

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL EMPLEO DE LA DIATOMITA PROVENIENTE
DE AYACUCHO COMO ADITIVO NATURAL PARA CONCRETOS DE
RESISTENCIAS F’C = 210 KGF/CM² Y 280 KGF/CM² EN LA CIUDAD DE
AREQUIPA”**

Tesis presentada por los Bachilleres:

Rodrigo Romero, Erick Eduardo

Torres Vargas, Luis Miguel

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Mgter. Díaz Galdos, Miguel Renato

Arequipa – Perú

2019

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

Estudio Experimental del empleo de la diatomita proveniente de
Ayacucho como aditivo natural para concretos de resistencias $f'_c = 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
y $f'_c = 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ en la ciudad de Arequipa

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

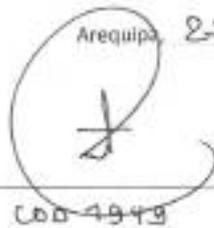
Erick Eduardo Rodrigo Romero
Jesús Miguel Torres Vargas.

Nuestro DICTAMEN es:

APROBADO.

OBSERVACIONES:

Arequipa, 25 de 03 del 2019


COD 4949


1938


COD 2728

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Agradezco a Dios por ser mi guía, a mis padres por el apoyo brindado, a Luis por la oportunidad de realizar juntos esta investigación, a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María por las facilidades brindadas, y a mi asesor Mgter. Renato Díaz por la orientación brindada para la realización de la presente investigación.

Dedico este trabajo en especial a quien ha estado y estará presente en todas y cada una de mis vivencias.

Erick Eduardo Rodrigo Romero

Muy agradecido con Dios por darme la fuerza necesaria para seguir adelante y cumplir mis deberes.

A mis padres y hermana quienes siempre me alentaron y supieron guiar mis pasos.

A la Universidad Católica de Santa María, y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por dejarnos laborar en buena organización.

A mis maestros, y amigos de la universidad por su ejemplo y motivación en mi formación profesional.

Dedico esta Tesis a Dios por darme la sabiduría en el trayecto de mi vida, a mi familia por el aprecio, comprensión, y sabios consejos.

Luis Miguel Torres Vargas

RESUMEN

La presente investigación titulada “ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL EMPLEO DE LA DIATOMITA PROVENIENTE DE AYACUCHO COMO ADITIVO NATURAL PARA CONCRETOS DE RESISTENCIAS $F'C = 210 \text{ KGF/CM}^2$ Y 280 KGF/CM^2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA” tiene como objetivo mejorar las propiedades mecánicas del concreto a menores costos, a partir de la adición de diatomita.

Inicialmente se determinaron las propiedades físicas de los agregados y la diatomita y luego se procedió a realizar diseños de mezcla de concreto sin adición de diatomita, denominado convencional, y de concreto con adición de diatomita proveniente de Ayacucho en porcentajes de 5%, 10%, 20% y 30%, para resistencias a la compresión de 210 kgf/cm^2 y 280 kgf/cm^2 , empleando para ello dos tipos de cemento : cemento Yura IP y cemento Yura HE y dos métodos de diseño: ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, haciendo un total de 40 diseños de mezcla.

Posteriormente se procedió a realizar el estudio experimental del concreto elaborado, a partir de los resultados obtenidos de sus propiedades en estado fresco: asentamiento, temperatura y peso unitario, y en estado endurecido: resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la abrasión, capilaridad y porosidad.

Finalmente se realizó un análisis costo beneficio de todos los diseños de concreto, para poder determinar aquellos que cumplen con el objetivo planteado. Los ensayos se realizaron en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María.

Palabras clave: Diseño de mezcla, Concreto, Diatomita, Estudio Experimental.

ABSTRACT

This research entitled “EXPERIMENTAL STUDY OF THE USE OF DIATOMITE FROM AYACUCHO AS A NATURAL ADDITIVE FOR CONCRETE RESISTANCE $F'C = 210$ KGF/CM² AND 280 KGF/CM² IN THE CITY OF AREQUIPA” aims to improve the mechanical properties of concrete at lower costs, from the addition of diatomite.

Initially the physical properties of the aggregates and the diatomite were determined and then we proceeded to make designs of concrete mixture without addition of diatomite, called conventional, and of concrete with addition of diatomite coming from Ayacucho in percentages of 5%, 10%, 20% and 30%, for compression strengths of 210 kgf/cm² and 280 kgf/cm², using two types of cement: Yura IP cement and Yura HE cement and two design methods: ACI and Fineness Module of the Aggregate combination, making a total of 40 mix designs.

Subsequently, an experimental study of the elaborated concrete was carried out, based on the results obtained from its properties in the fresh state: settlement, temperature and unit weight, and in the hardened state: compressive strength, tensile strength, resistance to degradation, capillarity and porosity.

Finally, a cost-benefit analysis of all the concrete designs was carried out, in order to determine those that meet the proposed objective. The tests were carried out in the laboratory of the Professional School of Civil Engineering of the Catholic University of Santa María.

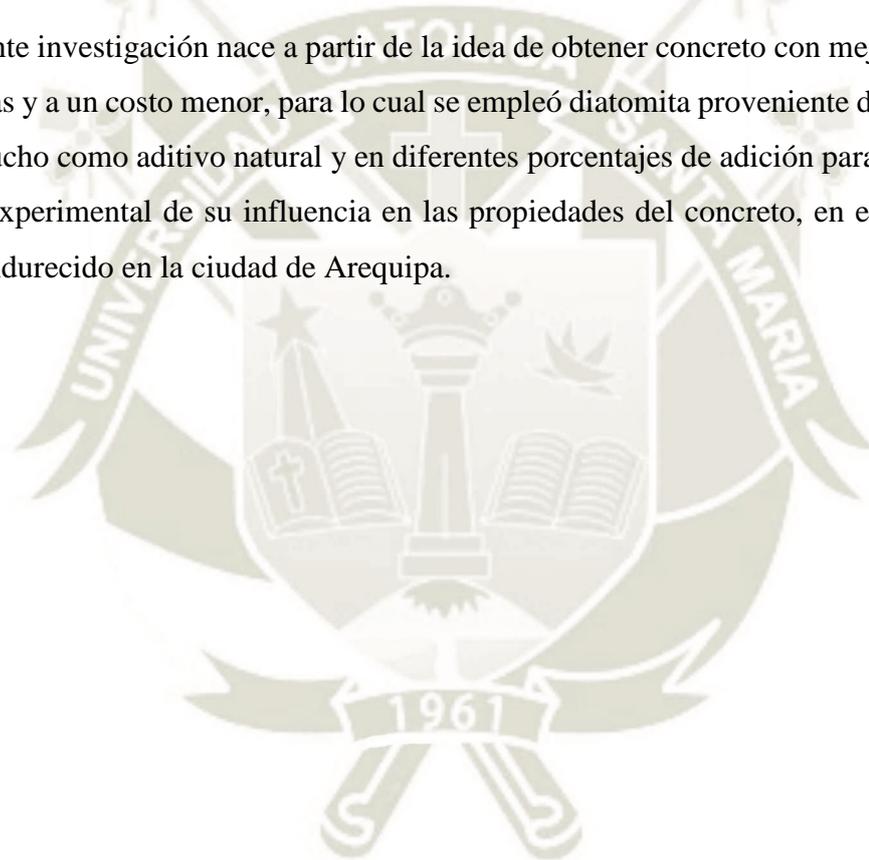
Keywords: Mix design, Concrete, Diatomite, Experimental Study.

INTRODUCCIÓN

Los aditivos para el concreto vienen siendo empleados con más frecuencia en Perú debido a la diversidad de climas y zonas de diferente altitud con la que cuenta, lo cual implica que se busque mejorar las propiedades del concreto para hacer frente a esas condiciones, y que se tenga un incremento en los costos unitarios.

La diatomita es un material de naturaleza silíceo que se encuentra en yacimientos localizados en Arequipa, Ayacucho, Piura, Ica y Tacna, y que ha sido empleado en diversas investigaciones tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

La presente investigación nace a partir de la idea de obtener concreto con mejores propiedades mecánicas y a un costo menor, para lo cual se empleó diatomita proveniente de los yacimientos de Ayacucho como aditivo natural y en diferentes porcentajes de adición para poder realizar el estudio experimental de su influencia en las propiedades del concreto, en estado fresco y en estado endurecido en la ciudad de Arequipa.



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN	vi
LISTA DE GRÁFICAS	xiv
LISTA DE TABLAS.....	xx
LISTA DE ECUACIONES	xxxiv
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Formulación del problema.....	1
1.1.2. Descripción del problema.....	1
1.1.3. Ampliación del problema	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Hipótesis.....	3
1.5. Variables e indicadores	4
1.6. Alcance.....	4
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Concreto convencional.....	6
2.1.1. Propiedades del concreto en estado fresco	6
2.1.1.1. Trabajabilidad	6
2.1.1.2. Segregación.....	6
2.1.1.3. Exudación	6
2.1.1.4. Contracción	6
2.1.2. Propiedades del concreto en estado endurecido	7
2.1.2.1. Resistencia	7

2.1.2.2. Durabilidad	7
2.1.2.3. Elasticidad.....	7
2.2. Cemento Portland.....	7
2.2.1. Cemento Portland Tipo IP	7
2.2.2. Cemento Portland Tipo HE	8
2.3. Agregados.....	8
2.3.1. Clasificación	9
2.3.1.1. Por su tamaño.....	9
2.3.1.2. Por su procedencia	9
2.3.1.3. Por su densidad	10
2.3.2. Funciones del agregado	10
2.3.3. Propiedades físicas del agregado	11
2.3.3.1. Peso específico.....	11
2.3.3.2. Peso unitario.....	11
2.3.3.3. Absorción	12
2.3.3.4. Granulometría	13
2.4. Diatomita.....	13
2.4.1. Propiedades físicas de la diatomita.....	13
2.4.2. Fuentes de la diatomita en el Perú.....	14
2.4.2.1. Yacimiento de Tambillo	14
2.4.2.2. Yacimiento de Moya.....	15
2.4.2.3. Yacimiento de Quicapata	15
2.5. Agua para el concreto.....	15
2.5.1. Requisitos del Comité ACI 318.....	15
2.5.2. Requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP. 339.088	16
CAPÍTULO 3: DISEÑO DE MEZCLAS CON ADICIÓN DE DIATOMITA	18
3.1. Determinación de propiedades físicas de los agregados	18
3.1.1. Granulometría.....	18

3.1.1.1. Agregado Fino	18
3.1.1.2. Diatomita de la cantera de Ayacucho	23
3.1.1.3. Agregado Grueso	27
3.1.2. Peso Específico y Absorción	31
3.1.2.1. Agregado Fino	31
3.1.2.2. Diatomita de la cantera de Ayacucho	33
3.1.2.3. Agregado Grueso	34
3.1.3. Peso Unitario Suelto y Compactado	36
3.1.3.1. Agregado Fino	38
3.1.3.2. Diatomita de la cantera de Ayacucho	38
3.1.3.3. Agregado Grueso	39
3.1.4. Contenido de Humedad	40
3.1.4.1. Agregado Fino	40
3.1.4.2. Diatomita de la cantera de Ayacucho	41
3.1.4.3. Agregado Grueso	42
3.1.5. Resistencia a la Abrasión.....	42
3.2. Diseño de mezclas	45
3.2.1. Diseño de mezclas Método ACI.....	45
3.2.2. Diseño de mezclas Método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados	47
3.2.3. Tablas de diseños de mezclas	48
3.2.3.1. Diseños de mezcla 210IPD0	48
3.2.3.2. Diseños de mezcla 210IPD5	49
3.2.3.3. Diseños de mezcla 210IPD10	50
3.2.3.4. Diseños de mezcla 210IPD20	51
3.2.3.5. Diseños de mezcla 210IPD30	52
3.2.3.6. Diseños de mezcla 280IPD0	53
3.2.3.7. Diseños de mezcla 280IPD5	54
3.2.3.8. Diseños de mezcla 280IPD10	55
3.2.3.9. Diseños de mezcla 280IPD20	56
3.2.3.10. Diseños de mezcla 280IPD30	57

3.2.3.11. Diseños de mezcla 210HED0	58
3.2.3.12. Diseños de mezcla 210HED5	59
3.2.3.13. Diseños de mezcla 210HED10	60
3.2.3.14. Diseños de mezcla 210HED20	61
3.2.3.15. Diseños de mezcla 210HED30	62
3.2.3.16. Diseños de mezcla 280HED0	63
3.2.3.17. Diseños de mezcla 280HED5	64
3.2.3.18. Diseños de mezcla 280HED10	65
3.2.3.19. Diseños de mezcla 280HED20	66
3.2.3.20. Diseños de mezcla 280HED30	67
CAPÍTULO 4: PROPIEDADES DEL CONCRETO	68
4.1. Propiedades en estado fresco.....	68
4.1.1. Asentamiento.....	68
4.1.2. Peso Unitario o Peso Específico.....	69
4.1.3. Temperatura.....	70
4.2. Propiedades en estado endurecido.....	72
4.2.1. Resistencia a la compresión.....	72
4.2.1.1. Resultados de diseños de concreto con $f^c=210$ kgf/cm ² con Cemento IP	73
4.2.1.2. Resultados de diseños de concreto con $f^c=280$ kgf/cm ² con Cemento IP	77
4.2.1.3. Resultados de diseños de concreto con $f^c=210$ kgf/cm ² con Cemento HE ...	80
4.2.1.4. Resultados de diseños de concreto con $f^c=280$ kgf/cm ² con Cemento HE ...	83
4.2.2. Resistencia a la Tracción	87
4.2.2.1. Resultados de diseños de concreto con $f^c=210$ kgf/cm ² con Cemento IP	87
4.2.2.2. Resultados de diseños de concreto con $f^c=280$ kgf/cm ² con Cemento IP	89
4.2.2.3. Resultados de diseños de concreto con $f^c=210$ kgf/cm ² con Cemento HE ...	91
4.2.2.4. Resultados de diseños de concreto con $f^c=280$ kgf/cm ² con Cemento HE ...	93
4.2.3. Resistencia a la Abrasión.....	95
4.2.4. Porosidad	97
4.2.4.1. Porosidad del concreto con $f^c = 210$ kgf/cm ² con Cemento IP	100
4.2.4.2. Porosidad del concreto con $f^c = 280$ kgf/cm ² con Cemento IP	101
4.2.4.3. Porosidad del concreto con $f^c = 210$ kgf/cm ² con Cemento HE.....	102

4.2.4.4. Porosidad del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE.....	103
4.2.5. Capilaridad o Tasa de Absorción.....	104
4.2.5.1. Capilaridad del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP.....	106
4.2.5.1. Capilaridad del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP.....	116
4.2.5.3. Capilaridad del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE.....	126
4.2.5.4. Capilaridad del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE.....	136
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	146
5.1. Propiedades en estado fresco.....	146
5.1.1. Asentamiento.....	146
5.1.1.1. Asentamiento del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	146
5.1.1.2. Asentamiento del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	147
5.1.1.3. Asentamiento del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	147
5.1.1.4. Asentamiento del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	148
5.1.1.5. Comparación General del Asentamiento del concreto.....	149
5.1.2. Peso Unitario	151
5.1.2.1. Peso Unitario del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	151
5.1.2.2. Peso Unitario del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	151
5.1.2.3. Peso Unitario del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE.....	152
5.1.2.4. Peso Unitario del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE.....	153
5.1.2.5. Comparación General del Peso Unitario del concreto.....	155
5.1.3. Temperatura.....	156
5.1.3.1. Temperatura del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP.....	156
5.1.3.2. Temperatura del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP.....	158
5.1.3.3. Temperatura del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	160
5.1.3.4. Temperatura del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	162
5.1.3.5. Comparación General de la Temperatura del concreto.....	165
5.2. Propiedades en estado endurecido.....	166
5.2.1. Resistencia a la Compresión del concreto	166
5.2.1.1. Resistencia a la Compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	166

5.2.1.2. Resistencia a la Compresión de concreto $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	169
5.2.1.3. Resistencia a la Compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	172
5.2.1.4. Resistencia a la Compresión de concreto $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	175
5.2.1.5. Comparación General de la Resistencia a la Compresión del concreto.....	179
5.2.2. Resistencia a la Tracción del concreto	180
5.2.2.1. Resistencia a la Tracción del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	180
5.2.2.2. Resistencia a la Tracción del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	183
5.2.2.3. Resistencia a la Tracción del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	186
5.2.2.4. Resistencia a la Tracción del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	190
5.2.1.5. Comparación General de la Resistencia a la Tracción del concreto	193
5.2.3. Resistencia a la Abrasión de concreto	194
5.2.3.1. Resistencia a la Abrasión de concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	194
5.2.3.2. Resistencia a la Abrasión de concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	195
5.2.3.3. Resistencia a la Abrasión de concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	196
5.2.3.4. Resistencia a la Abrasión de concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	197
5.2.3.5. Comparación General de la Resistencia a la Abrasión de concreto.....	199
5.2.4. Porosidad del concreto.....	201
5.2.4.1. Porosidad del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	201
5.2.4.2. Porosidad del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	202
5.2.4.3. Porosidad del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE.....	203
5.2.4.4. Porosidad del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE.....	204
5.2.4.5. Comparación General de la Porosidad del concreto	205

5.2.5. Capilaridad o Tasa de Absorción del concreto	207
5.2.5.1. Capilaridad o Tasa de Absorción del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP.....	207
5.2.5.2. Capilaridad o Tasa de Absorción del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP.....	209
5.2.5.3. Capilaridad o Tasa de Absorción del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE.....	211
5.2.5.4. Capilaridad o Tasa de Absorción del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE.....	213
5.2.5.5. Comparación General de la Capilaridad del concreto	215
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE COSTOS	217
6.1. Costos Unitarios	217
6.1.1. Costo Unitario del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	217
6.1.2. Costo Unitario del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP	219
6.1.3. Costo Unitario del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	221
6.1.4. Costo Unitario del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	223
6.1.5. Comparación General de Costos Unitarios	225
6.2. Análisis Costo Beneficio.....	228
6.2.1. Análisis Costo Beneficio del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP ..	229
6.2.2. Análisis Costo Beneficio del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP ..	231
6.2.3. Análisis Costo Beneficio del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	233
6.2.4. Análisis Costo Beneficio del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE	235
CONCLUSIONES.....	238
RECOMENDACIONES	244
PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN.....	245
ANEXOS.....	249
ANEXO 1 : Ficha Técnica Diatomita.....	249
ANEXO 2 : Constancia de Uso de Laboratorio	251

LISTA DE GRÁFICAS

<i>Gráfica 1. Curva Granulométrica del Ensayo 1 del Agregado Fino.</i>	<i>19</i>
<i>Gráfica 2. Curva Granulométrica del Ensayo 2 del Agregado Fino.</i>	<i>20</i>
<i>Gráfica 3. Curva Granulométrica del Ensayo 3 del Agregado Fino.</i>	<i>21</i>
<i>Gráfica 4. Curva Granulométrica Promedio del Agregado Fino.</i>	<i>22</i>
<i>Gráfica 5. Curva Granulométrica del Ensayo 1 de la Diatomita.....</i>	<i>23</i>
<i>Gráfica 6. Curva Granulométrica del Ensayo 2 de la Diatomita.....</i>	<i>24</i>
<i>Gráfica 7. Curva Granulométrica del Ensayo 3 de la Diatomita.....</i>	<i>25</i>
<i>Gráfica 8. Curva Granulométrica Promedio de la Diatomita.</i>	<i>26</i>
<i>Gráfica 9. Curva Granulométrica del Ensayo 1 del Agregado Grueso.</i>	<i>28</i>
<i>Gráfica 10. Curva Granulométrica del Ensayo 2 del Agregado Grueso.</i>	<i>29</i>
<i>Gráfica 11. Curva Granulométrica del Ensayo 3 del Agregado Grueso.</i>	<i>30</i>
<i>Gráfica 12. Curva Granulométrica Promedio del Agregado Grueso.</i>	<i>31</i>
<i>Gráfica 13. Asentamiento para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP.</i>	<i>146</i>
<i>.....</i>	<i>146</i>
<i>Gráfica 14. Asentamiento para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP.</i>	<i>147</i>
<i>.....</i>	<i>147</i>
<i>Gráfica 15. Asentamiento para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE.</i>	<i>148</i>
<i>.....</i>	<i>148</i>
<i>Gráfica 16. Asentamiento para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE.</i>	<i>149</i>
<i>.....</i>	<i>149</i>
<i>Gráfica 17. Comparación General de Asentamiento para concretos con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.</i>	<i>149</i>
<i>.....</i>	<i>149</i>
<i>Gráfica 18. Comparación General de Asentamiento para concretos con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$.</i>	<i>150</i>
<i>.....</i>	<i>150</i>
<i>Gráfica 19. Peso Unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP.</i>	<i>151</i>
<i>.....</i>	<i>151</i>
<i>Gráfica 20. Peso Unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP.</i>	<i>152</i>
<i>.....</i>	<i>152</i>
<i>Gráfica 21. Peso Unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE.</i>	<i>153</i>
<i>.....</i>	<i>153</i>
<i>Gráfica 22. Peso Unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE.</i>	<i>154</i>
<i>.....</i>	<i>154</i>

<i>Gráfica 23. Comparación General de Peso Unitario para concretos con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.</i>	155
<i>Gráfica 24. Comparación General de Peso Unitario para concretos con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$.</i>	156
<i>Gráfica 25. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	157
<i>Gráfica 26. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	158
<i>Gráfica 27. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	159
<i>Gráfica 28. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	160
<i>Gráfica 29. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.</i>	161
<i>Gráfica 30. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	162
<i>Gráfica 31. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.</i>	163
<i>Gráfica 32. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	164
<i>Gráfica 33. Comparación general de temperatura del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$</i>	165
<i>Gráfica 34. Comparación general de temperatura del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$</i>	165
<i>Gráfica 35. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	167
<i>Gráfica 36. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	168
<i>Gráfica 37. Resistencia a la Compresión Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP.</i>	169
<i>Gráfica 38. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	170
<i>Gráfica 39. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	171

<i>Gráfica 40. Resistencia a la Compresión Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP.</i>	<i>172</i>
<i>Gráfica 41. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.....</i>	<i>173</i>
<i>Gráfica 42. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....</i>	<i>174</i>
<i>Gráfica 43. Resistencia a la Compresión Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE.....</i>	<i>175</i>
<i>Gráfica 44. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.....</i>	<i>176</i>
<i>Gráfica 45. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....</i>	<i>177</i>
<i>Gráfica 46. Resistencia a la Compresión Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE.....</i>	<i>178</i>
<i>Gráfica 47. Comparación General de concretos elaborados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ a los 28 días de edad.</i>	<i>179</i>
<i>Gráfica 48. Comparación General de concretos elaborados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ a los 28 días de edad.</i>	<i>180</i>
<i>Gráfica 49. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>181</i>
<i>Gráfica 50. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....</i>	<i>182</i>
<i>Gráfica 51. Resistencia a la Tracción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP.</i>	<i>183</i>
<i>Gráfica 52. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>184</i>
<i>Gráfica 53. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....</i>	<i>185</i>
<i>Gráfica 54. Resistencia a la Tracción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP.</i>	<i>186</i>

<i>Gráfica 55. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.....</i>	<i>187</i>
<i>Gráfica 56. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....</i>	<i>188</i>
<i>Gráfica 57. Resistencia a la Tracción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE.....</i>	<i>189</i>
<i>Gráfica 58. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.....</i>	<i>190</i>
<i>Gráfica 59. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....</i>	<i>191</i>
<i>Gráfica 60. Resistencia a la Tracción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE.....</i>	<i>192</i>
<i>Gráfica 61. Comparación General de Resistencia a la Tracción a los 28 días de edad de concretos elaborados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.....</i>	<i>193</i>
<i>Gráfica 62. Comparación General de Resistencia a la Tracción a los 28 días de edad de concretos elaborados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$.....</i>	<i>194</i>
<i>Gráfica 63. Porcentaje de Abrasión para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con cemento IP.</i>	<i>195</i>
<i>Gráfica 64. Porcentaje de Abrasión para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con cemento IP.</i>	<i>196</i>
<i>Gráfica 65. Porcentaje de Abrasión para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con cemento HE.....</i>	<i>197</i>
<i>Gráfica 66. Porcentaje de Abrasión para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con cemento HE.....</i>	<i>198</i>
<i>Gráfica 67. Comparación General de Porcentaje de Abrasión para concretos con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.....</i>	<i>199</i>
<i>Gráfica 68. Comparación General de Porcentaje de Abrasión para concretos con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$.....</i>	<i>200</i>
<i>Gráfica 69. Porcentaje de Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados..</i>	<i>201</i>
<i>Gráfica 70. Porcentaje de Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados..</i>	<i>202</i>

<i>Gráfica 71. Porcentaje de Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>203</i>
<i>Gráfica 72. Porcentaje de Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>204</i>
<i>Gráfica 73. Comparación general de temperatura del concreto elaborado con $f'c = 210$ kgf/cm².....</i>	<i>205</i>
<i>Gráfica 74. Comparación general de temperaturas del concreto elaborado con $f'c = 280$ kgf/cm².....</i>	<i>206</i>
<i>Gráfica 75. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del ACI.</i>	<i>207</i>
<i>Gráfica 76. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>208</i>
<i>Gráfica 77. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del ACI.</i>	<i>209</i>
<i>Gráfica 78. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>210</i>
<i>Gráfica 79. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método del ACI.....</i>	<i>211</i>
<i>Gráfica 80. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>212</i>
<i>Gráfica 81. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método del ACI.....</i>	<i>213</i>
<i>Gráfica 82. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>214</i>
<i>Gráfica 83. Comparación general del ensayo de capilaridad del concreto elaborado con $f'c = 210$ kgf/cm².....</i>	<i>215</i>
<i>Gráfica 84. Comparación general del ensayo de capilaridad del concreto elaborado con $f'c = 280$ kgf/cm².....</i>	<i>216</i>
<i>Gráfica 85. Comparación General del Costo Unitario para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm² y con cemento IP.</i>	<i>225</i>

<i>Gráfica 86. Comparación General del Costo Unitario para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm² y con cemento IP.</i>	<i>226</i>
<i>Gráfica 87. Comparación General del Costo Unitario para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm² y con cemento HE.....</i>	<i>227</i>
<i>Gráfica 88. Comparación General del Costo Unitario para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm² y con cemento HE.....</i>	<i>228</i>
<i>Gráfica 89. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>230</i>
<i>Gráfica 90. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>231</i>
<i>Gráfica 91. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>232</i>
<i>Gráfica 92. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>233</i>
<i>Gráfica 93. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método ACI.....</i>	<i>234</i>
<i>Gráfica 94. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....</i>	<i>235</i>
<i>Gráfica 95. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método ACI.....</i>	<i>236</i>
<i>Gráfica 96. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....</i>	<i>237</i>

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Variables e Indicadores.....</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 2. Clasificación según su tamaño.</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 3. Propiedades físicas de la diatomita.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 4. Requisitos de performance del concreto para el agua de mezcla.</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 5. Límites químicos opcionales para el agua de mezcla combinada.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 6. Ensayo 1 de Granulometría del Agregado Fino.</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 7. Ensayo 2 de Granulometría del Agregado Fino.</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 8. Ensayo 3 de Granulometría del Agregado Fino.</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 9. Granulometría Promedio del Agregado Fino.</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 10. Ensayo 1 de Granulometría de la Diatomita.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 11. Ensayo 2 de Granulometría de la Diatomita.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 12. Ensayo 3 de Granulometría de la Diatomita.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 13. Granulometría Promedio de la Diatomita.</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 14. Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global.</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 15. Ensayo 1 de Granulometría del Agregado Grueso.</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 16. Ensayo 2 de Granulometría del Agregado Grueso.</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 17. Ensayo 3 de Granulometría del Agregado Grueso.</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 18. Granulometría Promedio del Agregado Grueso.</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 19. Datos Obtenidos en Laboratorio para el cálculo de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 20. Resultados Obtenidos del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 21. Datos Obtenidos en Laboratorio para el cálculo de Peso Específico y Absorción de la Diatomita.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 22. Resultados Obtenidos del Peso Específico y Absorción de la Diatomita.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 23. Datos Obtenidos en Laboratorio para el cálculo de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 24. Resultados Obtenidos del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 25. Datos Obtenidos en Laboratorio para el cálculo de Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos del Agregado Fino.</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 26. Resultados Obtenidos del Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos del Agregado Fino.</i>	<i>38</i>

<i>Tabla 27. Datos Obtenidos en Laboratorio para el cálculo de Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos de la Diatomita.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 28. Resultados Obtenidos del Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos de la Diatomita.</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 29. Datos Obtenidos en Laboratorio para el cálculo de Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos del Agregado Grueso.</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 30. Resultados Obtenidos del Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos del Agregado Grueso.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 31. Pesos de las muestras de agregado fino en estado natural y seco.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 32. Porcentaje de humedad promedio del agregado fino.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 33. Pesos de las muestras de diatomita en estado natural y seco.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 34. Porcentaje de humedad promedio de la diatomita.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 35. Pesos de las muestras de agregado grueso en estado natural y seco.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 36. Porcentaje de humedad promedio del agregado grueso.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 37. Tipo de carga según la gradación del agregado.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 38. Gradación de las muestras de ensayo.</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 39. Pesos del agregado grueso antes y después del ensayo de Abrasión.</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 40. Porcentajes de Abrasión de las muestras de agregado grueso.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 41. Nomenclatura y especificaciones de los diseños de mezcla realizados por el método ACI.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 42. Nomenclatura y especificaciones de los diseños de mezcla realizados por el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 43. Diseños de Mezcla para concreto convencional elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y cemento IP.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 44. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 5% de diatomita.</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 45. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 10% de diatomita.</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 46. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 20% de diatomita.</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 47. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 30% de diatomita.</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 48. Diseños de Mezcla para concreto convencional elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y cemento IP.</i>	<i>53</i>

<i>Tabla 49. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 5% de diatomita.</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 50. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 10% de diatomita.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 51. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 20% de diatomita.</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 52. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 30% de diatomita.</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 53. Diseños de Mezcla para concreto convencional elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y cemento HE.</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 54. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 5% de diatomita.</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 55. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 10% de diatomita.</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 56. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 20% de diatomita.</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 57. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 30% de diatomita.</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 58. Diseños de Mezcla para concreto convencional elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y cemento HE.</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 59. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 5% de diatomita.</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 60. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 10% de diatomita.</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 61. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 20% de diatomita.</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 62. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 30% de diatomita.</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 63. Asentamiento del concreto elaborado por los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 64. Peso Unitario del concreto elaborado por los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 65. Temperatura del concreto elaborado por los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>71</i>

<i>Tabla 66. Tolerancia permisible de acuerdo a edad de ensayo.</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 67. Factores de Corrección para los valores L/D.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 68. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento IP y con el método ACI.</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 69. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento IP y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 70. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento IP y con el método ACI.</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 71. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento IP y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 72. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento HE y con el método ACI.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 73. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento HE y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 74. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento HE y con el método ACI.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 75. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento HE y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 76. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento IP y con el método ACI.</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 77. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento IP y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 78. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento IP y con el método ACI.</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 79. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento IP y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 80. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento HE y con el método ACI.....</i>	<i>91</i>

<i>Tabla 81. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento HE y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 82. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento HE y con el método ACI.</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 83. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento HE y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 84. Porcentaje de Abrasión del concreto elaborado por los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 85. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 86. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 87. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 88. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 89. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método ACI.</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 90. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 91. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método ACI.</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 92. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregado.</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 93. Masa “A” “B” y “C” para concreto convencional diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 94. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 95. Masa “A” “B” y “C” para concreto convencional diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>107</i>

<i>Tabla 96. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 97. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 98. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 99. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 100. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 101. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 102. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 103. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 104. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 105. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 106. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 107. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 108. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>113</i>

Tabla 109. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI. 114

Tabla 110. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI. 114

Tabla 111. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 115

Tabla 112. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 115

Tabla 113. Masa “A” “B” y “C” para concreto convencional diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método ACI. 116

Tabla 114. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método ACI. 116

Tabla 115. Masa “A” “B” y “C” para concreto convencional diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 117

Tabla 116. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 117

Tabla 117. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método ACI. 118

Tabla 118. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método ACI. 118

Tabla 119. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 119

Tabla 120. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 119

Tabla 121. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método ACI. 120

Tabla 122. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método ACI. 120

Tabla 123. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 121

Tabla 124. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 121

Tabla 125. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método ACI..... 122

Tabla 126. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método ACI. 122

Tabla 127. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 123

Tabla 128. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 123

Tabla 129. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método ACI..... 124

Tabla 130. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método ACI. 124

Tabla 131. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 125

Tabla 132. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 125

Tabla 133. Masa “A” “B” y “C” para concreto convencional diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI..... 126

Tabla 134. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 126

Tabla 135. Masa “A” “B” y “C” para concreto convencional diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados..... 127

Tabla 136. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 127

Tabla 137. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 128

Tabla 138. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 128

Tabla 139. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 129

Tabla 140. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 129

Tabla 141. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 130

Tabla 142. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 130

Tabla 143. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 131

Tabla 144. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 131

Tabla 145. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 132

Tabla 146. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 132

Tabla 147. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 133

Tabla 148. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 133

Tabla 149. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 134

Tabla 150. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 134

Tabla 151. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 135

Tabla 152. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 135

Tabla 153. Masa “A” “B” y “C” para concreto convencional diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 136

Tabla 154. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 136

Tabla 155. Masa “A” “B” y “C” para concreto convencional diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 137

Tabla 156. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 137

Tabla 157. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 138

Tabla 158. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 138

Tabla 159. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 139

Tabla 160. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 139

Tabla 161. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 140

Tabla 162. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 140

Tabla 163. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 141

Tabla 164. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 141

Tabla 165. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 142

Tabla 166. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 142

Tabla 167. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 143

Tabla 168. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 143

Tabla 169. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 144

Tabla 170. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método ACI. 144

Tabla 171. Masa “A” “B” y “C” para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 145

Tabla 172. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280$ kgf/cm², Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 145

Tabla 173. Gradiente térmico para concretos con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI. 157

Tabla 174. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 157

Tabla 175. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI. 159

Tabla 176. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. 159

<i>Tabla 177. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.</i>	161
<i>Tabla 178. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	161
<i>Tabla 179. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.</i>	163
<i>Tabla 180. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	163
<i>Tabla 181. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	166
<i>Tabla 182. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	167
<i>Tabla 183. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	169
<i>Tabla 184. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	171
<i>Tabla 185. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.</i>	173
<i>Tabla 186. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	174
<i>Tabla 187. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.</i>	176
<i>Tabla 188. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	177
<i>Tabla 189. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	181
<i>Tabla 190. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	182

<i>Tabla 191. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>184</i>
<i>Tabla 192. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....</i>	<i>185</i>
<i>Tabla 193. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.....</i>	<i>187</i>
<i>Tabla 194. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....</i>	<i>188</i>
<i>Tabla 195. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.....</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 196. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....</i>	<i>191</i>
<i>Tabla 197. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>217</i>
<i>Tabla 198. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>218</i>
<i>Tabla 199. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>219</i>
<i>Tabla 200. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>220</i>
<i>Tabla 201. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.</i>	<i>221</i>
<i>Tabla 202. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>222</i>
<i>Tabla 203. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.</i>	<i>223</i>
<i>Tabla 204. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.</i>	<i>224</i>
<i>Tabla 205. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.</i>	<i>229</i>

Tabla 206. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.230

Tabla 207. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.231

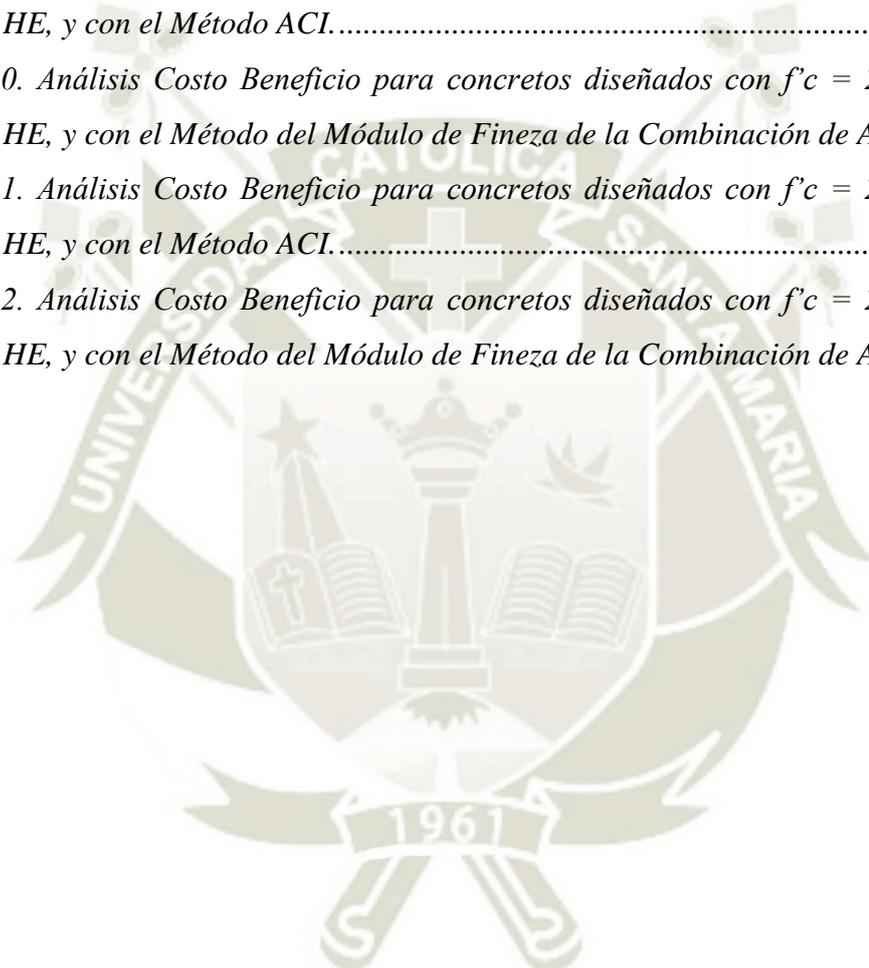
Tabla 208. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.232

Tabla 209. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.....233

Tabla 210. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....234

Tabla 211. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.....235

Tabla 212. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....236



LISTA DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Peso Específico de Masa del Agregado Fino</i>	<i>Peso Específico de Masa del Agregado Fino</i>	32
<i>Ecuación 2. Peso Específico Saturado Superficialmente Seco del Agregado Fino</i>	<i>Peso Específico Saturado Superficialmente Seco del Agregado Fino</i>	32
<i>Ecuación 3. Peso Específico Aparente del Agregado Fino</i>	<i>Peso Específico Aparente del Agregado Fino</i>	32
<i>Ecuación 4. Porcentaje de absorción del Agregado Fino</i>	<i>Porcentaje de absorción del Agregado Fino</i>	32
<i>Ecuación 5. Peso Específico de Masa del Agregado Grueso</i>	<i>Peso Específico de Masa del Agregado Grueso</i>	35
<i>Ecuación 6. Peso Específico Saturado Superficialmente Seco del Agregado Grueso</i>	<i>Peso Específico Saturado Superficialmente Seco del Agregado Grueso</i>	35
<i>Ecuación 7. Peso Específico Aparente del Agregado Grueso</i>	<i>Peso Específico Aparente del Agregado Grueso</i>	35
<i>Ecuación 8. Porcentaje de absorción del Agregado Grueso</i>	<i>Porcentaje de absorción del Agregado Grueso</i>	35
<i>Ecuación 9. Peso Unitario Suelto</i>	<i>Peso Unitario Suelto</i>	37
<i>Ecuación 10. Peso Unitario Compactado</i>	<i>Peso Unitario Compactado</i>	37
<i>Ecuación 11. Porcentaje de Vacíos</i>	<i>Porcentaje de Vacíos</i>	37
<i>Ecuación 12. Porcentaje de Humedad</i>	<i>Porcentaje de Humedad</i>	40
<i>Ecuación 13. Porcentaje de Abrasión del Agregado Grueso</i>	<i>Porcentaje de Abrasión del Agregado Grueso</i>	44
<i>Ecuación 14. Peso Unitario del Concreto</i>	<i>Peso Unitario del Concreto</i>	69
<i>Ecuación 15. Resistencia a la Compresión del Concreto</i>	<i>Resistencia a la Compresión del Concreto</i>	72
<i>Ecuación 16. Resistencia a la Tracción del Concreto</i>	<i>Resistencia a la Tracción del Concreto</i>	87
<i>Ecuación 17. Porcentaje de Desgaste o Resistencia a la Abrasión del Concreto</i>	<i>Porcentaje de Desgaste o Resistencia a la Abrasión del Concreto</i>	96
<i>Ecuación 18. Porcentaje de Absorción después de inmersión</i>	<i>Porcentaje de Absorción después de inmersión</i>	98
<i>Ecuación 19. Porcentaje de Absorción después de ebullición</i>	<i>Porcentaje de Absorción después de ebullición</i>	98
<i>Ecuación 20. Densidad seca</i>	<i>Densidad seca</i>	98
<i>Ecuación 21. Densidad global después de inmersión</i>	<i>Densidad global después de inmersión</i>	98
<i>Ecuación 22. Densidad global después de ebullición</i>	<i>Densidad global después de ebullición</i>	98
<i>Ecuación 23. Densidad aparente</i>	<i>Densidad aparente</i>	99
<i>Ecuación 24. Porcentaje de Porosidad del Concreto</i>	<i>Porcentaje de Porosidad del Concreto</i>	99
<i>Ecuación 25. Capilaridad o Tasa de Absorción del Concreto</i>	<i>Capilaridad o Tasa de Absorción del Concreto</i>	105

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Formulación del problema

Debido al alto costo de los aditivos químicos en la industria de la construcción, se requiere la obtención de un concreto más económico mediante el empleo de la diatomita como aditivo natural de tal forma que mejore las propiedades mecánicas del concreto.

1.1.2. Descripción del problema

En los últimos años se han empleado diversos tipos de aditivos químicos con la finalidad de mejorar la calidad del concreto, lo cual implica mayores costos.

Como la ciudad de Arequipa presenta alto riesgo sísmico, es importante considerar la producción de concreto con mejores propiedades mecánicas y al menor costo posible, lo cual podría lograrse mediante el uso de diatomita que es una roca sedimentaria silíceas presente en varias regiones de nuestro país, y cuyo costo no es alto respecto a los aditivos químicos, para lo cual es necesario realizar un estudio experimental del empleo de la diatomita como aditivo natural para diferentes resistencias del concreto, aprovechando una fuente distinta a las fuentes locales, como lo es la ciudad de Ayacucho.

1.1.3. Ampliación del problema

Perú: Fuerte terremoto destruyó 168 casas en Arequipa

Enero 15, 2018, 12:53 pm

Un fuerte terremoto de 6,8 grados de magnitud sacudió la costa del sur de Perú (región de Arequipa) el domingo por la mañana causando daños a 168 viviendas, informó el lunes el titular del Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci), Jorge Chávez.

De acuerdo a Indeci último informe, 780 familias se vieron afectadas por el terremoto y 168 casas colapsaron.

(Fuente: andina.pe)

Informe Técnico Especial 2017: Peligros geodinámicos en la ciudad de Arequipa Cercado y zonas aledañas.

La historia sísmica del Perú muestra que su borde occidental presenta un alto índice de ocurrencia de eventos sísmicos y que, de acuerdo a su magnitud, muchos de ellos han producido daños importantes en ciudades y localidades distribuidas cerca de la zona costera. La ocurrencia de efectos secundarios como licuación de suelos, derrumbes, caídas de roca y tsunamis propiciaron el incremento de pérdidas humanas y materiales en el área epicentral (Silgado, 1978; Dorbath et al, 1990; Tavera y Buforn, 2001).

Por otro lado, a partir de los años 80, muchas de las principales ciudades del país – incluyendo Arequipa Cercado -, han soportado procesos continuos de migración, y debido a la falta de una adecuada planificación urbana y de acertadas políticas de planeamiento, la población creciente ha venido ocupando zonas de alto riesgo ante la ocurrencia de peligros como los sismos y deslizamientos, entre otros; para el caso de Arequipa Cercado se suma su cercanía al imponente volcán Misti que constituye un peligro latente ante una potencial erupción volcánica.

(Fuente: repositorio.igp.gob.pe)

1.2. Antecedentes

Uso de la diatomita a nivel mundial

Actualmente ya existen investigaciones que incentivan el uso de la diatomita en la construcción, como en Tailandia donde se investigó las propiedades del concreto ligero con agregado de diatomita calcinada (Posi, P., Lertnimoolchai, S., Sata, V., Phoo-ngernkham, T., Chindaprasirt, P., 2014); en Chile donde se evaluaron las propiedades mecánicas de un concreto hecho mediante la reutilización de la diatomita proveniente de la industria cervecera y de agregados reciclados (Letelier, V., Tarela, E., Muñoz, P., Moriconi, G., 2016); y en China donde se investigó sobre el uso de la diatomita como material de construcción verde (Liu, J., Wu, K., Wang, Y., Yang, Y., 2012).

Uso de la diatomita a nivel nacional

En los últimos años en el Perú se han realizado investigaciones respecto al uso de la diatomita como material cementante adicional para la elaboración de concretos de alta resistencia (Leandro Espinoza, J. L., 2010), como material sustitutorio parcial del agregado fino para la

elaboración de bloquetas artesanales de concreto (Urday Ochoa, A. A., 2015), y como aditivo en la producción de concreto (Astete García, J.L., 2015).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Emplear la diatomita de Ayacucho como aditivo natural para realizar un estudio experimental con el fin de mejorar las propiedades mecánicas de concretos con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y 280 kgf/cm^2 a menores costos en la ciudad de Arequipa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas de los agregados y la diatomita.
- Realizar los diseños de mezcla para cada resistencia.
- Determinar las propiedades del concreto en estado fresco.
- Determinar las propiedades del concreto en estado endurecido.
- Hacer un análisis de los resultados obtenidos para los diferentes tipos de ensayos en estado fresco y endurecido.
- Realizar el análisis costo beneficio.

1.4. Hipótesis

Con el empleo de la diatomita proveniente de Ayacucho, como aditivo natural para concretos de resistencias $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y 280 kgf/cm^2 , se obtendrá un concreto con mejores propiedades mecánicas y menores costos, en la ciudad de Arequipa.

