

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades
del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de
Olmos-2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Juan Ricardo Silva Tesen

ASESOR

Segundo Guillermo Carranza Cieza

<https://orcid.org/0000-0001-9321-2501>

Chiclayo, 2023

**Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las
propiedades del concreto para su utilización en obras de
edificaciones en el distrito de Olmos-2021**

PRESENTADA POR
Juan Ricardo Silva Tesen

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Fidel Ortiz Zapata
PRESIDENTE

Cesar Eduardo Cachay Lazo
SECRETARIO

Segundo Guillermo Carranza Cieza
VOCAL

Dedicatoria

A Dios por haber cuidado cada uno de los pasos que daba a lo largo de mi vida, por guiarme y brindarme la fortaleza de continuar siempre por el camino correcto.

A mi madre Marienella, mi tío Juan Alberto y mis abuelos Santiago y Cesarina; quienes con sus enseñanzas, sabiduría y paciencia han sido mis mentores en este periodo de superación profesional y a lo largo de mi vida.

.

Agradecimientos

Agradecido con Dios y mi familia, por ser el sostén de mi vida y brindarme la sabiduría necesaria que me permitió desarrollar este proyecto.

Agradecer a mi asesor, el Ing. Segundo Guillermo Carranza Cieza, quien con su conocimiento y experiencia estuvieron siempre apoyándome durante todo el proceso de desarrollo de esta investigación.

A las personas que apoyándome con su tiempo, sabiduría y paciencia aportaron su conocimiento para la culminación de esta investigación, les agradezco infinitamente por el incentivo mostrado.

Tesis - Silva Tesen Juan

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

5%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

2%

5

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

6

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

1%

7

Submitted to Universidad Ricardo Palma

Trabajo del estudiante

1%

8

es.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

9

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

10	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	1library.co Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
15	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
16	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
19	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %

21	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	<1 %
23	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
25	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.usanpedro.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
30	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	docplayer.es Fuente de Internet	

		<1 %
33	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	www.mincetur.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
35	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	inba.info Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	samafind.sama.gov.sa Fuente de Internet	<1 %
39	Submitted to Universitat Politècnica de València Trabajo del estudiante	<1 %
40	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	www.repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	pure.buas.nl Fuente de Internet	

		<1 %
44	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	tesis.Ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
49	Submitted to Instituto Tecnologico de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
50	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
51	www.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
53	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
54	doczz.es Fuente de Internet	

		<1 %
55	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
56	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
57	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
58	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
59	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
60	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
61	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
62	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
63	repository.upb.edu.co Fuente de Internet	<1 %
64	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %

65	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
66	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
67	vdocuments.net Fuente de Internet	<1 %
68	www.azprensa.com Fuente de Internet	<1 %
69	licitaciones.dgmarket.com Fuente de Internet	<1 %
70	search.ndltd.org Fuente de Internet	<1 %
71	sol.sbc.org.br Fuente de Internet	<1 %
72	Luis Daniel Zambrano Navarrete, Ronnie Jefferson Alava Santos, Wilter Enrique Ruíz Párraga, Edgar Antonio Menéndez Menéndez. "Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón", Gaceta Técnica, 2022 Publicación	<1 %
73	archbronconeumol.org Fuente de Internet	<1 %
74	cybertesis.urp.edu.pe Fuente de Internet	

		<1 %
75	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
76	journal.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
77	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
78	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
79	Submitted to Universidad de Medellin Trabajo del estudiante	<1 %
80	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
81	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
82	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
83	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
84	szte.org.hu Fuente de Internet	<1 %
85	transportesynegocios.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %

86	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
87	Elizabeth S. Ampt, Anthony J. Richardson, Werner Brög. "Second international conference on new survey methods in transport Hungerford Hill, Australia 12-16 September 1983", Transport Reviews, 1986 Publicación	<1 %
88	Manfred Bierwisch. "Signs of Humanity / L'homme et ses signes", Walter de Gruyter GmbH, 1992 Publicación	<1 %
89	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
90	go.gale.com Fuente de Internet	<1 %
91	news.un.org Fuente de Internet	<1 %
92	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
93	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
94	Gianfranco Catanzaro, Oscar Zapana, Carlos Eyzaguirre, Manuel Silvera. "Evaluation of Structural Concrete Made with Biologically Treated Waters as an Alternative to the Use	<1 %

of Drinking Water", 2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC), 2019

Publicación

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

Índice

Resumen	28
Abstract	29
Introducción.....	30
Revisión de literatura.....	32
Antecedentes Internacionales.....	32
Antecedentes Nacionales.....	33
Bases teórico-científicas	35
Concreto:.....	35
Propiedades del concreto	35
Cemento Portland	36
Agua para el concreto	36
Agua Subterránea	36
Agregados	37
Funciones del Agregado:.....	39
Propiedades del Agregado	40
Influencia del agregado sobre las propiedades del concreto.	42
Ensayos de laboratorio	43
Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea (N.T.P. 339.177).	45
Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea (N.T.P. 339.178).	47
Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea - N.T.P. 339.152.	48
Método de ensayo normalizado para determinar el residuo sólido y el contenido de materia orgánica (sólidos volátiles) de las aguas usadas para elaborar morteros y concretos de cemento Portland - N.T.P. 339.071.....	50
Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global - N.T.P. 400 012.	51
Determinación de la inalterabilidad de los agregados por medio de sulfato de magnesio N.T.P. 400.016.	52
Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado-N.T.P. 400.017.....	54
Determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina Los Ángeles NTP. 400 019.	55
Gravedad específica y porcentaje de absorción del agregado grueso- N.T.P. 400.021.	56

Gravedad específica y porcentaje de absorción del agregado fino- N.T.P. 400.022.	58
Determinación cualitativa de cloruros y sulfatos N.T.P. 400.042	59
Determinación del Asentamiento del Concreto-N.T.P. 339.035.	60
Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas-N.T.P. 339.034.	61
Diseño de mezclas por el método del comité ACI-211.	61
Materiales y métodos	65
Tipo y nivel de investigación	65
Población y muestra.....	65
Formulación de la hipótesis.....	66
Hipótesis	66
Identificación de variables	66
Operacionalización de las variables	67
Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	68
Criterios para el desarrollo del proyecto	68
Técnicas.....	68
Instrumentos de recolección de datos	68
Procedimiento de recolección de datos	68
Estrategia metodológica para demostración de la hipótesis.....	69
Matriz de consistencia.....	70
Consideraciones éticas	71
Resultados y discusión	72
Resultados de las propiedades del agua subterránea.....	72
Resultados de las propiedades de los agregados.....	73
Selección del agregado y agua a utilizar	73
Estudio de las propiedades de los materiales (Físicas y mecánicas)	74
Resultados de las propiedades del concreto.....	88
Diseño de Mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	88
Consistencia del Concreto en estado fresco.....	96
Peso Unitario del Concreto en Estado Fresco.....	99
Ensayo de Resistencia a la Compresión de Concreto Simple.....	107

Ensayo de durabilidad del Concreto Simple	118
Análisis de los resultados de ensayos de agregados	120
Análisis de resultados de agua subterránea	120
Análisis de resultados del agregado fino	121
Análisis de resultados del agregado grueso.....	122
Análisis de los resultados de los ensayos del concreto en estado fresco	124
Análisis de los resultados de los ensayos del concreto en estado endurecido	126
Comparativo económico	138
Análisis de comparativo de costos unitarios	138
Conclusiones	142
Recomendaciones	144
Referencias	145
Anexos	148
Anexo 01: Panel Fotográfico	148
Anexo 02: Ensayos químicos de agua subterránea	158
Anexo 03: Ensayos físicos de los agregado utilizados	159
Contenido de humedad de los agregados usados	159
Análisis granulométrico del agregado fino	160
Peso específico del agregado fino	161
Peso unitario del agregado fino	162
Análisis granulométrico del agregado grueso chancado	163
Peso específico del agregado grueso chancado	164
Peso unitario del agregado grueso chancado.....	165
Análisis granulométrico del agregado grueso zarandeado.....	166
Peso específico del agregado grueso zarandeado.....	167
Peso unitario del agregado grueso zarandeado	168
Anexo 04: Ensayos mecánicos de los agregados utilizados.....	169
Ensayo de degradación por abrasión e impacto del agregado grueso chancado	169
Ensayo de degradación por abrasión e impacto del agregado grueso zarandeado	170
Anexo 05: Ensayos químicos de los agregados utilizados.....	171

Anexo 06: Ensayos del concreto en estado fresco.....	172
Diseño de mezcla de agregado chancado y agua potable	172
Diseño de mezcla de agregado zarandeado y agua potable	173
Corrección por humedad de agregado chancado y agua potable	174
Trabajabilidad de la mezcla de concreto	178
Peso unitario de la combinación agregado chancado y agua potable	179
Peso unitario de la combinación agregado chancado y agua subterránea	181
Peso unitario de la combinación agregado zarandeado y agua potable	183
Peso unitario de la combinación agregado zarandeado y agua subterránea.....	185
Anexo 07: Ensayos del concreto en estado endurecido.....	187
Ensayo de resistencia a la compresión simple.....	187
Determinación de la inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado chancado y agua potable.....	189
Determinación de la inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado chancado y agua subterránea	190
Determinación de la inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado zarandeado y agua potable	191
Determinación de la inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado zarandeado y agua subterránea	192
Resistividad del concreto	193
Anexo 07: Fichas de Calibración	194
Horno de Laboratorio	194
Balanza	199
Balanza 02	202
Prensa hidráulica.....	205

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Curva Granulométrica del Agregado Fino.....	74
Gráfico 2: Curva Granulométrica del agregado grueso Chancado	79
Gráfico 3: Curva Granulométrica del agregado grueso Zarandeado.....	80
Gráfico 4: Dosificación de diseño agregado chancado + agua potable.....	92
Gráfico 5: Dosificación de diseño agregado chancado + agua subterránea	92
Gráfico 6: Dosificación de diseño agregado zarandeado + agua potable	93
Gráfico 7: Dosificación de diseño agregado zarandeado + agua subterránea.....	93
Gráfico 8: Curva: Edad vs Resistencia del concreto	111
Gráfico 9: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado chancado + agua potable	113
Gráfico 10: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado chancado + agua subterránea	114
Gráfico 11: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado zarandeado + agua potable	116
Gráfico 12: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado zarandeado + agua subterránea	117
Gráfico 13: Slump obtenido vs Resistencia a la compresión	124
Gráfico 14: Peso unitario del concreto vs Peso específico del agregado	125
Gráfico 15: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado chancado + agua potable	127
Gráfico 16: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado chancado + agua subterránea	128
Gráfico 17: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado zarandeado + agua potable	129
Gráfico 18: Edad vs Resistencia del concreto para agregado zarandeado + agua subterránea	130
Gráfico 19: Curva: agregado chancado + agua potable vs agregado chancado + agua subterránea	132
Gráfico 20: Curva: agregado zarandeado + agua potable vs agregado zarandeado + agua subterránea	133

Gráfico 21: Curva: agregado chancado + agua potable vs agregado zarandeado + agua potable	135
Gráfico 22: Curva: agregado chancado + agua subterránea vs agregado zarandeado + agua subterránea	137

Lista de Tablas

Tabla 1: Tamaño estándar de los agregados procesados	38
Tabla 2: Límites de porcentaje que pasa, agregado fino	39
Tabla 3: Proporciones mínimas de agregados según el tamaño nominal.....	52
Tabla 4: Peso mínimo de muestras de ensayo	57
Tabla 5: Edad de ensayo vs tolerancia permisible	61
Tabla 6: Resistencia a la compresión promedio	62
Tabla 7: Asentamientos máximos y mínimos	62
Tabla 8: Volumen unitario de agua por m ³ de concreto	63
Tabla 9: Relación a/c de diseño en peso	63
Tabla 10: Muestras a ser utilizadas	65
Tabla 11: Operacionalización de Variables	67
Tabla 12: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	68
Tabla 13: Matriz de Consistencia.....	70
Tabla 14: Resultados de propiedades del agua subterránea	72
Tabla 15: Valores granulométricos del agregado Fino	74
Tabla 16: Porcentaje de absorción y peso específico del agregado fino	75
Tabla 17: Porcentaje de humedad del agregado fino	76
Tabla 18: Peso unitario suelto del agregado fino	77
Tabla 19: Peso unitario compactado del agregado fino	77
Tabla 20: Resumen de ensayos del agregado fino	78
Tabla 21: Valores granulométricos del agregado Grueso Chancado	78
Tabla 22: Valores granulométricos del agregado Grueso Zarandeado	79
Tabla 23: Porcentaje de absorción y peso específico del agregado grueso chancado.....	81
Tabla 24: Porcentaje de absorción y peso específico del agregado grueso zarandeado.....	81
Tabla 25: Contenido de humedad del agregado grueso chancado	82
Tabla 26: Contenido de humedad del agregado grueso zarandeado	82

Tabla 27: Peso unitario suelto del agregado grueso chancado	83
Tabla 28: Peso unitario compactado del agregado grueso chancado	83
Tabla 29: Peso unitario suelto del agregado grueso zarandeado	84
Tabla 30: Peso unitario compactado del agregado grueso zarandeado	84
Tabla 31: Degradación del agregado grueso chancado por abrasión e impacto	85
Tabla 32: Degradación del agregado grueso zarandeado por abrasión e impacto	86
Tabla 33: Contenido de sales solubles en el agregado	86
Tabla 34: Resumen de ensayos del agregado fino	87
Tabla 35: Resumen de diseños de mezcla	92
Tabla 36: Resultados del ensayo de trabajabilidad para el agregado chancado + agua potable	96
Tabla 37: Resultados del ensayo de trabajabilidad para el agregado chancado + agua subterránea	97
Tabla 38: Resultados del ensayo de trabajabilidad para el agregado zarandeado + agua potable	98
Tabla 39: Resultados del ensayo de trabajabilidad para el agregado zarandeado + agua subterránea	98
Tabla 40: Peso Unitario del concreto – Diseño patrón agregado chancado + agua potable	99
Tabla 41: Peso Unitario del concreto - Diseño agregado chancado + agua potable	100
Tabla 42: Estadísticos de Pesos Unitarios - Agregado Chancado + Agua Potable.....	101
Tabla 43: Temperatura del concreto, diseño agregado chancado + agua potable.....	101
Tabla 44: Peso Unitario del concreto – Diseño patrón agregado chancado + agua subterránea	101
Tabla 45: Peso Unitario del concreto - Diseño agregado chancado + agua subterránea	102
Tabla 46: Estadísticos de Pesos Unitarios - Agregado Chancado + Agua Subterránea.....	103
Tabla 47: Temperatura del concreto, diseño agregado chancado + agua subterránea	103
Tabla 48: Peso Unitario del concreto – Diseño patrón agregado zarandeado + agua potable	103
Tabla 49: Peso Unitario del concreto - Diseño agregado zarandeado + agua potable	104
Tabla 50: Estadísticos de Pesos Unitarios - Agregado Zarandeado + Agua Potable.....	105

Tabla 51: Temperatura del concreto, diseño agregado zarandeado + agua potable.....	105
Tabla 52: Peso Unitario del concreto - Diseño patrón agregado zarandeado + agua subterránea	105
Tabla 53: Peso Unitario del concreto - Diseño agregado zarandeado + agua subterránea	106
Tabla 54: Estadísticos de Pesos Unitarios - Agregado Zarandeado + Agua Subterránea.....	107
Tabla 55: Temperatura del concreto, diseño agregado zarandeado + agua subterránea	107
Tabla 56: Resultados de rupturas de probetas a edades de 7, 14, 21 y 28 días	108
Tabla 57: Cantidad de material utilizado en todas las probetas realizadas	112
Tabla 58: Resistencia a la compresión a la edad de 7, 14, 21 y 28 días de agregado chancado + agua potable.....	112
Tabla 59: Resistencia a la compresión a la edad de 7 días de agregado chancado + agua subterránea	113
Tabla 60: Resistencia a la compresión a la edad de 7 días de agregado zarandeado + agua potable	115
Tabla 61: Resistencia a la compresión a la edad de 7 días de agregado zarandeado + agua subterránea	116
Tabla 62: Inalterabilidad por medio de sulfato de magnesio del agregado chancado y agua potable	118
Tabla 63: Inalterabilidad por medio de sulfato de magnesio del agregado chancado y agua subterránea	118
Tabla 64: Inalterabilidad por medio de sulfato de magnesio del agregado zarandeado y agua potable	119
Tabla 65: Inalterabilidad por medio de sulfato de magnesio del agregado zarandeado y agua subterránea	119
Tabla 66: Resistividad del concreto	120
Tabla 67: Resistencia a la compresión $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$	126
Tabla 68: Resistencia a la compresión $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$	128
Tabla 69: Resistencia a la compresión $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$	129
Tabla 70: Resistencia a la compresión $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$	130
Tabla 71: Agregado chancado + agua potable vs Agregado chancado + agua subterránea...	131
Tabla 72: Agregado zarandeado + agua potable vs Agregado zarandeado + agua subterránea	133

Tabla 73: Agregado chancado + agua potable vs Agregado zarandeado + agua potable 134

Tabla 74: Agregado chancado + agua subterránea vs Agregado zarandeado + agua subterránea
..... 136

Lista de Figuras

Figura 1: Extracción de la muestra de agua subterránea	72
Figura 2: Cuarteo del Agregado Grueso In situ	73
Figura 3: Realización en Laboratorio del ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Fino.....	75
Figura 4: Realización en laboratorio del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.	76
Figura 5: Realización del porcentaje de humedad del agregado fino	76
Figura 6: Realización del ensayo de peso unitario del agregado fino	77
Figura 7: Realización en Laboratorio del ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Grueso Chancado	80
Figura 8: Realización en laboratorio del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso chancado.	82
Figura 9: Realización del porcentaje de humedad del agregado grueso chancado	83
Figura 10: Realización del ensayo de peso unitario del agregado grueso chancado.....	84
Figura 11: Ensayo de desgaste por abrasión en la máquina Los Angeles.....	85
Figura 12: Diseño de Mezcla $f'c=210$ kg/cm ² - Agregado Chancado + Agua Potable	88
Figura 13: Diseño de Mezcla $f'c=210$ kg/cm ² - Agregado Chancado + Agua Subterránea	89
Figura 14: Diseño de Mezcla $f'c=210$ kg/cm ² - Agregado Zarandeado + Agua Potable	90
Figura 15: Diseño de Mezcla $f'c=210$ kg/cm ² - Agregado Zarandeado + Agua Subterránea .	91
Figura 16: Curado de probetas cilíndricas elaboradas	95
Figura 17: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Probetas.....	96
Figura 18: Ensayo de Trabajabilidad mediante "Cono de Abrams" - Medición del Slump de la mezcla preparada "A. C+A. P"	97
Figura 19: Ensayo de Trabajabilidad mediante "Cono de Abrams" - Medición del Slump de la mezcla preparada "A. C+A. S"	97
Figura 20: Ensayo de Trabajabilidad mediante "Cono de Abrams" - Medición del Slump de la mezcla preparada "A. Z+A. P".....	98
Figura 21: Ensayo de Trabajabilidad mediante "Cono de Abrams" - Medición del Slump de la mezcla preparada "A. Z+A. S".....	99

Figura 22: Panel Fotográfico de ensayo de agregados	148
Figura 23: Ensayos realizados al agua subterránea	158
Figura 24: Contenido de humedad de agregados	159
Figura 25: Análisis granulométrico del agregado fino	160
Figura 26: Peso específico del agregado fino.....	161
Figura 27: Peso unitario del agregado fino	162
Figura 28: Análisis granulométrico del agregado grueso chancado	163
Figura 29: Peso específico del agregado grueso chancado	164
Figura 30: Peso unitario del agregado grueso chancado	165
Figura 31: Análisis granulométrico del agregado grueso zarandeado	166
Figura 32: Peso específico del agregado grueso zarandeado	167
Figura 33: Peso unitario del agregado grueso zarandeado	168
Figura 34: Degradación por abrasión e impacto del agregado grueso chancado	169
Figura 35: Degradación por abrasión e impacto del agregado grueso zarandeado	170
Figura 36: Ensayo de sales de agregado chancado y zarandeado	171
Figura 37: Diseño de mezcla de agregado chancado y agua potable	172
Figura 38: Diseño de mezcla de agregado zarandeado y agua potable	173
Figura 39: Corrección por humedad de agregado chancado y agua potable.....	174
Figura 40: Corrección por humedad de agregado chancado y agua subterránea	175
Figura 41: Corrección por humedad de agregado zarandeado y agua potable.....	176
Figura 42: Corrección por humedad de agregado zarandeado y agua subterránea	177
Figura 43: Consistencia del concreto en estado fresco	178
Figura 44: Peso unitario de la combinación agregado chancado y agua potable	179
Figura 45: Peso unitario de la combinación agregado chancado y agua subterránea	181
Figura 46: Peso unitario de la combinación agregado zarandeado y agua potable.....	183
Figura 47: Peso unitario de la combinación agregado zarandeado y agua subterránea	185
Figura 48: Resistencia a la compresión simple	187

Figura 49: Inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado chancado y agua potable	189
Figura 50: inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado chancado y agua subterránea	190
Figura 51: inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado zarandeado y agua potable	191
Figura 52: Inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado zarandeado y agua subterránea	192
Figura 53: Ensayo de resistividad del concreto.....	193
Figura 54: Ficha de calibración de horno de laboratorio	194
Figura 55: Ficha de calibración de balanza	199
Figura 56: Ficha de calibración de balanza 02	202
Figura 57: Ficha de calibración de prensa hidráulica.....	205

Resumen

En esta investigación se propone determinar la influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en las edificaciones del distrito de Olmos, para ello los materiales se han combinado de tal manera que podamos conocer de manera óptima su comportamiento en la mezcla de concreto, estas combinaciones son: Agregado chancado y agua potable, agregado chancado y agua subterránea, agregado zarandeado y agua potable y finalmente agregado zarandeado y agua subterránea.

Para la determinación de la influencia que presenta el agua y el agregado grueso y zarandeado se les realizó ensayos físicos, mecánicos y químicos a los materiales con los que se realizará la mezcla de concreto, con el objetivo de conocer los parámetros que puedan influir en la resistencia final.

Los resultados obtenidos nos muestran que tanto el agregado utilizado como el agua subterránea influyen de manera positiva en la resistencia final del concreto, ya que, los resultados que se obtuvieron muestran que la combinación agregado chancado y agua subterránea obtuvo la mayor resistencia a la compresión con valores de 165.01 kg/cm², 200.82 kg/cm², 231.80 kg/cm², 252.55 kg/cm², seguido por el concreto elaborado con agregado zarandeado y agua subterránea, con 155.06 kg/cm², 195.48 kg/cm², 221.95 kg/cm², 246.95 kg/cm², en tercer lugar, la combinación agregado zarandeado y agua potable con 159.31 kg/cm², 193.09 kg/cm², 217.71 kg/cm², 239.65 kg/cm², finalmente encontramos a la combinación de agregado chancado y agua potable con 150.10 kg/cm², 186.21 kg/cm², 211.40 kg/cm², 234.32 kg/cm², para edades de 7, 14, 21, y 28 días respectivamente.

Palabras clave: Concreto, agregados, resistencia a la compresión, agua para concreto.

Abstract

In this investigation it is proposed to determine the influence of groundwater and river aggregates on the properties of concrete for use in buildings in the district of Olmos, for this the materials have been combined in such a way that we can optimally know its behaviour. in the concrete mix, these combinations are crushed aggregate and potable water, crushed aggregate and groundwater, sieved aggregate and potable water, and finally sifted aggregate and groundwater.

To determine the influence of water and coarse and shaken aggregate, physical, mechanical and chemical tests were carried out on the materials with which the concrete mixture will be made, with the aim of knowing the parameters that can influence the final resistance.

The results obtained show us that both the aggregate used and the groundwater have a positive influence on the final strength of the concrete, since the results obtained show that the combination of crushed aggregate and groundwater obtained the highest compressive strength with values of 165.01 kg. / cm², 200.82 kg/cm², 231.80 kg/cm², 252.55 kg/cm², followed by concrete made with beaten aggregate and groundwater, with 155.06 kg/cm², 195.48 kg/cm², 221.95 kg/cm², 246.95 kg/cm², in third place, the combination of beaten aggregate and drinking water with 159.31 kg/cm², 193.09 kg/cm², 217.71 kg/cm², 239 .65 kg/cm², finally we find the combination of crushed aggregate and drinking water with 150.10 kg/cm², 186.21 kg/cm², 211.40 kg/cm², 234.32 kg/cm², for ages 7, 14, 21 and 28 days, respectively.

Keywords: Concrete, aggregates, compressive strength, water for concrete.

Introducción

En la actualidad, si nos referimos al tema de construcción y según lo expuesto en [1] el agua y los agregados para construcción, ocupan el primer y segundo lugar respectivamente de consumo a nivel mundial, pues, el agua es un componente importante, ya que es el elemento que genera la reacción química con el cemento y provoca el endurecimiento, curado y lavado, sin la ayuda de esta no se podría realizar la preparación de la mezcla de concreto; además, se extraen anualmente 40 000 millones de toneladas de agregados en el mundo, lo cual conlleva a que estos recursos se estén explotando más rápido de lo que se regeneran; no obstante la constante urbanización y desarrollo han hecho aumentar hasta tres veces la demanda de esta materia prima, en los 20 años anteriores al presente. Este desarrollo de las ciudades trae consigo un aumento en las actividades de construcción, lo cual lleva a que se genere la necesidad de obtener más extracción de esta materia prima, la cual en muchos casos no son explotadas con un control de calidad adecuado.

A nivel mundial; [2] afirma que el 16% del consumo de agua, es utilizado para el espacio de la construcción de edificaciones, de la cuales un 9% que fueron destinadas al sector industrial se usó para la elaboración de concreto; asimismo la NTP 339.088 [3] nos dice que para poder elaborar una mezcla de concreto se necesita usar agua potable, o en caso que no se pueda contar con este tipo de agua, utilizar una agua que sirva para el consumo humano.

Los objetivos de la presente investigación son determinar la influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en las edificaciones en el distrito de Olmos, definir las propiedades de los agregados naturales y agua subterránea que van a ser utilizados para la elaboración de concreto, establecer las combinaciones respectivas para la realización de los diseños de mezcla con las variables: Agregado de río, agregado chancado, agua potable y agua de pozo, asimismo evaluar la resistencia a la compresión del concreto elaborado a partir de los diseños de mezcla a la edad de 7, 21 y 28 días, medir el slump del diseño de mezcla para determinar la trabajabilidad del concreto a ser utilizado, desarrollar los ensayos de durabilidad del concreto para definir la influencia en sus propiedades y finalmente elaborar una comparación económica de las distintas variables de diseño en estudio.

La presente investigación se realizó en el distrito de Olmos; pues el crecimiento poblacional que ha presentado en los últimos años ha conllevado a que se intensifique la utilización de concreto para la realización de construcciones; dado que, los materiales predominantes en las construcciones de este distrito son el agregado extraído de cuenca de río y agua proveniente del subsuelo, la explotación de estos recursos se lleva a cabo con un mínimo y en muchas ocasiones

con ningún control de calidad, el cual pueda asegurar que los materiales obtenidos puedan cumplir con lo especificado en la normatividad de nuestro país; es por ello que, para obtener una perspectiva más clara de los materiales que se utilizan en este lugar, se emplearon agregados de la zona y agua subterránea. Los materiales obtenidos fueron ensayados con el fin de conocer sus propiedades, para posteriormente utilizar la técnica del comité 211 del ACI para realizar el diseño de mezcla con el que se trabajó.

El no contar con una data que nos brinde la información necesaria sobre la influencia que puedan tener en la realización de concreto en el distrito de Olmos, genera que las edificaciones realizadas puedan llegar a tener una resistencia que no brinde seguridad a las personas que las habitan, por lo que el análisis y verificación de cumplimiento de los requisitos especificados en las normas técnicas peruanas, ayudará a que se pueda utilizar de manera segura estos materiales en esta parte del país.

Revisión de literatura

Antecedentes Internacionales

En el vecino País de Colombia los autores Abril y Ramos [4], realizaron una investigación en la cual buscaban encontrar la incidencia que pueda tener el origen del cual proceda el agregado grueso en la resistencia del concreto a los 28 días de fraguado; dicha mezcla fue fabricada con agregado proveniente de dos canteras distintas, de las cuales una realiza extracción del material de una peña, mientras la otra cantera realiza la extracción de material de río, posteriormente caracterizaron el material con el cual iban a proceder a realizar un diseño de mezcla único para las 40 probetas estudiadas, la cuales buscaban una resistencia de 210 kg/cm². Los resultados que obtuvieron estos autores, es que el origen que pueda tener el agregado grueso, si afecta la resistencia final que pueda tener el concreto, pues las probetas que se realizaron con agregado proveniente de un origen aluvial logra que el concreto soporte cargas superiores, pues al termino de los 28 días alcanzaron una resistencia final de 219 kg/cm², mientras que el agregado procedente de origen montañoso demostró ser menos resistente, ya que solo alcanzo una resistencia final de 186 kg/cm². Los mencionados autores nos muestran que esto se pudo ocasionar debido a la fragilidad del material, pues el de origen montañoso demostró ser más susceptible al ser trabajado en la mezcla, además presento una mayor porosidad y absorción, mientras que el agregado de río demostró ser más uniforme y tener una adherencia mayor en la mezcla.

La investigación [5], realizada en Colombia por los autores Galván y Guzmán, nos presenta como influye el agua subterránea en la elaboración de mortero hidráulico, en esta investigación se realiza una comparación de la resistencia obtenida de cubos de mortero hidráulico realizados con agua subterránea y cubos de mortero hidráulico realizados con agua potable. Los resultados obtenidos tras realizar la comparación, nos muestra que en los primeros 7 días las probetas realizadas con agua subterránea obtuvieron un 96% de resistencia de las probetas realizadas con agua potable, además obtuvieron que el tiempo de fraguado, tanto de las probetas realizadas con agua subterránea y potable fue muy parecido. Los resultados de la resistencia a la compresión que se obtienen de los morteros se encuentran dentro de los límites de la norma que los gobierna, la cual es el NTC 220.

La investigación [6]; realizada por los autores León y Reyes en la Universidad Católica de Colombia, busca determinar si el cambio del pH en el agua con la que se va a realizar la mezcla de concreto afecta la resistencia a la compresión de este, estos autores buscan mediante probetas cilíndricas, si con los materiales de mismo origen, misma composición y solo cambiando el pH

del agua (alto, neutro y bajo), la resistencia que pueda obtener el concreto varia significativamente. Los resultados que se llegaron a obtener nos muestran que; la mezcla realizada con un pH acido, a los 7 días mostró una disminución de 13% de resistencia con respecto a la mezcla realizada con agua con pH neutro, mientras que a los 14 días esta diferencia disminuye siendo solo de 3% y al cabo de los 28 días, la diferencia solo fue de 1%, determinando que la mezcla realizada con este tipo de agua genere un retraso para obtener la resistencia deseada, pues en los primeros 7 días solo obtuvo un 55% de su resistencia final. La mezcla realizada con un pH acido, a los 7 días mostró un aumento de 10% de resistencia con respecto a la mezcla realizada con agua con pH neutro, mientras que a los 14 días esta diferencia disminuye siendo solo de 3% y al cabo de los 28 días, la diferencia vuelve a aumentar siendo 13%, determinando que la mezcla realizada con este tipo de agua genere un adelanto para obtener la resistencia deseada, pues en los primeros 7 días solo obtuvo un 78% de su resistencia final.

El artículo [7] realizado por los investigadores Cham, Solís y Moreno presenta las características que presentan los agregados pétreos y la influencia de estos en las características del concreto, tanto en estado fresco como endurecido en el País de México; este artículo llega a la conclusión que para obtener un concreto optimo, la estructura que deben presentar los agregados en forma y tamaño deben de ser la adecuada, pues se busca que estos puedan acomodarse lo más densamente posible. Además, la trabajabilidad que adquiera el concreto se ve afectada por las diversas características como absorción, forma de las partículas, tamaño y la granulometría de los agregados con lo que se realice la mezcla de concreto.

Antecedentes Nacionales

La investigación realizada por Tello y Tello [8], tiene como finalidad analizar las características en las que influye el agua del pozo IRHS-42, el cual se encuentra ubicado en el balneario Los Palos, en la resistencia final a la compresión del concreto, dichos autores para cumplir con su objetivo plantearon un solo diseño de mezcla, con el cual se elaboraron 15 probetas cilíndricas con cemento tipo HE y para agua de diseño se utilizó la extraída del pozo, 15 probetas cilíndricas con cemento tipo HE y para agua de diseño se utilizó agua potable y 15 probetas cilíndricas con cemento tipo HS y para agua de diseño se utilizó la extraída del pozo. Con estas probetas se realizó ensayo a la compresión a los 28 días. Finalmente los resultados que nos muestran en esta investigación es que, si influye el agua subterránea en la resistencia del concreto, pues, las probetas cilíndricas elaboradas con cemento tipo HE y para agua de

diseño se utilizó la extraída del pozo llegaron a alcanzar una resistencia de 8.30% menor que las probetas cilíndricas elaboradas con el mismo tipo de cemento, pero con agua de diseño de origen potable, estos resultados se han producido debido al elevado contenido de cloruros, sales solubles totales y sulfatos que presenta el agua del pozo. Asimismo, realizaron la comparación de la resistencia de las probetas cilíndricas realizadas con cemento tipo HS y HE, las cuales como agua de diseño se utilizó la extraída del pozo, de las cuales obtuvieron que el cemento tipo HE incrementa la resistencia del concreto por encima de la obtenida por el cemento tipo HS.

Torres [9], en su investigación realizada en la ciudad de Cajamarca busca medir mediante ensayos de laboratorio la influencia que pueda tener el reemplazar en cantidades iguales el agregado aluvial proveniente de la Cantera Chávez, por agregado proveniente de la cantera Don lucho I, el cual tiene origen de cerro, para su utilización en concretos de resistencias muy comunes de utilizar en la ciudad de Cajamarca. Primero realizó la caracterización del agregado a utilizar, conociendo sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, seguidamente procedió a la realización del diseño de mezcla para las diferentes resistencias que quería alcanzar 140 kg/cm², 175 kg/cm² y 210 kg/cm². Los resultados obtenidos que se evaluaron al realizar los ensayos de compresión simple a los 7 y 28 días, nos muestran que en los 7 primeros días, las probetas cilíndricas realizadas con agregado proveniente de cerro obtuvieron una mayor resistencia a la compresión, mientras que tras el paso de 28 días es el agregado de río el que alcanza una mayor resistencia, La data obtenida estadísticamente también nos demuestra que habiendo uso de agregado de río tiene una resistencia homogénea mediante todos los ensayos, mientras que el uso de agregado de cerro genera una mayor dispersión entre los datos obtenidos.

En la investigación realizada por Mollo y Rosas [10], en la ciudad de Arequipa, busca evaluar mediante ensayos de laboratorio la influencia que pueda tener el agregado grueso sobre la resistencia del concreto, haciendo uso para la elaboración de esta investigación agregado chancado y agregado zarandeado que provienen de la cantera Alto Misti y agregado redondeado que proviene de la cantera Sabandia, teniendo en cuenta de cada uno sus propiedades y formas las cuales podrían haber tenido un impacto sobre la mezcla elaborada. Los resultados obtenidos por esta investigación, después de realizar los ensayos de compresión en los tiempos determinados de 7, 14 y 28 días y ensayos realizados por tracción diagonal en un tiempo de 28 días, nos demuestran que el agregado redondeado que se utilizó, al poseer una absorción menor pudo obtener la resistencia a la compresión mayor, logrando una resistencia 8% mayor que el agregado zarandeado y 3% superior que el agregado chancado.

Ccanto y Malcco [8], realizaron su investigación, con la cual buscan obtener el resultado de resistencia de testigos cilíndricos de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, los cuales fueron realizados con agregados de la cantera Rio Urubamba, cemento portland tipo I y para agua de diseño se utilizó, agua potable y agua subterránea, estos autores plantearon la realización de ensayos físicos de el agregado a utilizar, análisis de las propiedades físico químicas del agua con el que buscaban determinar si esta presentaba sustancias o agentes contaminantes, además ensayos de compresión simple a los 7, 14, y 28 días. Los resultados que estos investigadores obtuvieron que a los 28 días la mayor resistencia promedio a la compresión simple se obtuvo con los testigos realizados con agua subterránea con 231.15 kg/cm^2 , mientras que las probetas cilindricas elaboradas con agua potable en este mismo lapso de tiempo obtuvieron una resistencia promedio de 224.50 kg/cm^2 , llegando a la conclusión final que el uso de ambos tipo de agua para diseño nos permitirá resultados óptimos en la construcción y que las sustancias o agentes externos que presente el agua subterránea, no altera la resistencia del concreto realizado.

Bases teórico-científicas

Concreto:

El RNE E.060 [11] llega a definir comúnmente al concreto como la unión resultante de cemento Portland o algún tipo de cemento hidráulico que se requiera utilizar, agregados grueso y fino, agua y de ser requerido se puede realizar la adición de alguna clase de aditivo.

Rivva [12] en su libro, describe que el concreto es el producto de la mezcla de un material cementante que se denomina pasta, con un medio ligado, el cual es formado por los agregados grueso y fino.

Según [13], la definición de concreto se expresa como la mezcla de agregados (arena y grava) y pasta (cemento portland y agua); la pasta está conformada por una cantidad que varía desde 25% hasta 40% del volumen de la mezcla, complementando la mezcla está conformada por una cantidad del 60% al 75% de agregados.

Propiedades del concreto

Según lo expuesto por Rivva [12], el concreto tiene una variedad de propiedades, las cuales podemos identificar, en los dos estados del concreto que son, estado fresco y estado endurecido; dentro de las más resaltantes que podemos encontrar en el primer caso tenemos, peso unitario, asentamiento, cohesión, trabajabilidad y fluidez; mientras que, en el segundo caso, podemos encontrar, resistencia a la compresión, contenido de vacíos, densidad, durabilidad e impermeabilidad.

Cemento Portland

Rivva [12] nos dice que el cemento es el componente más activo en el concreto, es un material pulverizado, que debido a las propiedades que presenta, al adicionársele una cantidad de agua, llega a formar una pasta conglomerante, la cual endurece para formar un compuesto estable.

El cemento para su fabricación se utiliza minerales calcáreos (piedra caliza) y arcillosos que en su estructura presenten alúmina y sílice; estos elementos son dosificados y mezclados de una manera correcta, posteriormente se colocan en un horno del cual saldrá como producto el Clinker. Para pasar de Clinker a cemento Portland, es necesario agregar una cantidad de yeso que equivale entre el 2-4% del peso de la mezcla.

En nuestro país el cemento portland, se ve regulado por la norma ASTM C150, los tres tipos de cementos que se fabrican, cemento tipo I, II y V deben de cumplir con los requisitos que esta norma impone; el cemento tipo I se ha de emplear en casos donde no se necesite propiedades especiales del concreto, el cemento tipo II, se ha de utilizar en construcciones que estén expuestas a un moderado ataque de sulfatos y el cemento tipo V, se ha de utilizar cuando se requiera una elevada resistencia a la compresión, a una alta resistencia al ataque de sulfatos.

Agua para el concreto

Según Rivva [12], el agua adecuada para la utilización en la preparación de la mezcla de concreto debe de ser aquella que no presente sustancias que puedan afectar de manera negativa en el fraguado y que es esta agua la que reacciona químicamente para lograr que la mezcla, en estado fresco, pueda tener una adecuada trabajabilidad y en estado endurecido, pueda llegar a obtener las características deseadas. Los requisitos de la calidad del agua usada en la elaboración del concreto están dados por la NTP 339.088.

El ACI [14] (American Concrete Institute), nos dice que el agua utilizada para mezclado de concreto debe de estar en la mejor calidad posible y que no presente proporciones peligrosas de aceites, alcalis, sales, algún tipo de materia orgánica y/o alguna otra sustancia que pueda afectar al concreto o refuerzo. No deberá utilizarse aguas que no cumplan con la normativa del País.

Agua Subterránea

El Senamhi [15], la define como la porción del agua que podemos encontrar bajo la superficie de nuestro planeta, podemos acceder a esta agua por medio de perforaciones, galería

de drenaje, túneles o mediante aquella que fluye de manera natural hasta la superficie por medio de manantiales o filtraciones.

El agua subterránea por lo general la encontramos en los denominados acuíferos; que según lo expuesto en [15], es un volumen conformado por roca y arena en el cual puede almacenarse agua, ubicado en la parte subterránea de nuestro planeta. Esta agua es una parte importante del ciclo hidrológico, pues se calcula que un aproximado de 30% del caudal que podemos encontrar en la superficie tiene su origen en estas fuentes.

Agregados

Según [16]; los agregados son los materiales que más predominan, pues su participación en la elaboración de concreto puede llegar a ser hasta un 75% de la mezcla.

Sánchez en [17] considera que funcionan como agregados todos los materiales que, poseyendo una resistencia suficiente de cada una de sus partículas, no varían de forma negativa las propiedades del concreto y que garanticen una adherencia suficiente con la pasta.

La NTP 400.011 [18] nos brinda como definición de agregado, que es la unión de un conjunto de partículas inertes de forma granular, las cuales por su composición pueden provenir de un origen natural u origen artificial, dichas partículas en muchas ocasiones pueden ser tratadas o elaboradas. También denominados áridos.

Mientras que [17]; los define como aquellos materiales inertes, los cuales poseen características propias como durabilidad y resistencia que no influyen en el tiempo de fraguado del cemento, asimismo presentan una buena adherencia con la pasta.

