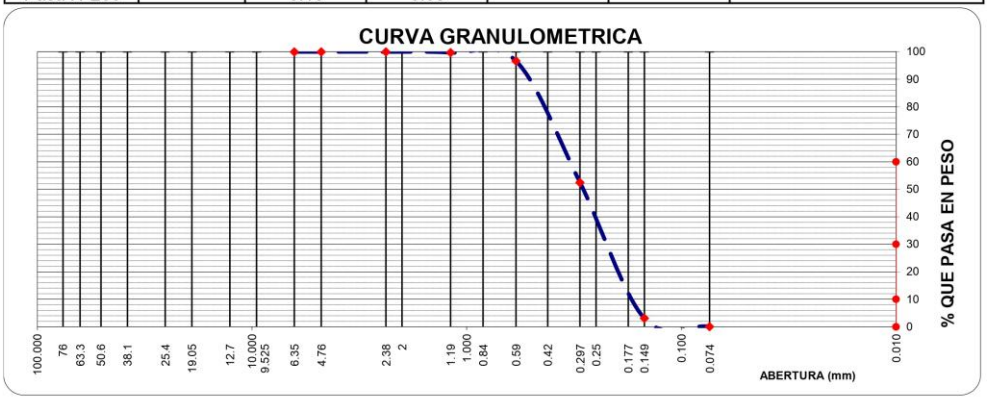
Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM C - 136

DATOS DE CAMPO

Cantera : Arena de río (cauce fluvial)
Ubicación : Río Amazonas.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	OBSERVACIONES
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050					Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					**Peso de Muestra en Gr.**
1/4"	6.350					Muestra Seca : **300.87**
N°04	4.760				100.00	Muestra Lavada: **300.71**
N°08	2.380	0.03	0.01	0.01	99.99	
N°16	1.190	0.92	0.31	0.32	99.68	
N°30	0.590	9.09	3.02	3.34	96.66	
N°50	0.297	132.89	44.17	47.51	52.49	**MF : 1.48**
N°100	0.149	148.72	49.43	96.94	3.06	**Superficie específica: 75.86**
N°200	0.074	9.06	3.01	99.95	0.05	
Pasa N°200		0.16	0.05			



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color gris, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color gris, húmeda y suelta, cantidad reducida de particulas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 0.05 %.
El módulo de fineza del agregado es 1.48.

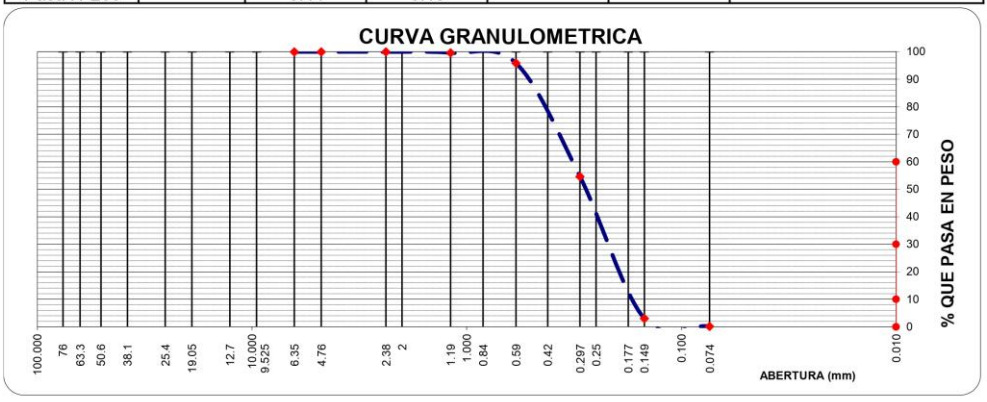
Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM C - 136

DATOS DE CAMPO

Cantera : Arena de río (cauce fluvial)
Ubicación : Río Amazonas.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	OBSERVACIONES
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050					Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					**Peso de Muestra en Gr.**
1/4"	6.350					Muestra Seca : **300.23**
N°04	4.760				100.00	Muestra Lavada: **299.79**
N°08	2.380	0.08	0.03	0.03	99.97	
N°16	1.190	1.05	0.35	0.38	99.62	
N°30	0.590	11.28	3.76	4.13	95.87	
N°50	0.297	123.74	41.22	45.35	54.65	**MF : 1.47**
N°100	0.149	155.07	51.65	97.00	3.00	**Superficie específica: 76.86**
N°200	0.074	8.57	2.85	99.85	0.15	
Pasa N°200		0.44	0.15			



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color gris, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color gris, húmeda y suelta, cantidad reducida de particulas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 0.15 %.
El módulo de fineza del agregado es 1.47.

- **Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO ASTM C - 29

DATOS DE CAMPO

Cantera : Arena de río (cauce fluvial)
Ubicación : Río Amazonas.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	6737	6730	6731
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	3819	3812	3813
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.351	1.348	1.349
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	**1,349**		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	**53.15%**		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color gris, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1349 Kg/m3.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO ASTM C - 29

DATOS DE CAMPO

Cantera : Arena de río (cauce fluvial)
Ubicación : Río Amazonas.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7056	7159	7161
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	4138	4241	4243
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.464	1.500	1.501
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	**1,488**		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	**47.82%**		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color gris, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1488 Kg/m3.

- **Gravedad específica y absorción del agregado fino.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO ASTM C - 128

DATOS DE CAMPO

Cantera : Arena de río (cauce fluvial)
Ubicación : Río Amazonas.

Agregado Fino

	N° DE ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	252.60	268.22	162.70	
B	Peso Frasco + H2O	707.46	676.32	719.23	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	960.06	944.54	881.93	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	863.51	841.34	823.23	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacio = (C-D)	96.55	103.20	58.70	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	247.97	263.46	160.13	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	91.92	98.44	56.13	
Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.568	2.553	2.728	**2.616**
Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.616	2.599	2.772	**2.662**
Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.698	2.676	2.853	**2.742**
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		1.87	1.81	1.60	**1.76**

ESPECIFICACIONES : El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color gris, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.616 gr/cc.
El promedio del % de Absorción del agregado fino es 1.76%.

- **Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en:	**Realizado por:**
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200
ASTM C - 117

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	304.20	306.95	305.47
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	302.36	305.25	303.86
PESO DE TARA (gr)	79.11	83.64	83.93
% QUE PASA LA MALLA N°200	0.82	0.76	0.73
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	**0.77**		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Cantidad de Material Fino que Pasa por el Tamiz N°200 se desarrolló según la Norma ASTM C 117.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color gris, trasladada al laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : El promedio del porcentaje que pasa la malla N°200 del agregado fino es 0.77 %.

ANEXO C

- Diseño de mezcla del concreto patrón y diseños con diferentes porcentajes de aditivo.