1.5. Variables e indicadores

Tabla 1. Variables e Indicadores

VARIABLES	INDICADORES	UNIDADES DE ESTUDIO	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Empleo de la diatomita como aditivo natural.	Concreto con $f'c=210$ kgf/cm ² convencional.	Diseño de mezclas	Ensayos en laboratorio	Equipos de laboratorio
	Concreto con $f'c=210$ kgf/cm ² con adición de diatomita.			
	Concreto con $f'c=280$ kgf/cm ² convencional.	Diseño de mezclas	Ensayos en laboratorio	Equipos de laboratorio
	Concreto con $f'c=280$ kgf/cm ² con adición de diatomita.			

(Fuente: Elaboración propia)

1.6. Alcance

La presente investigación pretende realizar un estudio experimental del empleo de la diatomita como aditivo natural, añadiendo diferentes dosificaciones de 5%, 10%, 20% y 30% para la elaboración del concretos de diferentes resistencias $f'c = 210$ kgf/cm² y 280 kgf/cm² en la ciudad de Arequipa.

Como materiales se emplearán dos tipos de cemento: cemento Yura IP y cemento Yura HE, agregados fino y grueso de la cantera La Poderosa, localizada en la ciudad de Arequipa, y diatomita extraída por la Compañía Minera Abastecedora Andina de sus canteras localizadas en Ayacucho, asimismo se emplearán dos métodos de diseño de mezclas: método ACI y el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, teniendo un total de 40 diseños de mezcla.

Las propiedades a determinar en estado fresco serán el asentamiento, peso unitario y temperatura, mientras que para el estado endurecido se determinarán las propiedades de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la abrasión, capilaridad y porosidad, para lo cual se realizarán 432 probetas para ensayos a compresión, 216 probetas

para ensayos a tracción, 40 lotes de 9 cubos de concreto de 5,0 cm de lado para ensayos de abrasión, 40 probetas para ensayos de capilaridad y 40 probetas para ensayos de porosidad.

Posteriormente se compararán las propiedades en estado fresco y endurecido de los concretos elaborados con diatomita respecto a las del concreto convencional, y se realizará un análisis costo beneficio.



CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Concreto convencional

Es un material resistente a la compresión obtenido a partir de la mezcla de agregados, una pasta compuesta de cemento portland y agua. Es de acuerdo a los requerimientos en una obra que se hace necesario el uso de aditivos en el concreto con la finalidad de mejorar sus propiedades.

2.1.1. Propiedades del concreto en estado fresco

2.1.1.1. Trabajabilidad

Está definida por mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. El método tradicional de medir la trabajabilidad ha sido desde hace años el asentamiento con el cono de Abrams, ya que permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto. (Pasquel, 1998, p.131)

2.1.1.2. Segregación

Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del agregado grueso del mortero. (Abanto, 1996, p.50)

Cuando la viscosidad del mortero se reduce por insuficiente concentración de pasta, mala distribución de las partículas o granulometría deficiente, las partículas gruesas se separan del mortero y se produce lo que se conoce como segregación. (Pasquel, 1998, p.141)

2.1.1.3. Exudación

Se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de sólidos. (Abanto, 1996, p.54)

Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla No 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla. (Pasquel, 1998, p.141)

2.1.1.4. Contracción

Es el acortamiento que experimenta el concreto durante el proceso de endurecimiento y secado, debido a la pérdida por evaporación del exceso de agua de mezclado.

2.1.2. Propiedades del concreto en estado endurecido

2.1.2.1. Resistencia

La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad. (Rivva, 2007, p.42)

2.1.2.2. Durabilidad

El concreto debe ser capaz de endurecer y mantener sus propiedades en el tiempo aun en aquellas condiciones de exposición que normalmente podrían disminuir o hacer perder su capacidad estructural. Por tanto, se define como concreto durable a aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio a las cuales él está sometido. (Rivva, 2007, p.44)

2.1.2.3. Elasticidad

El concreto no es un material completamente elástico y la relación esfuerzo deformación para una carga en constante incremento adopta generalmente la forma de una curva. Generalmente se conoce como Módulo de Elasticidad a la relación del esfuerzo a la deformación medida en el punto donde la línea se aparta de la recta y comienza a ser curva. Para el diseño estructural se supone un Módulo de Elasticidad constante en función de una resistencia a la compresión del concreto. En la práctica, el Módulo de elasticidad del concreto es una magnitud variable cuyo valor promedio es mayor que aquel obtenido a partir de una fórmula. (Rivva, 2007, p.48)

2.2. Cemento Portland

Es un material compuesto de una mezcla de caliza y arcilla, empleado como aglomerante para la preparación de concreto.

2.2.1. Cemento Portland Tipo IP

Es un cemento Portland adicionado al que se agrega en el momento de la molienda del clinker, una cantidad de puzolana natural activa de aproximadamente 30% en peso. (Ficha Técnica Cemento Yura IP, 2014, p.4)

Otorga a los concretos y morteros cualidades únicas de alta durabilidad, de modo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo. (Ficha Técnica Cemento Yura IP, 2017, p. 1)

Sus propiedades son: alta resistencia a la compresión, resistencia al ataque de sulfatos y cloruros, mayor impermeabilidad y capacidad de reducción de la reacción nociva álcali-agregado. (Ficha Técnica Cemento Yura IP, 2017, p. 2-3)

2.2.2. Cemento Portland Tipo HE

Es un cemento Portland cuya composición permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales para lograr alta durabilidad. Sus propiedades son: alta resistencia inicial, aumento de impermeabilidad, moderada resistencia a sulfatos, menor calor de hidratación, capacidad para disminuir la reacción nociva álcali-agregado, y mayor plasticidad y trabajabilidad en concretos. (Ficha Técnica Cemento Yura HE, 2017, p. 1 - 2)

2.3. Agregados

Se definen los agregados como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ partes del volumen total, luego la calidad de estos tiene una importancia primordial en el producto final. (Pasquel, 1993, p.69)

Además, los agregados constituyen un factor determinante en la economía, durabilidad y estabilidad en las obras civiles, pues ocupan allí un volumen muy importante. Por ejemplo, el volumen de los agregados en el concreto hidráulico es de un 65% a 85%, en el concreto asfáltico es del 92% al 96%, en los pavimentos del 75% al 90%. Por lo anterior el estudio de sus propiedades físicas y mecánicas cobra especial importancia para su adecuada y eficiente utilización. (Gutiérrez de López, 2003, p.09)

Los agregados empleados en la preparación de los concretos de peso normal (2200 a 2500 kg/m³) deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM C33, así como los de las especificaciones del proyecto. (Rivva, 2007, p.22)

2.3.1. Clasificación

2.3.1.1. Por su tamaño

Tabla 2. Clasificación según su tamaño.

TAMAÑO DE LA PARTICULA (mm)	DENOMINACION CORRIENTE	CLASIFICACIÓN
Pasante del tamiz N° 200 inferior a 0.002 mm Entre 0.002 - 0.074 mm	Arcilla Limo	Fracción fina o finos
Pasante del tamiz N° 4 y retenido en el tamiz N° 200. Es decir, entre 4.76 mm y 0.074 mm	Arena	Agregado fino
Retenido en el tamiz N° 4 Entre 4.76 mm y 19.1 mm (N° 4 y 3/4"). Entre 19.1 y 50.8 mm (3/4" y 2"). Entre 50.8 mm y 152.4 mm (2" y 6"). Superior a 152.4 mm (6").	Gravilla Grava Piedra Rajón, Piedra bola	Agregado grueso

(Fuente: Gutiérrez de López, 2003, p. 16)

2.3.1.2. Por su procedencia

Agregado natural

Proviene de la explotación de canteras o son producto del arrastre de los ríos. Según la forma de obtenerse los podemos clasificar como Material de cantera y Material de río. Conviene hacer la distinción porque el material de río al sufrir los efectos de arrastre, adquiere una textura lisa y una forma redondeada que lo diferencian del material de cantera que por el proceso de explotación tiene superficie rugosa y forma angulosa.

El material que se obtiene como producto de la trituración de los sobretamaños del material de río, adquiere las características físicas del material de cantera por el proceso de trituración, pero conserva las cualidades mecánicas, propias como resistencia al desgaste y al intemperismo, que tenía el material de río que le dio origen. (Gutiérrez de López, 2003, p. 16)

Agregado artificial

Estos agregados se obtienen a partir de productos y procesos industriales, tales como arcillas expandidas, escorias de altos hornos, limaduras de hierro, etc. En algunos casos para ciertos tipos de concreto de baja resistencia, se suelen utilizar algunos residuos orgánicos como cascarilla de arroz, de palma, café, etc., mezclados con los agregados naturales para abaratar los costos del concreto y del mortero. (Gutiérrez de López, 2003, p. 16)

2.3.1.3. Por su densidad

Otra forma de clasificar los agregados es según su densidad, es decir la masa por unidad de volumen, incluyendo el volumen de sus vacíos; la importancia de esta clasificación radica en el peso final del producto cuando se emplean estos agregados, por ejemplo, el concreto ligero.

Según su densidad los agregados se clasifican en (Gutiérrez de López, 2003, p. 17):

- Agregado ligero: su densidad está entre 480-1040 kg/m³, por ejemplo: piedra pómez.
- Agregado normal: entre 1300 y 1600 kg/m³, por ejemplo, material de río.

2.3.2. Funciones del agregado

El agregado dentro del concreto cumple principalmente las siguientes funciones:

- a. Como esqueleto o relleno adecuado para la pasta (cemento y agua), reduciendo el contenido de pasta en el metro cúbico.
- b. Proporciona una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas de desgaste o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.
- c. Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta.

La función de los agregados en el concreto es la de crear un esqueleto rígido y estable lo que se logra uniéndolos con cemento y agua (pasta). Cuando el concreto está fresco, la pasta también lubrica las partículas de agregado otorgándole cohesión y trabajabilidad a la mezcla.

Para cumplir satisfactoriamente con estas funciones la pasta debe cubrir totalmente la superficie de los agregados Si se fractura una piedra, se reducirá su tamaño y aparecerán nuevas superficies sin haberse modificado el peso total de piedra.

Por la misma razón, los agregados de menor tamaño tienen una mayor superficie para lubricar y demandarán mayor cantidad de pasta. En consecuencia, para elaborar concreto es

recomendable utilizar el mayor tamaño de agregado compatible con las características de la estructura.

2.3.3. Propiedades físicas del agregado

2.3.3.1. Peso específico

El Peso Específico de los agregados, que se expresa también como densidad, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite. Además, el peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar pruebas adicionales. (Rivva, 2000, p.153)

La Norma ASTM C 128 considera tres formas de expresión de la gravedad específica:

- a. Peso Específico de masa; el cual es definido por la Norma ASTM E 12 como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.
- b. Peso Específico de masa saturado superficialmente seco; el cual es definido como el mismo que el peso específico de masa, excepto que esta incluye el agua en los poros permeables.
- c. Peso Específico Aparente; el cual es definido como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas. Si el material es un sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable.

En las determinaciones del peso sólido y el volumen absoluto, así como en la selección de las proporciones de la mezcla, se utiliza el valor del peso específico de masa. (Rivva, 2000, p. 154)

2.3.3.2. Peso unitario

Se denomina peso volumétrico o peso unitario de agregado, ya sea suelto o compactado, el peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico del material. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y en el caso de dosificarse el concreto por volumen. El peso unitario de los agregados en los concretos de peso normal, entre 2200 y 2400 kg/m³, generalmente varía entre 1500 y 1700 kg/m³. (Rivva, 2000, p.152)

El peso unitario está influenciado por:

- Su gravedad específica;
- Su granulometría;
- Su perfil y textura superficial;
- Su condición de humedad;
- Su grado de compactación de masa.

El peso unitario varía con el contenido de humedad. En el agregado grueso incrementos en el contenido de humedad incrementan el peso unitario. En el agregado fino incrementos más allá de la condición de saturado superficialmente seco pueden disminuir el peso unitario debido a que la película superficial de agua origina que las partículas estén juntas facilitando la compactación con incremento en el volumen y disminución del peso unitario. (Rivva, 2000, p.152)

A partir del conocimiento del peso unitario del agregado se puede (Rivva, 2000, p.153):

- a. Calcular el contenido de vacíos.
- b. Clasificar a los agregados en livianos, normales y pesados.
- c. Tener una medida de la uniformidad del agregado.

2.3.3.3. Absorción

Se entiende por absorción, al contenido de humedad total interna de un agregado que está en la condición de saturado superficialmente seco.

La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y de secado superficial. Esta condición se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto. Se entiende por absorción efectiva al volumen de agua necesario para traer un agregado de la condición de secado al aire, o semi seco, a la condición de saturado superficialmente seco. (Rivva, 2000, p. 158)

Las normas ASTM C-127 y 128 son las que establecen la metodología para su determinación.

2.3.3.4. Granulometría

Se define como granulometría a la distribución por tamaños de las partículas de agregado. Ello se logra separando el material por procedimiento mecánico empleando tamices de aberturas cuadradas determinadas.

El agregado comprende del 65% al 80% del volumen unitario del concreto. En razón de su importancia en el volumen de la mezcla la granulometría seleccionada para los agregados fino y grueso deberá permitir obtener en las mezclas una máxima densidad, con una adecuada trabajabilidad y características de acabado del concreto fresco y con obtención de las propiedades deseables en el concreto endurecido.

El sistema usual de expresar la granulometría de un agregado es aquel en el cual las aberturas consecutivas de los tamices son constantemente dobladas. Con tal sistema y empleando una escala logarítmica se puede espaciar líneas a intervalos constantes para representar los tamaños sucesivos.

Normalmente la granulometría del agregado fino se expresa en términos de los porcentajes retenidos en los Tamices ASTM N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200.

Normalmente la granulometría del agregado grueso se expresa en términos de los porcentajes retenidos en los Tamices ASTM ¼", 3/8", ½", ¾", 1", 1 ½" y mayores. (Rivva, 2000, p. 162)

2.4. Diatomita

Es una roca silícica sedimentaria de origen biogénico, que está compuesto por la acumulación sedimentaria de esqueletos opalinos fosilizados de la diatomea, la cual, en todos sus géneros y especies, tiene la capacidad de extraer sílice de su hábitat natural acuoso. Cuando el organismo muere se hunde dentro del medio acuoso, formando un sedimento de carácter orgánico. La descomposición del residuo orgánico deja paso a la acumulación de los caparzones silíceos, los cuales se van compactando para convertirse en depósitos potenciales de diatomita. (Verdeja, García, Vásquez, Barranzuela y Pastor, 1992, p. 427)

2.4.1. Propiedades físicas de la diatomita

La diatomita pura y seca es de una consistencia blanca, de poca densidad aparente, absorbe entre 1 y 4 veces su peso de agua, así como también, tiene gran capacidad de absorción de

aceite, y es atacada únicamente por álcalis fuertes y por el ácido fluorhídrico. (Urday Ochoa, 2015, p. 56)

Tabla 3. Propiedades físicas de la diatomita.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA DIATOMITA	
COLOR:	Blanco (alta pureza), Rosa (calcinada) y Gris (sin calcinar).
DENSIDAD GLOBAL:	Baja.
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN:	Alta.
POROSIDAD:	Alta.
RESISTENCIA A LA TEMPERATURA :	Alta.
DUREZA (Mohs):	4,5 a 5,0 (sin calcinar) 5,5 a 6,0 (calcinada)
ÁREA SUPERFICIAL:	10 a 30 m ² /g (La calcinación la reduce a 0,5 a 5 m ² /g)
ÍNDICE DE REFRACCIÓN:	1,40 a 1,46 (La calcinada la incrementa a 1,49)
PESO ESPECÍFICO PROMEDIO:	2,0 g/cm ³ (La calcinada la incrementa a 2,3)
CONTENIDO DE HUMEDAD:	Entre 10 a 60 %. Varía de acuerdo a su depósito.
CAPACIDAD ABRASIVA SUAVE.	
CONDUCTOR DÉBIL DEL CALOR, SONIDO Y ELECTRICIDAD.	
QUÍMICAMENTE INERTE.	

(Fuente:Urday,2015, p.57)

2.4.2. Fuentes de la diatomita en el Perú

En el territorio peruano las cuencas sedimentarias marinas se ubican en algunos puntos de la costa actual, como también en la región interandina. Las diatomitas de la costa son marinas miocénicas y abundan en los departamentos de Ica y Piura (parte sur), donde forman paquetes sedimentarios con extensión regional (formaciones Pisco, Zapallal, Chilcatay, etc.). La mayor parte de estas diatomitas son impuras y están íntimamente vinculadas con los depósitos de fosfatos. Las diatomitas de la sierra son lagunares y en parte muy puras, se encuentran en los departamentos de Arequipa, Ayacucho, Junín y Ancash, y se formaron durante el Terciario superior. (Leandro Espinoza, 2010, p.37)

2.4.2.1. Yacimiento de Tambillo

Se ubica en las coordenadas 8540656N, 597770E, en el distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, a 14 km al este de la ciudad de Ayacucho. Las diatomitas presentan capas que engloban nódulos y lentes de ópalo, de coloración gris verdosa.

El espesor promedio de las capas de diatomita es de 1,50 m a 2,0 m. Los depósitos cuaternarios están conformados por gravas y material areno limoso. En el yacimiento existen varias canteras que explotan las diatomitas para su uso como diatomita natural. La explotación la realiza a tajo abierto, en socavones y de manera artesanal, siendo el volumen de producción mensual de 180 T.M. aproximadamente. (Ramírez, 2012, p.46)

2.4.2.2. Yacimiento de Moya

Se denomina así al yacimiento de diatomita que se ubica en el distrito de La Quinua, provincia de Huamanga. Se encuentra a 11 km al noreste de la ciudad de Ayacucho. La diatomita se presenta en estratos subhorizontales, interestratificadas con material limoarenoso. Los estratos de diatomitas presentan espesores variables entre 0,1 y 0,5 m, con un rumbo promedio N30°E y buzamiento 10°SW, llegando en algunas zonas hasta 4°NW. En general la diatomita presenta una coloración grisácea, textura terrosa y peso específico por encima de lo normal para diatomitas, evidenciando un mayor grado de contaminación en este yacimiento. (Ramírez, 2012, p. 58)

2.4.2.3. Yacimiento de Quicapata

El yacimiento se ubica a 3 km al sur de la ciudad de Ayacucho, en los alrededores de la hacienda Quicapata, en el distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga. Las coordenadas de un punto del yacimiento son 8542588N, 583119E y está a una altura de 2900 m.s.n.m. Durante años el yacimiento de Quicapata fue explotado intensamente, sin embargo, con el transcurrir del tiempo, la explotación del yacimiento disminuyó, en parte por la reducción de las diatomitas de calidad y en parte por el crecimiento urbano de la ciudad de Ayacucho, que comenzó a expandirse, extendiéndose hasta abarcar áreas que incluían al yacimiento. (Ramírez, 2012, p. 60)

2.5. Agua para el concreto

2.5.1. Requisitos del Comité ACI 318

Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga un sabor u olor marcado, puede utilizarse como agua de mezclado en la elaboración de concreto. Las impurezas excesivas en el agua de mezclado, pueden afectar no sólo el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y la estabilidad volumétrica, sino que también pueden provocar eflorescencia o corrosión en el refuerzo. (ACI 318, 2014, p. 482)

2.5.2. Requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP. 339.088

El agua de mezcla consistirá de:

- Agua de la tanda (agua pesada o medida en la planta de dosificación).
- Hielo
- Agua adicionada por el operador del camión mezclador.
- Humedad libre de los agregados.
- Agua introducida con los aditivos, cuando esta agua incrementa la relación agua/materiales cementosos por más de 0,01.

Se permitirá el uso de agua potable como agua de mezcla en el concreto sin ensayarla para evaluar su conformidad con los requisitos de esta Norma Técnica. Se permitirá que el agua de mezcla que está compuesta total o parcialmente de fuente de agua que no son potables o provenientes de las operaciones de producción del concreto, sea utilizada en algunas proporciones para alcanzar los límites calificados y cumplir con los requisitos de la Tabla “Requisitos de performance del concreto para el agua de mezcla”. A opción del comprador y cuando sea apropiado para la construcción, serán especificados algunos de los límites opcionales encontrado en la Tabla “Límites químicos opcionales para el agua de mezcla combinada”, al momento de solicitar el concreto en conformidad con la NTP 339.114. (NTP 339.088, 2006, p. 4-5)

Tabla 4. Requisitos de performance del concreto para el agua de mezcla.

Ensayo	Límites	Métodos de Ensayo
Resistencia a compresión, mínimo, % del control a 7 días ^A	90	NTP 339.033 NTP 339.034
Tiempo de fraguado, desviación respecto al control, horas: minutos ^A	De 1:00 más temprano a 1:30 más tarde	NTP 339.082

^A Las comparaciones estarán basadas en proporciones fijas para un diseño de mezcla de concreto representativo con abastecimiento de agua cuestionable y una mezcla de control utilizando agua 100 % potable o agua destilada (Véase Anexo C).

(Fuente: NTP 339.088, 2006, p. 9)

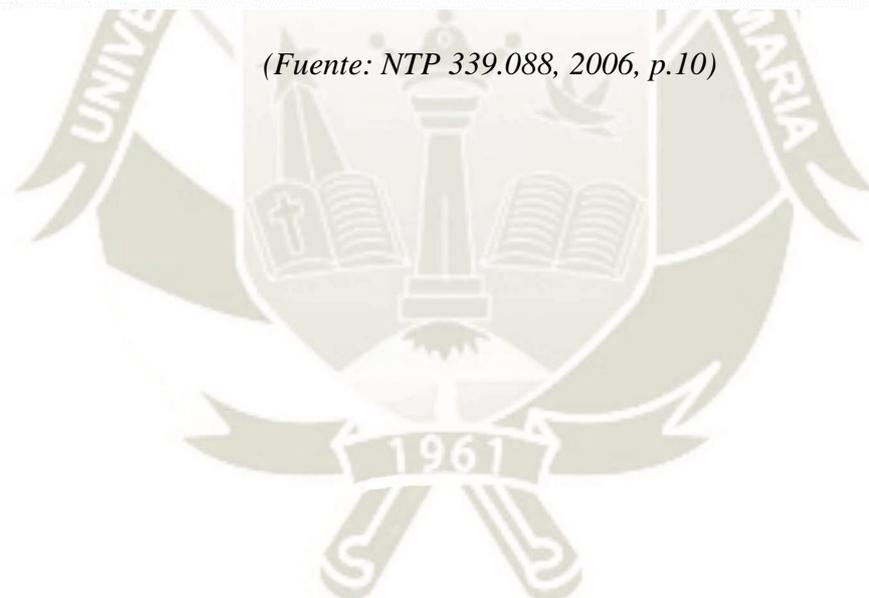
Tabla 5. Límites químicos opcionales para el agua de mezcla combinada.

	Límite	Métodos de Ensayo
Concentración máxima en el agua de mezcla combinada, ppm ^A		
A. Cloruro como Cl ⁻ , ppm		
1. En concreto pretensado, tableros de puentes, o designados de otra manera.	500 ^B	NTP 339.076
2. Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido o metales diversos o con formas metálicas galvanizadas permanentes	1 000 ^B	NTP 339.076
B. Sulfatos como SO ₄ , ppm	3000	NTP 339.074
C. Álcalis como (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O), ppm	600	ASTM C 114
D. Sólidos totales por masa, ppm	50 000	ASTM C 1603

^A ppm es la abreviación de partes por millón.

^B Cuando el productor pueda demostrar que estos límites para el agua de mezcla pueden ser excedidos, los requerimientos para el concreto del Código ACI 318 regirán. Para condiciones que permiten utilizar cloruro de calcio (CaCl₂) como aditivo acelerador, se permitirá que el comprador pueda prescindir de la limitación del cloruro.

(Fuente: NTP 339.088, 2006, p.10)



CAPÍTULO 3: DISEÑO DE MEZCLAS CON ADICIÓN DE DIATOMITA

3.1. Determinación de propiedades físicas de los agregados

3.1.1. Granulometría

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana 400.012: “AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global” basada en la norma ASTM C 136: “Método de prueba estándar para el análisis de tamices de agregados finos, gruesos y globales”, consiste en obtener una distribución del tamaño de las partículas por medio de la separación de una muestra de agregado seco, de masa conocida, a través de una serie de tamices colocados de mayor a menor abertura.

De acuerdo a la norma ASTM C125: “Terminología Estándar relacionada con el Concreto y los Agregados del Concreto”; para el cálculo del módulo de fineza, ya sea del agregado fino o del agregado grueso, se emplean los porcentajes retenidos acumulados de las mallas 6”, 3”, 1”, ½”, ¾”, 3/8”, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100.

Los límites de granulometría, dependiendo del tipo de agregado, son definidos en la norma ASTM C33: “Especificación Normalizada de Agregados para Concreto”.

3.1.1.1. Agregado Fino

Como señala la Norma Técnica Peruana NTP 400.012 (2001, p.4): “La cantidad de muestra de ensayo, luego del secado, será de 300 g mínimo”. Haciendo uso de un agitador de tamices y teniendo en cuenta las disposiciones de la norma correspondiente, se hicieron tres ensayos.

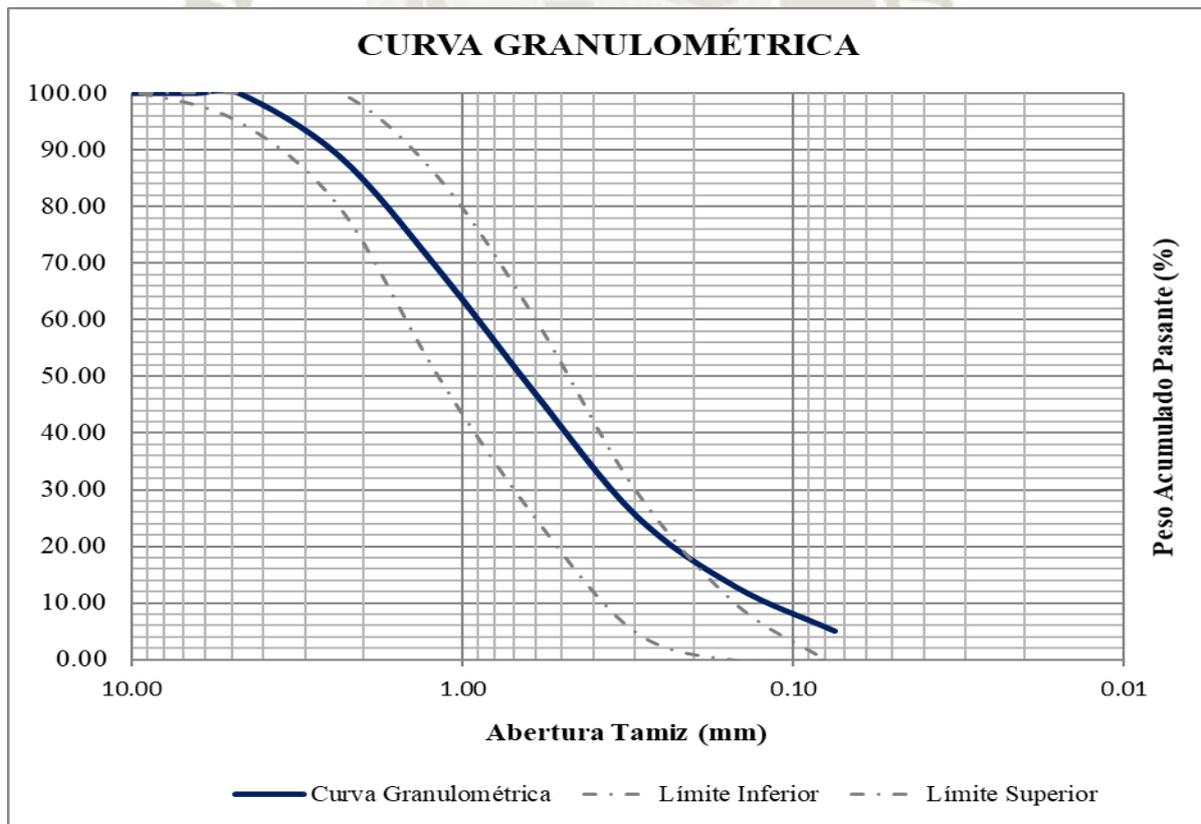
Cabe resaltar que la norma ASTM C33 menciona que el agregado fino no debe tener más del 45% retenido entre dos mallas consecutivas y que el módulo de fineza no debe ser inferior a 2.3 ni superior a 3.1. A continuación se muestran los resultados obtenidos y las gráficas correspondientes.

Tabla 6. Ensayo 1 de Granulometría del Agregado Fino.

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
# 8	2.36	42.10	11.12	11.12	88.88
# 16	1.18	76.20	20.13	31.25	68.75
# 30	0.60	83.30	22.01	53.26	46.74
# 50	0.30	80.60	21.29	74.56	25.44
# 100	0.15	47.60	12.58	87.13	12.87
# 200	0.08	29.80	7.87	95.01	4.99
Depósito		18.90	4.99	100.00	0.00
TOTALES		378.50	100.00		

M.F. : 2.573

(Fuente: Elaboración Propia)



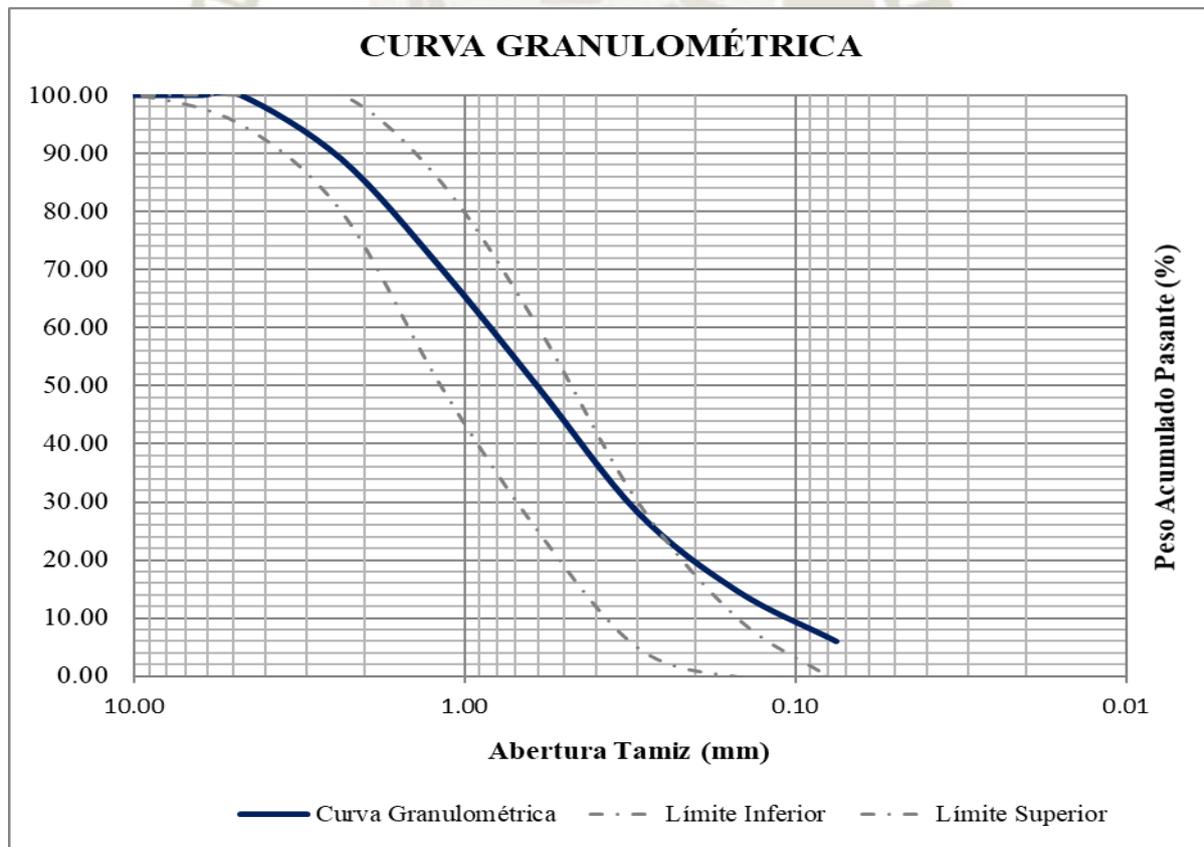
Gráfica 1. Curva Granulométrica del Ensayo 1 del Agregado Fino.

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 7. Ensayo 2 de Granulometría del Agregado Fino.

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
# 8	2.36	43.70	10.99	10.99	89.01
# 16	1.18	74.60	18.76	29.75	70.25
# 30	0.60	81.50	20.49	50.24	49.76
# 50	0.30	85.60	21.52	71.76	28.24
# 100	0.15	53.90	13.55	85.32	14.68
# 200	0.08	34.70	8.73	94.04	5.96
Depósito		23.70	5.96	100.00	0.00
TOTALES		397.70	100.00		
			M.F. :	2.481	

(Fuente: Elaboración Propia)



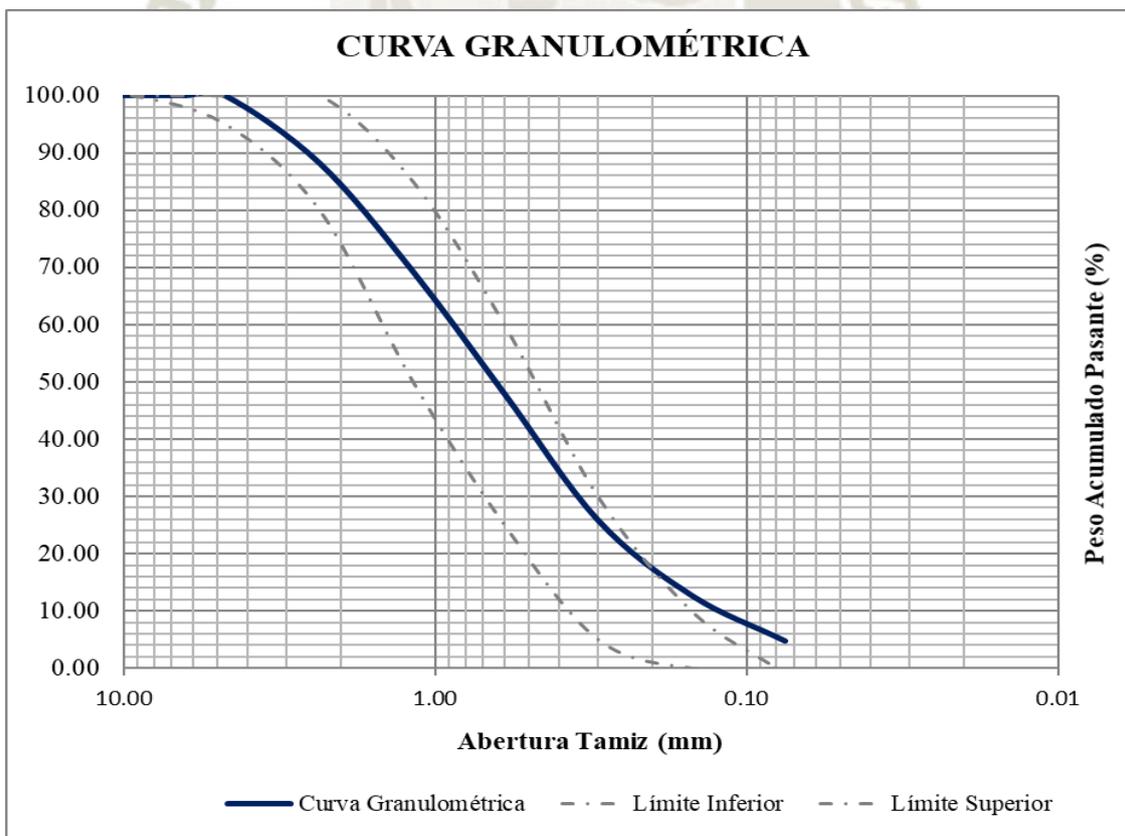
Gráfica 2. Curva Granulométrica del Ensayo 2 del Agregado Fino.

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 8. Ensayo 3 de Granulometría del Agregado Fino.

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
# 8	2.36	45.20	11.77	11.77	88.23
# 16	1.18	72.70	18.93	30.70	69.30
# 30	0.60	81.90	21.33	52.03	47.97
# 50	0.30	84.80	22.08	74.11	25.89
# 100	0.15	50.50	13.15	87.27	12.73
# 200	0.08	30.60	7.97	95.23	4.77
Depósito		18.30	4.77	100.00	0.00
TOTALES		384.00	100.00		
			M.F. :	2.559	

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 3. Curva Granulométrica del Ensayo 3 del Agregado Fino.

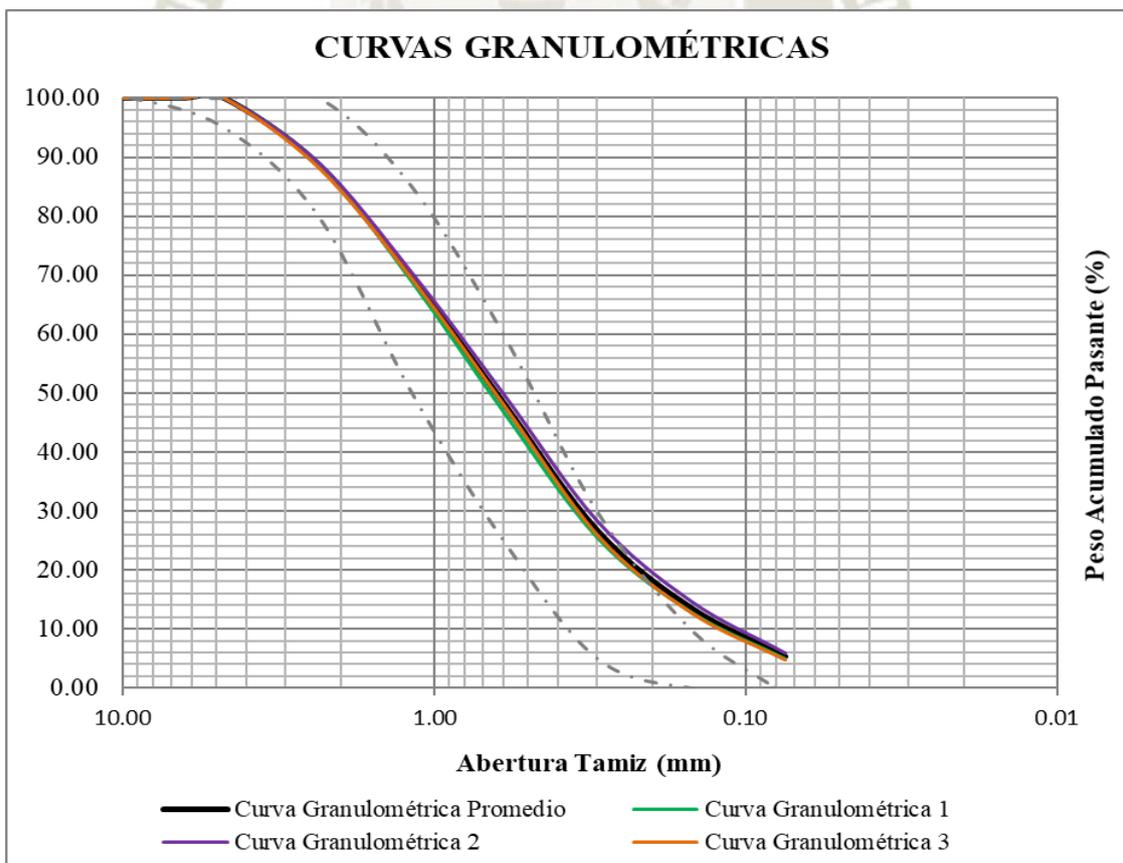
(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 9. Granulometría Promedio del Agregado Fino.

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
# 8	2.36	43.67	11.29	11.29	88.71
# 16	1.18	74.50	19.27	30.57	69.43
# 30	0.60	82.23	21.28	51.84	48.16
# 50	0.30	83.67	21.63	73.48	26.52
# 100	0.15	50.67	13.09	86.57	13.43
# 200	0.08	31.70	8.19	94.76	5.24
Depósito		20.30	5.24	100.00	0.00
TOTALES		386.73	100.00		

M.F. : 2.538

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 4. Curva Granulométrica Promedio del Agregado Fino.

(Fuente: Elaboración Propia)

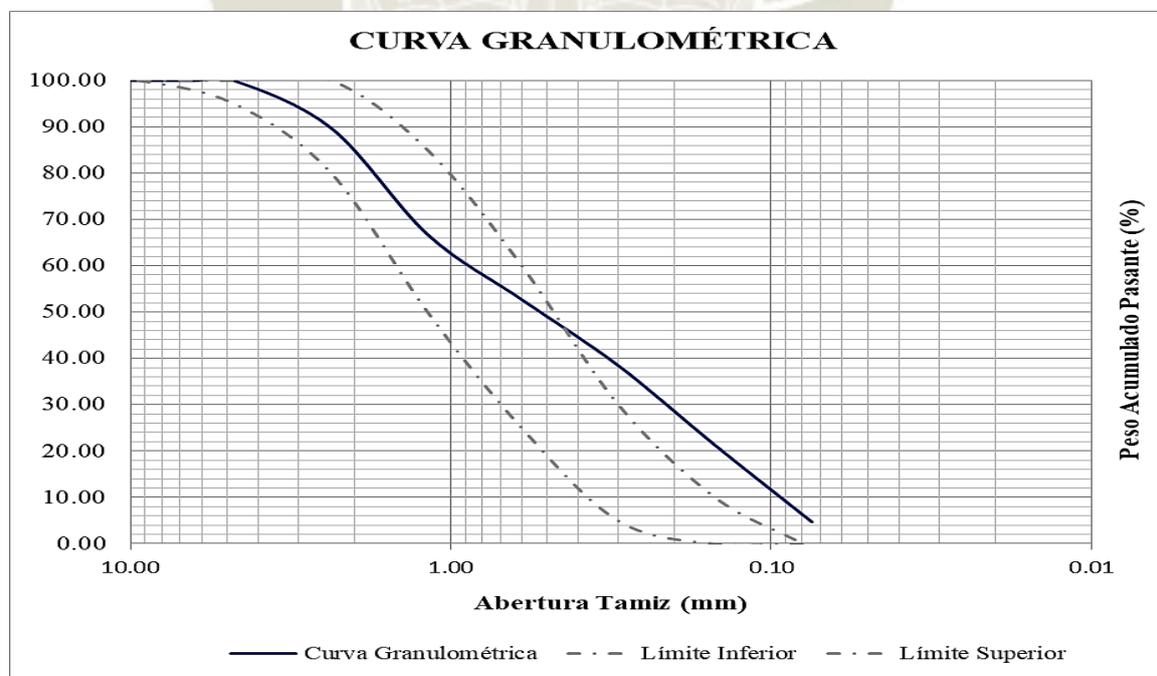
3.1.1.2. Diatomita de la cantera de Ayacucho

Al tratarse de una arena, se considera como agregado fino, entonces la cantidad mínima de muestra de ensayo será también de 300 gramos. De igual forma que para el agregado fino, se hicieron tres ensayos. A continuación, se muestran los resultados obtenidos y las gráficas correspondientes.

Tabla 10. Ensayo 1 de Granulometría de la Diatomita.

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
# 8	2.36	32.80	10.29	10.29	89.71
# 16	1.18	73.30	23.00	33.29	66.71
# 30	0.60	44.70	14.03	47.32	52.68
# 50	0.30	45.40	14.25	61.56	38.44
# 100	0.15	54.70	17.16	78.73	21.27
# 200	0.08	52.60	16.50	95.23	4.77
Depósito		15.20	4.77	100.00	0.00
TOTALES		318.70	100.00		
			M.F. :	2.312	

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 5. Curva Granulométrica del Ensayo 1 de la Diatomita.

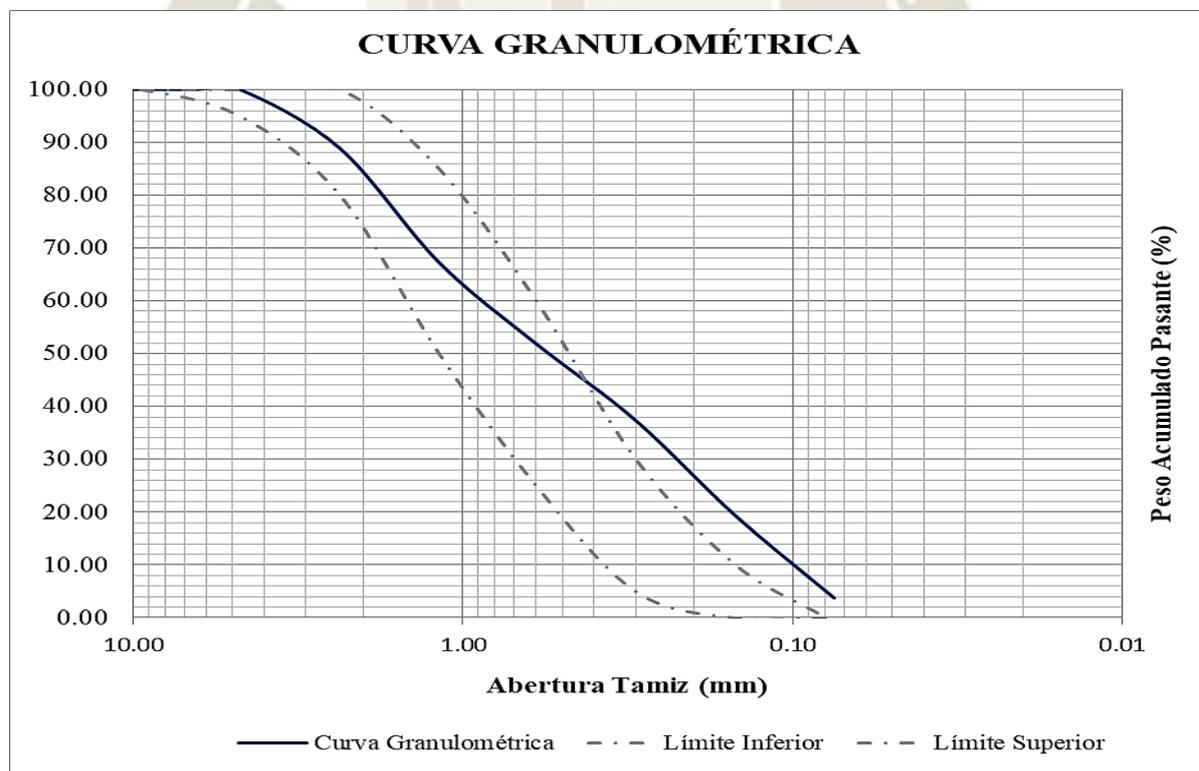
(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 11. Ensayo 2 de Granulometría de la Diatomita.