Según lo expuesto por Rivva [12], los distintos agregados que existen se pueden conseguir o producir a partir de diferentes tipos de piedras, como ígneas, metamórficas o sedimentarias. Adicionalmente explica que, si existe o no un fragmento geológico en el material, esto no nos debería llevar a la conclusión de que el agregado es adecuado o no lo es para la elaboración de concreto.

El tamaño estándar de los agregados procesados está regulado por el ATSM D448

Tabla 1: Tamaño estándar de los agregados procesados

Size Number	Nominal Size, Square Openings	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square Openings), mass percent														
		100-mm (4-in.)	90-mm (3½-in.)	75-mm (3-in.)	63-mm (2½-in.)	50-mm (2-in.)	37.5-mm (1½-in.)	25.0-mm (1-in.)	19.0-mm (¾-in.)	12.5-mm (½-in.)	9.5-mm (¾-in.)	4.75-mm (No. 4)	2.36-mm (No. 8)	1.18-mm (No. 16)	300-µm (No. 50)	150-µm (No. 100)
1	90 to 37.5-mm (3½ to 1½-in.)	100	90 to 100	...	25 to 60	...	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...	...	...
2	63 to 37.5-mm (2½ to 1½-in.)	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...	...	...
24	63 to 19.0-mm (2½ to ¾-in.)	...	...	100	90 to 100	...	25 to 60	...	0 to 10	0 to 5	...	...	...	...	...	...
3	50 to 25.0-mm (2 to 1-in.)	...	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...	...
357	50 to 4.75-mm (2-in. to No. 4)	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	...	0 to 5	...	...	...	...
4	37.5 to 19.0-mm (1½ to ¾-in.)	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
467	37.5 to 4.75-mm (1½-in. to No. 4)	...	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	0 to 5	...	...	...	...
5	25.0 to 12.5-mm. (1 to ½-in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...	...	...	...
56	25.0 to 9.5-mm (1 to ¾-in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	...	...	...	...
57	25.0 to 4.75-mm (1-in. to No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 to 100	...	25 to 60	...	0 to 10	0 to 5	...	...	...
6	19.0 to 9.5-mm (¾ to ¾-in.)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	...	...	...	...
67	19.0 to 4.75-mm (¾-in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	...	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...	...
68	19.0 to 2.36-mm (¾-in. to No. 8)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	...	30 to 65	5 to 25	0 to 10	0 to 5	...	...
7	12.5 to 4.75-mm (½-in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	...	...	...
78	12.5 to 2.36-mm (½-in. to No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 75	5 to 25	0 to 10	0 to 5	...	...
8	9.5 to 2.36-mm (¾-in. to No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5	...	...
89	9.5 to 1.18-mm (¾-in. to No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	5 to 30	0 to 10	0 to 5	...
9	4.75 to 1.18-mm (No. 4 to No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	10 to 40	0 to 10	0 to 5	...
10	4.75-mm (No. 4 to 0*)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	...	...	...	10 to 30

Fuente 1: ASTM D448

Agregado Grueso

Según lo estipulado en la N.T.P. 400.011 [18], se precisa que el agregado que se retiene en el tamiz normalizado N°4 (4.75mm), es denominado grueso y este agregado es aquel que según los parámetros y requisitos expuestos en la NTP 400.037, provienen de la separación de forma natural o artificial de los diferentes tipos de rocas que sirven para esta función.

Rivva [12] nos dice que el agregado grueso es aquel que puede ser formado por piedra triturada, partida o grava natural, algún tipo de agregado metálico formado de forma natural o artificial, concreto triturado, o puede realizarse alguna combinación de los mencionados anteriormente. Este tipo de agregado deberá presentar partículas cuyo perfil sea preferentemente angular o semiangular, compactas, resistentes y libres de materiales escamosos.

Si nos centramos en el perfil que pueda tener el agregado grueso, se puede decir que, si comparamos la piedra chancada con un agregado de perfil redondeado, el agregado proveniente de piedra chancada va a requerir una cantidad, más elevada de agregado fino, el cual le va a permitir compensar el perfil que tiene.

Agregado Fino

La Norma Técnica Peruana [18], nos dice que este tipo de agregado es de origen artificial pues, es aquel que proviene de la disgregación de forma natural o artificial de los diferentes tipos de rocas o piedras y que presenta una granulometría que pasa el tamiz normalizado 3/8 pulg. (9.5 mm), además este agregado deberá cumplir los límites y parámetros que se presentan en la NTP 400.037.

Rivva [12] explica que los agregados finos son aquellos que pueden estar compuestos por partículas de arena natural o arena manufacturada, o en otros casos se procede a realizar una combinación entre ambas. Las partículas que presente deberán encontrarse en estado limpio, presentar un perfil de preferencia angular, ser compactas y presentar una dureza adecuada; deberán encontrarse libre polvo, libre de algún tipo de partícula blanda o escamosa, materia orgánica u alguna otra sustancia que pueda ser perjudicial para la realización de concreto.

El agregado para poder decirse que es fino debe presentar valores granulométricos que se encuentren englobados en los parámetros mínimos que se establecen en NTP 400.037 o ASTM C33. El tamaño de granulometría a escogerse deberá presentar una composición uniforme y continua, La granulometría deberá de ser uniforme y continua, teniendo en cuenta que este no debe presentar más de un 45% de contenido entre dos mallas consecutivas, además deberá tener un módulo de fineza que se encuentre en los intervalos de 2,3 y 3,1.

La NTP 400.037 nos recomienda usar los parámetros presentados a continuación:

Tabla 2: Límites de porcentaje que pasa, agregado fino

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	100
Nº 4	95 a 100
Nº 8	80 a 100
Nº 16	50 a 85
Nº 30	25 a 60
Nº 50	10 a 30
Nº 100	2 a 10

Fuente 2: N.T.P. 400.037

Funciones del Agregado:

En [19] nos dice que las principales funciones del agregado son tres, las cuales para su mayor entendimiento presentamos a continuación:

- ✓ El agregado proporciona un colmado apropiado a la pasta, comprimiendo la cantidad de esta a ser utilizada en un determinado volumen, con ello disminuye el costo de fabricación de concreto.
- ✓ El agregado permite formar una masa compacta de partículas heterogéneas que se encuentra capacitada para poder soportar con el paso de tiempo acciones de origen mecánicas, deterioro o intemperismo, los cuales alcancen a producir algún problema sobre el concreto.
- ✓ El agregado reduce los cambios de volúmenes que puedan existir en las etapas de fraguado y endurecido del concreto.

Propiedades del Agregado

Rivva [12], en su libro naturaleza y materiales del concreto, nos muestra alrededor de 21 propiedades la cuales podemos clasificar como propiedades físicas y mecánicas, y propiedades resistentes que presenta el agregado, dentro de las más importantes que se deben de tener en cuenta encontramos; módulo de fineza, granulometría, humedad y absorción, esponjamiento, peso unitario, contenido de vacíos, peso específico, limpieza, porosidad, resistencia y módulo de elasticidad.

Propiedades físicas y mecánicas de los agregados

Peso específico

Rivva [20] define al peso específico como indicador de la calidad que pueda tener el concreto, este se puede expresar como densidad, este peso se puede expresar como la proporción entre el peso de las partículas y el volumen de ellas, asumiendo que estas no presentan vacíos de ningún tipo. Las N.T.P. 400.021 y N.T.P. 400.022 establecen los procedimientos que se deben realizar para la obtención de este, tanto para agregados finos como gruesos respectivamente.

Peso unitario

El peso unitario o generalmente denominado peso volumétrico presente en los distintos agregados por lo general se expresa en kg/m^3 siendo este el la división entre el peso total de las partículas seleccionadas de agregado el cual puede ser compactado a suelto y el volumen total que estas presenten cociente entre el peso de las partículas, muy distinto del peso específico, para la realización de este análisis se debe de considerar los vacíos que pueda presentar el agregado dentro del volumen total. La

N.T.P. 400.017 establece los requisitos que se deben de para la obtención de los parámetros que presenta el agregado.

Absorción

Se define en [20], la absorción como el contenido de humedad necesario para saturar completamente el cuerpo de un agregado. La absorción es una propiedad que depende mucho de la porosidad que presente el material; sin embargo, esta no permite llenar por completo de agua los poros, ya que, además del líquido este se llenará el espacio con aire atrapado. Las N.T.P. 400.021 y N.T.P. 400.022 establecen los procedimientos que se deben realizar para la obtención de este, tanto para agregados finos como agregados gruesos respectivamente.

Porosidad

La palabra “poro” es entendida como el espacio que no está ocupado por materia solida dentro de las partículas de agregado [20]. En la norma ASTM C-70, no podemos encontrar ningún criterio con el cual esta pueda ser evaluada, sin embargo, podemos encontrar diferentes análisis que son complejos y eficaces con los cuales se pueda evaluar, aunque con una validez relativa. Vargas [21] nos muestra una manera de poder determinar la porosidad presente en el agregado mediante un ensayo de porosidad que describe.

La porosidad que presente los agregados es una propiedad importante, pues, esta puede influir en la resistencia mecánica, propiedades elásticas, absorción, resistencia a la abrasión, peso específico, es decir, en muchas de las propiedades del concreto, ya que, estas disminuirán mie tras más porosidad presente el agregado. Cabe resaltar que, las características de porosidad permitirán conocer la capacidad y velocidad de absorción, facilidad de drenaje, el área y volumen de materia del agregado. [20]

Humedad

La humedad presente en el agregado se conoce como la cantidad de agua que se encuentra retenida por las partículas del agregado en un determinado tiempo [20]. Esta propiedad nos va a permitir que durante el diseño de mezcla se pueda aumentar o disminuir el volumen de agua que se va a emplear para la preparación de la mezcla de concreto. En nuestro país la norma que se utiliza para obtener este parámetro es la N.T.P. 339.185. [22].

Propiedades resistentes de los agregados

Resistencia

La resistencia no es más que la capacidad que un cuerpo puede presentar con la cual puede soportar esfuerzos axiales y esfuerzos de corte. Por lo general el parámetro que es más usado es la resistencia a la compresión del agregado. Los agregados normales, los cuales presentan un peso específico que varía entre 2.5-2.7 g/cm³, se puede llegar a obtener resistencias a la compresión que están entre 750-1200 kg/m², estos resultados son muy distintos a los de los agregados livianos, cuyo peso específico varía entre 1.6-2.5 g/cm³, cuya resistencia a la compresión se encuentra entre 200-750 kg/m², estas comparaciones nos lleva a la conclusión que la resistencia a la compresión es directamente proporcional a el peso específico que presente un material. [20].

Tenacidad

La tenacidad es la oposición que presenta el agregado ante el impacto, por lo general a esta propiedad se le llega a relacionar con la resistencia a flexión del elemento que está siendo estudiado, la tenacidad depende de la angulosidad y aspereza del área [21].

Modulo de Elasticidad

El módulo de elasticidad en los agregados no es considerado una característica esencial para la elaboración del diseño de mezcla [12]. No obstante, debido a la existencia de deformaciones en el concreto, podemos prever que también existe deformación parcial en el agregado, pues este es el elemento con más participación dentro de la mezcla, esto nos lleva a la relación de que el módulo de elasticidad del concreto es directamente proporcional al módulo de elasticidad del agregado [12].

Influencia del agregado sobre las propiedades del concreto.

Forma y textura

Rivva [12], expone que la forma que presenten los agregados se ve reflejado en la trabajabilidad, pues el requerimiento que necesita la pasta en la mezcla va a depender de la superficie específica del agregado. Así mismo el porcentaje de vacíos de la mezcla sufre una disminución cuando aumenta la cantidad de agregado redondeado, pues este se va a acomodar de una manera fácil.

La forma y textura que presente el agregado adicional a la variación de trabajabilidad presenta influencia en la resistencia y durabilidad del concreto. La textura influye en la capacidad de adherencia de los agregados.

Granulometría

Chan en [7], expone que la granulometría y el tamaño máximo que llegue a presentar el agregado influye en los requerimientos de la relación a/c, trabajabilidad, durabilidad; ya que, si el agregado es muy grueso se pueden generar mezclas rígidas. Esto nos lleva a la necesidad de buscar agregados que presenten una curva granulométrica equitativa que nos permitan resultados satisfactorios.

Peso Específico

En concordancia con [7], el peso específico del agregado puede ser ligero, normal y pesado; influyendo directamente en el peso unitario que se pueda obtener. Así mismo se debe tener en cuenta la densidad, pues, si se utiliza agregado con una buena densidad (≥ 2.25), la mezcla obtenida podría ser más denso.

Absorción

Chan en [7], nos dice que la absorción que pueda llegar a tener el agregado es la una de las propiedades que más influencia presenta en la trabajabilidad de la mezcla, pues toda el agua que el agregado pueda absorber disminuye la manejabilidad de la mezcla. Para la obtención de una trabajabilidad y manejabilidad optima se recomienda hacer uso de agregados con índices de absorción bajos.

Resistencia al desgaste

Según lo mencionado en [7], la dureza que presenta un agregado se debe a la resistencia al desgaste con el que cuente, esta propiedad depende mucho del material que llegue a constituir el agregado.

Las normas ASTM C 131 o NTP. 400.019 [23]. Esta última empleada en agregados mayores a 1 1/2'', son normativas que nos proporcionan el procedimiento para el ensayo de abrasión del agregado, son ensayos de calidad de este.

Ensayos de laboratorio

El RNE E. 060 en su artículo 5.6 nos indica las distintas evaluaciones que se le han de realizar al concreto para que este pueda ser aceptado, en su artículo 5.6.3.3. (b) nos indica el

siguiente parámetro, con el cual nos advierte de que el $f'c$ ensayado, debe de ser lo más preciso al ser utilizado en el diseño de estructura: “Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que $f'c$ en más de 3.5 MPa (35 kg/cm²) cuando $f'c$ es 35 MPa (350 kg/cm²) o menor...”; debido a lo que hemos propuesto en nuestra investigación es un $f'c$ igual a 210 kg/cm², se deberán realizar los procedimientos para la obtención de las propiedades de cada uno de los componentes del concreto mediante los ensayos propuestos, así mismo, se deberá realizar distintos ensayos a la mezcla de concreto, tanto en estado fresco, como en estado endurecido para llegar al conocimiento si es que este cumple con los requisitos planteados en el diseño de mezcla propuesto.

Los ensayos para utilizarse en la presente investigación son los que se muestran a continuación:

- Método de ensayo normalizado para determinar el residuo sólido y el contenido de materia orgánica (sólidos volátiles) de las aguas usadas para elaborar morteros y concretos de cemento Portland (N.T.P. 339.071)
- Agua para mezcla que se utiliza para la producción de concreto de cemento Portland (N.T.P. 339.088).
- Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea (N.T.P. 339.152)
- Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea (N.T.P. 339.177)
- Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea (N.T.P. 339.178).
- Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (N.T.P. 400.011:2008)
- Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso (N.T.P. 400.012:2001)
- Determinación de la inalterabilidad de los agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio (N.T.P. 400.016:2011)
- Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (N.T.P. 400.017)
- Método de ensayo normalizado para obtener la degradación de los agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina Los Ángeles (N.T.P. 400.019).

- Gravedad específica y absorción del agregado grueso (N.T.P. 400.021)
- Gravedad específica y absorción del agregado fino (N.T.P. 400.022)
- Especificaciones normalizadas para agregados en concreto (N.T.P. 400.037)
- Práctica de realización para la elaboración y curado de especímenes de concreto (N.T.P. 339.033).
- Método de ensayo para la determinación cualitativa de cloruros y sulfatos (N.T.P. 400.042:2016)
- Cementos Portland. Requisitos (N.T.P. 334.009)
- Cementos Portland adicionados. Requisitos (N.T.P. 334.090)
- Cementos Portland. Especificación de la performance (N.T.P. 334.082)
- Práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco (N.T.P. 339.036)
- Determinación del asentamiento del concreto (N.T.P. 339.035)
- Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (N.T.P. 339.034).

A continuación, se va a realizar la descripción de los procedimientos mencionadas con la finalidad de su mejor comprensión y entendimiento.

Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea (N.T.P. 339.177).

Según lo expuesto en [24], esta norma tiene como objetivo establecer el procedimiento que se debe de seguir para poder determinar la cantidad de ion cloruro soluble en agua presente suelos y en aguas subterráneas.

a) Aparatos

Muestra de Agua:

- Aparato de Filtración; según el tipo que se requiera.
- Filtro de Membrana; 0.45 μm .
- Filtro de Papel; para precipitado fino.
- Bureta de 25 ml de capacidad y de 50 ml de capacidad con graduaciones de 0.1 ml.
- Plancha de calentamiento
- Agitador magnético y barras de agitación cubiertas de teflón.
- Pipetas de 1, 5, 10, 25, 30 y 50 ml.
- Vaso de 250 ml.
- pH-metro o papel indicador de pH, con rango entre 1-11.

b) Muestreo**Muestra de Agua:**

- Pasar la muestra por el papel filtro para precipitado fino, tipo Whatman 42 (Si la muestra aun esta turbia después de realizado el filtrado, esta deberá de ser filtrada a través de un filtro de membrana de 0.45 micras)
- Si la muestra esta coloreada, adicionar 3 ml de una suspensión de hidróxido de aluminio ($\text{Al}(\text{OH})_3$). Mezcle, deje sementar y filtre.

c) Reactivos

- Solución de ácido nítrico (1+19)
- Suspensión de hidróxido de aluminio.
- Solución estándar de nitrato de pata (1mL de solución equivale a 1mg de cloruro)
- Solución estándar de nitrato de pata (equivalente a 2 mg Cl/ml de solución)
- Solución estándar de nitrato de pata (equivalente a 5 mg Cl/ml de solución)
- Solución indicadora al 5% de cromato de potasio o sodio
- Bicarbonato de sodio (NaHCO_3)

d) Procedimiento

- Tomar una alícuota de 100 ml de muestra de agua subterránea para la determinación de ion cloruro.
- Verificar el pH y titular siguiendo el procedimiento:
- Verificar el pH, Si el pH esta entre el rango de 6-8, continuar con el siguiente paso; si está por debajo de 6 añadir bicarbonato de sodio para ajustar; si está por encima de 8 añadir ácido nítrico para ajustarlo al rango estimado.
- Añadir un ml de solución indicadora de cromato de potasio
- Titular con la solución de nitrato de plata hasta que el indicador fluya del color amarillo al rojo.
- Anotar el volumen de AgNO_3 utilizado hasta llegar al punto final y calcular el contenido de cloruro.
- Restar los 0.2 ml de consumo del blanco o el volumen del blanco determinado.

e) Cálculos finales

- El contenido de ion cloruro en muestras de suelo y agua subterránea se calcula como se presenta a continuación:

$$\text{Contenido de Cl}^* \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}}, \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ o ppm} \right) = \frac{(\text{mL AgNO}_3 \text{ utilizado} - B) * T * 1000}{M} * D$$

En donde:

T= título, mg Cl/ml AgNO_3

B= consumo del blanco del indicador (0.2 ml o el valor determinado en 7.10.6)

M= ml de alícuota analizada.

D= factor de dilución (de ser necesario)

Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea (N.T.P. 339.178).

Según lo expuesto en [25], esta norma tiene como objetivo establecer el procedimiento que se debe de seguir para poder determinar la cantidad de ion sulfato soluble en agua presente suelos y en aguas subterráneas.

a) Aparatos

Muestra de Agua:

- Pipetas de 1, 5, 10, 25, 30 y 50 ml.
- Vaso de 250 ml.
- Horno mufla.
- Crisol de platino

b) Reactivos

- Hidróxido de amonio (gravedad específica: 0.90)
- Solución de cloruro de bario (100 g/l)
- Ácido clorhídrico (1+9)
- Ácido fluorhídrico (48% a 51%)
- Solución de indicador anaranjado de metilo (0.5 g/l)
- Ácido nítrico (gravedad específica: 1.42)
- Ácido pícrico
- Solución estándar de nitrato de plata (100 g/l)
- Ácido sulfúrico (gravedad específica: 1.84)

c) Procedimiento

- Pipetear 30 ml del extracto de suelo (o 50 ml de la muestra de agua subterránea) en un vaso de 250 ml. Si se usa una alícuota menor de 30 ml, utilizar un factor apropiado de dilución.

- Calentar la solución hasta la ebullición y lentamente añadir 5 ml de solución caliente de BaCl₂. Mantener la temperatura justo por debajo del punto de ebullición hasta que el líquido comience a clarificarse y los precipitados hallan sedimentado completamente.
- Filtrar la suspensión de BaSO₄ sobre un papel filtro de textura fina, libre de ceniza y lavar el precipitado con agua caliente hasta que los lavados se encuentren libres de cloruros. Esto se comprobará ensayando las últimas porciones de lavado con solución de AgNO₃. Evitar excesivos lavados.
- Colocar el papel filtro y su contenido en un crisol de platino previamente tarado y carbonizar lentamente hasta consumir el papel sin dejarlo arder. Calcinar el residuo a 800° C por una hora o hasta que todo el carbón se halla consumido.
- Añadir una gota de H₂SO₄, unas cuantas gotas de HF y evaporar bajo campana extractora para eliminar la sílice como tetrafluoruro de silicio (SiF₄). Volver a calcinar a temperatura cercana a 800° C, enfriar en desecador y pesar al BaSO₄.

d) Cálculos finales

- El contenido de ion sulfato en muestras de suelo y agua subterránea se calcula como se presenta a continuación:

$$\text{Sulfato} \left(\frac{mg}{kg}, \frac{mg}{L} \text{ o } ppm \right) = \frac{W * 411500}{M} * D$$

En donde:

W= gramos de BaSO₄

M= gramos de muestra de suelo, ajustado por la dilución hecha.

Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea - N.T.P. 339.152.

Lo expuesto en [26]; define que el objetivo de esta norma es la preparación de un extracto acuoso para la determinación del contenido de sales solubles en suelos, aunque este procedimiento es también aplicable a muestras de agua subterránea.

a) Aparatos

- Balanza; la cual debe presentar una aproximación a 0.1 g; o en todo caso 0.1% de la masa muestreada.
- Equipo de filtración al vacío, compuesto por bomba de vacío y presión eléctrica de 220v y frasco de filtración al vacío de 500 mL.
- Embudo de filtración, tipo Buchner de 110 mm de diámetro

- Embudo de filtro de tres piezas de 47 mm
- Filtros de microfibras de vidrio de 110 mm de diámetro.
- Filtros de microfibras de vidrio de 47 mm de diámetro.
- Agitador magnético y barra agitadora.
- Centrifuga con tubos de 50 mL de capacidad mínima.
- Frascos Erlenmeyer de 500 mL.
- Pipetas volumétricas
- Capsulas de evaporación, de 100 mL de capacidad
- Plancha de calentamiento
- Baño de vapor
- Horno; el cual deberá mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

b) Muestreo

- Poner la muestra en el agitador magnético y adicionar un volumen conocido sobre el embudo de filtro y montar en el equipo de filtración de vacío.

c) Procedimiento

- Preparar las capsulas de evaporación, calentar las capsulas de evaporación limpias a $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 1 hora en la estufa de secado.

Muestra de agua subterránea

- Colocar la muestra filtrada en la capsula.
- Evaporar a sequedad sobre baño a vapor
- Si el volumen a ensayar excede la capacidad de la capsula de evaporación, añadir porciones sucesivas después de la evaporación.
- Secar por lo menos 1 hora a $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, enfriar y pesar.
- Repetir el ciclo de secado, enfriamiento y pesaje.
- Los ciclos deben de diferir en un máximo de 10% del promedio.

d) Cálculos finales

Muestra de agua subterránea

$$TSD = \frac{(m_2 - m_1)}{V} * 10^6$$

En donde:

TSD= Total de solidos disueltos en mg/L

(m₂-m₁) = peso de residuo de evaporación en g

V= Volumen de muestra ensayada en mL.

Método de ensayo normalizado para determinar el residuo sólido y el contenido de materia orgánica (sólidos volátiles) de las aguas usadas para elaborar morteros y concretos de cemento Portland - N.T.P. 339.071.

La norma [27]; tiene como fin establecer los procedimientos que se deben de seguir para determinar el residuo sólido y el contenido de materia orgánica (sólidos volátiles) de las aguas usadas para la preparación de morteros y concretos de cemento Portland.

Aparatos

a) Aparatos

- Balanza; la cual debe presentar una aproximación a 0.1 g; o en todo caso 0.1% de la masa muestreada.
- Baño maría o disco de calefacción.
- Estufa, que permita operar entre 120 °C y 130 °C de temperatura.
- Cápsula de platino o porcelana.
- Matraz aforado de 500 cm³ de capacidad.

b) Muestreo

- La muestra se toma de acuerdo con lo establecido en la NTP 339.070.

c) Procedimiento

Determinación de residuo insoluble

- Se mide en el matraz aforado 500 cm³ de la muestra representativa que debe incluir cualquier materia en suspensión y se transfiere progresivamente, mientras se agita, a la capsula de platino estufa y se deshidrata el residuo entre 120 °C y 130 °C de temperatura durante 1 h.
- Se enfría la cápsula en el desecador y se determina su masa con la precisión del miligramo.
- Se reserva el residuo en la cápsula para efectuar la determinación de materia orgánica.

Determinación de materia orgánica

- El total de residuo sólido obtenido puede consistir en materia orgánica o mineral o en combinaciones de materia orgánica e inorgánica. Para determinar aproximadamente el porcentaje de materia orgánica (sólidos volátiles) presente, se lleva la cápsula de platino sobre la llama de un mechero y se calcina al rojo incipiente (entre 600 °C y 650 °C de temperatura).
- Se deja enfriar en desecador y se pesa con precisión del miligramo.

d) Cálculos finales

Determinación de residuo insoluble

$$A = \frac{M}{V} * 1000$$

En donde:

A= Contenido de residuo sólido, en g/L.

M= Masa de residuo sólido obtenido, en gramos.

V= Volumen de muestra empleado en mililitros.

Determinación de materia orgánica

- El contenido de materia orgánica resulta de la pérdida de peso obtenido según el procedimiento indicado para la determinación de materia orgánica.

Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global - N.T.P. 400 012.

Según lo expuesto en [28], este ensayo tiene como objetivo principal el determinar la graduación por tamaño de partículas que presentan el agregado fino, y agregado grueso. Los resultados que se obtengan mediante este procedimiento servirán para conocer si nuestros materiales se ajustan a los requisitos que nos exige la normatividad de nuestro país.

a) Aparatos

- Balanza; la cual debe presentar una aproximación a 0.5 g para agregado grueso y 0.1 g para agregado fino; o en todo caso 0.1% de la masa muestreada.
- Tamices; deberán ser normalizados y cumplir con lo establecido en la NTP 350.001.
- Horno; el cual deberá mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

b) Muestreo

- La muestra para realizar el ensayo deberá estar acorde a lo dispuesto en la NTP 400.010.
- Para agregados fino tendrá un mínimo de 300 gr, mientras que el agregado grueso, dependerá del tamaño máximo nominal de mismo, este parámetro se presente a continuación en la tabla 03.

Tabla 3: Proporciones mínimas de agregados según el tamaño nominal

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente 3: N.T.P. 400.012

c) Procedimiento

- Se lleva al horno por un periodo de 24 horas la muestra que se seleccionó en el paso del muestreo a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, para obtener un secado adecuado del agregado.
- Seleccionamos los tamices para el procedimiento y procedemos a colocarlos de forma decreciente y ordenada, desde el tamiz de obertura superior, hasta el fondo.
- Se coloca el agregado secado previamente sobre el tamiz superior y se empieza a agitar manualmente con firmeza con un cierto grado de inclinación.

d) Cálculos finales

- Se procede a pesar el total del agregado retenido en cada tamiz, posteriormente se calcula la diferencia entre la más inicial y el total de masa pesada por tamiz, esta diferencia no deberá ser mayor a un 0.3%, pues al no cumplirse esto se deberá repetir el procedimiento para poder cumplir dicha disposición.
- Se calcula los porcentajes de agregado que logran pasar los tamices, los retenidos totales y se procede a graficar estos resultados en la curva granulométrica.

Determinación de la inalterabilidad de los agregados por medio de sulfato de magnesio N.T.P. 400.016.

El objetivo de [29] es determinar la resistencia que presentan los diferentes agregados que existen ante la desintegración, haciendo uso de soluciones de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

a) Aparatos

- Tamices, deberán ser normalizados y cumplir con lo establecido en la NTP 350.001.
- Envases, en los cuales se va a sumergir las muestras.
- Regulación de temperatura, Se debe tener el control de la temperatura que presenten las muestras durante la inmersión en las soluciones.
- Balanza, debe presentar una sensibilidad de por lo menos 0.1g.
- Horno, el cual deberá ser capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Medida del peso específico, poseer hidrómetros que cumplan los requerimientos.

b) Reactivos

- Solución de sulfato de sodio
- Solución de sulfatos de magnesio
- Solución de cloruro de bario

c) Muestreo

- La muestra de agregado fino deberá pasar por el tamiz normalizado 9.50 mm (3/8”), debe por lo menos retenerse 100g del material en cada tamiz.
- La muestra para agregado grueso será el retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) y se seguirá el mismo procedimiento que para el agregado fino.

d) Procedimiento

- Se podrán las muestras en las soluciones de sulfato de sodio o magnesio, en un rango entre 16 y 18 horas, la solución debe de cubrir a una profundidad de por lo menos 1.5cm.
- Pasado este periodo se debe dejar escurrir las muestras por un tiempo de 15 ± 5 minutos y se colocara en el horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Se debe realizar el proceso de inmersión hasta obtener un numero de ciclos adecuados.
- Después de terminar los ciclos se procede a lavar cada partícula de agregado para eliminar el sulfato de sodio o magnesio.

- Las últimas fases de lavado se realizarán con agua destilada y mediante la reacción que presenta con el cloruro de bario se podrá comprobar si el agregado ya está libre de las soluciones.

Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado-N.T.P. 400.017.

Este procedimiento [30], tiene como objetivo, encontrar el peso unitario que presenta el agregado fino y agregado grueso de forma suelta y/o compactado.

a) Aparatos

- Balanza, la cual debe presentar una aproximación a 0.5 g para agregado grueso y 0.1 g para agregado fino; o en todo caso 0.1% de la masa muestreada.
- Varilla de apisonado, debe de ser lisa redondeada de 16 mm de diámetro y una longitud aproximada de 600 mm y uno o sus dos extremos redondeados tipo semiesfera.
- Recipiente, cilíndrico de metal con bordes firmes, con una altura aproximada igual a su diámetro con pared lisa y superficie continua.
- Cucharón, que presente un tamaño apropiado para llenar el agregado en el recipiente.
- Placa de vidrio, con un espesor de al menos 6 mm.
- Grasa, utilizada en equipos motorizados
- Termómetro, con rango de 10°C a 32°C.

b) Muestreo

- La cantidad de muestra podrá ser 125% a 200% de la capacidad del recipiente a utilizar
- Secar la muestra seleccionada a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

c) Procedimiento

- Llenar el recipiente hasta la tercera parte de su capacidad, nivelar y apisonar la muestra con 25 golpes utilizando la varilla de apisonado.
- Llenar el recipiente hasta las dos terceras partes de su capacidad, nivelar y apisonar la muestra con 25 golpes utilizando la varilla de apisonado.
- Llenar el recipiente, nivelar y apisonar la muestra con 25 golpes utilizando la varilla de apisonado.
- Determinar la masa del recipiente vacío y recipiente con la muestra con una exactitud de 0.05 kg

d) Cálculos finales

El peso unitario suelto (PUS) es aquel que para ser obtenido se debe de colocar el agregado en un determinado recipiente, el cual debe de ser enrasado con una varilla, este procedimiento es de mucha importancia, pues para la utilización del agregado este debe de ser transportado y almacenado en este estado. El peso unitario compactado (PUC) es aquel parámetro que para ser obtenido se requiere que el agregado sea compactado en el recipiente, de esta manera se busca la disminución de vacíos y se aumenta el grado acomodamiento de las partículas de agregado, este procedimiento es de mucha importancia en la elaboración del diseño de mezclas, pues es aquel parámetro que nos permite mediante el método del ACI la obtención del volumen de agregado grueso que requiere la mezcla.

La fórmula con la que se puede obtener, tanto el PUS y PUC, es la que nos proporciona la N.T.P., que es:

$$\text{Peso del agregado (PA)} = PT - PM \text{ (gr)}$$

$$\text{Peso unitario del agregado(suelto o compactado)} = \frac{PA}{VM} \frac{gr}{cm^3}$$

En donde:

PT= Peso que presenta el molde más el agregado (gr)

PM= Peso del molde vacío (gr)

VM= Volumen total del molde (cm³)

Determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina Los Ángeles NTP. 400 019.

El objetivo de [23], es determinar la resistencia a degradación de agregados gruesos que presenten un tamaño menor a 37.5mm haciendo uso de la máquina Los Ángeles. La degradación de los agregados normalizados incluye abrasión, impacto y trituración.

a) Aparatos

- Máquina de los ángeles
- Tamices, deberán ser normalizados y cumplir con lo establecido en la NTP 350.001.
- Balanza, con una precisión de 0.1% de la carga.
- Carga, esferas de acero con diámetro de 46 mm (1 13/16”) y 48 mm (1 7/8”) y una más comprendida entre 390g y 445g.

b) Muestreo

- Se obtendrá la muestra según lo estipulado en la NTP 400.010.

- Se procederá a lavar la muestra y secar a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

c) Procedimiento

- La máquina de Los Ángeles debe prepararse para que pueda girar a una velocidad de 30 rpm a 33 rpm, por un total de 500 revoluciones, se deberá de extraer el material de la máquina y colocarlo en un tamiz que presente una abertura mayor que el tamiz normalizado N°12 (1.70 mm).

d) Cálculos finales

- Porcentaje de perdida

$$\%perd = \frac{A - B}{A} \times 100$$

En donde:

A= Masa inicial del agregado (gr).

B= Masa final del agregado (gr).

Gravedad específica y porcentaje de absorción del agregado grueso- N.T.P. 400.021.

La finalidad que presenta [31], es la determinación del peso específico en estado seco, el peso específico en estado saturado superficialmente seco, el peso específico aparente y el porcentaje de absorción que presenta el agregado grueso, con el objetivo de utilizar los resultados obtenidos en el cálculo y corrección de diseño de mezclas.

a) Aparatos

- Balanza, la cual deberá presentar una sensibilidad de 0.5g. y con una capacidad igual o superior a 5000g.
- Cesta con malla de Alambre, la cual deberá presentar una abertura igual o menor al tamiz N° 6, con capacidad suficiente para almacenar las partículas de los agregados en función de su tamaño máximo nominal.
- Recipiente de Agua, lo suficiente amplio para sumergir la cesta con malla de alambre.
- Tamices, normalizado n° 4.
- Horno

b) Muestreo

- Se selecciona la muestra siguiendo el procedimiento de la NTP 400.010
- Se debe proceder a la eliminación de aquella cantidad de muestra seleccionada que logre pasar el tamiz 4.75 mm (N°4) por el método del tamizado seco y se

procede a lavar el agregado grueso con el objeto de poder remover las partículas de polvo u otras impurezas que este pueda presentar.

- El peso mínimo que se deberá tener en cuenta para la realización de este ensayo deberá ser elegido de acuerdo con lo presentado en la siguiente tabla:

Tabla 4: Peso mínimo de muestras de ensayo

Tamaño máximo nominal mm (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19 (3/4)	3 (6,6)
25 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 1/2)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 1/2)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 1/2)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
112 (4 1/2)	50 (110)
125 (5)	75 (165)
150 (6)	125 (276)

Fuente 4: N.T.P. 400.021

c) Procedimiento:

- Se debe de secar la muestra elegida a una temperatura promedio de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$, posteriormente dejar enfriar y sumergir en un recipiente con agua por un tiempo de 24 ± 4 horas.
- Extraer la muestra del agua y posteriormente esparcirla en un paño grande y absorbente para quitar toda el agua visible. Se obtiene el peso de la muestra saturada con una aproximación a 0.5g o 0.05% de la muestra.
- Se procede a colocar la muestra previamente pesada en la cesta con malla de alambre y se obtiene el peso que presenta en agua a temperatura ambiente.
- Se debe de secar la muestra a una temperatura promedio de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$, posteriormente dejar enfriar y se procede a pesar.

d) Cálculos finales

A = Peso total de la muestra seca a temperatura ambiente (gr).

B = Peso total de la muestra saturada superficialmente seca a temperatura ambiente (gr)

C = Peso total en el agua de la muestra saturada (gr)

- Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{B}{B - C} \times 100 \left(\frac{gr}{cm^3} \right)$$

- Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{A}{A - C} \times 100 \left(\frac{gr}{cm^3} \right)$$

- Absorción (Ab)

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

Gravedad específica y porcentaje de absorción del agregado fino- N.T.P. 400.022.

El procedimiento [32], tiene como objetivo conocer el peso específico que presenta el agregado fino y su porcentaje de absorción, esto nos va a permitir conocer la cantidad de agua requerida para pasar de una condición seca del agregado a una condición saturada superficialmente.

a) Aparatos

- Balanza, la cual deberá presentar una sensibilidad de 0.1% del peso de la muestra y con una capacidad igual o superior a 1000g.
- Picnómetro, volumétrico y calibrado hasta 0 con una capacidad de 500 cm³.
- Barra de metal, con un peso de 340g ± 15g con un extremo de superficie plana circular de 25 mm ± 3 mm de diámetro
- Horno, con capacidad de mantener una temperatura de 110° ± 5°C.

b) Muestreo

- Se utiliza el método de cuarteo para seleccionar una muestra, la cual se seca a una temperatura de 110° ± 5°C, se pesa la cantidad aproximada de 1000g, posteriormente se cubre con agua y se deja reposar por un periodo de 24 horas.
- Se esparce en una superficie plana y se remueve con frecuencia con la finalidad de obtener un secado uniforme.
- Se coloca la muestra en un molde cónico y se procede a golpear superficialmente este una cantidad de 25 veces con ayuda de la barra metálica, luego se levanta el cono y el material de derrumbarse.

c) Procedimiento

- Se vierte en el picnómetro 500g de la muestra seleccionada y se llena este hasta alcanzar aproximadamente la marca de 500 cm³.
- Después se rellena hasta los 500 cm³ y se procede a determinar el peso del agua introducida, con una aproximación de 01g.
- Se extrae la muestra de agregado fino del frasco, y se realiza el proceso de secado a una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$, posteriormente se enfría y pesa.

d) Cálculos finales

A= Masa total de la muestra secada en horno (gr)

B= Volumen total del picnómetro (cm³)

C= Masa o volumen del agua añadida en el picnómetro (gr o cm³)

D= Masa total de la muestra saturada superficialmente seca (gr)

Gravedad o Peso específico (Pem)

$$Pem = \frac{A}{B - C} \left(\frac{gr}{cm^3} \right)$$

Peso específico saturado superficialmente seco (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{D}{B - C} \left(\frac{gr}{cm^3} \right)$$

Peso relativo aparente (gravedad específica aparente, (Pea)

$$Pea = \frac{A}{(B - C) - (D - A)} \left(\frac{gr}{cm^3} \right)$$

Porcentaje de Absorción (Ab)

$$Ab = \frac{D - A}{A} \times 100 (\%)$$

Determinación cualitativa de cloruros y sulfatos N.T.P. 400.042

El objetivo que presenta [33] es el de determinar la cantidad de cloruros y sulfatos que puedan presentar los agregados que serán utilizados en la preparación concreto.

a) Muestreo

- Las muestras de los agregados naturales, tanto fino como grueso se obtendrán de acuerdo con lo propuesto en la NTP 400.010 y podrán reducirse según lo estipulado en el ASTM C 702.

- Las muestras mínimas serán 300g para agregado fino y 3000g para agregado grueso.
 - El agregado grueso, será triturado hasta que pase por el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 04) y posteriormente reducidas a 300g.
 - La muestra de 300g de agregado grueso será molida, hasta que pueda pasar por el tamiz normalizado N°50 (300 μ m).
- b) Se determina la cantidad presente de ion cloruro soluble en agua, haciendo uso del método volumétrico de Mohr.
- Aparatos, procedimientos y cálculos deben realizarse según lo especificado en la NTP 339.177.
- c) Se determina la cantidad de ión sulfato soluble en agua haciendo uso del método gravimétrico.
- Aparatos, procedimientos y cálculos deben realizarse según lo especificado en la NTP 339.178.

Determinación del Asentamiento del Concreto-N.T.P. 339.035.

El procedimiento mostrado en [22], tiene como objetivo la obtención de la trabajabilidad que tenga el concreto.

Este procedimiento al ser realizado después del diseño de mezcla nos va a permitir conocer si se debiera de realizar corrección por humedad en nuestro diseño, adicionalmente si la mezcla no es lo suficientemente trabajable puede ocasionar cangrejeras o fisuras en el concreto disminuyendo de esta manera la resistencia final del mismo.

a) Aparatos

- Moldes, deberá ser de metal que tengan un espesor no menor de 1.15 mm, y un diámetro de 200 mm (8 pulg) en la base inferior, 100 (4 pulg) mm en la base superior y altura de 300 mm (12 pulg), la tolerancia de estas medidas será de $\pm$ 3mm.
- Varilla de compactado, varilla lisa cilíndrica de un diámetro de 16 mm y una longitud aproximada de 600 mm..
- Medida; cinta métrica, wincha, regla o algún instrumento de características parecidas.
- Cucharón; que presente un tamaño apropiado para llenar la mezcla en el molde.

b) Muestreo

- Las muestras de concreto deberán ser según lo indicado en la NTP 339.036

c) Procedimiento

- El molde que va a ser utilizado debe de humedecerse previamente y colocarse sobre una superficie plana.
- Se llena el molde en tres capas usando el cucharón de tal forma que se pueda asegurar la distribución del concreto.
- Cada una de las tres capas se debe de compactar con 25 golpes distribuidos en toda la sección haciendo uso de la varilla compactadora.
- Antes de compactar la última capa el molde se llena por exceso y finalmente se enrasa.
- Se extrae verticalmente el molde y se mide la diferencia de alturas del molde y el centro desplazado de la mezcla.

Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas-N.T.P. 339.034.

Este ensayo [34], presenta la finalidad de obtener la resistencia a la compresión que presente las probetas cilíndricas de concreto; para lograr esto, el testigo deberá ser sometido a una fuerza axial de compresión distribuida en su diámetro superior, esta fuerza medida en el momento de ruptura de la probeta será dividida por el área circular de la misma, de esta manera el resultado será el f'_c obtenido.

La N.T.P. nos recomienda unas tolerancias permisibles con respecto al tiempo en el que se debe realizar el ensayo, el cual se presenta en la siguiente tabla. [22]

Tabla 5: Edad de ensayo vs tolerancia permisible

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 h	$\pm 0,5$ h ó 2,1%
3 d	$\pm 2,0$ h ó 2,1%
7 d	$\pm 6,0$ h ó 2,1%
28 d	$\pm 20,0$ h ó 2,1%
90 d	$\pm 2,0$ d ó 2,1%

Fuente 5: N.T.P. 339.034

Diseño de mezclas por el método del comité ACI-211.

El diseño de mezclas es una parte muy importante en la investigación que se está realizando, para la realización de este, el comité ACI-211 propone un método muy fácil de realizar, el cual emplea las tablas que están descritas en [35]. Para la realización del diseño de mezcla se tiene la obligación de haber realizados los ensayos de granulometría, peso específico,

peso unitario, absorción, contenido de humedad que corresponden al agregado fino y agregado grueso.

El procedimiento que se debe de seguir para la realización del diseño de mezclas es el siguiente:

- 1) Se deberá de seleccionar una resistencia requerida (f'_{cr}), la cual debe de estar de acuerdo con el f'_c deseado; este procedimiento se realiza debido a que es más factible que la resistencia supere la deseada, pero siempre dentro de los rangos que han sido establecidos por el RNE, dicha normatividad nos indica una diferencia máxima de 35 kg/cm². Al no existir ningún historial de diseño de mezcla con el cual pueda realizar una comparación, para realizar el criterio de f'_{cr} se va a emplear la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 6: Resistencia a la compresión promedio

f'_c	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

Fuente 6: ACI - 211

- 2) Después de haber determinado el f'_{cr} , se deberá determinar el T.M.N. del agregado, dicho procedimiento fue descrito previamente en el ensayo de granulometría. Este parámetro se utilizará posteriormente para la determinación del contenido de agua necesario para la mezcla.
- 3) Se realizará la determinación del asentamiento que se desea, Rivva López [35], en su libro nos indica que: “El concreto se dosificará para una consistencia plástica, con un asentamiento entre 3” y 4”...”

Tabla 7: Asentamientos máximos y mínimos

Tipo de Construcción	Asentamientos	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación armado	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente 7: ACI - 211

- 4) El siguiente paso es la elección del volumen de agua que se va a necesitar por m³ de mezcla de concreto, este valor va a ser obtenido mediante lo estipulado en la tabla 8, dicho volumen se encuentra en función del T.M.N. del agregado grueso, el asentamiento deseado y la necesidad o no de emplear algún tipo de aditivo incorporador de aire.

Tabla 8: Volumen unitario de agua por m³ de concreto

Asentamiento	Agua en l/m ³ para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	4 "
Concreto sin aire incorporado								
1 " a 2 "	207	199	190	179	166	154	130	113
3 " a 4 "	228	216	203	193	181	169	145	124
6 " a 7 "	243	228	216	202	190	178	160	...
Concreto con aire incorporado								
1 " a 2 "	181	173	168	160	150	142	122	107
3 " a 4 "	202	193	184	175	165	157	133	119
6 " a 7 "	216	205	197	184	174	166	154	...

Fuente 8: ACI - 211

- 5) Se realizará la determinación o no del contenido de aire atrapado que estará presente en la mezcla de concreto
- 6) Se seleccionará la relación agua cemento (a/c) mediante el parámetro de resistencia, pues el método empleado se encuentra en función del f'_c del concreto. Para la obtención de esta proporción se deberá de emplear lo estipulado en la tabla 9.

Tabla 9: Relación a/c de diseño en peso

f_{cr} (28 días)	Relación agua-cemento de diseño	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	...
450	0.38	...

Fuente 9: ACI - 211

- 7) Después de haber realizado los pasos anteriores y teniendo todos los datos correspondientes, se procederá a la elaboración del diseño de mezcla, determinando de esta manera el volumen de agua necesario, importe de agregados requerido, factor cemento, y de ser necesario el volumen de aditivo requerido.
- 8) Posteriormente a los pasos mencionados anteriormente se deberá de realizar una probeta cilíndrica de concreto con la cual deberá de comprobarse si la mezcla de concreto en estado fresco cumple con el asentamiento establecido en el pre-diseño, de cumplir con este parámetro se deberá de realizar el ensayo de resistencia de esta probeta los 28 días con la finalidad de determinar el f'_c de esta y conocer el valor de variación que presente respecto al f'_c deseado; de no cumplirse con el slump requerido se deberá de realizar el ajuste por humedad del concreto.

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

La investigación que se está desarrollando es de tipo experimental aplicada porque se manipula intencionalmente la variable independiente mediante los ensayos de laboratorio que se elaborarán.

El enfoque que presenta la investigación será de tipo cuantitativo. Este enfoque se basa en recolectar datos y analizar los mismos, buscando de esta manera poder dar respuesta a las preguntas planteadas, para de esta manera realizar la contrastación de hipótesis; su realización se plantea de dos maneras, una es mediante cálculos numéricos y la otra es la observación estadística. [36].

La presente investigación es de nivel correlacional. Mediante este se busca la relación que pueda existir entre dos o más conceptos, por ello, esta investigación se basa directamente en la relación que exista entre los diferentes agregados utilizados y el parámetro f'_c que se obtenga.

Población y muestra

La población va a estar conformada por todas las probetas cilíndricas de concreto que existan en la región Lambayeque.

La muestra va a estar conformada por un total de 92 probetas cilíndricas de concreto.

Se realizarán probetas para ensayo de resistencia a la compresión, teniendo en cuenta las distintas combinaciones planteadas, 20 probetas para agregado de río y agua potable, 20 probetas para agregado de río y agua subterránea, 20 probetas para agregado chancado y agua potable, finalmente 20 probetas para agregado chancado y agua subterránea.

Se realizarán probetas para ensayo de resistencia a la degradación, 3 probetas para agregado de río y agua potable, 3 probetas para agregado de río y agua subterránea, 3 probetas para agregado chancado y agua potable, finalmente 3 probetas para agregado chancado y agua subterránea.

Tabla 10: Muestras a ser utilizadas

Ensayo	Variables	Edad	Especímenes
Resistencia a la Compresión	Agregado chancado y agua potable	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
	Agregado chancado y agua subterránea	7	5
		14	5
		21	5

		28	5
	Agregado zarandeado y agua subterránea	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
	Agregado zarandeado y agua potable	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
Resistividad del concreto	Agregado chancado y agua potable	28	2
	Agregado chancado y agua subterránea	28	2
	Agregado zarandeado y agua subterránea	28	2
	Agregado zarandeado y agua potable	28	2
Inalterabilidad por sulfato de magnesio	Agregado chancado y agua potable	28	1
	Agregado chancado y agua subterránea	28	1
	Agregado zarandeado y agua subterránea	28	1
	Agregado zarandeado y agua potable	28	1
TOTAL			92

Fuente 10: Elaboración Propia

Formulación de la hipótesis

Hipótesis

El uso de agua subterránea y del agregado de río, influye significativamente en las propiedades del concreto, cuando se utiliza en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021.

Identificación de variables

Variable independiente

Diseño de mezclas

Variable dependiente

Resistencia a la compresión del concreto simple (f'_c)

Resistencia a la durabilidad del concreto f'_c 210 kg/cm²

Operacionalización de las variables

Tabla 11: Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
Resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm ²	Análisis del comportamiento del concreto simple	Resistencia a la compresión del Concreto	Kgf	Ficha de Laboratorio - Norma ASTM C-469
Resistencia a la durabilidad del concreto $f'c$ 210 kg/cm ²	Análisis del comportamiento del concreto simple	Durabilidad por sulfato de magnesio	Unidad de relación porcentual	Ficha de Laboratorio -del N.T.P. 400.016
		Durabilidad del hormigón – Determinación de la resistividad del hormigón.	k Ω .cm	UNE 83988-2
Diseño de Mezcla	Propiedades físicas y químicas del agua	Cloruros	PPM.	Ficha de Laboratorio- Ensayo del N.T.P.
		Sulfatos	PPM.	
		Sales Solubles	PPM.	
		Sólidos en suspensión	PPM.	
		Alcalinidad	PPM.	
		Materia Orgánica	PPM.	
		pH	PPM.	
	Propiedades Físicas del cemento	Peso Específico	gr/cm ³	Ficha Técnica del proveedor
	Propiedades Físicas del agregado fino	Análisis Granulométrico	Adimensional	Ficha de Laboratorio- Ensayo del N.T.P. 400.012
		Gravedad específica	gr/cm ³	Ficha de Laboratorio - Ensayo del N.T.P. 400.022
		Grado de absorción	Unidad de relación porcentual	
		Contenido de Humedad	Unidad de relación porcentual	Ficha de Laboratorio - Ensayo del N.T.P. 339.185
		Peso unitario	gr/cm ³	Ficha de Laboratorio -del N.T.P. 400.017
	Propiedades Físicas del agregado grueso	Análisis Granulométrico	Adimensional	Ficha de Laboratorio- Ensayo del N.T.P. 400.012
		Gravedad específica	gr/cm ³	Ficha de Laboratorio - Ensayo del N.T.P. 400.022
		Grado de absorción	Unidad de relación porcentual	
		Contenido de Humedad	Unidad de relación porcentual	Ficha de Laboratorio - Ensayo del N.T.P. 339.185
		Peso unitario	gr/cm ³	Ficha de Laboratorio -del N.T.P. 400.017
	Propiedades Mecánicas del agregado grueso	Degradación por abrasión	Unidad de relación porcentual	Ficha de Laboratorio -del N.T.P. 400.019
	Propiedades Químicas del agregado grueso	Determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos	PPM.	Ficha de Laboratorio -del N.T.P. 400.016

Fuente 11: Elaboración Propia

Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Criterios para el desarrollo del proyecto

Los agregados y agua subterránea que se van a utilizar para la realización de esta investigación serán de canteras aledañas a la zona de estudio, la cual es el distrito de Olmos, las cuales se seleccionaran teniendo en cuenta el tipo de agregado que proporcionen.

El cemento que se utilizará va a ser de la misma marca y mismo tipo para todos los diseños de mezcla que se realizarán, con el objetivo de evitar que se pueda alterar las características y propiedades que se pueda presentar entre probetas.

Técnicas

La presente investigación hará uso de la técnica de observación directa, donde según los autores [37] se tiene que realizar una descripción de lo observado mediante el fenómeno acontecido.

Instrumentos de recolección de datos

Según los autores [37], para poder utilizar un instrumento de recolección de datos debe cumplir tres requisitos, los cuales presentan como confiabilidad, objetividad y validez.

Para la presente investigación se utilizó la ficha de recolección de datos, con la cual se va a poder registrar la información obtenida en laboratorio y el procesamiento de la información posteriormente requerida.

Tabla 12: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

<i>Técnica</i>	<i>Instrumento</i>	<i>Elementos</i>
<i>Pruebas estandarizadas</i>	<i>Fichas de laboratorio</i>	<i>Agregado fino, agregado grueso agua subterránea y concreto simple</i>
<i>Análisis documental</i>	<i>Fichas de análisis.</i>	<i>Libros, tesis y artículos científicos</i>

Fuente 12: Elaboración Propia

Procedimiento de recolección de datos

Los datos que se van a utilizar para poder demostrar la hipótesis propuesta van a ser extraídos a partir de los ensayos que se le realizaran a el agua y agregados a utilizar para la realización de los distintos diseños de mezclas, estos se registraran en las fichas de laboratorio, para que posteriormente sean trasladadas al software Microsoft Excel, el cual nos va a permitir llevar un registro adecuado de los procesos que se irán realizando a lo largo de la investigación.

Para realizar la revisión documental de la información, se realizará a partir de las búsquedas de artículos científicos, libros y tesis que tengan una relación directa con el tema a desarrollar, esto nos va a permitir tener un conocimiento previo de los parámetros que normalmente se encuentran en otros lugares que se hallan desarrollado investigaciones similares, tanto en el plano nacional e internacional.

Estrategia metodológica para demostración de la hipótesis

Para la demostración de la hipótesis se seguirá los procedimientos para realizar los ensayos necesarios según Normas Técnicas Peruanas, los cuales serán llevados a cabo en las siguientes fases:

- a) PRIMERA FASE – RECOLECCIÓN DE DATOS.
 - Revisión de la bibliografía.
 - Redacción de los antecedentes del problema.
 - Redacción bases teóricas científicas.
 - Selección de técnicas e instrumentos de recolección de datos.
 - Revisión final del asesor de Tesis I.
- b) SEGUNDA FASE – TRABAJO EN LABORATORIO.
 - Obtención y selección del agregado.
 - Ensayos de los agregados naturales.
 - Diseño de mezcla para el concreto.
 - Elaboración de las probetas de concreto.
 - Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.
- c) TERCERA FASE – ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.
 - Resultados de los ensayos realizados.
 - Discusión de los resultados.
 - Conclusiones y recomendaciones.
- d) CUARTA FASE – PRESENTACIÓN Y SUSTENTACIÓN FINAL.
 - Presentación y sustentación final de la tesis.

Matriz de consistencia

Tabla 13: Matriz de Consistencia

Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021						
FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	POBLACIÓN Y MUESTRA	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
¿Cómo se verán afectadas las propiedades de un concreto el cual se elaborará con agregados de río y agua subterránea provenientes del distrito de Olmos?	Objetivo general	El uso de agua subterránea y del agregado de río, influye significativamente en las propiedades del concreto, cuando se utiliza en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021.	Variable independiente	Técnica	Población	Tipo de investigación
	- Determinar la influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en las edificaciones en el distrito de Olmos.		Diseño de mezclas	ACI - 211	Probetas de concreto elaboradas en la región Lambayeque	Experimental aplicada
	Objetivos específicos		Variable dependiente	Instrumento	Muestra	Diseño de investigación
	- Definir las propiedades de los agregados naturales y agua subterránea que van a ser utilizados en el distrito de Olmos para la elaboración de concreto. - Establecer las combinaciones respectivas para la realización de los diseños de mezcla con las variables: Agregado de río, agregado chancado, agua potable y agua de pozo. - Evaluar la resistencia a la compresión del concreto elaborado a partir de los diseños de mezcla a la edad de 7, 21 y 28 días. - Medir el slump del diseño de mezcla para determinar la trabajabilidad del concreto a ser utilizado. - Desarrollar los ensayos de durabilidad del concreto para definir la influencia en sus propiedades. - Elaborar una comparación económica de las distintas variables de diseño en estudio.		Resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm ²	Ficha de observacion de recoleccion de datos y camara fotografica	La muestra estará constituida por un total de 80 especímenes de probetas de concreto	Diseño experimental puro
			Resistencia a la durabilidad del concreto $f'c$ 210 kg/cm ²	Ficha de observacion de recoleccion de datos y camara fotografica	La muestra estará constituida por un total de 12 especímenes de probetas de concreto	Diseño experimental puro

Fuente 13: Elaboración Propia

Consideraciones éticas

La investigación presentada mantiene un carácter ético-moral, pues para su realización se a realizado la búsqueda minuciosa de títulos de tesis que tengan que ver con proyecto, con la finalidad de que nuestro título y contenido de la misma resulte original y de autoría propia.

La información que se obtuvo de las diversas fuentes para su utilización en esta investigación fue referenciada, pues se busca que nuestro proyecto no sea considerado plagio.

Resultados y discusión

Resultados de las propiedades del agua subterránea

Tabla 14: Resultados de propiedades del agua subterránea

Calicata: C-01
Muestra: Agua Subterránea
Procedencia: Distrito de Olmos

Ensayos de Agua Subterránea		
<i>Contenido de Sulfatos</i>	%	0.012
<i>Contenido de Cloruros</i>	%	0.001
<i>Contenido de Sales Totales</i>	%	0.024
<i>pH</i>	%	7.62
<i>Solidos en Suspensión</i>	%	22.32
<i>Alcalinidad</i>	%	30
<i>Materia Orgánica</i>	%	1.38

Fuente 14: Fuente Propia

Figura 1: Extracción de la muestra de agua subterránea



Fuente 15: Fuente Propia

Resultados de las propiedades de los agregados

Selección del agregado y agua a utilizar

Según lo expuesto en el primer objetivo específico, el cual es definir las propiedades de los agregados naturales y agua subterránea que van a ser utilizados para la elaboración de concreto, se ha realizado el análisis de cada uno los materiales, siguiendo el procedimiento que se presenta a continuación, así mismo se presentan los resultados obtenidos.

Para la extracción y obtención de los agregados a utilizar se realizó una visita a la cantera del señor José Chuzón Monja, ubicada en el caserio Cruce de Jaén Antiguo en el distrito de Olmos, aquí se obtuvo el agregado grueso zarandeado, agregado grueso chancado y agregado fino, posteriormente se visitó la propiedad del señor Juan Aldana Montalván de la cual se obtuvo el agua subterránea necesaria para desarrollar la presente investigación.

Según lo expuesto en la NTP 400.037 para la selección de la muestra representativa a ser utilizada en los ensayos de materiales, se debe realizar un cuarteo in situ, cuyo procedimiento nos va a ayudar a obtener la muestra que mejor representa el material en estudio.

Figura 2: Cuarteo del Agregado Grueso In situ



Fuente 16: Elaboración Propia

Estudio de las propiedades de los materiales (Físicas y mecánicas)

Los ensayos físicos y mecánicos de los agregados gruesos y del agregado fino se presentan a continuación:

Ensayos del agregado Fino:

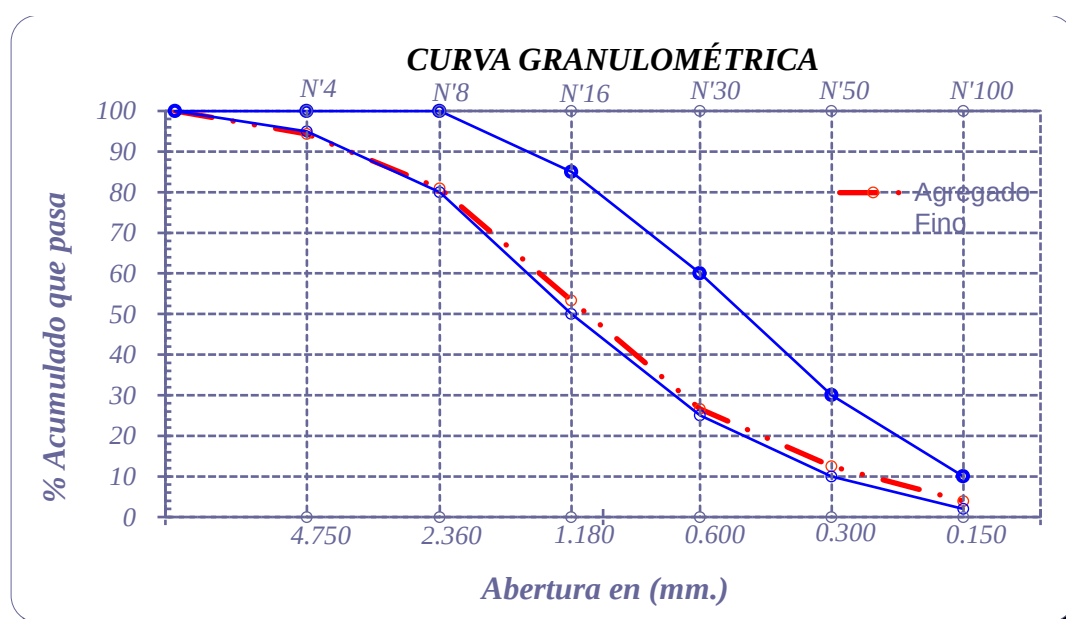
1.- Análisis Granulométrico:

Tabla 15: Valores granulométricos del agregado Fino

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO						
Cantidad de la Muestra: 3000 gr						
Malla		Peso Retenido	(% Retenido	(% Acum. Retenido	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)					
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100	100
Nº 04	4.750	28.5	5.7	5.7	95	100
Nº 08	2.360	66.7	13.3	19.0	80	100
Nº 16	1.180	138	27.6	46.6	50	85
Nº 30	0.600	133.8	26.8	73.4	25	60
Nº 50	0.300	70.5	14.1	87.5	10	30
Nº 100	0.150	42.8	8.6	96.1	2	10
Fondo		19.7	3.9	100.0		
Módulo de Fineza				3.28		
Abertura de malla de referencia				2.36		

Fuente 17: Elaboración Propia

Gráfico 1: Curva Granulométrica del Agregado Fino



Fuente 18: Elaboración Propia

Figura 3: Realización en Laboratorio del ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Fino



Fuente 19: Elaboración Propia

2.- Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino

Tabla 16: Porcentaje de absorción y peso específico del agregado fino

PESO ESPECIFICO DE MASA DEL AGREGADO FINO	
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	500 gr.
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua (gr)	975.1
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco (gr)	664
3.- Peso del Agua (gr)	311.1
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco (gr)	659.9
5.- Peso del Frasco (gr)	164
6.- Peso de la Arena Secada al Horno (gr)	495.9
7.- Volumen del frasco	498.3
A.- Peso Especifico de Masa (g/cm ³)	2.649
B.- Peso Especifico de Masa saturada Superficialmente Seco (g/cm ³)	2.662
C.- Peso Especifico Aparente (g/cm ³)	2.708
D.- Porcentaje de Absorción (%)	0.827

Fuente 20: Elaboración Propia

Figura 4: Realización en laboratorio del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



Fuente 21: Elaboración Propia

3.- Contenido de humedad del agregado fino:

Tabla 17: Porcentaje de humedad del agregado fino

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO ZARANDEADO	
A.- Peso de muestra húmeda	500
B.- Peso de muestra seca	496.3
C.- Peso de recipiente	0
D.- Contenido de humedad	0.75%

Fuente 22: Elaboración Propia

Figura 5: Realización del porcentaje de humedad del agregado fino



Fuente 23: Elaboración Propia

4.- Determinación del peso unitario del agregado fino

Tabla 18: Peso unitario suelto del agregado fino

PESO VOLUMETRICO SUELTO DEL AGREGADO FINO			
		<u>Muestra A</u>	<u>Muestra B</u>
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4677	4663
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		4677	4663
4.- Constante ó Volumen	(m3)	0.0028	0.0028
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m3)	1646.25	1641.32
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m3)	1631.62	

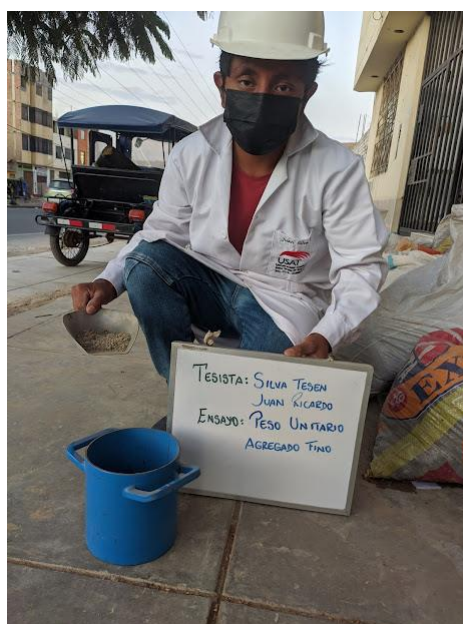
Fuente 24: Elaboración Propia

Tabla 19: Peso unitario compactado del agregado fino

PESO VOLUMETRICO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO			
		<u>Muestra A</u>	<u>Muestra B</u>
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	5098	5072
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		5098	5072
4.- Constante ó Volumen	(m3)	0.0028	0.0028
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m3)	1794.44	1785.29
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m3)	1777.62	

Fuente 25: Elaboración Propia

Figura 6: Realización del ensayo de peso unitario del agregado fino



Fuente 26: Elaboración Propia

Resumen de las Propiedades del agregado fino

A continuación, presentamos un cuadro resumen de las propiedades físicas del agregado ensayado

Tabla 20: Resumen de ensayos del agregado fino

<i>Propiedades del agregado Fino</i>		
1.- Peso Específico	2.649	g/cm ³
2.- Peso unitario suelto	1632	kg/m ³
3.- Peso unitario compactado	1776.62	kg/m ³
4.- % Absorción	0.83	%
5.- % de Humedad	0.75	%

Fuente 27: Elaboración Propia

Ensayos del agregado grueso:

1.- Análisis granulométrico del agregado grueso:

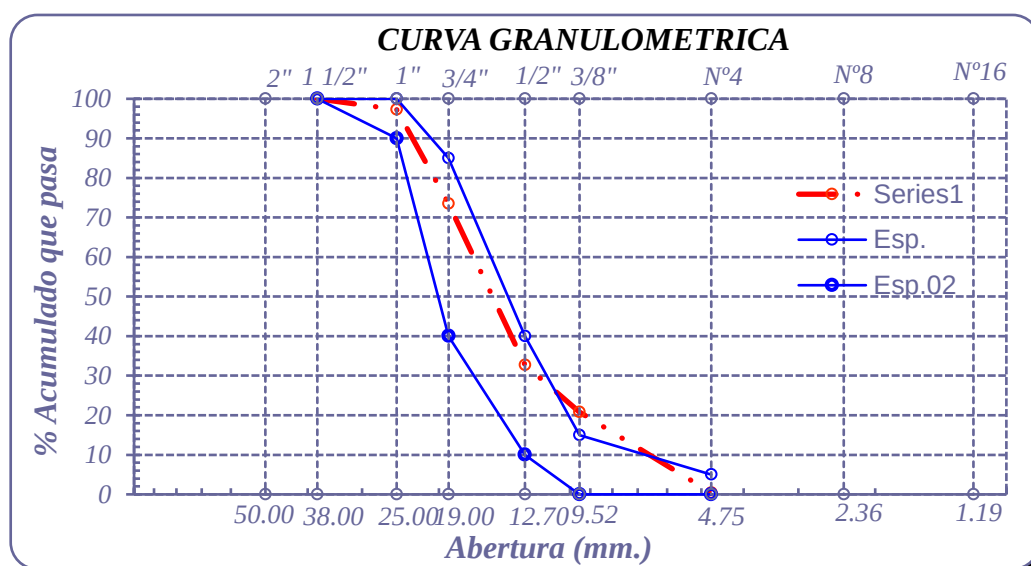
Para Agregado Chancado

Tabla 21: Valores granulométricos del agregado Grueso Chancado

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
Cantidad de la Muestra: 5000 gr					
Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa
Pulg.	(mm.)				
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.000	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	135	2.7	2.7	97.3
3/4"	19.000	1190	23.8	26.5	73.5
1/2"	12.700	2039	40.8	67.3	32.7
3/8"	9.520	595	11.9	79.2	20.8
Nº 04	4.750	1020	20.4	99.6	0.4
Nº 08	2.360	13.0	0.3	99.8	0.2
Nº 16	1.190	4	0.1	99.9	0.1
Fondo		4	0.1	100.0	0.0
Tamaño Maximo			1 1/2 "	38.00	
Tamaño Maximo Nominal			1 "	25	

Fuente 28: Elaboración Propia

Gráfico 2: Curva Granulométrica del agregado grueso Chancado



Fuente 29: Elaboración Propia

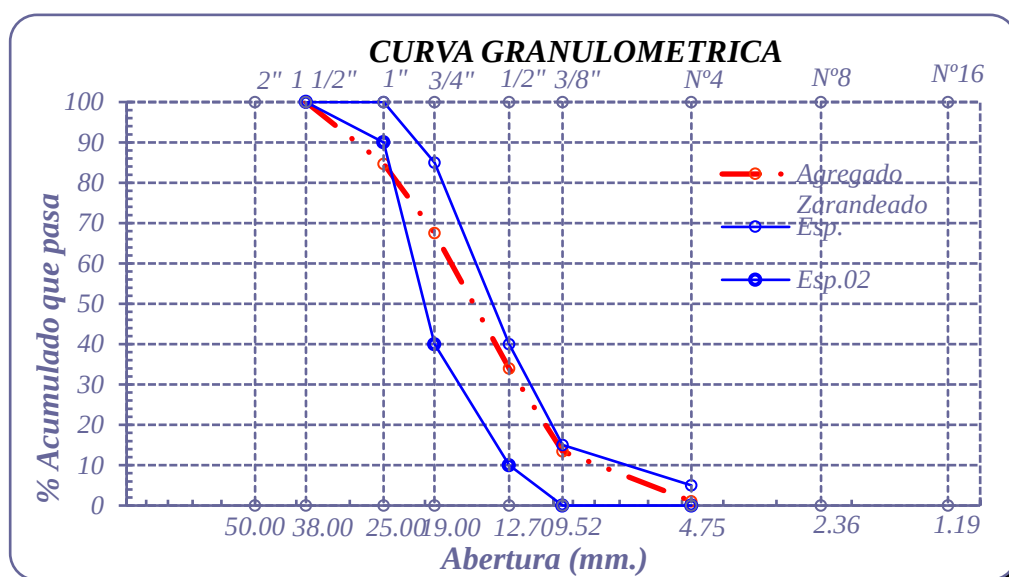
Para Agregado Zarandeado

Tabla 22: Valores granulométricos del agregado Grueso Zarandeado

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
Cantidad de la Muestra: 5000 gr					
Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa
Pulg.	(mm.)				
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.000	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	767	15.3	15.3	84.7
3/4"	19.000	855	17.1	32.4	67.6
1/2"	12.700	1680	33.6	66.0	34.0
3/8"	9.520	1025	20.5	86.5	13.5
Nº 04	4.750	620	12.4	98.9	1.1
Nº 08	2.360	29.0	0.6	99.5	0.5
Nº 16	1.19	15	0.3	99.8	0.2
Fondo		9	0.2	100.0	0.0
Tamaño Maximo			1 1/2"	38.00	
Tamaño Maximo Nominal			1"	25	

Fuente 30: Elaboración Propia

Gráfico 3: Curva Granulométrica del agregado grueso Zarandeado



Fuente 31: Elaboración Propia

Figura 7: Realización en Laboratorio del ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Grueso Chancado



Fuente 32: Elaboración Propia

2.- Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso

Para Agregado Chancado

Tabla 23: Porcentaje de absorción y peso específico del agregado grueso chancado

PESO ESPECIFICO DE MASA DEL AGREGADO GRUESO CHANCADO	
1.- Peso de la muestra secada al horno (gr)	2780
2.- Peso de la muestra superficialmente seca (gr)	2797
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla (gr)	1985
4.- Peso de la canastilla (gr)	153
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua (gr)	1832
A.- Peso Especifico de Masa (g/cm ³)	2.881
B.- Peso Especifico de Masa saturada Superficialmente Seco (g/cm ³)	2.898
C.- Peso Especifico Aparente (g/cm ³)	2.932
D.- Porcentaje de Absorción (%)	0.612

Fuente 33: Elaboración Propia

Para Agregado Zarandeado

Tabla 24: Porcentaje de absorción y peso específico del agregado grueso zarandeado

PESO ESPECIFICO DE MASA DEL AGREGADO GRUESO ZARANDEADO	
1.- Peso de la muestra secada al horno (gr)	3074
2.- Peso de la muestra superficialmente seca (gr)	3092
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla (gr)	2163
4.- Peso de la canastilla (gr)	153
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua (gr)	2010
A.- Peso Especifico de Masa (g/cm ³)	2.841
B.- Peso Especifico de Masa saturada Superficialmente Seco (g/cm ³)	2.858
C.- Peso Especifico Aparente (g/cm ³)	2.889
D.- Porcentaje de Absorción (%)	0.586

Fuente 34: Elaboración Propia

Figura 8: Realización en laboratorio del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso chancado.



Fuente 35: Elaboración Propia

3.- Contenido de humedad del agregado grueso

Para Agregado Chancado

Tabla 25: Contenido de humedad del agregado grueso chancado

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO ZARANDEADO	
A.- Peso de muestra húmeda	3000
B.- Peso de muestra seca	2979
C.- Peso de recipiente	0
D.- Contenido de humedad	0.70%

Fuente 36: Elaboración Propia

Para Agregado Zarandeado

Tabla 26: Contenido de humedad del agregado grueso zarandeado

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO ZARANDEADO	
A.- Peso de muestra húmeda	3000
B.- Peso de muestra seca	2980
C.- Peso de recipiente	0
D.- Contenido de humedad	0.67%

Fuente 37: Elaboración Propia

Figura 9: Realización del porcentaje de humedad del agregado grueso chancado



Fuente 38: Elaboración Propia

4.- Determinación del peso unitario del agregado grueso

Para Agregado Chancado

Tabla 27: Peso unitario suelto del agregado grueso chancado

PESO VOLUMETRICO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO CHANCADO			
		<u>Muestra A</u>	<u>Muestra B</u>
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	14013	13986
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material	(gr.)	14013	13986
4.- Constante ó Volumen	(m3)	0.0095	0.0095
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m3)	1480.82	1477.97
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m3)	1469.04	

Fuente 39: Elaboración Propia

Tabla 28: Peso unitario compactado del agregado grueso chancado

PESO VOLUMETRICO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO CHANCADO			
		<u>Muestra A</u>	<u>Muestra B</u>
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	14897	14855
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		14897	14855
4.- Constante ó Volumen	(m3)	0.0095	0.0095
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m3)	1574.24	1569.80
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m3)	1561.01	

Fuente 40: Elaboración Propia

Para Agregado Zarandeado

Tabla 29: Peso unitario suelto del agregado grueso zarandeado

PESO VOLUMETRICO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO ZARANDEADO			
		<u>Muestra A</u>	<u>Muestra B</u>
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	15159	15099
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material	(gr.)	15159	15099
4.- Constante ó Volumen	(m3)	0.0095	0.0095
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m3)	1601.92	1595.58
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m3)	1584.90	

Fuente 41: Elaboración Propia

Tabla 30: Peso unitario compactado del agregado grueso zarandeado

PESO VOLUMETRICO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO ZARANDEADO			
		<u>Muestra A</u>	<u>Muestra B</u>
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	15944	15918
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material	(gr.)	15944	15918
4.- Constante ó Volumen	(m3)	0.0095	0.0095
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m3)	1684.88	1682.13
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m3)	1668.91	

Fuente 42: Elaboración Propia

Figura 10: Realización del ensayo de peso unitario del agregado grueso chancado



Fuente 43: Elaboración Propia

5.- Ensayo para obtener la degradación de los agregados gruesos por abrasión e impacto en la máquina Los Ángeles

Para Agregado Chancado

Tabla 31: Degradación del agregado grueso chancado por abrasión e impacto

DESGASTE POR ABRASIÓN		
ENSAYO N°	1	2
1.- Graduación	"A"	"A"
2.- Esferas	12	12
3.- Recuperado Total	5000	5000
1 1/2" - 1"	1250	1250
1" - 3/4"	1250	1250
3/4" - 1/2"	1250	1250
1/2" - 3/8"	1250	1250
VUELTAS	500	500
4.- Retención N° 12	3600	3600
5.- % Retenido N° 12	72 %	72 %
6.- % Desgaste	28 %	28 %
7.- % Total	100 %	100 %
8.- Promedio	28 %	

II.- Ensayo de Abrasión

1.- Peso inicial antes del ensayo (gr)	5000
2.- Peso final después de las 200 rev. (gr)	4360
3.- Peso final después de las 500 rev. (gr)	3600

III.- Cálculos

1.- % de desgaste por abrasión	28.00 %
2.- % de uniformidad	0.46 %

Fuente 44: Elaboración Propia

Figura 11: Ensayo de desgaste por abrasión en la máquina Los Angeles



Fuente 45: Elaboración Propia

Para Agregado Zarandeado

Tabla 32: Degradación del agregado grueso zarandeado por abrasión e impacto

DESGASTE POR ABRASIÓN		
ENSAYO N°	1	2
1.- Graduación	"A"	"A"
2.- Esferas	12	12
3.- Recuperado Total	5000	5000
1 1/2" - 1"	1250	1250
1" - 3/4"	1250	1250
3/4" - 1/2"	1250	1250
1/2" - 3/8"	1250	1250
VUELTAS	500	500
4.- Retención N° 12	3200	3200
5.- % Retenido N° 12	64 %	64 %
6.- % Desgaste	36 %	36 %
7.- % Total	100 %	100 %
8.- Promedio	36 %	

II.- Ensayo de Abrasión

1.- Peso inicial antes del ensayo (gr)	5000
2.- Peso final después de las 200 rev. (gr)	4170
3.- Peso final después de las 500 rev. (gr)	3200

III.- Cálculos

1.- % de desgaste por abrasión	36.00 %
2.- % de uniformidad	0.46 %

Fuente 46: Elaboración Propia

6.- Método de ensayo para la determinación del contenido de sales solubles en agua para agregados

Tabla 33: Contenido de sales solubles en el agregado

		M-01	M-02
		A. Chancado	A. Zarandeado
Sales Solubles Totales	ppm	350	290
	%	0.04	0.03
Cloruros	ppm	120	140
Cl ⁻	%	0.01	0.01
Sulfatos	ppm	80	90
SO ₄ ²⁻	%	0.01	0.01

Fuente 47: Elaboración propia

Resumen de las Propiedades del agregado grueso

A continuación, presentamos un cuadro resumen de las propiedades físicas del agregado grueso ensayado

Tabla 34: Resumen de ensayos del agregado fino

<i>Propiedades del agregado grueso</i>			
<i>Ensayo</i>	<i>AG-C</i>	<i>AG-Z</i>	<i>Unid.</i>
<i>1.- Peso Específico</i>	<i>2.881</i>	<i>2.841</i>	<i>g/cm3</i>
<i>2.- Peso unitario suelto</i>	<i>1469.04</i>	<i>1584.90</i>	<i>kg/m3</i>
<i>3.- Peso unitario compactado</i>	<i>1561.01</i>	<i>1668.91</i>	<i>kg/m3</i>
<i>4.- % Absorción</i>	<i>0.612</i>	<i>0.586</i>	<i>%</i>
<i>5.- % de Humedad</i>	<i>0.70</i>	<i>0.67</i>	<i>%</i>
<i>6.- % de Desgaste</i>	<i>28</i>	<i>36</i>	<i>%</i>
<i>7.- Sales solubles totales</i>	<i>350</i>	<i>290</i>	<i>ppm</i>
<i>8.- Cloruros</i>	<i>120</i>	<i>140</i>	<i>ppm</i>
<i>9.- Sulfatos</i>	<i>80</i>	<i>90</i>	<i>ppm</i>

Fuente 48: Elaboración Propia

Resultados de las propiedades del concreto

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

Diseño de mezcla para agregado chancado y agua potable

Figura 12: Diseño de Mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Agregado Chancado + Agua Potable

DISEÑO DE MEZCLA

Resistencia del Diseño :

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

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : Cantera - Olmos	FINO : Cantera - Olmos	AG	AF	
01.- Tamaño máximo nominal		1"	-----	pulg.
02.- Peso Unitario suelto seco		1469	1632	kg/cm ³
03.- Peso Unitario compactado seco		1561	-----	kg/cm ³
04.- Peso específico de masa seco		2881	2649	kg/cm ³
05.- Contenido de humedad		0.70	0.75	%
06.- Contenido de absorción		0.61	0.83	%
11.- Módulo de fineza (adimensional)		-----	3.283	

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

12.- Resistencia especificada a los 28 días	30	F'_{cr}	273	kg/cm ³
13.- Contenido de aire atrapado			1.5	%
14.- Relación agua cemento		$R^{a/c}$	0.588	
15.- Asentamiento			4	Pulg.
16.- Volumen unitario del agua : Potable de la zona			193	L/m ³
17.- Volumen del agregado grueso			0.622	m ³
18.- Peso específico del cemento : Pacasmayo Uso general			2980	kg/cm ³

III.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a) Cemento	328	Kg/m ³	0.110	m ³		
b) Agua	193	Lt/m ³	0.193	m ³	Corrección por humedad	
c) Aire	1.5	%	0.015	m ³		Agua Efectiva
d) Arena	914	Kg/m ³	0.345	m ³	921	-0.7
e) Grava	970	Kg/m ³	0.337	m ³	977	0.9
	2407		1.000	m ³		0.2

IV.) Resultado final de diseño (húmedo) V.) Tanda de ensay

					0.0066	m ³
a) Cemento	328	Kg/m ³	2.161	kg	0.0055	m ³
b) Agua	193	Lt/m ³	1.269	Lt	7.7	Bolsas
c) Arena	921	Kg/m ³	49	6.060	0.588	Diseño
d) Grava	977	Kg/m ³	51	6.433	0.587	Obra
	2419		15.924			

VI.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

Proporción en peso :	1.00	2.80	2.98	25.0	Lts/Pie ³
Proporción en volumen :	1.00	2.58	3.04	25.0	Lts/Pie ³