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA

- **Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, diseño patrón relación a/c=0.50.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	**APU Tipo GU**
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m3

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico	:	2.616 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	1.76 %
Peso Unitario Suelto	:	1,349 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,488 Kg/m3
Modulo de Fineza	:	1.48
Humedad para Diseño	:	5.39 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

Estimación de Agua		300	Lts/m3					
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.50						
Factor Cemento	**C=A/Rac**	300.00	/	0.5	=	600	=	14.12 Bls./m3
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%					

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	600	/	3030	=	0.198 m3
Agua	:	300.00	/	1000	=	0.300 m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m3
						0.583 m3
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.583	=	0.417 m3
Peso del Agregado Fino	:	0.417	x	2616	=	1090.8 kg

5. VALORES DE DISENO

Cemento	:	600.0 Kg/m3
Agua	:	300.0 Lts/m3
Agregado Fino	:	1090.8 Kg/m3

6. CORRECION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1090.80	x	1.0539	=	1149.59 Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	5.39	-	1.76	=	3.63 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1090.80	x	0.0363	=	39.60 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	300.00	-	39.60	=	260.4 Lts.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

7. VALORES DE DISENO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	600.0	Kg/m3
Agua	:	260.4	Lts/m3
Agregado Fino	:	1149.6	Kg/m3

8. PROPORCION EN PESO (Kg)

Cemento	:	600.00	/	600.00	=	1.00
Agregado Fino	:	1149.59	/	600.00	=	1.92
Agua	:	0.43	x	42.50	=	18.28

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	:	1.92	:	18.28	Lts/m3

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1421.71 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	2.01	:	18.28	Lts/m3

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	81.6	Kg
Agua Efectiva	:	18.28	lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITE N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color gris, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en:	**Realizado por:**
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.50** **Aditivo:** ---
Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	600.00 kg	0.19802 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1110.00 kg	0.41824 m3
AGUA	:	300.00 kg	0.30000 m3
TOTAL DE MATERIALES		2010.00 kg	0.916 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2010.00\ kg}{0.916\ m3} = \mathbf{2193.71}\ \mathbf{kg/m3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18393	18375	18383
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	15047	15029	15037
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.127	2.125	2.126
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)		**2.12577**	
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)		**2125.77**	

RENDIMIENTO = $\frac{2010\ kg.}{2125.766667\ kg/m3}$ = **0.945541 m3**

RENDIMIENTO RELATIVO = $\frac{0.945541\ m3}{1m3}$ = **0.946**

CONTENIDO DE CEMENTO REAL = $\frac{600\ m3.}{0.945541\ m3}$ = **634.56 kg/m3** = **14.93 bolsas/m3**

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 3.10 % Método gravimétrico
ASEMTAMIENTO (SLUMP) 6 1/4"
TEMPERATURA DE LA MEZCLA 28.4 °C

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	634.56 kg	0.209 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1173.93 kg	0.442 m3
AGUA	:	317.28 lts.	0.317 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.032 m3
TOTAL		2125.77 kg	1.0000 m3

- **Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, relación a/c=0.50 con 0.75% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	**APU Tipo GU**
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m3

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico	:	2.616 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	1.76 %
Peso Unitario Suelto	:	1,349 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,488 Kg/m3
Modulo de Fineza	:	1.48
Humedad para Diseño	:	5.39 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

						Densidad del MasterRheobuild				
Estimación de Agua	300	Lts/m3				1201	:	1.21	kg/l	
Relacion Agua/Cemento (A/C) :	0.50									
Factor Cemento	**C=A/Rac**	300.00	/	0.5	=	600	=	14.12	Bls./m3	
Contenido de Aire Atrapado :	8.50	%								
Relacion Aditivo/Cemento	0.0075									
Cantidad de Aditivo	4500.00	=	4.5	kg		Volumen	=	3.7	litros	

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	600	/	3030	=	0.198	m3
Agua	:	300.00	/	1000	=	0.300	m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085	m3
						0.583	m3
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.583	=	0.417	m3
Peso del Agregado Fino	:	0.417	x	2616	=	1090.8	kg

5. VALORES DE DISENO

Cemento	:	600.0 Kg/m3
Agua	:	296.3 Lts/m3
Agregado Fino	:	1090.8 Kg/m3
MasterRheobuild 1201	:	4.5 Kg/m3

6. CORRECION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1090.80	x	1.0539	=	1149.59	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	5.39	-	1.76	=	3.63	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	1090.80	x	0.0363	=	39.60	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	296.30	-	39.60	=	256.7	Lts.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

7. VALORES DE DISENO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	600.0 Kg/m3
Agua	:	256.7 Lts/m3
Agregado Fino	:	1149.6 Kg/m3
MasterRheobuild 1201	:	4.5 Kg/m3

8. PROPORCION EN PESO (Kg)

Cemento	:	600.00	/	600.00	=	1.00
Agregado Fino	:	1149.59	/	600.00	=	1.92
Agua	:	0.43	x	42.50	=	18.28

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	:	1.92	:	18.28	Lts/m3

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1421.71 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	2.01	:	18.28	Lts/m3

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	81.6 Kg
Agua Efectiva	:	18.28 lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITE N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color gris, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en:	**Realizado por:**
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.50** **Aditivo:** MasterRheobuild 1201 al 0.75%
Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	600.00 kg	0.19802 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1110.00 kg	0.41824 m3
AGUA	:	296.30 kg	0.29630 m3
ADITIVO MasterRheobuild 1201	:	4.50 kg	0.00372 m3
TOTAL DE MATERIALES		2010.80 kg	0.916 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2010.80\ kg}{0.916\ m3} = \mathbf{2194.54\ kg/m3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18325	18335	18320
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14979	14989	14974
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.117	2.119	2.117
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)		**2.11771**	
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)		**2117.71**	

RENDIMIENTO = $\frac{2010.8\ kg.}{2117.71\ kg/m3}$ = **0.949516 m3**

RENDIMIENTO RELATIVO = $\frac{0.949516\ m3}{1m3}$ = **0.950**

CONTENIDO DE CEMENTO REAL = $\frac{600\ m3.}{0.949516\ m3}$ = **631.9 kg/m3** = **14.87 bolsas/m3**

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 3.50 % Método gravimétrico
ASEMTAMIENTO (SLUMP) 10 7/8"
TEMPERATURA DE LA MEZCLA 28.6 °C

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	631.90 kg	0.209 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1169.01 kg	0.440 m3
AGUA	:	312.05 lts.	0.312 m3
Aditivo MasterRheobuild 1201	:	4.74 kg	0.004 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.035 m3
TOTAL		2117.71 kg	1.0000 m3

- **Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, relación a/c=0.50 con 1.00% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	**APU Tipo GU**
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m3

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico	:	2.616 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	1.76 %
Peso Unitario Suelto	:	1,349 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,488 Kg/m3
Modulo de Fineza	:	1.48
Humedad para Diseño	:	5.39 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