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
# 8	2.36	36.90	11.14	11.14	88.86
# 16	1.18	71.60	21.62	32.76	67.24
# 30	0.60	50.80	15.34	48.10	51.90
# 50	0.30	47.90	14.46	62.56	37.44
# 100	0.15	59.50	17.96	80.53	19.47
# 200	0.08	51.90	15.67	96.20	3.80
Depósito		12.60	3.80	100.00	0.00
TOTALES		331.20	100.00		

M.F. : 2.351

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 6. Curva Granulométrica del Ensayo 2 de la Diatomita.

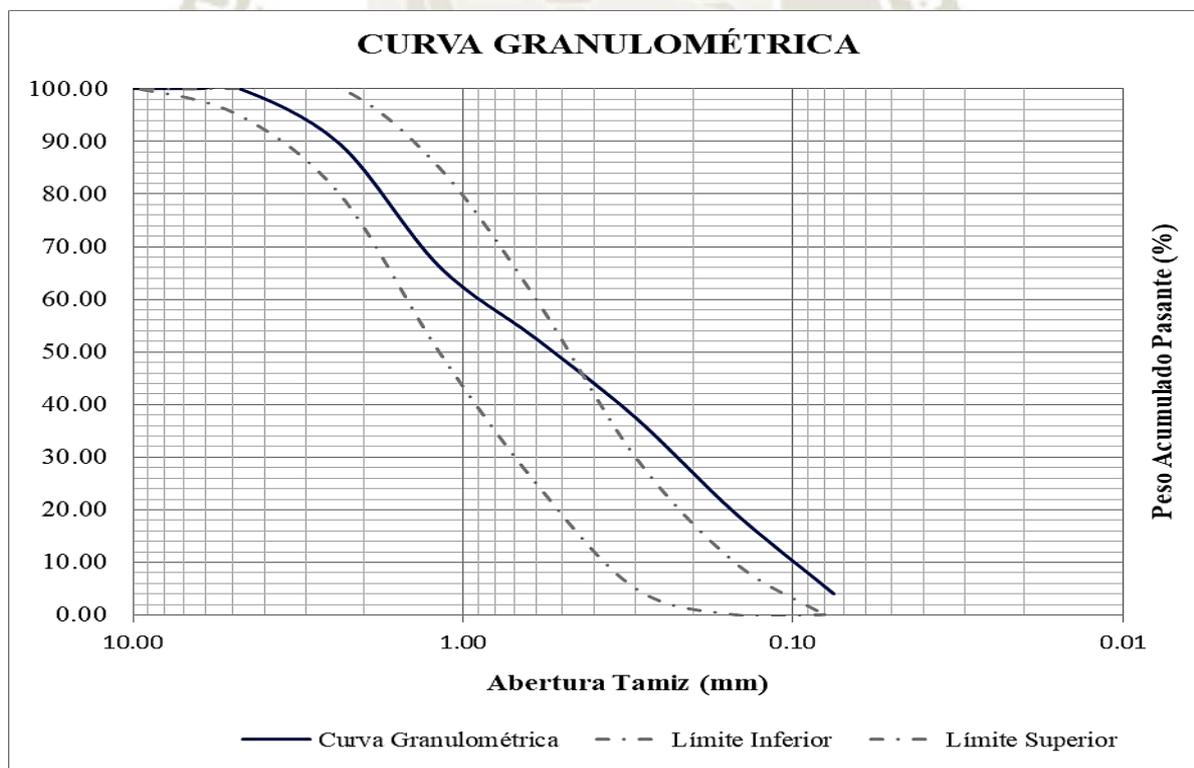
(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 12. Ensayo 3 de Granulometría de la Diatomita.

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
# 8	2.36	34.10	10.48	10.48	89.52
# 16	1.18	75.50	23.21	33.69	66.31
# 30	0.60	44.70	13.74	47.43	52.57
# 50	0.30	48.60	14.94	62.37	37.63
# 100	0.15	58.80	18.08	80.45	19.55
# 200	0.08	50.20	15.43	95.88	4.12
Depósito		13.40	4.12	100.00	0.00
TOTALES		325.30	100.00		

M.F. : 2.344

(Fuente: Elaboración Propia)



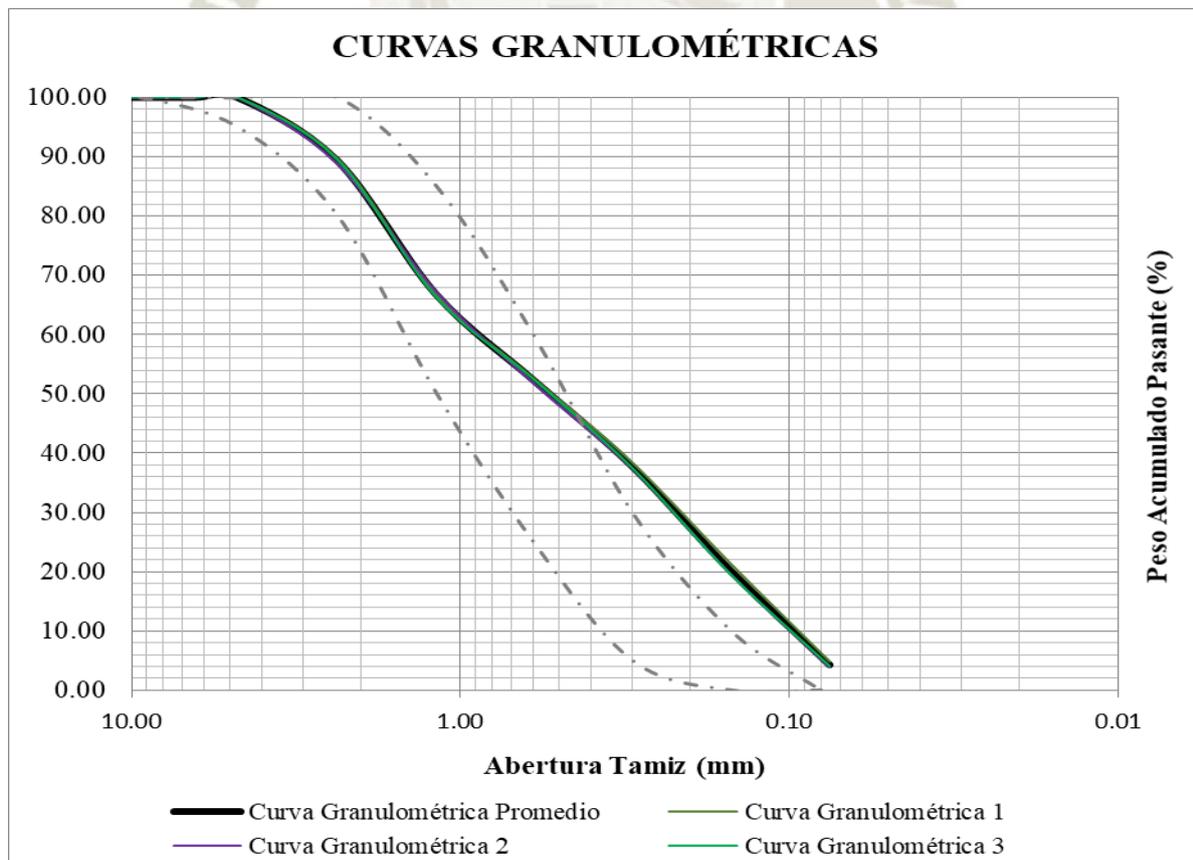
Gráfica 7. Curva Granulométrica del Ensayo 3 de la Diatomita.

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 13. Granulometría Promedio de la Diatomita.

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
# 8	2.36	34.60	10.64	10.64	89.36
# 16	1.18	73.47	22.61	33.25	66.75
# 30	0.60	46.73	14.37	47.62	52.38
# 50	0.30	47.30	14.55	62.17	37.83
# 100	0.15	57.67	17.73	79.90	20.10
# 200	0.08	51.57	15.87	95.77	4.23
Depósito		13.73	4.23	100.00	0.00
TOTALES		325.07	100.00		
			M.F. :	2.336	

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 8. Curva Granulométrica Promedio de la Diatomita.

(Fuente: Elaboración Propia)

3.1.1.3. Agregado Grueso

El tamaño máximo nominal es el que determina la cantidad mínima de muestra de agregado grueso, de acuerdo con la Tabla “Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global”, incluida en la Norma Técnica Peruana NTP 400.012.

Tabla 14. Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL ABERTURAS CUADRADAS	CANTIDAD DE LA MUESTRA DE ENSAYO, MÍNIMO
mm (pulg)	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 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

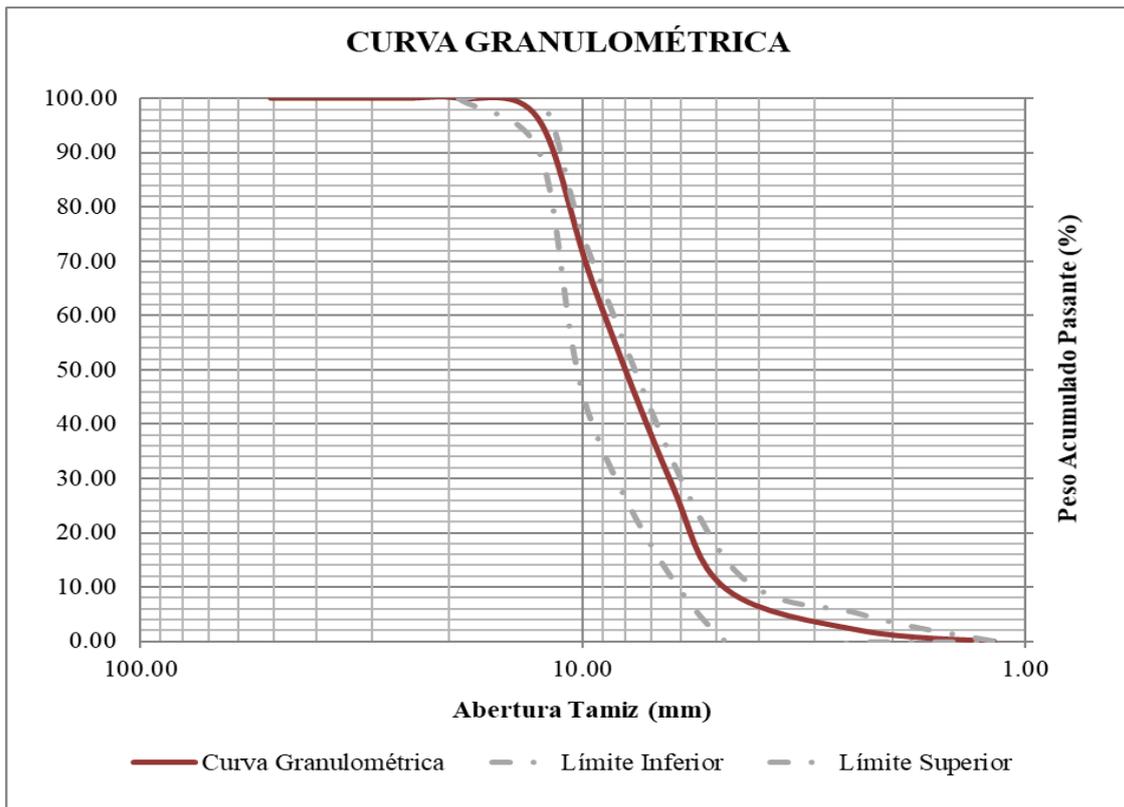
(Fuente: NTP 400.012,2001,p.5)

Haciendo uso de un agitador de tamices y teniendo en cuenta las disposiciones de la norma correspondiente, se hicieron tres ensayos. A continuación se muestran los resultados obtenidos y la gráficas correspondientes.

Tabla 15. Ensayo 1 de Granulometría del Agregado Grueso.

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
2 "	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	195.00	3.55	3.55	96.45
3/8"	9.53	1675.00	30.45	34.00	66.00
1/4"	6.35	2008.00	36.51	70.51	29.49
# 4	4.75	1094.00	19.89	90.40	9.60
# 8	2.36	419.00	7.62	98.02	1.98
# 16	1.18	109.00	1.98	100.00	0.00
Depósito		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTALES		5500.00	100.00		
			M.F. :	6.224	
			T.M.N. :	1/2"	

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 9. Curva Granulométrica del Ensayo 1 del Agregado Grueso.

(Fuente: Elaboración Propia)

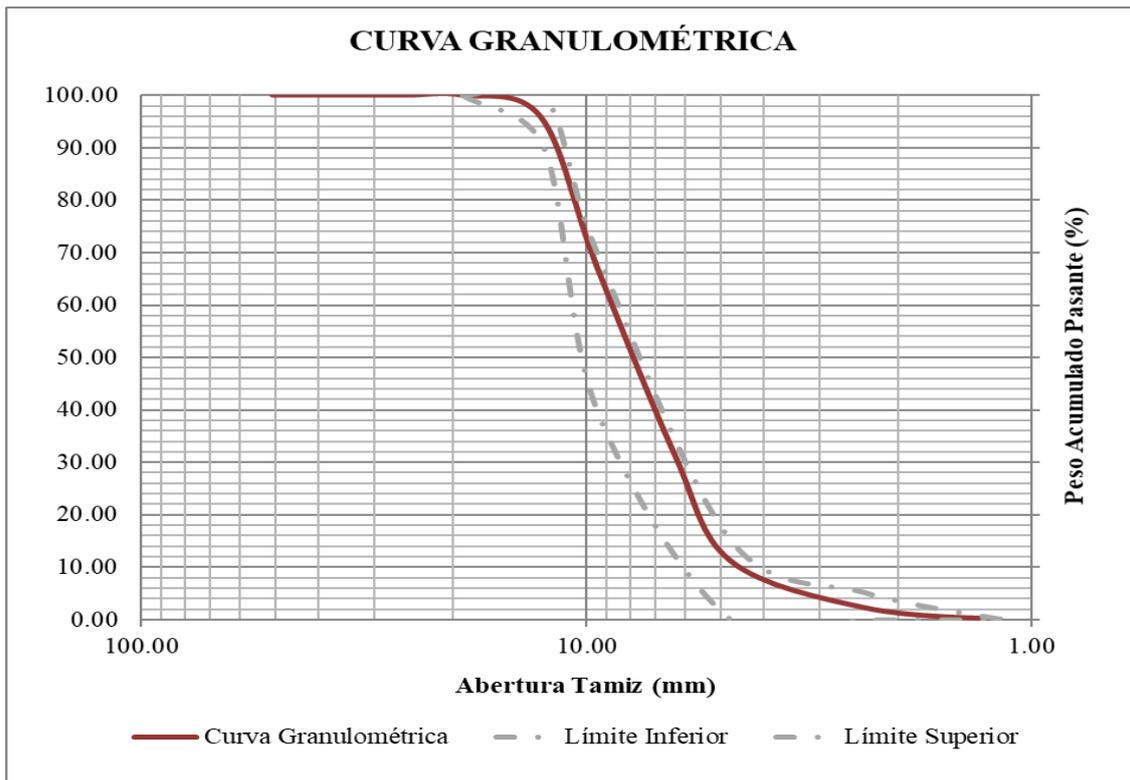
Tabla 16. Ensayo 2 de Granulometría del Agregado Grueso.

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
2 "	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	215.00	4.15	4.15	95.85
3/8"	9.53	1462.00	28.25	32.40	67.60
1/4"	6.35	1873.00	36.19	68.59	31.41
# 4	4.75	1051.00	20.31	88.89	11.11
# 8	2.36	463.00	8.95	97.84	2.16
# 16	1.18	112.00	2.16	100.00	0.00
Depósito		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTALES		5176.00	100.00		

M.F. : 6.191

T.M.N. : 1/2"

(Fuente: Elaboración Propia)

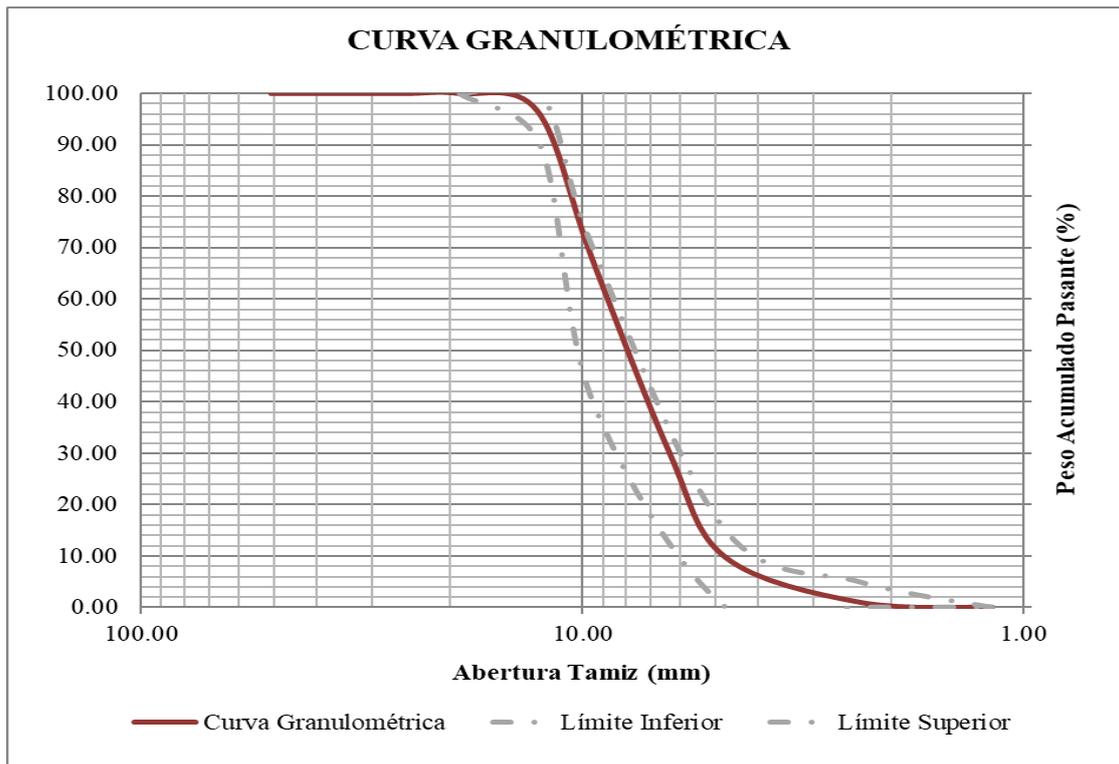


Gráfica 10. Curva Granulométrica del Ensayo 2 del Agregado Grueso.
(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 17. Ensayo 3 de Granulometría del Agregado Grueso.

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
2 "	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	171.00	3.28	3.28	96.72
3/8"	9.53	1502.00	28.81	32.09	67.91
1/4"	6.35	1979.00	37.96	70.06	29.94
# 4	4.75	1054.00	20.22	90.27	9.73
# 8	2.36	456.00	8.75	99.02	0.98
# 16	1.18	51.00	0.98	100.00	0.00
Depósito		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTALES		5213.00	100.00		
			M.F. :	6.214	
			T.M.N. :	1/2"	

(Fuente: Elaboración Propia)

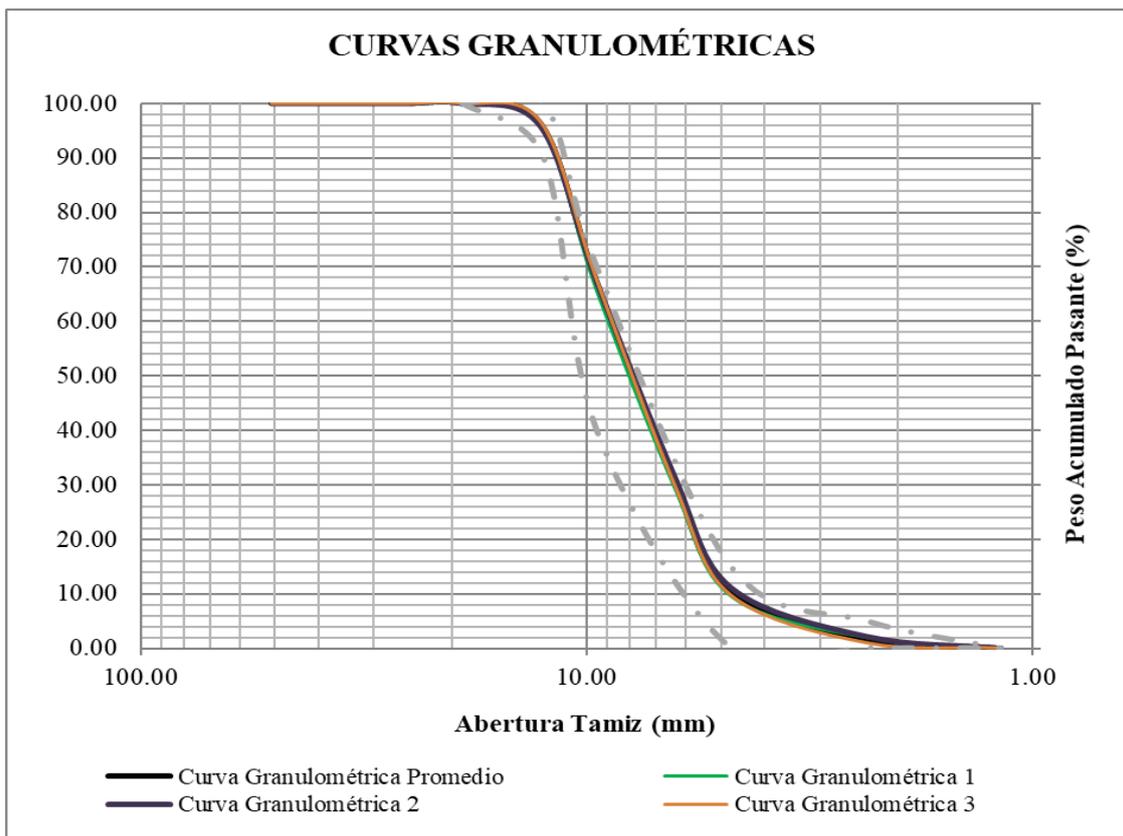


*Gráfica 11. Curva Granulométrica del Ensayo 3 del Agregado Grueso.
(Fuente: Elaboración Propia)*

Tabla 18. Granulometría Promedio del Agregado Grueso.

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
2 "	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	193.67	3.66	3.66	96.34
3/8"	9.53	1546.33	29.20	32.85	67.15
1/4"	6.35	1953.33	36.88	69.73	30.27
# 4	4.75	1066.33	20.13	89.87	10.13
# 8	2.36	446.00	8.42	98.29	1.71
# 16	1.18	90.67	1.71	100.00	0.00
Depósito		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTALES		5296.33	100.00		
			M.F. :	6.210	
			T.M.N. :	1/2"	

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 12. Curva Granulométrica Promedio del Agregado Grueso.

(Fuente: Elaboración Propia)

3.1.2. Peso Específico y Absorción

Las normas que definen el procedimiento y cálculo del peso específico y absorción para el agregado fino y el agregado grueso respectivamente, son las Normas Técnicas Peruanas NTP 400.022 : “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”, y NTP 400.021. “ AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso”.

3.1.2.1. Agregado Fino

Como señala la Norma Técnica Peruana NTP 400.022 (2013, p.7): Una muestra de agregado es retirada en agua por $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ para esencialmente llenar los poros. Luego es retirada del agua, el agua superficial de las partículas es secada y se determina la masa. Posteriormente, la muestra (o una parte de ella) se coloca en un recipiente graduado y el volumen de la muestra se determina por el método gravimétrico o volumétrico. Finalmente, la muestra es secada en horno y la masa se determina de nuevo.

Para la presente investigación, se hicieron un total de 3 ensayos, considerando los requerimientos de la norma.

Acomodando la nomenclatura y las ecuaciones presentadas en la norma correspondiente para el agregado fino, se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$P.E.M. = \frac{PESO\ MSE}{VOL.\ AGUA - PESO\ AA} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$P.E.S.S.S. = \frac{PESO\ SSS}{VOL.\ AGUA - PESO\ AA} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$P.E.A. = \frac{PESO\ MSE}{(VOL.\ AGUA - PESO\ AA) + PESO\ MSE - PESO\ SSS} \quad \text{Ecuación 3}$$

$$\% ABSORCIÓN = \frac{PESO\ SSS - PESO\ MSE}{PESO\ MSE} \times 100\% \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

P.E.M. : Peso Específico de Masa (g)

P.E.S.S.S. : Peso Específico Saturado Superficialmente Seco (g)

P.E.A. : Peso Específico Aparente (g)

% ABSORCIÓN : Porcentaje de absorción (%)

Se consideró la siguiente nomenclatura, para el formato elaborado para el registro de datos.

PESO PIC. : Peso Picnómetro (g)

VOL. AGUA : Volumen de Agua (ml). 1ml o 1 cm³ corresponde a 1g.

PESO SSS : Peso Saturado Superficialmente Seco de la Muestra (g)

PESO P+A+M : Peso de Picnómetro + Agua + Muestra (g)

PESO AA : Peso de Agua Añadida (g)

$$PESO\ AA = (PESO\ P+A+M) - PESO\ PIC. - PESO\ SSS$$

PESO MSE : Peso de Muestra Seca (g)

A continuación, se presentan los datos y resultados obtenidos.

Tabla 19. Datos Obtenidos en Laboratorio para el cálculo de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.

		PESO PIC. :	164.87 g	
		VOL. AGUA:	500 ml	
MUESTRA	PESO SSS (g)	PESO P+A+M (g)	PESO MSE (g)	PESO AA (g)
1	500	960.25	488	295.38
2	500	951.09	485	286.22
3	500	957.35	487	292.48

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 20. Resultados Obtenidos del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.

MUESTRA	P.E.M. (g/cm³)	P.E.S.S.S. (g/cm³)	P.E.A. (g/cm³)	% ABSORCIÓN
1	2.385	2.444	2.533	2.459
2	2.269	2.339	2.440	3.093
3	2.347	2.409	2.504	2.669
PROMEDIO	2.333	2.397	2.492	2.740

(Fuente: Elaboración Propia)

3.1.2.2. Diatomita de la cantera de Ayacucho

Al tratarse de una arena, se aplicó el mismo procedimiento hecho para el agregado fino, y también un total de 3 ensayos. A continuación, se presentan los datos y resultados obtenidos.

Tabla 21. Datos Obtenidos en Laboratorio para el cálculo de Peso Específico y Absorción de la Diatomita.

PESO PIC. : 164.90 g				
VOL. AGUA : 500 ml				
MUESTRA	PESO SSS (g)	PESO P+A+M (g)	PESO MSE (g)	PESO AA (g)
1	500	961.70	416.90	296.80
2	500	962.30	417.20	297.40
3	500	962.80	417.40	297.90

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 22. Resultados Obtenidos del Peso Específico y Absorción de la Diatomita.

MUESTRA	P.E.M. (g/cm³)	P.E.S.S.S. (g/cm³)	P.E.A. (g/cm³)	% ABSORCIÓN
1	2.052	2.461	3.471	19.933
2	2.059	2.468	3.482	19.847
3	2.065	2.474	3.493	19.789
PROMEDIO	2.059	2.468	3.482	19.856

(Fuente: Elaboración Propia)

3.1.2.3. Agregado Grueso

Como señala la Norma Técnica Peruana NTP 400.021 (2002, p.3) : “ Una muestra de agregado se sumerge en agua por 24 h aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua. Finalmente, la muestra es secada al horno y se pesa por tercera vez.”

Para la presente investigación, se hicieron un total de 3 ensayos, considerando los requerimientos de la norma.

Acomodando la nomenclatura y las ecuaciones presentadas en la norma correspondiente para el agregado grueso, se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$P.E.M. = \frac{PESO\ MSE}{PESO\ SSS - PESO\ MSA} \quad \text{Ecuación 5}$$

$$P.E.S.S.S. = \frac{PESO\ SSS}{PESO\ SSS - PESO\ MSA} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$P.E.A. = \frac{PESO\ MSE}{PESO\ MSE - PESO\ MSA} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$\% \text{ ABSORCIÓN} = \frac{PESO\ SSS - PESO\ MSE}{PESO\ MSE} \times 100\% \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

- P.E.M. : Peso Específico de Masa (g/cm³)
- P.E.S.S.S. : Peso Específico Saturado Superficialmente Seco (g/cm³)
- P.E.A. : Peso Específico Aparente (g/cm³)
- % ABSORCIÓN : Porcentaje de Absorción (%)

Se consideró la siguiente nomenclatura, para el formato elaborado para el registro de datos.

- PESO CSA : Peso de Canastilla Sumergida (g/cm³)
- PESO SSS : Peso Saturado Superficialmente Seco de la Muestra (g/cm³)
- PESO CSA+MSA: Peso de Canastilla Sumergida + Muestra Sumergida (g/cm³)
- PESO MSE : Peso de Muestra Seca (g/cm³)
- PESO MSA : Peso de Muestra Sumergida (g/cm³)

$$PESO\ MSA = PESO\ CSA+MSA - PESO\ CSA$$

A continuación, se presentan los datos y resultados obtenidos.

Tabla 23. Datos Obtenidos en Laboratorio para el cálculo de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.

MUESTRA	PESO SSS (g)	PESO CSA+MSA (g)	PESO CSA : 874 g	
			PESO MS (g)	PESO MSA (g)
1	2500	2456	2478	1582
2	2500	2446	2473	1572
3	2500	2454	2475	1580

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 24. Resultados Obtenidos del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.

MUESTRA	P.E.M. (g/cm ³)	P.E.S.S.S. (g/cm ³)	P.E.A. (g/cm ³)	% ABSORCIÓN
1	2.699	2.723	2.766	0.888
2	2.665	2.694	2.745	1.092
3	2.690	2.717	2.765	1.010
PROMEDIO	2.685	2.712	2.759	0.997

(Fuente: Elaboración Propia)

3.1.3. Peso Unitario Suelto y Compactado

La norma que define el procedimiento y cálculo del peso unitario suelto y compactado para los agregados fino y grueso es la Norma Técnica Peruana NTP 400.017 : “AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado”, basada en la norma ASTM C29: “Método de ensayo estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados”.

La determinación de los pesos unitario suelto y compactado, se realiza empleando un recipiente de medida seleccionado de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado.

Como señala la Norma Técnica Peruana NTP 400.017 (1999, p.5), el procedimiento para determinar el peso unitario suelto se realiza de la siguiente manera: El recipiente de medida se llena con una pala o cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm por encima de la parte superior del recipiente. El agregado sobrante se elimina con una regla. Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente y se registran los pesos con una aproximación de 0,05 kg.

Para el peso unitario compactado, la misma norma NTP 400.017 (1999, p. 4 - 5), señala que el procedimiento de apisonado, utilizado para agregados con un tamaño máximo nominal menor o igual a 1,5 pulgadas, se realiza de la siguiente manera: Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes.

Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla. Al compactar la

primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.

Posteriormente, al igual que para el peso unitario suelto, se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente solo, y se emplea la misma aproximación.

Acomodando la nomenclatura y las ecuaciones presentadas en la norma correspondiente, se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$P.U.S. = \frac{PESO MS}{VOL. MOLDE} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$P.U.C. = \frac{PESO MC}{VOL. MOLDE} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$\% VACÍOS = \frac{P.E.M.* D - P.U.}{P.E.M.* D} \times 100\% \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

- P.U. : Peso Unitario (kg/m³ o g/cm³)
- P.U.S. : Peso Unitario Suelto (kg/m³ o g/cm³)
- P.U.C. : Peso Unitario Compactado (kg/m³ o g/cm³)
- P.E.M. : Peso Específico de Masa (kg/m³ o g/cm³)
- % VACÍOS : Porcentaje de Vacíos (%)
- D : Densidad del agua (998 kg/m³ o 0.998 g/cm³)
- PESO MS : Peso Muestra Suelta (kg o g)
- PESO MC : Peso Muestra Compactada (kg o g)

Se consideró la siguiente nomenclatura, para el formato elaborado para el registro de datos:

PESO MS + M : Peso Muestra Suelta + Molde (g)

VOL MOLDE : Volumen del Molde (cm³). 1p³ corresponde a 28316.85 cm³

PESO ESP. : Peso Específico del Agregado Fino o Grueso (g). Obtenido en el ensayo de Peso Específico.

PESO MC + M : Peso Muestra Compactada + Molde (g)

PESO MS : Peso Muestra Suelta (g)

3.1.3.1. Agregado Fino

A continuación, se presentan los datos y resultados obtenidos.

Tabla 25. Datos Obtenidos en Laboratorio para el cálculo de Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos del Agregado Fino.

D. AGUA :	0.998 g/cm ³	VOL. MOLDE :	1/10 p ³	
PESO MOLDE:	1640 g	PESO ESP. :	2.333 g/cm ³	
MUESTRA	PESO MS + M	PESO MS	PESO MC + M	PESO MC
	(g)	(g)	(g)	(g)
1	6113	4473	6234	4594
2	5974	4334	6252	4612
3	5976	4336	6246	4606

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 26. Resultados Obtenidos del Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos del Agregado Fino.

MUESTRA	P.U.S	P.U.C	% VACÍOS	% VACÍOS
	(kg/m³)	(kg/m³)	P.U.S	P.U.C.
1	1579.63	1622.36	32.170%	30.335%
2	1530.54	1628.71	34.277%	30.062%
3	1531.24	1626.59	34.247%	30.153%
PROMEDIO	1547.14	1625.89	33.565%	30.183%

(Fuente: Elaboración Propia)

3.1.3.2. Diatomita de la cantera de Ayacucho

A continuación, se presentan los datos y resultados obtenidos.

Tabla 27. Datos Obtenidos en Laboratorio para el cálculo de Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos de la Diatomita.

D. AGUA :	0.998 g/cm ³	VOL. MOLDE :	1/10 p ³	
PESO MOLDE:	1640 g	PESO ESP. :	2.059 g/cm ³	
MUESTRA	PESO MS + M	PESO MS	PESO MC + M	PESO MC
	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)
1	4190	2550	4542	2902
2	4193	2553	4541	2901
3	4186	2546	4538	2898

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 28. Resultados Obtenidos del Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos de la Diatomita.

MUESTRA	P.U.S	P.U.C	% VACÍOS	% VACÍOS
	(kg/m ³)	(kg/m ³)	P.U.S	P.U.C.
1	900.52	1024.83	56.171%	50.121%
2	901.58	1024.48	56.119%	50.138%
3	899.11	1023.42	56.240%	50.189%
PROMEDIO	900.41	1024.24	56.177%	50.149%

(Fuente: Elaboración Propia)

3.1.3.3. Agregado Grueso

A continuación, se presentan los datos y resultados obtenidos.

Tabla 29. Datos Obtenidos en Laboratorio para el cálculo de Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos del Agregado Grueso.

D. AGUA :	0.998 g/cm ³	VOL. MOLDE :	1/10 p ³	
PESO MOLDE:	1640 g	PESO ESP. :	2.685 g/cm ³	
MUESTRA	PESO MS + M (g)	PESO MS (g)	PESO MC + M (g)	PESO MC (g)
1	6111	4471	6371	4731
2	6138	4498	6406	4766
3	5981	4341	6323	4683

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 30. Resultados Obtenidos del Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos del Agregado Grueso.

MUESTRA	P.U.S	P.U.C	% VACÍOS	% VACÍOS
	(kg/m ³)	(kg/m ³)	P.U.S	P.U.C.
1	1578.92	1670.74	41.073%	37.646%
2	1588.45	1683.10	40.717%	37.185%
3	1533.01	1653.79	42.786%	38.279%
PROMEDIO	1566.79	1669.21	41.525%	37.703%

(Fuente: Elaboración Propia)

3.1.4. Contenido de Humedad

Las normas que especifican el proceso para definir el porcentaje total de humedad evaporable del agregado fino y grueso, son las siguientes:

ASTM C566: “Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying.

NTP 339.185: “AGREGADOS, Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.”

El cálculo correspondiente, se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ HUMEDAD} = \frac{\text{PESO MN} - \text{PESO MS}}{\text{PESO MS}} \times 100 \% \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

% HUMEDAD : Porcentaje de Humedad (%)

PESO MN : Peso de Muestra en Estado natural (g)

PESO MS : Peso de Muestra seca (g)

3.1.4.1. Agregado Fino

Teniendo en cuenta las disposiciones de la norma correspondiente, se hicieron tres ensayos con muestras representativas de 500 gramos cada uno, según la NTP 339.185 (2013). A continuación, se presentan los datos y resultados obtenidos.

Tabla 31. Pesos de las muestras de agregado fino en estado natural y seco.

AGREGADO FINO		
MUESTRA	PESO MN	PESO MS
	(g)	(g)
1	500	495.10
2	500	495.50
3	500	494.70

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 32. Porcentaje de humedad promedio del agregado fino.

MUESTRA	%	
	HUMEDAD	AGREGADO FINO
1	0.990	
2	0.908	
3	1.071	
PROMEDIO	0.990	

(Fuente: Elaboración Propia)

3.1.4.2. Diatomita de la cantera de Ayacucho

Ya que son partículas finas, se consideró el mismo método hecho para el agregado fino, se hicieron tres ensayos. A continuación, se presentan los datos y resultados obtenidos.

Tabla 33. Pesos de las muestras de diatomita en estado natural y seco.

MUESTRA	DIATOMITA	
	PESO MN (g)	PESO MS (g)
1	500	452.10
2	500	452.80
3	500	453.60

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 34. Porcentaje de humedad promedio de la diatomita.

MUESTRA	%	
	HUMEDAD	DIATOMITA
1	10.595%	
2	10.424%	
3	10.229%	
PROMEDIO	10.416%	

(Fuente: Elaboración propia)

3.1.4.3. Agregado Grueso

Según la NTP 339.185 (2013), para el caso del agregado grueso se seguirá el peso mínimo correspondiente a su TMN de ½” (2 kg.). A continuación, se presentan los datos y resultados obtenidos.

Tabla 35. Pesos de las muestras de agregado grueso en estado natural y seco.

MUESTRA	AGREGADO GRUESO	
	PESO MN (g)	PESO MS (g)
1	2500	2485
2	2500	2484
3	2500	2484

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 36. Porcentaje de humedad promedio del agregado grueso.

MUESTRA	% HUMEDAD AGREGADO GRUESO
	1
2	0.644
3	0.644
PROMEDIO	0.631

(Fuente: Elaboración propia)

3.1.5. Resistencia a la Abrasión

Las normas que especifican el proceso, son las siguientes:

ASTM C-131: “Standard test method for resistance to degradation of small size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles machine.”

NTP 400.019: “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.”

Según la norma NTP 400.019 (2002) mediante este ensayo se halla el porcentaje promedio de la degradación de los agregados gruesos que se da mediante un proceso de trituración del agregado grueso junto a las esferas metálicas normadas en la máquina de los Ángeles.

Tabla 37. Tipo de carga según la gradación del agregado.

GRADACIÓN	NÚMERO DE ESFERAS	MASA DE LA CARGA (g)
A	12	5000 + 25
B	11	4584 + 25
C	8	3330 + 20
D	6	2500 + 15

(Fuente: NTP 400.019,2002)

A continuación, se presentan las mallas granulométricas dependiendo del nivel de Gradación escogido en la tabla anterior.

Tabla 38. Gradación de las muestras de ensayo.

MEDIDA DEL TAMIZ (ABERTURA CUADRADA)		MASA DE TAMAÑO INDICADO (G)			
QUE PASA	RETENIDO SOBRE	GRADACIÓN			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 ½ pulg)	25.0 mm (1 pulg)	1250 ± 25	-	-	-
25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (¾ pulg)	1250 ± 25	-	-	-
19.0 mm (¾ pulg)	12.5 mm (½ pulg)	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
12.5 mm (½ pulg)	9.5 mm (¾ pulg)	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
9.5 mm (¾ pulg)	6.3 mm (¼ pulg)	-	-	2500 ± 10	-
6.3 mm (¼ pulg)	4.75 mm (N° 4)	-	-	2500 ± 10	-
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	-	-	-	5000 ± 10
TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

(Fuente: NTP 400.019,2002)

500 revoluciones es el número de revoluciones normado, para agregados gruesos de tamaños menores, en la máquina de los Ángeles, a una velocidad de 30 rpm a 33 rpm. Finalmente se tamiza la muestra a través de la malla #12 (1.70 mm), el pasante se descartará y se pesará el agregado retenido por la respectiva malla.

El cálculo correspondiente, se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$A (\%) = \frac{PESO_1 - PESO_2}{PESO_1} \times 100 \%$$

Ecuación 13

Donde:

A (%) : Porcentaje de Abrasión por la Máquina de los Ángeles (%)

PESO 1 : Peso de la muestra antes del ensayo (g)

PESO 2 : Peso de la muestra después del ensayo (g)

A continuación, se presentan los datos y resultados obtenidos.

Tabla 39. Pesos del agregado grueso antes y después del ensayo de Abrasión.

AGREGADO GRUESO		
MUESTRA	PESO 1	PESO 2
	(g)	(g)
1	5000	4093
2	5000	4114
3	5000	4141

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 40. Porcentajes de Abrasión de las muestras de agregado grueso.

MUESTRA	% ABRASIÓN
1	18.140
2	17.720
3	17.180
PROMEDIO	17.680

(Fuente: Elaboración Propia)

3.2. Diseño de mezclas

Es un proceso que involucra la selección de los insumos necesarios y la determinación de sus proporciones para la producción de concreto con características apropiadas de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad.

El concepto de diseño de mezcla debe ser enfocado para producir un buen concreto tan económico como sea posible, que cumpla con los requisitos requeridos para el estado fresco (mezclado, transporte, colocación, compactado y acabado, etc.) y en el estado endurecido (la resistencia a compresión y durabilidad, etc.). (Torre, 2004, p.88).

3.2.1. Diseño de mezclas Método ACI

A continuación, se muestran los códigos de los diseños de mezcla elaborados con sus respectivas especificaciones.

Tabla 41. Nomenclatura y especificaciones de los diseños de mezcla realizados por el método ACI.

DISEÑO	ESPECIFICACIONES
210IPD0-A	Concreto Convencional con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método ACI
210IPD5-A	Concreto con Adición de 5% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método ACI
210IPD10-A	Concreto con Adición de 10% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método ACI
210IPD20-A	Concreto con Adición de 20% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método ACI
210IPD30-A	Concreto con Adición de 30% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método ACI
280IPD0-A	Concreto Convencional con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método ACI
280IPD5-A	Concreto con Adición de 5% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método ACI
280IPD10-A	Concreto con Adición de 10% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método ACI
280IPD20-A	Concreto con Adición de 20% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método ACI
280IPD30-A	Concreto con Adición de 30% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método ACI
210HED0-A	Concreto Convencional con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método ACI
210HED5-A	Concreto con Adición de 5% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método ACI
210HED10-A	Concreto con Adición de 10% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método ACI
210HED20-A	Concreto con Adición de 20% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método ACI
210HED30-A	Concreto con Adición de 30% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método ACI
280HED0-A	Concreto Convencional con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método ACI
280HED5-A	Concreto con Adición de 5% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método ACI
280HED10-A	Concreto con Adición de 10% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método ACI
280HED20-A	Concreto con Adición de 20% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método ACI
280HED30-A	Concreto con Adición de 30% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método ACI

(Fuente: Elaboración Propia)

3.2.2. Diseño de mezclas Método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados

A continuación, se muestran los códigos de los diseños de mezcla elaborados con sus respectivas especificaciones.