Fuente 49: Elaboración Propia

Diseño de mezcla para agregado chancado y agua subterránea

Figura 13: Diseño de Mezcla $f'c=210$ kg/cm² - Agregado Chancado + Agua Subterránea

DISEÑO DE MEZCLA

Resistencia del Diseño :

$f'c = 210$ kg/cm²

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : Cantera - Olmos FINO : Cantera - Olmos

- 01.- Tamaño máximo nominal
- 02.- Peso Unitario suelto seco
- 03.- Peso Unitario compactado seco
- 04.- Peso específico de masa seco
- 05.- Contenido de humedad
- 06.- Contenido de absorción
- 11.- Módulo de fineza (adimensional)

AG	AF	
1"	-----	pulg.
1469	1632	kg/cm ³
1561	-----	kg/cm ³
2881	2649	kg/cm ³
0.70	0.75	%
0.61	0.83	%
-----	3.283	

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

- 12.- Resistencia especificada a los 28 días
- 13.- Contenido de aire atrapado
- 14.- Relación agua cemento
- 15.- Asentamiento
- 16.- Volumen unitario del agua : **Potable de la zona**
- 17.- Volumen del agregado grueso
- 18.- Peso específico del cemento : **Pacasmayo Uso general**

30	F'_{cr}	273	kg/cm ³
		1.5	%
	$R^{a/c}$	0.588	
		4	Pulg.
		193	L/m ³
		0.622	m ³
		2980	kg/cm ³

III.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a) C e m e n t o	328	Kg/m ³	0.110	m ³		
b) A g u a	193	Lt/m ³	0.193	m ³	Corrección por humedad	
c) A i r e	1.5	%	0.015	m ³		Agua Efectiva
d) A r e n a	914	Kg/m ³	0.345	m ³	921	-0.7
e) G r a v a	970	Kg/m ³	0.337	m ³	977	0.9
	2407		1.000	m ³		0.2

IV.) Resultado final de diseño (húmedo) V.)Tanda de ensay **0.0066** m³

a) C e m e n t o	328	Kg/m ³	2.161	kg		0.0055	m ³
b) A g u a	193	Lt/m ³	1.269	Lt	$F^{cemento}$	7.7	Bolsas
c) A r e n a	921	Kg/m ³	49	kg	$R^{a/c}$	0.588	Diseño
d) G r a v a	977	Kg/m ³	51	kg	$R^{a/c}$	0.587	Obra
	2419		15.924				

VI.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

Proporción en peso :	1.00	2.80	2.98	25.0	Lts/Pie ³
Proporción en volumen :	1.00	2.58	3.04	25.0	Lts/Pie ³

Fuente 50: Elaboración Propia

Diseño de mezcla para agregado zarandeado y agua potable

Figura 14: Diseño de Mezcla $f'c=210$ kg/cm² - Agregado Zarandeado + Agua Potable

DISEÑO DE MEZCLA

Resistencia del Diseño :

$f'c = 210$ kg/cm²

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : Cantera - Olmos FINO : Cantera - Olmos

- 01.- Tamaño máximo nominal
- 02.- Peso Unitario suelto seco
- 03.- Peso Unitario compactado seco
- 04.- Peso específico de masa seco
- 05.- Contenido de humedad
- 06.- Contenido de absorción
- 11.- Módulo de fineza (adimensional)

AG	AF	
1"	-----	pulg.
1588	1632	kg/cm ³
1672	-----	kg/cm ³
2841	2649	kg/cm ³
0.67	0.75	%
0.59	0.83	%
-----	3.283	

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

- 12.- Resistencia especificada a los 28 días
- 13.- Contenido de aire atrapado
- 14.- Relación agua cemento
- 15.- Asentamiento
- 16.- Volumen unitario del agua : **Potable de la zona**
- 17.- Volumen del agregado grueso
- 18.- Peso específico del cemento : **Pacasmayo Uso general**

30	F'_{cr}	273	kg/cm ³
		1.5	%
	$R^{a/c}$	0.588	
		4	Pulg.
		193	L/m ³
		0.622	m ³
		2980	kg/cm ³ 3150

III.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a) C e m e n t o	328	Kg/m ³	0.110	m ³		
b) A g u a	193	Lt/m ³	0.193	m ³	Corrección por humedad	
c) A i r e	1.5	%	0.015	m ³		Agua Efectiva
d) A r e n a	837	Kg/m ³	0.316	m ³	843	-0.7
e) G r a v a	1040	Kg/m ³	0.366	m ³	1047	0.9
	2399		1.000	m ³		0.2

IV.) Resultado final de diseño (húmedo) V.) Tanda de ensay 0.0066 m³

a) C e m e n t o	328	Kg/m ³	2.161	kg	$F'_{cemento}$	0.0055 m ³
b) A g u a	193	Lt/m ³	1.269	Lt		7.7 Bolsas
c) A r e n a	843	Kg/m ³	45	5.550	$R^{a/c}$	0.588 Diseño
d) G r a v a	1047	Kg/m ³	55	6.889	$R^{a/c}$	0.587 Obra
	2411			15.869		

VI.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

Proporción en peso :	1.00	2.57	3.19	25.0	Lts/Pie ³
Proporción en volumen :	1.00	2.36	3.01	25.0	Lts/Pie ³

Fuente 51: Elaboración Propia

Diseño de mezcla para agregado zarandeado y agua subterránea

Figura 15: Diseño de Mezcla $f'c=210$ kg/cm² - Agregado Zarandeado + Agua Subterránea

DISEÑO DE MEZCLA

Resistencia del Diseño :

$f'c = 210$ kg/cm²

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO : Cantera - Olmos FINO : Cantera - Olmos

- 01.- Tamaño máximo nominal
- 02.- Peso Unitario suelto seco
- 03.- Peso Unitario compactado seco
- 04.- Peso específico de masa seco
- 05.- Contenido de humedad
- 06.- Contenido de absorción
- 11.- Módulo de fineza (adimensional)

AG	AF	
1"	----	pulg.
1588	1632	kg/cm ³
1672	----	kg/cm ³
2841	2649	kg/cm ³
0.67	0.75	%
0.59	0.83	%
----	3.283	

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

- 12.- Resistencia especificada a los 28 días
- 13.- Contenido de aire atrapado
- 14.- Relación agua cemento
- 15.- Asentamiento
- 16.- Volumen unitario del agua : **Potable de la zona**
- 17.- Volumen del agregado grueso
- 18.- Peso específico del cemento : **Pacasmayo Uso general**

30	F'_{cr}	273	kg/cm ³
		1.5	%
	$R^{a/c}$	0.588	
		4	Pulg.
		193	L/m ³
		0.622	m ³
		2980	kg/cm ³ 3150

III.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a) Cemento	328	Kg/m ³	0.110	m ³		
b) Agua	193	Lt/m ³	0.193	m ³	Corrección por humedad	
c) Aire	1.5	%	0.015	m ³		Agua Efectiva
d) Arena	837	Kg/m ³	0.316	m ³	843	-0.7
e) Grava	1040	Kg/m ³	0.366	m ³	1047	0.9
	2399		1.000	m ³		0.2

IV.) Resultado final de diseño (húmedo V.) Tanda de ensay **0.0066 m³**

a) Cemento	328	Kg/m ³	2.161	kg		0.0055 m ³
b) Agua	193	Lt/m ³	1.269	1.269	Lt	$F'^{cemento}$ 7.7 Bolsas
c) Arena	843	Kg/m ³	45	5.550	kg	$R^{a/c}$ 0.588 Diseño
d) Grava	1047	Kg/m ³	55	6.889	kg	$R^{a/c}$ 0.587 Obra
	2411			15.869		

VI.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

Proporción en peso :	1.00	2.57	3.19	25.0	Lts/Pie ³
Proporción en volumen :	1.00	2.36	3.01	25.0	Lts/Pie ³

Fuente 52: Elaboración Propia

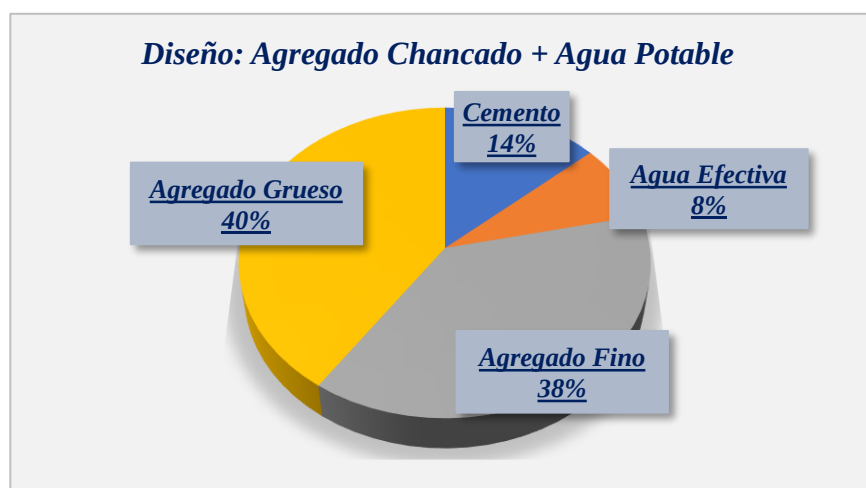
Tabla 35: Resumen de diseños de mezcla

Diseño de Mezcla para 1 m³				
Componentes	Diseño: Agregado Chancado + Agua Potable	Diseño: Agregado Chancado + Agua Subterránea	Diseño: Agregado Zarandeado + Agua Potable	Diseño: Agregado Zarandeado + Agua Subterránea
1.- Cemento (kg/m ³)	328	328	328	328
2.- Agua Efectiva (lts/m ³)	193	193	193	193
3.- Agregado Fino (kg/m ³)	921	921	843	843
4.- Agregado Grueso (kg/m ³)	977	977	1047	1047

Fuente 53: Elaboración Propia

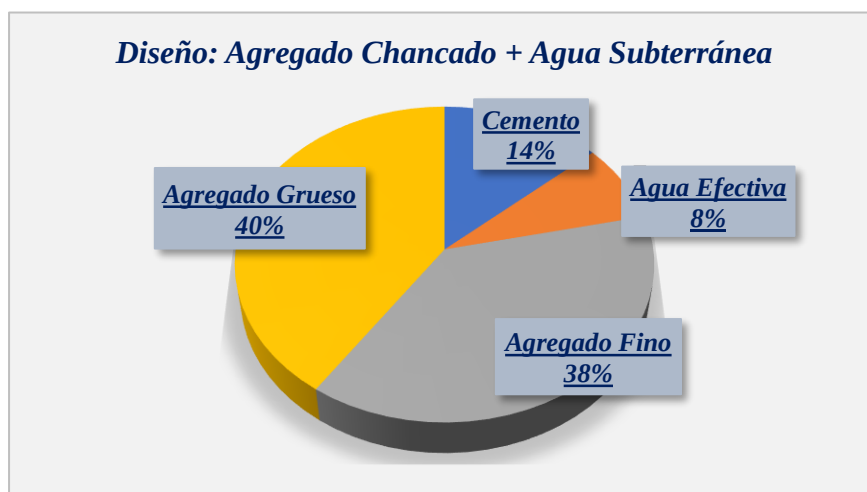
Dosificación del diseño de mezcla

Gráfico 4: Dosificación de diseño agregado chancado + agua potable



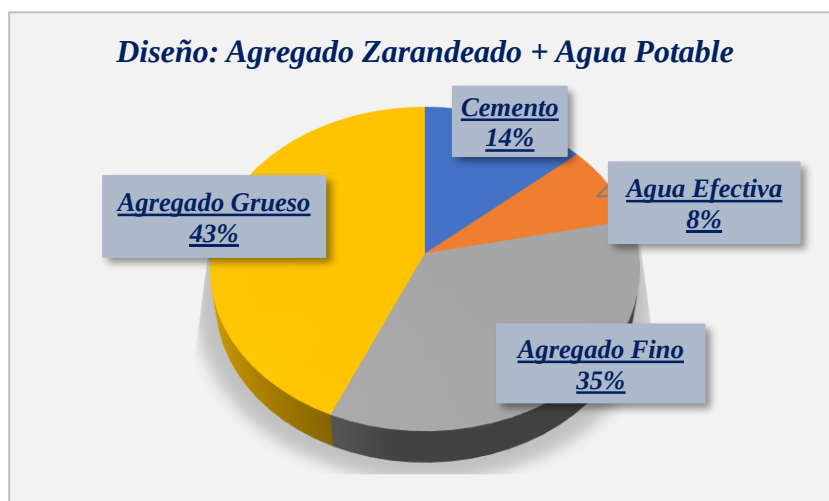
Fuente 54: Elaboración Propia

Gráfico 5: Dosificación de diseño agregado chancado + agua subterránea



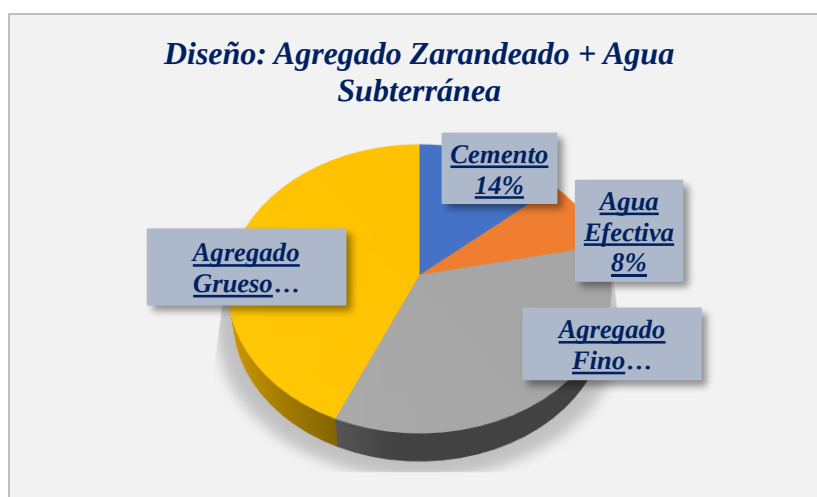
Fuente 55: Elaboración Propia

Gráfico 6: Dosificación de diseño agregado zarandeado + agua potable



Fuente 56: Elaboración Propia

Gráfico 7: Dosificación de diseño agregado zarandeado + agua subterránea



Fuente 57: Elaboración Propia

La finalidad que tiene la realización de los ensayos de las probetas de concreto es conocer las propiedades de origen mecánico que presenten, la principal propiedad que se analiza es la resistencia a la compresión de estas, dicho parámetro es el objetivo que presenta esta investigación. Con el objetivo de realizar el ensayo de resistencia a la compresión, las probetas cilíndricas de concreto, las cuales presentan dimensiones de 30 cm. de altura y 15 cm. de diámetro fueron ensayadas según lo estipulado en la N.T.P. 339.034 y la ASTM C-192, las cuales mencionan que se deberá realizar a una velocidad de carga rápida.

Para la preparación de todas las probetas cilíndricas de concreto planteadas se ocupó un total de 4 días. La distribución de realización de estas estuvo marcada por 23 probetas por día, se

inició con las primeras 23 probetas con la combinación de agregado chancado más agua potable, luego se combinó agregado chancado más agua subterránea, seguimos con agregado zarandeado y agua potable y finalmente zarandeado chancado y agua subterránea.

Para la elaboración de las probetas se empleó los criterios que se describen a continuación:

- ✓ En primer lugar, se humedeció todos los materiales que se van a necesitar como trompo de mezclado, varillas, cono de Abrams, bandejas, cucharones, etc. Este proceso se realiza con la finalidad de evitar que estos materiales absorban el agua que esta destina para la mezcla.
- ✓ Las probetas cilíndricas elaboradas se procedió a almacenarlas en un lugar ventilado y fresco, de manera que en este se pueda evitar la exposición al sol, evitando de esta manera perdidas de humedad.

La mezcla fue realizada en un trompo de mezclado cuyo volumen es de 11 ft³, la utilización de este tiene como finalidad que la mezcla sea homogénea.

La colocación de materiales para realizar la mezcla se realizado de la manera que se describe a continuación:

- 1) En primer lugar, se colocó el agregado fino junto a una cuarta parte del volumen de agua de diseño, estos se mezclaron por un tiempo de 30 segundos.
- 2) El segundo paso consistió en colocar el agregado grueso y se dejo mezclar por 30 segundos.
- 3) El tercer paso fue colocar el cemento junto a una cuarta parte del volumen de agua de diseño y se dejó mezclar por 30 segundos.
- 4) El cuarto paso consistió en colocar la mitad del volumen de agua de diseño y dejar mezcla por un tiempo de 2 minutos.
- 5) El quinto paso fue dejar reposar la mezcla realizada por un periodo de 2 minutos
- 6) Finalmente se realizó la verificación de su trabajabilidad mediante el ensayo del cono de Abrams, siendo este aceptable, se puede realizar el vaciado de la mezcla.

Se continuo con el llenado de los moldes cilíndricos cuyas dimensiones son de 30 cm de altura y 15 cm de diámetro, para lograr este procedimiento se realizó el llenado en tres capas. Cada una de estas capas contenían un tercio de la altura total del molde de mezcla, por cada capa que se colocaba se realizaba el apisonado de 25 veces, haciendo uso de una varilla de 5/8" de diámetro y 24" de altura, adicional a eso se golpeaba 15 veces la parte posterior del molde con un mazo de goma de 1.25+/- 0.5 libras; terminado las tres capas se realiza un acabado y nivelado en la parte superior de la mezcla.

Las probetas cilíndricas de concreto elaborados se mantuvieron un periodo de 24 horas en los moldes. Después de desmoldar las probetas cilíndricas de concreto se procedió a marcar cada uno de los especímenes con la combinación que le corresponde “AC+AP”, “AC+AS”, “AZ+AP”, “AZ+AS”, de esta manera no se llegara a confundir las combinaciones que han sido elaboradas, finalmente las probetas fueron trasladadas al lugar donde se realizara el curado, en cuyo lugar permanecieron durante 7 días.

Figura 16: Curado de probetas cilíndricas elaboradas



Fuente 58: Elaboración Propia

Pasado los primeros 7 días, 20 de las probetas elaboradas, 5 elaboradas con agregado chancado y agua potable, 5 elaboradas con agregado chancado y agua subterránea, 5 elaboradas con agregado zarandeado y agua potable, finalmente 5 elaboradas con agregado zarandeado y agua subterránea, fueron sometidas al ensayo de compresión simple. Para realizar este procedimiento se tomaron datos del diámetro de cada una de las probetas, con la finalidad de obtener un diámetro promedio de cada una de ellas.

Pasado los primeros 14 días, 20 de las probetas elaboradas, 5 elaboradas con agregado chancado y agua potable, 5 elaboradas con agregado chancado y agua subterránea, 5 elaboradas con agregado zarandeado y agua potable, finalmente 5 elaboradas con agregado zarandeado y agua subterránea, fueron sometidas al ensayo de compresión simple. Para realizar este procedimiento se tomaron datos del diámetro de cada una de las probetas, con la finalidad de obtener un diámetro promedio de cada una de ellas.

Pasado los primeros 21 días, 20 de las probetas elaboradas, 5 elaboradas con agregado chancado y agua potable, 5 elaboradas con agregado chancado y agua subterránea, 5 elaboradas con agregado zarandeado y agua potable, finalmente 5 elaboradas con agregado zarandeado y agua subterránea, fueron sometidas al ensayo de compresión simple. Para realizar este

procedimiento se tomaron datos del diámetro de cada una de las probetas, con la finalidad de obtener un diámetro promedio de cada una de ellas.

Finalmente, tras alcanzar los 28 días, las últimas 20 probetas elaboradas, 5 elaboradas con agregado chancado y agua potable, 5 elaboradas con agregado chancado y agua subterránea, 5 elaboradas con agregado zarandeado y agua potable, finalmente 5 elaboradas con agregado zarandeado y agua subterránea, fueron sometidas al ensayo de compresión simple. Para realizar este procedimiento se tomaron datos del diámetro de cada una de las probetas, con la finalidad de obtener un diámetro promedio de cada una de ellas.

Figura 17: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Probetas



Fuente 59: Elaboración Propia

Consistencia del Concreto en estado fresco

Para la obtención de un control adecuado de la trabajabilidad del concreto en estado fresco y teniendo en cuenta con lo planteado en el 4 objetivo específico, se realizó el ensayo de consistencia mediante el ensayo de “Cono de Abrams”. Mediante este procedimiento los resultados que pudieron obtenerse son los que se presentan en las siguientes tablas.

Consistencia para el agregado chancado y agua potable

Tabla 36: Resultados del ensayo de trabajabilidad para el agregado chancado + agua potable

<i>Diseño de Mezcla Agregado Chancado + Agua Potable</i>		
	<i>Diseño Inicial</i>	<i>Diseño Corregido</i>
<i>a/c</i>	0.5873	0.717
<i>Slump</i>	2 1/2"	3 1/2"
<i>Consistencia</i>	Plástica	Plástica

Fuente 60: Elaboración Propia

Figura 18: Ensayo de Trabajabilidad mediante "Cono de Abrams" - Medición del Slump de la mezcla preparada "A. C+A. P"



Fuente 61: Elaboración Propia

Consistencia para el agregado chancado y agua subterránea

Tabla 37: Resultados del ensayo de trabajabilidad para el agregado chancado + agua subterránea

Diseño de Mezcla Agregado Chancado + Agua Subterranea		
	Diseño Inicial	Diseño Corregido
a/c	0.5873	0.717
Slump	2 1/2"	3 5/8"
Consistencia	Plástica	Plástica

Fuente 62: Elaboración Propia

Figura 19: Ensayo de Trabajabilidad mediante "Cono de Abrams" - Medición del Slump de la mezcla preparada "A. C+A. S"



Fuente 63: Elaboración Propia

Consistencia para el agregado zarandeado y agua potable

Tabla 38: Resultados del ensayo de trabajabilidad para el agregado zarandeado + agua potable

Diseño de Mezcla Agregado Zarandeado + Agua Potable		
	Diseño Inicial	Diseño Corregido
a/c	0.5873	0.717
Slump	2 1/2"	4"
Consistencia	Plástica	Plástica

Fuente 64: Elaboración Propia

Figura 20: Ensayo de Trabajabilidad mediante "Cono de Abrams" - Medición del Slump de la mezcla preparada "A. Z+A. P"



Fuente 65: Elaboración Propia

Consistencia para el agregado zarandeado y agua subterránea

Tabla 39: Resultados del ensayo de trabajabilidad para el agregado zarandeado + agua subterránea

Diseño de Mezcla Agregado Zarandeado + Agua Subterranea		
	Diseño Inicial	Diseño Corregido
a/c	0.5873	0.717
Slump	2 1/2"	3 3/4"
Consistencia	Plástica	Plástica

Fuente 66: Elaboración Propia

Figura 21: Ensayo de Trabajabilidad mediante "Cono de Abrams" - Medición del Slump de la mezcla preparada "A. Z+A. S"



Fuente 67: Elaboración Propia

Peso Unitario del Concreto en Estado Fresco

En este apartado se presenta el peso unitario del concreto en estado fresco para cada una de las combinaciones que se realizaron

Peso unitario para el agregado chancado y agua potable

Tabla 40: Peso Unitario del concreto – Diseño patrón agregado chancado + agua potable

PESO UNITARIO - AGREGADO CHANCADO + AGUA POTABLE		
Nº de Molde	1	
Peso de la muestra + peso del molde	23310	gr.
Peso del molde	10106	gr.
Volumen o constante del molde	0.0055	m ³
Peso unitario del concreto fresco	2407.09	kg/m ³
Rendimiento de la tanda de ensayo	0.0067	m ³

Fuente 68: Elaboración Propia

Tabla 41: Peso Unitario del concreto - Diseño agregado chancado + agua potable

N° Molde	Peso de la Muestra + Molde	Peso del Molde	Volumen de Molde	Peso Unitario
1	21672	8536	0.0055	2394.6892
2	21638	8502	0.0055	2394.6892
3	21579	8564	0.0055	2372.6310
4	21442	8507	0.0055	2358.0470
5	21381	8432	0.0055	2360.5992
6	21462	8557	0.0055	2352.5780
7	21555	8528	0.0055	2374.8186
8	21553	8561	0.0055	2368.4381
9	21542	8519	0.0055	2374.0894
10	21379	8447	0.0055	2357.5001
11	21616	8556	0.0055	2380.8345
12	20624	7689	0.0055	2358.0470
13	21396	8544	0.0055	2342.9161
14	21568	8576	0.0055	2368.4381
15	21738	8531	0.0055	2407.6325
16	20958	7715	0.0055	2414.1953
17	21532	8584	0.0055	2360.4169
18	21574	8516	0.0055	2380.4699
19	21489	8579	0.0055	2353.4895
20	21518	8563	0.0055	2361.6930

Fuente 69: Elaboración Propia

Valores Estadísticos de los pesos unitarios

Tabla 42: Estadísticos de Pesos Unitarios - Agregado Chancado + Agua Potable

Valores Estadísticos		
N° Muestras	20	
Media:	2371.81	kg/m ³
Mediana:	2368.44	kg/m ³
Moda:	2394.69	kg/m ³
Desvia. Tipica:	18.44	kg/m ³
Varianza:	340.13	kg/m ³
Rango:	71.28	kg/m ³
Mínimo:	2342.92	kg/m ³
Máximo:	2414.20	kg/m ³

Fuente 70: Elaboración Propia

Temperatura Promedio del Concreto

Tabla 43: Temperatura del concreto, diseño agregado chancado + agua potable

Molde	T°C	Hora
1	31.6	12:30
15	31.4	12:30

Fuente 71: Elaboración Propia

Peso unitario para el agregado chancado y agua subterránea

Tabla 44: Peso Unitario del concreto – Diseño patrón agregado chancado + agua subterránea

PESO UNITARIO - AGREGADO CHANCADO + AGUA SUBTERRÁNEA		
N° de Molde	1	
Peso de la muestra + peso del molde	23264	gr.
Peso del molde	10060	gr.
Volumen o constante del molde	0.0055	m ³
Peso unitario del concreto fresco	2407.09	kg/m ³
Rendimiento de la tanda de ensayo	0.0067	m ³

Fuente 72: Elaboración Propia

Tabla 45: Peso Unitario del concreto - Diseño agregado chancado + agua subterránea

N° Molde	Peso de la Muestra + Molde	Peso del Molde	Volumen de Molde	Peso Unitario
1	21532	8509	0.0055	2374.0894
2	21426	8461	0.0055	2363.5160
3	21574	8575	0.0055	2369.7142
4	21483	8542	0.0055	2359.1408
5	21476	8446	0.0055	2375.3655
6	21651	8563	0.0055	2385.9389
7	21583	8539	0.0055	2377.9177
8	21569	8574	0.0055	2368.9850
9	20596	7810	0.0055	2330.8843
10	21595	8585	0.0055	2371.7195
11	21628	8536	0.0055	2386.6681
12	21456	8513	0.0055	2359.5054
13	21596	8568	0.0055	2375.0009
14	21678	8516	0.0055	2399.4290
15	21536	8527	0.0055	2371.5372
16	20694	7714	0.0055	2366.2505
17	21567	8550	0.0055	2372.9956
18	21559	8573	0.0055	2367.3443
19	21461	8452	0.0055	2371.5372
20	21477	8466	0.0055	2371.9018

Fuente 73: Elaboración Propia

Valores Estadísticos de los pesos unitarios

Tabla 46: Estadísticos de Pesos Unitarios - Agregado Chancado + Agua Subterránea

Valores Estadísticos		
Nº Muestras	20	
Media:	2370.81	kg/m ³
Mediana:	2371.54	kg/m ³
Moda:	2371.54	kg/m ³
Desvia. Tipica:	13.27	kg/m ³
Varianza:	176.03	kg/m ³
Rango:	68.54	kg/m ³
Mínimo:	2330.88	kg/m ³
Máximo:	2399.43	kg/m ³

Fuente 74: Elaboración Propia

Temperatura Promedio del Concreto

Tabla 47: Temperatura del concreto, diseño agregado chancado + agua subterránea

Molde	T°C	Hora
1	28.9	18:00
15	28.7	18:00

Fuente 75: Elaboración Propia

Peso unitario para el agregado zarandeado y agua potable

Tabla 48: Peso Unitario del concreto – Diseño patrón agregado zarandeado + agua potable

PESO UNITARIO - AGREGADO ZARANDEADO + AGUA POTABLE		
Nº de Molde	1	
Peso de la muestra + peso del molde	23296	gr.
Peso del molde	10156	gr.
Volumen o constante del molde	0.0055	m ³
Peso unitario del concreto fresco	2395.42	kg/m ³
RENDIMIENTO DE LA TANDA DE ENSAYO	0.0068	m ³

Fuente 76: Elaboración Propia

Tabla 49: Peso Unitario del concreto - Diseño agregado zarandeado + agua potable

N° Molde	Peso de la Muestra + Molde	Peso del Molde	Volumen de Molde	Peso Unitario
1	20802	7716	0.0055	2385.5743
2	21582	8557	0.0055	2374.4540
3	21609	8568	0.0055	2377.3708
4	21442	8472	0.0055	2364.4275
5	21508	8460	0.0055	2378.6469
6	21534	8547	0.0055	2367.5266
7	21497	8536	0.0055	2362.7868
8	21454	8523	0.0055	2357.3178
9	21425	8550	0.0055	2347.1090
10	21523	8566	0.0055	2362.0576
11	21541	8587	0.0055	2361.5107
12	21484	8544	0.0055	2358.9585
13	21367	8543	0.0055	2337.8117
14	21571	8568	0.0055	2370.4434
15	21386	8462	0.0055	2356.0417
16	21434	8408	0.0055	2374.6363
17	21458	8461	0.0055	2369.3496
18	21476	8517	0.0055	2362.4222
19	21565	8548	0.0055	2372.9956
20	21495	8529	0.0055	2363.6983

Fuente 77: Elaboración Propia

Valores Estadísticos de los pesos unitarios

Tabla 50: Estadísticos de Pesos Unitarios - Agregado Zarandeado + Agua Potable

Valores Estadísticos		
N° Muestras	20	
Media:	2365.26	kg/m ³
Mediana:	2364.06	kg/m ³
Moda:	-	kg/m ³
Desvia. Tipica:	10.80	kg/m ³
Varianza:	116.59	kg/m ³
Rango:	47.76	kg/m ³
Mínimo:	2337.81	kg/m ³
Máximo:	2385.57	kg/m ³

Fuente 78: Elaboración Propia

Temperatura Promedio del Concreto

Tabla 51: Temperatura del concreto, diseño agregado zarandeado + agua potable

Molde	T° C	Hora
1	21.4	19:00
15	21.4	19:00

Fuente 79: Elaboración Propia

Peso unitario para el agregado zarandeado y agua subterránea

Tabla 52: Peso Unitario del concreto - Diseño patrón agregado zarandeado + agua subterránea

PESO UNITARIO - AGREGADO ZARANDEADO + AGUA SUBTERRÁNEA		
N° de Molde	1	
Peso de la muestra + peso del molde	23326	gr.
Peso del molde	10194	gr.
Volumen o constante del molde	0.0055	m ³
Peso unitario del concreto fresco	2393.96	kg/m ³
Rendimiento de la tanda de ensayo	0.0068	m ³

Fuente 80: Elaboración Propia

Tabla 53: Peso Unitario del concreto - Diseño agregado zarandeado + agua subterránea

N° Molde	Peso de la Muestra + Molde	Peso del Molde	Volumen de Molde	Peso Unitario
1	21532	8509	0.0055	2374.0894
2	21426	8461	0.0055	2363.5160
3	21574	8575	0.0055	2369.7142
4	21483	8542	0.0055	2359.1408
5	21476	8446	0.0055	2375.3655
6	21651	8563	0.0055	2385.9389
7	21583	8539	0.0055	2377.9177
8	21569	8574	0.0055	2368.9850
9	20596	7810	0.0055	2330.8843
10	21595	8585	0.0055	2371.7195
11	21628	8536	0.0055	2386.6681
12	21456	8513	0.0055	2359.5054
13	21596	8568	0.0055	2375.0009
14	21678	8516	0.0055	2399.4290
15	21536	8527	0.0055	2371.5372
16	20694	7714	0.0055	2366.2505
17	21567	8550	0.0055	2372.9956
18	21559	8573	0.0055	2367.3443
19	21461	8452	0.0055	2371.5372
20	21477	8466	0.0055	2371.9018

Fuente 81: Elaboración Propia

Valores Estadísticos de los pesos unitario

Tabla 54: Estadísticos de Pesos Unitarios - Agregado Zarandeado + Agua Subterránea

Valores estadísticos		
N° Muestras	20	
Media:	2366.14	kg/m ³
Mediana:	2370.08	kg/m ³
Moda:	2369.53	kg/m ³
Desvia. Tipica:	16.86	kg/m ³
Varianza:	284.11	kg/m ³
Rango:	80.39	kg/m ³
Mínimo:	2300.99	kg/m ³
Máximo:	2381.38	kg/m ³

Fuente 82: Elaboración Propia

Temperatura Promedio del Concreto

Tabla 55: Temperatura del concreto, diseño agregado zarandeado + agua subterránea

Molde	T°C	Hora
1	30.6	11:30
15	30.4	11:30

Fuente 83: Elaboración Propia

Ensayo de Resistencia a la Compresión de Concreto Simple

El ensayo de resistencia a la compresión simple consiste en aplicar fuerzas de compresión a cada una de las probetas a ensayar mediante una prensa hidráulica, buscando mediante esta la carga admisible máxima de ruptura de cada una estas. Mencionada prensa hidráulica cuenta con certificado de calibración realizado por profesionales que nos asegura la confiabilidad de resultados brindados.

El ensayo de compresión fue realizado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a las edades de 7, 14, 21 y 28 días y los valores obtenidos son los que se presentan a continuación:

Tabla 56: Resultados de rupturas de probetas a edades de 7, 14, 21 y 28 días

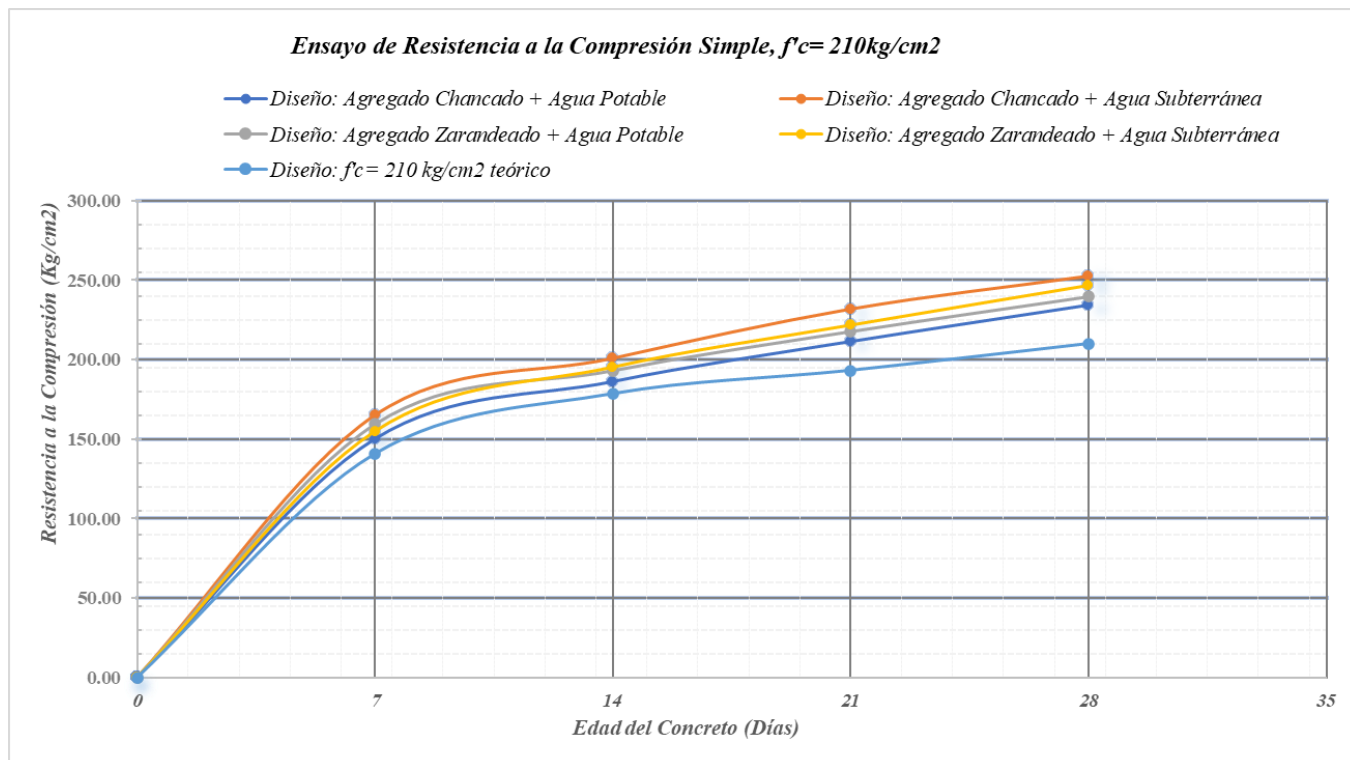
Muestra N°	Identificación	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	f'c (Kg/Cm2)	f'c (%)
1	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	06/05/2022	7	27236.4	15.17	150.691	71.76
2	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	06/05/2022	7	27102.4	15.19	149.555	71.22
3	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	06/05/2022	7	27130	15.1	151.498	72.14
4	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	06/05/2022	7	26771.5	15.12	149.101	71.00
5	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	06/05/2022	7	27010.6	15.16	149.639	71.26
6	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	28276.1	15.21	155.622	74.11
7	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	27924.9	15.2	153.891	73.28
8	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	28128.8	15.14	156.246	74.40
9	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	27964.5	15.16	154.924	73.77
10	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	27978.3	15.18	154.592	73.62
11	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	06/05/2022	7	28548	15.2	157.325	74.92
12	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	06/05/2022	7	28465.3	15.09	159.165	75.79
13	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	06/05/2022	7	28586.2	15.17	158.160	75.31
14	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	06/05/2022	7	28602.1	15.17	158.248	75.36
15	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	06/05/2022	7	29502.3	15.15	163.659	77.93
16	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	29845.4	15.21	164.259	78.22
17	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	30065.2	15.14	167.002	79.52
18	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	29590.2	15.15	164.147	78.17
19	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	29664.5	15.12	165.213	78.67
20	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	29834.3	15.2	164.414	78.29
21	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	14	33975.3	15.16	188.224	89.63
22	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	14	33833.8	15.21	186.210	88.67
23	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	14	33848.5	15.2	186.536	88.83
24	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	14	33231	15.12	185.076	88.13
25	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	14	33483.5	15.18	185.011	88.10
26	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35362.1	15.17	195.649	93.17

27	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35398.2	15.18	195.590	93.14
28	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35309.5	15.12	196.652	93.64
29	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35385.2	15.21	194.748	92.74
30	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35342.1	15.2	194.767	92.75
31	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	14	34865.3	15.12	194.178	92.47
32	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	14	34713.7	15.21	191.052	90.98
33	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	14	34948.5	15.15	193.871	92.32
34	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	14	34843.2	15.2	192.018	91.44
35	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	14	35080.6	15.16	194.347	92.55
36	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	36089.8	15.12	200.998	95.71
37	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	36032.7	15.17	199.359	94.93
38	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	36058.3	15.09	201.622	96.01
39	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	36230.8	15.15	200.985	95.71
40	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	36212.9	15.14	201.151	95.79
41	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	21	37860.1	15.17	209.469	99.75
42	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	21	37704.6	15.13	209.714	99.86
43	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	21	37942.8	15.15	210.482	100.23
44	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	21	38720	15.18	213.945	101.88
45	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	21	38771.6	15.21	213.386	101.61
46	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	40135.3	15.09	224.418	106.87
47	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	40367.2	15.17	223.341	106.35
48	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	40045.1	15.14	222.437	105.92
49	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	39904.8	15.17	220.782	105.13
50	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	39700.3	15.2	218.785	104.18
51	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	21	38720	15.2	213.382	101.61
52	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	21	39257	15.18	216.912	103.29
53	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	21	39429	15.14	219.015	104.29
54	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	21	39490.6	15.12	219.938	104.73
55	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	21	39641.7	15.17	219.327	104.44

56	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	41910.7	15.12	233.416	111.15
57	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	42102.1	15.17	232.939	110.92
58	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	41628.5	15.14	231.233	110.11
59	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	41227.4	15.09	230.525	109.77
60	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	41951.6	15.21	230.887	109.95
61	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	28	42789.6	15.15	237.368	113.03
62	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	28	42644.4	15.12	237.503	113.10
63	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	28	41798.2	15.17	231.258	110.12
64	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	28	41862.1	15.18	231.306	110.15
65	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	28	42157.3	15.14	234.170	111.51
66	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	44314.2	15.15	245.826	117.06
67	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	45106.8	15.21	248.253	118.22
68	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	44436.2	15.16	246.178	117.23
69	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	45010.3	15.19	248.374	118.27
70	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	44190.5	15.12	246.114	117.20
71	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	28	43198.9	15.12	240.591	114.57
72	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	28	43423.6	15.16	240.568	114.56
73	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	28	43090	15.21	237.153	112.93
74	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	28	43565.4	15.2	240.085	114.33
75	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	28	43179.6	15.14	239.848	114.21
76	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	45258.3	15.15	251.063	119.55
77	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	45853.6	15.16	254.030	120.97
78	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	45925.8	15.2	253.093	120.52
79	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	45565.7	15.16	252.435	120.21
80	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	45628.8	15.18	252.119	120.06