						Densidad del MasterRheobuild					
Estimación de Agua		300	Lts/m3			1201	:	1.21	kg/l		
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.50									
Factor Cemento		**C=A/Rac**	300.00	/	0.5	=	600	=	14.12	Bls./m3	
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%								
Relacion Aditivo/Cemento		0.01									
Cantidad de Aditivo		6000.00	=	6	kg	Volumen	=	5.0	litros		

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	600	/	3030	=	0.198	m3
Agua	:	300.00	/	1000	=	0.300	m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085	m3
						0.583	m3
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.583	=	0.417	m3
Peso del Agregado Fino	:	0.417	x	2616	=	1090.8	kg

5. VALORES DE DISENO

Cemento	:	600.0 Kg/m3
Agua	:	295.0 Lts/m3
Agregado Fino	:	1090.8 Kg/m3
MasterRheobuild 1201	:	6.0 Kg/m3

6. CORRECION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1090.80	x	1.0539	=	1149.59	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	5.39	-	1.76	=	3.63	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	1090.80	x	0.0363	=	39.60	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	295.00	-	39.60	=	255.4	Lts.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

7. VALORES DE DISENO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	600.0 Kg/m3
Agua	:	255.4 Lts/m3
Agregado Fino	:	1149.6 Kg/m3
MasterRheobuild 1201	:	6.0 Kg/m3

8. PROPORCION EN PESO (Kg)

Cemento	:	600.00	/	600.00	=	1.00
Agregado Fino	:	1149.59	/	600.00	=	1.92
Agua	:	0.43	x	42.50	=	18.28

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	:	1.92	:	18.28	Lts/m3

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1421.71 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	2.01	:	18.28	Lts/m3

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	81.6 Kg
Agua Efectiva	:	18.28 lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITE N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color gris, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en:	**Realizado por:**
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.50** **Aditivo:** MasterRheobuild 1201 al 1.00%
Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	600.00 kg	0.19802 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1110.00 kg	0.41824 m3
AGUA	:	295.00 kg	0.29500 m3
ADITIVO MasterRheobuild 1201	:	6.00 kg	0.00496 m3
TOTAL DE MATERIALES		2011.00 kg	0.916 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2011.00\ kg}{0.916\ m3} = \mathbf{2194.90\ kg/m3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18272	18265	18269
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14926	14919	14923
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.110	2.109	2.110
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)		**2.10951**	
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)		**2109.51**	

RENDIMIENTO = $\frac{2011\ kg.}{2109.51\ kg/m3}$ = **0.953302 m3**

RENDIMIENTO RELATIVO = $\frac{0.953302\ m3}{1m3}$ = **0.953**

CONTENIDO DE CEMENTO REAL = $\frac{600\ m3.}{0.953302\ m3}$ = **629.39 kg/m3** = **14.81 bolsas/m3**

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	3.89 %	Método gravimétrico
ASEMTAMIENTO (SLUMP)	11 1/2"	
TEMPERATURA DE LA MEZCLA	30.0 °C	

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	629.39 kg	0.208 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1164.37 kg	0.439 m3
AGUA	:	309.45 lts.	0.309 m3
Aditivo MasterRheobuild 1201	:	6.29 kg	0.005 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.039 m3
TOTAL		2109.51 kg	1.0000 m3

- **Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, relación a/c=0.50 con 1.25% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	**APU Tipo GU**
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m3

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico	:	2.616 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	1.76 %
Peso Unitario Suelto	:	1,349 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,488 Kg/m3
Modulo de Fineza	:	1.48
Humedad para Diseño	:	5.39 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

						Densidad del MasterRheobuild				
Estimación de Agua	300	Lts/m3				1201	:	1.21	kg/l	
Relacion Agua/Cemento (A/C) :	0.50									
Factor Cemento	**C=A/Rac**	300.00	/	0.5	=	600	=	14.12	Bls./m3	
Contenido de Aire Atrapado :	8.50	%								
Relacion Aditivo/Cemento	0.0125									
Cantidad de Aditivo	7500.00	=	7.5	kg	Volumen	=	6.2	litros		

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	600	/	3030	=	0.198	m3
Agua	:	300.00	/	1000	=	0.300	m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085	m3
						0.583	m3
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.583	=	0.417	m3
Peso del Agregado Fino	:	0.417	x	2616	=	1090.8	kg

5. VALORES DE DISENO

Cemento	:	600.0 Kg/m3
Agua	:	293.8 Lts/m3
Agregado Fino	:	1090.8 Kg/m3
MasterRheobuild 1201	:	7.5 Kg/m3

6. CORRECION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1090.80	x	1.0539	=	1149.59	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	5.39	-	1.76	=	3.63	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	1090.80	x	0.0363	=	39.60	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	293.80	-	39.60	=	254.2	Lts.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

7. VALORES DE DISENO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	600.0 Kg/m3
Agua	:	254.2 Lts/m3
Agregado Fino	:	1149.6 Kg/m3
MasterRheobuild 1201	:	7.5 Kg/m3

8. PROPORCION EN PESO (Kg)

Cemento	:	600.00	/	600.00	=	1.00
Agregado Fino	:	1149.59	/	600.00	=	1.92
Agua	:	0.42	x	42.50	=	17.85

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	:	1.92	:	17.85	Lts/m3

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1421.71 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	2.01	:	17.85	Lts/m3

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	81.6 Kg
Agua Efectiva	:	17.85 lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITE N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color gris, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en:	**Realizado por:**
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.50** **Aditivo:** MasterRheobuild 1201 al 1.25%
Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	600.00 kg	0.19802 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1110.00 kg	0.41824 m3
AGUA	:	293.80 kg	0.29380 m3
ADITIVO MasterRheobuild 1201	:	7.50 kg	0.00620 m3
TOTAL DE MATERIALES		2011.30 kg	0.916 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2011.30\ kg}{0.916\ m3} = \mathbf{2195.13\ kg/m3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18203	18195	18208
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14857	14849	14862
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.100	2.099	2.101
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)		**2.10009**	
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)		**2100.09**	

RENDIMIENTO = $\frac{2011.3\ kg.}{2100.086667\ kg/m3}$ = **0.957722 m3**

RENDIMIENTO RELATIVO = $\frac{0.957722\ m3}{1m3}$ = **0.958**

CONTENIDO DE CEMENTO REAL = $\frac{600\ m3.}{0.957722\ m3}$ = **626.49 kg/m3** = **14.74 bolsas/m3**

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 4.33 % Método gravimétrico
ASEMTAMIENTO (SLUMP) 11 7/8"
TEMPERATURA DE LA MEZCLA 30.0 °C

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	626.49 kg	0.207 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1159.00 kg	0.437 m3
AGUA	:	306.77 lts.	0.307 m3
Aditivo MasterRheobuild 1201	:	7.83 kg	0.006 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.043 m3
TOTAL		2100.09 kg	1.0000 m3

- **Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, diseño patrón relación a/c=0.55.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	**APU Tipo GU**
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m3

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico	:	2.616 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	1.76 %
Peso Unitario Suelto	:	1,349 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,488 Kg/m3
Modulo de Fineza	:	1.48
Humedad para Diseño	:	5.39 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