Tabla 42. Nomenclatura y especificaciones de los diseños de mezcla realizados por el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	ESPECIFICACIONES
210IPD0-M	Concreto Convencional con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
210IPD5-M	Concreto con Adición de 5% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
210IPD10-M	Concreto con Adición de 10% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
210IPD20-M	Concreto con Adición de 20% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
210IPD30-M	Concreto con Adición de 30% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
280IPD0-M	Concreto Convencional con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
280IPD5-M	Concreto con Adición de 5% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
280IPD10-M	Concreto con Adición de 10% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
280IPD20-M	Concreto con Adición de 20% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
280IPD30-M	Concreto con Adición de 30% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento IP - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
210HED0-M	Concreto Convencional con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
210HED5-M	Concreto con Adición de 5% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
210HED10-M	Concreto con Adición de 10% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
210HED20-M	Concreto con Adición de 20% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
210HED30-M	Concreto con Adición de 30% de Diatomita con $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
280HED0-M	Concreto Convencional con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
280HED5-M	Concreto con Adición de 5% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
280HED10-M	Concreto con Adición de 10% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
280HED20-M	Concreto con Adición de 20% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
280HED30-M	Concreto con Adición de 30% de Diatomita con $f_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ diseñado con Cemento HE - Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

3.2.3. Tablas de diseños de mezclas

3.2.3.1. Diseños de mezcla 210IPD0

Tabla 43. Diseños de Mezcla para concreto convencional elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y cemento IP.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm3)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m3)
Cemento IP	2.850	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	210 kgf/cm2	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	0%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento IP	386.82 kg	386.82 kg	1.00	9.102 bls	386.82 kg	386.82 kg	1.00	9.102 bls
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	2.50	0.360 m ³	984.32 kg	990.53 kg	2.56	0.369 m ³
Agregado Fino	618.39 kg	624.51 kg	1.61	0.268 m ³	598.88 kg	604.81 kg	1.56	0.259 m ³
Agua	216.00 l	230.34 l	0.60	0.230 m ³	216.00 l	230.72 l	0.60	0.231 m ³
Relación a/c	0.595				0.596			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.2. Diseños de mezcla 210IPD5

Tabla 44. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 5% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento IP	2.850	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	210 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	5%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento IP	351.65 kg	334.07 kg	1.00	7.861 bolsas	351.65 kg	334.07 kg	1.00	7.860 bls
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	2.90	0.360 m ³	974.12 kg	980.27 kg	2.93	0.365 m ³
Agregado Fino	647.18 kg	653.58 kg	1.96	0.280 m ³	636.44 kg	642.74 kg	1.92	0.275 m ³
Agua	216.00 l	230.85 l	0.69	0.231 m ³	216.00 l	231.36 l	0.69	0.231 m ³
Diatomita	-	17.58 kg	5%	17.583 kg	-	17.58 kg	5%	17.583 kg
Relación a/c	0.691				0.693			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.3. Diseños de mezcla 210IPD10

Tabla 45. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 10% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento IP	2.850	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	210 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	10%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento IP	351.65 kg	316.49 kg	1.00	7.447 bolsas	351.65 kg	316.49 kg	1.00	7.447 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	3.06	0.360 m ³	974.12 kg	980.27 kg	3.10	0.365 m ³
Agregado Fino	647.18 kg	653.58 kg	2.07	0.280 m ³	636.44 kg	642.74 kg	2.03	0.275 m ³
Agua	216.00 l	230.85 l	0.73	0.231 m ³	216.00 l	231.36 l	0.73	0.231 m ³
Diatomita	-	35.17 kg	10%	35.165 kg	-	35.17 kg	10%	35.165 kg
Relación a/c	0.729				0.731			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.4. Diseños de mezcla 210IPD20

Tabla 46. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 20% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento IP	2.850	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	210 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	20%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento IP	351.65 kg	281.32 kg	1.00	6.619 bolsas	351.65 kg	281.32 kg	1.00	6.619 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	3.44	0.360 m ³	974.12 kg	980.27 kg	3.48	0.365 m ³
Agregado Fino	647.18 kg	653.58 kg	2.32	0.280 m ³	636.44 kg	642.74 kg	2.28	0.275 m ³
Agua	216.00 l	230.85 l	0.82	0.231 m ³	216.00 l	231.36 l	0.82	0.231 m ³
Diatomita	-	70.33 kg	20%	70.331 kg	-	70.33 kg	20%	70.330 kg
Relación a/c	0.821				0.822			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.5. Diseños de mezcla 210IPD30

Tabla 47. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 30% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento IP	2.850	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	210 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	30%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento IP	351.65 kg	246.16 kg	1.00	5.792 bolsas	351.65 kg	246.16 kg	1.00	5.792 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	3.93	0.360 m ³	974.12 kg	980.27 kg	3.98	0.365 m ³
Agregado Fino	647.18 kg	653.58 kg	2.66	0.280 m ³	636.44 kg	642.74 kg	2.61	0.275 m ³
Agua	216.00 l	230.85 l	0.94	0.231 m ³	216.00 l	231.36 l	0.94	0.231 m ³
Diatomita	-	105.50 kg	30%	105.496 kg	-	105.50 kg	30%	105.495 kg
Relación a/c	0.938				0.940			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.6. Diseños de mezcla 280IPD0

Tabla 48. Diseños de Mezcla para concreto convencional elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y cemento IP.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento IP	2.850	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	280 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	0%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento IP	464.52 kg	464.52 kg	1.00	10.930 bls	464.52 kg	464.52 kg	1.00	10.930 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	2.08	0.360 m ³	1004.19 kg	1010.53 kg	2.18	0.376 m ³
Agregado Fino	554.79 kg	560.28 kg	1.21	0.240 m ³	517.93 kg	523.06 kg	1.13	0.224 m ³
Agua	216.00 l	229.23 l	0.49	0.229 m ³	216.00 l	229.34 l	0.49	0.229 m ³
Relación a/c	0.493				0.494			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.7. Diseños de mezcla 280IPD5

Tabla 49. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 5% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento IP	2.850	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	280 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	5%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M ³	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M ³
Cemento IP	422.29 kg	401.17 kg	1.00	9.439 bolsas	422.29 kg	401.18 kg	1.00	9.439 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	2.41	0.360 m ³	993.18 kg	999.45 kg	2.49	0.372 m ³
Agregado Fino	589.36 kg	595.19 kg	1.48	0.255 m ³	562.02 kg	567.58 kg	1.41	0.243 m ³
Agua	216.00 l	229.83 l	0.57	0.230 m ³	216.00 l	230.09 l	0.57	0.230 m ³
Diatomita	-	21.11 kg	5%	21.114 kg	-	21.11 kg	5%	21.115 kg
Relación a/c	0.573				0.574			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.8. Diseños de mezcla 280IPD10

Tabla 50. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 10% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento IP	2.850	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	280 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	10%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento IP	422.29 kg	380.06 kg	1.00	8.943 bolsas	422.29 kg	380.06 kg	1.00	8.943 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	2.55	0.360 m ³	993.18 kg	999.45 kg	2.63	0.372 m ³
Agregado Fino	589.36 kg	595.19 kg	1.57	0.255 m ³	562.02 kg	567.58 kg	1.49	0.243 m ³
Agua	216.00 l	229.83 l	0.60	0.230 m ³	216.00 l	230.09 l	0.61	0.230 m ³
Diatomita	-	42.23 kg	10%	42.229 kg	-	42.23 kg	10%	42.229 kg
Relación a/c	0.605				0.605			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.9. Diseños de mezcla 280IPD20

Tabla 51. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 20% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento IP	2.850	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	280 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	20%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento IP	422.29 kg	337.83 kg	1.00	7.949 bolsas	422.29 kg	337.83 kg	1.00	7.949 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	2.86	0.360 m ³	993.18 kg	999.45 kg	2.96	0.372 m ³
Agregado Fino	589.36 kg	595.19 kg	1.76	0.255 m ³	562.02 kg	567.58 kg	1.68	0.243 m ³
Agua	216.00 l	229.83 l	0.68	0.230 m ³	216.00 l	230.09 l	0.68	0.230 m ³
Diatomita	-	84.46 kg	20%	84.457 kg	-	84.46 kg	20%	84.458 kg
Relación a/c	0.680				0.681			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.10. Diseños de mezcla 280IPD30

Tabla 52. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento IP y adición de 30% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento IP	2.850	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	280 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	30%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento IP	422.29 kg	295.60 kg	1.00	6.955 bolsas	422.29 kg	295.60 kg	1.00	6.955 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	3.27	0.360 m ³	993.18 kg	999.45 kg	3.38	0.372 m ³
Agregado Fino	589.36 kg	595.19 kg	2.01	0.255 m ³	562.02 kg	567.58 kg	1.92	0.243 m ³
Agua	216.00 l	229.83 l	0.78	0.230 m ³	216.00 l	230.09 l	0.78	0.230 m ³
Diatomita	-	126.69 kg	30%	126.686 kg	-	126.69 kg	30%	126.687 kg
Relación a/c	0.778				0.778			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.11. Diseños de mezcla 210HED0

Tabla 53. Diseños de Mezcla para concreto convencional elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y cemento HE.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento HE	2.940	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	210 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	0%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento HE	386.82 kg	386.82 kg	1.00	9.102 bls	386.82 kg	386.82 kg	1.00	9.102 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	2.50	0.360 m ³	991.03 kg	997.28 kg	2.58	0.371 m ³
Agregado Fino	628.08 kg	634.30 kg	1.64	0.272 m ³	602.61 kg	608.58 kg	1.57	0.261 m ³
Agua	216.00 l	230.51 l	0.60	0.231 m ³	216.00 l	230.81 l	0.60	0.231 m ³
Relación a/c	0.596				0.597			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.12. Diseños de mezcla 210HED5

Tabla 54. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 5% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento HE	2.940	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	210 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	5%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento HE	351.65 kg	334.07 kg	1.00	7.861 bolsas	351.65 kg	334.07 kg	1.00	7.860 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	2.90	0.360 m ³	980.03 kg	986.21 kg	2.95	0.367 m ³
Agregado Fino	655.99 kg	662.48 kg	1.98	0.284 m ³	640.18 kg	646.52 kg	1.94	0.277 m ³
Agua	216.00 l	231.00 l	0.69	0.231 m ³	216.00 l	231.44 l	0.69	0.231 m ³
Diatomita	-	17.58 kg	5%	17.583 kg	-	17.58 kg	5%	17.583 kg
Relación a/c	0.691				0.693			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.13. Diseños de mezcla 210HED10

Tabla 55. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 10% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento HE	2.940	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	210 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	10%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento HE	351.65 kg	316.49 kg	1.00	7.447 bolsas	351.65 kg	316.49 kg	1.00	7.447 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	3.06	0.360 m ³	980.03 kg	986.21 kg	3.12	0.367 m ³
Agregado Fino	655.99 kg	662.48 kg	2.09	0.284 m ³	640.18 kg	646.52 kg	2.04	0.277 m ³
Agua	216.00 l	231.00 l	0.73	0.231 m ³	216.00 l	231.44 l	0.73	0.231 m ³
Diatomita	-	35.17 kg	10%	35.165 kg	-	35.17 kg	10%	35.165 kg
Relación a/c	0.730				0.731			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.14. Diseños de mezcla 210HED20

Tabla 56. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 20% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento HE	2.940	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	210 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	20%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento HE	351.65 kg	281.32 kg	1.00	6.619 bolsas	351.65 kg	281.32 kg	1.00	6.619 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	3.44	0.360 m ³	980.03 kg	986.21 kg	3.51	0.367 m ³
Agregado Fino	655.99 kg	662.48 kg	2.35	0.284 m ³	640.18 kg	646.52 kg	2.30	0.277 m ³
Agua	216.00 l	231.00 l	0.82	0.231 m ³	216.00 l	231.44 l	0.82	0.231 m ³
Diatomita	-	70.33 kg	20%	70.331 kg	-	70.33 kg	20%	70.330 kg
Relación a/c	0.821				0.823			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.15. Diseños de mezcla 210HED30

Tabla 57. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 30% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento HE	2.940	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	210 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	30%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento HE	351.65 kg	246.16 kg	1.00	5.792 bolsas	351.65 kg	246.16 kg	1.00	5.792 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	3.93	0.360 m ³	980.03 kg	986.21 kg	4.01	0.367 m ³
Agregado Fino	655.99 kg	662.48 kg	2.69	0.284 m ³	640.18 kg	646.52 kg	2.63	0.277 m ³
Agua	216.00 l	231.00 l	0.94	0.231 m ³	216.00 l	231.44 l	0.94	0.231 m ³
Diatomita	-	105.50 kg	30%	105.496 kg	-	105.50 kg	30%	105.495 kg
Relación a/c	0.938				0.940			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.16. Diseños de mezcla 280HED0

Tabla 58. Diseños de Mezcla para concreto convencional elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y cemento HE.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento HE	2.940	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	280 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	0%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento HE	464.52 kg	464.52 kg	1.00	10.930 bls	464.52 kg	464.52 kg	1.00	10.930 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	2.08	0.360 m ³	1012.51 kg	1018.90 kg	2.19	0.379 m ³
Agregado Fino	566.43 kg	572.04 kg	1.23	0.245 m ³	522.36 kg	527.53 kg	1.14	0.226 m ³
Agua	216.00 l	229.43 l	0.49	0.229 m ³	216.00 l	229.45 l	0.49	0.229 m ³
Relación a/c	0.494				0.494			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.17. Diseños de mezcla 280HED5

Tabla 59. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 5% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento HE	2.940	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	280 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	5%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento HE	422.29 kg	401.17 kg	1.00	9.439 bolsas	422.29 kg	401.18 kg	1.00	9.439 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	2.41	0.360 m ³	1000.70 kg	1007.01 kg	2.51	0.375 m ³
Agregado Fino	599.94 kg	605.88 kg	1.51	0.260 m ³	566.22 kg	571.83 kg	1.43	0.245 m ³
Agua	216.00 l	230.02 l	0.57	0.230 m ³	216.00 l	230.19 l	0.57	0.230 m ³
Diatomita	-	21.11 kg	5%	21.114 kg	-	21.11 kg	5%	21.115 kg
Relación a/c	0.573				0.574			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.18. Diseños de mezcla 280HED10

Tabla 60. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 10% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento HE	2.940	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	280 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	10%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento HE	422.29 kg	380.06 kg	1.00	8.943 bolsas	422.29 kg	380.06 kg	1.00	8.943 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	2.55	0.360 m ³	1000.70 kg	1007.01 kg	2.65	0.375 m ³
Agregado Fino	599.94 kg	605.88 kg	1.59	0.260 m ³	566.22 kg	571.83 kg	1.50	0.245 m ³
Agua	216.00 l	230.02 l	0.61	0.230 m ³	216.00 l	230.19 l	0.61	0.230 m ³
Diatomita	-	42.23 kg	10%	42.229 kg	-	42.23 kg	10%	42.229 kg
Relación a/c	0.605				0.606			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.19. Diseños de mezcla 280HED20

Tabla 61. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 20% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento HE	2.940	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	280 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	20%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M3
Cemento HE	422.29 kg	337.83 kg	1.00	7.949 bolsas	422.29 kg	337.83 kg	1.00	7.949 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	2.86	0.360 m ³	1000.70 kg	1007.01 kg	2.98	0.375 m ³
Agregado Fino	599.94 kg	605.88 kg	1.79	0.260 m ³	566.22 kg	571.83 kg	1.69	0.245 m ³
Agua	216.00 l	230.02 l	0.68	0.230 m ³	216.00 l	230.19 l	0.68	0.230 m ³
Diatomita	-	84.46 kg	20%	84.457 kg	-	84.46 kg	20%	84.458 kg
Relación a/c	0.681				0.681			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.3.20. Diseños de mezcla 280HED30

Tabla 62. Diseños de Mezcla para concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, cemento HE y adición de 30% de diatomita.

MATERIAL	PESO ESPEC. (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	ABSORCIÓN (%)	PESO UNIT. COMPACTADO (kg/m ³)
Cemento HE	2.940	-	-	-
Agregado Grueso 1/2"	2.685	0.631	0.997	1669.210
Agregado Fino	2.333	0.990	2.740	-
Agua	1.000	-	-	-

DATOS ADICIONALES				DOSIFICACIÓN	
Resistencia a la compresión (f'c)	280 kgf/cm ²	Módulo de Fineza de Agregado Fino	2.538	Diatomita (% del Peso del Cemento)	30%
Asentamiento	3" a 4"	Módulo de Fineza de Agregado Grueso	6.210		
Tamaño Nominal Máximo	1/2 "				

MATERIAL	MÉTODO DE DISEÑO ACI				MÉTODO DE DISEÑO MF			
	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M ³	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO	PROPORCIÓN	CANTIDAD POR M ³
Cemento HE	422.29 kg	295.60 kg	1.00	6.955 bolsas	422.29 kg	295.60 kg	1.00	6.955 bolsas
Agregado Grueso 1/2"	961.80 kg	967.87 kg	3.27	0.360 m ³	1000.70 kg	1007.01 kg	3.41	0.375 m ³
Agregado Fino	599.94 kg	605.88 kg	2.05	0.260 m ³	566.22 kg	571.83 kg	1.93	0.245 m ³
Agua	216.00 l	230.02 l	0.78	0.230 m ³	216.00 l	230.19 l	0.78	0.230 m ³
Diatomita	-	126.69 kg	30%	126.686 kg	-	126.69 kg	30%	126.687 kg
Relación a/c	0.778				0.779			
Aire Atrapado	2.5 %				2.5 %			

(Fuente: Elaboración propia)

CAPÍTULO 4: PROPIEDADES DEL CONCRETO

4.1. Propiedades en estado fresco

4.1.1. Asentamiento

La norma que define el procedimiento de la medición de asentamiento, es la Norma Técnica Peruana NTP 339.035 : “HORMIGÓN. Método de Ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams”, basada en la norma ASTM C143 : “ Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico”.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto elaborado por los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

Tabla 63. Asentamiento del concreto elaborado por los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

MÉTODO ACI		MÉTODO MF	
DISEÑO	ASENTAMIENTO (pulg.)	DISEÑO	ASENTAMIENTO (pulg.)
210IPD0-A	3.250	210IPD0-M	3.125
210IPD5-A	3.375	210IPD5-M	3.375
210IPD10-A	3.375	210IPD10-M	3.375
210IPD20-A	3.500	210IPD20-M	3.500
210IPD30-A	3.625	210IPD30-M	3.500
280IPD0-A	3.375	280IPD0-M	3.375
280IPD5-A	3.500	280IPD5-M	3.500
280IPD10-A	3.500	280IPD10-M	3.500
280IPD20-A	3.625	280IPD20-M	3.500
280IPD30-A	3.625	280IPD30-M	3.625
210HED0-A	3.500	210HED0-M	3.375
210HED5-A	3.625	210HED5-M	3.500
210HED10-A	3.625	210HED10-M	3.625
210HED20-A	3.750	210HED20-M	3.625
210HED30-A	3.750	210HED30-M	3.750
280HED0-A	3.625	280HED0-M	3.625
280HED5-A	3.750	280HED5-M	3.625
280HED10-A	3.750	280HED10-M	3.750
280HED20-A	3.750	280HED20-M	3.750
280HED30-A	3.875	280HED30-M	3.875

(Fuente: Elaboración Propia)

4.1.2. Peso Unitario o Peso Específico

La norma que define el procedimiento de este ensayo, es la Norma Técnica Peruana 339.046 : “HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)”, basada en la norma ASTM C138 : “Método de prueba estándar para densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (gravimétrico) de hormigón”.

Acomodando la nomenclatura y la ecuación presentada en la norma correspondiente, se obtiene la siguiente ecuación para calcular el peso específico:

$$P. U. = \frac{(PESO M + C) - PESO M}{VOL. MOLDE} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

- P.U. : Peso Unitario (kg/m³)
PESO M+C : Peso del Molde + Concreto (kg)
PESO M : Peso del Molde (kg)
VOL. MOLDE : Volumen del Molde (m³)

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto elaborado por los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

Tabla 64. Peso Unitario del concreto elaborado por los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

MÉTODO ACI					MÉTODO MF				
DISEÑO	PESO M+C (kg)	PESO M (kg)	VOLUMEN M (m3)	P.U. (kg/m3)	DISEÑO	PESO M+C (kg)	PESO M (kg)	VOLUMEN M (m3)	P.U. (kg/m3)
210IPD0-A	8.144	1.640	0.0028	2296.87	210IPD0-M	8.136	1.640	0.0028	2294.04
210IPD5-A	8.109	1.640	0.0028	2284.51	210IPD5-M	8.094	1.640	0.0028	2279.21
210IPD10-A	8.060	1.640	0.0028	2267.20	210IPD10-M	8.057	1.640	0.0028	2266.14
210IPD20-A	8.037	1.640	0.0028	2259.08	210IPD20-M	8.124	1.728	0.0028	2258.73
210IPD30-A	8.023	1.640	0.0028	2254.14	210IPD30-M	8.014	1.640	0.0028	2250.96
280IPD0-A	8.167	1.640	0.0028	2304.99	280IPD0-M	8.156	1.640	0.0028	2301.10
280IPD5-A	8.129	1.640	0.0028	2291.57	280IPD5-M	8.117	1.640	0.0028	2287.33
280IPD10-A	8.105	1.640	0.0028	2283.09	280IPD10-M	8.097	1.640	0.0028	2280.27
280IPD20-A	8.164	1.728	0.0028	2272.85	280IPD20-M	8.074	1.640	0.0028	2272.15
280IPD30-A	8.145	1.728	0.0028	2266.14	280IPD30-M	8.056	1.640	0.0028	2265.79
210HED0-A	8.189	1.640	0.0028	2312.76	210HED0-M	8.175	1.640	0.0028	2307.81
210HED5-A	8.235	1.728	0.0028	2297.93	210HED5-M	8.131	1.640	0.0028	2292.28
210HED10-A	8.103	1.640	0.0028	2282.39	210HED10-M	8.085	1.640	0.0028	2276.03
210HED20-A	8.047	1.640	0.0028	2262.61	210HED20-M	8.132	1.728	0.0028	2261.55
210HED30-A	8.029	1.640	0.0028	2256.25	210HED30-M	8.112	1.728	0.0028	2254.49
280HED0-A	8.202	1.640	0.0028	2317.35	280HED0-M	8.286	1.728	0.0028	2315.94
280HED5-A	8.178	1.640	0.0028	2308.87	280HED5-M	8.165	1.640	0.0028	2304.28
280HED10-A	8.111	1.640	0.0028	2285.21	280HED10-M	8.109	1.640	0.0028	2284.51
280HED20-A	8.096	1.640	0.0028	2279.91	280HED20-M	8.093	1.640	0.0028	2278.86
280HED30-A	8.153	1.728	0.0028	2268.97	280HED30-M	8.152	1.728	0.0028	2268.61

(Fuente: Elaboración Propia)

4.1.3. Temperatura

La temperatura del concreto se usa para indicar el tipo de curado y protección que se necesitará, así como el lapso de tiempo en que debe mantenerse el curado y la protección. (Leandro Espinoza, 2010, p. 188)

La norma NTP 339.184 basada en la norma ASTM C1064 define el procedimiento de la medición de la temperatura en el concreto.

La experiencia y algunos estudios han mostrado que para evitar los agrietamientos superficiales, el diferencial máximo de temperatura entre el concreto del interior y el del exterior no debe sobrepasar 20°C. También se reducen los agrietamientos internos.

Si se reduce el diferencial de temperatura a 20°C o menos, el concreto se enfriará lentamente hasta alcanzar la temperatura ambiental con poco o ningún agrietamiento superficial siempre y cuando no se encuentre restringido por refuerzo continuo que atraviese la superficie de contacto

de secciones adyacentes u opuestas de concreto endurecido. El concreto se agrietará debido a la posible contracción térmica después del enfriamiento. El concreto sin restringir no se agrietará si se siguen los procedimientos adecuados y si se revisa y controla el diferencial de temperatura. (Leandro Espinoza, 2010, p.189)

De tal manera que, para no aumentar alguna posibilidad de fisura por fisuración térmica, se debe revisar que el gradiente térmico no sea superior a 20 °C.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto elaborado por los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

Tabla 65. Temperatura del concreto elaborado por los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

MÉTODO ACI			MÉTODO MF		
DISEÑO	TEMPERATURA (°C)		DISEÑO	TEMPERATURA (°C)	
	AMBIENTE	CONCRETO		AMBIENTE	CONCRETO
210IPD0-A	18.8	16.5	210IPD0-M	21.2	17.9
210IPD5-A	16.3	15.2	210IPD5-M	17.0	15.9
210IPD10-A	17.9	15.1	210IPD10-M	19.6	17.2
210IPD20-A	16.7	15.3	210IPD20-M	18.0	17.0
210IPD30-A	20.4	17.3	210IPD30-M	19.0	15.0
280IPD0-A	20.0	16.2	280IPD0-M	19.4	16.8
280IPD5-A	17.4	16.0	280IPD5-M	16.0	15.9
280IPD10-A	20.9	17.4	280IPD10-M	18.6	17.0
280IPD20-A	17.0	16.2	280IPD20-M	16.0	15.5
280IPD30-A	19.1	16.8	280IPD30-M	17.0	16.5
210HED0-A	19.0	17.0	210HED0-M	20.4	17.9
210HED5-A	16.0	15.9	210HED5-M	20.2	17.2
210HED10-A	20.2	17.0	210HED10-M	17.3	16.4
210HED20-A	16.7	16.5	210HED20-M	19.6	16.9
210HED30-A	17.0	15.5	210HED30-M	18.3	16.4
280HED0-A	18.8	17.0	280HED0-M	18.4	15.2
280HED5-A	16.3	16.0	280HED5-M	17.5	16.6
280HED10-A	19.0	16.7	280HED10-M	21.0	17.5
280HED20-A	18.0	17.3	280HED20-M	16.3	16.0
280HED30-A	18.7	16.4	280HED30-M	16.6	15.0

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2. Propiedades en estado endurecido

4.2.1. Resistencia a la compresión

La norma que define el procedimiento de este ensayo es la Norma Técnica Peruana NTP 339.034: “HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas”, basada en la norma ASTM C39: “Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto”.

El procedimiento que describe la norma menciona que las probetas a ensayarse deben ser protegidas de pérdida de humedad desde que se retiran del almacenaje de humedad, y que para una determinada edad de ensayo serán fracturadas dentro la tolerancia permisible correspondiente. Las caras de contacto de los bloques superior e inferior de la máquina y las de la probeta a ensayarse deben estar limpias, y además debe alinearse el centro de empuje con el eje de la probeta. (NTP 339.034, 2008, p.11)

Tabla 66. Tolerancia permisible de acuerdo a edad de ensayo.

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	± 0,5 h ó 2,1 %
3d	± 2 h ó 2,8 %
7d	± 6 h ó 3,6 %
28d	± 20 h ó 3,0 %
90d	± 48 h ó 2,2 %

(Fuente: NTP 339.034 ,2008, p.11)

La carga debe aplicarse continuamente y sin detenimiento, a una velocidad de $0,25 \pm 0.05$ MPa/s. (NTP 339.034, 2008, p.12)

Para calcular la resistencia a la compresión de la probeta, se divide la carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el área promedio de su sección recta. En el caso que la relación entre la longitud y el diámetro es menor o igual a 1,75, se corrige la resistencia obtenida haciendo uso de los factores de corrección correspondientes. (NTP 339.034, 2008, p.13).

Entonces la ecuación para calcular la resistencia a la compresión es:

$$C = \frac{F}{A} \qquad \text{Ecuación 15}$$

Donde:

C : Resistencia a la compresión. (kgf/ cm²)

F : Carga máxima alcanzada durante el ensayo. (kgf)

A: Área promedio de la sección recta. (cm²)

Los factores de corrección de acuerdo al cociente obtenido a partir de la relación L/D (altura / diámetro) se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 67. Factores de Corrección para los valores L/D.

L/D	1,75	1,50	1,25	1,00
FACTOR	0,98	0,96	0,93	0,87

(Fuente: NTP 339.034, 2008, p.13)

4.2.1.1. Resultados de diseños de concreto con $f'c=210$ kgf/cm² con Cemento IP

Tabla 68. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento IP y con el método ACI.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	DIAM.	DIAM.	DIAM.	DIAM.	ÁREA (cm ²)	f'c (kgf/cm ²)
			SUPERIOR (cm)	CENTRAL (cm)	INFERIOR (cm)	PROMEDIO (cm)		
Convencional								
210IPD0-A	7 días	11403	10.22	10.20	10.19	10.20	81.77	139.46
210IPD0-A	7 días	12020	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	147.68
210IPD0-A	14 días	16190	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	198.13
210IPD0-A	14 días	16338	10.20	10.20	10.16	10.19	81.50	200.47
210IPD0-A	28 días	17651	10.21	10.18	10.18	10.19	81.55	216.44
210IPD0-A	28 días	18012	10.21	10.20	10.18	10.20	81.66	220.57
+ 5% de Diatomita								
210IPD5-A	7 días	12567	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	153.90
210IPD5-A	7 días	12581	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	154.77
210IPD5-A	7 días	13281	10.22	10.22	10.18	10.21	81.82	162.32
210IPD5-A	7 días	13337	10.17	10.17	10.16	10.17	81.18	164.29
210IPD5-A	14 días	17094	10.21	10.19	10.19	10.20	81.66	209.33
210IPD5-A	14 días	17016	10.20	10.20	10.19	10.20	81.66	208.38
210IPD5-A	14 días	17458	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	214.49
210IPD5-A	14 días	17180	10.22	10.19	10.19	10.20	81.71	210.25
210IPD5-A	28 días	18692	10.18	10.18	10.16	10.17	81.29	229.95
210IPD5-A	28 días	18297	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	225.24
210IPD5-A	28 días	18510	10.21	10.21	10.18	10.20	81.71	226.53
210IPD5-A	28 días	17967	10.21	10.21	10.18	10.20	81.71	219.88

+ 10% de Diatomita								
210IPD10-A	7 días	10715	10.20	10.18	10.17	10.18	81.45	131.56
210IPD10-A	7 días	10726	10.22	10.19	10.19	10.20	81.71	131.26
210IPD10-A	7 días	10215	10.20	10.19	10.19	10.19	81.61	125.17
210IPD10-A	7 días	10445	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	128.41
210IPD10-A	14 días	13950	10.22	10.20	10.20	10.21	81.82	170.50
210IPD10-A	14 días	14565	10.21	10.19	10.17	10.19	81.55	178.60
210IPD10-A	14 días	13955	10.22	10.22	10.21	10.22	81.98	170.22
210IPD10-A	14 días	14976	10.18	10.18	10.16	10.17	81.29	184.24
210IPD10-A	28 días	15656	10.22	10.18	10.18	10.19	81.61	191.85
210IPD10-A	28 días	15360	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	187.98
210IPD10-A	28 días	15677	10.21	10.17	10.17	10.18	81.45	192.48
210IPD10-A	28 días	15479	10.22	10.22	10.21	10.22	81.98	188.81
+ 20% de Diatomita								
210IPD20-A	7 días	8349	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	102.44
210IPD20-A	7 días	8350	10.22	10.22	10.18	10.21	81.82	102.05
210IPD20-A	7 días	8659	10.19	10.18	10.16	10.18	81.34	106.46
210IPD20-A	7 días	8579	10.20	10.17	10.17	10.18	81.39	105.40
210IPD20-A	14 días	10794	10.21	10.21	10.16	10.19	81.61	132.27
210IPD20-A	14 días	10177	10.22	10.22	10.20	10.21	81.93	124.22
210IPD20-A	14 días	10411	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	127.41
210IPD20-A	14 días	10852	10.20	10.20	10.18	10.19	81.61	132.98
210IPD20-A	28 días	11315	10.20	10.20	10.16	10.19	81.50	138.84
210IPD20-A	28 días	11663	10.17	10.17	10.16	10.17	81.18	143.67
210IPD20-A	28 días	11521	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	141.83
210IPD20-A	28 días	11426	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	140.38
+ 30% de Diatomita								
210IPD30-A	7 días	3283	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	40.44
210IPD30-A	7 días	3215	10.20	10.17	10.17	10.18	81.39	39.50
210IPD30-A	7 días	3296	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	40.34
210IPD30-A	7 días	3218	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	39.59
210IPD30-A	14 días	5835	10.20	10.20	10.16	10.19	81.50	71.60
210IPD30-A	14 días	5886	10.17	10.16	10.16	10.16	81.13	72.55
210IPD30-A	14 días	5991	10.21	10.17	10.17	10.18	81.45	73.56
210IPD30-A	14 días	6031	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	74.10
210IPD30-A	28 días	7265	10.22	10.20	10.20	10.21	81.82	88.79
210IPD30-A	28 días	7218	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	88.39
210IPD30-A	28 días	7251	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	89.20
210IPD30-A	28 días	7277	10.22	10.22	10.17	10.20	81.77	89.00

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 69. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con cemento IP y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	DIAM. SUPERIOR (cm)	DIAM. CENTRAL (cm)	DIAM. INFERIOR (cm)	DIAM. PROMEDIO (cm)	ÁREA (cm ²)	$f'c$ (kgf/cm ²)
Convencional								
210IPD0-M	7 días	11337	10.22	10.20	10.20	10.21	81.82	138.56
210IPD0-M	7 días	11119	10.19	10.18	10.16	10.18	81.34	136.70
210IPD0-M	14 días	15256	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	186.70
210IPD0-M	14 días	15836	10.19	10.18	10.16	10.18	81.34	194.69
210IPD0-M	28 días	17480	10.22	10.22	10.19	10.21	81.87	213.50
210IPD0-M	28 días	17538	10.22	10.18	10.18	10.19	81.61	214.91
+ 5% de Diatomita								
210IPD5-M	7 días	12542	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	154.09
210IPD5-M	7 días	12248	10.22	10.22	10.20	10.21	81.93	149.50
210IPD5-M	7 días	12385	10.22	10.22	10.18	10.21	81.82	151.37
210IPD5-M	7 días	12506	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	153.75
210IPD5-M	14 días	16734	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	205.87
210IPD5-M	14 días	16603	10.21	10.21	10.20	10.21	81.82	202.92
210IPD5-M	14 días	16690	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	204.79
210IPD5-M	14 días	17010	10.22	10.21	10.18	10.20	81.77	208.03
210IPD5-M	28 días	18431	10.19	10.19	10.16	10.18	81.39	226.45
210IPD5-M	28 días	18082	10.22	10.22	10.18	10.21	81.82	221.00
210IPD5-M	28 días	17944	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	220.46
210IPD5-M	28 días	17990	10.21	10.21	10.16	10.19	81.61	220.45
+ 10% de Diatomita								
210IPD10-M	7 días	9700	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	119.25
210IPD10-M	7 días	9658	10.19	10.19	10.16	10.18	81.39	118.66
210IPD10-M	7 días	9767	10.22	10.22	10.20	10.21	81.93	119.22
210IPD10-M	7 días	9680	10.22	10.21	10.20	10.21	81.87	118.23
210IPD10-M	14 días	13584	10.21	10.20	10.18	10.20	81.66	166.35
210IPD10-M	14 días	13762	10.18	10.17	10.16	10.17	81.23	169.41
210IPD10-M	14 días	13163	10.22	10.19	10.19	10.20	81.71	161.09
210IPD10-M	14 días	13548	10.17	10.16	10.16	10.16	81.13	167.00
210IPD10-M	28 días	14837	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	181.69
210IPD10-M	28 días	14311	10.21	10.19	10.18	10.19	81.61	175.37
210IPD10-M	28 días	14439	10.22	10.21	10.20	10.21	81.87	176.36
210IPD10-M	28 días	14912	10.21	10.19	10.18	10.19	81.61	182.73

+ 20% de Diatomita

210IPD20-M	7 días	8306	10.21	10.19	10.19	10.20	81.66	101.72
210IPD20-M	7 días	8194	10.22	10.22	10.20	10.21	81.93	100.02
210IPD20-M	7 días	8062	10.19	10.18	10.18	10.18	81.45	98.99
210IPD20-M	7 días	7988	10.18	10.17	10.16	10.17	81.23	98.33
210IPD20-M	14 días	10134	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	124.83
210IPD20-M	14 días	10123	10.22	10.22	10.18	10.21	81.82	123.72
210IPD20-M	14 días	10130	10.20	10.18	10.16	10.18	81.39	124.46
210IPD20-M	14 días	10151	10.18	10.18	10.17	10.18	81.34	124.80
210IPD20-M	28 días	11102	10.22	10.22	10.19	10.21	81.87	135.60
210IPD20-M	28 días	10907	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	134.18
210IPD20-M	28 días	11234	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	138.20
210IPD20-M	28 días	10629	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	130.76

+ 30% de Diatomita

210IPD30-M	7 días	2994	10.19	10.17	10.17	10.18	81.34	36.81
210IPD30-M	7 días	3173	10.22	10.19	10.19	10.20	81.71	38.83
210IPD30-M	7 días	3157	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	38.89
210IPD30-M	7 días	3175	10.21	10.17	10.17	10.18	81.45	38.98
210IPD30-M	14 días	5520	10.21	10.21	10.20	10.21	81.82	67.47
210IPD30-M	14 días	5509	10.22	10.22	10.20	10.21	81.93	67.24
210IPD30-M	14 días	5625	10.18	10.18	10.17	10.18	81.34	69.15
210IPD30-M	14 días	5667	10.22	10.18	10.18	10.19	81.61	69.44
210IPD30-M	28 días	7044	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	86.71
210IPD30-M	28 días	7041	10.22	10.22	10.19	10.21	81.87	86.00
210IPD30-M	28 días	7067	10.22	10.22	10.22	10.22	82.03	86.15
210IPD30-M	28 días	7025	10.20	10.17	10.16	10.18	81.34	86.37

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.1.2. Resultados de diseños de concreto con $f'c=280$ kgf/cm² con Cemento IP

Tabla 70. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento IP y con el método ACI.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	DIAM. SUPERIOR (cm)	DIAM. CENTRAL (cm)	DIAM. INFERIOR (cm)	DIAM. PROMEDIO (cm)	ÁREA (cm ²)	$f'c$ (kgf/cm ²)
Convencional								
280IPD0-A	7 días	17234	10.21	10.17	10.17	10.18	81.45	211.60
280IPD0-A	7 días	17088	10.20	10.20	10.17	10.19	81.55	209.53
280IPD0-A	14 días	22243	10.20	10.20	10.19	10.20	81.66	272.39
280IPD0-A	14 días	22327	10.20	10.20	10.17	10.19	81.55	273.77
280IPD0-A	28 días	23852	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	293.05
280IPD0-A	28 días	24156	10.19	10.19	10.18	10.19	81.50	296.40
+ 5% de Diatomita								
280IPD5-A	7 días	18062	10.20	10.20	10.18	10.19	81.61	221.33
280IPD5-A	7 días	18809	10.21	10.18	10.16	10.18	81.45	230.94
280IPD5-A	7 días	18045	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	222.14
280IPD5-A	7 días	18903	10.21	10.18	10.18	10.19	81.55	231.79
280IPD5-A	14 días	23414	10.21	10.18	10.18	10.19	81.55	287.10
280IPD5-A	14 días	23059	10.21	10.17	10.17	10.18	81.45	283.12
280IPD5-A	14 días	23367	10.22	10.18	10.18	10.19	81.61	286.34
280IPD5-A	14 días	23656	10.20	10.17	10.16	10.18	81.34	290.83
280IPD5-A	28 días	25882	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	316.95
280IPD5-A	28 días	25524	10.17	10.16	10.16	10.16	81.13	314.62
280IPD5-A	28 días	25071	10.22	10.22	10.19	10.21	81.87	306.22
280IPD5-A	28 días	25340	10.22	10.21	10.21	10.21	81.93	309.30
+ 10% de Diatomita								
280IPD10-A	7 días	16037	10.19	10.17	10.17	10.18	81.34	197.16
280IPD10-A	7 días	16699	10.20	10.20	10.16	10.19	81.50	204.90
280IPD10-A	7 días	16552	10.17	10.16	10.16	10.16	81.13	204.03
280IPD10-A	7 días	16104	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	197.99
280IPD10-A	14 días	21472	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	264.33
280IPD10-A	14 días	21487	10.20	10.20	10.18	10.19	81.61	263.30
280IPD10-A	14 días	21436	10.21	10.18	10.16	10.18	81.45	263.19
280IPD10-A	14 días	21248	10.21	10.18	10.18	10.19	81.55	260.54
280IPD10-A	28 días	23294	10.18	10.17	10.16	10.17	81.23	286.76
280IPD10-A	28 días	23253	10.21	10.21	10.19	10.20	81.77	284.38
280IPD10-A	28 días	23387	10.22	10.20	10.17	10.20	81.66	286.40
280IPD10-A	28 días	23662	10.22	10.22	10.19	10.21	81.87	289.01

+ 20% de Diatomita								
280IPD20-A	7 días	11716	10.21	10.18	10.18	10.19	81.55	143.66
280IPD20-A	7 días	10659	10.21	10.19	10.16	10.19	81.50	130.79
280IPD20-A	7 días	11542	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	141.90
280IPD20-A	7 días	10524	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	129.30
280IPD20-A	14 días	14194	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	174.16
280IPD20-A	14 días	14804	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	181.88
280IPD20-A	14 días	14110	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	173.36
280IPD20-A	14 días	13015	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	159.28
280IPD20-A	28 días	15681	10.22	10.21	10.18	10.20	81.77	191.78
280IPD20-A	28 días	15148	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	186.23
280IPD20-A	28 días	15417	10.20	10.19	10.18	10.19	81.55	189.04
280IPD20-A	28 días	15988	10.21	10.21	10.19	10.20	81.77	195.53
+ 30% de Diatomita								
280IPD30-A	7 días	6234	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	76.64
280IPD30-A	7 días	6004	10.22	10.21	10.16	10.20	81.66	73.52
280IPD30-A	7 días	5821	10.19	10.19	10.17	10.18	81.45	71.47
280IPD30-A	7 días	5903	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	72.72
280IPD30-A	14 días	9161	10.17	10.16	10.16	10.16	81.13	112.92
280IPD30-A	14 días	8823	10.19	10.19	10.16	10.18	81.39	108.40
280IPD30-A	14 días	9126	10.20	10.19	10.19	10.19	81.61	111.83
280IPD30-A	14 días	9152	10.22	10.22	10.19	10.21	81.87	111.78
280IPD30-A	28 días	10574	10.22	10.22	10.17	10.20	81.77	129.32
280IPD30-A	28 días	10192	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	125.30
280IPD30-A	28 días	10344	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	127.17
280IPD30-A	28 días	10238	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	126.03

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 71. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con cemento IP y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	EDAD	CARGA	DIAM. SUPERIOR	DIAM. CENTRAL	DIAM. INFERIOR	DIAM. PROMEDIO	ÁREA	$f'c$
	(días)	(kgf)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kgf/cm ²)
Convencional								
280IPD0-M	7 días	16956	10.21	10.18	10.18	10.19	81.55	207.91
280IPD0-M	7 días	16119	10.21	10.21	10.18	10.20	81.71	197.26
280IPD0-M	14 días	22095	10.21	10.18	10.18	10.19	81.55	270.93
280IPD0-M	14 días	21886	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	268.89
280IPD0-M	28 días	23049	10.20	10.18	10.17	10.18	81.45	283.00
280IPD0-M	28 días	23490	10.21	10.19	10.17	10.19	81.55	288.03

+ 5% de Diatomita

280IPD5-M	7 días	17211	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	211.73
280IPD5-M	7 días	17623	10.19	10.18	10.18	10.18	81.45	216.38
280IPD5-M	7 días	17638	10.21	10.18	10.16	10.18	81.45	216.56
280IPD5-M	7 días	17358	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	213.54
280IPD5-M	14 días	22772	10.21	10.21	10.19	10.20	81.77	278.50
280IPD5-M	14 días	22730	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	278.90
280IPD5-M	14 días	22671	10.20	10.18	10.17	10.18	81.45	278.36
280IPD5-M	14 días	22512	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	277.13
280IPD5-M	28 días	24329	10.19	10.19	10.17	10.18	81.45	298.71
280IPD5-M	28 días	24504	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	301.06
280IPD5-M	28 días	24636	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	302.88
280IPD5-M	28 días	24858	10.22	10.17	10.16	10.18	81.45	305.21

+ 10% de Diatomita

280IPD10-M	7 días	15318	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	188.32
280IPD10-M	7 días	15927	10.21	10.18	10.16	10.18	81.45	195.55
280IPD10-M	7 días	15707	10.20	10.19	10.17	10.19	81.50	192.73
280IPD10-M	7 días	15205	10.21	10.20	10.20	10.20	81.77	185.96
280IPD10-M	14 días	20651	10.22	10.20	10.20	10.21	81.82	252.40
280IPD10-M	14 días	20743	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	253.85
280IPD10-M	14 días	21167	10.21	10.20	10.16	10.19	81.55	259.55
280IPD10-M	14 días	20690	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	254.87
280IPD10-M	28 días	22849	10.21	10.17	10.17	10.18	81.45	280.54
280IPD10-M	28 días	22707	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	278.62
280IPD10-M	28 días	22789	10.22	10.17	10.16	10.18	81.45	279.80
280IPD10-M	28 días	22196	10.22	10.21	10.17	10.20	81.71	271.63

+ 20% de Diatomita

280IPD20-M	7 días	9803	10.22	10.19	10.18	10.20	81.66	120.05
280IPD20-M	7 días	8254	10.19	10.19	10.17	10.18	81.45	101.34
280IPD20-M	7 días	9102	10.22	10.18	10.18	10.19	81.61	111.54
280IPD20-M	7 días	9413	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	115.50
280IPD20-M	14 días	12822	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	157.74
280IPD20-M	14 días	12880	10.18	10.18	10.17	10.18	81.34	158.35
280IPD20-M	14 días	12527	10.21	10.21	10.20	10.21	81.82	153.10
280IPD20-M	14 días	12468	10.18	10.18	10.16	10.17	81.29	153.38
280IPD20-M	28 días	14257	10.21	10.21	10.20	10.21	81.82	174.25
280IPD20-M	28 días	14118	10.22	10.22	10.19	10.21	81.87	172.44
280IPD20-M	28 días	14458	10.19	10.17	10.16	10.17	81.29	177.87
280IPD20-M	28 días	14790	10.22	10.19	10.17	10.19	81.61	181.24

+ 30% de Diatomita								
280IPD30-M	7 días	5801	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	71.37
280IPD30-M	7 días	5382	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	65.91
280IPD30-M	7 días	5343	10.22	10.20	10.20	10.21	81.82	65.30
280IPD30-M	7 días	5663	10.21	10.17	10.17	10.18	81.45	69.53
280IPD30-M	14 días	8964	10.22	10.18	10.18	10.19	81.61	109.84
280IPD30-M	14 días	8567	10.21	10.21	10.18	10.20	81.71	104.84
280IPD30-M	14 días	8886	10.20	10.18	10.16	10.18	81.39	109.17
280IPD30-M	14 días	8861	10.22	10.22	10.17	10.20	81.77	108.37
280IPD30-M	28 días	10062	10.21	10.17	10.17	10.18	81.45	123.54
280IPD30-M	28 días	10130	10.21	10.21	10.19	10.20	81.77	123.89
280IPD30-M	28 días	10191	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	125.04
280IPD30-M	28 días	10153	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	125.07

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.1.3. Resultados de diseños de concreto con $f'c=210$ kgf/cm² con Cemento HE

Tabla 72. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento HE y con el método ACI.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	DIAM. SUPERIOR (cm)	DIAM. CENTRAL (cm)	DIAM. INFERIOR (cm)	DIAM. PROMEDIO (cm)	ÁREA (cm ²)	$f'c$ (kgf/cm ²)
Convencional								
210HED0-A	7 días	16923	10.20	10.20	10.20	10.20	81.71	207.10
210HED0-A	7 días	16157	10.22	10.20	10.20	10.21	81.82	197.47
210HED0-A	14 días	25660	10.22	10.22	10.21	10.22	81.98	313.00
210HED0-A	14 días	25766	10.20	10.20	10.16	10.19	81.50	316.15
210HED0-A	28 días	28462	10.21	10.20	10.19	10.20	81.71	348.32
210HED0-A	28 días	28245	10.20	10.19	10.18	10.19	81.55	346.34
+ 5% de Diatomita								
210HED5-A	7 días	19334	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	237.70
210HED5-A	7 días	18771	10.21	10.21	10.20	10.21	81.82	229.42
210HED5-A	7 días	19427	10.20	10.20	10.18	10.19	81.61	238.06
210HED5-A	7 días	19749	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	242.32
210HED5-A	14 días	28910	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	355.66
210HED5-A	14 días	28986	10.20	10.20	10.19	10.20	81.66	354.96
210HED5-A	14 días	28273	10.22	10.21	10.16	10.20	81.66	346.23
210HED5-A	14 días	28014	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	342.83
210HED5-A	28 días	30195	10.21	10.21	10.16	10.19	81.61	370.01
210HED5-A	28 días	30283	10.20	10.18	10.18	10.19	81.50	371.57
210HED5-A	28 días	30364	10.20	10.19	10.17	10.19	81.50	372.57
210HED5-A	28 días	30474	10.17	10.17	10.16	10.17	81.18	375.39