Fuente 84: Elaboración Propia

Gráfico 8: Curva: Edad vs Resistencia del concreto



Fuente 85: Elaboración Propia

Según lo presentado En el gráfico 08 podemos observar que después de realizar el curado respectivo de cada una de las probetas de concreto realizadas, se obtuvieron los porcentajes de resistencia para el diseño de agregado chancado + agua potable de 71.4%, 88.1%, 100.6% y 111.6% para edades de 7 días, 14 días, 21 días y 28 días; para el diseño de agregado chancado + agua subterránea fue de 78.6%, 95.1%, 110.4% y 120.2% para edades de 7 días, 14 días, 21 días y 28 días; para el diseño de agregado zarandeado + agua potable se obtuvo 75.8%, 91.4%, 103.6% y 114.1% para edades de 7 días, 14 días, 21 días y 28 días; finalmente para el diseño de agregado zarandeado + agua subterránea alcanzó el 73.8%, 92.5%, 105.6% y 117.6% para edades de 7 días, 14 días, 21 días y 28 días, todos los diseños se realizaron para una resistencia final $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

La cantidad de material que se utilizó para la preparación de las 80 probetas cilíndricas de concreto se presenta en la tabla 49

Tabla 57: Cantidad de material utilizado en todas las probetas realizadas

<i>f'c</i> = 210 kg/cm ²				
Material	Cantidad por tanda	Tanda requerida	Cantidad requerida	
Cemento	2.16 kg	80	172.80 kg	4.07 bls
Agua	1.27 lt	80	101.60 lt	0.10 m ³
Arena	6.06 kg	80	484.80 kg	0.18 m ³
Grava	6.43 kg	80	514.40 kg	0.18 m ³

Fuente 86: Elaboración Propia

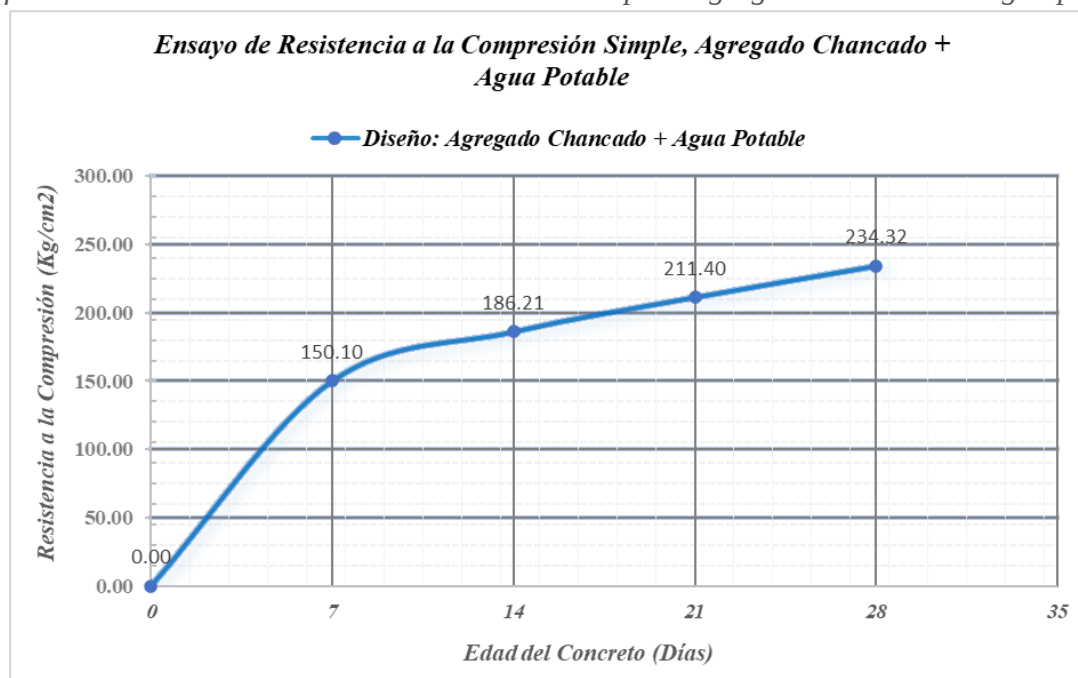
Resistencia a la compresión de agregado chancado + agua potable

Tabla 58: Resistencia a la compresión a la edad de 7, 14, 21 y 28 días de agregado chancado + agua potable

Muestra N°	Identificación	Diseño <i>f'c</i>	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	<i>f'c</i> (Kg/Cm ²)	<i>f'c</i> (%)
1	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	06/05/2022	7	27736.4	15.17	153.458	73.08
2	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	06/05/2022	7	27602.4	15.19	152.315	72.53
3	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	06/05/2022	7	27630.0	15.10	154.290	73.47
4	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	06/05/2022	7	27271.5	15.12	151.885	72.33
5	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	06/05/2022	7	27510.6	15.16	152.409	72.58
6	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	14	33775.3	15.16	187.116	89.10
7	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	14	33633.8	15.21	185.109	88.15
8	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	14	33648.5	15.2	185.434	88.30
9	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	14	33031	15.12	183.962	87.60
10	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	14	33283.5	15.18	183.906	87.57
11	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	21	37860.1	15.17	209.469	99.75
12	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	21	37704.6	15.13	209.714	99.86
13	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	21	37942.8	15.15	210.482	100.23
14	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	21	38720	15.18	213.945	101.88
15	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	21	38771.6	15.21	213.386	101.61
16	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	28	44489.6	15.15	246.799	117.52
17	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	28	44344.4	15.12	246.971	117.61
18	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	28	43498.2	15.17	240.664	114.60
19	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	28	43562.1	15.18	240.700	114.62
20	Agregado Chancado + Agua Potable	210	28/04/2022	13/05/2022	28	43857.3	15.14	243.613	116.01

Fuente 87: Elaboración Propia

Gráfico 9: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado chancado + agua potable



Fuente 88: Elaboración Propia

Resistencia a la compresión de agregado chancado + agua subterránea

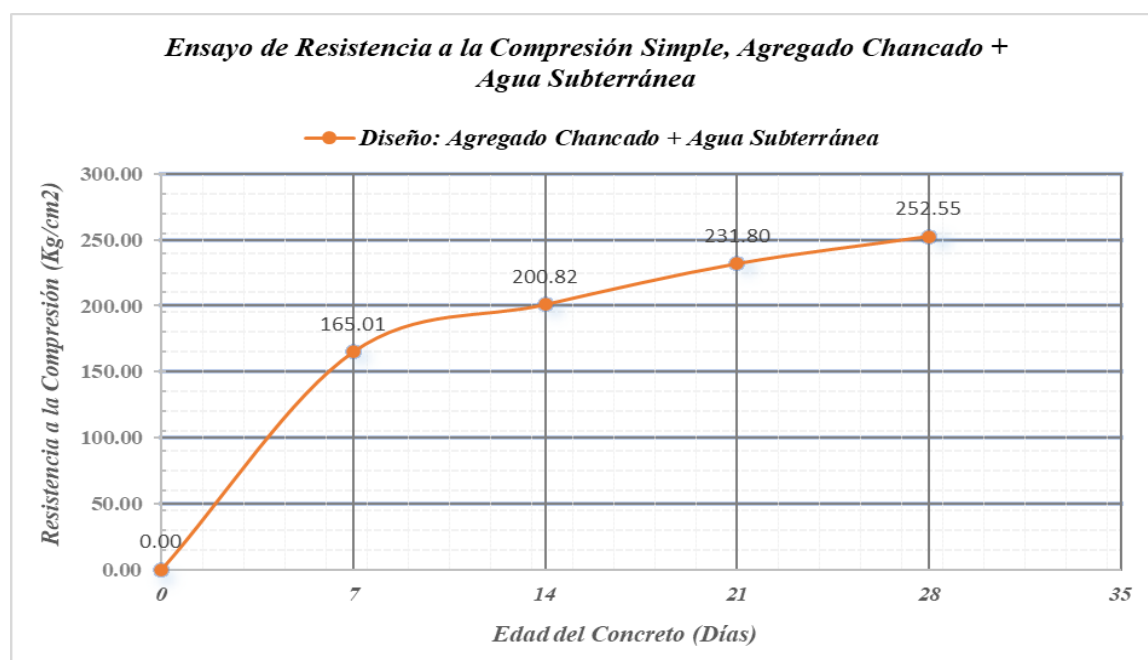
Tabla 59: Resistencia a la compresión a la edad de 7 días de agregado chancado + agua subterránea

Muestra N°	Identificación	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	f'c (Kg/Cm2)	f'c (%)
1	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	30345.4	15.21	167.011	79.53
2	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	30565.2	15.14	169.780	80.85
3	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	30090.2	15.15	166.921	79.49
4	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	30164.5	15.12	167.997	80.00
5	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	30334.3	15.20	167.169	79.60
6	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35889.8	15.12	199.884	95.18
7	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35832.7	15.17	198.252	94.41
8	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35858.3	15.09	200.503	95.48
9	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	36030.8	15.15	199.875	95.18
10	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	36012.9	15.14	200.040	95.26
11	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	41910.7	15.12	233.416	111.15

12	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	42102.1	15.17	232.939	110.92
13	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	41628.5	15.14	231.233	110.11
14	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	41227.4	15.09	230.525	109.77
15	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	41951.6	15.21	230.887	109.95
16	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	46958.3	15.15	260.494	124.04
17	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	47553.6	15.16	263.448	125.45
18	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	47625.8	15.2	262.461	124.98
19	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	47265.7	15.16	261.853	124.69
20	Agregado Chancado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	47328.8	15.18	261.512	124.53

Fuente 89: Elaboración Propia

Gráfico 10: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado chancado + agua subterránea



Fuente 90: Elaboración Propia

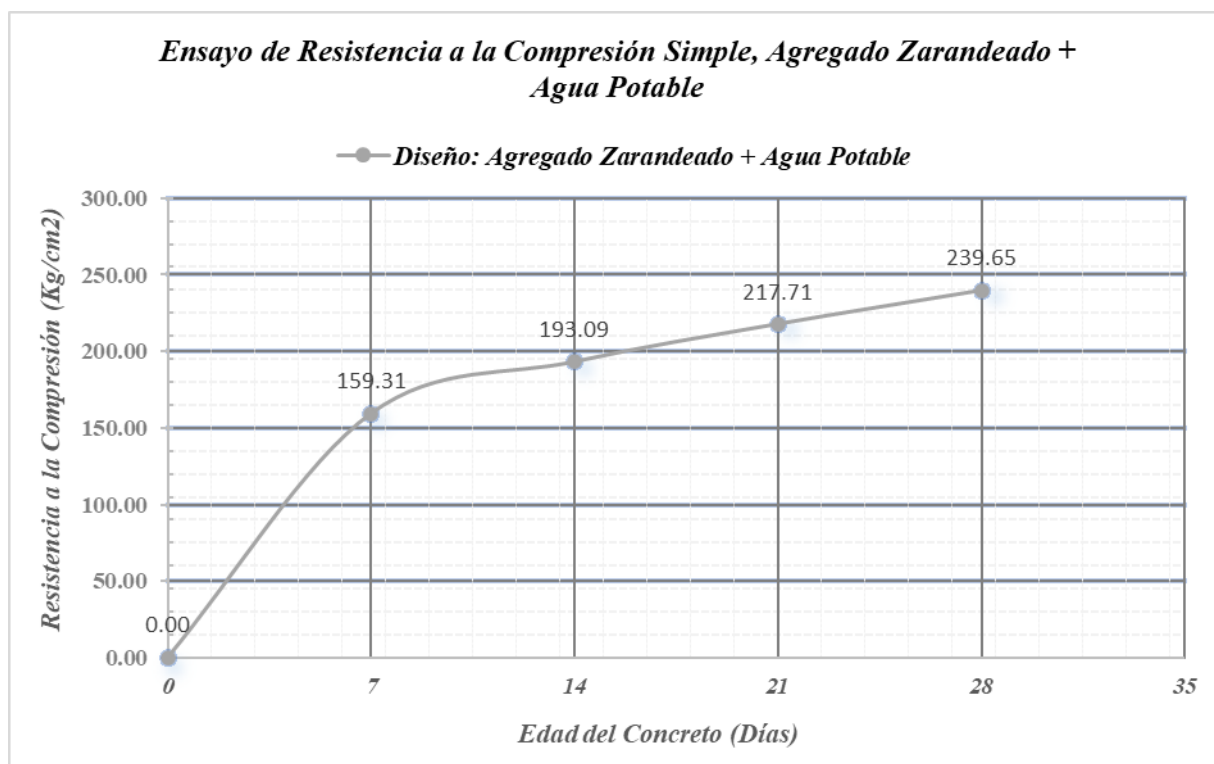
Resistencia a la compresión de agregado zarandeado + agua potable

Tabla 60: Resistencia a la compresión a la edad de 7 días de agregado zarandeado + agua potable

Muestra N°	Identificación	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	f'c (Kg/Cm2)	f'c (%)
1	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	06/05/2022	7	29048	15.20	160.081	76.23
2	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	06/05/2022	7	28965.3	15.09	161.961	77.12
3	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	06/05/2022	7	29086.2	15.17	160.926	76.63
4	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	06/05/2022	7	29102.1	15.17	161.014	76.67
5	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	06/05/2022	7	30002.3	15.02	166.433	79.25
6	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	14	34665.3	15.12	193.064	91.94
7	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	14	34513.7	15.21	189.952	90.45
8	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	14	34748.5	15.15	192.762	91.79
9	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	14	34643.2	15.2	190.915	90.91
10	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	14	34880.6	15.16	193.239	92.02
11	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	21	38720	15.2	213.382	101.61
12	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	21	39257	15.18	216.912	103.29
13	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	21	39429	15.14	219.015	104.29
14	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	21	39490.6	15.12	219.938	104.73
15	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	21	39641.7	15.17	219.327	104.44
16	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	28	44898.9	15.12	250.059	119.08
17	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	28	45123.6	15.16	249.986	119.04
18	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	28	44790	15.21	246.509	117.39
19	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	28	45265.4	15.2	249.453	118.79
20	Agregado Zarandeado + Agua Potable	210	29/04/2022	13/05/2022	28	44879.6	15.14	249.291	118.71

Fuente 91: Elaboración Propia

Gráfico 11: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado zarandeado + agua potable



Fuente 92: Elaboración Propia

Resistencia a la compresión de agregado zarandeado + agua subterránea

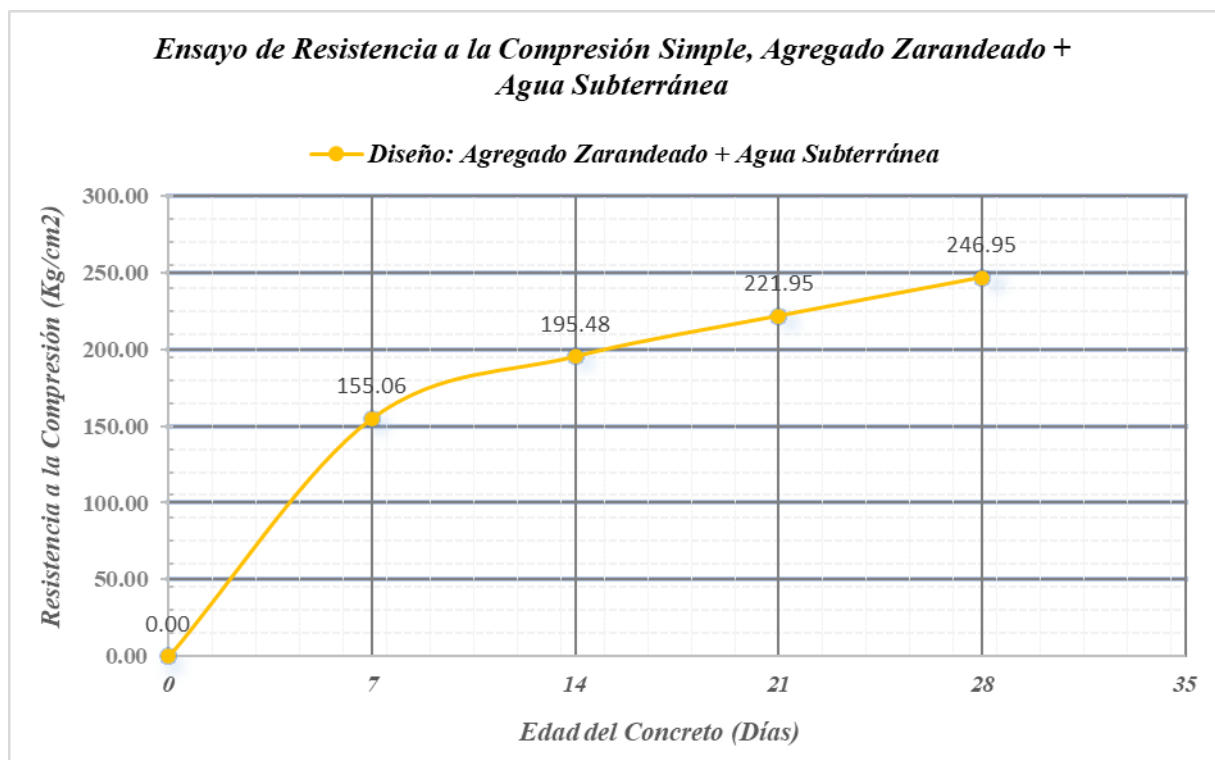
Tabla 61: Resistencia a la compresión a la edad de 7 días de agregado zarandeado + agua subterránea

Muestra Nº	Identificación	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	f'c (Kg/Cm2)	f'c (%)
1	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	28776.1	15.21	158.374	75.42
2	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	28424.9	15.20	156.647	74.59
3	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	28628.8	15.14	159.024	75.73
4	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	28464.5	15.16	157.694	75.09
5	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	06/05/2022	7	28478.3	15.18	157.355	74.93
6	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35162.1	15.17	194.542	92.64
7	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35198.2	15.18	194.485	92.61
8	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35109.5	15.12	195.538	93.11
9	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35185.2	15.21	193.647	92.21

10	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	14	35142.1	15.2	193.665	92.22
11	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	40135.3	15.09	224.418	106.87
12	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	40367.2	15.17	223.341	106.35
13	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	40045.1	15.14	222.437	105.92
14	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	39904.8	15.17	220.782	105.13
15	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	21	39700.3	15.2	218.785	104.18
16	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	46014.2	15.15	255.256	121.55
17	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	46806.8	15.21	257.609	122.67
18	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	46136.2	15.16	255.596	121.71
19	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	46710.3	15.19	257.755	122.74
20	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	210	30/04/2022	13/05/2022	28	45890.5	15.12	255.581	121.71

Fuente 93: Elaboración Propia

Gráfico 12: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado zarandeado + agua subterránea



Fuente 94: Elaboración Propia

Ensayo de durabilidad del Concreto Simple

Determinación de la inalterabilidad por medio de sulfato de magnesio

1.- Agregado chancado y agua potable.

Tabla 62: Inalterabilidad por medio de sulfato de magnesio del agregado chancado y agua potable

Tamaño de los tamices		Gradacion Original (peso)	Peso Ret. despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)
Pasa	Retiene				
Probeta 01 AC + AP	Ciclo 01	2730	2715	0.5	0.5
Probeta 01 AC + AP	Ciclo 02	2715	2696	0.7	0.7
Probeta 01 AC + AP	Ciclo 03	2696	2683	0.5	0.5
Probeta 01 AC + AP	Ciclo 04	2683	2666	0.6	0.6
Probeta 01 AC + AP	Ciclo 05	2666	2650	0.6	0.6
Totales					3.0

Fuente 95: Elaboración propia

2.- Agregado chancado y agua subterránea.

Tabla 63: Inalterabilidad por medio de sulfato de magnesio del agregado chancado y agua subterránea

Tamaño de los tamices		Gradacion Original (peso)	Peso Ret. despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)
Pasa	Retiene				
Probeta 01 AC + AS	Ciclo 01	2280	2263	0.7	0.7
Probeta 01 AC + AS	Ciclo 02	2263	2247	0.7	0.7
Probeta 01 AC + AS	Ciclo 03	2247	2231	0.7	0.7
Probeta 01 AC + AS	Ciclo 04	2231	2215	0.7	0.7
Probeta 01 AC + AS	Ciclo 05	2215	2200	0.7	0.7
Totales					3.6

Fuente 96: Elaboración propia

3.- Agregado zarandeado y agua potable

Tabla 64: Inalterabilidad por medio de sulfato de magnesio del agregado zarandeado y agua potable

Tamaño de los tamices		Gradacion Original (peso)	Peso Ret. despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)
Pasa	Retiene				
<i>Probeta 01 AZ + AP</i>	<i>Ciclo 01</i>	<i>1890</i>	<i>1879</i>	<i>0.6</i>	<i>0.6</i>
<i>Probeta 01 AZ + AP</i>	<i>Ciclo 02</i>	<i>1879</i>	<i>1864</i>	<i>0.8</i>	<i>0.8</i>
<i>Probeta 01 AZ + AP</i>	<i>Ciclo 03</i>	<i>1864</i>	<i>1854</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>
<i>Probeta 01 AZ + AP</i>	<i>Ciclo 04</i>	<i>1854</i>	<i>1846</i>	<i>0.4</i>	<i>0.4</i>
<i>Probeta 01 AZ + AP</i>	<i>Ciclo 05</i>	<i>1846</i>	<i>1830</i>	<i>0.9</i>	<i>0.9</i>
<i>Totales</i>					<i>3.2</i>

Fuente 97: Elaboración propia

4.- Agregado zarandeado y agua subterránea

Tabla 65: Inalterabilidad por medio de sulfato de magnesio del agregado zarandeado y agua subterránea

Tamaño de los tamices		Gradacion Original (peso)	Peso Ret. despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)
Pasa	Retiene				
<i>Probeta 01 AZ + AS</i>	<i>Ciclo 01</i>	<i>2190</i>	<i>2173</i>	<i>0.8</i>	<i>0.8</i>
<i>Probeta 01 AZ + AS</i>	<i>Ciclo 02</i>	<i>2173</i>	<i>2156</i>	<i>0.8</i>	<i>0.8</i>
<i>Probeta 01 AZ + AS</i>	<i>Ciclo 03</i>	<i>2156</i>	<i>2140</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>
<i>Probeta 01 AZ + AS</i>	<i>Ciclo 04</i>	<i>2140</i>	<i>2125</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>
<i>Probeta 01 AZ + AS</i>	<i>Ciclo 05</i>	<i>2125</i>	<i>2110</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>
<i>Totales</i>					<i>3.7</i>

Fuente 98: Elaboración propia

Determinación de la resistividad del hormigón.

Tabla 66: Resistividad del concreto

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño F'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Temperatura °c	Resistividad Eléctrica (kΩ.cm)
1	AZ+AS (AGREGADO ZARANDEADO Y AGUA SUBTERRÁNEA)	210	01/05/2022	20/06/2022	50	19.5	13.4
2	AC+AS (AGREGADO CHANCADO Y AGUA SUBTERRÁNEA)	210	30/04/2022	20/06/2022	51	19.5	17.4
3	AZ+AP (AGREGADO ZARANDEADO Y AGUA POTABLE)	210	29/04/2022	20/06/2022	52	19.5	11.6
1	AC+AP (AGREGADO CHANCADO Y AGUA POTABLE)	210	28/04/2022	20/06/2022	53	19.5	14.8

Fuente 99: Elaboración propia

Análisis de los resultados de ensayos de agregados

Para proceder a la elaboración de un objetivo análisis de los resultados que se obtuvieron después de realizados los ensayos correspondientes a cada uno de los agregados utilizados, se debe de tener presente siempre la normatividad peruana que rige a cada uno de los procedimientos.

Análisis de resultados de agua subterránea

Para la realización de esta investigación se realizó en primer lugar ensayos al agua subterránea con la finalidad de poder conocer las características que esta presenta, y con ello presentar los ensayos que se realizaran al concreto, empezamos por el ensayo de contenido de sulfatos, el cual se realizó siguiendo lo estipulado en la NT.P. 339.178 [25], nos arrojó una cantidad de 120 mg/l, lo cual comparándolo con los estándares que nos brinda la OMS en [38], la cual nos dice que aguas con concentraciones por encima de 250 mg/l no debe de considerarse agua para consumo humano, además en esta se puede notar un sabor perceptible; el agua que hemos analizado al tener un valor muy por debajo de este podemos afirmar que cumple con estas recomendaciones.

El contenido de cloruros, el cual se realizó siguiendo lo estipulado en la NT.P. 339.177 [24], nos arrojó una cantidad de 10 mg/l, la OMS en [38], la cual nos da como límite 250 mg/l; el agua que hemos analizado al tener un valor muy por debajo de este podemos afirmar que es óptima para el consumo humano.

El contenido de sales totales obtenido es de 240 mg/l, la OMS en [38], nos brinda como valor máximo permitido 1000 mg/l por tanto el agua ensayada cumple con estos requerimientos. Para el pH del agua, el valor obtenido ha sido de 7.62, la OMS en [38], nos da como valores óptimos de pH entre los rangos de 6.5 a 8, por ende, esta agua también cumple este parámetro. Para el contenido de sólidos en suspensión, tenemos un valor de 22.32%. para la alcalinidad, se obtuvo 30% y finalmente se obtuvo un 1.38% de materia orgánica.

Análisis de resultados del agregado fino

Análisis Granulométrico del agregado fino

Empezando por el agregado fino, tenemos que en el ensayo granulométrico que se realizó siguiendo los límites presentados en la N.T.P. 400.012, específicamente en el artículo 7.3 recomienda que la cantidad mínima de material seco no debe ser inferior a 300 gr, es por ello por lo que en la tabla 14 mostramos que la cantidad utilizada para la realización de este procedimiento fue 500 gr.

La granulometría realizada al agregado fino que se va a utilizar para la preparación de la mezcla se encuentra en su totalidad dentro de los límites que la norma NTP 400.037 establece, por ende, podemos afirmar que este tipo de material es adecuado para la elaboración de concreto.

Con respecto a el cálculo del módulo de fineza del agregado fino el artículo 9.2 de la N.T.P. 400.012 muestra que es:

$$MF = \frac{\text{Peso retenido acumulado} \left(\frac{3}{8}'' + \#4 + \#8 + \#16 + \#30 + \#50 + \#100 \right)}{100}$$

De la misma manera en el artículo 6.2 de la N.T.P. 400.037, nos dice que la suma del porcentaje retenido en dos tamices consecutivos no debe de ser mayor al 45% de la muestra en estudio. Finalmente presenta que el módulo de fineza debe de encontrarse entre 2.3 – 3.1 con una varianza de ± 2 .

Según lo expuesto anteriormente podemos notar que ninguna de los tamices consecutivos a retenido por encima del 45% del peso total.

El agregado fino que ha sido ensayado presentó un módulo de fineza de 3.28, el cual es un indicador según Gutiérrez [39], de que estamos frente a una arena gruesa, pues la podemos encontrar en el rango de 2.5 a 3.5.

Análisis del peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino y contenido de humedad.

El agregado fino en estudio presenta un peso específico de 2.65 g/cm³, dicho valor lo podemos encontrar entre 2.5 – 2.75, por ello podemos afirmar que el material en estudio tiene un peso específico normal.

El porcentaje de absorción que se obtuvo fue de 0.827%, lo cual para un agregado fino se considera como un valor aceptable, pues los agregados que presente un porcentaje de absorción menores a 5% se clasifican como material de calidad optima.

El contenido de humedad que llegó a presentar en agregado fue de 0.75 %

Tomando los resultados obtenidos mediante estos ensayos podemos decir que nos encontramos frente a un material no muy poroso, pero que si va a generar un aumento en la cantidad de agua de diseño, con esto queda confirmado que un agregado presenta una absorción mayor al su contenido de humedad, que fue lo expuesto por Abanto en [40].

Además, en base al ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino y el ensayo para contenido de humedad, se puede analizar que se contó con un agregado relativamente poroso con un porcentaje de absorción del 1.13% y un porcentaje de humedad del 0.72%, lo cual originó un mayor empleo de agua para la mezcla así mismo como una corrección por humedad durante el diseño, esto se respalda con la afirmación de Abanto [40].

Análisis del peso unitario del agregado fino.

El agregado fino presentó un peso volumétrico suelto igual a 1631.62 kg/m³, este valor al aproximarse al rango de 1400 – 1600 kg/m³ que se considera óptimo para un agregado normal, se considera aceptable.

El agregado fino presentó un peso volumétrico compactado igual a 1777.62 kg/m³, este valor al aproximarse al rango de 1500 – 1700 kg/m³ que se considera óptimo para un agregado normal, se considera aceptable.

Análisis de resultados del agregado grueso

Análisis Granulométrico del agregado grueso

El artículo 7.4 de la N.T.P. 400.012 [28], recomienda que la cantidad mínima de material seco no debe ser inferior a 2000 gr, es por ello por lo que en la tabla 20 y 21 mostramos que la cantidad utilizada para la realización de este procedimiento fue 5000 gr para ambos materiales en estudio.

La granulometría realizada al agregado grueso, tanto chancado como zarandeado que se va a utilizar para la preparación de la mezcla se encuentra en su mayoría dentro de los límites que

la norma NTP 400.037 establece, por ende, podemos afirmar que este tipo de material es adecuado para la elaboración de concreto.

Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso y contenido de humedad.

El agregado grueso chancado en estudio presenta un peso específico de 2.88 g/cm³, dicho valor al ser mayor a 2.5g/cm³, podemos afirmar que el material en estudio tiene un peso específico normal.

El porcentaje de absorción que se obtuvo fue de 0.612%, lo cual para un agregado fino se considera como un valor aceptable, pues los agregados que presente un porcentaje de absorción menor a 3% se clasifican como material de calidad optima.

El agregado grueso zarandeado en estudio presenta un peso específico de 2.84 g/cm³, dicho valor al ser mayor a 2.5g/cm³, podemos afirmar que el material en estudio tiene un peso específico normal.

El porcentaje de absorción que se obtuvo fue de 0.586%, lo cual para un agregado fino se considera como un valor aceptable, pues los agregados que presente un porcentaje de absorción menor a 3% se clasifican como material de calidad optima.

El contenido de humedad que llegó a presentar el agregado grueso chancado fue de 0.70 %

El contenido de humedad que llegó a presentar el agregado grueso zarandeado fue de 0.67 %

Tomando los resultados obtenidos mediante estos ensayos podemos decir que nos encontramos frente a un material no muy poroso, pero que, si va a generar un aumento en la cantidad de agua de diseño.

Peso unitario del agregado grueso.

El agregado grueso chancado presentó un peso volumétrico suelto igual a 1469.04 kg/m³, este valor se considera aceptable para el uso de este material.

El agregado chancado presentó un peso volumétrico compactado igual a 1561.01 kg/m³, este valor al aproximarse al rango de 1500 – 1700 kg/m³ que se considera óptimo para un agregado normal, se considera aceptable.

El agregado grueso zarandeado presentó un peso volumétrico suelto igual a 1584.90 kg/m³, este valor se considera aceptable para el uso de este material.

El agregado chancado presentó un peso volumétrico compactado igual a 1668.01 kg/m³, este valor al aproximarse al rango de 1500 – 1700 kg/m³ que se considera óptimo para un agregado normal, se considera aceptable.

Ensayo para obtener la degradación de los agregados gruesos por abrasión e impacto en la máquina Los Ángeles

El ensayo de degradación por medio de abrasión e impacto en la maquina Los Ángeles al agregado grueso chancado nos da como resultado un desgaste de 28%, el cual al estar muy por debajo del límite de 50% de desgaste es óptimo para la preparación de mezclas de concreto.

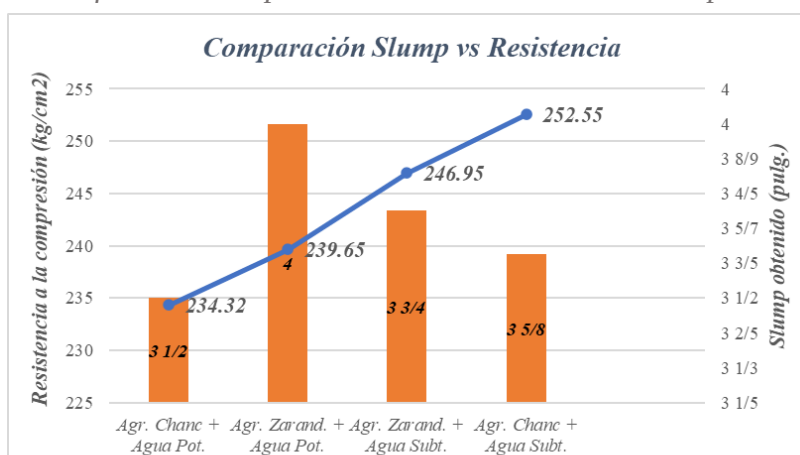
El ensayo de degradación por medio de abrasión e impacto en la maquina Los Ángeles al agregado grueso chancado nos da como resultado un desgaste de 36%, el cual al estar muy por debajo del límite de 50% de desgaste es óptimo para la preparación de mezclas de concreto

Análisis de los resultados de los ensayos del concreto en estado fresco

Consistencia del Concreto en estado fresco

Mediante la realización del ensayo de trabajabilidad en las diferentes muestras, podemos notar que el concreto que ha sido elaborado con agregado zarandeado y agua subterránea presenta el mayor asentamiento, siendo este un indicador de la influencia que estos tipos de materiales presentan en trabajabilidad del concreto. Cabe indicar que la forma angular y áspera que presenta el agregado chancado le ha permitido obtener una mayor adherencia entre sus partículas y la pasta, lo que generó que esté presente una mezcla más consistente y de menor trabajabilidad. Además, cabe resaltar que el agregado zarandeado al presentar una textura lisa presenta una menor absorción, esto conlleva a que su consumo de agua sea menor y la resistencia a la compresión sea más elevada.

Gráfico 13: Slump obtenido vs Resistencia a la compresión



Fuente 100: Elaboración Propia

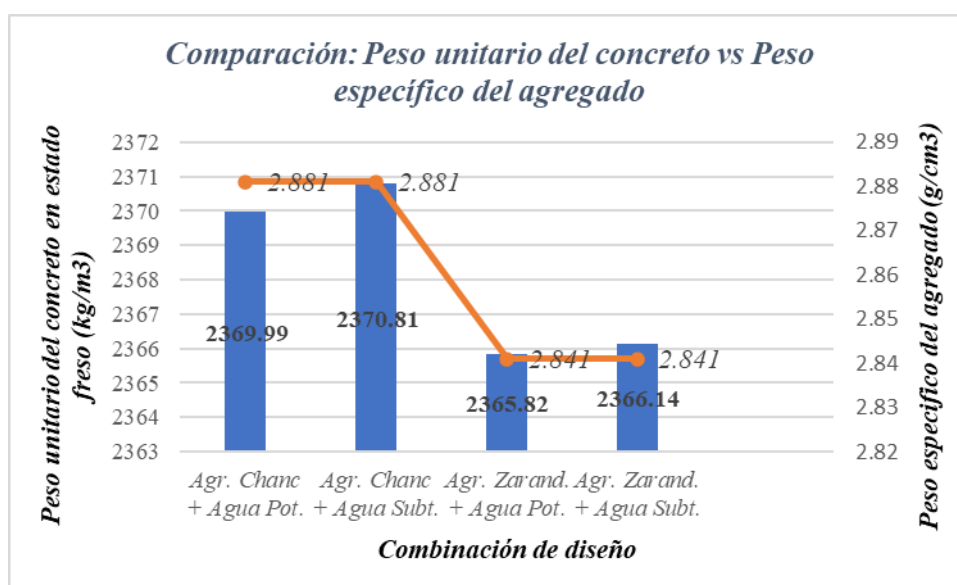
En el grafico 13 podemos analizar que la combinación de agregado chancado y agregado zarandeado con agua potable la trabajabilidad que estos presentaron no ha sido un indicador de la resistencia, pues observando el slump que ambos presentaron, se podía esperar que el agregado chancado obtuviera una mayor resistencia final, análisis que al finalizar los 28 días no ocurrió, pues, la combinación agregado zarandeado y agua potable obtuvieron una resistencia final de 2.54% mayor que la combinación de agregado chancado y agua potable.

La combinación de agregado chancado y agregado zarandeado con agua subterránea presentan un panorama muy parecido, pues si bien la combinación de agregado zarandeado y agua subterránea tienen una mayor trabajabilidad, transcurrido los 28 días la resistencia que obtuvo esta 2.77% debajo de la resistencia obtenida por la combinación de agregado chancado y agua subterránea.

Análisis de los resultados del ensayo de peso unitario.

Según los resultados que se presentan, el peso unitario en estado fresco del concreto está comprendido entre los valores de 2300 hasta 2500 kg/m³.

Gráfico 14: Peso unitario del concreto vs Peso específico del agregado



Fuente 101: Elaboración Propia

El grafico 14, presenta los valores promedios de los pesos unitarios obtenidos, por lo tanto, podemos afirmar que el peso del concreto, si está en relación con el peso del agregado.

Para la combinación de agregado chancado y agua potable se obtuvo un peso unitario de 2369.99 kg/m³, teniendo en cuenta que el agregado chancado presentaba un peso específico de 2.88 g/cm³.

La combinación de agregado chancado y agua subterránea al presentar el mismo tipo de material grueso presenta un peso específico muy parecido siendo este de 2370.81kg/m³.

La combinación de agregado zarandeado con agua potable y subterránea al presentar el material grueso igual y teniendo este un peso específico de 2.841 g/cm³, sus pesos específicos son parecidos, siendo para la combinación con agua subterránea 2366.14 kg/m³ y la combinación con agua potable de 2365.82 kg/m³.

Estos resultados nos llevan a la conclusión de que cuanto mayor sea la diferencia del peso específico del agregado, mayor será la diferencia entre los pesos unitarios del concreto.

Análisis de los resultados de los ensayos del concreto en estado endurecido

Resistencia a la compresión de cada combinación:

Procederemos a ejecutar la comparación de la resistencia que el concreto elaborado con las combinaciones de agregado chancado y agua potable, agregado chancado y agua subterránea, agregado zarandeado y agua potable y finalmente agregado zarandeado y agua subterránea para las edades de 7, 14, 21 y 28 días.

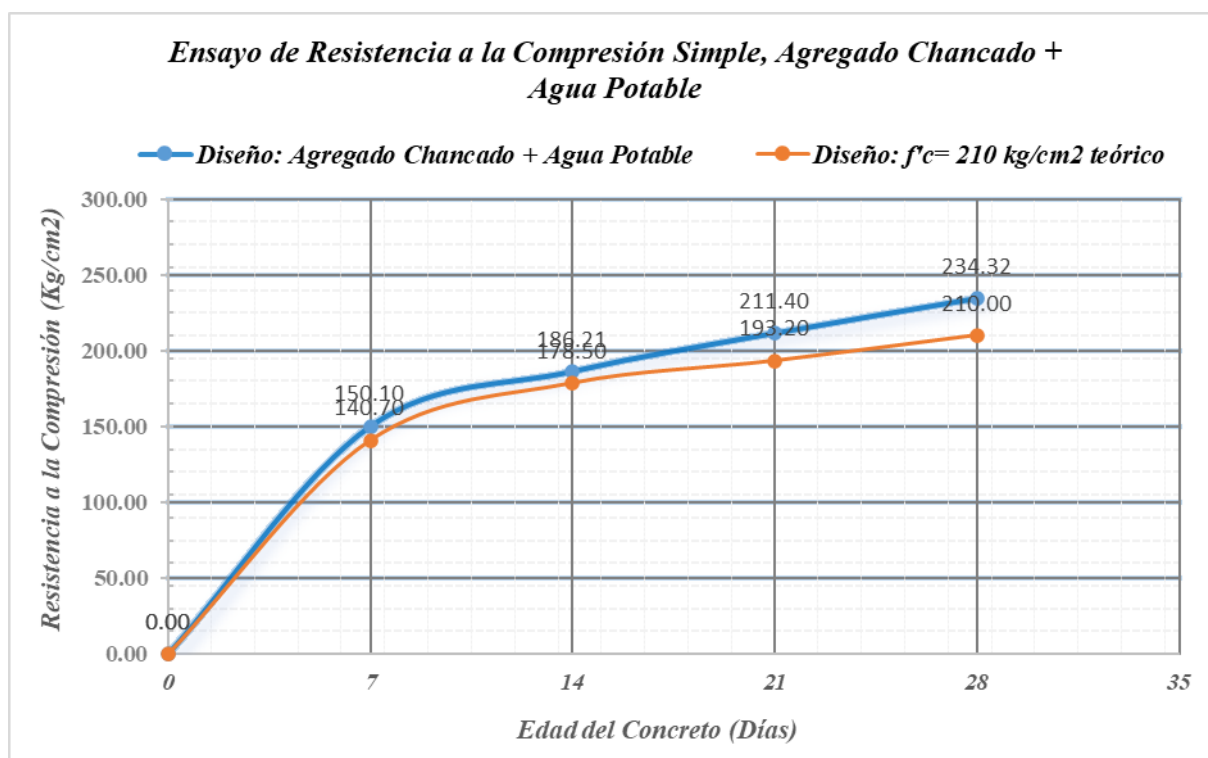
1.- Resistencia a la compresión de agregado chancado y agua potable

Tabla 67: Resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

<i>Diseño: Agregado Chancado + agua potable</i>			
<i>Muestra N°</i>	<i>Combinación</i>	<i>Edad (Días)</i>	<i>Resistencia Promedio (kg/cm²)</i>
1	<i>Agregado Chancado + Agua Potable</i>	0	0.00
2		7	150.10
3		14	186.21
4		21	211.40
5		28	234.32

Fuente 102: Elaboración Propia

Gráfico 15: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado chancado + agua potable



Fuente 103: Elaboración Propia

Los resultados mostrados en la tabla 54 son los promedios que se obtuvieron a las edades de 7, 14, 21, y 28 días para el diseño de agregado chancado y agua potable y en el gráfico 14 se presenta una comparación entre la curva de resistencia obtenida y la curva de resistencia teórica del concreto $f'_c = 210$ kg/cm².