Estimación de Agua		300	Lts/m3						
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.55							
Factor Cemento		**C=A/Rac**	300.00	/	0.55	=	545.5	=	12.84 Bls./m3
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%						

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	545.5	/	3030	=	0.180 m3
Agua	:	300.00	/	1000	=	0.300 m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m3
						0.565 m3

Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.565	=	0.435 m3
Peso del Agregado Fino	:	0.435	x	2616	=	1137.9 kg

5. VALORES DE DISENO

Cemento	:	545.5 Kg/m3
Agua	:	300.0 Lts/m3
Agregado Fino	:	1137.9 Kg/m3

6. CORRECION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1137.90	x	1.0539	=	1199.23 Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	5.39	-	1.76	=	3.63 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1137.90	x	0.0363	=	41.31 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	300.00	-	41.31	=	258.7 Lts.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

7. VALORES DE DISENO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	545.5	Kg/m3
Agua	:	258.7	Lts/m3
Agregado Fino	:	1199.2	Kg/m3

8. PROPORCION EN PESO (Kg)

Cemento	:	545.50	/	545.50	=	1.00
Agregado Fino	:	1199.23	/	545.50	=	2.20
Agua	:	0.47	x	42.50	=	19.98

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	:	2.20	:	19.98	Lts/m3

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1421.71 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	2.30	:	19.98	Lts/m3

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	93.5	Kg
Agua Efectiva	:	19.98	lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITE N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color gris, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en:	**Realizado por:**
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.55** **Aditivo:** ---
Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	545.50 kg	0.18003 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1157.93 kg	0.43630 m3
AGUA	:	300.00 kg	0.30000 m3
TOTAL DE MATERIALES		2003.43 kg	0.916 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2003.43\ kg}{0.916\ m3} = \mathbf{2186.37\ kg/m3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18125	18136	18131
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14779	14790	14785
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.089	2.091	2.090
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)		**2.09000**	
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)		**2090.00**	

RENDIMIENTO = $\frac{2003.43\ kg.}{2090\ kg/m3}$ = **0.958579 m3**

RENDIMIENTO RELATIVO = $\frac{0.958579\ m3}{1m3}$ = **0.959**

CONTENIDO DE CEMENTO REAL = $\frac{545.5\ m3.}{0.958579\ m3}$ = **569.07 kg/m3** = **13.39 bolsas/m3**

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 4.41 % Método gravimétrico
ASEMTAMIENTO (SLUMP) 5 1/2"
TEMPERATURA DE LA MEZCLA 29.6 °C

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	569.07 kg	0.188 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1207.96 kg	0.455 m3
AGUA	:	312.96 lts.	0.313 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.044 m3
TOTAL		2090.00 kg	1.0000 m3

- **Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, relación a/c=0.55 con 0.75% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	**APU Tipo GU**
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m3

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico	:	2.616 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	1.76 %
Peso Unitario Suelto	:	1,349 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,488 Kg/m3
Modulo de Fineza	:	1.48
Humedad para Diseño	:	5.39 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

						Densidad del MasterRheobuild				
Estimación de Agua		300	Lts/m3			1201	:	1.21	kg/l	
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.55								
Factor Cemento		**C=A/Rac**	300.00	/	0.55	=	545.5	=	12.84	Bls./m3
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%							
Relacion Aditivo/Cemento		0.0075								
Cantidad de Aditivo		4091.25	=	4.1	kg	Volumen	=	3.4	litros	

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	545.5	/	3030	=	0.180	m3
Agua	:	300.00	/	1000	=	0.300	m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085	m3
						0.565	m3
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.565	=	0.435	m3
Peso del Agregado Fino	:	0.435	x	2616	=	1137.9	kg

5. VALORES DE DISENO

Cemento	:	545.5 Kg/m3
Agua	:	296.6 Lts/m3
Agregado Fino	:	1137.9 Kg/m3
MasterRheobuild 1201	:	4.1 Kg/m3

6. CORRECION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1137.90	x	1.0539	=	1199.23	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	5.39	-	1.76	=	3.63	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	1137.90	x	0.0363	=	41.31	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	296.60	-	41.31	=	255.3	Lts.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

7. VALORES DE DISENO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	545.5	Kg/m3
Agua	:	255.3	Lts/m3
Agregado Fino	:	1199.2	Kg/m3
MasterRheobuild 1201	:	4.1	Kg/m3

8. PROPORCION EN PESO (Kg)

Cemento	:	545.50	/	545.50	=	1.00
Agregado Fino	:	1199.23	/	545.50	=	2.20
Agua	:	0.47	x	42.50	=	19.98

		C		AF		Agua	
DOSIFICACION EN PESO	:	1	:	2.20	:	19.98	Lts/m3

9. PROPORCION EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1421.71 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	2.30	:	19.98	Lts/m3

10. DOSIFICACION POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	93.5	Kg
Agua Efectiva	:	19.98	lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITE N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color gris, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en:	**Realizado por:**
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.55** **Aditivo:** MasterRheobuild 1201 al 0.75%
Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	545.50 kg	0.18003 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1157.93 kg	0.43630 m3
AGUA	:	296.60 kg	0.29660 m3
ADITIVO MasterRheobuild 1201	:	4.10 kg	0.00339 m3
TOTAL DE MATERIALES		2004.13 kg	0.916 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2004.13\ kg}{0.916\ m3} = \mathbf{2187.16\ kg/m3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18056	18048	18059
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14710	14702	14713
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.079	2.078	2.080
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)		**2.07921**	
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)		**2079.21**	

RENDIMIENTO = $\frac{2004.13\ kg.}{2079.21\ kg/m3}$ = **0.96389 m3**

RENDIMIENTO RELATIVO = $\frac{0.96389\ m3}{1m3}$ = **0.964**

CONTENIDO DE CEMENTO REAL = $\frac{545.5\ m3.}{0.96389\ m3}$ = **565.94 kg/m3** = **13.32 bolsas/m3**

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	4.94 %	Método gravimétrico
ASEMTAMIENTO (SLUMP)	10 1/4"	
TEMPERATURA DE LA MEZCLA	30.6 °C	

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	565.94 kg	0.187 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1201.31 kg	0.453 m3
AGUA	:	307.71 lts.	0.308 m3
Aditivo MasterRheobuild 1201	:	4.25 kg	0.004 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.048 m3
TOTAL		2079.21 kg	1.0000 m3

- **Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, relación a/c=0.55 con 1.00% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	**APU Tipo GU**
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m3

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico	:	2.616 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	1.76 %
Peso Unitario Suelto	:	1,349 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,488 Kg/m3
Modulo de Fineza	:	1.48
Humedad para Diseño	:	5.39 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua		300	Lts/m3			Densidad del MasterRheobuild 1201	:	1.21	kg/l	
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.55								
Factor Cemento		**C=A/Rac**	300.00	/	0.55	=	545.5	=	12.84	Bls./m3
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%							
Relacion Aditivo/Cemento		0.01								
Cantidad de Aditivo		5455.00	=	5.5	kg	Volumen	=	4.5	litros	