+ 10% de Diatomita								
210HED10-A	7 días	17553	10.22	10.22	10.20	10.21	81.93	214.25
210HED10-A	7 días	17680	10.20	10.19	10.19	10.19	81.61	216.65
210HED10-A	7 días	17453	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	213.73
210HED10-A	7 días	17610	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	216.64
210HED10-A	14 días	26015	10.22	10.20	10.16	10.19	81.61	318.79
210HED10-A	14 días	26424	10.21	10.20	10.18	10.20	81.66	323.59
210HED10-A	14 días	26281	10.21	10.21	10.18	10.20	81.71	321.63
210HED10-A	14 días	26736	10.17	10.16	10.16	10.16	81.13	329.56
210HED10-A	28 días	29037	10.20	10.18	10.17	10.18	81.45	356.52
210HED10-A	28 días	29012	10.21	10.18	10.16	10.18	81.45	356.21
210HED10-A	28 días	29440	10.20	10.20	10.19	10.20	81.66	360.52
210HED10-A	28 días	29129	10.21	10.18	10.18	10.19	81.55	357.18
+ 20% de Diatomita								
210HED20-A	7 días	10231	10.22	10.19	10.18	10.20	81.66	125.29
210HED20-A	7 días	10246	10.21	10.21	10.18	10.20	81.71	125.39
210HED20-A	7 días	9475	10.18	10.17	10.17	10.17	81.29	116.56
210HED20-A	7 días	9785	10.21	10.21	10.16	10.19	81.61	119.91
210HED20-A	14 días	16877	10.18	10.17	10.17	10.17	81.29	207.62
210HED20-A	14 días	16538	10.20	10.20	10.17	10.19	81.55	202.79
210HED20-A	14 días	16154	10.20	10.19	10.19	10.19	81.61	197.95
210HED20-A	14 días	16115	10.17	10.16	10.16	10.16	81.13	198.64
210HED20-A	28 días	20781	10.22	10.19	10.18	10.20	81.66	254.48
210HED20-A	28 días	20288	10.22	10.20	10.19	10.20	81.77	248.12
210HED20-A	28 días	20182	10.21	10.21	10.18	10.20	81.71	246.99
210HED20-A	28 días	20444	10.22	10.22	10.22	10.22	82.03	249.22
+ 30% de Diatomita								
210HED30-A	7 días	8026	10.21	10.21	10.19	10.20	81.77	98.16
210HED30-A	7 días	8072	10.22	10.22	10.17	10.20	81.77	98.72
210HED30-A	7 días	8135	10.22	10.21	10.20	10.21	81.87	99.36
210HED30-A	7 días	8053	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	99.13
210HED30-A	14 días	13779	10.21	10.21	10.19	10.20	81.77	168.52
210HED30-A	14 días	13830	10.19	10.19	10.18	10.19	81.50	169.69
210HED30-A	14 días	13240	10.22	10.22	10.17	10.20	81.77	161.93
210HED30-A	14 días	13773	10.22	10.21	10.19	10.21	81.82	168.33
210HED30-A	28 días	15095	10.20	10.17	10.16	10.18	81.34	185.58
210HED30-A	28 días	14345	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	176.59
210HED30-A	28 días	14277	10.21	10.17	10.16	10.18	81.39	175.41
210HED30-A	28 días	14530	10.18	10.18	10.16	10.17	81.29	178.75

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 73. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con cemento HE y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	DIAM. SUPERIOR (cm)	DIAM. CENTRAL (cm)	DIAM. INFERIOR (cm)	DIAM. PROMEDIO (cm)	ÁREA (cm ²)	$f'c$ (kgf/cm ²)
Convencional								
210HED0-M	7 días	14467	10.20	10.20	10.19	10.20	81.66	177.16
210HED0-M	7 días	14867	10.21	10.20	10.18	10.20	81.66	182.06
210HED0-M	14 días	24178	10.21	10.21	10.18	10.20	81.71	295.89
210HED0-M	14 días	24204	10.21	10.20	10.18	10.20	81.66	296.40
210HED0-M	28 días	27503	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	338.79
210HED0-M	28 días	27702	10.17	10.16	10.16	10.16	81.13	341.47
+ 5% de Diatomita								
210HED5-M	7 días	18527	10.20	10.20	10.18	10.19	81.61	227.03
210HED5-M	7 días	17735	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	217.18
210HED5-M	7 días	17842	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	219.64
210HED5-M	7 días	18723	10.22	10.22	10.17	10.20	81.77	228.98
210HED5-M	14 días	27587	10.19	10.19	10.17	10.18	81.45	338.72
210HED5-M	14 días	27938	10.22	10.20	10.16	10.19	81.61	342.35
210HED5-M	14 días	27162	10.21	10.21	10.16	10.19	81.61	332.84
210HED5-M	14 días	27243	10.19	10.17	10.17	10.18	81.34	334.93
210HED5-M	28 días	29298	10.17	10.17	10.16	10.17	81.18	360.90
210HED5-M	28 días	29629	10.22	10.22	10.18	10.21	81.82	362.13
210HED5-M	28 días	29531	10.20	10.20	10.17	10.19	81.55	362.11
210HED5-M	28 días	29198	10.21	10.21	10.21	10.21	81.87	356.62
+ 10% de Diatomita								
210HED10-M	7 días	15467	10.21	10.17	10.17	10.18	81.45	189.90
210HED10-M	7 días	15315	10.21	10.20	10.19	10.20	81.71	187.42
210HED10-M	7 días	15786	10.22	10.20	10.16	10.19	81.61	193.44
210HED10-M	7 días	15932	10.21	10.19	10.19	10.20	81.66	195.10
210HED10-M	14 días	25006	10.22	10.22	10.20	10.21	81.93	305.22
210HED10-M	14 días	25635	10.19	10.18	10.16	10.18	81.34	315.16
210HED10-M	14 días	25470	10.21	10.21	10.16	10.19	81.61	312.11
210HED10-M	14 días	25695	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	316.11
210HED10-M	28 días	28556	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	349.70
210HED10-M	28 días	28702	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	353.56
210HED10-M	28 días	28472	10.22	10.21	10.21	10.21	81.93	347.53
210HED10-M	28 días	28349	10.19	10.19	10.16	10.18	81.39	348.30

+ 20% de Diatomita								
210HED20-M	7 días	8859	10.20	10.17	10.17	10.18	81.39	108.84
210HED20-M	7 días	8946	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	110.13
210HED20-M	7 días	8491	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	103.98
210HED20-M	7 días	8455	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	103.88
210HED20-M	14 días	15628	10.22	10.21	10.20	10.21	81.87	190.88
210HED20-M	14 días	15334	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	188.64
210HED20-M	14 días	15452	10.21	10.21	10.19	10.20	81.77	188.98
210HED20-M	14 días	15864	10.22	10.20	10.19	10.20	81.77	194.02
210HED20-M	28 días	19033	10.21	10.21	10.16	10.19	81.61	233.23
210HED20-M	28 días	19622	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	240.13
210HED20-M	28 días	19706	10.19	10.19	10.16	10.18	81.39	242.11
210HED20-M	28 días	19111	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	235.11
+ 30% de Diatomita								
210HED30-M	7 días	7334	10.22	10.22	10.20	10.21	81.93	89.52
210HED30-M	7 días	7308	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	89.85
210HED30-M	7 días	7335	10.22	10.22	10.21	10.22	81.98	89.47
210HED30-M	7 días	7135	10.21	10.19	10.16	10.19	81.50	87.55
210HED30-M	14 días	11545	10.22	10.21	10.21	10.21	81.93	140.92
210HED30-M	14 días	11015	10.19	10.19	10.17	10.18	81.45	135.24
210HED30-M	14 días	11882	10.22	10.22	10.20	10.21	81.93	145.03
210HED30-M	14 días	11612	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	142.11
210HED30-M	28 días	14420	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	176.47
210HED30-M	28 días	12136	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	148.52
210HED30-M	28 días	13102	10.19	10.17	10.17	10.18	81.34	161.08
210HED30-M	28 días	13327	10.21	10.18	10.18	10.19	81.55	163.42

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.1.4. Resultados de diseños de concreto con $f'c=280$ kgf/cm² con Cemento HE

Tabla 74. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento HE y con el método ACI.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	DIAM.	DIAM.	DIAM.	DIAM.	ÁREA (cm ²)	$f'c$ (kgf/cm ²)
			SUPERIOR (cm)	CENTRAL (cm)	INFERIOR (cm)	PROMEDIO (cm)		
Convencional								
280HED0-A	7 días	21092	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	258.80
280HED0-A	7 días	20515	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	251.72
280HED0-A	14 días	28961	10.22	10.22	10.17	10.20	81.77	354.19
280HED0-A	14 días	28248	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	347.51
280HED0-A	28 días	32425	10.18	10.17	10.16	10.17	81.23	399.16
280HED0-A	28 días	33030	10.22	10.22	10.20	10.21	81.93	403.17

+ 5% de Diatomita

280HED5-A	7 días	26984	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	331.53
280HED5-A	7 días	26357	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	322.77
280HED5-A	7 días	26541	10.22	10.21	10.18	10.20	81.77	324.60
280HED5-A	7 días	26245	10.20	10.17	10.17	10.18	81.39	322.45
280HED5-A	14 días	34798	10.19	10.19	10.17	10.18	81.45	427.25
280HED5-A	14 días	34822	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	428.95
280HED5-A	14 días	34003	10.22	10.18	10.18	10.19	81.61	416.67
280HED5-A	14 días	32831	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	404.16
280HED5-A	28 días	35174	10.22	10.20	10.18	10.20	81.71	430.46
280HED5-A	28 días	36054	10.22	10.21	10.16	10.20	81.66	441.52
280HED5-A	28 días	35475	10.20	10.18	10.18	10.19	81.50	435.28
280HED5-A	28 días	36916	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	454.74

+ 10% de Diatomita

280HED10-A	7 días	24735	10.19	10.19	10.18	10.19	81.50	303.50
280HED10-A	7 días	24426	10.21	10.21	10.18	10.20	81.71	298.92
280HED10-A	7 días	24451	10.22	10.22	10.18	10.21	81.82	298.84
280HED10-A	7 días	24921	10.22	10.19	10.19	10.20	81.71	304.98
280HED10-A	14 días	30775	10.18	10.18	10.16	10.17	81.29	378.60
280HED10-A	14 días	30419	10.21	10.18	10.18	10.19	81.55	373.00
280HED10-A	14 días	30401	10.20	10.20	10.16	10.19	81.50	373.02
280HED10-A	14 días	30569	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	375.08
280HED10-A	28 días	33735	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	414.47
280HED10-A	28 días	34634	10.20	10.20	10.16	10.19	81.50	424.96
280HED10-A	28 días	33616	10.22	10.22	10.17	10.20	81.77	411.12
280HED10-A	28 días	34365	10.22	10.17	10.16	10.18	81.45	421.94

+ 20% de Diatomita

280HED20-A	7 días	13567	10.22	10.21	10.19	10.21	81.82	165.82
280HED20-A	7 días	13603	10.22	10.22	10.17	10.20	81.77	166.36
280HED20-A	7 días	12493	10.20	10.17	10.16	10.18	81.34	153.59
280HED20-A	7 días	13386	10.20	10.20	10.18	10.19	81.61	164.03
280HED20-A	14 días	20271	10.20	10.20	10.16	10.19	81.50	248.73
280HED20-A	14 días	20049	10.22	10.16	10.16	10.18	81.39	246.32
280HED20-A	14 días	20499	10.18	10.18	10.16	10.17	81.29	252.18
280HED20-A	14 días	20152	10.22	10.18	10.16	10.19	81.50	247.27
280HED20-A	28 días	23119	10.21	10.19	10.17	10.19	81.55	283.49
280HED20-A	28 días	23573	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	288.49
280HED20-A	28 días	23243	10.21	10.21	10.16	10.19	81.61	284.82
280HED20-A	28 días	23226	10.22	10.18	10.18	10.19	81.61	284.61

+ 30% de Diatomita								
280HED30-A	7 días	8659	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	106.46
280HED30-A	7 días	9579	10.20	10.18	10.17	10.18	81.45	117.61
280HED30-A	7 días	9349	10.18	10.18	10.17	10.18	81.34	114.94
280HED30-A	7 días	9350	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	114.43
280HED30-A	14 días	15306	10.20	10.20	10.19	10.20	81.66	187.44
280HED30-A	14 días	15865	10.18	10.17	10.17	10.17	81.29	195.17
280HED30-A	14 días	15068	10.19	10.17	10.17	10.18	81.34	185.25
280HED30-A	14 días	15903	10.21	10.21	10.16	10.19	81.61	194.88
280HED30-A	28 días	16407	10.22	10.20	10.19	10.20	81.77	200.66
280HED30-A	28 días	17647	10.18	10.18	10.17	10.18	81.34	216.96
280HED30-A	28 días	16700	10.21	10.20	10.19	10.20	81.71	204.37
280HED30-A	28 días	17549	10.20	10.20	10.19	10.20	81.66	214.90

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 75. Resultados de Resistencia a la Compresión para concretos elaborados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con cemento HE y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	DIAM.	DIAM.	DIAM.	DIAM.	ÁREA (cm ²)	$f'c$ (kgf/cm ²)
			SUPERIOR (cm)	CENTRAL (cm)	INFERIOR (cm)	PROMEDIO (cm)		
Convencional								
280HED0-M	7 días	20386	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	249.65
280HED0-M	7 días	19226	10.21	10.19	10.18	10.19	81.61	235.60
280HED0-M	14 días	27511	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	338.45
280HED0-M	14 días	27908	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	343.78
280HED0-M	28 días	31443	10.22	10.17	10.16	10.18	81.45	386.06
280HED0-M	28 días	31741	10.21	10.17	10.17	10.18	81.45	389.72
+ 5% de Diatomita								
280HED5-M	7 días	25721	10.21	10.19	10.19	10.20	81.66	314.98
280HED5-M	7 días	25996	10.21	10.21	10.16	10.19	81.61	318.55
280HED5-M	7 días	25588	10.21	10.21	10.21	10.21	81.87	312.53
280HED5-M	7 días	25162	10.21	10.17	10.17	10.18	81.45	308.94
280HED5-M	14 días	32608	10.22	10.21	10.20	10.21	81.87	398.27
280HED5-M	14 días	32826	10.19	10.19	10.17	10.18	81.45	403.04
280HED5-M	14 días	32786	10.22	10.22	10.17	10.20	81.77	400.97
280HED5-M	14 días	32604	10.22	10.18	10.17	10.19	81.55	399.79
280HED5-M	28 días	34223	10.22	10.22	10.17	10.20	81.77	418.55
280HED5-M	28 días	33631	10.21	10.18	10.18	10.19	81.55	412.38
280HED5-M	28 días	33528	10.18	10.18	10.16	10.17	81.29	412.47
280HED5-M	28 días	33970	10.20	10.18	10.16	10.18	81.39	417.36

+ 10% de Diatomita								
280HED10-M	7 días	23301	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	286.84
280HED10-M	7 días	23329	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	285.69
280HED10-M	7 días	23778	10.22	10.22	10.19	10.21	81.87	290.42
280HED10-M	7 días	23441	10.22	10.21	10.20	10.21	81.87	286.31
280HED10-M	14 días	29164	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	357.84
280HED10-M	14 días	29218	10.20	10.18	10.17	10.18	81.45	358.74
280HED10-M	14 días	28997	10.19	10.19	10.17	10.18	81.45	356.03
280HED10-M	14 días	29497	10.19	10.17	10.17	10.18	81.34	362.64
280HED10-M	28 días	32156	10.21	10.21	10.16	10.19	81.61	394.04
280HED10-M	28 días	32340	10.22	10.20	10.16	10.19	81.61	396.29
280HED10-M	28 días	32965	10.20	10.18	10.16	10.18	81.39	405.01
280HED10-M	28 días	32189	10.21	10.17	10.17	10.18	81.45	395.22
+ 20% de Diatomita								
280HED20-M	7 días	11746	10.22	10.18	10.18	10.19	81.61	143.94
280HED20-M	7 días	11969	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	147.44
280HED20-M	7 días	11746	10.19	10.16	10.16	10.17	81.23	144.60
280HED20-M	7 días	11583	10.20	10.18	10.17	10.18	81.45	142.22
280HED20-M	14 días	17909	10.18	10.16	10.16	10.17	81.18	220.61
280HED20-M	14 días	18220	10.21	10.21	10.17	10.20	81.66	223.12
280HED20-M	14 días	17739	10.22	10.21	10.21	10.21	81.93	216.52
280HED20-M	14 días	17586	10.21	10.17	10.16	10.18	81.39	216.06
280HED20-M	28 días	21074	10.21	10.21	10.16	10.19	81.61	258.24
280HED20-M	28 días	21228	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	259.79
280HED20-M	28 días	21138	10.20	10.16	10.16	10.17	81.29	260.04
280HED20-M	28 días	21756	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	266.25
+ 30% de Diatomita								
280HED30-M	7 días	8041	10.22	10.22	10.20	10.21	81.93	98.15
280HED30-M	7 días	8369	10.21	10.18	10.16	10.18	81.45	102.76
280HED30-M	7 días	8604	10.22	10.18	10.18	10.19	81.61	105.43
280HED30-M	7 días	9010	10.22	10.17	10.17	10.19	81.50	110.55
280HED30-M	14 días	14629	10.22	10.22	10.19	10.21	81.87	178.68
280HED30-M	14 días	14113	10.22	10.20	10.20	10.21	81.82	172.49
280HED30-M	14 días	14138	10.22	10.22	10.16	10.20	81.71	173.02
280HED30-M	14 días	14473	10.21	10.18	10.18	10.19	81.55	177.47
280HED30-M	28 días	14901	10.21	10.18	10.16	10.18	81.45	182.96
280HED30-M	28 días	14928	10.22	10.20	10.20	10.21	81.82	182.45
280HED30-M	28 días	15331	10.21	10.16	10.16	10.18	81.34	188.48
280HED30-M	28 días	15737	10.21	10.17	10.16	10.18	81.39	193.35

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.2. Resistencia a la Tracción

La norma que define el procedimiento de este ensayo es la Norma ASTM C 496 – 96: “Método de Ensayo Estándar para Esfuerzo de Tensión por Partidura en Especímenes Cilíndricos de Concreto”.

La norma señala que el método de ensayo consiste en aplicar una fuerza compresiva diametral a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto a una relación que está dentro de un rango prescrito, hasta que la falla ocurra. Esta carga induce esfuerzos de tensión en el plano conteniendo la carga aplicada y relativamente esfuerzos de compresión altos en el área inmediatamente alrededor de la carga aplicada. (Norma ASTM, 1996, p.1)

El esfuerzo de tracción indirecta se estimó teniendo en consideración las dimensiones de la probeta y mediante la siguiente ecuación:

$$T = \frac{2 * P}{\pi * L * D} \quad \text{Ecuación 16}$$

Donde:

T: Resistencia a la Tracción (kgf/cm²)

P: Esfuerzo tracción indirecta (kgf)

L: Altura de la probeta (cm)

D: Diámetro de la probeta (cm)

4.2.2.1. Resultados de diseños de concreto con f'c=210 kgf/cm² con Cemento IP

Tabla 76. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con f'c = 210 kgf/cm² con cemento IP y con el método ACI.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	ALTURA (cm)	DIAM. SUPERIOR (cm)	DIAM. CENTRAL (cm)	DIAM. INFERIOR (cm)	DIAM. PROM. (cm)	T (kgf/cm ²)
Convencional								
210IPD0-A	7 días	6559	20.34	10.17	10.22	10.17	10.19	20.15
210IPD0-A	14 días	7400	20.30	10.16	10.19	10.18	10.18	22.80
210IPD0-A	28 días	8438	20.40	10.16	10.22	10.19	10.19	25.84

+ 5% de Diatomita								
210IPD5-A	7 días	7026	20.35	10.18	10.19	10.16	10.18	21.60
210IPD5-A	7 días	6944	20.37	10.16	10.18	10.17	10.17	21.34
210IPD5-A	14 días	8302	20.35	10.17	10.22	10.17	10.19	25.50
210IPD5-A	14 días	7936	20.40	10.16	10.22	10.16	10.18	24.33
210IPD5-A	28 días	9545	20.35	10.16	10.19	10.17	10.17	29.35
210IPD5-A	28 días	9694	20.40	10.17	10.22	10.19	10.19	29.68
+ 10% de Diatomita								
210IPD10-A	7 días	5032	20.30	10.21	10.22	10.16	10.20	15.48
210IPD10-A	7 días	4915	20.40	10.20	10.20	10.18	10.19	15.05
210IPD10-A	14 días	6872	20.30	10.16	10.20	10.16	10.17	21.18
210IPD10-A	14 días	6301	20.30	10.17	10.17	10.16	10.17	19.44
210IPD10-A	28 días	7066	20.39	10.16	10.21	10.16	10.18	21.68
210IPD10-A	28 días	7948	20.40	10.21	10.22	10.17	10.20	24.32
+ 20% de Diatomita								
210IPD20-A	7 días	4173	20.30	10.17	10.18	10.18	10.18	12.86
210IPD20-A	7 días	4203	20.30	10.16	10.21	10.19	10.19	12.94
210IPD20-A	14 días	5950	20.40	10.17	10.19	10.18	10.18	18.24
210IPD20-A	14 días	4931	20.40	10.20	10.22	10.16	10.19	15.10
210IPD20-A	28 días	6764	20.34	10.18	10.22	10.17	10.19	20.78
210IPD20-A	28 días	5965	20.35	10.18	10.21	10.18	10.19	18.31
+ 30% de Diatomita								
210IPD30-A	7 días	2968	20.35	10.17	10.18	10.16	10.17	9.13
210IPD30-A	7 días	3065	20.35	10.22	10.20	10.16	10.19	9.41
210IPD30-A	14 días	3947	20.35	10.18	10.22	10.20	10.20	12.11
210IPD30-A	14 días	3495	20.37	10.18	10.22	10.16	10.19	10.72
210IPD30-A	28 días	4625	20.37	10.19	10.22	10.20	10.20	14.17
210IPD30-A	28 días	4500	20.35	10.16	10.22	10.17	10.18	13.82

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 77. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento IP y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	ALTURA (cm)	DIAM. SUPERIOR (cm)	DIAM. CENTRAL (cm)	DIAM. INFERIOR (cm)	DIAM. PROM. (cm)	T (kgf/cm ²)
Convencional								
210IPD0-M	7 días	6077	20.30	10.21	10.22	10.16	10.20	18.69
210IPD0-M	14 días	7189	20.39	10.18	10.21	10.18	10.19	22.03
210IPD0-M	28 días	8423	20.40	10.21	10.20	10.17	10.19	25.79

+ 5% de Diatomita								
210IPD5-M	7 días	6930	20.32	10.16	10.22	10.16	10.18	21.33
210IPD5-M	7 días	6225	20.35	10.22	10.21	10.16	10.20	19.10
210IPD5-M	14 días	7975	20.40	10.16	10.22	10.17	10.18	24.44
210IPD5-M	14 días	8053	20.30	10.22	10.22	10.16	10.20	24.76
210IPD5-M	28 días	8759	20.30	10.16	10.21	10.18	10.18	26.97
210IPD5-M	28 días	9065	20.30	10.22	10.22	10.17	10.20	27.86
+ 10% de Diatomita								
210IPD10-M	7 días	5642	20.38	10.18	10.22	10.17	10.19	17.30
210IPD10-M	7 días	5326	20.38	10.18	10.18	10.16	10.17	16.35
210IPD10-M	14 días	6243	20.30	10.21	10.17	10.19	10.19	19.21
210IPD10-M	14 días	6055	20.50	10.21	10.21	10.19	10.20	18.43
210IPD10-M	28 días	7032	20.50	10.20	10.19	10.16	10.18	21.44
210IPD10-M	28 días	6916	20.45	10.19	10.21	10.18	10.19	21.12
+ 20% de Diatomita								
210IPD20-M	7 días	4452	20.30	10.16	10.21	10.17	10.18	13.71
210IPD20-M	7 días	3861	20.35	10.22	10.21	10.16	10.20	11.85
210IPD20-M	14 días	4636	20.50	10.17	10.21	10.19	10.19	14.13
210IPD20-M	14 días	4821	20.40	10.21	10.20	10.21	10.21	14.74
210IPD20-M	28 días	5034	20.40	10.21	10.21	10.18	10.20	15.40
210IPD20-M	28 días	6170	20.30	10.22	10.22	10.17	10.20	18.96
+ 30% de Diatomita								
210IPD30-M	7 días	2969	20.45	10.18	10.22	10.18	10.19	9.07
210IPD30-M	7 días	2762	20.37	10.17	10.21	10.22	10.20	8.46
210IPD30-M	14 días	3418	20.40	10.19	10.20	10.18	10.19	10.47
210IPD30-M	14 días	3153	20.30	10.16	10.21	10.16	10.18	9.72
210IPD30-M	28 días	3521	20.40	10.19	10.22	10.18	10.20	10.78
210IPD30-M	28 días	3846	20.36	10.21	10.18	10.20	10.20	11.79

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.2.2. Resultados de diseños de concreto con $f'c=280$ kgf/cm² con Cemento IP

Tabla 78. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento IP y con el método ACI.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	ALTURA (cm)	DIAM. SUPERIOR (cm)	DIAM. CENTRAL (cm)	DIAM. INFERIOR (cm)	DIAM. PROM. (cm)	T (kgf/cm ²)
Convencional								
280IPD0-A	7 días	6630	20.40	10.17	10.20	10.17	10.18	20.32
280IPD0-A	14 días	9659	20.40	10.20	10.22	10.16	10.19	29.57
280IPD0-A	28 días	10605	20.30	10.21	10.17	10.17	10.18	32.66

+ 5% de Diatomita								
280IPD5-A	7 días	7573	20.40	10.22	10.21	10.17	10.20	23.17
280IPD5-A	7 días	6979	20.50	10.22	10.21	10.19	10.21	21.23
280IPD5-A	14 días	9947	20.30	10.19	10.21	10.16	10.19	30.62
280IPD5-A	14 días	10024	20.30	10.18	10.20	10.16	10.18	30.88
280IPD5-A	28 días	10849	20.30	10.16	10.22	10.20	10.19	33.38
280IPD5-A	28 días	11293	20.40	10.20	10.21	10.20	10.20	34.54
+ 10% de Diatomita								
280IPD10-A	7 días	6220	20.40	10.21	10.20	10.17	10.19	19.04
280IPD10-A	7 días	5994	20.40	10.16	10.19	10.18	10.18	18.38
280IPD10-A	14 días	8539	20.30	10.17	10.19	10.17	10.18	26.31
280IPD10-A	14 días	8969	20.35	10.21	10.22	10.16	10.20	27.52
280IPD10-A	28 días	10354	20.30	10.22	10.21	10.16	10.20	31.84
280IPD10-A	28 días	10405	20.30	10.18	10.21	10.16	10.18	32.04
+ 20% de Diatomita								
280IPD20-A	7 días	4152	20.30	10.16	10.21	10.16	10.18	12.79
280IPD20-A	7 días	4836	20.30	10.21	10.21	10.17	10.20	14.87
280IPD20-A	14 días	5756	20.40	10.20	10.22	10.17	10.20	17.62
280IPD20-A	14 días	5867	20.40	10.20	10.22	10.21	10.21	17.93
280IPD20-A	28 días	6742	20.45	10.20	10.22	10.18	10.20	20.58
280IPD20-A	28 días	6540	20.35	10.16	10.20	10.16	10.17	20.11
+ 30% de Diatomita								
280IPD30-A	7 días	3767	20.30	10.16	10.22	10.17	10.18	11.60
280IPD30-A	7 días	3291	20.50	10.16	10.22	10.21	10.20	10.02
280IPD30-A	14 días	4598	20.30	10.21	10.22	10.17	10.20	14.14
280IPD30-A	14 días	4645	20.32	10.16	10.22	10.19	10.19	14.28
280IPD30-A	28 días	5144	20.30	10.18	10.18	10.16	10.17	15.86
280IPD30-A	28 días	5550	20.30	10.20	10.19	10.17	10.19	17.09

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 79. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento IP y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	ALTURA (cm)	DIAM. SUPERIOR (cm)	DIAM. CENTRAL (cm)	DIAM. INFERIOR (cm)	DIAM. PROM. (cm)	T (kgf/cm ²)
Convencional								
280IPD0-M	7 días	7837	20.40	10.20	10.19	10.16	10.18	24.02
280IPD0-M	14 días	8676	20.30	10.17	10.21	10.17	10.18	26.72
280IPD0-M	28 días	10973	20.40	10.22	10.21	10.18	10.20	33.56

+ 5% de Diatomita								
280IPD5-M	7 días	8475	20.45	10.17	10.22	10.16	10.18	25.91
280IPD5-M	7 días	8591	20.37	10.16	10.20	10.16	10.17	26.39
280IPD5-M	14 días	9590	20.45	10.18	10.19	10.17	10.18	29.33
280IPD5-M	14 días	9944	20.50	10.16	10.18	10.18	10.17	30.35
280IPD5-M	28 días	12389	20.50	10.20	10.22	10.22	10.21	37.67
280IPD5-M	28 días	12235	20.40	10.16	10.22	10.16	10.18	37.51
+ 10% de Diatomita								
280IPD10-M	7 días	6124	20.37	10.16	10.20	10.17	10.18	18.81
280IPD10-M	7 días	6935	20.35	10.18	10.20	10.16	10.18	21.31
280IPD10-M	14 días	8269	20.50	10.20	10.22	10.20	10.21	25.16
280IPD10-M	14 días	7916	20.40	10.21	10.20	10.21	10.21	24.20
280IPD10-M	28 días	9705	20.30	10.21	10.21	10.17	10.20	29.85
280IPD10-M	28 días	9692	20.40	10.19	10.22	10.16	10.19	29.68
+ 20% de Diatomita								
280IPD20-M	7 días	4484	20.30	10.22	10.22	10.19	10.21	13.77
280IPD20-M	7 días	4841	20.30	10.18	10.21	10.17	10.19	14.90
280IPD20-M	14 días	5662	20.40	10.18	10.21	10.16	10.18	17.35
280IPD20-M	14 días	6007	20.40	10.20	10.22	10.16	10.19	18.39
280IPD20-M	28 días	6187	20.40	10.22	10.20	10.19	10.20	18.92
280IPD20-M	28 días	7064	20.40	10.21	10.19	10.16	10.19	21.64
+ 30% de Diatomita								
280IPD30-M	7 días	3089	20.37	10.22	10.20	10.19	10.20	9.46
280IPD30-M	7 días	3100	20.35	10.16	10.21	10.17	10.18	9.53
280IPD30-M	14 días	5241	20.40	10.18	10.20	10.18	10.19	16.06
280IPD30-M	14 días	5130	20.50	10.18	10.20	10.17	10.18	15.64
280IPD30-M	28 días	5271	20.30	10.17	10.21	10.17	10.18	16.23
280IPD30-M	28 días	5325	20.30	10.20	10.22	10.16	10.19	16.38

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.2.3. Resultados de diseños de concreto con $f'c=210$ kgf/cm² con Cemento HE

Tabla 80. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento HE y con el método ACI.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	ALTURA (cm)	DIAM. SUPERIOR (cm)	DIAM. CENTRAL (cm)	DIAM. INFERIOR (cm)	DIAM. PROM. (cm)	T (kgf/cm ²)
Convencional								
210HED0-A	7 días	6209	20.40	10.19	10.22	10.16	10.19	19.02
210HED0-A	14 días	8510	20.39	10.19	10.22	10.20	10.20	26.04
210HED0-A	28 días	9697	20.50	10.17	10.21	10.20	10.19	29.54

+ 5% de Diatomita								
210HED5-A	7 días	7234	20.30	10.21	10.18	10.18	10.19	22.26
210HED5-A	7 días	7159	20.34	10.22	10.21	10.19	10.21	21.95
210HED5-A	14 días	10117	20.30	10.18	10.21	10.16	10.18	31.16
210HED5-A	14 días	9893	20.40	10.17	10.20	10.18	10.18	30.32
210HED5-A	28 días	13419	20.40	10.21	10.21	10.16	10.19	41.08
210HED5-A	28 días	13200	20.40	10.21	10.21	10.16	10.19	40.41
+ 10% de Diatomita								
210HED10-A	7 días	6487	20.50	10.16	10.21	10.16	10.18	19.80
210HED10-A	7 días	7098	20.30	10.18	10.21	10.16	10.18	21.86
210HED10-A	14 días	8393	20.50	10.16	10.21	10.19	10.19	25.59
210HED10-A	14 días	8983	20.30	10.22	10.21	10.18	10.20	27.61
210HED10-A	28 días	9495	20.30	10.17	10.21	10.16	10.18	29.25
210HED10-A	28 días	9507	20.30	10.17	10.22	10.16	10.18	29.28
+ 20% de Diatomita								
210HED20-A	7 días	4820	20.38	10.18	10.18	10.17	10.18	14.80
210HED20-A	7 días	5329	20.38	10.20	10.20	10.16	10.19	16.34
210HED20-A	14 días	6452	20.40	10.19	10.20	10.16	10.18	19.77
210HED20-A	14 días	6528	20.40	10.22	10.17	10.17	10.19	20.00
210HED20-A	28 días	8430	20.40	10.21	10.21	10.16	10.19	25.81
210HED20-A	28 días	6742	20.45	10.17	10.21	10.16	10.18	20.62
+ 30% de Diatomita								
210HED30-A	7 días	4358	20.50	10.22	10.20	10.18	10.20	13.27
210HED30-A	7 días	4941	20.50	10.16	10.22	10.17	10.18	15.07
210HED30-A	14 días	5950	20.30	10.18	10.22	10.16	10.19	18.32
210HED30-A	14 días	6283	20.30	10.19	10.22	10.19	10.20	19.32
210HED30-A	28 días	6253	20.30	10.21	10.21	10.16	10.19	19.24
210HED30-A	28 días	7259	20.40	10.16	10.22	10.16	10.18	22.25

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 81. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 210$ kgf/cm² con cemento HE y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	ALTURA (cm)	DIAM. SUPERIO R (cm)	DIAM. CENTRAL (cm)	DIAM. INFERIO R (cm)	DIAM. PROM. (cm)	T (kgf/cm ²)
Convencional								
210HED0-M	7 días	6457	20.30	10.16	10.21	10.18	10.18	19.88
210HED0-M	14 días	8337	20.40	10.20	10.22	10.16	10.19	25.52
210HED0-M	28 días	9796	20.40	10.22	10.21	10.19	10.21	29.95

+ 5% de Diatomita								
210HED5-M	7 días	7807	20.35	10.18	10.21	10.18	10.19	23.97
210HED5-M	7 días	8584	20.38	10.18	10.22	10.18	10.19	26.31
210HED5-M	14 días	9796	20.50	10.20	10.22	10.16	10.19	29.84
210HED5-M	14 días	9732	20.30	10.20	10.22	10.16	10.19	29.94
210HED5-M	28 días	11742	20.40	10.17	10.21	10.16	10.18	36.00
210HED5-M	28 días	14223	20.50	10.21	10.21	10.19	10.20	43.29
+ 10% de Diatomita								
210HED10-M	7 días	7031	20.38	10.20	10.18	10.18	10.19	21.56
210HED10-M	7 días	7363	20.36	10.18	10.20	10.16	10.18	22.62
210HED10-M	14 días	9200	20.30	10.22	10.21	10.17	10.20	28.29
210HED10-M	14 días	7650	20.30	10.16	10.22	10.16	10.18	23.57
210HED10-M	28 días	9535	20.35	10.16	10.22	10.21	10.20	29.25
210HED10-M	28 días	10214	20.40	10.22	10.19	10.16	10.19	31.28
+ 20% de Diatomita								
210HED20-M	7 días	4093	20.40	10.17	10.18	10.18	10.18	12.55
210HED20-M	7 días	5798	20.30	10.19	10.19	10.16	10.18	17.86
210HED20-M	14 días	6870	20.50	10.16	10.21	10.16	10.18	20.96
210HED20-M	14 días	7437	20.50	10.16	10.20	10.16	10.17	22.70
210HED20-M	28 días	8570	20.30	10.21	10.22	10.17	10.20	26.35
210HED20-M	28 días	8054	20.39	10.17	10.21	10.17	10.18	24.69
+ 30% de Diatomita								
210HED30-M	7 días	4938	20.30	10.22	10.21	10.16	10.20	15.19
210HED30-M	7 días	4290	20.30	10.17	10.21	10.19	10.19	13.20
210HED30-M	14 días	5024	20.36	10.16	10.21	10.17	10.18	15.43
210HED30-M	14 días	6716	20.35	10.17	10.17	10.17	10.17	20.66
210HED30-M	28 días	6720	20.30	10.19	10.22	10.16	10.19	20.68
210HED30-M	28 días	6743	20.30	10.20	10.19	10.16	10.18	20.77

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.2.4. Resultados de diseños de concreto con $f'c=280$ kgf/cm² con Cemento HE

Tabla 82. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento HE y con el método ACI.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	ALTURA (cm)	DIAM. SUPERIOR (cm)	DIAM. CENTRAL (cm)	DIAM. INFERIOR (cm)	DIAM. PROM. (cm)	T (kgf/cm ²)
Convencional								
280HED0-A	7 días	6694	20.36	10.16	10.21	10.19	10.19	20.55
280HED0-A	14 días	10160	20.40	10.18	10.20	10.17	10.18	31.14
280HED0-A	28 días	12140	20.30	10.22	10.21	10.16	10.20	37.34

+ 5% de Diatomita								
280HED5-A	7 días	8770	20.39	10.21	10.18	10.18	10.19	26.87
280HED5-A	7 días	8410	20.39	10.19	10.19	10.16	10.18	25.79
280HED5-A	14 días	13541	20.38	10.22	10.22	10.16	10.20	41.47
280HED5-A	14 días	13160	20.35	10.21	10.22	10.17	10.20	40.36
280HED5-A	28 días	14761	20.30	10.21	10.22	10.20	10.21	45.34
280HED5-A	28 días	14423	20.30	10.22	10.22	10.19	10.21	44.30
+ 10% de Diatomita								
280HED10-A	7 días	8084	20.30	10.17	10.20	10.16	10.18	24.91
280HED10-A	7 días	7720	20.30	10.22	10.21	10.17	10.20	23.74
280HED10-A	14 días	8863	20.30	10.20	10.20	10.16	10.19	27.29
280HED10-A	14 días	12179	20.30	10.17	10.20	10.17	10.18	37.52
280HED10-A	28 días	12078	20.40	10.19	10.22	10.16	10.19	36.99
280HED10-A	28 días	12490	20.35	10.19	10.18	10.16	10.18	38.39
+ 20% de Diatomita								
280HED20-A	7 días	5494	20.35	10.16	10.21	10.18	10.18	16.88
280HED20-A	7 días	5051	20.35	10.16	10.21	10.18	10.18	15.52
280HED20-A	14 días	6734	20.30	10.22	10.22	10.18	10.21	20.69
280HED20-A	14 días	6978	20.40	10.21	10.19	10.16	10.19	21.38
280HED20-A	28 días	8310	20.37	10.20	10.17	10.18	10.18	25.50
280HED20-A	28 días	8272	20.40	10.21	10.21	10.18	10.20	25.31
+ 30% de Diatomita								
280HED30-A	7 días	5034	20.30	10.19	10.22	10.16	10.19	15.49
280HED30-A	7 días	4821	20.39	10.22	10.22	10.20	10.21	14.74
280HED30-A	14 días	6705	20.40	10.16	10.22	10.18	10.19	20.54
280HED30-A	14 días	6478	20.40	10.21	10.22	10.16	10.20	19.83
280HED30-A	28 días	6963	20.39	10.18	10.22	10.16	10.19	21.34
280HED30-A	28 días	6685	20.39	10.17	10.21	10.16	10.18	20.50

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 83. Resultados de Resistencia a la Tracción para concretos elaborados con $f'c = 280$ kgf/cm² con cemento HE y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	EDAD (días)	CARGA (kgf)	ALTURA (cm)	DIAM. SUPERIOR (cm)	DIAM. CENTRAL (cm)	DIAM. INFERIOR (cm)	DIAM. PROM. (cm)	T (kgf/cm ²)
Convencional								
280HED0-M	7 días	7292	20.36	10.18	10.22	10.16	10.19	22.38
280HED0-M	14 días	10209	20.30	10.17	10.21	10.19	10.19	31.42
280HED0-M	28 días	11273	20.35	10.16	10.22	10.16	10.18	34.64

+ 5% de Diatomita								
280HED5-M	7 días	8587	20.36	10.16	10.21	10.20	10.19	26.35
280HED5-M	7 días	10345	20.35	10.19	10.20	10.17	10.19	31.77
280HED5-M	14 días	11674	20.50	10.22	10.19	10.16	10.19	35.58
280HED5-M	14 días	10894	20.35	10.17	10.19	10.20	10.19	33.46
280HED5-M	28 días	12895	20.30	10.21	10.18	10.16	10.18	39.71
280HED5-M	28 días	12181	20.35	10.22	10.22	10.19	10.21	37.32
+ 10% de Diatomita								
280HED10-M	7 días	8987	20.40	10.20	10.20	10.19	10.20	27.50
280HED10-M	7 días	9325	20.40	10.22	10.20	10.16	10.19	28.55
280HED10-M	14 días	10894	20.40	10.17	10.22	10.17	10.19	33.37
280HED10-M	14 días	10597	20.50	10.16	10.17	10.16	10.16	32.38
280HED10-M	28 días	11261	20.30	10.21	10.21	10.17	10.20	34.63
280HED10-M	28 días	11484	20.30	10.16	10.22	10.16	10.18	35.38
+ 20% de Diatomita								
280HED20-M	7 días	5811	20.30	10.21	10.21	10.17	10.20	17.87
280HED20-M	7 días	5357	20.39	10.22	10.22	10.19	10.21	16.38
280HED20-M	14 días	7276	20.40	10.16	10.20	10.20	10.19	22.29
280HED20-M	14 días	6760	20.30	10.19	10.18	10.16	10.18	20.83
280HED20-M	28 días	7200	20.40	10.21	10.21	10.19	10.20	22.02
280HED20-M	28 días	6928	20.40	10.19	10.20	10.20	10.20	21.20
+ 30% de Diatomita								
280HED30-M	7 días	3696	20.50	10.20	10.20	10.17	10.19	11.26
280HED30-M	7 días	5726	20.40	10.18	10.21	10.16	10.18	17.55
280HED30-M	14 días	6348	20.45	10.21	10.20	10.16	10.19	19.39
280HED30-M	14 días	6799	20.45	10.21	10.20	10.16	10.19	20.77
280HED30-M	28 días	6681	20.39	10.19	10.20	10.18	10.19	20.47
280HED30-M	28 días	6169	20.40	10.16	10.21	10.17	10.18	18.91

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.3. Resistencia a la Abrasión

La resistencia a la abrasión es la capacidad de una superficie de concreto a ser desgastada por fricción o roce. Se consideraron los siguientes aspectos para la realización del ensayo:

1. Carga Abrasiva: Son esferas de acero o de fundición, de un diámetro entre 46.38 mm (1 13/16") y 47.63 mm (1 7/8") y un peso comprendido entre 390 y 445 gramos (Carpio Fernández y Peña Sánchez, 2017, p.102).
2. Muestra de ensayo: 9 cubos de concreto de 5.0 cm de lado, elaborados por cada método de diseño (ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados), tipo de cemento (IP y HE) y tipo de concreto (convencional y adicionado con diferentes porcentajes de diatomita), teniendo un total de 40 ensayos.

A continuación, se muestra el procedimiento empleado (Carpio Fernández y Peña Sánchez, 2017, p.102):

1. Se elaboran cubos de concreto de 5.0 cm de lado.
2. Se secan los cubos en el horno a una temperatura de 40°C hasta obtener un peso constante.
3. Se anota el peso de la muestra antes del ensayo.
4. Se coloca la muestra y la carga abrasiva en la máquina de los Ángeles y se hace rotar durante 1000 revoluciones.
5. Se tamiza la porción más fina por el tamiz N°12.
6. Se pesa la muestra retenida por el tamiz.
7. Y se determina el porcentaje de desgaste por diferencia de pesos.

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100 \%$$

Ecuación 17

Donde:

% Desgaste: Porcentaje de Desgaste (%)

P1 : Peso Inicial (g)

P2 : Peso final (g)

Tabla 84. Porcentaje de Abrasión del concreto elaborado por los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

MÉTODO ACI				MÉTODO MF			
DISEÑO	PESO 1 (g)	PESO 2 (g)	ABRASIÓN (%)	DISEÑO	PESO 1 (g)	PESO 2 (g)	ABRASIÓN (%)
210IPD0-A	2826	2015	28.70%	210IPD0-M	2755	1976	28.28%
210IPD5-A	2723	1963	27.91%	210IPD5-M	2706	1961	27.53%
210IPD10-A	2605	1834	29.60%	210IPD10-M	2571	1818	29.29%
210IPD20-A	2560	1759	31.29%	210IPD20-M	2545	1734	31.87%
210IPD30-A	2512	1686	32.88%	210IPD30-M	2506	1702	32.08%
280IPD0-A	2894	2326	19.63%	280IPD0-M	2918	2337	19.91%
280IPD5-A	2814	2308	17.98%	280IPD5-M	2811	2298	18.25%
280IPD10-A	2717	2158	20.57%	280IPD10-M	2739	2157	21.25%
280IPD20-A	2615	2023	22.64%	280IPD20-M	2650	2046	22.79%
280IPD30-A	2562	1967	23.22%	280IPD30-M	2596	1984	23.57%
210HED0-A	2920	2294	21.44%	210HED0-M	2973	2327	21.73%
210HED5-A	2886	2291	20.62%	210HED5-M	2895	2289	20.93%
210HED10-A	2873	2237	22.14%	210HED10-M	2838	2192	22.76%
210HED20-A	2652	2021	23.79%	210HED20-M	2697	2063	23.51%
210HED30-A	2578	1919	25.56%	210HED30-M	2613	1953	25.26%
280HED0-A	3066	2492	18.72%	280HED0-M	3075	2508	18.44%
280HED5-A	2931	2415	17.60%	280HED5-M	2909	2401	17.46%
280HED10-A	2945	2375	19.35%	280HED10-M	2865	2293	19.97%
280HED20-A	2685	2103	21.68%	280HED20-M	2742	2161	21.19%
280HED30-A	2610	2012	22.91%	280HED30-M	2687	2081	22.55%

Peso 1: Peso antes del ensayo; Peso 2: Peso después del ensayo.