Podemos observar que nuestro concreto desde el inicio de la curva presenta una resistencia mayor a la que nos recomienda la normatividad, pues ya en los primeros 7 días la combinación de agregado chancado y agua potable obtuvo una resistencia 4.47% por encima de la resistencia teórica, esta diferencia se mantuvo hasta el término de los 28 días, ya que, a los 14 días fue 3.67%, a los 21 días 8.67% y a los 28 días 11.58% mayor que la resistencia teórica.

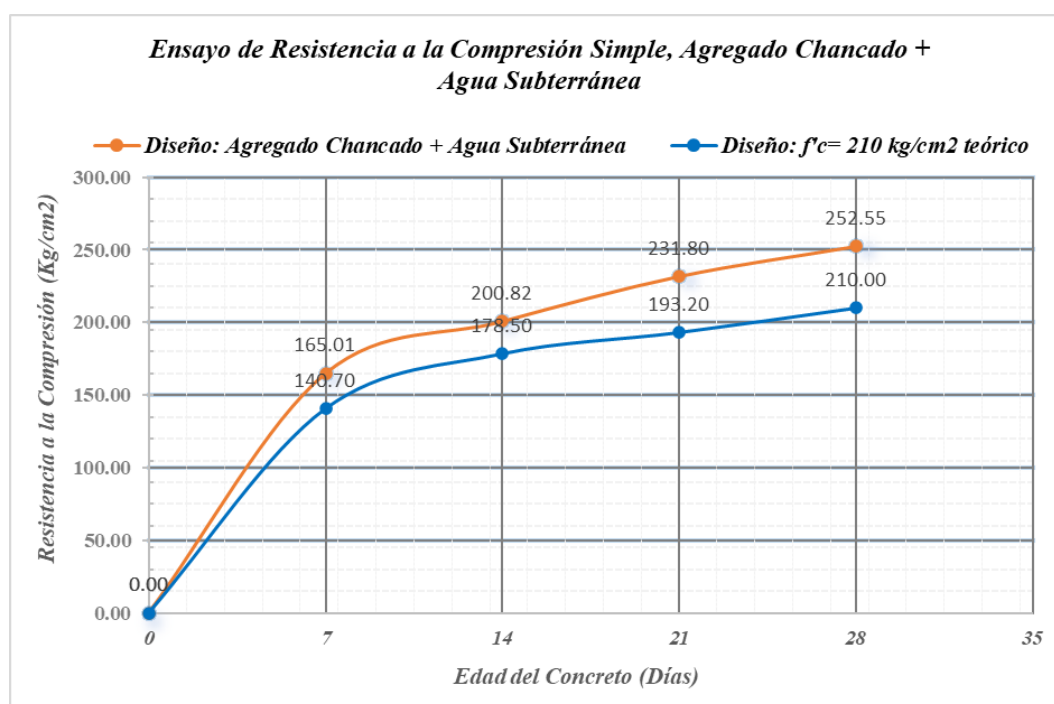
2.- Resistencia a la compresión de agregado chancado y agua subterránea

Tabla 68: Resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Diseño: Agregado Chancado + agua subterránea			
Muestra N°	Combinación	Edad (Días)	Resistencia Promedio (kg/cm²)
1	Agregado Chancado + Agua Subterránea	0	0.00
2		7	165.01
3		14	200.82
4		21	231.80
5		28	252.55

Fuente 104: Elaboración Propia

Gráfico 16: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado chancado + agua subterránea



Fuente 105: Elaboración Propia

Los resultados mostrados en la tabla 55 son los promedios que se obtuvieron a las edades de 7, 14, 21, y 28 días para el diseño de agregado chancado y agua subterránea y en el gráfico 15 se presenta una comparación entre la curva de resistencia obtenida y la curva de resistencia teórica del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Podemos observar que nuestro concreto desde el inicio de la curva presenta una resistencia mayor a la que nos recomienda la normatividad, pues ya en los primeros 7 días la combinación de agregado chancado y agua subterránea obtuvo una resistencia 11.57% por encima de la

resistencia teórica, esta diferencia se mantuvo hasta el termino de los 28 días, ya que, a los 14 días fue 10.63%, a los 21 días 18.38% y a los 28 días 20.26% mayor que la resistencia teórica.

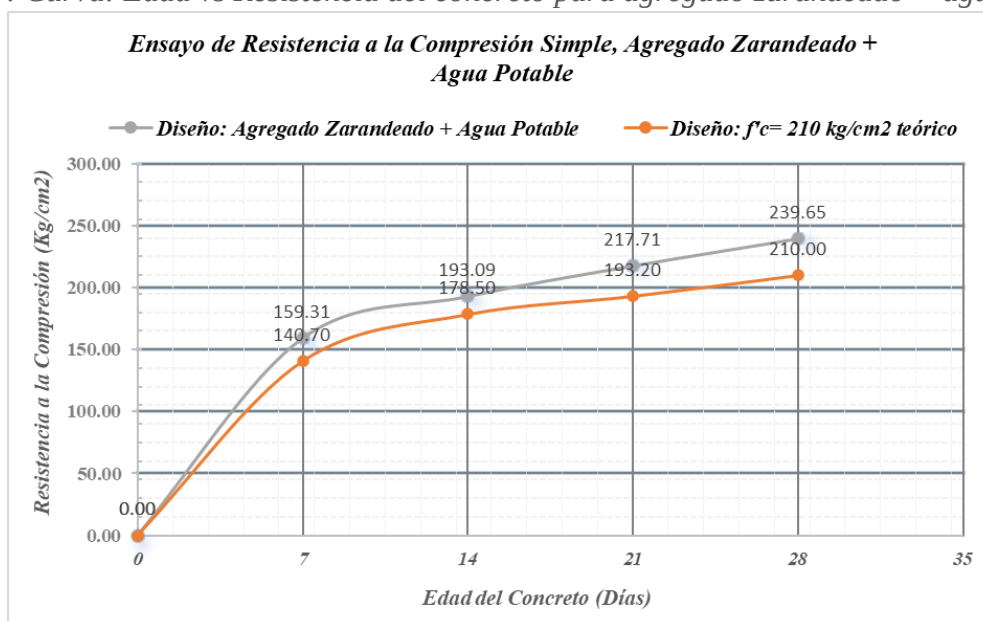
3.- Resistencia a la compresión de agregado zarandeado y agua potable

Tabla 69: Resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Diseño: Agregado zarandeado + agua potable			
Muestra N°	Combinación	Edad (Días)	Resistencia Promedio (kg/cm²)
1	Agregado Zarandeado + Agua Potable	0	0.00
2		7	159.31
3		14	193.09
4		21	217.71
5		28	239.65

Fuente 106: Elaboración Propia

Gráfico 17: Curva: Edad vs Resistencia del concreto para agregado zarandeado + agua potable



Fuente 107: Elaboración Propia

Los resultados mostrados en la tabla 56 son los promedios que se obtuvieron a las edades de 7, 14, 21, y 28 días para el diseño de agregado zarandeado y agua potable y en el grafico 16 se presenta una comparación entre la curva de resistencia obtenida y la curva de resistencia teórica del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Podemos observar que nuestro concreto desde el inicio de la curva presenta una resistencia mayor a la que nos recomienda la normatividad, pues ya en los primeros 7 días la combinación

de agregado chancado y agua subterránea obtuvo una resistencia 8.86% por encima de la resistencia teórica, esta diferencia se mantuvo hasta el termino de los 28 días, ya que, a los 14 días fue 6.95%, a los 21 días 11.67% y a los 28 días 14.12% mayor que la resistencia teórica.

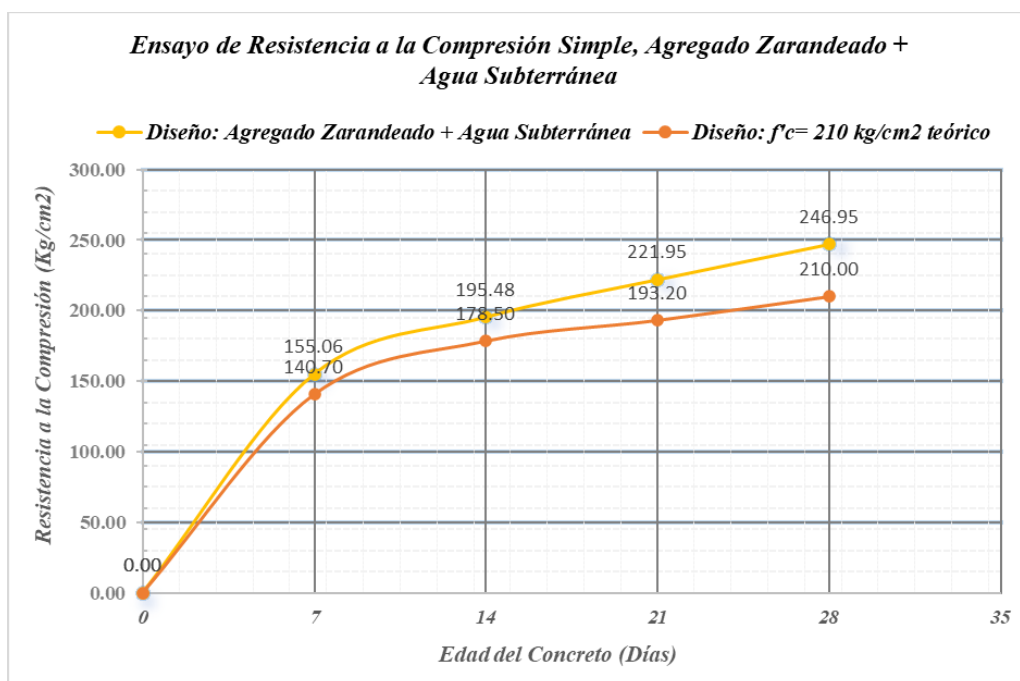
4.- Resistencia a la compresión de agregado zarandeado y agua subterránea

Tabla 70: Resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Diseño: Agregado zarandeado + agua subterránea			
Muestra N°	Combinación	Edad (Días)	Resistencia Promedio (kg/cm²)
1	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	0	0.00
2		7	155.06
3		14	195.48
4		21	221.95
5		28	246.95

Fuente 108: Elaboración Propia

Gráfico 18: Edad vs Resistencia del concreto para agregado zarandeado + agua subterránea



Fuente 109: Elaboración Propia

Los resultados mostrados en la tabla 57 son los promedios que se obtuvieron a las edades de 7, 14, 21, y 28 días para el diseño de agregado zarandeado y agua potable y en el grafico 17 se presenta una comparación entre la curva de resistencia obtenida y la curva de resistencia teórica del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Podemos observar que nuestro concreto desde el inicio de la curva presenta una resistencia mayor a la que nos recomienda la normatividad, pues ya en los primeros 7 días la combinación de agregado chancado y agua subterránea obtuvo una resistencia 6.84% por encima de la resistencia teórica, esta diferencia se mantuvo hasta el termino de los 28 días, ya que, a los 14 días fue 8.09%, a los 21 días 13.69% y a los 28 días 17.59% mayor que la resistencia teórica.

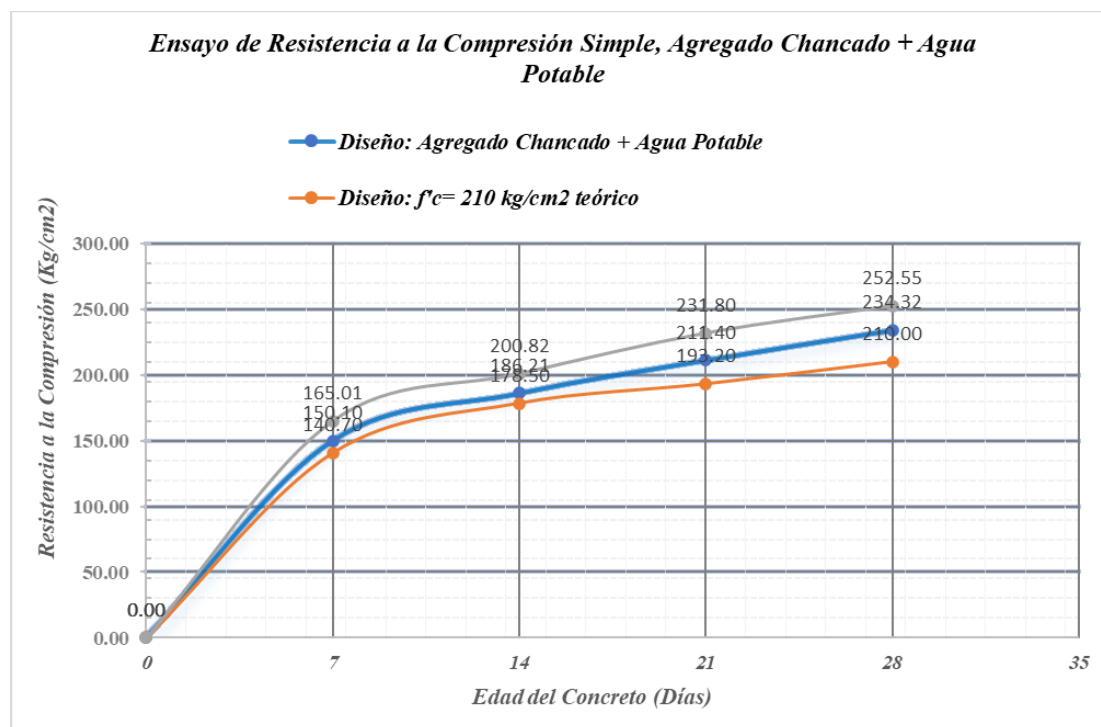
5.- Comparación de resistencia a la compresión entre los diseños de agregado chancado y agua potable y agregado chancado y agua subterránea.

Tabla 71: Agregado chancado + agua potable vs Agregado chancado + agua subterránea

Diseño: agregado chancado + agua potable vs agregado chancado + agua subterránea				
Muestra N°	Combinación	Edad (Días)	Resistencia Promedio (kg/cm2)	f'c (%)
1	Agregado Chancado + Agua Potable	0	0.00	0.00%
2		7	150.10	71.47%
3		14	186.21	88.67%
4		21	211.40	100.67%
5		28	234.32	111.58%
1	Agregado Chancado + Agua Subterránea	0	0.00	0.00%
2		7	165.01	78.57%
3		14	200.82	95.63%
4		21	231.80	110.38%
5		28	252.55	120.26%

Fuente 110: Elaboración Propia

Gráfico 19: Curva: agregado chancado + agua potable vs agregado chancado + agua subterránea



Fuente 111: Elaboración Propia

Los resultados mostrados en la tabla 58 son los promedios que se obtuvieron a las edades de 7, 14, 21, y 28 días para el diseño de agregado chancado y agua potable comparado con el diseño agregado chancado y agua subterránea y el gráfico 18 muestra la tendencia que se presentó en estas dos combinaciones comparando las curvas de resistencia de ambas combinaciones y la curva de resistencia teórica del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Notamos que la combinación de agregado chancado y agua subterránea durante toda la curva se encuentra por encima de la combinación agregado chancado y agua potable, en los primeros 7 días la resistencia de la primera combinación es 7.1% mayor que la segunda combinación, al cabo de 14, 21 y 28 días es 6.96%, 9.71% y 8.68% respectivamente.

Llegando a la conclusión de que el agua subterránea que se utilizó para la mezcla de concreto si influye en la resistencia de este, pues le aportó a este una resistencia mayor a la obtenida del concreto elaborado con agua potable.

Con respecto a la curva de resistencia teórica del concreto, ambas combinaciones se encuentran por encima, en los primeros 7 días podemos notar que la combinación agregada chancado y agua subterránea y la combinación de agregado chancado y agua potable presentan una resistencia de 11.57% y 4.47% mayor que la curva teórica, a los 14 días la resistencia es de

10.63% y 3.67% mayor, a los 21 días es 18.38% y 8.67% y al termino de los 28 dias la resistencia es de 20.26% y 11.58% mayor.

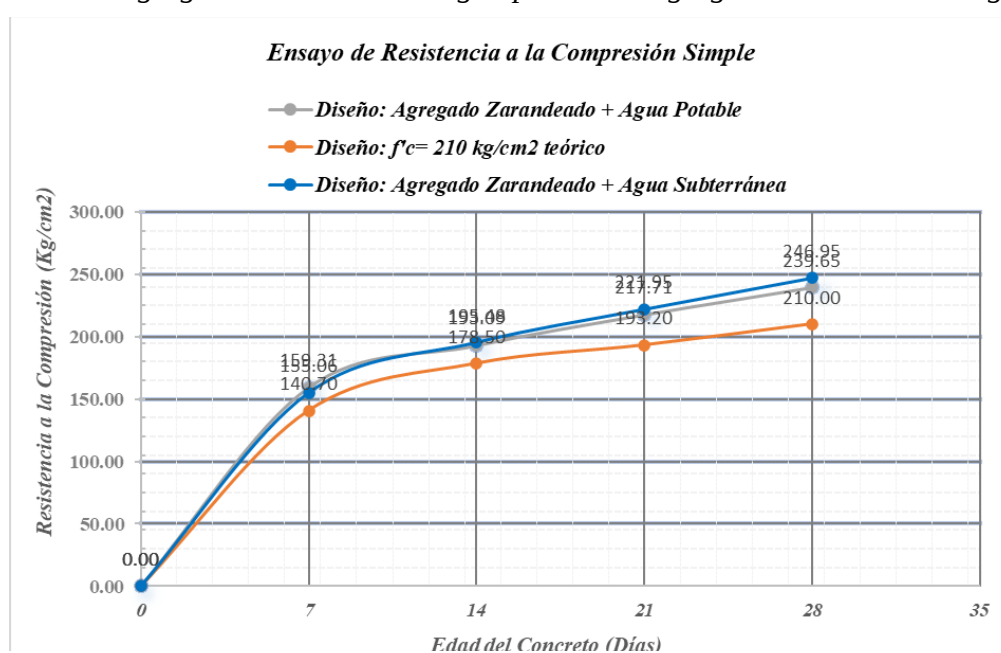
6.- Comparación de resistencia a la compresión entre los diseños de agregado zarandeado y agua potable y agregado zarandeado y agua subterránea.

Tabla 72: Agregado zarandeado + agua potable vs Agregado zarandeado + agua subterránea

Diseño: Agregado zarandeado + agua potable vs agregado zarandeado + agua subterránea				
Muestra N°	Combinación	Edad (Días)	Resistencia Promedio (kg/cm2)	f'c (%)
1	Agregado Zarandeado + Agua Potable	0	0.00	0.00%
2		7	159.31	75.86%
3		14	193.09	91.95%
4		21	217.71	103.67%
5		28	239.65	114.12%
	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	0	0.00	0.00%
2		7	155.06	73.84%
3		14	195.48	93.09%
4		21	221.95	105.69%
5		28	246.95	117.59%

Fuente 113: Elaboración Propia

Gráfico 20: Curva: agregado zarandeado + agua potable vs agregado zarandeado + agua subterránea



Fuente 112: Elaboración Propia

Los resultados mostrados en la tabla 59 son los promedios que se obtuvieron a las edades de 7, 14, 21, y 28 días para el diseño de agregado zarandeado y agua potable comparado con el diseño agregado zarandeado y agua subterránea y el grafico 19 muestra la tendencia que se presentó en estas dos combinaciones comparando las curvas de resistencia de ambas combinaciones y la curva de resistencia teórica del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Notamos que la combinación de agregado zarandeado y agua potable en los primeros 7 días obtuvieron una resistencia 2.03% mayor que la combinación de agregado zarandeado y agua subterránea, sin embargo, transcurrido los 14 días, estos resultados cambiaron, obteniendo la combinación de agregado zarandeado y agua subterránea una resistencia 1.14% mayor, esta tendencia se mantuvo hasta el final obteniendo resistencia de 2.02% mayor a los 21 días y 3.48% mayor a los 28 días.

Nuevamente podemos notar que el concreto elaborado con agua subterránea al termino de los 28 días obtuvo una resistencia mayor que el concreto elaborado con agua potable.

Con respecto a la curva de resistencia teórica del concreto, ambas combinaciones se encuentran por encima, en los primeros 7 días podemos notar que la combinación agregada zarandeado y agua subterránea y la combinación de agregado zarandeado y agua potable presentan una resistencia de 6.84% y 8.86% mayor que la curva teórica, a los 14 días la resistencia es de 8.09% y 6.95% mayor, a los 21 días es 13.69% y 11.67% y al termino de los 28 días la resistencia es de 17.59% y 14.12% mayor.

7.- Comparación de resistencia a la compresión entre los diseños de agregado chancado y agua potable y agregado zarandeado y agua potable.

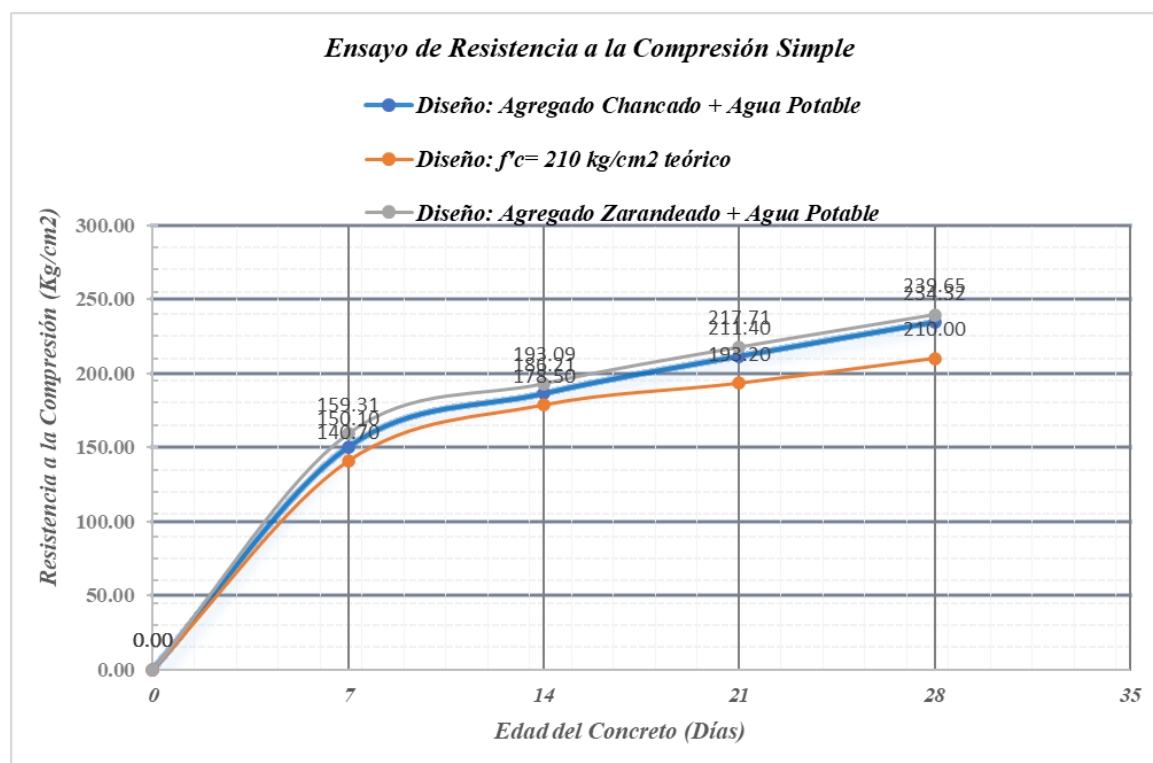
Tabla 73: Agregado chancado + agua potable vs Agregado zarandeado + agua potable

Diseño: Agregado Chancado + agua potable vs agregado zarandeado + agua potable				
Muestra N°	Combinación	Edad (Días)	Resistencia Promedio (kg/cm²)	f'c (%)
1	Agregado Chancado + Agua Potable	0	0.00	0.00%
2		7	150.10	71.47%
3		14	186.21	88.67%
4		21	211.40	100.67%
5		28	234.32	111.58%
1		0	0.00	0.00%
2		7	159.31	75.86%

3	Agregado Zarandeado + Agua Potable	14	193.09	91.95%
4		21	217.71	103.67%
5		28	239.65	114.12%

Fuente 114: Elaboración Propia

Gráfico 21: Curva: agregado chancado + agua potable vs agregado zarandeado + agua potable



Fuente 115: Elaboración Propia

Los resultados mostrados en la tabla 60 son los promedios que se obtuvieron a las edades de 7, 14, 21, y 28 días para el diseño de agregado chancado y agua potable comparado con el diseño agregado zarandeado y agua potable y el grafico 20 muestra la tendencia que se presentó en estas dos combinaciones comparando las curvas de resistencia de ambas combinaciones y la curva de resistencia teórica del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Notamos que la combinación de agregado zarandeado y agua potable en los primeros 7 días obtuvieron una resistencia 4.39% mayor que la combinación de agregado chancado y agua potable, transcurrido los 14 días la resistencia fue 3.28% mayor, a los 21 días la resistencia fue de 3.01% mayor y a los 28 días fue 2.54% mayor.

Podemos observar que el concreto realizado con agregado zarandeado y agua potable obtuvo una resistencia final mayor, aunque la diferencia no ha sido considerable, esto se puede haber ocasionado por el acomodamiento de partículas al momento de llenado del molde.

Con respecto a la curva de resistencia teórica del concreto, ambas combinaciones se encuentran por encima, en los primeros 7 días podemos notar que la combinación agregada chancado y agua potable y la combinación de agregado zarandeado y agua potable presentan una resistencia de 4.47% y 8.86% mayor que la curva teórica, a los 14 días la resistencia es de 3.67% y 6.95% mayor, a los 21 días es 8.67% y 11.67% y al termino de los 28 días la resistencia es de 11.58% y 14.12% mayor.

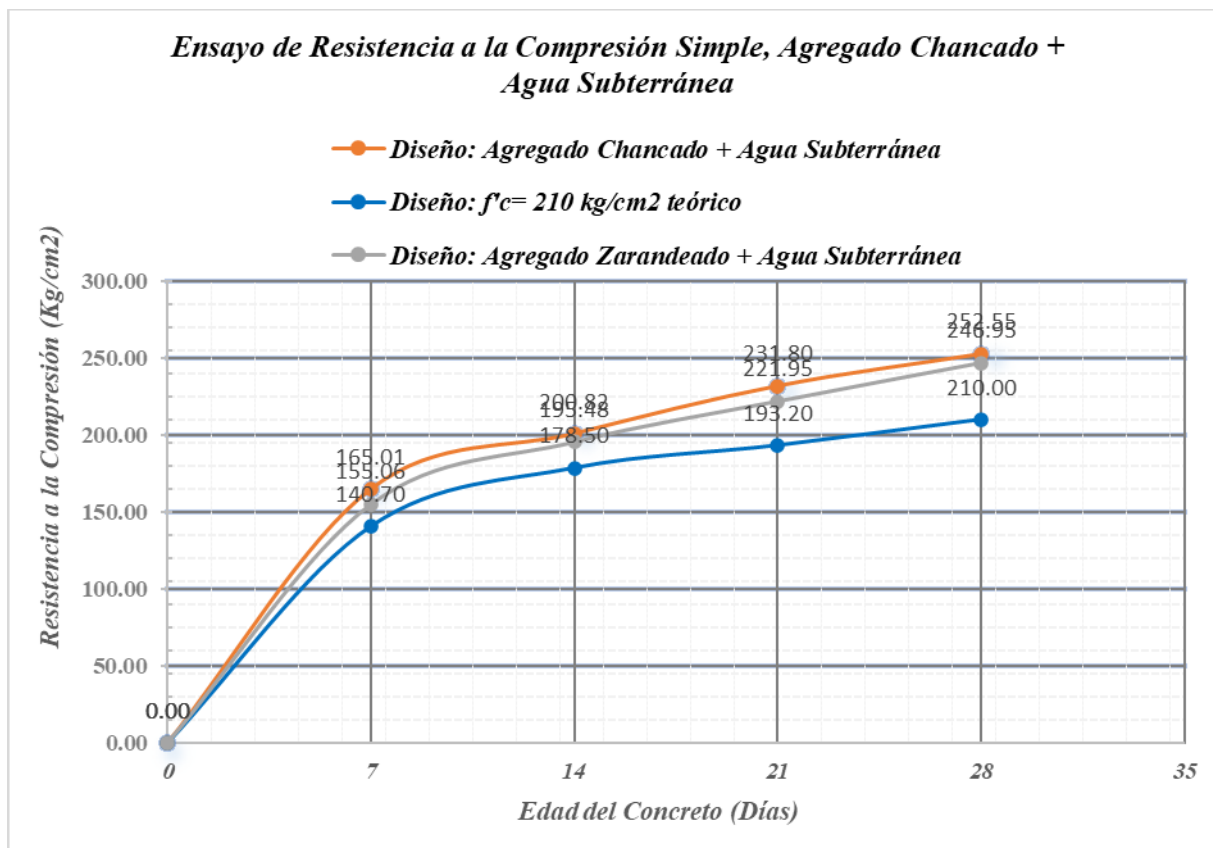
8.- Comparación de resistencia a la compresión entre los diseños de agregado chancado y agua subterránea y agregado zarandeado y agua subterránea.

Tabla 74: Agregado chancado + agua subterránea vs Agregado zarandeado + agua subterránea

Diseño: Agregado chancado + agua subterránea vs Agregado zarandeado y agua subterránea				
Muestra N°	Combinación	Edad (Días)	Resistencia Promedio (kg/cm²)	f'c (%)
1	Agregado Chancado + Agua Subterranea	0	0.00	0.00%
2		7	165.01	78.57%
3		14	200.82	95.63%
4		21	231.80	110.38%
5		28	252.55	120.26%
1	Agregado Zarandeado + Agua Subterranea	0	0.00	0.00%
2		7	155.06	73.84%
3		14	195.48	93.09%
4		21	221.95	105.69%
5		28	246.95	117.59%

Fuente 116: Elaboración Propia

Gráfico 22: Curva: agregado chancado + agua subterránea vs agregado zarandeado + agua subterránea



Fuente 117: Elaboración Propia

Los resultados mostrados en la tabla 61 son los promedios que se obtuvieron a las edades de 7, 14, 21, y 28 días para el diseño de agregado chancado y agua subterránea comparado con el diseño agregado zarandeado y agua subterránea y el grafico 21 muestra la tendencia que se presentó en estas dos combinaciones comparando las curvas de resistencia de ambas combinaciones y la curva de resistencia teórica del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Notamos que la combinación de agregado chancado y agua subterránea en los primeros 7 días obtuvieron una resistencia 4.74% mayor que la combinación de agregado zarandeado y agua subterránea, transcurrido los 14 días la resistencia fue 2.54% mayor, a los 21 días la resistencia fue de 4.69% mayor y a los 28 días fue 2.67% mayor.

Podemos observar que el concreto realizado con agregado chancado y agua subterránea obtuvo una resistencia final mayor, mostrándonos de esta manera que el agua subterránea usada brinda una mejor resistencia final al concreto.

Con respecto a la curva de resistencia teórica del concreto, ambas combinaciones se encuentran por encima, en los primeros 7 días podemos notar que la combinación de agregado

chancado y agua subterránea y la combinación de agregado zarandeado y subterránea presentan una resistencia de 11.57% y 6.84% mayor que la curva teórica, a los 14 días la resistencia es de 10.63% y 8.09% mayor, a los 21 días es 18.38% y 13.69% y al termino de los 28 días la resistencia es de 20.26% y 17.59% mayor.

Comparativo económico

Para obtener una mejor compresión del costo que nos generaría la elaboración de concreto haciendo uso de algunas de las combinaciones planteadas en este trabajo de investigación, se realizó un análisis de costo económico haciendo uso de los costos a los que podemos encontrar actualmente los materiales en el distrito de Olmos.

Haciendo uso del diseño de mezcla que se utilizó en esta investigación, tenemos:

Análisis de comparativo de costos unitarios

1.- Número de combinaciones:

4

2.- Tipos de combinaciones:

Agregado Chancado + Agua Potable

Agregado Chancado + Agua Subterránea

Agregado Zarandeado + Agua Potable

Agregado Zarandeado + Agua Subterranea

3.- Resultado del diseño de mezcla

Cemento:	328.00	kg/m ³
Agua:	193.00	lt/m ³
Agregado fino:	921.00	kg/m ³
Agregado Grueso:	977.00	kg/m ³

4.- Precios de materiales

Cemento mochica	28.50 S/.	bol
Agregado zarandeado local:	45.00 S/.	m3
Agregado chancado local:	120.00 S/.	m3
Arena gruesa local:	45.00 S/.	m3
Agua potable:	7.00 S/.	m3
Agua subterránea:	12.00 S/.	m3

5.- Costo de la elaboración de 1 m3 de concreto con f'c 210 kg/cm2

5.1 COMBINACIÓN 01: Agregado Chancado + Agua Potable

Concreto f'c = 210 kg/cm2 Agregado Chancado + Agua Potable				TOTAL	S/420.37
<i>Rendimiento</i>	25	<i>m3/día</i>			
<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Parcial</i>
Mano de obra					S/65.03
Operario	hh	2	0.64	21.84	S/13.98
Oficial	hh	2	0.64	17.25	S/11.04
Peon	hh	8	2.56	15.63	S/40.01
Materiales					S/346.98
Cemento Portland	bls		7.7	27.54	S/212.06
Arena gruesa	m3		0.92	38.14	S/35.09
Piedra chancada 1	m3		0.97	101.69	S/98.64
Agua	m3		0.2	5.93	S/1.19
Equipos y herramientas					S/8.36
Mezcladora de Concreto 9 - 11 Pie3	hm		0.32	12	S/3.84
Vibradora 2", 4 HP	hm		32%	8	S/2.56
Desgaste de herramientas	% MO		3%	S/65.03	S/1.95

5.2.- COMBINACIÓN 02: Agregado Chancado + Agua Subterránea

Concreto f'c = 210 kg/cm2 Agregado Chancado + Agua Subterránea				TOTAL	S/421.21
<i>Rendimiento</i>	25	<i>m3/día</i>			
<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Parcial</i>
Mano de obra					S/65.03
Operario	hh	2	0.64	21.84	S/13.98
Oficial	hh	2	0.64	17.25	S/11.04
Peon	hh	8	2.56	15.63	S/40.01
Materiales					S/347.82
Cemento Portland	bls		7.7	27.54	S/212.06
Arena gruesa	m3		0.92	38.14	S/35.09
Piedra chancada 1	m3		0.97	101.69	S/98.64
Agua	m3		0.2	10.17	S/2.03
Equipos y herramientas					S/8.36
Mezcladora de Concreto 9 - 11 Pie3	hm		0.32	12	S/3.84
Vibradora 2", 4 HP	hm		32%	8	S/2.56
Desgaste de herramientas	% MO		3%	S/65.03	S/1.95

5.3.- COMBINACIÓN 03: Agregado Zarandeado + Agua Potable

Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Agregado Zarandeado + Agua Potable				TOTAL	S/358.73
<i>Rendimiento</i>	25	<i>m3/día</i>			
<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Parcial</i>
Mano de obra					S/65.03
Operario	hh	2	0.64	21.84	S/13.98
Oficial	hh	2	0.64	17.25	S/11.04
Peon	hh	8	2.56	15.63	S/40.01
Materiales					S/285.34
Cemento Portland	bls		7.7	27.54	S/212.06
Arena gruesa	m3		0.92	38.14	S/35.09
Piedra chancada 1	m3		0.97	38.14	S/37.00
Agua	m3		0.2	5.93	S/1.19
Equipos y herramientas					S/8.36
Mezcladora de Concreto 9 - 11 Pie3	hm		0.32	12	S/3.84
Vibradora 2", 4 HP	hm		32%	8	S/2.56
Desgaste de herramientas	% MO		3%	S/65.03	S/1.95

5.3.- COMBINACIÓN 04: Agregado Zarandeado + Agua Subterránea

Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Agregado Zarandeado + Agua Subterránea				TOTAL	S/359.57
<i>Rendimiento</i>	25	<i>m3/día</i>			
<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Parcial</i>
Mano de obra					S/65.03
Operario	hh	2	0.64	21.84	S/13.98
Oficial	hh	2	0.64	17.25	S/11.04
Peon	hh	8	2.56	15.63	S/40.01
Materiales					S/286.18
Cemento Portland	bls		7.7	27.54	S/212.06
Arena gruesa	m3		0.92	38.14	S/35.09
Piedra chancada 1	m3		0.97	38.14	S/37.00
Agua	m3		0.2	10.17	S/2.03
Equipos y herramientas					S/8.36
Mezcladora de Concreto 9 - 11 Pie3	hm		0.32	12	S/3.84
Vibradora 2", 4 HP	hm		32%	8	S/2.56
Desgaste de herramientas	% MO		3%	S/65.03	S/1.95

6.- COMPARACIÓN DE COSTOS DE LAS 04 COMBINACIONES

- Agregado Chancado + Agua Potable	S/.420.37
- Agregado Chancado + Agua Subterranea	S/.421.21
- Agregado Zarandeado + Agua Potable	S/.358.73
- Agregado Zarandeado + Agua Subterranea	S/.359.57

Después de haber realizado el comparativo económico podemos notar que los precios de las 4 combinaciones son muy parecidos, debido a que los costos de agregado y agua están muy balanceados y solo es cuestión de elegir cual tipo de concreto elaborar, pues todas las combinaciones cumplen los requisitos de resistencia presentes en la norma peruana.

Conclusiones

- ✓ El agregado fino que se utilizó para la elaboración de la siguiente investigación presenta una granulometría uniforme, la cual cumple con los requisitos de usos granulométricos; un peso unitario volumétrico suelto de 1632 kg/m³, peso volumétrico compactado de 1776.62 kg/m³; peso específico de 2.649 g/cm³; porcentaje de absorción igual a 0.83%. El agregado grueso chancado utilizado presenta una granulometría que también cumple con los usos granulométricos; peso unitario volumétrico suelto de 1469 kg/m³, peso volumétrico compactado de 1561 kg/m³; peso específico de 2.881 g/cm³; porcentaje de absorción igual a 0.61%, un porcentaje por desgaste por abrasión de 28%, contenido de sales solubles de 350 ppm, cantidad de cloruros de 120 ppm y finalmente 80 ppm de sulfatos. El agregado grueso zarandeado también presenta granulometría adecuada; peso unitario volumétrico suelto de 1588 kg/m³, peso volumétrico compactado de 1672 kg/m³; peso específico de 2.849 g/cm³; porcentaje de absorción igual a 0.59% y un porcentaje por desgaste por abrasión de 36%, contenido de sales solubles de 290 ppm, cantidad de cloruros de 140 ppm y finalmente 90 ppm de sulfatos.
- ✓ Las combinaciones que se utilizaron en la elaboración de concreto para el análisis comparativo de la investigación son: Agregado zarandeado y agua potable, agregado zarandeado y agua subterránea, agregado chancado y agua potable, finalmente agregado chancado y agua subterránea
- ✓ La resistencia a la compresión simple para la combinación de agregado chancado y agua potable obtuvo una resistencia de 150.1 kg/cm² a la edad de 7 días, 186.21 kg/cm² a la edad de 14 días, 211.4 kg/cm² a la edad de 21 días y 234.32 kg/cm² a la edad de 28 días. La combinación de agregado chancado y agua subterránea obtuvo una resistencia de 165.01 kg/cm² a la edad de 7 días, 200.82 kg/cm² a la edad de 14 días, 231.8 kg/cm² a la edad de 21 días y 252.55 kg/cm² a la edad de 28 días. La combinación de agregado zarandeado y agua potable obtuvo una resistencia de 159.31 kg/cm² a la edad de 7 días, 193.09 kg/cm² a la edad de 14 días, 217.71 kg/cm² a la edad de 21 días y 239.65 kg/cm² a la edad de 28 días. La combinación de agregado zarandeado y agua subterránea obtuvo una resistencia de 155.06 kg/cm² a la edad de 7 días, 195.48 kg/cm² a la edad de 14 días, 221.95 kg/cm² a la edad de 21 días y 246.95 kg/cm² a la edad de 28 días. Concluyendo que la combinación de agregado chancado y agua subterránea obtuvo la mayor resistencia final, en segundo

lugar, encontramos la combinación de agregado zarandeado y agua subterránea, seguido por la combinación de agregado zarandeado y agua potable y finalmente agregado chancado y agua potable.