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	545.5	/	3030	=	0.180 m3
Agua	:	300.00	/	1000	=	0.300 m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m3
						0.565 m3
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.565	=	0.435 m3
Peso del Agregado Fino	:	0.435	x	2616	=	1137.9 kg

5. VALORES DE DISENO

Cemento	:	545.5 Kg/m3
Agua	:	295.5 Lts/m3
Agregado Fino	:	1137.9 Kg/m3
MasterRheobuild 1201	:	5.5 Kg/m3

6. CORRECION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1137.90	x	1.0539	=	1199.23 Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	5.39	-	1.76	=	3.63 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1137.90	x	0.0363	=	41.31 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	295.50	-	41.31	=	254.2 Lts.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

7. VALORES DE DISENO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	545.5	Kg/m3
Agua	:	254.2	Lts/m3
Agregado Fino	:	1199.2	Kg/m3
MasterRheobuild 1201	:	5.5	Kg/m3

8. PROPORCION EN PESO (Kg)

Cemento	:	545.50	/	545.50	=	1.00
Agregado Fino	:	1199.23	/	545.50	=	2.20
Agua	:	0.47	x	42.50	=	19.98

		C		AF		Agua	
DOSIFICACION EN PESO	:	1	:	2.20	:	19.98	Lts/m3

9. PROPORCION EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1421.71 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	2.30	:	19.98	Lts/m3

10. DOSIFICACION POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	93.5	Kg
Agua Efectiva	:	19.98	lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITE N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color gris, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en:	**Realizado por:**
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.55** **Aditivo:** MasterRheobuild 1201 al 1.00%
Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	545.50 kg	0.18003 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1157.93 kg	0.43630 m3
AGUA	:	295.50 kg	0.29550 m3
ADITIVO MasterRheobuild 1201	:	5.50 kg	0.00455 m3
TOTAL DE MATERIALES		2004.43 kg	0.916 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2004.43 \text{ kg}}{0.916 \text{ m3}} = \mathbf{2187.35\ kg/m3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17958	17950	17963
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14612	14604	14617
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.066	2.064	2.066
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)		**2.06545**	
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)		**2065.45**	

RENDIMIENTO = $\frac{2004.43 \text{ kg.}}{2065.45 \text{ kg/m3}}$ = **0.970457 m3**

RENDIMIENTO RELATIVO = $\frac{0.970457 \text{ m3}}{1\text{m3}}$ = **0.970**

CONTENIDO DE CEMENTO REAL = $\frac{545.5 \text{ m3.}}{0.970457 \text{ m3}}$ = **562.11 kg/m3** = **13.23 bolsas/m3**

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 5.57 % Método gravimétrico
ASEMTAMIENTO (SLUMP) 11 1/8"
TEMPERATURA DE LA MEZCLA 28.9 °C

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	562.11 kg	0.186 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1193.18 kg	0.450 m3
AGUA	:	304.50 lts.	0.304 m3
Aditivo MasterRheobuild 1201	:	5.67 kg	0.005 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.055 m3
TOTAL		2065.45 kg	1.0000 m3

- **Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, relación a/c=0.55 con 1.25% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	**APU Tipo GU**
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m3

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico	:	2.616 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	1.76 %
Peso Unitario Suelto	:	1,349 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,488 Kg/m3
Modulo de Fineza	:	1.48
Humedad para Diseño	:	5.39 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

						Densidad del MasterRheobuild				
Estimación de Agua	300	Lts/m3				1201	:	1.21	kg/l	
Relacion Agua/Cemento (A/C) :	0.55									
Factor Cemento	**C=A/Rac**	300.00	/	0.55	=	545.5	=	12.84	Bls./m3	
Contenido de Aire Atrapado :	8.50	%								
Relacion Aditivo/Cemento	0.0125									
Cantidad de Aditivo	6818.75	=	6.8	kg	Volumen	=	5.6	litros		

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	545.5	/	3030	=	0.180 m3
Agua	:	300.00	/	1000	=	0.300 m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m3
						0.565 m3
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.565	=	0.435 m3
Peso del Agregado Fino	:	0.435	x	2616	=	1137.9 kg

5. VALORES DE DISENO

Cemento	:	545.5 Kg/m3
Agua	:	294.4 Lts/m3
Agregado Fino	:	1137.9 Kg/m3
MasterRheobuild 1201	:	6.8 Kg/m3

6. CORRECION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1137.90	x	1.0539	=	1199.23 Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	5.39	-	1.76	=	3.63 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1137.90	x	0.0363	=	41.31 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	294.40	-	41.31	=	253.1 Lts.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

7. VALORES DE DISENO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	545.5	Kg/m3
Agua	:	253.1	Lts/m3
Agregado Fino	:	1199.2	Kg/m3
MasterRheobuild 1201	:	6.8	Kg/m3

8. PROPORCION EN PESO (Kg)

Cemento	:	545.50	/	545.50	=	1.00
Agregado Fino	:	1199.23	/	545.50	=	2.20
Agua	:	0.46	x	42.50	=	19.55

		C		AF		Agua	
DOSIFICACION EN PESO	:	1	:	2.20	:	19.55	Lts/m3

9. PROPORCION EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1421.71 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	2.30	:	19.55	Lts/m3

10. DOSIFICACION POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	93.5	Kg
Agua Efectiva	:	19.55	lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITE N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color gris, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en:	**Realizado por:**
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.55** **Aditivo:** MasterRheobuild 1201 al 1.25%
Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	545.50 kg	0.18003 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1157.93 kg	0.43630 m3
AGUA	:	294.40 kg	0.29440 m3
ADITIVO MasterRheobuild 1201	:	6.80 kg	0.00562 m3
TOTAL DE MATERIALES		2004.63 kg	0.916 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2004.63\ kg}{0.916\ m3} = \mathbf{2187.63\ kg/m3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17865	17871	17861
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14519	14525	14515
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.052	2.053	2.052
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)		**2.05254**	
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)		**2052.54**	

RENDIMIENTO = $\frac{2004.63\ kg.}{2052.54\ kg/m3}$ = **0.976658 m3**

RENDIMIENTO RELATIVO = $\frac{0.976658\ m3}{1m3}$ = **0.977**

CONTENIDO DE CEMENTO REAL = $\frac{545.5\ m3.}{0.976658\ m3}$ = **558.54 kg/m3** = **13.14 bolsas/m3**

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 6.18 % Método gravimétrico
ASEMTAMIENTO (SLUMP) 11 5/8"
TEMPERATURA DE LA MEZCLA 30.4 °C

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	558.54 kg	0.184 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1185.60 kg	0.447 m3
AGUA	:	301.44 lts.	0.301 m3
Aditivo MasterRheobuild 1201	:	6.96 kg	0.006 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.062 m3
TOTAL		2052.54 kg	1.0000 m3