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.4. Porosidad

La norma que define el procedimiento de este ensayo es la Norma NTG 41017 h21: “Método de ensayo. Determinación de la densidad, la absorción de agua y los vacíos en el concreto endurecido”, basado en la norma ASTM C 642 -13.

A continuación, se muestra los materiales y equipos empleados (Neyra Neyra y Santos Espinoza, 2018, p.58):

1. Horno.
2. Recipiente metálico.
3. Disco esmeril para cortar concreto.

4. Balanza digital de precisión +/- 0.1 g.
5. Canastilla.
6. Recipiente de agua.

Seguidamente se muestra el procedimiento empleado (Neyra Neyra y Santos Espinoza, 2018, p.58):

1. Se corta las probetas de 4" x 8" extrayendo porciones de 4" x 4" haciendo cortes equidistantes a cada base.
2. Seguido, las porciones se sitúan al horno a una temperatura de 110 °C por un tiempo no menor a las 24 horas.
3. Se las extrae del horno, se las enfría a temperatura ambiente y se halla su masa (A).
4. Posteriormente se sumerge las porciones en agua durante 48 h o más, hasta que el incremento de masa sea menor al 0.5 %, se seca los especímenes con una franela y se halla la masa saturada (B).
5. El mismo espécimen tiene que ser colocado en un recipiente metálico y cubierto con agua para hervirlo durante 5 h. Pasado ese tiempo se retira el espécimen y se deja enfriar durante mínimo 14 h, se seca la humedad superficial y se obtiene la masa después de hervir (C).
6. Para terminar, se coloca cada espécimen dentro de la canastilla de metal y se consigue la masa sumergida (D).

Los cálculos necesarios para calcular la porosidad, de acuerdo con la norma correspondiente se realizan con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Absorción después de inmersión (\%)} = \frac{B - A}{A} \times 100\% \quad \text{Ecuación 18}$$

$$\text{Absorción después de ebullición (\%)} = \frac{C - A}{A} \times 100\% \quad \text{Ecuación 19}$$

$$\text{Densidad seca (g/cm}^3\text{)} = \frac{A}{C - D} \times \rho \quad \text{Ecuación 20}$$

$$\text{Densidad global después de inmersión (g/cm}^3\text{)} = \frac{B}{C - D} \times \rho \quad \text{Ecuación 21}$$

$$\text{Densidad global después de ebullición (g/cm}^3\text{)} = \frac{C}{C - D} \times \rho \quad \text{Ecuación 22}$$

$$\text{Densidad aparente (g/cm}^3\text{)} = \frac{A}{A - D} \times \rho$$

Ecuación 23

$$\text{Porosidad (\%)} = \frac{C - A}{C - D} \times 100 \%$$

Ecuación 24

Donde:

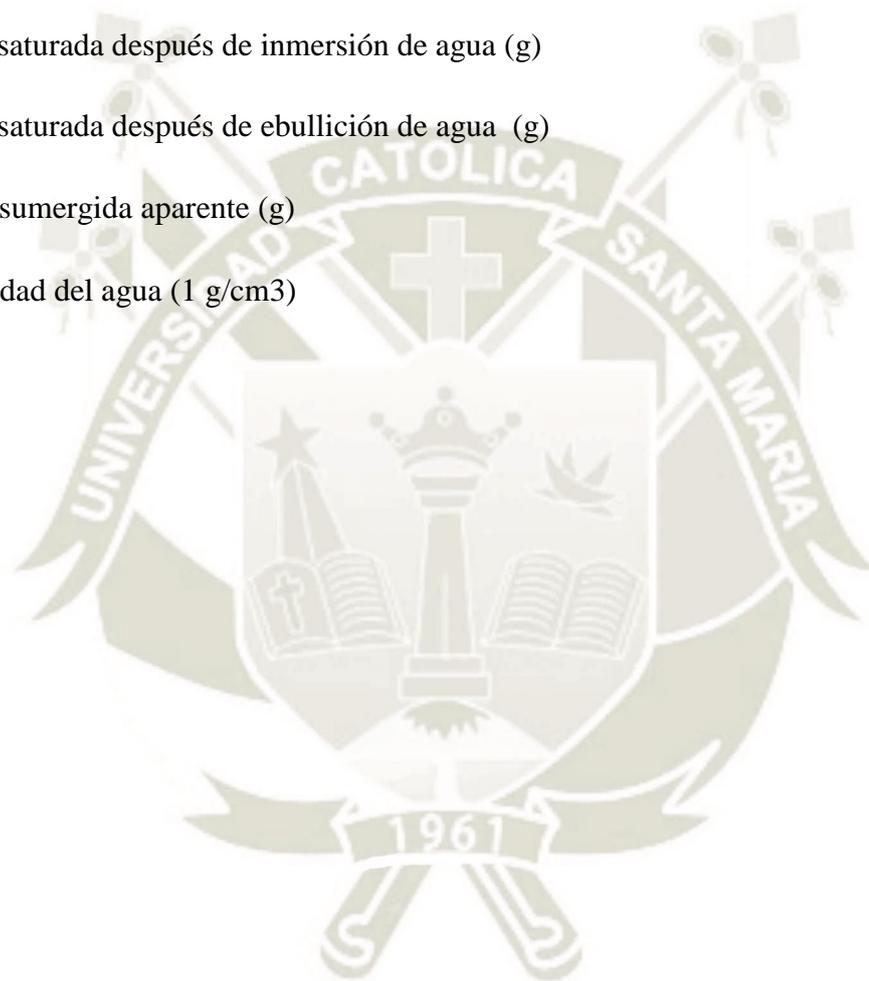
A: Masa después del horno (g)

B: Masa saturada después de inmersión de agua (g)

C: Masa saturada después de ebullición de agua (g)

D: Masa sumergida aparente (g)

ρ : Densidad del agua (1 g/cm³)



4.2.4.1. Porosidad del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

Tabla 85. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

DISEÑO	MASA ANTES DEL HORNO	MASA DESPUÉS DEL HORNO "A"	MASA SATURADA DESPUÉS DE INMERSIÓN DE AGUA "B"	MASA SATURADA DESPUÉS DE EBULLICIÓN DE AGUA "C"	MASA SUMERGIDA APARENTE "D"	ABSORCIÓN DESPUÉS DE INMERSIÓN (1)	ABSORCIÓN DESPUÉS DE EBULLICIÓN (2)	DENSIDAD SECA (3)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE INMERSIÓN (4)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE EBULLICIÓN (5)	DENSIDAD APARENTE (6)	POROSIDAD (7)
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)
210IPD0-A	1713.50	1706.50	1796.00	1789.80	990.00	5.24	4.88	2.13	2.25	2.24	2.38	10.42
210IPD5-A	1807.90	1800.80	1865.00	1866.70	1040.00	3.57	3.66	2.18	2.26	2.26	2.37	7.97
210IPD10-A	1767.00	1759.40	1848.00	1842.70	1020.00	5.04	4.73	2.14	2.25	2.24	2.38	10.13
210IPD20-A	1716.10	1705.20	1793.00	1796.90	995.00	5.15	5.38	2.13	2.24	2.24	2.40	11.44
210IPD30-A	1632.60	1625.00	1731.50	1736.50	940.00	6.55	6.86	2.04	2.17	2.18	2.37	14.00

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 86. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	MASA ANTES DEL HORNO	MASA DESPUÉS DEL HORNO "A"	MASA SATURADA DESPUÉS DE INMERSIÓN DE AGUA "B"	MASA SATURADA DESPUÉS DE EBULLICIÓN DE AGUA "C"	MASA SUMERGIDA APARENTE "D"	ABSORCIÓN DESPUÉS DE INMERSIÓN (1)	ABSORCIÓN DESPUÉS DE EBULLICIÓN (2)	DENSIDAD SECA (3)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE INMERSIÓN (4)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE EBULLICIÓN (5)	DENSIDAD APARENTE (6)	POROSIDAD (7)
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)
210IPD0-M	1806.90	1798.70	1866.00	1862.20	1055.00	3.74	3.53	2.23	2.31	2.31	2.42	7.87
210IPD5-M	1805.50	1793.00	1859.50	1856.70	1045.00	3.71	3.55	2.21	2.29	2.29	2.40	7.85
210IPD10-M	1780.60	1764.50	1858.00	1850.80	1025.00	5.30	4.89	2.14	2.25	2.24	2.39	10.45
210IPD20-M	1762.70	1754.70	1848.00	1847.30	1020.00	5.32	5.28	2.12	2.23	2.23	2.39	11.19
210IPD30-M	1625.10	1617.20	1754.50	1752.30	950.00	8.49	8.35	2.02	2.19	2.18	2.42	16.84

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.4.2. Porosidad del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

Tabla 87. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

DISEÑO	MASA ANTES DEL HORNO	MASA DESPUÉS DEL HORNO "A"	MASA SATURADA DESPUÉS DE INMERSIÓN DE AGUA "B"	MASA SATURADA DESPUÉS DE EBULLICIÓN DE AGUA "C"	MASA SUMERGIDA APARENTE "D"	ABSORCIÓN DESPUÉS DE INMERSIÓN (1)	ABSORCIÓN DESPUÉS DE EBULLICIÓN (2)	DENSIDAD SECA (3)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE INMERSIÓN (4)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE EBULLICIÓN (5)	DENSIDAD APARENTE (6)	POROSIDAD (7)
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)
280IPD0-A	1762.40	1754.60	1830.00	1829.60	1015.00	4.30	4.27	2.15	2.25	2.25	2.37	9.21
280IPD5-A	1763.50	1755.90	1828.00	1827.40	1025.00	4.11	4.07	2.19	2.28	2.28	2.40	8.91
280IPD10-A	1750.30	1738.50	1820.50	1821.90	1020.00	4.72	4.80	2.17	2.27	2.27	2.42	10.40
280IPD20-A	1689.70	1678.70	1752.50	1755.80	970.00	4.40	4.59	2.14	2.23	2.23	2.37	9.81
280IPD30-A	1710.70	1702.70	1796.50	1802.10	995.00	5.51	5.84	2.11	2.23	2.23	2.41	12.32

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 88. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	MASA ANTES DEL HORNO	MASA DESPUÉS DEL HORNO "A"	MASA SATURADA DESPUÉS DE INMERSIÓN DE AGUA "B"	MASA SATURADA DESPUÉS DE EBULLICIÓN DE AGUA "C"	MASA SUMERGIDA APARENTE "D"	ABSORCIÓN DESPUÉS DE INMERSIÓN (1)	ABSORCIÓN DESPUÉS DE EBULLICIÓN (2)	DENSIDAD SECA (3)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE INMERSIÓN (4)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE EBULLICIÓN (5)	DENSIDAD APARENTE (6)	POROSIDAD (7)
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)
280IPD0-M	1772.40	1759.70	1835.50	1829.50	1035.00	4.31	3.97	2.21	2.31	2.30	2.43	8.79
280IPD5-M	1731.30	1717.00	1816.50	1810.60	1000.00	5.79	5.45	2.12	2.24	2.23	2.39	11.55
280IPD10-M	1678.10	1670.30	1778.00	1777.30	970.00	6.45	6.41	2.07	2.20	2.20	2.39	13.25
280IPD20-M	1646.80	1642.40	1774.50	1775.20	970.00	8.04	8.09	2.04	2.20	2.20	2.44	16.49
280IPD30-M	1698.50	1690.60	1798.00	1794.70	980.00	6.35	6.16	2.08	2.21	2.20	2.38	12.78

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.4.3. Porosidad del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

Tabla 89. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

DISEÑO	MASA ANTES DEL HORNO	MASA DESPUÉS DEL HORNO "A"	MASA SATURADA DESPUÉS DE INMERSIÓN DE AGUA "B"	MASA SATURADA DESPUÉS DE EBULLICIÓN DE AGUA "C"	MASA SUMERGIDA APARENTE "D"	ABSORCIÓN DESPUÉS DE INMERSIÓN (1)	ABSORCIÓN DESPUÉS DE EBULLICIÓN (2)	DENSIDAD SECA (3)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE INMERSIÓN (4)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE EBULLICIÓN (5)	DENSIDAD APARENTE (6)	POROSIDAD (7)
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)
210HED0-A	1821.60	1817.80	1875.50	1874.20	1060.00	3.17	3.10	2.23	2.30	2.30	2.40	6.93
210HED5-A	1844.60	1838.60	1888.50	1890.40	1080.00	2.71	2.82	2.27	2.33	2.33	2.42	6.39
210HED10-A	1793.80	1787.00	1862.50	1864.70	1055.00	4.22	4.35	2.21	2.30	2.30	2.44	9.60
210HED20-A	1784.60	1776.70	1851.50	1853.90	1030.00	4.21	4.35	2.16	2.25	2.25	2.38	9.37
210HED30-A	1690.80	1684.70	1780.50	1785.20	980.00	5.69	5.97	2.09	2.21	2.22	2.39	12.48

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 90. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	MASA ANTES DEL HORNO	MASA DESPUÉS DEL HORNO "A"	MASA SATURADA DESPUÉS DE INMERSIÓN DE AGUA "B"	MASA SATURADA DESPUÉS DE EBULLICIÓN DE AGUA "C"	MASA SUMERGIDA APARENTE "D"	ABSORCIÓN DESPUÉS DE INMERSIÓN (1)	ABSORCIÓN DESPUÉS DE EBULLICIÓN (2)	DENSIDAD SECA (3)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE INMERSIÓN (4)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE EBULLICIÓN (5)	DENSIDAD APARENTE (6)	POROSIDAD (7)
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)
210HED0-M	1824.80	1815.90	1886.00	1881.10	1075.00	3.86	3.59	2.25	2.34	2.33	2.45	8.09
210HED5-M	1748.80	1740.10	1822.50	1815.70	1015.00	4.74	4.34	2.17	2.28	2.27	2.40	9.44
210HED10-M	1782.60	1774.50	1839.50	1836.60	1025.00	3.66	3.50	2.19	2.27	2.26	2.37	7.65
210HED20-M	1693.50	1686.60	1793.50	1795.60	995.00	6.34	6.46	2.11	2.24	2.24	2.44	13.61
210HED30-M	1754.50	1747.00	1841.00	1844.30	1020.00	5.38	5.57	2.12	2.23	2.24	2.40	11.80

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.4.4. Porosidad del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

Tabla 91. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

DISEÑO	MASA ANTES DEL HORNO	MASA DESPUÉS DEL HORNO "A"	MASA SATURADA DESPUÉS DE INMERSIÓN DE AGUA "B"	MASA SATURADA DESPUÉS DE EBULLICIÓN DE AGUA "C"	MASA SUMERGIDA APARENTE "D"	ABSORCIÓN DESPUÉS DE INMERSIÓN (1)	ABSORCIÓN DESPUÉS DE EBULLICIÓN (2)	DENSIDAD SECA (3)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE INMERSIÓN (4)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE EBULLICIÓN (5)	DENSIDAD APARENTE (6)	POROSIDAD (7)
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)
280HED0-A	1759.40	1752.80	1850.00	1848.70	1040.00	5.55	5.47	2.17	2.29	2.29	2.46	11.86
280HED5-A	1799.60	1793.30	1863.00	1865.70	1050.00	3.89	4.04	2.20	2.28	2.29	2.41	8.88
280HED10-A	1779.00	1770.80	1845.00	1848.00	1040.00	4.19	4.36	2.19	2.28	2.29	2.42	9.55
280HED20-A	1707.40	1701.50	1799.00	1798.90	980.00	5.73	5.72	2.08	2.20	2.20	2.36	11.89
280HED30-A	1704.70	1691.70	1795.50	1797.80	970.00	6.14	6.27	2.04	2.17	2.17	2.34	12.82

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 92. Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregado.

DISEÑO	MASA ANTES DEL HORNO	MASA DESPUÉS DEL HORNO "A"	MASA SATURADA DESPUÉS DE INMERSIÓN DE AGUA "B"	MASA SATURADA DESPUÉS DE EBULLICIÓN DE AGUA "C"	MASA SUMERGIDA APARENTE "D"	ABSORCIÓN DESPUÉS DE INMERSIÓN (1)	ABSORCIÓN DESPUÉS DE EBULLICIÓN (2)	DENSIDAD SECA (3)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE INMERSIÓN (4)	DENSIDAD GLOBAL DESPUÉS DE EBULLICIÓN (5)	DENSIDAD APARENTE (6)	POROSIDAD (7)
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)
280HED0-M	1830.70	1823.10	1910.00	1901.80	1080.00	4.77	4.32	2.22	2.32	2.31	2.45	9.58
280HED5-M	1803.40	1794.90	1867.00	1863.00	1050.00	4.02	3.79	2.21	2.30	2.29	2.41	8.38
280HED10-M	1810.60	1796.70	1895.00	1895.60	1060.00	5.47	5.50	2.15	2.27	2.27	2.44	11.84
280HED20-M	1711.60	1705.50	1801.00	1801.00	985.00	5.60	5.60	2.09	2.21	2.21	2.37	11.70
280HED30-M	1706.20	1698.70	1813.50	1817.00	1000.00	6.76	6.96	2.08	2.22	2.22	2.43	14.48

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.5. Capilaridad o Tasa de Absorción

La norma que define el procedimiento de este ensayo es la Norma NTG 41017 h23: “Método de ensayo. Determinación de la velocidad de absorción de los concretos de cemento hidráulico”, basado en la norma ASTM C 1585 -13.

La norma NTG 41017 h23 indica que este método de ensayo se usa para la determinación de la velocidad de absorción de agua (absortividad) por un concreto de cemento hidráulico, midiendo el incremento de masa del espécimen, resultante de la absorción de agua en función del tiempo, cuando solamente una superficie del espécimen está expuesto al agua.

El espécimen se acondiciona en un ambiente a una humedad relativa estándar, para inducir una condición de humedad consistente en el sistema de poros capilares. La superficie expuesta del espécimen se sumerge en el agua, y el ingreso del agua en el concreto no saturado está dominado por la succión capilar durante el contacto inicial con el agua.

A continuación, se muestra los materiales y equipos utilizados (Neyra Neyra y Santos Espinoza, 2018, p.56):

1. Horno.
2. Lija N° 100.
3. Disco esmeril para cortar concreto.
4. Pintura selladora de poros.
5. Recipientes para colocar los moldes.
6. Balanza digital de precisión +/- 0.1 g.

A continuación, se muestra el procedimiento empleado (Neyra Neyra y Santos Espinoza, 2018, p.57):

1. Una vez curada cada probeta, estas se deben lijar en sus bases para quitar el líquido desmoldante del molde, seguido se debe cortar cada probeta en 3 partes iguales.
2. Se continúa colocando al horno cada corte durante 1 día a 50 °C, se los retira, se pesan y se impermeabiliza las caras laterales.
3. Posteriormente se los coloca en un recipiente hermético en el cual se debe agregar 10 mm de agua y se inserta los especímenes en dicho envase.
4. Luego se efectúan mediciones del peso de cada disco en periodos de 1, 5, 10, 20, 30, 60 min 2, 3, 4, 5, 6 y 24 horas.

Finalmente se halla la absorción con la formula siguiente:

$$I = \frac{\Delta m}{a * d}$$

Ecuación 25

Donde:

I : Absorción (mm)

Δm : Cambio de masa (g)

d : Densidad del agua (g/mm³)

a : Área promedio (mm²)



4.2.5.1. Capilaridad del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

Tabla 93. Masa "A" "B" y "C" para concreto convencional diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

CONCRETO CONVENCIONAL	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	103.00 102.50	102.75	8291.89	933.40	917.10	916.10
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.00	101.00	8011.85	829.30	814.20	813.00
PORCIÓN INFERIOR	101.50 102.00	101.75	8131.28	921.20	902.40	901.30

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 94. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	916.10	0.00	0.000	813.00	0.00	0.000	901.30	0.00	0.000	0.000
60	8	917.30	1.20	0.145	814.00	1.00	0.125	903.80	2.50	0.307	0.192
300	17	917.60	1.50	0.181	814.40	1.40	0.175	904.50	3.20	0.394	0.250
600	24	918.00	1.90	0.229	814.80	1.80	0.225	904.90	3.60	0.443	0.299
1200	35	918.10	2.00	0.241	814.70	1.70	0.212	905.00	3.70	0.455	0.303
1800	42	918.70	2.60	0.314	814.90	1.90	0.237	905.40	4.10	0.504	0.352
3600	60	918.60	2.50	0.301	815.50	2.50	0.312	906.40	5.10	0.627	0.414
7200	85	918.90	2.80	0.338	815.40	2.40	0.300	906.60	5.30	0.652	0.430
10800	104	919.20	3.10	0.374	815.80	2.80	0.349	906.90	5.60	0.689	0.471
14400	120	919.40	3.30	0.398	815.60	2.60	0.325	907.40	6.10	0.750	0.491
18000	134	919.40	3.30	0.398	815.80	2.80	0.349	907.50	6.20	0.762	0.503
21600	147	919.70	3.60	0.434	816.10	3.10	0.387	907.80	6.50	0.799	0.540
92220	304	922.70	6.60	0.796	818.00	5.00	0.624	910.80	9.50	1.168	0.863

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 95. Masa "A" "B" y "C" para concreto convencional diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO CONVENCIONAL	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	100.50 101.00	100.75	7972.23	935.60	910.60	910.90
PORCIÓN CENTRAL	100.50 101.50	101.00	8011.85	880.20	857.50	857.30
PORCIÓN INFERIOR	101.00 100.50	100.75	7972.23	851.90	830.70	830.90

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 96. Tasa de absorción promedio para concreto convencionales diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	910.90	0.00	0.000	857.30	0.00	0.000	830.90	0.00	0.000	0.000
60	8	911.50	0.60	0.075	858.90	1.60	0.200	832.00	1.10	0.138	0.138
300	17	911.90	1.00	0.125	859.60	2.30	0.287	832.30	1.40	0.176	0.196
600	24	912.50	1.60	0.201	860.00	2.70	0.337	832.70	1.80	0.226	0.254
1200	35	912.40	1.50	0.188	860.10	2.80	0.349	832.80	1.90	0.238	0.259
1800	42	912.90	2.00	0.251	860.50	3.20	0.399	833.40	2.50	0.314	0.321
3600	60	913.00	2.10	0.263	861.50	4.20	0.524	833.30	2.40	0.301	0.363
7200	85	912.90	2.00	0.251	861.70	4.40	0.549	833.60	2.70	0.339	0.380
10800	104	913.30	2.40	0.301	862.00	4.70	0.587	833.90	3.00	0.376	0.421
14400	120	913.10	2.20	0.276	862.50	5.20	0.649	834.10	3.20	0.401	0.442
18000	134	913.30	2.40	0.301	862.60	5.30	0.662	834.10	3.20	0.401	0.455
21600	147	913.60	2.70	0.339	862.90	5.60	0.699	834.40	3.50	0.439	0.492
92220	304	915.50	4.60	0.577	865.90	8.60	1.073	837.40	6.50	0.815	0.822

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 97. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

CONCRETO +5% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 102.00	101.50	8091.37	932.20	920.50	921.50
PORCIÓN CENTRAL	103.00 102.50	102.75	8291.89	877.40	861.70	862.50
PORCIÓN INFERIOR	101.00 101.50	101.25	8051.56	907.10	892.20	893.50

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 98. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	921.50	0.00	0.000	862.50	0.00	0.000	893.50	0.00	0.000	0.000
60	8	922.10	0.60	0.074	863.40	0.90	0.109	895.10	1.60	0.199	0.127
300	17	922.50	1.00	0.124	863.60	1.10	0.133	895.50	2.00	0.248	0.168
600	24	922.30	0.80	0.099	863.80	1.30	0.157	895.50	2.00	0.248	0.168
1200	35	922.70	1.20	0.148	863.80	1.30	0.157	895.50	2.00	0.248	0.184
1800	42	922.60	1.10	0.136	863.90	1.40	0.169	895.80	2.30	0.286	0.197
3600	60	922.80	1.30	0.161	864.50	2.00	0.241	896.30	2.80	0.348	0.250
7200	85	922.70	1.20	0.148	864.10	1.60	0.193	896.10	2.60	0.323	0.221
10800	104	922.70	1.20	0.148	864.20	1.70	0.205	896.50	3.00	0.373	0.242
14400	120	922.80	1.30	0.161	864.40	1.90	0.229	896.30	2.80	0.348	0.246
18000	134	922.70	1.20	0.148	864.50	2.00	0.241	896.80	3.30	0.410	0.266
21600	147	922.70	1.20	0.148	864.40	1.90	0.229	896.60	3.10	0.385	0.254
92220	304	923.40	1.90	0.235	865.50	3.00	0.362	898.10	4.60	0.571	0.389

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 99. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +5% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	100.00 101.00	100.50	7932.72	889.40	876.20	875.60
PORCIÓN CENTRAL	101.00 100.00	100.50	7932.72	863.10	846.70	846.00
PORCIÓN INFERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	931.80	913.90	913.00

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 100. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	875.60	0.00	0.000	846.00	0.00	0.000	913.00	0.00	0.000	0.000
60	8	876.20	0.60	0.076	847.20	1.20	0.151	913.50	0.50	0.062	0.096
300	17	876.40	0.80	0.101	847.60	1.60	0.202	913.90	0.90	0.112	0.138
600	24	876.60	1.00	0.126	847.60	1.60	0.202	913.70	0.70	0.087	0.138
1200	35	876.60	1.00	0.126	847.60	1.60	0.202	914.10	1.10	0.137	0.155
1800	42	876.70	1.10	0.139	847.90	1.90	0.240	914.00	1.00	0.125	0.168
3600	60	877.30	1.70	0.214	848.40	2.40	0.303	914.20	1.20	0.150	0.222
7200	85	876.90	1.30	0.164	848.20	2.20	0.277	914.10	1.10	0.137	0.193
10800	104	877.00	1.40	0.176	848.60	2.60	0.328	914.10	1.10	0.137	0.214
14400	120	877.20	1.60	0.202	848.40	2.40	0.303	914.20	1.20	0.150	0.218
18000	134	877.30	1.70	0.214	848.90	2.90	0.366	914.10	1.10	0.137	0.239
21600	147	877.20	1.60	0.202	848.70	2.70	0.340	914.10	1.10	0.137	0.226
92220	304	878.30	2.70	0.340	850.20	4.20	0.529	914.80	1.80	0.225	0.365

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 101. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

CONCRETO +10% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.50 101.00	101.25	8051.56	884.90	847.60	847.10
PORCIÓN CENTRAL	101.00 100.90	100.95	8003.92	927.00	895.60	894.50
PORCIÓN INFERIOR	101.50 102.00	101.75	8131.28	842.30	812.00	810.90

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 102. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	847.10	0.00	0.000	894.50	0.00	0.000	810.90	0.00	0.000	0.000
60	8	849.10	2.00	0.248	897.00	2.50	0.312	812.70	1.80	0.221	0.261
300	17	849.90	2.80	0.348	898.00	3.50	0.437	813.60	2.70	0.332	0.372
600	24	850.50	3.40	0.422	898.60	4.10	0.512	814.10	3.20	0.394	0.443
1200	35	851.50	4.40	0.546	899.10	4.60	0.575	814.40	3.50	0.430	0.517
1800	42	852.80	5.70	0.708	899.70	5.20	0.650	814.90	4.00	0.492	0.617
3600	60	853.00	5.90	0.733	900.00	5.50	0.687	815.30	4.40	0.541	0.654
7200	85	854.00	6.90	0.857	900.30	5.80	0.725	815.90	5.00	0.615	0.732
10800	104	853.90	6.80	0.845	900.60	6.10	0.762	816.20	5.30	0.652	0.753
14400	120	854.10	7.00	0.869	901.00	6.50	0.812	816.50	5.60	0.689	0.790
18000	134	854.80	7.70	0.956	901.40	6.90	0.862	817.00	6.10	0.750	0.856
21600	147	854.90	7.80	0.969	901.60	7.10	0.887	817.20	6.30	0.775	0.877
92220	304	857.30	10.20	1.267	903.70	9.20	1.149	819.10	8.20	1.008	1.142

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 103. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +10% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 101.50	101.25	8051.56	894.30	871.30	871.30
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.50	101.25	8051.56	855.40	836.00	835.30
PORCIÓN INFERIOR	103.00 102.50	102.75	8291.89	934.20	913.40	912.90

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 104. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	871.30	0.00	0.000	835.30	0.00	0.000	912.90	0.00	0.000	0.000
60	8	873.70	2.40	0.298	837.60	2.30	0.286	916.60	3.70	0.446	0.343
300	17	874.70	3.40	0.422	838.60	3.30	0.410	918.00	5.10	0.615	0.482
600	24	875.50	4.20	0.522	838.90	3.60	0.447	918.20	5.30	0.639	0.536
1200	35	875.50	4.20	0.522	839.00	3.70	0.460	918.60	5.70	0.687	0.556
1800	42	875.70	4.40	0.546	839.50	4.20	0.522	918.90	6.00	0.724	0.597
3600	60	876.20	4.90	0.609	840.00	4.70	0.584	919.20	6.30	0.760	0.651
7200	85	877.10	5.80	0.720	840.60	5.30	0.658	920.20	7.30	0.880	0.753
10800	104	877.70	6.40	0.795	841.40	6.10	0.758	920.90	8.00	0.965	0.839
14400	120	878.20	6.90	0.857	841.90	6.60	0.820	921.10	8.20	0.989	0.889
18000	134	878.50	7.20	0.894	842.20	6.90	0.857	921.50	8.60	1.037	0.929
21600	147	878.90	7.60	0.944	842.70	7.40	0.919	921.60	8.70	1.049	0.971
92220	304	880.90	9.60	1.192	845.10	9.80	1.217	924.20	11.30	1.363	1.257

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 105. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

CONCRETO +20% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	100.50	100.25	7893.30	857.10	840.60	838.00
	100.00					
PORCIÓN CENTRAL	101.00	101.25	8051.56	824.40	809.00	806.90
	101.50					
PORCIÓN INFERIOR	100.00	100.25	7893.30	893.70	875.90	874.50
	100.50					

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 106. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	838.00	0.00	0.000	806.90	0.00	0.000	874.50	0.00	0.000	0.000
60	8	840.10	2.10	0.266	808.30	1.40	0.174	876.80	2.30	0.291	0.244
300	17	840.50	2.50	0.317	809.10	2.20	0.273	877.20	2.70	0.342	0.311
600	24	841.40	3.40	0.431	810.00	3.10	0.385	877.80	3.30	0.418	0.411
1200	35	841.50	3.50	0.443	810.00	3.10	0.385	877.90	3.40	0.431	0.420
1800	42	842.10	4.10	0.519	810.60	3.70	0.460	878.30	3.80	0.481	0.487
3600	60	842.80	4.80	0.608	811.40	4.50	0.559	879.00	4.50	0.570	0.579
7200	85	842.70	4.70	0.595	811.10	4.20	0.522	879.10	4.60	0.583	0.567
10800	104	843.20	5.20	0.659	811.50	4.60	0.571	879.50	5.00	0.633	0.621
14400	120	843.40	5.40	0.684	811.40	4.50	0.559	879.20	4.70	0.595	0.613
18000	134	843.40	5.40	0.684	811.40	4.50	0.559	879.50	5.00	0.633	0.625
21600	147	843.50	5.50	0.697	811.40	4.50	0.559	879.50	5.00	0.633	0.630
92220	304	845.80	7.80	0.988	813.60	6.70	0.832	882.10	7.60	0.963	0.928

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 107. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +20% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	829.70	813.20	810.30
PORCIÓN CENTRAL	100.00 100.00	100.00	7853.98	906.00	888.60	885.80
PORCIÓN INFERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	837.70	821.00	818.60

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 108. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	810.30	0.00	0.000	885.80	0.00	0.000	818.60	0.00	0.000	0.000
60	8	812.90	2.60	0.325	889.60	3.80	0.484	821.30	2.70	0.337	0.382
300	17	813.60	3.30	0.412	890.30	4.50	0.573	822.10	3.50	0.437	0.474
600	24	814.10	3.80	0.474	891.00	5.20	0.662	822.70	4.10	0.512	0.549
1200	35	814.20	3.90	0.487	891.40	5.60	0.713	822.70	4.10	0.512	0.571
1800	42	814.50	4.20	0.524	891.60	5.80	0.738	823.30	4.70	0.587	0.616
3600	60	815.10	4.80	0.599	892.40	6.60	0.840	824.00	5.40	0.674	0.704
7200	85	815.60	5.30	0.662	892.50	6.70	0.853	824.30	5.70	0.711	0.742
10800	104	816.20	5.90	0.736	893.00	7.20	0.917	824.60	6.00	0.749	0.801
14400	120	816.70	6.40	0.799	893.20	7.40	0.942	824.90	6.30	0.786	0.842
18000	134	816.90	6.60	0.824	893.70	7.90	1.006	825.30	6.70	0.836	0.889
21600	147	817.30	7.00	0.874	894.00	8.20	1.044	825.90	7.30	0.911	0.943
92220	304	819.80	9.50	1.186	896.00	10.20	1.299	828.20	9.60	1.198	1.228

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 109. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

CONCRETO +30% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	102.50 102.00	102.25	8211.39	943.80	908.50	909.10
PORCIÓN CENTRAL	101.00 100.50	100.75	7972.23	853.10	821.00	820.30
PORCIÓN INFERIOR	102.00 102.00	102.00	8171.28	968.20	937.90	936.00

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 110. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	909.10	0.00	0.000	820.30	0.00	0.000	936.00	0.00	0.000	0.000
60	8	910.70	1.60	0.195	823.80	3.50	0.439	938.00	2.00	0.245	0.293
300	17	911.80	2.70	0.329	825.20	4.90	0.615	939.00	3.00	0.367	0.437
600	24	912.30	3.20	0.390	825.70	5.40	0.677	939.40	3.40	0.416	0.494
1200	35	912.80	3.70	0.451	826.10	5.80	0.728	939.70	3.70	0.453	0.544
1800	42	913.10	4.00	0.487	826.40	6.10	0.765	940.20	4.20	0.514	0.589
3600	60	913.60	4.50	0.548	827.90	7.60	0.953	940.50	4.50	0.551	0.684
7200	85	914.50	5.40	0.658	829.00	8.70	1.091	941.50	5.50	0.673	0.807
10800	104	915.60	6.50	0.792	829.80	9.50	1.192	942.20	6.20	0.759	0.914
14400	120	915.90	6.80	0.828	830.20	9.90	1.242	943.10	7.10	0.869	0.980
18000	134	916.30	7.20	0.877	830.50	10.20	1.279	943.30	7.30	0.893	1.017
21600	147	916.50	7.40	0.901	830.80	10.50	1.317	944.20	8.20	1.004	1.074
92220	304	920.30	11.20	1.364	834.60	14.30	1.794	947.60	11.60	1.420	1.526

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 111. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +30% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00	101.25	8051.56	876.30	853.70	851.40
	101.50					
PORCIÓN CENTRAL	102.00	102.25	8211.39	832.70	809.70	806.90
	102.50					
PORCIÓN INFERIOR	100.00	100.50	7932.72	849.30	821.50	819.10
	101.00					

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 112. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	851.40	0.00	0.000	806.90	0.00	0.000	819.10	0.00	0.000	0.000
60	8	855.30	3.90	0.484	810.50	3.60	0.438	822.40	3.30	0.416	0.446
300	17	856.70	5.30	0.658	811.50	4.60	0.560	823.50	4.40	0.555	0.591
600	24	857.20	5.80	0.720	811.90	5.00	0.609	824.00	4.90	0.618	0.649
1200	35	857.60	6.20	0.770	812.20	5.30	0.645	824.50	5.40	0.681	0.699
1800	42	857.90	6.50	0.807	812.70	5.80	0.706	824.80	5.70	0.719	0.744
3600	60	859.40	8.00	0.994	813.00	6.10	0.743	825.30	6.20	0.782	0.839
7200	85	860.50	9.10	1.130	814.00	7.10	0.865	826.20	7.10	0.895	0.963
10800	104	861.30	9.90	1.230	814.70	7.80	0.950	827.30	8.20	1.034	1.071
14400	120	861.70	10.30	1.279	815.60	8.70	1.060	827.60	8.50	1.072	1.137
18000	134	862.00	10.60	1.317	815.80	8.90	1.084	828.00	8.90	1.122	1.174
21600	147	862.30	10.90	1.354	816.70	9.80	1.193	828.20	9.10	1.147	1.231
92220	304	866.10	14.70	1.826	820.10	13.20	1.608	832.00	12.90	1.626	1.686

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.5.1. Capilaridad del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

Tabla 113. Masa "A" "B" y "C" para concreto convencional diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método ACI.

CONCRETO CONVENCIONAL	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	891.70	875.80	876.80
PORCIÓN CENTRAL	100.00 100.00	100.00	7853.98	854.30	838.90	839.40
PORCIÓN INFERIOR	101.00 100.00	100.50	7932.72	909.60	889.90	890.90

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 114. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	MASA (g)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	876.80	0.00	0.000	839.40	0.00	0.000	890.90	0.00	0.000	0.000
60	8	877.50	0.70	0.087	840.30	0.90	0.115	892.50	1.60	0.202	0.135
300	17	877.90	1.10	0.137	840.80	1.40	0.178	893.20	2.30	0.290	0.202
600	24	878.00	1.20	0.150	840.80	1.40	0.178	893.30	2.40	0.303	0.210
1200	35	878.10	1.30	0.162	841.00	1.60	0.204	893.40	2.50	0.315	0.227
1800	42	878.20	1.40	0.175	841.00	1.60	0.204	893.70	2.80	0.353	0.244
3600	60	878.10	1.30	0.162	841.30	1.90	0.242	894.20	3.30	0.416	0.273
7200	85	878.20	1.40	0.175	841.10	1.70	0.216	895.40	4.50	0.567	0.319
10800	104	878.40	1.60	0.200	841.40	2.00	0.255	895.60	4.70	0.592	0.349
14400	120	878.60	1.80	0.225	841.60	2.20	0.280	895.90	5.00	0.630	0.378
18000	134	878.90	2.10	0.262	841.40	2.00	0.255	896.20	5.30	0.668	0.395
21600	147	878.90	2.10	0.262	841.60	2.20	0.280	896.20	5.30	0.668	0.403
92220	304	880.50	3.70	0.462	843.90	4.50	0.573	898.50	7.60	0.958	0.664

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 115. Masa "A" "B" y "C" para concreto convencional diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO CONVENCIONAL	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.50 101.00	101.25	8051.56	905.70	886.60	887.50
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.90	101.45	8083.40	897.10	879.30	880.10
PORCIÓN INFERIOR	100.50 103.00	101.75	8131.28	856.30	837.00	837.70

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 116. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	887.50	0.00	0.000	880.10	0.00	0.000	837.70	0.00	0.000	0.000
60	8	888.30	0.80	0.099	880.70	0.60	0.074	838.60	0.90	0.111	0.095
300	17	888.70	1.20	0.149	881.00	0.90	0.111	839.00	1.30	0.160	0.140
600	24	889.10	1.60	0.199	881.30	1.20	0.148	839.50	1.80	0.221	0.190
1200	35	889.10	1.60	0.199	881.40	1.30	0.161	839.50	1.80	0.221	0.194
1800	42	889.20	1.70	0.211	881.70	1.60	0.198	839.80	2.10	0.258	0.222
3600	60	889.60	2.10	0.261	881.90	1.80	0.223	840.20	2.50	0.307	0.264
7200	85	889.90	2.40	0.298	882.20	2.10	0.260	840.60	2.90	0.357	0.305
10800	104	890.20	2.70	0.335	882.50	2.40	0.297	840.90	3.20	0.394	0.342
14400	120	890.70	3.20	0.397	882.80	2.70	0.334	841.50	3.80	0.467	0.400
18000	134	890.70	3.20	0.397	882.80	2.70	0.334	841.70	4.00	0.492	0.408
21600	147	891.00	3.50	0.435	883.30	3.20	0.396	841.90	4.20	0.517	0.449
92220	304	892.60	5.10	0.633	884.80	4.70	0.581	844.10	6.40	0.787	0.667

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 117. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método ACI.

CONCRETO +5% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 100.00	100.50	7932.72	866.30	853.10	853.40
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.00	101.00	8011.85	875.10	861.00	861.20
PORCIÓN INFERIOR	100.00 101.00	100.50	7932.72	928.50	912.50	913.00

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 118. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	853.40	0.00	0.000	861.20	0.00	0.000	913.00	0.00	0.000	0.000
60	8	854.00	0.60	0.076	861.60	0.40	0.050	914.20	1.20	0.151	0.092
300	17	854.30	0.90	0.113	862.10	0.90	0.112	914.30	1.30	0.164	0.130
600	24	854.40	1.00	0.126	862.30	1.10	0.137	914.60	1.60	0.202	0.155
1200	35	854.50	1.10	0.139	862.20	1.00	0.125	914.80	1.80	0.227	0.163
1800	42	854.50	1.10	0.139	862.60	1.40	0.175	915.10	2.10	0.265	0.193
3600	60	854.70	1.30	0.164	862.80	1.60	0.200	915.30	2.30	0.290	0.218
7200	85	854.70	1.30	0.164	862.60	1.40	0.175	915.30	2.30	0.290	0.210
10800	104	854.60	1.20	0.151	862.50	1.30	0.162	915.60	2.60	0.328	0.214
14400	120	855.00	1.60	0.202	862.60	1.40	0.175	915.60	2.60	0.328	0.235
18000	134	855.10	1.70	0.214	862.70	1.50	0.187	916.00	3.00	0.378	0.260
21600	147	854.80	1.40	0.176	862.80	1.60	0.200	916.20	3.20	0.403	0.260
92220	304	855.70	2.30	0.290	863.70	2.50	0.312	917.60	4.60	0.580	0.394

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 119. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +5% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	882.30	869.50	871.00
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.90	101.45	8083.40	819.80	815.50	811.20
PORCIÓN INFERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	874.20	874.30	866.10

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 120. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	871.00	0.00	0.000	811.20	0.00	0.000	866.10	0.00	0.000	0.000
60	8	871.90	0.90	0.112	812.20	1.00	0.124	866.80	0.70	0.087	0.108
300	17	872.20	1.20	0.150	812.50	1.30	0.161	867.20	1.10	0.137	0.149
600	24	872.50	1.50	0.187	812.90	1.70	0.210	867.50	1.40	0.175	0.191
1200	35	872.60	1.60	0.200	812.70	1.50	0.186	867.70	1.60	0.200	0.195
1800	42	872.70	1.70	0.212	813.40	2.20	0.272	867.60	1.50	0.187	0.224
3600	60	873.00	2.00	0.250	813.70	2.50	0.309	867.80	1.70	0.212	0.257
7200	85	873.10	2.10	0.262	813.60	2.40	0.297	867.60	1.50	0.187	0.249
10800	104	873.10	2.10	0.262	813.60	2.40	0.297	867.80	1.70	0.212	0.257
14400	120	873.20	2.20	0.275	813.70	2.50	0.309	867.70	1.60	0.200	0.261
18000	134	873.40	2.40	0.300	813.70	2.50	0.309	867.90	1.80	0.225	0.278
21600	147	873.70	2.70	0.337	813.90	2.70	0.334	868.10	2.00	0.250	0.307
92220	304	873.70	2.70	0.337	813.70	2.50	0.309	867.70	1.60	0.200	0.282

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 121. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método ACI.

CONCRETO +10% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 100.00	100.50	7932.72	941.40	920.00	918.90
PORCIÓN CENTRAL	101.00 100.00	100.50	7932.72	848.80	822.70	822.50
PORCIÓN INFERIOR	103.00 102.00	102.50	8251.59	914.80	894.90	893.50

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 122. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	918.90	0.00	0.000	822.50	0.00	0.000	893.50	0.00	0.000	0.000
60	8	920.90	2.00	0.252	824.60	2.10	0.265	895.90	2.40	0.291	0.269
300	17	921.80	2.90	0.366	825.40	2.90	0.366	896.90	3.40	0.412	0.381
600	24	922.30	3.40	0.429	826.00	3.50	0.441	897.50	4.00	0.485	0.452
1200	35	922.60	3.70	0.466	827.00	4.50	0.567	898.00	4.50	0.545	0.526
1800	42	923.10	4.20	0.529	828.30	5.80	0.731	898.60	5.10	0.618	0.626
3600	60	923.50	4.60	0.580	828.50	6.00	0.756	898.90	5.40	0.654	0.664
7200	85	924.10	5.20	0.656	829.50	7.00	0.882	899.20	5.70	0.691	0.743
10800	104	924.40	5.50	0.693	829.40	6.90	0.870	899.50	6.00	0.727	0.763
14400	120	924.70	5.80	0.731	829.60	7.10	0.895	899.90	6.40	0.776	0.801
18000	134	925.20	6.30	0.794	830.30	7.80	0.983	900.30	6.80	0.824	0.867
21600	147	925.40	6.50	0.819	830.40	7.90	0.996	900.50	7.00	0.848	0.888
92220	304	927.30	8.40	1.059	832.80	10.30	1.298	902.60	9.10	1.103	1.153

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 123. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +10% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	102.00 101.00	101.50	8091.37	951.20	930.80	932.50
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.00	101.00	8011.85	827.30	810.70	811.30
PORCIÓN INFERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	914.20	896.20	897.40

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 124. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	932.50	0.00	0.000	811.30	0.00	0.000	897.40	0.00	0.000	0.000
60	8	933.90	1.40	0.173	812.50	1.20	0.150	898.70	1.30	0.162	0.162
300	17	934.30	1.80	0.222	812.90	1.60	0.200	899.00	1.60	0.200	0.207
600	24	934.70	2.20	0.272	813.10	1.80	0.225	899.60	2.20	0.275	0.257
1200	35	935.40	2.90	0.358	813.60	2.30	0.287	899.70	2.30	0.287	0.311
1800	42	935.70	3.20	0.395	814.00	2.70	0.337	899.90	2.50	0.312	0.348
3600	60	936.30	3.80	0.470	814.50	3.20	0.399	900.80	3.40	0.424	0.431
7200	85	936.70	4.20	0.519	814.60	3.30	0.412	900.90	3.50	0.437	0.456
10800	104	937.30	4.80	0.593	814.90	3.60	0.449	901.50	4.10	0.512	0.518
14400	120	937.40	4.90	0.606	815.10	3.80	0.474	901.80	4.40	0.549	0.543
18000	134	937.90	5.40	0.667	815.30	4.00	0.499	902.10	4.70	0.587	0.584
21600	147	938.20	5.70	0.704	815.80	4.50	0.562	902.40	5.00	0.624	0.630
92220	304	942.00	9.50	1.174	819.40	8.10	1.011	906.10	8.70	1.086	1.090

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 125. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método ACI.