- ✓ Las distintas combinaciones, otorgaron un slump distinto para el mismo diseño de mezcla, teniendo que la combinación de agregado chancado y agua potable alcanzo 3 ½”, la combinación de agregado chancado y agua subterránea obtuvo 3 5/8”, la combinación de agregado zarandeado y agua potable consiguió 4” y finalmente la combinación de agregado zarandeado y agua subterránea obtuvo 3 3/4”.
- ✓ La durabilidad del concreto realizada por el ensayo de inalterabilidad por sulfato de magnesio, muestra que el desgaste que sufre el concreto es mínimo y no seria preocupante en el tiempo, pues para el concreto elaborado con la combinación agregado chancado y agua potable se desgastó 2.97%, para la combinación agregado chancado y agua subterránea se obtuvo un desgaste de 3.56%, para la combinación de agregado zarandeado y agua potable 3.22% y finalmente para la combinación de agregado zarandeado y agua subterránea es de 3.71%.
- ✓ La durabilidad del concreto obtenida mediante el ensayo de resistividad nos muestra que las probetas elaboradas con la combinación agregado chancado y agua potable a la edad de 53 días obtuvo un valor de 14.8 kΩ.cm, para la combinación agregado chancado y agua subterránea a la edad de 51 días obtuvo un valor de 17.4 kΩ.cm, para la combinación de agregado zarandeado y agua potable a la edad de 52 días obtuvo un valor de 11.6 kΩ.cm, finalmente para la combinación de agregado zarandeado y agua subterránea a la edad de 50 días obtuvo un valor de 13.4 kΩ.cm.
- ✓ Los costos para la elaboración de concreto con las distintas combinaciones son: Para el agregado chancado y agua potable, S/ 420.37, para la combinación agregado chancado y agua subterránea el costo es de S/ 421.21, para la combinación de agregado zarandeado y agua potable es de S/358.73 y finalmente para la combinación de agregado zarandeado y agua subterránea es de S/ 359.57, para la elaboración de 1 m³ de concreto.
- ✓ Respondiendo a la pregunta de investigación, se concluye que el agua subterránea utilizada en el distrito de Olmos influye de manera positiva aumentando la resistencia final del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, además los agregados extraídos de río cumplen todos los parámetros requeridos para la elaboración de la mezcla de concreto, esto conlleva a que la resistencia final del concreto este por encima de la resistencia teórica presentada por la normativa peruana.

Recomendaciones

- ✓ Se recomienda la utilización del agua subterránea en el distrito de Olmos para la elaboración de concreto, las propiedades que esta presenta cumplen con los estándares mínimos y afecta de manera positiva la resistencia final del concreto elaborado.
- ✓ Se recomienda la elaboración de concretos en el distrito de Olmos, tanto con el agregado grueso chancado, como con el agregado grueso zarandeado extraídos del río Olmos, pues las características físico-mecánicas que presentan son óptimas este fin.
- ✓ Se recomienda realizar una investigación más profunda de los agregados que se utilizan en este distrito y que no fueron abarcados en esta investigación, con la finalidad de conocer si son óptimos para la elaboración de concreto.
- ✓ Se recomienda realizar la investigación de los agregados grueso chancado y zarandeado extraídos del río Olmos, para la elaboración de concretos de una resistencia más elevada donde se brinde mayor importancia a la adherencia entre el agregado y el cemento.

Referencias

- [1] «Extracción de arena, un recurso no renovable,» 30 Octubre 2015. [En línea]. Available: <https://www.greenfacts.org/es/extraccion-arena/index.htm>. [Último acceso: 22 Mayo 2021].
- [2] «La construcción es la industria que más desperdicia agua potable,» 18 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <http://www.revistavector.com.mx/2018/09/18/la-construccion-es-la-industria-que-mas-desperdicia-agua-potable/>. [Último acceso: 30 Mayo 2021].
- [3] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana NTP 339.088, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2006.
- [4] M. L. Abril Gil y A. M. Ramos Sanchez, Identificación de la variación en la resistencia del concreto debido al origen del agregado grueso, Bogota: Universidad Católica de Colombia, 2017.
- [5] J. C. Galvan Romero y A. C. Guzman Julio, Influencia de la calidad del agua subterránea en la resistencia a la compresión de morteros hidráulicos, Barranquilla: Universidad de la Costa, 2020.
- [6] A. F. León Rivera y C. E. Reyes Lozano, Incidencia del pH del agua de mexclado en la resistencia a la compresión de concreto hidráulico, Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018.
- [7] J. L. Chan Yam, R. Solís Carcaño y É. Iván Moreno, «Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto,» *Ingeniería*, vol. 7, n° 2, pp. 39-46, 2003.
- [8] J. L. Tello Martinez y J. A. Tello Martinez, Influencia del uso de agua del pozo irhs-42 del balneario los palos en la resistencia a la compresion del concreto utilizado en el distrito de la yarada – los palos de la provincia de Tacna, Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2018.
- [9] K. J. Torres Rios, Evaluación de la influencia en la resistencia del concreto $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando agregado de río o agregado de cerro en Cajamarca., Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2015.
- [10] B. A. Mollo Escalante y J. L. Rosas Lipa, Influencia del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019.
- [11] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Norma Técnica de Edificación E 0.60. Concreto Armado, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2009.
- [12] E. Rivva López, Naturaleza y materiales del concreto, Lima: Instituto de la construcción y gerencia (ICG), 2000.
- [13] S. H. Kosmatka, B. Kerkhoff, W. C. Panarese y J. Tanesi, Diseño y control de mezclas de concreto, Illinois: Portland Cement Association, 2004.
- [14] C. Fernandez Collado y P. Baptista Lucio, Metodología de la investigación, México: Mc Graw Hil, 2014.

- [15] J. J. Ordoñez Galvez, Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico, Lima: Sociedad Geográfica de Lima, 2011.
- [16] F. Abanto Castillo, Tecnología del Concreto, Lima: San Marcos, 2017.
- [17] D. Sanchez de Guzmán, Tecnología del concreto y del mortero, Lima: Shandar Editores, 2009.
- [18] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana NTP 400.011, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2008.
- [19] «Tecnología del concreto,» 3 Abril 2014. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/eduardoalbarranvasqu/tecnologia-del-concreto>. [Último acceso: 04 Junio 2021].
- [20] E. Rivva, Naturaleza y materiales del concreto, Lima: ACI Peru, 2000.
- [21] B. X. Vargas Alarcón, «“Determinación de la Ecuación del módulo de elasticidad del concreto en base a la resistencia a la compresión simple, elaborado con los agregados de las canteras ISLA y YOCARA de la ciudad de Juliaca,» Juliaca, 2017.
- [22] SENCICO, «Norma Técnica Peruana,» de *Norma Técnica Peruana*, Lima, INDECOPI-CTR, 2006.
- [23] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana NTP 400.019, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2014.
- [24] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana N.T.P. 339.177, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2002.
- [25] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana N.T.P. 339.178, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2002.
- [26] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana N.T.P. 339.152, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2002.
- [27] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana N.T.P. 339.071, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2009.
- [28] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana NTP 400.012, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2001.
- [29] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana NTP 400.016, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2016.
- [30] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana NTP 400.017, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2011.

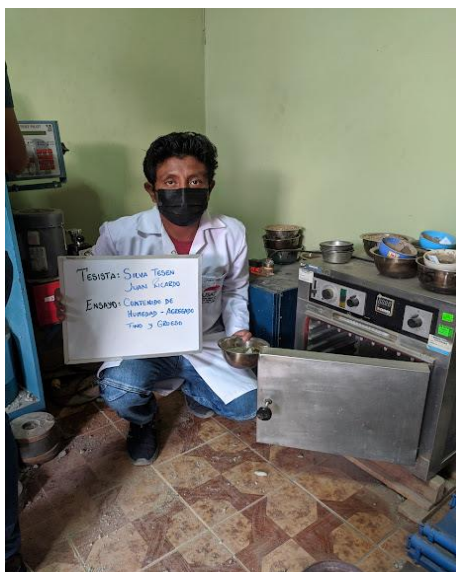
- [31] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana NTP 400.021, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2002.
- [32] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana 400.022, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2002.
- [33] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana NTP 400.042, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2016.
- [34] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana NTP 339.034, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2015.
- [35] E. Rivva, Diseño de Mezclas, Lima: Hozlo S.C.R.L., 1992.
- [36] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y M. d. P. Baptista Lucio, Metodología de la Investigación, sexta ed., México: Edamsa Impresiones, 2014.
- [37] C. Fernandez Collado y P. Baptista Lucio, Metodología de la Investigación, México: Mc Graw Hil, 2014.
- [38] Organización Mundial de la Salud, Guías para la calidad del agua de consumo humano, Ginebra: world health organization, 2011.
- [39] L. Gutierrez de López, El concreto y otros materiales para la construcción, Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2003.
- [40] F. Abanto Castillo, Tecnología del concreto, Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L., 2009.
- [41] «Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo,» 16 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>. [Último acceso: 24 Mayo 2021].
- [42] «Agregados en el concreto,» 12 Noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/agregados-en-el-concreto> . [Último acceso: 26 Mayo 2021].
- [43] «Catálogo de residuos utilizables en construcción,» Cedexmateriales, [En línea]. Available: <https://bit.ly/35j67Hl>. [Último acceso: 26 Mayo 2021].
- [44] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima: Megabyte S.A.C., 2019.
- [45] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, Norma Técnica Peruana NTP 400.024, Lima: Diario Oficial El Peruano, 2011.
- [46] W. Mendenhall, R. Beaver y B. Beaver, Introducción a la probabilidad y estadística, Mexico : Cengage Learning, 2010.

Anexos

Anexo 01: Panel Fotográfico

Figura 22: Panel Fotográfico de ensayo de agregados

<u>Contenido de Humedad</u>		
		
Tara	Agregado Chancado + Tara	Tara
		
Agregado Zarandeado + Tara	Horno	Colocación de la muestra en el horno
		
Muestra extraída del horno – Agregado Grueso Chancado	Muestra extraída del horno – Agregado Fino	Muestra extraída del horno – Agregado Grueso Zarandeado



Ensayo de Contenido de Humedad

Análisis Granulométrico



Tara



Agregado Chancado + Tara



Tara

Agregado Zarandeado +
Tara

Tara



Agregado Fino + Tara



Tamices Normalizados-
Agregado Grueso



Tamices Normalizados-
Agregado Fino



Realización de Ensayo



Realización de Ensayo



Peso Unitario



Agregado grueso a utilizar



Molde para peso unitario de
agregado grueso



Pesado de molde para
agregado grueso



Molde para peso unitario de agregado fino



Realización de ensayo



Molde mas agregado grueso chancado



Molde mas agregado grueso zarandeado



Molde mas agregado fino



Selección del agregado a utilizar



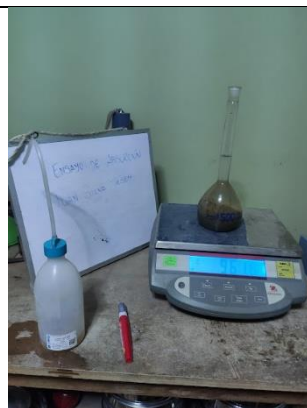
Ensayo de peso unitario

Peso específico

		
Ag. Chanc. Superficialmente seco	Ag. Zrnd. Superficialmente seco	Pesaje de canastilla a utilizar
		
Equipo utilizado	Peso de ag. chancado mas canastilla sumergida	Cambio de muestra para pesaje
		
Peso de ag. zarandeado mas canastilla sumergida	Tara	Agregado fino pasado por el tamiz N°04



Muestra colocada en la pipeta



Peso de muestra mas pipeta



Proceso de quitar los vacios presentes en la pipeta



Muestra extraida de la pipeta



Muestra en reposo despues de ser extraida

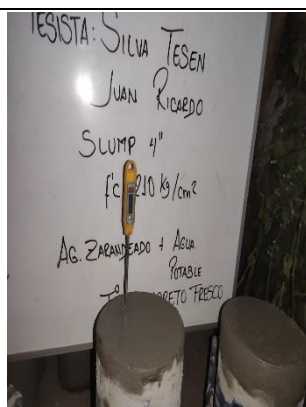


Peso de la muestra seca

Desgaste por abrasión







Resistencia a la Compresión



Inalterabilidad por sulfato de magnesio



Anexo 02: Ensayos químicos de agua subterránea

Figura 23: Ensayos realizados al agua subterránea



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Solicitante : Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto : "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Ubicación : Dtto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Mayo del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.
 SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.
 SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea

REFERENCIA : NTP 339.177 :2002
 NTP 339.178 :2002
 NTP 339.152 : 2005
 NTP 339.073 :2005
 NTP 339.071 :2007
 NTP 339.088 :2002
 NTP 339.072 :2002

Calicata	: C-01
Muestra	: Quebrada
Contenido de Sulfatos	% 0.012
Contenido de Cloruros	% 0.0010
Contenido de Sales Totales	% 0.024
PH	% 7.620
Sólidos en Suspensión	% 22.320
Alcalinidad	% 30.000
Materia Orgánica	% 1.380

Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado con la presencia del solicitante.


 JUAN RICARDO SILVA TESEN
 INGENIERO CIVIL
 REG. C-01 N° 147090


 LMSI E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Anexo 03: Ensayos físicos de los agregados utilizados

Contenido de humedad de los agregados usados

Figura 24: Contenido de humedad de agregados



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185
Cantera : Cantera - Olmos

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	496.3	496.3
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.75	0.75
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.75	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso Chancado
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185
Cantera : Cantera - Olmos

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	3000	3000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2979	2979
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.7	0.7
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.70	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso Zarandeado
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185
Cantera : Cantera - Olmos

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	3000	3000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2980	2980
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.7	0.7
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.67	

Observaciones :

- Ensayo muestra e identificación realizados por el solicitante

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147898

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 DISTRITO DE OLMOSE, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE

Análisis granulométrico del agregado fino

Figura 25: Análisis granulométrico del agregado fino



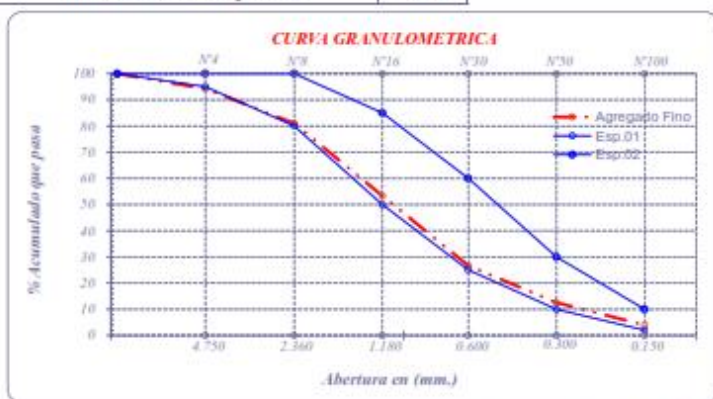
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de Emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012
Cantera : Cantera - Olmos

Masa Inicial 3000 gr

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	28.5	5.7	5.7	94.3	95	100
Nº 08	2.360	66.7	13.3	19.0	81.0	80	100
Nº 16	1.180	138	27.6	46.6	53.4	50	85
Nº 30	0.600	133.8	26.8	73.4	26.6	25	60
Nº 50	0.300	70.5	14.1	87.5	12.5	10	30
Nº 100	0.150	42.8	8.6	96.1	3.9	2	10
Fondo		19.7	3.9	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				3.28			
Abertura de malla de referencia				2.36			



Observaciones:

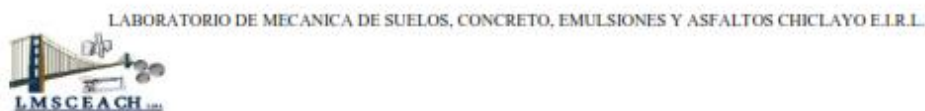
- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

CESAR MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147890

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 CHICLAYO - LAMBAYEQUE

Peso específico del agregado fino

Figura 26: Peso específico del agregado fino



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022
Cantera : Cantera - Olmos

I.- Datos.

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.		500.0	500.0
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso c	(g)	975.1	975.1
2.- Pesq Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	664.0	664.0
3.- Peso del Agua	(g)	311.1	311.1
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	659.9	659.9
5.- Peso del Frasco	(g)	164	164
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	495.9	495.9
7.- Volumen del frasco	(g)	498.3	498.3

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.649
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.662
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.708
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.83

Observaciones:

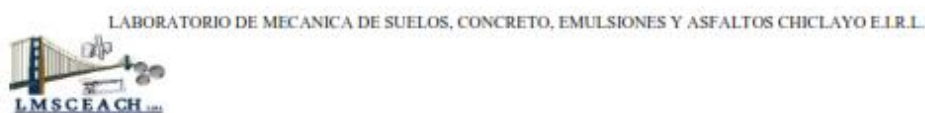
- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

ALSIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147898

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS
 JORGE URBINA DOMÍNGUEZ
 TECNICO DE MUESTREO Y PAVIMENTOS

Peso unitario del agregado fino

Figura 27: Peso unitario del agregado fino



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dtto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017
Cantera : Cantera - Olmos

1.- Peso Unitario Suelto

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4677	4663
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		4677	4663
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00284	0.00284
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1646	1641
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)		1632 kg/m ³	

2.- Peso Unitario Compactado

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	5098	5072
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		5098	5072
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00284	0.00284
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1794.44	1785.29
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)		1776.62 kg/m ³	

Observaciones :

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: N° 127890

LMSCEACH
 JORGE ARCEAL TOMAPARCA BALCÁZAR
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Análisis granulométrico del agregado grueso chancado

Figura 28: Análisis granulométrico del agregado grueso chancado



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Obra: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de Emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

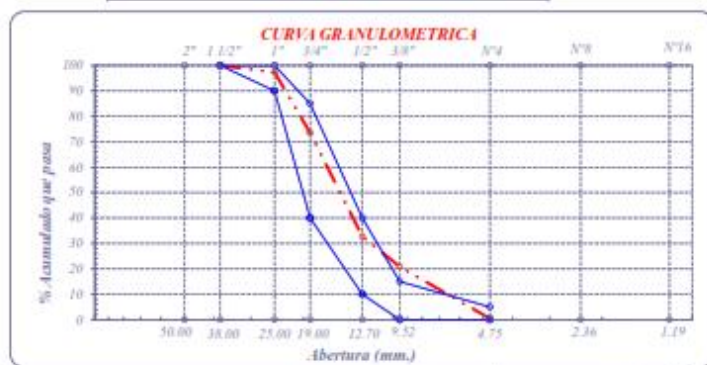
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso Chancado

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera - Olmos

Masa Inicial : 5000 gr

Malla	Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Que Pasa
2"	50.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	135.0	2.7	97.3
3/4"	19.00	1190.0	23.8	73.5
1/2"	12.70	2039.0	40.8	59.2
3/8"	9.52	595.0	11.9	88.1
Nº 04	4.75	1020.0	20.4	79.6
Nº 08	2.36	13.0	0.3	99.7
Nº 16	1.19	4.0	0.1	99.9
Fondo		4.0	0.1	100.0
Tamaño Máximo		1 1/2"	38.00	
Tamaño Máximo Nominal		1"	25.00	



Observaciones:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

RESNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 147800

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 C/DE LOS SUELOS Y FUNDAMENTOS

Peso específico del agregado grueso chancado

Figura 29: Peso específico del agregado grueso chancado

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LMSCEACH

Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen

Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"

Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque

Fecha de ensayo: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso Chancado

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera - Olmos

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	2780	2780
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	2797	2797
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canas	(g)	1985	1985
4.- Peso de la canastilla	(g)	153	153
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1832	1832

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.881
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.898
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.932
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.61

Observaciones :

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante


 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 Director: MANUEL MORALES MILLONES
 Reg. CIP. N° 147898

Peso unitario del agregado grueso chancado

Figura 30: Peso unitario del agregado grueso chancado

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso Chancado
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017
Cantera : Cantera - Olmos

1.- Peso Unitario Suelto

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	14013	13986
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		14013	13986
4.- Constante ó Volumen	(m³)	0.00946	0.00946
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m³)	1481	1478
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)		1469 kg/m³	

2.- Peso Unitario Compactado

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	14897	14855
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		14897.0	14855.0
4.- Constante ó Volumen	(m³)	0.00946	0.00946
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m³)	1574	1570
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m³)	1561 kg/m³	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso Chancado

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

3.- Contenido de Humedad

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	3000	3000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2979	2979
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.7	0.7
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.70	

Observaciones :

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante


 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


 LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Análisis granulométrico del agregado grueso zarandeado

Figura 31: Análisis granulométrico del agregado grueso zarandeado



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Obra: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de Emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

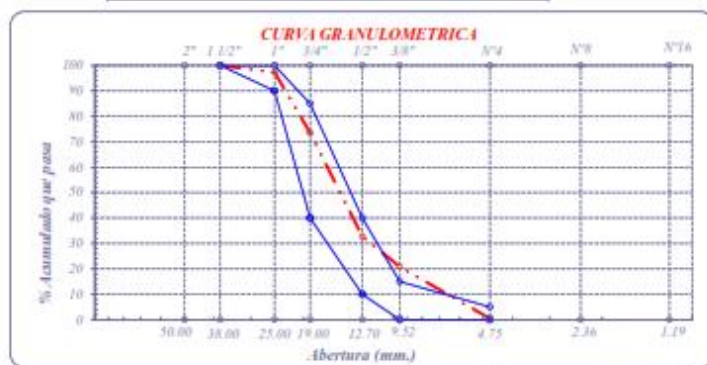
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso Chancado

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera - Olmos

Masa Inicial : 5000 gr

Malla	Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Que Pasa
2"	50.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	135.0	2.7	97.3
3/4"	19.00	1190.0	23.8	73.5
1/2"	12.70	2039.0	40.8	59.2
3/8"	9.52	595.0	11.9	88.1
Nº 04	4.75	1020.0	20.4	79.6
Nº 08	2.36	13.0	0.3	99.7
Nº 16	1.19	4.0	0.1	99.9
Fondo		4.0	0.1	100.0
Tamaño Máximo		1 1/2"	38.00	
Tamaño Máximo Nominal		1"	25.00	



Observaciones:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

RESNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 147800

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 CHICLAYO - LAMBAYEQUE

Peso específico del agregado grueso zarandeado

Figura 32: Peso específico del agregado grueso zarandeado

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LMSCEACH

Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"

Lugar: Dtto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso Zarandeado
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022
Cantera : Cantera - Olmos

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g):	3074	3074
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g):	3092	3092
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del cana	(g):	2163	2163
4.- Peso de la canastilla	(g):	153	153
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g):	2010	2010

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³):	2.841
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³):	2.858
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³):	2.889
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%):	0.59

Observaciones :

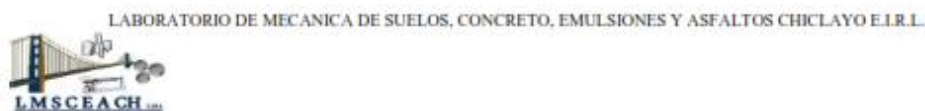
- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante


 ING. MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 JORGE ANTAL TOMAPACA SANTA
 TITULO DE INGENIERO Y PAVIMENTOS

Peso unitario del agregado grueso zarandeado

Figura 33: Peso unitario del agregado grueso zarandeado



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso Zarandeado

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Cantera - Olmos

1.- Peso Unitario Suelto

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	15159	15099
2.- Peso del recipiente (gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material	15159	15099
4.- Constante ó Volumen (m³)	0.00946	0.00946
5.- Peso unitario suelto húmedo (kg/m³)	1602	1596
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	1588 kg/m³	

2.- Peso Unitario Compactado

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	15944	15918
2.- Peso del recipiente (gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material	15944.0	15918.0
4.- Constante ó Volumen (m³)	0.00946	0.00946
5.- Peso unitario compactado húmedo (kg/m³)	1685	1682
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio) (kg/m³)	1672 kg/m³	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

3.- Contenido de Humedad

A.- Peso de muestra húmeda (gr.)	3000	3000
B.- Peso de muestra seca (gr.)	2980	2980
C.- Peso de recipiente (gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad (%)	0.7	0.7
E.- Contenido de humedad (promedio) (%)	0.67	

Observaciones :

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

INGENIERO MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147896

LMSCEACH
 JORGE ARRIAL POMAFASCA SERRÍA
 JEFE DE SECCIÓN Y PAVIMENTOS

Anexo 04: Ensayos mecánicos de los agregados utilizados

Ensayo de degradación por abrasión e impacto del agregado grueso chancado

Figura 34: Degradación por abrasión e impacto del agregado grueso chancado

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LMSCEACH

INFORME DE ENSAYO DE ABRASIÓN

Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Obra: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Otto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

ENSAYO: Degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina Los Angeles

REFERENCIA: ASTM C 131, AASHTO T 96, N.T.P. 400.019.

EXAMEN CUANTITATIVO

Cantera: Cantera - Olmos
 Muestra: Agregado Chancado

I.- DATOS

ENSAYO N°	1
GRADUACIÓN	"A"
ESFERAS	12
RECUPERADO TOTAL	5000.0
1 1/2" - 1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500
RETENCIÓN N° 12	3600.0
% RETENIDO N° 12	72.00 %
% DESGASTE	28.00 %
% UNIFORMIDAD	0.46 %
% TOTAL	100 %
PROMEDIO	28.0 %

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Graduación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- Pruebas de Abrasión realizado en laboratorio; Universidad Privada Santo Toribio de Mogrovejo.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 JORDON ACOSTA TOMAPASCA DÍAZ
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Ensayo de degradación por abrasión e impacto del agregado grueso zarandeado

Figura 35: Degradación por abrasión e impacto del agregado grueso zarandeado

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO DE ABRASIÓN

Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Obra: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

ENSAYO : Degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina Los Ángeles
REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, N.T.P. 400.019.

EXAMEN CUANTITATIVO

Cantera : Cantera - Olmos
Muestra : Agregado Zarandeado

I.- Datos

ENSAYO Nº	1
GRADUACION	"A"
ESFERAS	12
RECUPERADO TOTAL	5000.0
1 1/2" - 1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500.0
RETENCION Nº 12	3200.0
% RETENIDO Nº 12	64.00 %
% DESGASTE	36.00 %
% UNIFORMIDAD	0.46 %
% TOTAL	100 %
PROMEDIO	36.0 %

NOTA:

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", Nº de esferas : 12, Revoluciones : total 500

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- Pruebas de Abrasión realizado en laboratorio; Universidad Privada Santo Toribio de Mogrovejo.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 147898


LMSCEACH
 CENTRO DE INVESTIGACIONES DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JORGE ARBALOM PASCA SANTA
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Anexo 05: Ensayos químicos de los agregados utilizados

Figura 36: Ensayo de sales de agregado chancado y zarandeado

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



(Pag. 01 de 01)

Solicitante : Juan Ricardo Silva Tesen
 Obra : "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar : Dto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo 26 de Mayo 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.177 :2002
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.176 :2003

Tipo de Análisis : Analisis Químico

		M-01	M-02
Sales Solubles Totales	ppm	350	290
	%	0.04	0.03
Cloruros Cl ⁻	ppm	120	140
	%	0.01	0.01
Sulfatos SO ₄ ²⁻	ppm	80	90
	%	0.01	0.01

Observaciones:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.P. N° 147898

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 DIRECTOR GENERAL

Anexo 06: Ensayos del concreto en estado fresco

Diseño de mezcla de agregado chancado y agua potable

Figura 37: Diseño de mezcla de agregado chancado y agua potable

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO AGREGADO CHANCADO + AGUA POTABLE

Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Testis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL **F'c = 210 kg/cm²**

CEMENTO:
 1.- Tipo de cemento : Pacasmayo Uso general
 2.- Peso específico : 2890 Kg/m³

AGREGADOS :
Agregado fino :
 Cantera : Cantera - Olmos
 1.- Peso específico de masa : 2.65 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.66 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto : 1632 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado : 1777 Kg/m³
 5.- % de absorción : 0.8 %
 6.- Contenido de humedad : 0.7 %
 7.- Módulo de finesa : 3.263

Agregado grueso :
 Cantera : Cantera - Olmos
 1.- Peso específico de masa : 2.88 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.90 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto : 1409 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado : 1561 Kg/m³
 5.- % de absorción : 0.6 %
 6.- Contenido de humedad : 0.7 %
 7.- Tamaño máximo : 1 1/2" Pulg.
 8.- Tamaño máximo nominal : 1" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	5.7	94.3
Nº 08	13.3	81.0
Nº 16	27.6	53.4
Nº 30	26.8	26.6
Nº 50	14.1	12.5
Nº 100	8.6	3.9
Fondo	3.9	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	2.7	84.7
3/4"	23.6	67.6
1/2"	40.8	34.0
3/8"	11.9	13.5
Nº 04	20.4	1.1
Nº 08	0.3	0.5
Nº 16	0.1	0.2
Fondo	0.1	0.0

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2407 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 166 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 79 %
 Resistencia promedio a los 14 días : 179 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 14 días : 85 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 7.7 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.588

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento : 328 Kg/m³ : Pacasmayo Uso general
 Agua : 193 L : Potable de la zona
 Agregado fino : 921 Kg/m³ : Cantera - Olmos
 Agregado grueso : 977 Kg/m³ : Cantera - Olmos

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	2.80	2.98	25.0	Lts/Plm3
Proporción en volumen :	1.00	2.58	3.04	25.0	Lts/Plm3




J. R. SILVA T. J. R. SILVA T.
 INGENIERO CIVIL
 RUC: 147800

Diseño de mezcla de agregado zarandeado y agua potable

Figura 38: Diseño de mezcla de agregado zarandeado y agua potable

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO AGREGADO ZARANDEADO + AGUA POTABLE

Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Test: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL **F'c = 210 kg/cm²**

CEMENTO:
 1.- Tipo de cemento : Pacasmayo Uso general
 2.- Peso específico : 2890 Kg/m³

AGREGADOS :
Agregado fino :
 Cantera : Cantera - Olmos
 1.- Peso específico de masa : 2.63 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.66 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto : 1632 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado : 1777 Kg/m³
 5.- % de absorción : 0.8 %
 6.- Contenido de humedad : 0.7 %
 7.- Módulo de finesa : 3.263

Agregado grueso :
 Cantera : Cantera - Olmos
 1.- Peso específico de masa : 2.84 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.86 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto : 1588 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado : 1672 Kg/m³
 5.- % de absorción : 0.6 %
 6.- Contenido de humedad : 0.7 %
 7.- Tamaño máximo : 1 1/2" Pulg.
 8.- Tamaño máximo nominal : 1" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	5.7	94.3
Nº 08	13.3	81.0
Nº 16	27.6	53.4
Nº 30	26.8	26.6
Nº 50	14.1	12.5
Nº 100	8.6	3.9
Fondo	3.9	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	15.3	84.7
3/4"	17.1	67.6
1/2"	33.6	34.0
3/8"	20.5	13.5
Nº 04	12.4	1.1
Nº 08	0.6	0.5
Nº 16	0.3	0.2
Fondo	0.2	0.0

Resultados del diseño de mezcla :
 Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2395 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 166 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 79 %
 Resistencia promedio a los 14 días : 193 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 14 días : 92 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 7.7 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.588

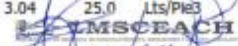
Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	328 Kg/m ³	: Pacasmayo Uso general
Agua	193 L	: Potable de la zona
Agregado fino	921 Kg/m ³	: Cantera - Olmos
Agregado grueso	977 Kg/m ³	: Cantera - Olmos

	Cemento	Arena	Piedra	Agua
Proporción en peso :	1.00	2.80	2.98	25.0 Lts/Pie ³
Proporción en volumen :	1.00	2.58	3.04	25.0 Lts/Pie ³

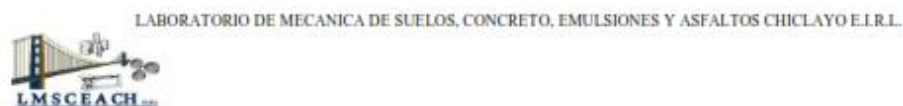



REPRESENTANTE LEGAL (SUSCRIBIÓ)
 Juan Ricardo Silva Tesen
 REG. C.O. Nº 1-7899


 LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Corrección por humedad de agregado chancado y agua potable

Figura 39: Corrección por humedad de agregado chancado y agua potable



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dtto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Cantera : Cantera - Olmos

1.- Corrección por Humedad Agregado Chancado + Agua Potable

1^{ra} TANDA DE ENSAYO: 0.0066 m³ 1 Briquetas

a) Cemento	2.161 Kg.	F/Cemento 7.73 Bolsas
b) Agua	1.269 Lt.	R a/c: 0.587
c) Arena	6.060 Kg.	Arena: 48.5 %
d) Grava	6.433 Kg.	Grava: 51.5 %

15.924 Kg.

Asentamiento obtenido (pulg) 4

AGUA POR ASENTAMIENTO REQUERIDO

Cantidad de agua requerida en prueba piloto 280.0 cm³

2^{da} TANDA DE ENSAYO:

a) Cemento	2.161 Kg.	F/Cemento 7.73 Bolsas
b) Agua	1.549 Lt.	R a/c: 0.717
c) Arena	6.060 Kg.	Arena: 48.5 %
d) Grava	6.433 Kg.	Grava: 51.5 %

16.204 Kg.

Asentamiento Deseado (pulg) 4

Temperatura del Concreto.

1.- Determinación del peso unitario del concreto Fresco

Nº de Molde	1	
Peso de la muestra + peso del molde	23310	g.
Peso del molde	10106	g.
Volumen ó constante del molde	0.0055	m ³
Peso unitario del concreto fresco	2407	kg/m ³
Promedio Peso Unitario del concreto fresco	2407	kg/m ³
RENDIMIENTO DE LA TANDA DE ENSAYO	0.0067	m³

Observaciones :

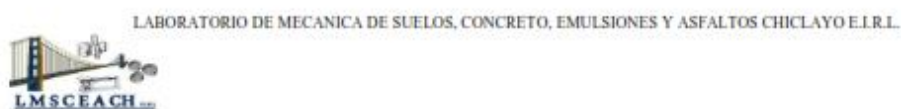
- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

RESNERY MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

LMSCEACH
 JORGE ARSAL FORAPASCA BERTA
 TEP. DE DISEÑO Y PAQUETES

Corrección por humedad de agregado chancado y agua subterránea

Figura 40: Corrección por humedad de agregado chancado y agua subterránea



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Cantera : Cantera - Olmos

1.- Corrección por Humedad Agregado Chancado + Agua Subterránea

1 ^{ra} TANDA DE ENSAYO:		0.0066 m ³	1 Briquetas
a) Cemento	2.161 Kg.	F/Cemento 7.73 Bolsas	
b) Agua	1.269 Lt.	R a/c: 0.587	
c) Arena	6.060 Kg.	Arena: 48.5 %	
d) Grava	6.433 Kg.	Grava: 51.5 %	
15.924 Kg.			

Asentamiento obtenido (pulg) **4**

AGUA POR ASENTAMIENTO REQUERIDO

Cantidad de agua requerida en prueba piloto **280.0 cm³**

2 ^{da} TANDA DE ENSAYO:		F/Cemento 7.73 Bolsas	
a) Cemento	2.161 Kg.	R a/c: 0.717	
b) Agua	1.549 Lt.	Arena: 48.5 %	
c) Arena	6.060 Kg.	Grava: 51.5 %	
d) Grava	6.433 Kg.		
16.204 Kg.			

Asentamiento Deseado (pulg) **4**

Temperatura del Concreto.

1.- Determinación del peso unitario del concreto Fresco

Nº de Molde	1	
Peso de la muestra + peso del molde	23264	g.
Peso del molde	10060	g.
Volumen ó constante del molde	0.0055	m ³
Peso unitario del concreto fresco	2407	kg/m ³
Promedio Peso Unitario del concreto fresco	2407	kg/m ³
RENDIMIENTO DE LA TANDA DE ENSAYO	0.0067	m ³

Observaciones :

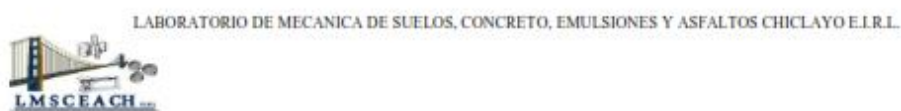
- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

INGENIERO MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 117800

LMSCEACH
 JAIRO ARZATE TORREALBA BONTA
 JEFE DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS

Corrección por humedad de agregado zarandeado y agua potable

Figura 41: Corrección por humedad de agregado zarandeado y agua potable



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Otto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Cantera : Cantera - Olmos

1.- Corrección por Humedad Agregado Zarandeado + Agua Potable

1 ^{ra} TANDA DE ENSAYO:		0.0066 m ³	1 Briquetas
a) Cemento	2.161 Kg.	F/Cemento 7.73 Bolsas	
b) Agua	1.269 Lt.	R a/c: 0.587	
c) Arena	6.060 Kg.	Arena: 48.5 %	
d) Grava	6.433 Kg.	Grava: 51.5 %	
15.924 Kg.			

Asentamiento obtenido (pulg) **4**

AGUA POR ASENTAMIENTO REQUERIDO

Cantidad de agua requerida en prueba piloto **280.0 cm³**

2 ^{da} TANDA DE ENSAYO:		F/Cemento 7.73 Bolsas	
a) Cemento	2.161 Kg.	R a/c: 0.717	
b) Agua	1.549 Lt.	Arena: 48.5 %	
c) Arena	6.060 Kg.	Grava: 51.5 %	
d) Grava	6.433 Kg.		
16.204 Kg.			

Asentamiento Deseado (pulg) **4**

Temperatura del Concreto.

1.- Determinación del peso unitario del concreto Fresco

Nº de Molde	1	
Peso de la muestra + peso del molde	23296	g.
Peso del molde	10156	g.
Volumen ó constante del molde	0.0055	m ³
Peso unitario del concreto fresco	2395	kg/m ³
Promedio Peso Unitario del concreto fresco	2395	kg/m ³
RENDIMIENTO DE LA TANDA DE ENSAYO	0.0068	m ³

Observaciones :

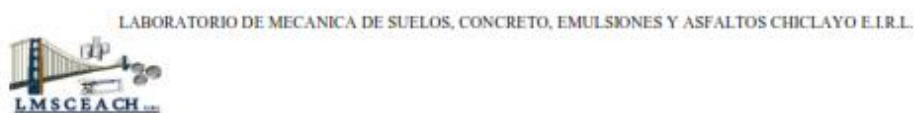
- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

RESGNER MARÍN, MIGUEL MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147990

LMSCEACH
 JORGE ARSAL ROMAPARCA BERTA
 TEG. DE SOBRES Y PAVIMENTOS

Corrección por humedad de agregado zarandeado y agua subterránea

Figura 42: Corrección por humedad de agregado zarandeado y agua subterránea



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Cantera : Cantera - Olmos

1.- Corrección por Humedad Agregado Zarandeado + Agua Potable

1 ^{era} TANDA DE ENSAYO:		0.0066 m ³	1 Briquetas
a) Cemento	2.161 Kg.	F/Cemento 7.73 Bolsas	
b) Agua	1.269 Lt.	R a/c: 0.587	
c) Arena	6.060 Kg.	Arena: 48.5 %	
d) Grava	6.433 Kg.	Grava: 51.5 %	
15.924 Kg.			

Asentamiento obtenido (pulg) **4**

AGUA POR ASENTAMIENTO REQUERIDO:

Cantidad de agua requerida en prueba piloto **280.0 cm³**

2 ^{da} TANDA DE ENSAYO:		F/Cemento 7.73 Bolsas	
a) Cemento	2.161 Kg.	R a/c: 0.717	
b) Agua	1.549 Lt.	Arena: 48.5 %	
c) Arena	6.060 Kg.	Grava: 51.5 %	
d) Grava	6.433 Kg.		
16.204 Kg.			

Asentamiento Deseado (pulg) **4**

Temperatura del Concreto.