ANEXO D

- Propiedades del concreto endurecido

PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- **Resistencia a la compresión a los 7 días, relación a/c=0.50**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de Aditivo	---	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.50	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	08/06/2024	7	10.20	195.4	19,921	81.7128	244	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	08/06/2024	7	10.18	199.4	20,329	81.3927	250	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	08/06/2024	7	10.11	196.3	20,012	80.1978	250	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	08/06/2024	7	10.15	195.7	19,951	80.9137	247	**248**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	08/06/2024	7	10.22	201.4	20,533	81.9533	251	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	08/06/2024	7	10.23	192.3	19,607	82.1139	239	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	08/06/2024	7	10.17	203.4	20,737	81.2329	255	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.23	27.33	2.11

- **Resistencia a la compresión a los 14 días, relación a/c=0.50**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de Aditivo	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.50

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 14 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	15/06/2024	14	10.13	235.7	24,030	80.5951	298	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	15/06/2024	14	10.18	230.2	23,471	81.3128	289	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	228.5	23,296	80.834	288	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	233.7	23,826	80.834	295	**291**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	15/06/2024	14	10.19	234.8	23,941	81.5527	294	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	15/06/2024	14	10.18	230.5	23,503	81.3128	289	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	15/06/2024	14	10.19	229.7	23,418	81.4727	287	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
4.20	17.62	1.44

- **Resistencia a la compresión a los 28 días, relación a/c=0.50**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de Aditivo	---		Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Relación agua/cemento (a/c)	0.50		Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	29/06/2024	28	10.13	255.4	26,039	80.5951	323	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	29/06/2024	28	10.11	259.5	26,460	80.2772	330	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	29/06/2024	28	10.21	251.5	25,643	81.8731	313	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	29/06/2024	28	10.16	256.5	26,160	80.9934	323	**323**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	29/06/2024	28	10.16	259.3	26,445	81.0732	326	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	29/06/2024	28	10.15	250.1	25,507	80.834	316	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50	01/06/2024	29/06/2024	28	10.10	258.6	26,370	80.1185	329	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
6.36	40.48	1.97

- **Resistencia a la compresión a los 7 días, relación a/c=0.50 con 0.75% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	0.75%
Relación agua/cemento (a/c)	0.50

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.26	285.6	29,123	82.5964	353	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.23	280.4	28,589	82.1942	348	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.15	274.7	28,007	80.9137	346	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.23	286.5	29,219	82.1942	355	**351**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.12	275.4	28,079	80.3566	349	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.14	282.4	28,796	80.6747	357	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.04	271.5	27,683	79.1694	350	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
3.98	15.81	1.13

- **Resistencia a la compresión a los 14 días, relación a/c=0.50 con 0.75% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	0.75%
Relación agua/cemento (a/c)	0.50

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 14 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.17	320.3	32,656	81.153	402	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.17	315.4	32,158	81.2329	396	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.13	319.7	32,595	80.5156	405	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.17	318.4	32,467	81.153	400	**401**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.22	328.5	33,496	82.0336	408	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.17	314.2	32,037	81.153	395	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	319.5	32,578	80.834	403	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
4.68	21.90	1.17

- **Resistencia a la compresión a los 28 días, relación a/c=0.50 con 0.75% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	0.75%
Relación agua/cemento (a/c)	0.50

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.16	330.7	33,717	81.0732	416	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.17	335.2	34,176	81.153	421	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.16	340.6	34,736	81.0732	428	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.14	337.1	34,379	80.7543	426	**423**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.13	338.2	34,482	80.5156	428	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.15	335.1	34,175	80.834	423	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.16	333.5	34,007	80.9934	420	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
4.49	20.14	1.06

- **Resistencia a la compresión a los 7 días, relación a/c=0.50 con 1.00% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	1.00%	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.50	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.18	248.4	25,329	81.3128	311	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.18	245.4	25,020	81.3128	308	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.16	240.2	24,488	80.9934	302	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.14	244.4	24,918	80.6747	309	**304**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.24	238.5	24,324	82.355	295	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.21	241.7	24,641	81.8731	301	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.17	241.6	24,634	81.153	304	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.53	30.57	1.82

- **Resistencia a la compresión a los 14 días, relación a/c=0.50 con 1.00% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	1.00%	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.50	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 14 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.17	269.3	27,457	81.153	338	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.18	266.5	27,173	81.3927	334	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.19	273.5	27,888	81.4727	342	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.13	273.5	27,886	80.5951	346	**339**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.16	275.2	28,061	80.9934	346	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.16	268.5	27,377	80.9934	338	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.18	265.2	27,042	81.3927	332	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.50	30.29	1.62

- **Resistencia a la compresión a los 28 días, relación a/c=0.50 con 1.00% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	1.00%	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.50	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.14	286.5	29,219	80.7543	362	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.17	280.3	28,587	81.153	352	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.13	285.5	29,112	80.5951	361	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.10	281.4	28,691	80.0392	358	**359**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.15	287.0	29,261	80.834	362	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.15	280.2	28,569	80.834	353	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.14	289.5	29,518	80.6747	366	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.11	26.14	1.42

- **Resistencia a la compresión a los 7 días, relación a/c=0.50 con 1.25% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	1.25%	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.50	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	9.85	205.4	20,941	76.2013	275	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.16	209.4	21,349	80.9934	264	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.15	216.2	22,050	80.9137	273	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.16	211.2	21,531	81.0732	266	**270**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.22	215.4	21,961	82.0336	268	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.17	217.5	22,177	81.153	273	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.16	214.4	21,861	81.0732	270	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
4.06	16.48	1.50

- **Resistencia a la compresión a los 14 días, relación a/c=0.50 con 1.25% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Cientifíca del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	1.25%	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.50	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 14 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.14	245.5	25,031	80.6747	310	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.14	249.5	25,441	80.6747	315	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.20	240.1	24,487	81.7128	300	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	245.7	25,053	80.9137	310	**309**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.14	241.5	24,624	80.6747	305	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.14	249.6	25,456	80.7543	315	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.14	245.5	25,032	80.6747	310	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.35	28.57	1.73

- **Resistencia a la compresión a los 28 días, relación a/c=0.50 con 1.25% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Cientifíca del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	1.25%
Relación agua/cemento (a/c)	0.50

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.17	265.6	27,088	81.2329	333	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.17	269.5	27,479	81.153	339	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.14	274.6	28,002	80.7543	347	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.17	270.1	27,547	81.2329	339	**338**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.18	264.4	26,957	81.3927	331	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.20	268.5	27,377	81.7128	335	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.50 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.18	271.2	27,652	81.3927	340	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.31	28.24	1.57