CONCRETO +20% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	863.20	852.80	845.80
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.00	101.00	8011.85	804.80	795.80	789.00
PORCIÓN INFERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	933.70	922.00	915.00

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 126. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	845.80	0.00	0.000	789.00	0.00	0.000	915.00	0.00	0.000	0.000
60	8	847.30	1.50	0.187	790.60	1.60	0.200	917.90	2.90	0.362	0.250
300	17	847.90	2.10	0.262	791.10	2.10	0.262	918.50	3.50	0.437	0.320
600	24	848.30	2.50	0.312	791.80	2.80	0.349	919.10	4.10	0.512	0.391
1200	35	848.50	2.70	0.337	791.80	2.80	0.349	919.70	4.70	0.587	0.424
1800	42	848.70	2.90	0.362	792.40	3.40	0.424	920.10	5.10	0.637	0.474
3600	60	849.20	3.40	0.424	793.00	4.00	0.499	920.80	5.80	0.724	0.549
7200	85	849.50	3.70	0.462	793.10	4.10	0.512	921.20	6.20	0.774	0.582
10800	104	849.80	4.00	0.499	793.50	4.50	0.562	921.30	6.30	0.786	0.616
14400	120	850.00	4.20	0.524	794.00	5.00	0.624	921.80	6.80	0.849	0.666
18000	134	850.40	4.60	0.574	794.00	5.00	0.624	922.10	7.10	0.886	0.695
21600	147	850.60	4.80	0.599	794.90	5.90	0.736	922.60	7.60	0.949	0.761
92220	304	851.50	5.70	0.711	795.40	6.40	0.799	923.90	8.90	1.111	0.874

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 127. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +20% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	102.00 101.00	101.50	8091.37	924.00	903.00	904.20
PORCIÓN CENTRAL	100.50 102.00	101.25	8051.56	826.40	806.40	806.70
PORCIÓN INFERIOR	100.00 101.00	100.50	7932.72	849.20	829.40	829.40

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 128. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	904.20	0.00	0.000	806.70	0.00	0.000	829.40	0.00	0.000	0.000
60	8	905.10	0.90	0.111	808.00	1.30	0.161	830.70	1.30	0.164	0.146
300	17	905.70	1.50	0.185	808.50	1.80	0.224	831.30	1.90	0.240	0.216
600	24	906.20	2.00	0.247	809.30	2.60	0.323	831.80	2.40	0.303	0.291
1200	35	906.30	2.10	0.260	809.50	2.80	0.348	832.30	2.90	0.366	0.324
1800	42	906.70	2.50	0.309	810.00	3.30	0.410	832.90	3.50	0.441	0.387
3600	60	906.90	2.70	0.334	810.30	3.60	0.447	833.30	3.90	0.492	0.424
7200	85	907.30	3.10	0.383	810.60	3.90	0.484	833.80	4.40	0.555	0.474
10800	104	907.90	3.70	0.457	811.10	4.40	0.546	834.10	4.70	0.592	0.532
14400	120	908.60	4.40	0.544	811.70	5.00	0.621	834.50	5.10	0.643	0.603
18000	134	908.90	4.70	0.581	811.80	5.10	0.633	834.50	5.10	0.643	0.619
21600	147	909.10	4.90	0.606	812.00	5.30	0.658	834.60	5.20	0.656	0.640
92220	304	910.70	6.50	0.803	814.20	7.50	0.931	836.60	7.20	0.908	0.881

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 129. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método ACI.

CONCRETO +30% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 102.50	101.75	8131.28	890.40	864.00	864.20
PORCIÓN CENTRAL	101.50 100.00	100.75	7972.23	851.20	827.70	827.80
PORCIÓN INFERIOR	102.00 102.00	102.00	8171.28	941.20	916.90	917.40

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 130. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	864.20	0.00	0.000	827.80	0.00	0.000	917.40	0.00	0.000	0.000
60	8	866.40	2.20	0.271	829.50	1.70	0.213	920.80	3.40	0.416	0.300
300	17	867.40	3.20	0.394	830.60	2.80	0.351	922.20	4.80	0.587	0.444
600	24	867.80	3.60	0.443	831.10	3.30	0.414	922.70	5.30	0.649	0.502
1200	35	868.10	3.90	0.480	831.60	3.80	0.477	923.10	5.70	0.698	0.551
1800	42	868.60	4.40	0.541	831.90	4.10	0.514	923.40	6.00	0.734	0.597
3600	60	868.90	4.70	0.578	832.40	4.60	0.577	924.90	7.50	0.918	0.691
7200	85	869.90	5.70	0.701	833.30	5.50	0.690	926.00	8.60	1.052	0.814
10800	104	870.60	6.40	0.787	834.40	6.60	0.828	926.80	9.40	1.150	0.922
14400	120	871.50	7.30	0.898	834.70	6.90	0.866	927.20	9.80	1.199	0.988
18000	134	871.70	7.50	0.922	835.10	7.30	0.916	927.50	10.10	1.236	1.025
21600	147	872.60	8.40	1.033	835.30	7.50	0.941	927.80	10.40	1.273	1.082
92220	304	876.00	11.80	1.451	839.10	11.30	1.417	931.60	14.20	1.738	1.535

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 131. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +30% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 101.50	101.25	8051.56	880.40	826.80	826.20
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.00	101.00	8011.85	872.20	823.50	822.10
PORCIÓN INFERIOR	101.00 102.00	101.50	8091.37	830.00	784.30	782.70

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 132. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	826.20	0.00	0.000	822.10	0.00	0.000	782.70	0.00	0.000	0.000
60	8	828.20	2.00	0.248	825.40	3.30	0.412	784.30	1.60	0.198	0.286
300	17	829.20	3.00	0.373	826.80	4.70	0.587	785.40	2.70	0.334	0.431
600	24	829.60	3.40	0.422	827.30	5.20	0.649	785.90	3.20	0.395	0.489
1200	35	829.90	3.70	0.460	827.70	5.60	0.699	786.40	3.70	0.457	0.539
1800	42	830.40	4.20	0.522	828.00	5.90	0.736	786.70	4.00	0.494	0.584
3600	60	830.70	4.50	0.559	829.50	7.40	0.924	787.20	4.50	0.556	0.680
7200	85	831.70	5.50	0.683	830.60	8.50	1.061	788.10	5.40	0.667	0.804
10800	104	832.40	6.20	0.770	831.40	9.30	1.161	789.20	6.50	0.803	0.911
14400	120	833.30	7.10	0.882	831.80	9.70	1.211	789.50	6.80	0.840	0.978
18000	134	833.50	7.30	0.907	832.10	10.00	1.248	789.90	7.20	0.890	1.015
21600	147	834.40	8.20	1.018	832.40	10.30	1.286	790.10	7.40	0.915	1.073
92220	304	837.80	11.60	1.441	836.20	14.10	1.760	793.90	11.20	1.384	1.528

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.5.3. Capilaridad del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

Tabla 133. Masa "A" "B" y "C" para concreto convencional diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

CONCRETO CONVENCIONAL	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	923.50	909.80	910.60
PORCIÓN CENTRAL	102.00 103.50	102.75	8291.89	1001.50	988.30	989.20
PORCIÓN INFERIOR	101.00 101.50	101.25	8051.56	864.90	853.60	853.70

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 134. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	910.60	0.00	0.000	989.20	0.00	0.000	853.70	0.00	0.000	0.000
60	8	911.40	0.80	0.100	990.70	1.50	0.181	854.70	1.00	0.124	0.135
300	17	911.50	0.90	0.112	991.00	1.80	0.217	854.50	0.80	0.099	0.143
600	24	911.90	1.30	0.162	992.30	3.10	0.374	854.60	0.90	0.112	0.216
1200	35	911.80	1.20	0.150	992.30	3.10	0.374	854.70	1.00	0.124	0.216
1800	42	912.00	1.40	0.175	992.30	3.10	0.374	854.70	1.00	0.124	0.224
3600	60	912.50	1.90	0.237	992.80	3.60	0.434	855.30	1.60	0.199	0.290
7200	85	912.40	1.80	0.225	992.60	3.40	0.410	855.50	1.80	0.224	0.286
10800	104	912.60	2.00	0.250	992.90	3.70	0.446	855.70	2.00	0.248	0.315
14400	120	912.90	2.30	0.287	992.90	3.70	0.446	855.70	2.00	0.248	0.327
18000	134	912.70	2.10	0.262	993.20	4.00	0.482	855.40	1.70	0.211	0.319
21600	147	913.10	2.50	0.312	993.30	4.10	0.494	855.60	1.90	0.236	0.347
92220	304	915.10	4.50	0.562	994.90	5.70	0.687	856.90	3.20	0.397	0.549

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 135. Masa "A" "B" y "C" para concreto convencional diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO CONVENCIONAL	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.50	101.45	8083.40	905.80	890.30	891.30
	101.40					
PORCIÓN CENTRAL	102.00	101.95	8163.27	848.00	834.00	834.60
	101.90					
PORCIÓN INFERIOR	102.00	102.25	8211.39	963.40	947.30	948.70
	102.50					

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 136. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	891.30	0.00	0.000	834.60	0.00	0.000	948.70	0.00	0.000	0.000
60	8	892.20	0.90	0.111	835.60	1.00	0.122	950.50	1.80	0.219	0.151
300	17	892.50	1.20	0.148	836.00	1.40	0.171	951.00	2.30	0.280	0.200
600	24	893.00	1.70	0.210	836.60	2.00	0.245	951.20	2.50	0.304	0.253
1200	35	893.00	1.70	0.210	836.70	2.10	0.257	951.80	3.10	0.378	0.282
1800	42	893.20	1.90	0.235	837.90	3.30	0.404	952.50	3.80	0.463	0.367
3600	60	893.40	2.10	0.260	837.50	2.90	0.355	952.60	3.90	0.475	0.363
7200	85	893.70	2.40	0.297	838.30	3.70	0.453	953.20	4.50	0.548	0.433
10800	104	893.90	2.60	0.322	838.00	3.40	0.416	953.40	4.70	0.572	0.437
14400	120	893.80	2.50	0.309	838.20	3.60	0.441	953.30	4.60	0.560	0.437
18000	134	894.00	2.70	0.334	838.20	3.60	0.441	953.60	4.90	0.597	0.457
21600	147	894.10	2.80	0.346	838.30	3.70	0.453	953.80	5.10	0.621	0.474
92220	304	895.30	4.00	0.495	839.50	4.90	0.600	955.30	6.60	0.804	0.633

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 137. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

CONCRETO +5% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 101.50	101.25	8051.56	987.30	972.10	973.00
PORCIÓN CENTRAL	101.50 102.00	101.75	8131.28	889.60	875.90	875.40
PORCIÓN INFERIOR	102.00 102.00	102.00	8171.28	898.10	884.20	884.30

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 138. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	973.00	0.00	0.000	875.40	0.00	0.000	884.30	0.00	0.000	0.000
60	8	974.00	1.00	0.124	876.40	1.00	0.123	885.10	0.80	0.098	0.115
300	17	974.40	1.40	0.174	876.60	1.20	0.148	885.60	1.30	0.159	0.160
600	24	974.70	1.70	0.211	876.70	1.30	0.160	885.90	1.60	0.196	0.189
1200	35	974.40	1.40	0.174	876.50	1.10	0.135	885.50	1.20	0.147	0.152
1800	42	974.70	1.70	0.211	876.60	1.20	0.148	885.90	1.60	0.196	0.185
3600	60	975.00	2.00	0.248	877.10	1.70	0.209	886.00	1.70	0.208	0.222
7200	85	974.50	1.50	0.186	876.60	1.20	0.148	885.90	1.60	0.196	0.177
10800	104	974.80	1.80	0.224	877.10	1.70	0.209	885.90	1.60	0.196	0.209
14400	120	974.90	1.90	0.236	877.00	1.60	0.197	886.10	1.80	0.220	0.218
18000	134	974.80	1.80	0.224	876.80	1.40	0.172	886.20	1.90	0.233	0.209
21600	147	975.00	2.00	0.248	877.00	1.60	0.197	886.40	2.10	0.257	0.234
92220	304	976.30	3.30	0.410	878.00	2.60	0.320	887.20	2.90	0.355	0.362

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 139. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +5% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	100.50 101.00	100.75	7972.23	841.90	836.00	833.70
PORCIÓN CENTRAL	101.00 102.00	101.50	8091.37	872.30	865.60	863.80
PORCIÓN INFERIOR	101.50 102.00	101.75	8131.28	945.40	938.50	935.50

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 140. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	833.70	0.00	0.000	863.80	0.00	0.000	935.50	0.00	0.000	0.000
60	8	834.90	1.20	0.151	864.30	0.50	0.062	937.20	1.70	0.209	0.140
300	17	835.10	1.40	0.176	864.60	0.80	0.099	937.70	2.20	0.271	0.182
600	24	835.40	1.70	0.213	865.10	1.30	0.161	938.00	2.50	0.307	0.227
1200	35	835.80	2.10	0.263	865.00	1.20	0.148	938.20	2.70	0.332	0.248
1800	42	835.80	2.10	0.263	865.20	1.40	0.173	938.30	2.80	0.344	0.260
3600	60	836.10	2.40	0.301	865.60	1.80	0.222	938.50	3.00	0.369	0.297
7200	85	836.20	2.50	0.314	865.50	1.70	0.210	939.00	3.50	0.430	0.318
10800	104	836.20	2.50	0.314	865.70	1.90	0.235	939.00	3.50	0.430	0.326
14400	120	836.00	2.30	0.289	865.60	1.80	0.222	938.90	3.40	0.418	0.310
18000	134	836.50	2.80	0.351	865.90	2.10	0.260	939.00	3.50	0.430	0.347
21600	147	836.80	3.10	0.389	866.30	2.50	0.309	939.40	3.90	0.480	0.392
92220	304	836.80	3.10	0.389	866.10	2.30	0.284	939.20	3.70	0.455	0.376

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 141. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

CONCRETO +10% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	102.00 102.00	102.00	8171.28	984.60	968.60	970.60
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.50	101.25	8051.56	849.30	833.60	834.50
PORCIÓN INFERIOR	101.50 101.00	101.25	8051.56	932.40	914.50	915.60

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 142. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	970.60	0.00	0.000	834.50	0.00	0.000	915.60	0.00	0.000	0.000
60	8	971.60	1.00	0.122	835.80	1.30	0.161	917.80	2.20	0.273	0.186
300	17	971.90	1.30	0.159	836.20	1.70	0.211	918.50	2.90	0.360	0.243
600	24	972.60	2.00	0.245	836.60	2.10	0.261	918.90	3.30	0.410	0.305
1200	35	972.20	1.60	0.196	836.40	1.90	0.236	918.70	3.10	0.385	0.272
1800	42	973.00	2.40	0.294	836.90	2.40	0.298	919.20	3.60	0.447	0.346
3600	60	972.90	2.30	0.281	837.50	3.00	0.373	920.00	4.40	0.546	0.400
7200	85	972.90	2.30	0.281	837.40	2.90	0.360	919.80	4.20	0.522	0.388
10800	104	972.90	2.30	0.281	837.40	2.90	0.360	919.80	4.20	0.522	0.388
14400	120	973.00	2.40	0.294	837.60	3.10	0.385	919.80	4.20	0.522	0.400
18000	134	973.00	2.40	0.294	837.70	3.20	0.397	920.00	4.40	0.546	0.413
21600	147	973.20	2.60	0.318	837.80	3.30	0.410	920.30	4.70	0.584	0.437
92220	304	974.70	4.10	0.502	840.00	5.50	0.683	921.60	6.00	0.745	0.643

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 143. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +10% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	100.00 100.00	100.00	7853.98	873.60	860.20	853.20
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.00	101.00	8011.85	819.30	807.90	801.90
PORCIÓN INFERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	838.60	827.40	820.70

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 144. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	853.20	0.00	0.000	801.90	0.00	0.000	820.70	0.00	0.000	0.000
60	8	855.90	2.70	0.344	803.40	1.50	0.187	822.30	1.60	0.200	0.244
300	17	856.50	3.30	0.420	804.20	2.30	0.287	823.10	2.40	0.300	0.336
600	24	857.50	4.30	0.547	804.80	2.90	0.362	823.50	2.80	0.349	0.420
1200	35	858.30	5.10	0.649	805.10	3.20	0.399	824.30	3.60	0.449	0.499
1800	42	859.00	5.80	0.738	805.40	3.50	0.437	824.90	4.20	0.524	0.567
3600	60	859.60	6.40	0.815	805.90	4.00	0.499	825.10	4.40	0.549	0.621
7200	85	860.10	6.90	0.879	806.40	4.50	0.562	825.40	4.70	0.587	0.676
10800	104	860.10	6.90	0.879	806.30	4.40	0.549	825.20	4.50	0.562	0.663
14400	120	861.30	8.10	1.031	806.60	4.70	0.587	825.50	4.80	0.599	0.739
18000	134	861.60	8.40	1.070	806.90	5.00	0.624	825.60	4.90	0.612	0.768
21600	147	863.10	9.90	1.261	807.10	5.20	0.649	825.80	5.10	0.637	0.849
92220	304	864.80	11.60	1.477	809.10	7.20	0.899	827.30	6.60	0.824	1.066

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 145. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

CONCRETO +20% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 100.00	100.50	7932.72	883.20	865.50	865.70
PORCIÓN CENTRAL	100.00 101.00	100.50	7932.72	891.80	876.50	875.90
PORCIÓN INFERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	952.70	935.70	936.00

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 146. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	865.70	0.00	0.000	875.90	0.00	0.000	936.00	0.00	0.000	0.000
60	8	867.90	2.20	0.277	877.40	1.50	0.189	936.70	0.70	0.087	0.185
300	17	868.30	2.60	0.328	878.00	2.10	0.265	936.90	0.90	0.112	0.235
600	24	868.70	3.00	0.378	878.10	2.20	0.277	937.10	1.10	0.137	0.264
1200	35	868.70	3.00	0.378	878.40	2.50	0.315	937.00	1.00	0.125	0.273
1800	42	868.90	3.20	0.403	878.60	2.70	0.340	937.20	1.20	0.150	0.298
3600	60	869.30	3.60	0.454	878.90	3.00	0.378	937.40	1.40	0.175	0.336
7200	85	869.60	3.90	0.492	879.20	3.30	0.416	937.80	1.80	0.225	0.377
10800	104	869.80	4.10	0.517	879.50	3.60	0.454	938.10	2.10	0.262	0.411
14400	120	869.90	4.20	0.529	879.80	3.90	0.492	938.40	2.40	0.300	0.440
18000	134	869.90	4.20	0.529	880.00	4.10	0.517	938.30	2.30	0.287	0.444
21600	147	870.20	4.50	0.567	880.10	4.20	0.529	938.30	2.30	0.287	0.461
92220	304	871.10	5.40	0.681	881.50	5.60	0.706	939.40	3.40	0.424	0.604

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 147. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +20% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 102.00	101.50	8091.37	894.70	882.20	876.60
PORCIÓN CENTRAL	102.00 102.00	102.00	8171.28	888.20	879.10	873.60
PORCIÓN INFERIOR	102.00 102.00	102.00	8171.28	813.90	806.40	800.40

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 148. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	876.60	0.00	0.000	873.60	0.00	0.000	800.40	0.00	0.000	0.000
60	8	878.10	1.50	0.185	874.90	1.30	0.159	801.90	1.50	0.184	0.176
300	17	878.70	2.10	0.260	875.40	1.80	0.220	802.50	2.10	0.257	0.246
600	24	879.00	2.40	0.297	876.30	2.70	0.330	803.00	2.60	0.318	0.315
1200	35	879.20	2.60	0.321	877.10	3.50	0.428	803.60	3.20	0.392	0.380
1800	42	880.10	3.50	0.433	877.90	4.30	0.526	805.00	4.60	0.563	0.507
3600	60	880.80	4.20	0.519	878.50	4.90	0.600	805.50	5.10	0.624	0.581
7200	85	880.80	4.20	0.519	878.70	5.10	0.624	805.40	5.00	0.612	0.585
10800	104	881.30	4.70	0.581	878.50	4.90	0.600	805.70	5.30	0.649	0.610
14400	120	881.90	5.30	0.655	878.60	5.00	0.612	805.80	5.40	0.661	0.643
18000	134	882.70	6.10	0.754	879.70	6.10	0.747	806.00	5.60	0.685	0.729
21600	147	883.30	6.70	0.828	880.10	6.50	0.795	806.10	5.70	0.698	0.774
92220	304	883.60	7.00	0.865	880.20	6.60	0.808	806.50	6.10	0.747	0.806

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 149. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

CONCRETO +30% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	102.50	102.00	8171.28	855.20	844.10	839.40
	101.50					
PORCIÓN CENTRAL	102.00	102.50	8251.59	848.80	837.70	834.00
	103.00					
PORCIÓN INFERIOR	101.50	101.75	8131.28	926.20	914.70	911.10
	102.00					

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 150. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	839.40	0.00	0.000	834.00	0.00	0.000	911.10	0.00	0.000	0.000
60	8	840.30	0.90	0.110	835.20	1.20	0.145	912.80	1.70	0.209	0.155
300	17	840.80	1.40	0.171	835.60	1.60	0.194	913.20	2.10	0.258	0.208
600	24	841.00	1.60	0.196	836.10	2.10	0.254	914.40	3.30	0.406	0.285
1200	35	841.00	1.60	0.196	836.30	2.30	0.279	914.50	3.40	0.418	0.298
1800	42	841.30	1.90	0.233	836.30	2.30	0.279	914.70	3.60	0.443	0.318
3600	60	841.80	2.40	0.294	836.80	2.80	0.339	915.00	3.90	0.480	0.371
7200	85	842.00	2.60	0.318	836.90	2.90	0.351	915.00	3.90	0.480	0.383
10800	104	842.20	2.80	0.343	837.10	3.10	0.376	914.90	3.80	0.467	0.395
14400	120	842.40	3.00	0.367	837.30	3.30	0.400	915.20	4.10	0.504	0.424
18000	134	842.60	3.20	0.392	837.50	3.50	0.424	915.60	4.50	0.553	0.456
21600	147	843.00	3.60	0.441	838.20	4.20	0.509	916.00	4.90	0.603	0.517
92220	304	844.50	5.10	0.624	839.10	5.10	0.618	917.10	6.00	0.738	0.660

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 151. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +30% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	102.00 102.00	102.00	8171.28	924.00	905.90	906.20
PORCIÓN CENTRAL	102.00 100.00	101.00	8011.85	873.20	856.20	856.20
PORCIÓN INFERIOR	100.00 102.00	101.00	8011.85	950.40	929.80	929.60

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 152. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	906.20	0.00	0.000	856.20	0.00	0.000	929.60	0.00	0.000	0.000
60	8	907.60	1.40	0.171	857.70	1.50	0.187	932.70	3.10	0.387	0.248
300	17	908.00	1.80	0.220	858.30	2.10	0.262	933.60	4.00	0.499	0.327
600	24	908.40	2.20	0.269	858.60	2.40	0.300	934.00	4.40	0.549	0.373
1200	35	908.60	2.40	0.294	859.00	2.80	0.349	934.50	4.90	0.612	0.418
1800	42	909.10	2.90	0.355	859.20	3.00	0.374	934.70	5.10	0.637	0.455
3600	60	909.10	2.90	0.355	859.60	3.40	0.424	935.20	5.60	0.699	0.493
7200	85	909.60	3.40	0.416	860.40	4.20	0.524	935.80	6.20	0.774	0.571
10800	104	910.00	3.80	0.465	861.00	4.80	0.599	936.30	6.70	0.836	0.633
14400	120	910.50	4.30	0.526	861.40	5.20	0.649	937.00	7.40	0.924	0.700
18000	134	910.80	4.60	0.563	861.90	5.70	0.711	937.40	7.80	0.974	0.749
21600	147	911.10	4.90	0.600	862.20	6.00	0.749	937.60	8.00	0.999	0.782
92220	304	912.60	6.40	0.783	864.90	8.70	1.086	940.60	11.00	1.373	1.081

(Fuente: Elaboración Propia)

4.2.5.4. Capilaridad del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

Tabla 153. Masa "A" "B" y "C" para concreto convencional diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

CONCRETO CONVENCIONAL	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm^2)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	102.00 102.00	102.00	8171.28	898.30	882.90	884.50
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.00	101.00	8011.85	845.30	829.40	829.70
PORCIÓN INFERIOR	101.00 100.00	100.50	7932.72	922.70	905.90	906.80

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 154. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO ($s^{1/2}$)	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	884.50	0.00	0.000	829.70	0.00	0.000	906.80	0.00	0.000	0.000
60	8	885.70	1.20	0.147	830.60	0.90	0.112	908.20	1.40	0.176	0.145
300	17	885.50	1.00	0.122	830.70	1.00	0.125	908.50	1.70	0.214	0.154
600	24	885.60	1.10	0.135	831.10	1.40	0.175	909.80	3.00	0.378	0.229
1200	35	885.70	1.20	0.147	831.00	1.30	0.162	909.80	3.00	0.378	0.229
1800	42	885.70	1.20	0.147	831.20	1.50	0.187	909.80	3.00	0.378	0.237
3600	60	886.30	1.80	0.220	831.70	2.00	0.250	910.30	3.50	0.441	0.304
7200	85	886.50	2.00	0.245	831.60	1.90	0.237	910.10	3.30	0.416	0.299
10800	104	886.70	2.20	0.269	831.80	2.10	0.262	910.40	3.60	0.454	0.328
14400	120	886.70	2.20	0.269	832.10	2.40	0.300	910.40	3.60	0.454	0.341
18000	134	886.40	1.90	0.233	831.90	2.20	0.275	910.70	3.90	0.492	0.333
21600	147	886.60	2.10	0.257	832.30	2.60	0.325	910.80	4.00	0.504	0.362
92220	304	887.90	3.40	0.416	834.30	4.60	0.574	912.40	5.60	0.706	0.565

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 155. Masa "A" "B" y "C" para concreto convencional diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO CONVENCIONAL	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	100.00 101.00	100.50	7932.72	938.50	933.40	931.70
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.00	101.00	8011.85	826.50	821.10	818.80
PORCIÓN INFERIOR	102.00 101.00	101.50	8091.37	855.30	850.90	849.00

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 156. Tasa de absorción promedio para concreto convencional diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	931.70	0.00	0.000	818.80	0.00	0.000	849.00	0.00	0.000	0.000
60	8	932.40	0.70	0.088	819.70	0.90	0.112	849.90	0.90	0.111	0.104
300	17	932.70	1.00	0.126	819.80	1.00	0.125	849.90	0.90	0.111	0.121
600	24	932.80	1.10	0.139	820.20	1.40	0.175	850.40	1.40	0.173	0.162
1200	35	933.00	1.30	0.164	820.20	1.40	0.175	850.40	1.40	0.173	0.171
1800	42	933.10	1.40	0.176	820.40	1.60	0.200	850.60	1.60	0.198	0.191
3600	60	933.30	1.60	0.202	820.50	1.70	0.212	850.80	1.80	0.222	0.212
7200	85	933.10	1.40	0.176	820.50	1.70	0.212	850.90	1.90	0.235	0.208
10800	104	933.50	1.80	0.227	820.60	1.80	0.225	851.10	2.10	0.260	0.237
14400	120	933.30	1.60	0.202	821.20	2.40	0.300	851.20	2.20	0.272	0.258
18000	134	933.40	1.70	0.214	821.20	2.40	0.300	851.20	2.20	0.272	0.262
21600	147	933.60	1.90	0.240	821.30	2.50	0.312	851.10	2.10	0.260	0.270
92220	304	933.00	1.30	0.164	820.80	2.00	0.250	850.70	1.70	0.210	0.208

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 157. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

CONCRETO +5% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 101.50	101.25	8051.56	960.20	943.40	946.00
PORCIÓN CENTRAL	101.00 104.00	102.50	8251.59	826.10	809.70	810.40
PORCIÓN INFERIOR	102.00 102.00	102.00	8171.28	917.30	900.30	902.70

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 158. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	946.00	0.00	0.000	810.40	0.00	0.000	902.70	0.00	0.000	0.000
60	8	946.40	0.40	0.050	810.90	0.50	0.061	903.40	0.70	0.086	0.065
300	17	946.80	0.80	0.099	811.50	1.10	0.133	903.40	0.70	0.086	0.106
600	24	946.90	0.90	0.112	811.40	1.00	0.121	903.80	1.10	0.135	0.123
1200	35	946.80	0.80	0.099	811.80	1.40	0.170	903.80	1.10	0.135	0.135
1800	42	947.00	1.00	0.124	811.90	1.50	0.182	903.90	1.20	0.147	0.151
3600	60	947.50	1.50	0.186	812.10	1.70	0.206	904.10	1.40	0.171	0.188
7200	85	947.50	1.50	0.186	812.10	1.70	0.206	903.80	1.10	0.135	0.176
10800	104	948.10	2.10	0.261	812.00	1.60	0.194	904.40	1.70	0.208	0.221
14400	120	948.10	2.10	0.261	812.00	1.60	0.194	904.30	1.60	0.196	0.217
18000	134	948.40	2.40	0.298	812.40	2.00	0.242	904.80	2.10	0.257	0.266
21600	147	948.50	2.50	0.310	812.70	2.30	0.279	904.60	1.90	0.233	0.274
92220	304	949.80	3.80	0.472	814.30	3.90	0.473	906.20	3.50	0.428	0.458

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 159. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +5% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	100.00 100.00	100.00	7853.98	884.20	869.60	870.40
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.00	101.00	8011.85	914.40	903.20	904.20
PORCIÓN INFERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	950.80	936.60	938.90

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 160. Tasa de absorción promedio para concreto con 5% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	870.40	0.00	0.000	904.20	0.00	0.000	938.90	0.00	0.000	0.000
60	8	870.90	0.50	0.064	904.60	0.40	0.050	939.30	0.40	0.050	0.055
300	17	871.10	0.70	0.089	904.60	0.40	0.050	939.60	0.70	0.087	0.075
600	24	871.30	0.90	0.115	905.10	0.90	0.112	939.70	0.80	0.100	0.109
1200	35	871.40	1.00	0.127	905.10	0.90	0.112	939.90	1.00	0.125	0.121
1800	42	871.60	1.20	0.153	905.30	1.10	0.137	940.00	1.10	0.137	0.142
3600	60	871.70	1.30	0.166	905.50	1.30	0.162	940.20	1.30	0.162	0.163
7200	85	871.70	1.30	0.166	905.60	1.40	0.175	940.00	1.10	0.137	0.159
10800	104	871.80	1.40	0.178	905.80	1.60	0.200	940.40	1.50	0.187	0.188
14400	120	872.40	2.00	0.255	905.90	1.70	0.212	940.20	1.30	0.162	0.210
18000	134	872.40	2.00	0.255	905.90	1.70	0.212	940.30	1.40	0.175	0.214
21600	147	872.50	2.10	0.267	905.80	1.60	0.200	940.50	1.60	0.200	0.222
92220	304	872.00	1.60	0.204	905.40	1.20	0.150	939.90	1.00	0.125	0.159

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 161. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

CONCRETO +10% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 100.00	100.50	7932.72	914.70	901.90	902.20
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.00	101.00	8011.85	1003.50	987.80	988.50
PORCIÓN INFERIOR	101.00 100.00	100.50	7932.72	879.80	866.40	866.60

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 162. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	902.20	0.00	0.000	988.50	0.00	0.000	866.60	0.00	0.000	0.000
60	8	903.10	0.90	0.113	990.80	2.30	0.287	868.00	1.40	0.176	0.192
300	17	903.30	1.10	0.139	991.20	2.70	0.337	868.60	2.00	0.252	0.243
600	24	903.50	1.30	0.164	991.60	3.10	0.387	868.70	2.10	0.265	0.272
1200	35	903.40	1.20	0.151	991.60	3.10	0.387	869.00	2.40	0.303	0.280
1800	42	903.60	1.40	0.176	991.80	3.30	0.412	869.20	2.60	0.328	0.305
3600	60	903.80	1.60	0.202	992.20	3.70	0.462	869.50	2.90	0.366	0.343
7200	85	904.20	2.00	0.252	992.50	4.00	0.499	869.80	3.20	0.403	0.385
10800	104	904.50	2.30	0.290	992.70	4.20	0.524	870.10	3.50	0.441	0.418
14400	120	904.80	2.60	0.328	992.80	4.30	0.537	870.40	3.80	0.479	0.448
18000	134	904.70	2.50	0.315	992.80	4.30	0.537	870.60	4.00	0.504	0.452
21600	147	904.70	2.50	0.315	993.10	4.60	0.574	870.70	4.10	0.517	0.469
92220	304	905.80	3.60	0.454	994.00	5.50	0.686	872.10	5.50	0.693	0.611

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 163. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +10% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	102.00 101.00	101.50	8091.37	995.60	977.20	978.90
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.00	101.00	8011.85	815.90	801.20	802.60
PORCIÓN INFERIOR	102.00 101.00	101.50	8091.37	933.90	916.90	920.70

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 164. Tasa de absorción promedio para concreto con 10% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	978.90	0.00	0.000	802.60	0.00	0.000	920.70	0.00	0.000	0.000
60	8	980.00	1.10	0.136	803.40	0.80	0.100	922.30	1.60	0.198	0.145
300	17	980.20	1.30	0.161	803.80	1.20	0.150	922.60	1.90	0.235	0.182
600	24	980.50	1.60	0.198	804.50	1.90	0.237	922.70	2.00	0.247	0.227
1200	35	980.40	1.50	0.185	804.60	2.00	0.250	922.80	2.10	0.260	0.232
1800	42	980.60	1.70	0.210	804.90	2.30	0.287	922.90	2.20	0.272	0.256
3600	60	980.80	1.90	0.235	804.90	2.30	0.287	923.10	2.40	0.297	0.273
7200	85	980.70	1.80	0.222	805.00	2.40	0.300	923.10	2.40	0.297	0.273
10800	104	981.30	2.40	0.297	805.30	2.70	0.337	923.50	2.80	0.346	0.327
14400	120	981.80	2.90	0.358	805.50	2.90	0.362	924.00	3.30	0.408	0.376
18000	134	982.00	3.10	0.383	805.40	2.80	0.349	924.00	3.30	0.408	0.380
21600	147	982.00	3.10	0.383	805.50	2.90	0.362	924.00	3.30	0.408	0.384
92220	304	984.00	5.10	0.630	807.40	4.80	0.599	926.20	5.50	0.680	0.636

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 165. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

CONCRETO +20% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	102.00 102.00	102.00	8171.28	978.20	961.20	961.90
PORCIÓN CENTRAL	101.00 101.00	101.00	8011.85	875.40	859.30	858.90
PORCIÓN INFERIOR	101.00 101.00	101.00	8011.85	878.30	861.90	862.00

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 166. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	961.90	0.00	0.000	858.90	0.00	0.000	862.00	0.00	0.000	0.000
60	8	963.10	1.20	0.147	859.90	1.00	0.125	863.30	1.30	0.162	0.145
300	17	963.30	1.40	0.171	859.90	1.00	0.125	863.80	1.80	0.225	0.174
600	24	963.40	1.50	0.184	860.20	1.30	0.162	863.80	1.80	0.225	0.190
1200	35	963.70	1.80	0.220	860.10	1.20	0.150	863.80	1.80	0.225	0.198
1800	42	963.60	1.70	0.208	860.30	1.40	0.175	864.20	2.20	0.275	0.219
3600	60	964.20	2.30	0.281	860.40	1.50	0.187	864.30	2.30	0.287	0.252
7200	85	964.10	2.20	0.269	860.20	1.30	0.162	864.10	2.10	0.262	0.231
10800	104	964.50	2.60	0.318	860.50	1.60	0.200	864.60	2.60	0.325	0.281
14400	120	964.90	3.00	0.367	860.90	2.00	0.250	864.60	2.60	0.325	0.314
18000	134	965.30	3.40	0.416	861.30	2.40	0.300	864.90	2.90	0.362	0.359
21600	147	965.60	3.70	0.453	861.30	2.40	0.300	865.10	3.10	0.387	0.380
92220	304	967.30	5.40	0.661	863.00	4.10	0.512	866.60	4.60	0.574	0.582

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 167. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +20% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	100.00 101.00	100.50	7932.72	876.80	870.40	868.60
PORCIÓN CENTRAL	100.00 100.00	100.00	7853.98	905.50	900.50	897.40
PORCIÓN INFERIOR	101.00 100.00	100.50	7932.72	825.50	821.10	817.50

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 168. Tasa de absorción promedio para concreto con 20% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	868.60	0.00	0.000	897.40	0.00	0.000	817.50	0.00	0.000	0.000
60	8	869.40	0.80	0.101	898.40	1.00	0.127	818.60	1.10	0.139	0.122
300	17	869.70	1.10	0.139	898.80	1.40	0.178	818.90	1.40	0.176	0.164
600	24	870.40	1.80	0.227	899.40	2.00	0.255	819.40	1.90	0.240	0.240
1200	35	870.30	1.70	0.214	899.90	2.50	0.318	819.40	1.90	0.240	0.257
1800	42	870.60	2.00	0.252	900.10	2.70	0.344	819.60	2.10	0.265	0.287
3600	60	870.80	2.20	0.277	900.20	2.80	0.357	820.00	2.50	0.315	0.316
7200	85	870.70	2.10	0.265	900.50	3.10	0.395	820.30	2.80	0.353	0.337
10800	104	871.00	2.40	0.303	900.20	2.80	0.357	820.20	2.70	0.340	0.333
14400	120	871.10	2.50	0.315	900.50	3.10	0.395	820.70	3.20	0.403	0.371
18000	134	871.00	2.40	0.303	900.90	3.50	0.446	820.80	3.30	0.416	0.388
21600	147	871.50	2.90	0.366	901.10	3.70	0.471	820.80	3.30	0.416	0.418
92220	304	871.20	2.60	0.328	900.80	3.40	0.433	820.00	2.50	0.315	0.359

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 169. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

CONCRETO +30% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 101.50	101.25	8051.56	890.10	875.00	874.20
PORCIÓN CENTRAL	101.00 100.50	100.75	7972.23	867.70	850.20	850.40
PORCIÓN INFERIOR	101.00 100.50	100.75	7972.23	943.20	928.20	927.60

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 170. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método ACI.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	874.20	0.00	0.000	850.40	0.00	0.000	927.60	0.00	0.000	0.000
60	8	875.50	1.30	0.161	851.80	1.40	0.176	929.20	1.60	0.201	0.179
300	17	876.00	1.80	0.224	852.30	1.90	0.238	929.70	2.10	0.263	0.242
600	24	876.10	1.90	0.236	852.50	2.10	0.263	930.00	2.40	0.301	0.267
1200	35	876.40	2.20	0.273	853.00	2.60	0.326	930.30	2.70	0.339	0.313
1800	42	876.40	2.20	0.273	852.80	2.40	0.301	930.30	2.70	0.339	0.304
3600	60	876.70	2.50	0.310	853.30	2.90	0.364	930.60	3.00	0.376	0.350
7200	85	877.00	2.80	0.348	853.70	3.30	0.414	931.40	3.80	0.477	0.413
10800	104	877.40	3.20	0.397	854.10	3.70	0.464	931.60	4.00	0.502	0.454
14400	120	877.50	3.30	0.410	854.20	3.80	0.477	931.80	4.20	0.527	0.471
18000	134	877.40	3.20	0.397	854.30	3.90	0.489	931.60	4.00	0.502	0.463
21600	147	877.80	3.60	0.447	854.40	4.00	0.502	932.00	4.40	0.552	0.500
92220	304	879.10	4.90	0.609	855.80	5.40	0.677	932.80	5.20	0.652	0.646

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 171. Masa "A" "B" y "C" para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

CONCRETO +30% DIATOMITA	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA PROMEDIO (mm ²)	MASA DESPUÉS DE SATURADO "A" (g)	MASA DESPUÉS DEL HORNO "B" (g)	MASA DESPUÉS DE PINTADO "C" (g)
PORCIÓN SUPERIOR	101.00 102.00	101.50	8091.37	889.30	877.30	877.00
PORCIÓN CENTRAL	102.00 101.00	101.50	8091.37	866.40	852.90	852.30
PORCIÓN INFERIOR	102.00 101.00	101.50	8091.37	893.60	877.40	877.50

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 172. Tasa de absorción promedio para concreto con 30% de diatomita diseñado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

TIEMPO DE ENSAYO (s)	TIEMPO (s ^{1/2})	PORCIÓN SUPERIOR			PORCIÓN CENTRAL			PORCIÓN INFERIOR			ABSORCIÓN PROMEDIO (mm)
		MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	MASA "C" (g)	INCREMENTO DE MASA (g)	ABSORCIÓN (mm)	
0	0	877.00	0.00	0.000	852.30	0.00	0.000	877.50	0.00	0.000	0.000
60	8	878.10	1.10	0.136	853.70	1.40	0.173	878.70	1.20	0.148	0.152
300	17	878.50	1.50	0.185	854.10	1.80	0.222	879.50	2.00	0.247	0.218
600	24	878.70	1.70	0.210	854.30	2.00	0.247	879.70	2.20	0.272	0.243
1200	35	879.00	2.00	0.247	854.60	2.30	0.284	880.00	2.50	0.309	0.280
1800	42	880.20	3.20	0.395	854.90	2.60	0.321	881.10	3.60	0.445	0.387
3600	60	880.00	3.00	0.371	855.90	3.60	0.445	881.50	4.00	0.494	0.437
7200	85	879.90	2.90	0.358	856.10	3.80	0.470	881.80	4.30	0.531	0.453
10800	104	880.30	3.30	0.408	856.40	4.10	0.507	881.90	4.40	0.544	0.486
14400	120	880.20	3.20	0.395	856.40	4.10	0.507	882.20	4.70	0.581	0.494
18000	134	880.60	3.60	0.445	856.80	4.50	0.556	882.30	4.80	0.593	0.531
21600	147	880.70	3.70	0.457	857.00	4.70	0.581	882.30	4.80	0.593	0.544
92220	304	881.10	4.10	0.507	858.40	6.10	0.754	883.70	6.20	0.766	0.676

(Fuente: Elaboración Propia)

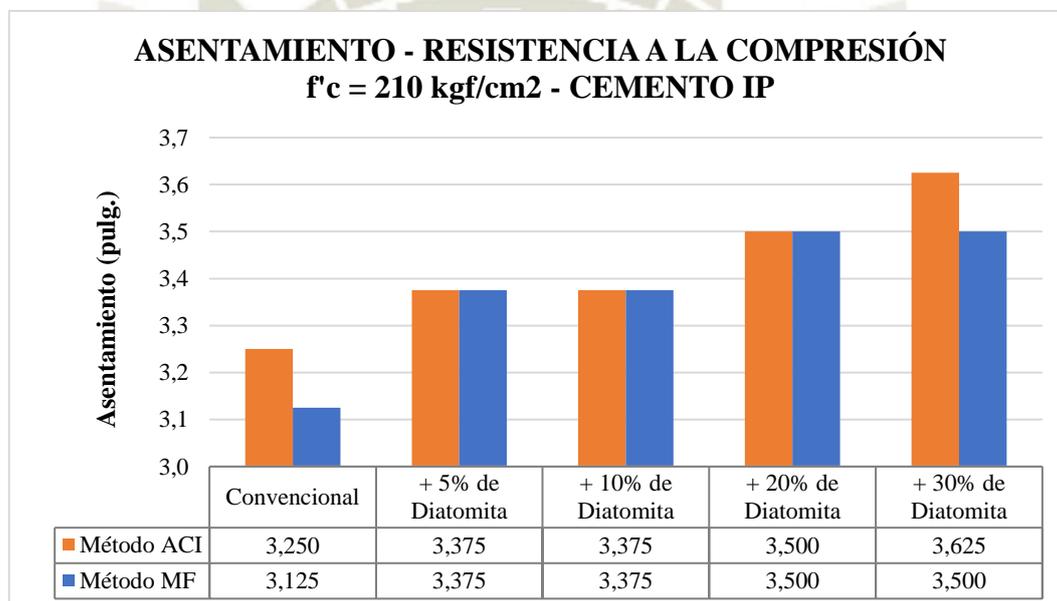
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Propiedades en estado fresco

5.1.1. Asentamiento

5.1.1.1. Asentamiento del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto convencional y para los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, diseñados con los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, para una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con cemento del tipo IP.



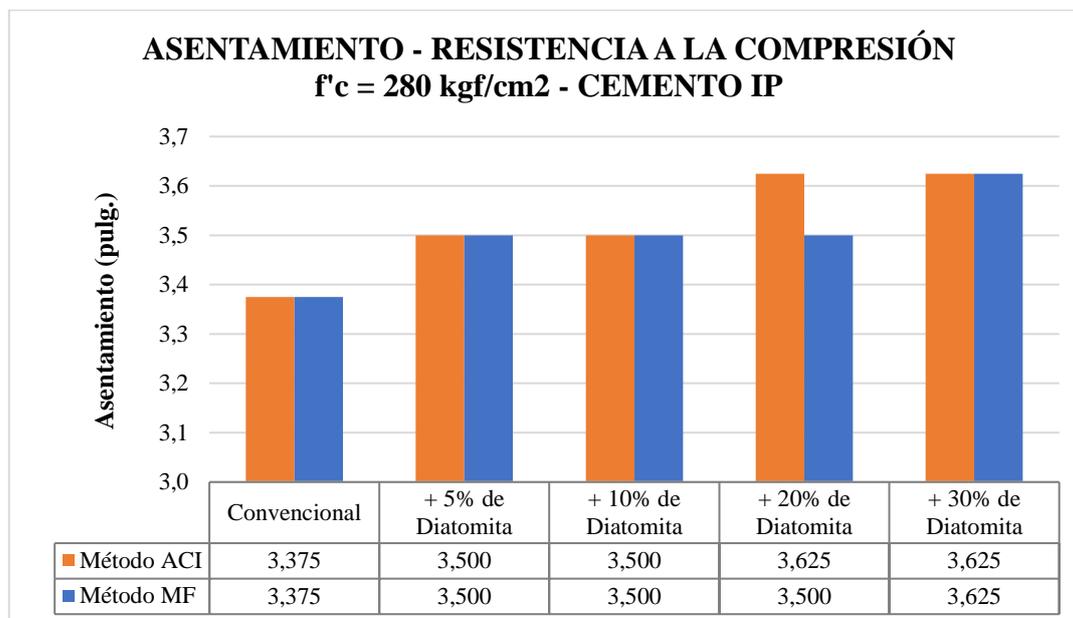
Gráfica 13. Asentamiento para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con adición de diatomita presentan un asentamiento mayor que el concreto convencional. En los concretos diseñados con el método ACI se puede observar una variación de 4% en el asentamiento del concreto convencional y una variación de 3,57% en el asentamiento del concreto con 30% de adición de diatomita, respecto a los asentamientos de los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. La máxima variación obtenida es de 11,77% en promedio, entre el concreto con adición de 30% de diatomita y el concreto convencional.