1.- Determinación del peso unitario del concreto Fresco

Nº de Molde	1	
Peso de la muestra + peso del molde	23326	g.
Peso del molde	10194	g.
Volumen ó constante del molde	0.0055	m ³
Peso unitario del concreto fresco	2394	kg/m ³
Promedio Peso Unitario del concreto fresco	2394	kg/m ³
RENDIMIENTO DE LA TANDA DE ENSAYO	0.0068	m ³

Observaciones :

- Ensavo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

RESONER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: N° 147099

LMSCEACH
 JORGE ARRIAL COMAPACA BISTA
 JEFE DE SERVICIO Y INVENTARIOS

Trabajabilidad de la mezcla de concreto

Figura 43: Consistencia del concreto en estado fresco



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Determinación del asentamiento del concreto
Referencia : N.T.P. 339.035
Cantera : Cantera - Olmos

1.- Agregado Chancado + Agua Potable

Diseño de Mezcla Agregado Chancado + Agua Potable		
	Diseño Inicial	Diseño Corregido
<i>w/c</i>	0.5873	0.717
<i>Slump</i>	2 1/2"	3 1/2"
<i>Consistencia</i>	Plástica	Plástica

2.- Agregado Chancado + Agua Subterránea

Diseño de Mezcla Agregado Chancado + Agua Subterránea		
	Diseño Inicial	Diseño Corregido
<i>w/c</i>	0.5873	0.717
<i>Slump</i>	2 1/2"	3 5/8"
<i>Consistencia</i>	Plástica	Plástica

3.- Agregado Zarandeado + Agua Potable

Diseño de Mezcla Agregado Zarandeado + Agua Subterránea		
	Diseño Inicial	Diseño Corregido
<i>w/c</i>	0.5873	0.717
<i>Slump</i>	2 1/2"	4"
<i>Consistencia</i>	Plástica	Plástica

4.- Agregado Zarandeado + Agua Subterránea

Diseño de Mezcla Agregado Zarandeado + Agua Subterránea		
	Diseño Inicial	Diseño Corregido
<i>w/c</i>	0.5873	0.717
<i>Slump</i>	2 1/2"	3 3/4"
<i>Consistencia</i>	Plástica	Plástica

Observaciones :

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

RESUNER MANUEL MORALES MILLANTE
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 147890

LMSCEACH
 JHONNY ARRIAL POMARACHA BENTA
 JEFE DE RUTAS Y PASADISTOS

Peso unitario de la combinación agregado chancado y agua potable

Figura 44: Peso unitario de la combinación agregado chancado y agua potable

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen

Proyecto: Tests: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"

Lugar: Otto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Opts. Lambayeque

Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Peso Unitario del Concreto 9

Referencia : N.T.P. 339.046

Cantera : Cantera - Olmos

1.- Peso Unitario Agregado Chancado + Agua Potable

1.1.- Diseño Patrón

Nº de Molde

Peso de la muestra + peso del molde

Peso del molde

Volumen ó constante del molde

Peso unitario del concreto fresco

Promedio Peso Unitario del concreto fresco

RENDIMIENTO DE LA TANDA DE ENSAYO

1.2.- Probetas Realizadas

Nº Molde	Peso de la Muestra + Molde	Peso del Molde	Volumen de Molde	Peso Unitario	Rendimiento
1	21672	8536	0.0055	2394.6892	0.0068
2	21638	8502	0.0055	2394.6892	0.0068
3	21579	8564	0.0055	2372.6310	0.0068
4	21442	8507	0.0055	2356.0470	0.0069
5	21381	8432	0.0055	2360.5992	0.0069
6	21462	8557	0.0055	2352.5780	0.0069
7	21555	8528	0.0055	2374.8186	0.0068
8	21553	8561	0.0055	2366.4381	0.0068
9	21542	8519	0.0055	2374.0894	0.0068
10	21379	8447	0.0055	2357.5001	0.0069
11	21616	8556	0.0055	2360.8345	0.0068
12	20624	7689	0.0055	2356.0470	0.0069
13	21396	8544	0.0055	2342.9161	0.0069
14	21568	8576	0.0055	2366.4381	0.0068
15	21738	8531	0.0055	2407.6325	0.0067
16	20958	7715	0.0055	2414.1953	0.0067
17	21532	8584	0.0055	2360.4169	0.0069
18	21574	8516	0.0055	2360.4699	0.0068
19	21489	8579	0.0055	2353.4895	0.0069
20	21518	8563	0.0055	2361.6930	0.0069


 DESIGNER MARCO DOMESTAS MILLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.R. Nº 147898


 LMSCEACH
 JORGE PEREZ DOMESTAS MILLORES
 DIRECTOR GENERAL DE OBRAS DE BARRIO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tests: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Osmos-2021"
 Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

1.3.- Temperatura Promedio del Concreto

Molde	T°C	Hora
1	31.6	12:30
15	31.4	12:30

Observaciones :

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

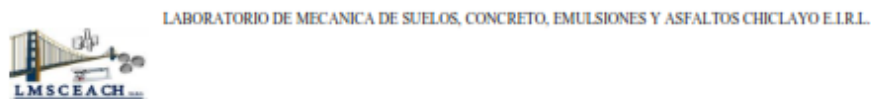
Valores Estadísticos		
Nº Muestras	20	
Media:	2371.81	kg/m ³
Mediana:	2368.44	kg/m ³
Moda:	2394.69	kg/m ³
Desvia. Típica:	18.44	kg/m ³
Varianza:	340.13	kg/m ³
Rango:	71.28	kg/m ³
Mínimo:	2342.92	kg/m ³
Máximo:	2414.20	kg/m ³

DISEÑER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP Nº 147888

JOSEP ANTIBAL ROMAPACCA BERTA
 JEFE DE ENSAYOS Y FOTOMETRÍAS

Peso unitario de la combinación agregado chancado y agua subterránea

Figura 45: Peso unitario de la combinación agregado chancado y agua subterránea



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Testis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Dto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Peso Unitario del Concreto

Referencia : N.T.P. 339.046

Cantera : Cantera - Olmos

1.- Peso Unitario Agregado Chancado + Agua Subterránea

1.1.- Diseño Patrón

Nº de Molde	1	
Peso de la muestra + peso del molde	23296	g.
Peso del molde	10156	g.
Volumen ó constante del molde	0.0055	m³
Peso unitario del concreto fresco	2395	kg/m³
Promedio Peso Unitario del concreto fresco	2395	kg/m³
RENDIMIENTO DE LA TANDA DE ENSAYO	0.0068	m³

1.2.- Probetas Realizadas

Nº Molde	Peso de la Muestra + Molde	Peso del Molde	Volumen de Molde	Peso Unitario	Rendimiento
1	20802	7716	0.0055	2365.5743	0.0068
2	21582	8557	0.0055	2374.4540	0.0068
3	21809	8565	0.0055	2377.3708	0.0068
4	21442	8472	0.0055	2364.4275	0.0068
5	21505	8460	0.0055	2375.6469	0.0068
6	21534	8547	0.0055	2367.5266	0.0068
7	21497	8536	0.0055	2362.7668	0.0068
8	21454	8523	0.0055	2357.3176	0.0068
9	21425	8550	0.0055	2347.1090	0.0068
10	21523	8566	0.0055	2362.0576	0.0068
11	21541	8587	0.0055	2361.5107	0.0068
12	21484	8544	0.0055	2358.9555	0.0068
13	21367	8543	0.0055	2337.8117	0.0068
14	21571	8568	0.0055	2370.4434	0.0068
15	21386	8462	0.0055	2356.0417	0.0068
16	21434	8408	0.0055	2374.6363	0.0068
17	21455	8461	0.0055	2369.3496	0.0068
18	21476	8517	0.0055	2362.4222	0.0068
19	21565	8545	0.0055	2372.9956	0.0068
20	21495	8529	0.0055	2363.6963	0.0068

DISEÑER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. Nº 147898

JORGE ARANA TOMAPACA BENTA
 TECN. DE SUELOS Y FUNDACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Testis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Otto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

1.3.- Temperatura Promedio del Concreto

Molde	T°C	Hora
1	21.4	19:00
15	21.4	19:00

Observaciones :

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

Valores Estadísticos		
N° Muestras	20	
Media:	2365.26	kg/m ³
Mediana:	2364.06	kg/m ³
Moda:		kg/m ³
Desvia. Típica:	10.80	kg/m ³
Varianza:	116.59	kg/m ³
Rango:	47.76	kg/m ³
Mínimo:	2337.81	kg/m ³
Máximo:	2385.57	kg/m ³

RESNER MARÍN MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147698

LMSCEACH
 JORGE ARZOOZ UMAPANNA BUITA
 TECN. DE SUELOS Y FUNDACIONES

Peso unitario de la combinación agregado zarandeado y agua potable

Figura 46: Peso unitario de la combinación agregado zarandeado y agua potable

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen

Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"

Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque

Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Peso Unitario del Concreto

Referencia : N.T.P. 339.046

Cantera : Cantera - Olmos

1.- Peso Unitario Agregado Zarandeado + Agua Potable

1.1.- Diseño Patrón

Nº de Molde

Peso de la muestra + peso del molde

Peso del molde

Volumen ó constante del molde

Peso unitario del concreto fresco

Promedio Peso Unitario del concreto fresco

RENDIMIENTO DE LA TANDA DE ENSAYO

1	
23326	g.
10194	g.
0.0055	m³
2394	kg/m³
2394	kg/m³
0.0068	m³

1.2.- Probetas Realizadas

Nº Molde	Peso de la Muestra + Molde	Peso del Molde	Volumen de Molde	Peso Unitario	Rendimiento
1	21436	8451	0.0055	2367.1620	0.0068
2	20717	7701	0.0055	2372.8133	0.0068
3	21586	8523	0.0055	2381.3814	0.0068
4	21534	8564	0.0055	2364.4275	0.0069
5	21537	8529	0.0055	2371.3549	0.0068
6	21476	8854	0.0055	2380.9872	0.0070
7	21366	8432	0.0055	2357.8647	0.0069
8	21403	8506	0.0055	2351.1196	0.0069
9	21519	8505	0.0055	2372.4487	0.0068
10	21593	8564	0.0055	2375.1832	0.0068
11	21534	8536	0.0055	2369.5319	0.0068
12	21508	8529	0.0055	2366.0682	0.0068
13	21579	8575	0.0055	2370.6257	0.0068
14	21574	8523	0.0055	2378.1938	0.0068
15	21577	8576	0.0055	2370.0788	0.0068
16	21558	8546	0.0055	2372.0841	0.0068
17	21542	8544	0.0055	2369.5319	0.0068
18	21439	8459	0.0055	2366.2505	0.0068
19	21608	8558	0.0055	2378.0115	0.0068
20	21425	8442	0.0055	2366.7974	0.0068


 DISEÑADOR MARCOS RODRIGUEZ MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147898


 DIRECTOR
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147898

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen

Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"

Lugar: Dto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque

Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

1.3.- Temperatura Promedio del Concreto

Molde	T°C	Hora
1	30.6	11:30
15	30.4	11:30

Observaciones :

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

Valores Estadísticos		
N° Muestras	20	
Media:	2366.14	kg/m ³
Mediana:	2370.08	kg/m ³
Moda:	2369.53	kg/m ³
Desvia. Típica:	16.86	kg/m ³
Varianza:	284.11	kg/m ³
Rango:	80.39	kg/m ³
Mínimo:	2300.99	kg/m ³
Máximo:	2381.38	kg/m ³


 DISEÑER MANUEL MORALES MELÓNES
 INGENIERO CIVIL
 R.O.C. N° 147600


 LMSCEACH
 JOSE ARBALAZ CONTRERAS BERTA
 INGENIERO DE SUELOS Y FUNDACIONES

Peso unitario de la combinación agregado zarandeado y agua subterránea

Figura 47: Peso unitario de la combinación agregado zarandeado y agua subterránea

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"

Lugar: Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

Ensayo : Peso Unitario del Concreto
Referencia : N.T.P. 339.046
Cantera : Cantera - Olmos

1.- Peso Unitario Agregado Zarandeado + Agua Subterránea

1.1.- Diseño Patrón

Nº de Molde	1
Peso de la muestra + peso del molde	23264 g.
Peso del molde	10060 g.
Volumen ó constante del molde	0.0055 m³
Peso unitario del concreto fresco	2407 kg/m³
Promedio Peso Unitario del concreto fresco	2407 kg/m³
RENDIMIENTO DE LA TANDA DE ENSAYO	0.0067 m³

1.2.- Probetas Realizadas

Nº Molde	Peso de la Muestra + Molde	Peso del Molde	Volumen de Molde	Peso Unitario	Rendimiento
1	21532	8509	0.0055	2374.0894	0.0068
2	21426	8461	0.0055	2363.5160	0.0069
3	21574	8575	0.0055	2369.7142	0.0068
4	21483	8542	0.0055	2359.1408	0.0069
5	21476	8446	0.0055	2375.3655	0.0068
6	21651	8563	0.0055	2385.9389	0.0068
7	21583	8539	0.0055	2377.9177	0.0068
8	21569	8574	0.0055	2368.9850	0.0068
9	20596	7810	0.0055	2330.8843	0.0070
10	21595	8585	0.0055	2371.7195	0.0068
11	21628	8536	0.0055	2386.6681	0.0068
12	21456	8513	0.0055	2359.5054	0.0069
13	21596	8568	0.0055	2375.0009	0.0068
14	21678	8516	0.0055	2399.4290	0.0068
15	21536	8527	0.0055	2371.5372	0.0068
16	20694	7714	0.0055	2366.2505	0.0068
17	21567	8550	0.0055	2372.9956	0.0068
18	21559	8573	0.0055	2367.3443	0.0068
19	21461	8452	0.0055	2371.5372	0.0068
20	21477	8466	0.0055	2371.9018	0.0068


 DISEÑADOR MANUEL SANCHEZ MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.E. Nº 147890


 DIRECTOR JORGE ARNAL ROMAPARCA RIVERA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.E. Nº 147890



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Solicitante: Juan Ricardo Silva Tesen
 Proyecto: Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar: Otto, Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión: Chiclayo, 20 de Mayo del 2022

1.3.- Temperatura Promedio del Concreto

Molde	T°C	Hora
1	28.9	18:00
15	28.7	18:00

Observaciones :

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante

Valores Estadísticos		
N° Muestras	20	
Media:	2370.81	kg/m ³
Mediana:	2371.54	kg/m ³
Moda:	2371.54	kg/m ³
Desvia. Típica:	13.27	kg/m ³
Varianza:	176.03	kg/m ³
Rango:	68.54	kg/m ³
Mínimo:	2330.88	kg/m ³
Máximo:	2399.43	kg/m ³


 INGENIERO MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.T. N° 147500


 LMSCEACH E.I.R.L.
 INGENIERO JUAN RICARDO SILVA TASEN
 INGENIERO CIVIL Y ASISTENTE

Anexo 07: Ensayos del concreto en estado endurecido

Ensayo de resistencia a la compresión simple

Figura 48: Resistencia a la compresión simple

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante : Juan Ricardo Silva Tesen
 Atención : Escuela de Ingeniería
 Tesis : "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
 Lugar : Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo 26 de Mayo 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2006 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	f_c kg/cm ²	f_c Diseño
01	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	06/05/2022	7	151	210
02	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	06/05/2022	7	150	210
03	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	06/05/2022	7	151	210
04	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	06/05/2022	7	148	210
05	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	06/05/2022	7	150	210
06	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	06/05/2022	7	156	210
07	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	06/05/2022	7	154	210
08	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	06/05/2022	7	156	210
09	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	06/05/2022	7	155	210
10	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	06/05/2022	7	155	210
11	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	06/05/2022	7	157	210
12	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	06/05/2022	7	159	210
13	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	06/05/2022	7	155	210
14	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	06/05/2022	7	155	210
15	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	06/05/2022	7	164	210
16	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	06/05/2022	7	164	210
17	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	06/05/2022	7	167	210
18	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	06/05/2022	7	164	210
19	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	06/05/2022	7	165	210
20	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	06/05/2022	7	164	210
21	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	13/05/2022	14	185	210
22	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	13/05/2022	14	186	210
23	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	13/05/2022	14	187	210
24	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	13/05/2022	14	185	210
25	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	13/05/2022	14	185	210
26	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	13/05/2022	14	196	210
27	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	13/05/2022	14	196	210
28	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	13/05/2022	14	197	210
29	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	13/05/2022	14	195	210
30	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	13/05/2022	14	195	210
31	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	13/05/2022	14	194	210
32	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	13/05/2022	14	191	210
33	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	13/05/2022	14	194	210
34	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	13/05/2022	14	192	210
35	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	13/05/2022	14	194	210
36	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	13/05/2022	14	201	210
37	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	13/05/2022	14	199	210
38	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	13/05/2022	14	202	210
39	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	13/05/2022	14	201	210
40	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	13/05/2022	14	201	210

INGENIERO MASUEL MORALES MILONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O. N° 147698

INGENIERO ARTEMIO JIMENEZ BONTA
 INGENIERO CIVIL Y SANEAMIENTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante : Juan Ricardo Silva Tesen
 Atención : Escuela de Ingeniería
 Tesis : "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Osmos-2021"
 Lugar : Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo 26 de Mayo 2022

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	f'c kg/cm ²	f'c Diseño
41	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	20/05/2022	21	209	210
42	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	20/05/2022	21	210	210
43	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	20/05/2022	21	210	210
44	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	20/05/2022	21	214	210
45	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	20/05/2022	21	213	210
46	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	20/05/2022	21	224	210
47	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	20/05/2022	21	223	210
48	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	20/05/2022	21	222	210
49	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	20/05/2022	21	221	210
50	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	20/05/2022	21	219	210
51	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	20/05/2022	21	213	210
52	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	20/05/2022	21	217	210
53	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	20/05/2022	21	219	210
54	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	20/05/2022	21	220	210
55	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	20/05/2022	21	219	210
56	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	20/05/2022	21	233	210
57	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	20/05/2022	21	233	210
58	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	20/05/2022	21	231	210
59	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	20/05/2022	21	231	210
60	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	20/05/2022	21	231	210
61	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	27/05/2022	26	237	210
62	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	27/05/2022	26	236	210
63	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	27/05/2022	26	231	210
64	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	27/05/2022	26	231	210
65	Agregado Chancado + Agua Potable	26/04/2022	27/05/2022	26	234	210
66	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	27/05/2022	26	246	210
67	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	27/05/2022	26	248	210
68	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	27/05/2022	26	246	210
69	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	27/05/2022	26	246	210
70	Agregado Zarandeado + Agua Subterránea	01/05/2022	27/05/2022	26	246	210
71	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	27/05/2022	26	241	210
72	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	27/05/2022	26	241	210
73	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	27/05/2022	26	237	210
74	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	27/05/2022	26	240	210
75	Agregado Zarandeado + Agua Potable	29/04/2022	27/05/2022	26	240	210
76	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	27/05/2022	26	251	210
77	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	27/05/2022	26	254	210
78	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	27/05/2022	26	253	210
79	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	27/05/2022	26	252	210
80	Agregado Chancado + Agua Subterránea	30/04/2022	27/05/2022	26	252	210

CÉSAR MANUEL MORALES MILONES
 INGENIERO CIVIL
 RUC: CIP: N° 147994

JORGE ANTONIO VIANA MELIÁ
 INGENIERO CIVIL
 RUC: CIP: N° 147994

Determinación de la inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado chancado y agua potable

Figura 49: Inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado chancado y agua potable



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : Juan Ricardo Silva Tesen
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
Lugar : Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 31 de Mayo del 2022

Ensayo

AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por método de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Referencia

NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-58

EXAMEN CUANTITATIVO

Cantera : Cantera Olmos
Muestra : Probetas de Concreto

I.- DATOS

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
Probeta 01 AC + AP	Ciclo 01	0.5
Probeta 01 AC + AP	Ciclo 02	0.7
Probeta 01 AC + AP	Ciclo 03	0.5
Probeta 01 AC + AP	Ciclo 04	0.6
Probeta 01 AC + AP	Ciclo 05	0.6

II.- RESULTADO

DESGASTE TOTAL (%)	3.0
--------------------	-----

OBSERVACIONES :

- La identificación y procedencia de la muestra fue realizada por el solicitante.
- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147898

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS
 JORGE URBINA ROMAFARICA BERTA
 TAM DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Determinación de la inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado chancado y agua subterránea

Figura 50: inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado chancado y agua subterránea



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : Juan Ricardo Silva Tesen
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
Lugar : Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 31 de Mayo del 2022

Ensayo

: AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por método de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Referencia

: NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-58

EXAMEN CUANTITATIVO

Cantera : Cantera Olmos
Muestra : Probetas de Concreto

I.- DATOS

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
Probeta 01 AC + AS	Ciclo 01	0.7
Probeta 01 AC + AS	Ciclo 02	0.7
Probeta 01 AC + AS	Ciclo 03	0.7
Probeta 01 AC + AS	Ciclo 04	0.7
Probeta 01 AC + AS	Ciclo 05	0.7

II.- RESULTADO

DESGASTE TOTAL (%)	3.6
--------------------	-----

OBSERVACIONES :

- La identificación y procedencia de la muestra fue realizada por el solicitante.
- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.

DESIGNER MARIO MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

JORGE ARBALOMAYASCA BERTA
 TEP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Determinación de la inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado zarandeado y agua potable

Figura 51: inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado zarandeado y agua potable



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : Juan Ricardo Silva Tesen
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
Lugar : Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 31 de Mayo del 2022

Ensayo

: AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por método de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Referencia

: NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-58

EXAMEN CUANTITATIVO

Cantera : Cantera Olmos
Muestra : Probetas de Concreto

I.- DATOS

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
Probeta 01 AZ + AP	Ciclo 01	0.6
Probeta 01 AZ + AP	Ciclo 02	0.8
Probeta 01 AZ + AP	Ciclo 03	0.5
Probeta 01 AZ + AP	Ciclo 04	0.4
Probeta 01 AZ + AP	Ciclo 05	0.9

II.- RESULTADO

DESGASTE TOTAL (%)	3.2
--------------------	-----

OBSERVACIONES :

- La identificación y procedencia de la muestra fue realizada por el solicitante.
- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.

DISEÑER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147898

JORGE ARÍSTIDES YIMAYPACA SANTA
 JEFE DE PUENTES Y PAVIMENTOS

Determinación de la inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado zarandeado y agua subterránea

Figura 52: Inalterabilidad por método de sulfato de magnesio de agregado zarandeado y agua subterránea



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : Juan Ricardo Silva Tesen
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : Tesis: "Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021"
Lugar : Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 31 de Mayo del 2022

Ensayo

: AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por método de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Referencia

: NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-58

EXAMEN CUANTITATIVO

Cantera : Cantera Olmos
Muestra : Probetas de Concreto

I.- DATOS

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
Probeta 01 AZ + AS	Ciclo 01	0.8
Probeta 01 AZ + AS	Ciclo 02	0.8
Probeta 01 AZ + AS	Ciclo 03	0.7
Probeta 01 AZ + AS	Ciclo 04	0.7
Probeta 01 AZ + AS	Ciclo 05	0.7

II.- RESULTADO

DESGASTE TOTAL (%)	3.7
--------------------	-----

OBSERVACIONES :

- La identificación y procedencia de la muestra fue realizada por el solicitante.
- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.

DESIGNER MARIUS MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147890

LMSCEACH
 JORGE ARBALOMAYPACA BARTA
 TEP DE RIJOS Y PAVIMENTOS

Resistividad del concreto

Figura 53: Ensayo de resistividad del concreto



LEMS W&C EIRL

Certificado INDECOP N°00137704 RNP Servicios 50608569

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : JUAN RICARDO SILVA TESEN
Proyecto / Obra : Tesis "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y DEL AGREGADO DE RÍO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA SU UTILIZACIÓN EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN EL DISTRITO OLMOS-2021".
Ubicación : Dist. Olmos, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : 20 de julio del 2022.

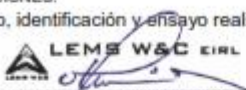
Ensayo : Durabilidad del hormigón – Determinación de la resistividad del hormigón.
 Parte 1 (Método directo) y Parte 2 (Método de Wenner)

Método : Método de las cuatro puntas o Wenner.
Referencia : UNE 83988-2:2014

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño F'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Temperatura °c	Resistividad Eléctrica (kΩ.cm)
1	AZ+AS (AGREGADO ZARANDEADO Y AGUA SUBTERRÁNEA)	210	01/05/2022	20/06/2022	50	19.5	13.4
2	AC+AS (AGREGADO CHANCADO Y AGUA SUBTERRÁNEA)	210	30/04/2022	20/06/2022	51	19.5	17.4
3	AZ+AP (AGREGADO ZARANDEADO Y AGUA POTABLE)	210	29/04/2022	20/06/2022	52	19.5	11.6
1	AC+AP (AGREGADO CHANCADO Y AGUA POTABLE)	210	28/04/2022	20/06/2022	53	19.5	14.8

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 07: Fichas de Calibración

Horno de Laboratorio

Figura 54: Ficha de calibración de horno de laboratorio



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0455-075-2021

Página 1 de 5

Fecha de emisión 2021/07/19 Solicitante LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L. Dirección AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO Identificación 0455-075-2021 Marca MEMMERT Modelo NO INDICA Serie B30.680 Cámara 50 Litros Ventilación NATURAL Pirómetro DIGITAL Procedencia PERÚ Lugar de calibración LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L. Fecha de calibración 2021/07/19 Método/Procedimiento de calibración - SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL. - ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes. ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento. Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.
---	---

ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com




ARSOU GROUP
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA													
Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	111.0	110.8	110.7	111.0	110.3	110.1	110.0	110.5	110.5	110.6	110.6	1.0
00:02	110	110.5	110.5	111.0	110.6	110.8	110.7	110.5	110.9	110.1	110.4	110.6	0.9
00:04	110	110.7	110.4	110.6	110.7	110.5	110.4	110.5	110.1	110.5	111.0	110.5	0.9
00:06	110	110.8	110.9	110.4	110.6	110.7	110.3	110.0	110.6	110.1	110.5	110.5	0.9
00:08	110	110.5	110.0	110.5	110.5	110.1	110.7	110.2	110.5	110.6	110.7	110.4	0.7
00:10	110	110.3	110.6	110.8	110.0	110.8	110.1	110.7	110.1	110.1	110.1	110.4	0.8
00:12	110	110.7	111.0	110.3	110.3	110.5	110.3	110.0	110.1	110.1	110.7	110.4	1.0
00:14	110	110.6	110.5	110.1	110.3	110.1	110.6	110.2	110.6	110.1	110.9	110.4	0.8
00:16	110	110.2	110.0	110.2	110.7	110.3	110.3	111.0	110.4	110.5	110.9	110.5	1.0
00:18	110	110.4	110.3	110.8	110.0	110.7	110.1	110.0	110.8	110.2	110.2	110.4	0.8
00:20	110	110.1	110.1	110.8	110.9	110.8	110.5	110.7	110.5	111.0	110.7	110.6	0.9
00:22	110	110.4	110.7	110.7	110.7	110.4	110.1	110.3	110.3	110.5	111.0	110.5	0.9
00:24	110	110.8	110.4	110.5	110.6	110.0	110.4	110.3	110.5	110.1	110.7	110.4	0.8
00:26	110	110.3	110.4	110.5	110.3	110.0	110.7	110.7	110.3	110.5	110.7	110.4	0.7
00:28	110	110.9	110.5	110.1	110.9	110.4	110.7	110.9	110.4	111.0	110.7	110.7	0.9
00:30	110	110.4	110.2	110.0	110.7	110.9	110.2	110.4	110.0	110.2	110.9	110.4	0.9
00:32	110	110.7	110.5	110.4	110.7	110.7	110.4	110.8	110.4	110.7	110.5	110.6	0.4
00:34	110	110.5	110.1	110.5	110.5	110.3	110.5	110.1	110.7	110.0	110.6	110.4	0.7
00:36	110	110.8	110.7	110.7	110.6	110.4	110.8	110.5	110.2	110.1	110.4	110.5	0.7
00:38	110	110.5	110.1	110.5	110.9	110.6	110.6	110.7	110.2	110.4	110.4	110.5	0.8
00:40	110	110.2	111.0	110.4	110.2	110.9	110.2	110.5	110.5	110.5	110.3	110.5	0.8
00:42	110	110.0	110.5	110.8	110.8	110.3	110.3	110.1	110.1	110.1	110.9	110.4	0.9
00:44	110	110.1	110.6	111.0	110.9	110.1	110.9	110.6	110.2	110.5	110.7	110.6	0.9
00:46	110	110.2	110.5	110.2	110.9	110.4	110.7	110.8	110.3	110.3	111.0	110.5	0.8
00:48	110	110.1	110.8	110.1	110.8	110.7	110.4	110.6	110.0	110.4	110.5	110.4	0.8
00:50	110	110.8	110.8	110.4	110.7	110.7	110.2	110.8	111.0	110.1	110.5	110.6	0.9
T. PROM.	110	110.5	110.5	110.5	110.6	110.5	110.4	110.5	110.4	110.4	110.6	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0		
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1	110.0	110.0	110.0	110.1		

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
Tme Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



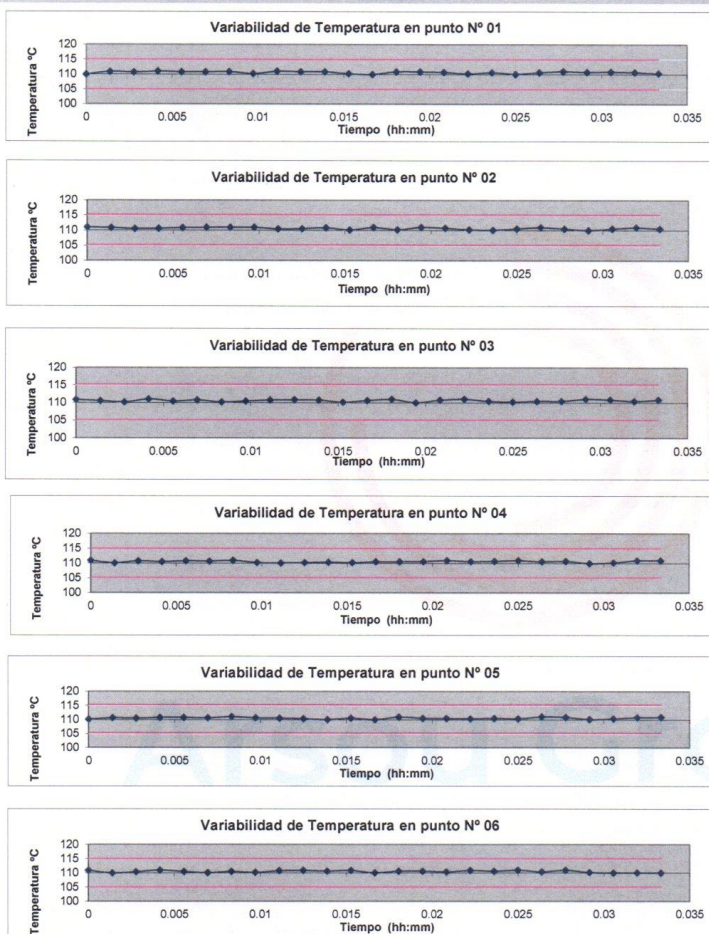
ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

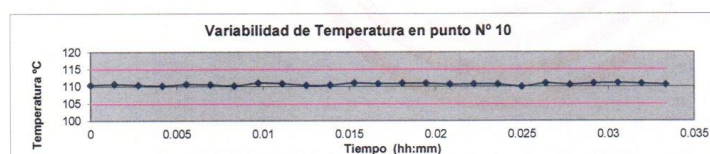
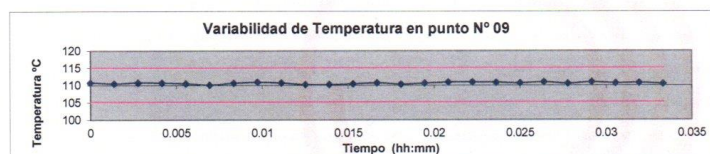
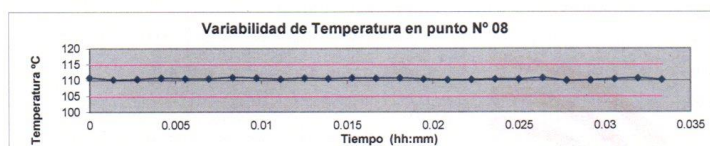
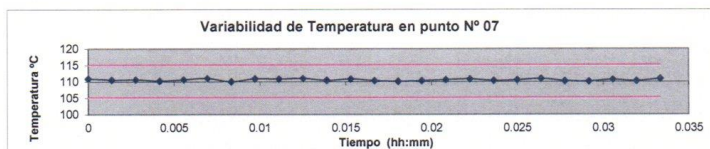
GRÁFICO



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

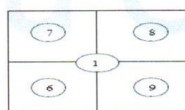
ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Ariévalo Carnica
METROLOGÍA



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR

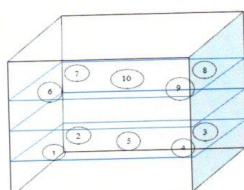


ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Arsou Group

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

Balanza*Figura 55: Ficha de calibración de balanza*



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

N° 0451-075-2021

Página 1 de 3

Fecha de emisión	2021/07/19	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Solicitante	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.	
Dirección	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.
Instrumento de medición	BALANZA	
Identificación	0451-075-2021	
Intervalo de indicación	300 g	
División de escala	0.01 g	
Resolución		
División de verificación (e)	0.01 g	
Tipo de indicación	Digital	
Marca / Fabricante	DAKOTA	
Modelo	ACS-03T	
N° de serie	101	
Procedencia	CHINA	
Lugar de calibración	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.	ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.
Fecha de calibración	2021/07/19	Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.
Método/Procedimiento de calibración "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)		



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrión
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0451-075-2021

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 150 g			Carga L1= 300 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	150.0	0.001	-0.001	300	0.005	-0.002
2	150.0	0.002	-0.004	300	0.004	-0.004
3	150.0	0.004	-0.005	300	0.006	-0.004
4	150.0	0.003	-0.007	300	0.003	-0.009
5	150.0	0.003	-0.009	300	0.005	-0.012
6	150.0	0.004	-0.001	300	0.007	-0.014
7	150.0	0.004	-0.004	300	0.003	-0.01
8	150.0	0.007	-0.008	300	0.005	-0.009
9	150.0	0.006	-0.004	300	0.004	-0.007
10	150.0	0.005	-0.003	300	0.004	-0.008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
150	0		0.05			
300	0		0.3			



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnice
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0451-075-2021

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación de E_0				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E_0 (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)
1	1	1	0.004	-0.001	100	100	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		100	0.003	-0.001	0.004
3		1	0.005	0.004		100	0.004	-0.002	-0.005
4		1	0.007	0.001		100	0.001	0.004	0.003
5		1	0.009	-0.002		100	0.004	0.004	0.002

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes					Decrecientes					EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)		I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)		
1.00	1.00	0.004	-0.001			2.00	0.006	0.001	0.004		0.1
2.00	2.00	0.006	0.004	0.004		5.00	0.005	0.004	-0.003		0.1
5.00	5.00	0.002	-0.005	0.003		10.00	0.009	-0.003	-0.003		0.1
10.00	10.00	0.002	0.004	0.005		20.00	0.005	0.005	0.001		0.1
20.00	20.00	0.009	0.004	0.008		40.00	0.004	-0.004	0.003		0.1
40.00	40.00	0.004	0.008	0.002		50.00	0.007	0.004	0.004		0.1
50.00	50.00	0.005	0.008	0.003		100.00	0.005	-0.03	-0.002		0.1
100.00	100.00	0.004	0.004	0.005		150.00	0.003	-0.008	-0.01		0.5
150.00	150.00	0.009	0.004	0.004		200.00	0.014	-0.014	-0.01		0.5
200.00	200.00	0.015	0.008	0.001		299.99	0.02	-0.015	-0.018		0.5
300.00	299.99	0.19	0.006	0.005							

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL : Carga Incrementada

E: Error encontrado

E_0 : Error en cero

E_c : Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición} \quad U_R = 2 \cdot \sqrt{0.00002 \text{ g}^2 + 0.0000054019412 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida} \quad R_{\text{corregida}} = R + 211.420822081 \text{ R}$$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP

Ing. Hugo Luis Arvalo Carasco
METROLOGIA



Balanza 02*Figura 56: Ficha de calibración de balanza 02*

		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0450-075-2021	Página 1 de 3
Arsou Group Laboratorio de Metrología			

<table border="0"> <tr> <td>Fecha de emisión</td> <td>2021/07/19</td> </tr> <tr> <td>Solicitante</td> <td>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</td> </tr> <tr> <td>Dirección</td> <td>AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO</td> </tr> <tr> <td>Instrumento de medición</td> <td>BALANZA</td> </tr> <tr> <td>Identificación</td> <td>0450-075-2021</td> </tr> <tr> <td>Intervalo de indicación</td> <td>3000 g</td> </tr> <tr> <td>División de escala Resolución</td> <td>0.1 g</td> </tr> <tr> <td>División de verificación (e)</td> <td>0.1 g</td> </tr> <tr> <td>Tipo de indicación</td> <td>Digital</td> </tr> <tr> <td>Marca / Fabricante</td> <td>OHAUS</td> </tr> <tr> <td>Modelo</td> <td>EB3</td> </tr> <tr> <td>N° de serie</td> <td>8031358910</td> </tr> <tr> <td>Procedencia</td> <td>USA</td> </tr> <tr> <td>Lugar de calibración</td> <td>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</td> </tr> <tr> <td>Fecha de calibración</td> <td>2021/07/19</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Método/Procedimiento de calibración "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009) </td> </tr> </table>	Fecha de emisión	2021/07/19	Solicitante	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.	Dirección	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	Instrumento de medición	BALANZA	Identificación	0450-075-2021	Intervalo de indicación	3000 g	División de escala Resolución	0.1 g	División de verificación (e)	0.1 g	Tipo de indicación	Digital	Marca / Fabricante	OHAUS	Modelo	EB3	N° de serie	8031358910	Procedencia	USA	Lugar de calibración	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.	Fecha de calibración	2021/07/19	Método/Procedimiento de calibración "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)		Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes. ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento. Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.  
Fecha de emisión	2021/07/19																																
Solicitante	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.																																
Dirección	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO																																
Instrumento de medición	BALANZA																																
Identificación	0450-075-2021																																
Intervalo de indicación	3000 g																																
División de escala Resolución	0.1 g																																
División de verificación (e)	0.1 g																																
Tipo de indicación	Digital																																
Marca / Fabricante	OHAUS																																
Modelo	EB3																																
N° de serie	8031358910																																
Procedencia	USA																																
Lugar de calibración	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.																																
Fecha de calibración	2021/07/19																																
Método/Procedimiento de calibración "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)																																	

ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,3 °C	Final: 21,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 1500 g			Carga L1= 3000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1500.0	0.001	-0.001	3000	0.007	-0.004
2	1500.0	0.002	-0.004	3000	0.003	-0.006
3	1500.0	0.007	0.005	3000	0.004	-0.004
4	1500.0	0.001	0.001	3000	0.001	-0.009
5	1500.0	0.004	-0.007	3000	0.001	-0.004
6	1500.0	0.001	-0.005	3000	0.002	-0.003
7	1500.0	0.003	-0.003	3000	0.003	-0.009
8	1500.0	0.009	-0.001	3000	0.003	-0.001
9	1500.0	0.007	-0.002	3000	0.004	-0.001
10	1500.0	0.005	-0.003	3000	0.003	-0.001
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
1500	0			0.2		
3000	0			0.8		



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo
METROLOGÍA


Arsou Group

Laboratorio de Metrología

 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
 N° 0450-075-2021

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación de E_0				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E_0 (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)
1	1	1	0.004	-0.001	500	500	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		500	0.005	0.004	0.002
3		1	0.005	0.001		500	0.003	0.001	0.001
4		1	0.007	0.003		500	0.001	0.002	-0.001
5		1	0.009	-0.006		500	0.002	-0.002	-0.002

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	
1	1.0	0.010	0.001	0.001	1.0	-0.002	0.040	-0.018	0.1
5	5.0	0.030	0.003	-0.002	5.0	0.008	-0.005	-0.002	0.1
10	10.0	0.020	-0.002	0.003	10.0	0.006	-0.001	0.003	0.1
100	99.9	0.002	-0.001	0.001	99.9	0.002	-0.005	0.001	0.1
200	199.9	0.090	0.004	0.004	199.9	0.004	0.006	0.008	0.1
400	400.0	0.010	0.011	-0.002	400.0	0.006	0.007	0.009	0.1
500	499.9	0.090	-0.005	0.008	499.9	0.001	0.009	0.001	0.1
1000	1000.0	0.019	0.008	0.007	1000.0	0.007	0.001	-0.005	0.1
1500	1499.9	0.010	0.014	0.001	1499.9	0.017	-0.005	-0.001	0.1
2000	2000.0	0.060	0.004	0.011	2000.0	0.009	-0.001	0.012	0.8
3000	2999.8	0.070	0.008	0.009	2999.8	0.005	0.004	-0.002	0.8

Leyenda

I: Indicación de la balanza

 ΔL : Carga Incrementada

E: Error encontrado

 E_0 : Error en cero

 E_c : Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.01156 \text{ g}^2 + 0.000000010835 \text{ R}^2}$$

$$R_{\text{corregida}} = R + 1.858041113 \cdot R$$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

 Ing. Hugo Luis Arévalo Garbín
 METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

Prensa hidráulica

Figura 57: Ficha de calibración de prensa hidráulica



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0454-075-2021

Página 1 de 3

Fecha de emisión	2021/07/19	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes. ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento. Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.
Solicitante	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.	
Dirección	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
Instrumento de medición	PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO	
Identificación	0454-075-2021	
Marca	C&M	
Modelo	PM20	
Serie	202002	
Capacidad	100,000 kgf	
Indicador	FORNEY	
Serie	NO INDICA	
Bomba	ELECTRICA	
Procedencia	USA	
Lugar de calibración	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.	
Fecha de calibración	2021/07/19	
Método/Procedimiento de calibración El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.		




ARSOU GROUP S.A.C.



Ing. Hugo Luis Araya Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 TN	INF-LE 175-21.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °C	Final: 18,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	ERROR %	ERROR (2) %			
10000	9999.4	9999.8	-0.01	0	9999.6	-0.004	0.00
20000	19994.5	19987.9	-0.03	-0.06	19991.2	-0.04	0.02
30000	29998.7	29997.9	0	-0.01	29998.3	-0.01	0.00
40000	40001.1	39998.4	0	0	39999.8	0.00	0.00
50000	49997.1	49894.1	-0.01	-0.21	49945.6	-0.11	0.15
60000	59985.5	59971.5	-0.02	-0.05	59978.5	-0.04	0.02
70000	69985.1	69985.4	-0.02	-0.02	69985.3	-0.02	0.00
80000	79974.9	79994.4	-0.03	-0.01	79984.7	-0.02	0.02

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
2. - Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = \frac{(A-B)}{B} \cdot 100 \quad Rp = \frac{\text{Error}(2) - \text{Error}(1)}{\text{Error}(1)} \cdot 100$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



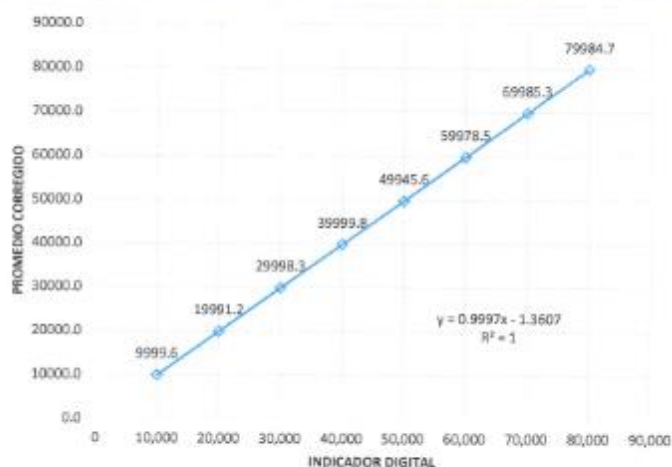
ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0.9997x - 1.3607$

Coefficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (*) Código Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Aravalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com