- **Resistencia a la compresión a los 7 días, relación a/c=0.55**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de Aditivo	---		Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Relación agua/cemento (a/c)	0.55		Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	08/06/2024	7	10.16	183.7	18,727	81.0732	231	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	08/06/2024	7	10.16	180.5	18,404	81.0732	227	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	08/06/2024	7	10.17	186.9	19,063	81.153	235	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	08/06/2024	7	10.16	187.4	19,108	81.0732	236	**233**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	08/06/2024	7	10.10	185.5	18,913	80.1185	236	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	08/06/2024	7	10.18	183.6	18,726	81.3927	230	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	08/06/2024	7	10.07	185.5	18,915	79.6432	237	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
3.80	14.48	1.63

- **Resistencia a la compresión a los 14 días, relación a/c=0.55**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de Aditivo	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.55

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 14 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	215.4	21,961	80.9137	271	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	15/06/2024	14	10.13	219.4	22,370	80.5156	278	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	15/06/2024	14	10.12	223.7	22,806	80.4361	284	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	214.9	21,911	80.9137	271	**275**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	15/06/2024	14	10.18	223.2	22,758	81.3927	280	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	15/06/2024	14	10.23	218.4	22,267	82.1139	271	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	15/06/2024	14	10.22	219.5	22,382	82.0336	273	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.26	27.62	1.91

- **Resistencia a la compresión a los 28 días, relación a/c=0.55**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de Aditivo	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.55

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	29/06/2024	28	10.19	235.4	24,003	81.5527	294	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	29/06/2024	28	10.12	240.4	24,513	80.3566	305	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	29/06/2024	28	10.09	235.5	24,013	79.9599	300	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	29/06/2024	28	10.10	230.2	23,473	80.1185	293	**296**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	29/06/2024	28	10.06	225.4	22,983	79.4061	289	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	29/06/2024	28	10.08	229.5	23,400	79.7223	294	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55	01/06/2024	29/06/2024	28	10.08	231.7	23,631	79.8015	296	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.21	27.14	1.76

- **Resistencia a la compresión a los 7 días, relación a/c=0.55 con 0.75% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	0.75%	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.55	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.18	254.4	25,940	81.3927	319	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.16	250.2	25,511	81.0732	315	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.23	249.4	25,429	82.1139	310	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.14	250.9	25,589	80.7543	317	**313**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.15	251.3	25,622	80.834	317	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.16	248.5	25,337	80.9934	313	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.22	243.6	24,844	82.0336	303	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.47	29.95	1.75

- **Resistencia a la compresión a los 14 días, relación a/c=0.55 con 0.75% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	0.75%
Relación agua/cemento (a/c)	0.55

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 14 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.14	285.1	29,076	80.7543	360	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.16	280.2	28,571	80.9934	353	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.16	287.4	29,303	81.0732	361	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.12	290.1	29,586	80.3566	368	**358**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.16	283.6	28,923	80.9934	357	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	284.4	29,000	80.9137	358	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.21	280.2	28,571	81.8731	349	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
6.06	36.67	1.69

- **Resistencia a la compresión a los 28 días, relación a/c=0.55 con 0.75% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	0.75%
Relación agua/cemento (a/c)	0.55

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.10	293.5	29,933	80.1185	374	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.15	309.3	31,544	80.9137	390	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.10	305.6	31,167	80.1185	389	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.13	303.2	30,915	80.5156	384	**383**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.14	300.2	30,608	80.7543	379	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.07	294.7	30,046	79.6432	377	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.05	303.3	30,926	79.2483	390	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
6.68	44.57	1.74

- **Resistencia a la compresión a los 7 días, relación a/c=0.55 con 1.00% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	1.00%	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.55	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.09	215.5	21,972	79.9599	275	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.10	210.0	21,417	80.0392	268	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.11	219.3	22,366	80.2772	279	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.15	224.4	22,878	80.9137	283	**274**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.16	215.5	21,973	81.0732	271	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.10	210.4	21,454	80.1185	268	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.13	216.5	22,075	80.5156	274	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.60	31.33	2.04

- **Resistencia a la compresión a los 14 días, relación a/c=0.55 con 1.00% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	1.00%	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.55	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 14 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.17	245.4	25,021	81.153	308	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	249.3	25,423	80.9137	314	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	240.2	24,493	80.9137	303	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	249.4	25,428	80.9137	314	**311**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.12	243.7	24,847	80.4361	309	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.18	245.8	25,063	81.3927	308	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.09	249.2	25,407	79.9599	318	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.03	25.29	1.62

- **Resistencia a la compresión a los 28 días, relación a/c=0.55 con 1.00% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	1.00%	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.55	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.09	255.5	26,050	79.8807	326	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.04	250.2	25,509	79.1694	322	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.10	248.4	25,329	80.0392	316	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.10	257.6	26,269	80.1185	328	**323**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.08	251.2	25,613	79.8015	321	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.13	254.4	25,941	80.5156	322	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.16	259.5	26,460	80.9934	327	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
4.18	17.48	1.29

- **Resistencia a la compresión a los 7 días, relación a/c=0.55 con 1.25% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	1.25%	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.55	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.14	170.4	17,372	80.6747	215	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.13	174.3	17,778	80.5951	221	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.13	165.2	16,844	80.5156	209	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.10	168.6	17,196	80.0392	215	**218**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.12	173.6	17,706	80.4361	220	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.11	177.4	18,087	80.1978	226	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	08/06/2024	7	10.10	172.4	17,579	80.1185	219	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.43	29.48	2.49

- **Resistencia a la compresión a los 14 días, relación a/c=0.55 con 1.25% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	1.25%		Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Relación agua/cemento (a/c)	0.55		Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 14 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.18	199.4	20,329	81.3128	250	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	9.99	195.3	19,915	78.3044	254	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	201.3	20,531	80.9137	254	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.19	204.4	20,842	81.4727	256	**256**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	206.5	21,055	80.834	260	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.15	200.4	20,431	80.9137	253	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	15/06/2024	14	10.19	210.4	21,451	81.4727	263	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
4.42	19.57	1.73

- **Resistencia a la compresión a los 28 días, relación a/c=0.55 con 1.25% de aditivo.**

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	EVALUACIÓN DEL DISEÑO CONCRETO AUTOCOMPACTABLE CEMENTO - ARENA, UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL CAUCE FLUVIAL (RÍO AMAZONAS) Y ADITIVO DE ALTO RANGO, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. ROMAN PERALTA, Nilthon Javier. Br. TRIGOSO CARDENAS, Cristian Martin. **Asesor:** Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de MasterRheobuild 1201	1.25%
Relación agua/cemento (a/c)	0.55

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.19	225.4	22,980	81.4727	282	
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.18	229.1	23,366	81.3128	287	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.13	231.1	23,564	80.5156	293	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.12	226.2	23,064	80.4361	287	**285**
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.13	221.1	22,544	80.5156	280	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.15	227.4	23,184	80.834	287	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.55 con MasterRheobuild 1201	01/06/2024	29/06/2024	28	10.16	224.2	22,860	81.0732	282	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
4.43	19.62	1.55

ANEXO E

- Ficha técnica del aditivo (MasterRheobuild 1201)

MasterRheobuild 1201

Aditivo reductor de agua para producir concreto Rheoplástico

DESCRIPCIÓN

MasterRheobuild 1201 es un aditivo reductor de agua de alto rango diseñado para producir concreto rheoplástico. Este concreto fluye fácilmente manteniendo una alta plasticidad por tiempos más prolongados que el concreto superplastificado convencional. El concreto rheoplástico tiene la baja proporción agua: material cementicio del concreto sin asentamiento, dando excelentes propiedades de ingeniería (endurecimiento).

USOS RECOMENDADOS

- Concreto donde se desea una alta plasticidad características de fraguado normal y desarrollo rápido de resistencias
- Aplicaciones de concreto pretensado, prefabricado y premezclado
- Aplicaciones de construcción subterránea civil y minera: shotcrete por vía húmeda o seca, grouts de alto desempeño, grouts de túneles y suspensiones de inyección

VENTAJAS

En el concreto plástico:

- Rango de plasticidad de 200 a 280 mm (8-11 in)
- Retención prolongada de asentamiento
- Tiempos de fraguado controlados
- Permite mezclas
- cohesivas sin segregación y mínima exudación de agua.

En el concreto endurecido:

- Mayores resistencias iniciales en comparación con los superplastificantes convencionales
- Mayor resistencia final a compresión
- Mayor módulo de elasticidad
- Mejor resistencia de adhesión al acero
- Baja permeabilidad y alta durabilidad
- Menor retracción y deformación
- Integridad estructural del elemento terminado altamente confiable

Otros:

- Cumple con la especificación ASTM C 494 para aditivos reductores de agua tipo A y aditivos reductores de agua de alto- rango Tipo F
- Menos dependencia de energía de consolidación
- Menor costo de mano de obra y mayor productividad
- Permite cambios en las especificaciones de ingeniería ya que es factible aumentar los límites de caída libre del concreto fresco, los espesores de las coladas y temperaturas del concreto, así como ajustes económicos en las mezclas.

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

Velocidad de endurecimiento

MasterRheobuild 1201 ha sido diseñado para producir características normales de fraguado para todo el rango de dosificación que se recomienda. El tiempo de fraguado del concreto depende de la composición física y química de los ingredientes básicos del concreto, la temperatura del concreto y las condiciones ambientales.

Deben hacerse mezclas de prueba con los materiales de la obra para determinar la dosificación requerida para el tiempo de fraguado especificado y un requerimiento de resistencia determinado.

Manejabilidad

El concreto al que se ha adicionado MasterRheobuild 1201 tiene la capacidad de mantener una condición rheoplástica de 200 a 280 mm (8 a 11 in) de asentamiento si se requiere. La duración precisa para poder trabajar la mezcla no solo depende de la temperatura, sino también del tipo de cemento, materiales cementicios suplementarios, proporciones de la mezcla, la naturaleza de los agregados, el método de transporte y la dosificación.

A brand of MBCC GROUP

MasterRheobuild 1201

Aditivo reductor de agua para producir concreto Rheoplástico

RECOMENDACIONES DE USO

Dosificación:

El rango de dosificación recomendado para el MasterRheobuild 1201 es de 650 - 1600 ml/100 kg de material cementicio dependiendo de la aplicación y de cuanto se desee incrementar el asentamiento y resistencia.

Las dosificaciones anteriores aplican a la mayoría de las mezclas de concreto que usan ingredientes típicos del concreto. Debido a las variaciones en las condiciones de la obra y de los materiales de concreto como la microsílica, se podrán requerir rangos de dosificación diferentes a los recomendados.

Mezclado:

Ya que se incrementa la retención de asentamiento usando el aditivo MasterRheobuild 1201, éste se puede adicionar en la planta de premezclados.
También puede adicionarse en la obra si se desea incrementar el asentamiento.

CONSIDERACIONES

Corrosividad:

No corrosivo, no contiene cloruros MasterRheobuild 1201 no iniciará o promoverá la corrosión del acero reforzado en el concreto, concreto pretensado o concreto colocado en sistemas de pisos y techos de acero galvanizado. No se utilizó cloruro de calcio ni ningún ingrediente a base de cloruros en la manufactura del aditivo MasterRheobuild 1201.

Compatibilidad:

MasterRheobuild 1201 puede utilizarse en combinación con la mayoría de los aditivos de Master Builders Solutions y en todo el concreto de color y arquitectónico. Cuando se usa con otros aditivos, cada aditivo deberá adicionarse a la mezcla en forma separada.

MasterRheobuild 1201 no debe usarse con MasterMatrix UW 450, MasterMatrix VMA 358 o MasterMatrix VMA 450 ya que pueden experimentarse comportamientos erráticos en asentamiento, extensión del asentamiento o capacidad de bombeo.

Temperatura:

Si se llega a congelar el MasterRheobuild 1201, eleve a una temperatura de 7°C (45°F) o mayor y reconstituya el producto por completo con una agitación mecánica ligera. No use aire presurizado para agitar.

DATOS TECNICOS

Aspecto:	Líquido
Color:	Café oscuro
Densidad:	1,21 g/cm3

ALMACENAMIENTO

MasterRheobuild 1201 tiene una vida útil de 12 meses como mínimo. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, la vida útil puede ser mayor.

PRESENTACIÓN

MasterRheobuild 1201 se suministra en tambores de 208 L, tanques de 1000 L y a granel.

SEGURIDAD

Lea, entienda y siga la información contenida en la Hoja Datos de Seguridad (SDS) y de la etiqueta del producto antes de usar. La SDS puede obtenerse solicitando a su representante de ventas de Master® Builders Solutions.

Master® Builders Solutions es una marca registrada por las compañías de MBCC Group en diferentes países del mundo.

A brand of MBCC GROUP

ANEXO F

- Panel Fotográfico

PANEL FOTOGRÁFICO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

FOTO N° 01: Almacenamiento del cemento APU tipo GU.



FOTO N° 02: Arena del cauce fluvial almacenadas para su posterior análisis.



FOTO N° 03: Moldes de plásticos de 100mm x 200mm.



FOTO N° 04: Preparación de moldes (petrolizados) para ser utilizados.



FOTO N° 05: Pesado de aditivos para las pruebas de control.



FOTO N° 06: Homogenización del aditivo con el agua de diseño.



FOTO N° 07: Vaciado de la mezcla para posteriores ensayos



FOTO N° 08: Verificación y control de medidas para el ensayo de extensión de flujo.



FOTO N° 09: Ensayo de extensión de flujo.



FOTO N° 10: Control de medida de los diámetros para el ensayo de extensión de flujo



FOTO N° 11: Ensayo de peso unitario del concreto cemento - arena fresco.



FOTO N° 12: Probetas desmoldadas para su posterior codificación.



FOTO N° 13: Control de codificación de los testigos de concreto cemento – arena.



FOTO N° 14: Inmersión y poza de curado de los testigos cilíndricos.