5.1.1.2. Asentamiento del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto convencional y para los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, diseñados con los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, para una resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y con cemento del tipo IP.

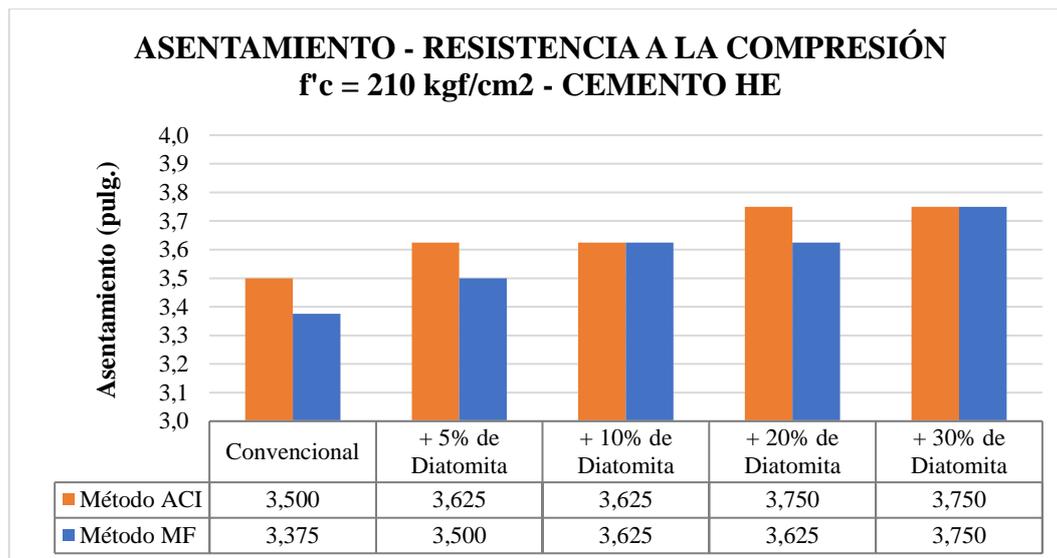


Gráfica 14. Asentamiento para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP.
(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con adición de diatomita presentan un asentamiento mayor que el concreto convencional. En los concretos diseñados con el método ACI se puede observar una variación de 3,57% del asentamiento en el concreto con 20% de adición de diatomita, respecto al asentamiento del concreto diseñado con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. La máxima variación obtenida es de 7,41% en promedio, entre el concreto con adición de 30% de diatomita y el concreto convencional.

5.1.1.3. Asentamiento del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto convencional y para los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, diseñados con los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, para una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con cemento del tipo HE.

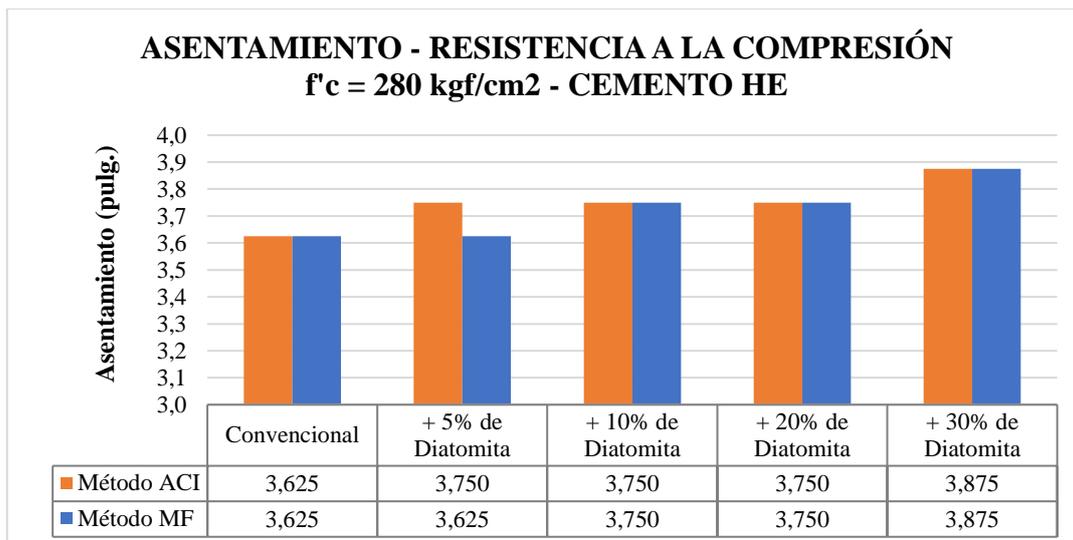


Gráfica 15. Asentamiento para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE.
(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con adición de diatomita presentan un asentamiento mayor que el concreto convencional. En los concretos diseñados con el método ACI se puede observar una variación de 3,70% del asentamiento en el concreto convencional, una variación de 3,57% del asentamiento en el concreto con 5% de adición de diatomita, y una variación de 3,45% del asentamiento en el concreto con 20% de adición de diatomita, respecto a los asentamientos de los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. La máxima variación obtenida es de 9,13% en promedio, entre el concreto con adición de 30% de diatomita y el concreto convencional.

5.1.1.4. Asentamiento del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto convencional y para los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, diseñados con los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, para una resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y con cemento del tipo HE.

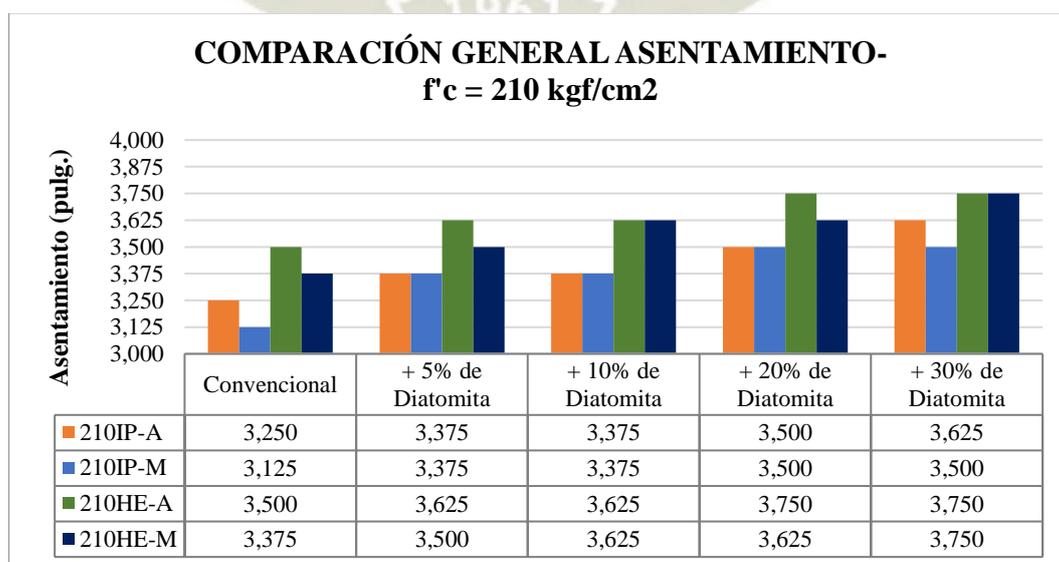


Gráfica 16. Asentamiento para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con adición de diatomita presentan un asentamiento mayor que el concreto convencional. En los concretos diseñados con el método ACI se puede observar una variación de 3.45% del asentamiento en el concreto con 5% de adición de diatomita. La máxima variación obtenida es de 6.90% en promedio, entre el concreto con adición de 30% de diatomita y el concreto convencional.

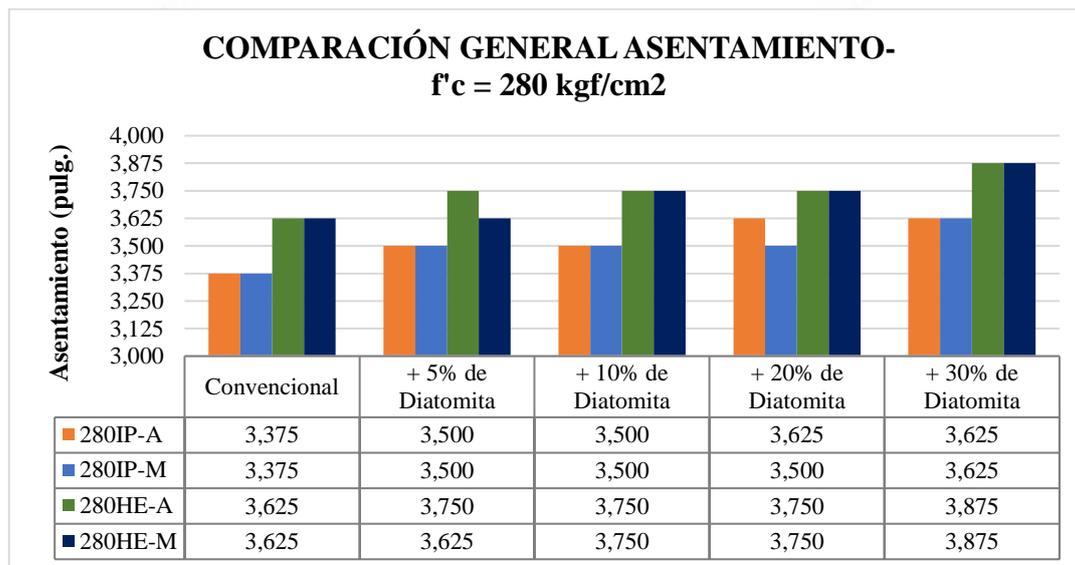
5.1.1.5. Comparación General del Asentamiento del concreto



Gráfica 17. Comparación General de Asentamiento para concretos con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que en el concreto convencional y que en los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, los mayores valores de asentamiento se dan para concretos diseñados con el método ACI y con cemento del tipo HE en la mayoría de los casos. Haciendo la comparación entre métodos de diseño, las variaciones son mínimas puesto que para el caso del concreto elaborado con cemento IP, la máxima variación porcentual es de 4%, mientras que para el caso del elaborado con cemento HE, la máxima variación porcentual es de 3.7%.



Gráfica 18. Comparación General de Asentamiento para concretos con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$.

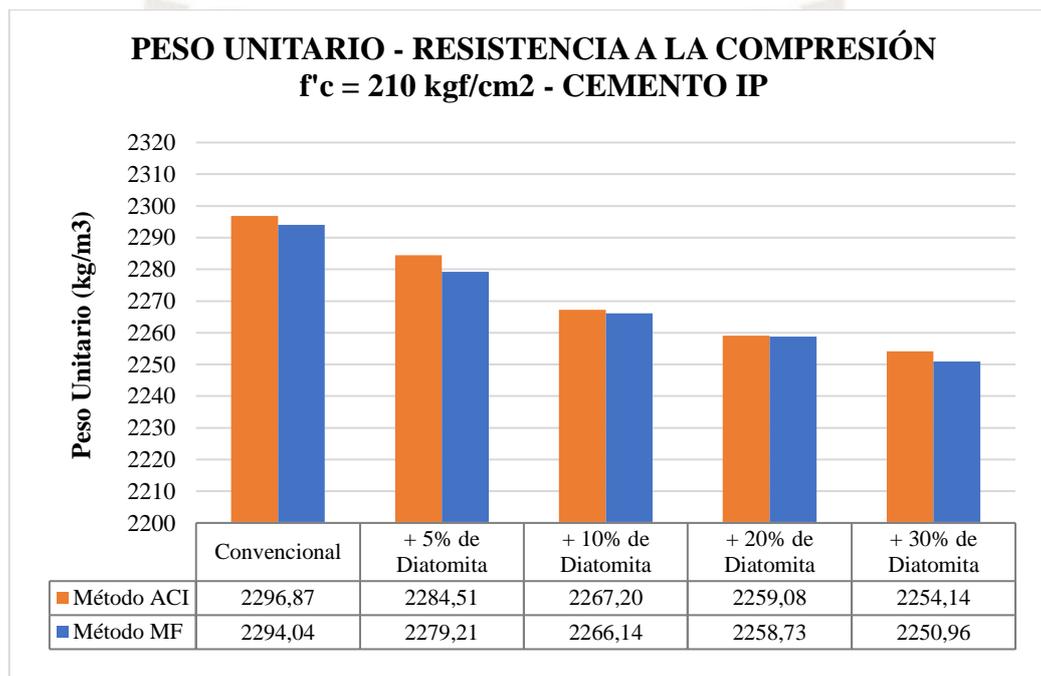
(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que en el concreto convencional y que en los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, los mayores valores de asentamiento se dan para concretos diseñados con el método ACI y con cemento del tipo HE en la mayoría de los casos. Haciendo la comparación entre métodos de diseño, las variaciones son mínimas puesto que para el caso del concreto elaborado con cemento IP, la máxima variación porcentual es de 3.57%, mientras que para el caso del elaborado con cemento HE, la máxima variación porcentual es de 3.45%.

5.1.2. Peso Unitario

5.1.2.1. Peso Unitario del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto convencional y para los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, diseñados con los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, para una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con cemento del tipo IP.



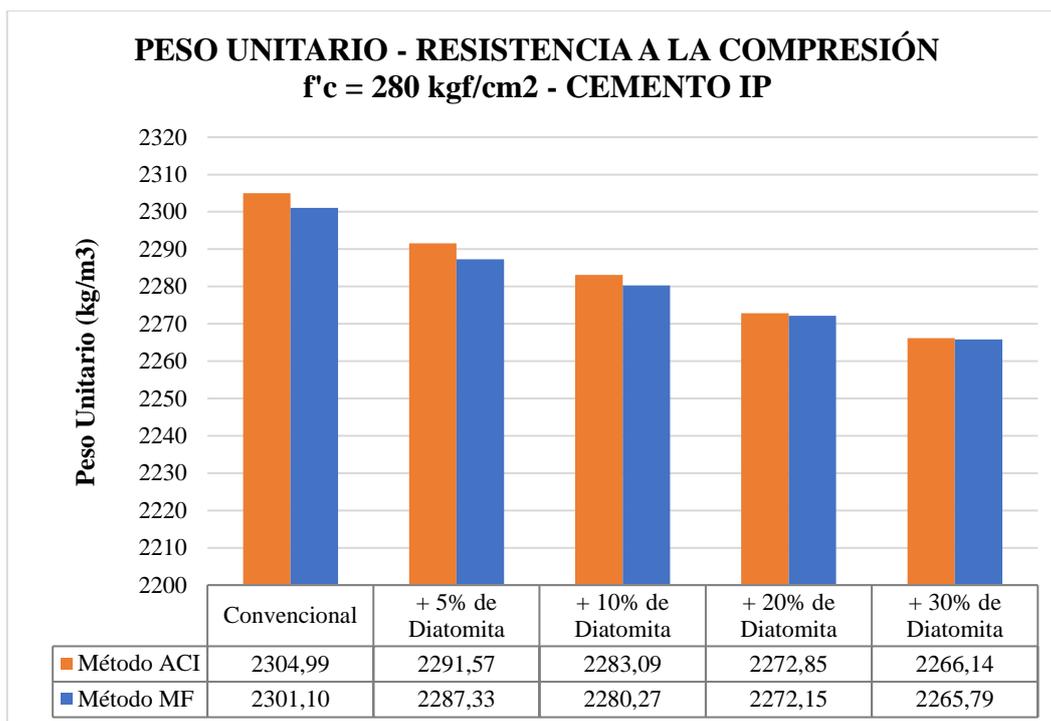
Gráfica 19. Peso Unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP.

(Fuente: Elaboración Propia)

De la gráfica se deduce que los concretos con adición de diatomita presentan un peso unitario menor que el concreto convencional. La máxima variación obtenida entre pesos unitarios es de 1.87 % en promedio, entre el concreto convencional y el concreto con adición de 30% de diatomita.

5.1.2.2. Peso Unitario del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto convencional y para los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, diseñados con los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, para una resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y con cemento del tipo IP.

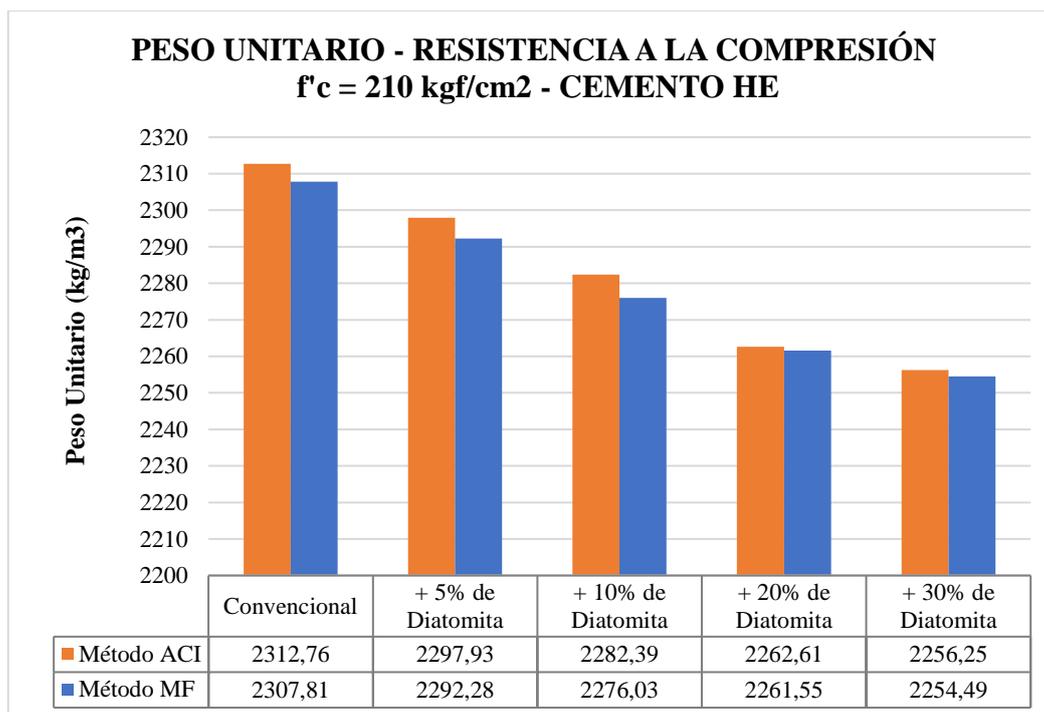


Gráfica 20. Peso Unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP.
(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con adición de diatomita presentan un peso unitario menor que el concreto convencional. La máxima variación obtenida entre pesos unitarios es de 1.61 % en promedio, entre el concreto convencional y el concreto con adición de 30% de diatomita.

5.1.2.3. Peso Unitario del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto convencional y para los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, diseñados con los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, para una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con cemento del tipo HE.



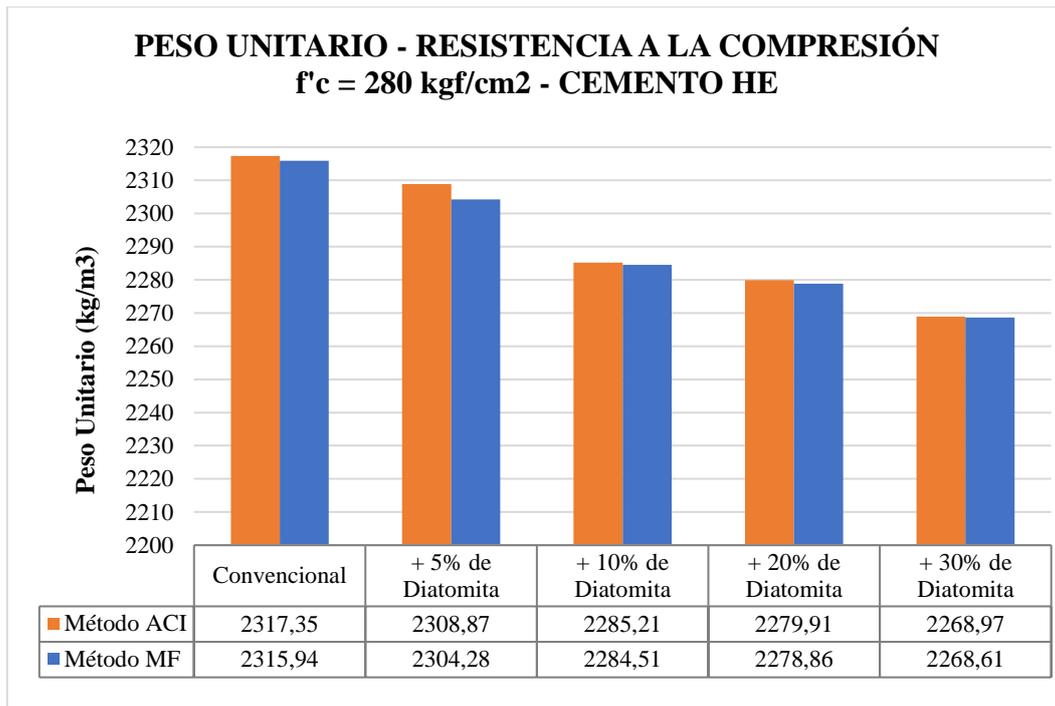
Gráfica 21. Peso Unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con adición de diatomita presentan un peso unitario menor que el concreto convencional. La máxima variación obtenida entre pesos unitarios es de 2.38 % en promedio, entre el concreto convencional y el concreto con adición de 30% de diatomita.

5.1.2.4. Peso Unitario del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto convencional y para los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, diseñados con los métodos de diseño ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, para una resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y con cemento del tipo HE.

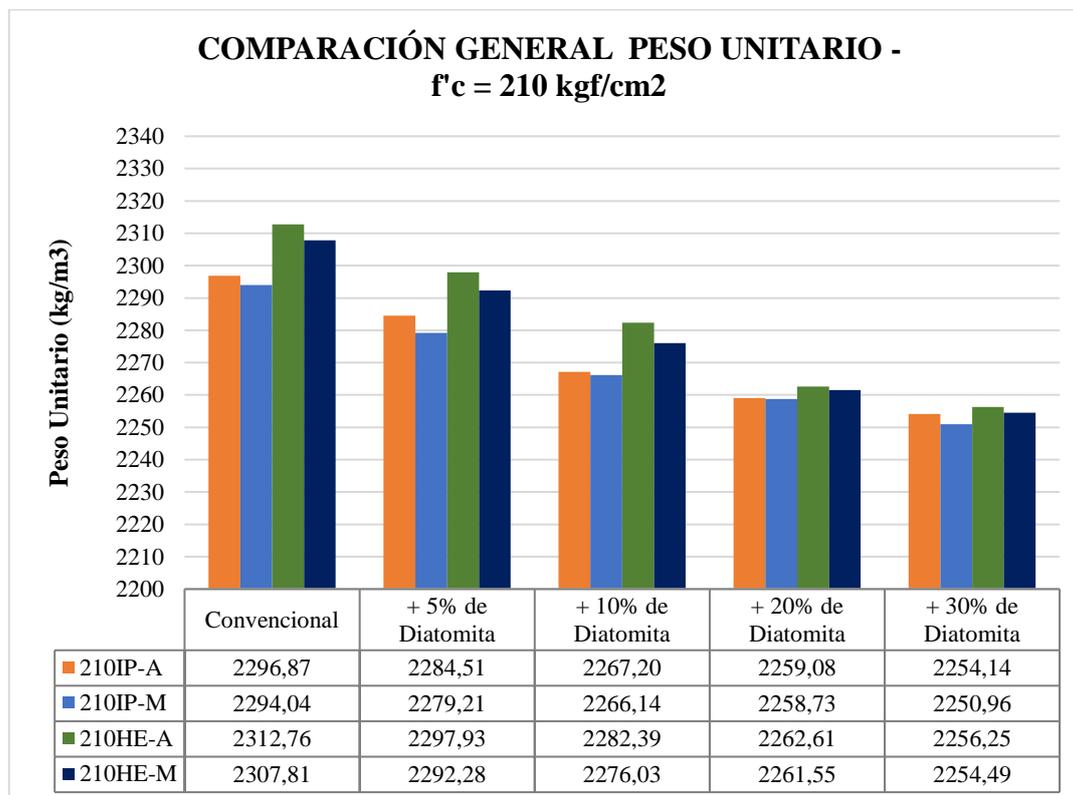


Gráfica 22. Peso Unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE.

(Fuente: Elaboración Propia)

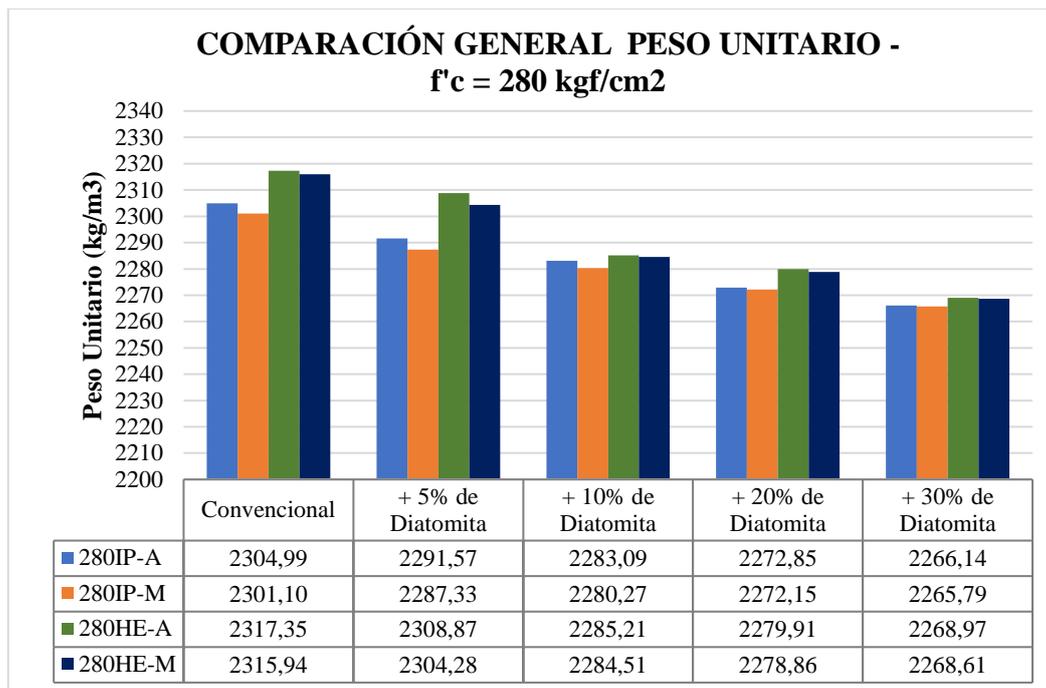
La gráfica muestra que los concretos con adición de diatomita presentan un peso unitario menor que el concreto convencional. La máxima variación obtenida entre pesos unitarios es de 2.07 % en promedio, entre el concreto convencional y el concreto con adición de 30% de diatomita.

5.1.2.5. Comparación General del Peso Unitario del concreto



Gráfica 23. Comparación General de Peso Unitario para concretos con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.
(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los mayores valores de peso unitario se dan para los concretos diseñados con el método ACI y con cemento del tipo HE, y que mientras mayor es la adición de diatomita, menor es el peso unitario en cada tipo de diseño. Haciendo la comparación entre métodos de diseño, los concretos diseñados con el método ACI presentan mayores pesos unitarios que los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, siendo las variaciones porcentuales inferiores al 1%.



Gráfica 24. Comparación General de Peso Unitario para concretos con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$.
(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los mayores valores de peso unitario se dan para los concretos diseñados con el método ACI y con cemento del tipo HE, y que mientras mayor es la adición de diatomita, menor es el peso unitario en cada tipo de diseño. Haciendo la comparación entre métodos de diseño, los concretos diseñados con el método ACI presentan mayores pesos unitarios que los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, siendo las variaciones porcentuales inferiores al 1%.

5.1.3. Temperatura

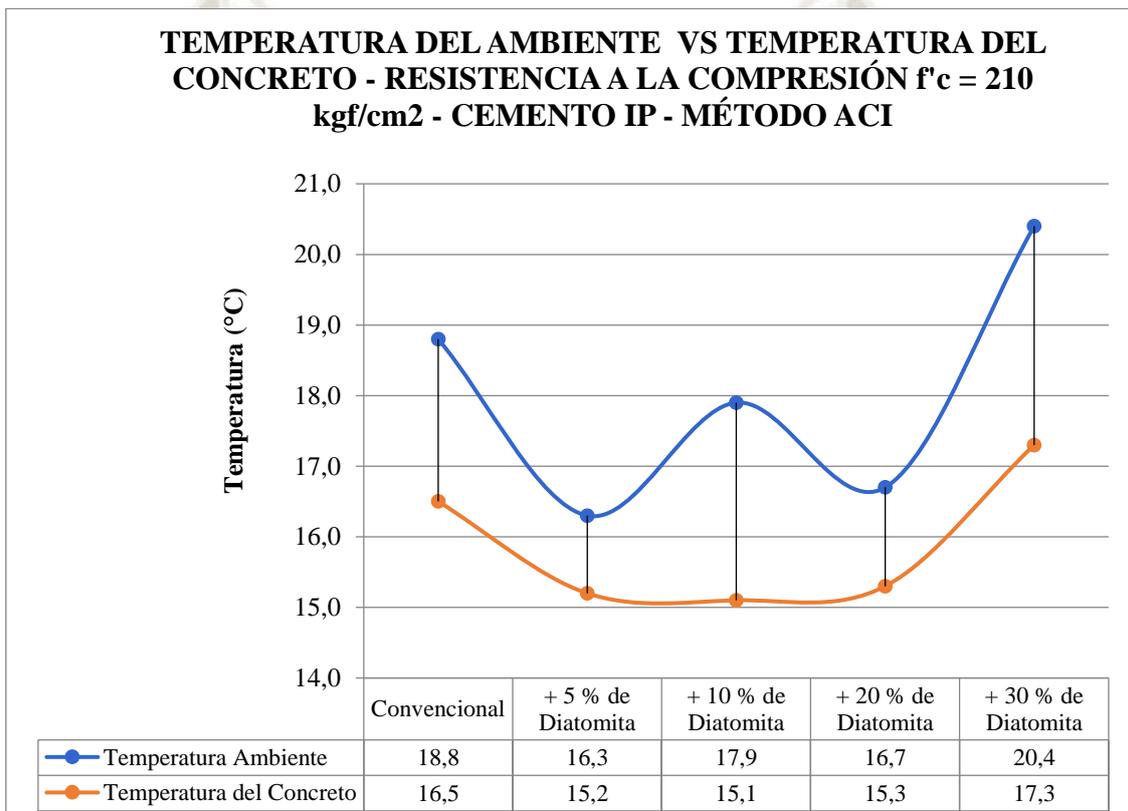
5.1.3.1. Temperatura del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto convencional y para los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, diseñados para una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con cemento del tipo IP.

Tabla 173. Gradiente térmico para concretos con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

DISEÑO	TEMPERATURA (°C)		GRADIENTE TÉRMICO (°C)
	AMBIENTE	CONCRETO	
210IPD0-A	18.8	16.5	2.3
210IPD5-A	16.3	15.2	1.1
210IPD10-A	17.9	15.1	2.8
210IPD20-A	16.7	15.3	1.4
210IPD30-A	20.4	17.3	3.1
PROMEDIO			2.1

(Fuente: Elaboración Propia)



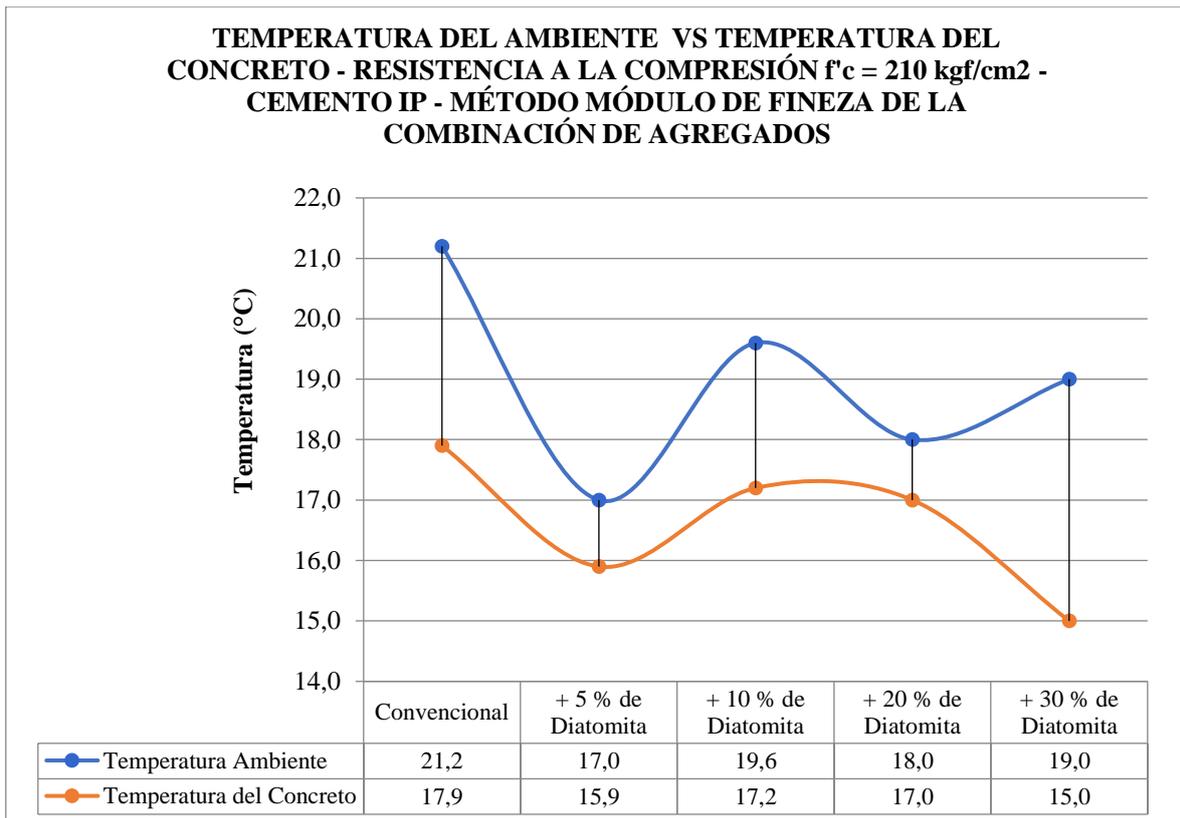
Gráfica 25. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 174. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	TEMPERATURA (°C)		GRADIENTE TÉRMICO (°C)
	AMBIENTE	CONCRETO	
210IPD0-M	21.2	17.9	3.3
210IPD5-M	17.0	15.9	1.1
210IPD10-M	19.6	17.2	2.4
210IPD20-M	18.0	17.0	1.0
210IPD30-M	19.0	15.0	4.0
PROMEDIO			2.4

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 26. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En las tablas mostradas, se nota que el gradiente de temperatura ambiente y temperatura del concreto es en promedio $2.1 \text{ }^\circ\text{C}$ y $2.4 \text{ }^\circ\text{C}$, para los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente; por lo que no se tendría problemas con la fisuración térmica.

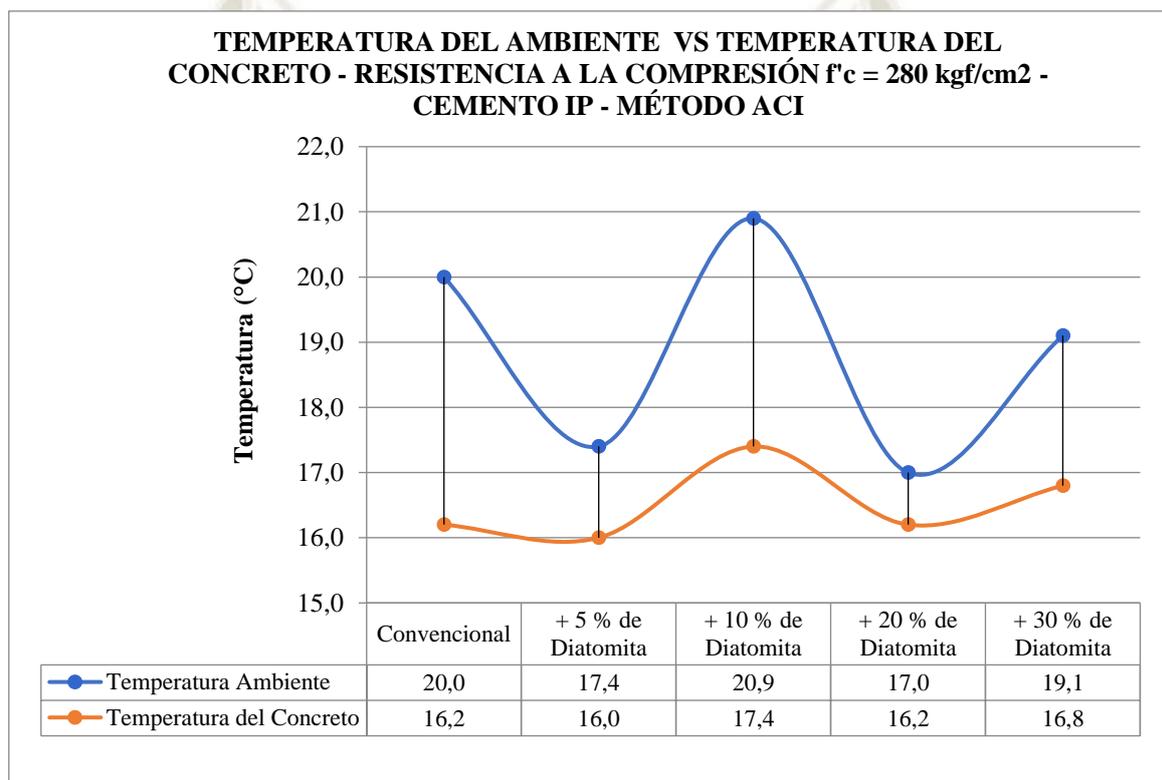
5.1.3.2. Temperatura del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto convencional y para los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, diseñados para una resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y con cemento del tipo IP.

Tabla 175. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

DISEÑO	TEMPERATURA (°C)		GRADIENTE TÉRMICO (°C)
	AMBIENTE	CONCRETO	
280IPD0-A	20.0	16.2	3.8
280IPD5-A	17.4	16.0	1.4
280IPD10-A	20.9	17.4	3.5
280IPD20-A	17.0	16.2	0.8
280IPD30-A	19.1	16.8	2.3
PROMEDIO			2.4

(Fuente: Elaboración Propia)



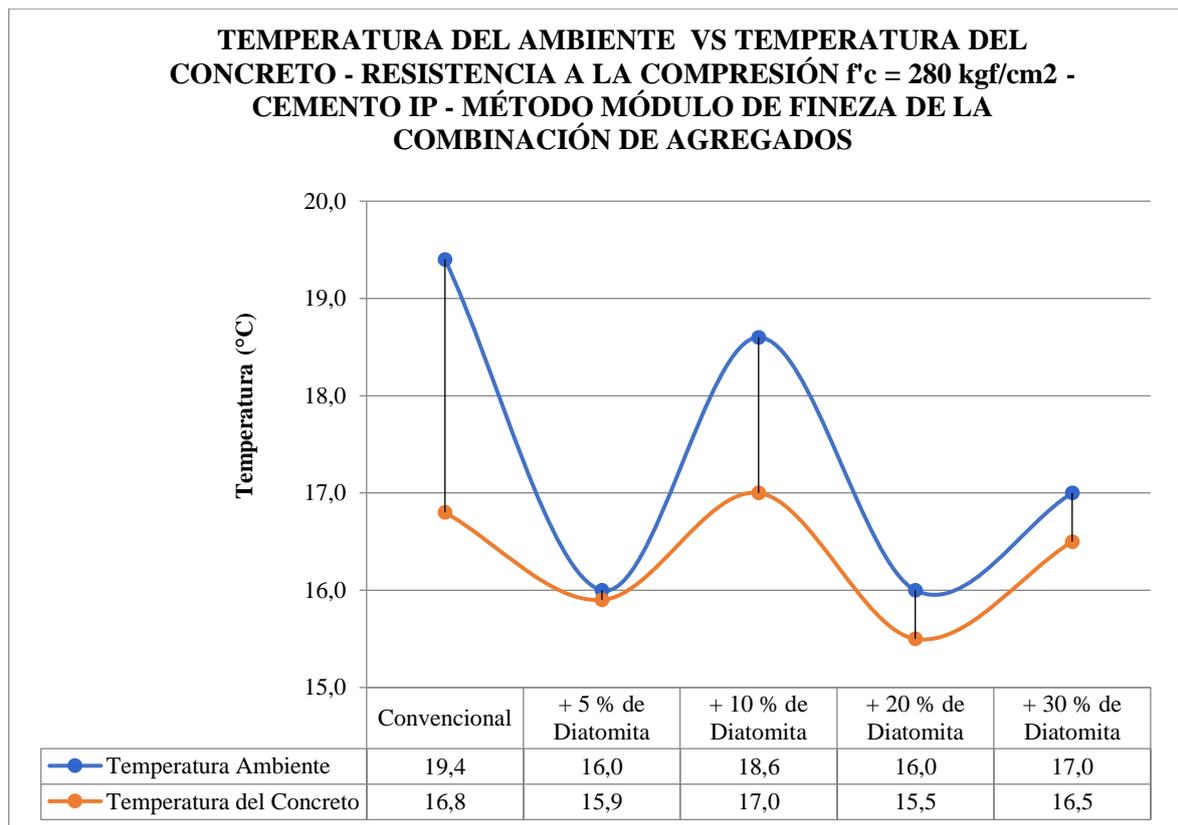
Gráfica 27. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 176. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	TEMPERATURA (°C)		GRADIENTE TÉRMICO (°C)
	AMBIENTE	CONCRETO	
280IPD0-M	19.4	16.8	2.6
280IPD5-M	16.0	15.9	0.1
280IPD10-M	18.6	17.0	1.6
280IPD20-M	16.0	15.5	0.5
280IPD30-M	17.0	16.5	0.5
PROMEDIO			1.1

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 28. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En las tablas mostradas, se nota que el gradiente de temperatura ambiente y temperatura del concreto es en promedio $2.4 \text{ }^\circ\text{C}$ y $1.1 \text{ }^\circ\text{C}$, para los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente; por lo que no se tendría problemas con la fisuración térmica.

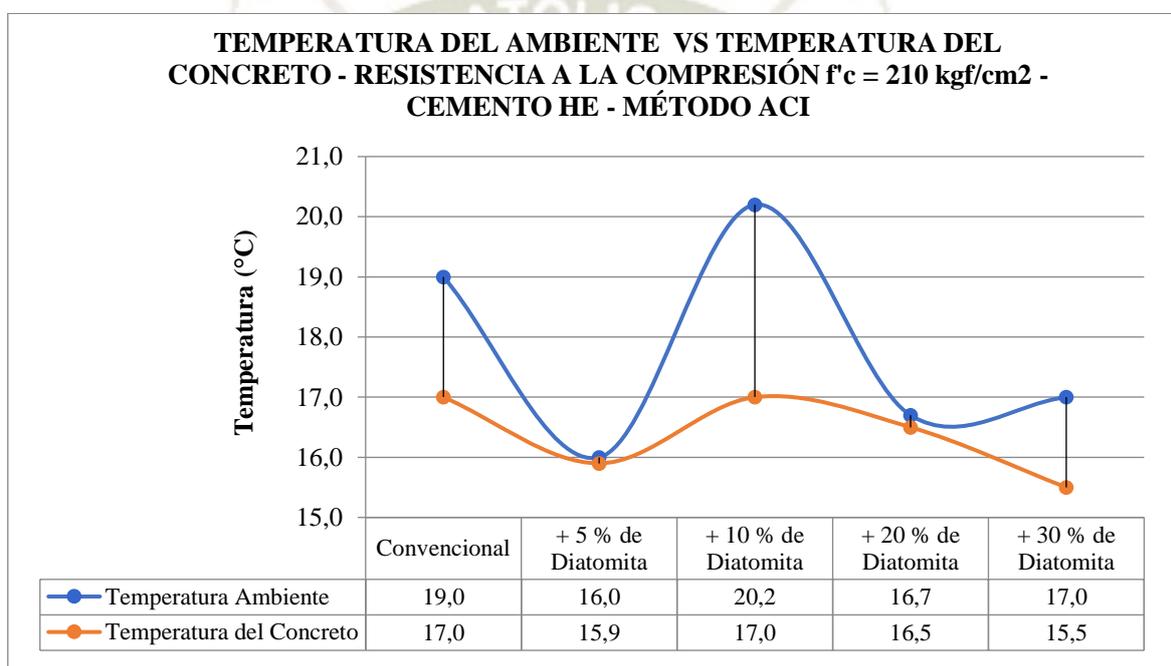
5.1.3.3. Temperatura del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto convencional y para los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, diseñados para una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con cemento del tipo HE.

Tabla 177. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

DISEÑO	TEMPERATURA (°C)		GRADIENTE TÉRMICO (°C)
	AMBIENTE	CONCRETO	
210HED0-A	19.0	17.0	2.0
210HED5-A	16.0	15.9	0.1
210HED10-A	20.2	17.0	3.2
210HED20-A	16.7	16.5	0.2
210HED30-A	17.0	15.5	1.5
PROMEDIO			1.4

(Fuente: Elaboración Propia)



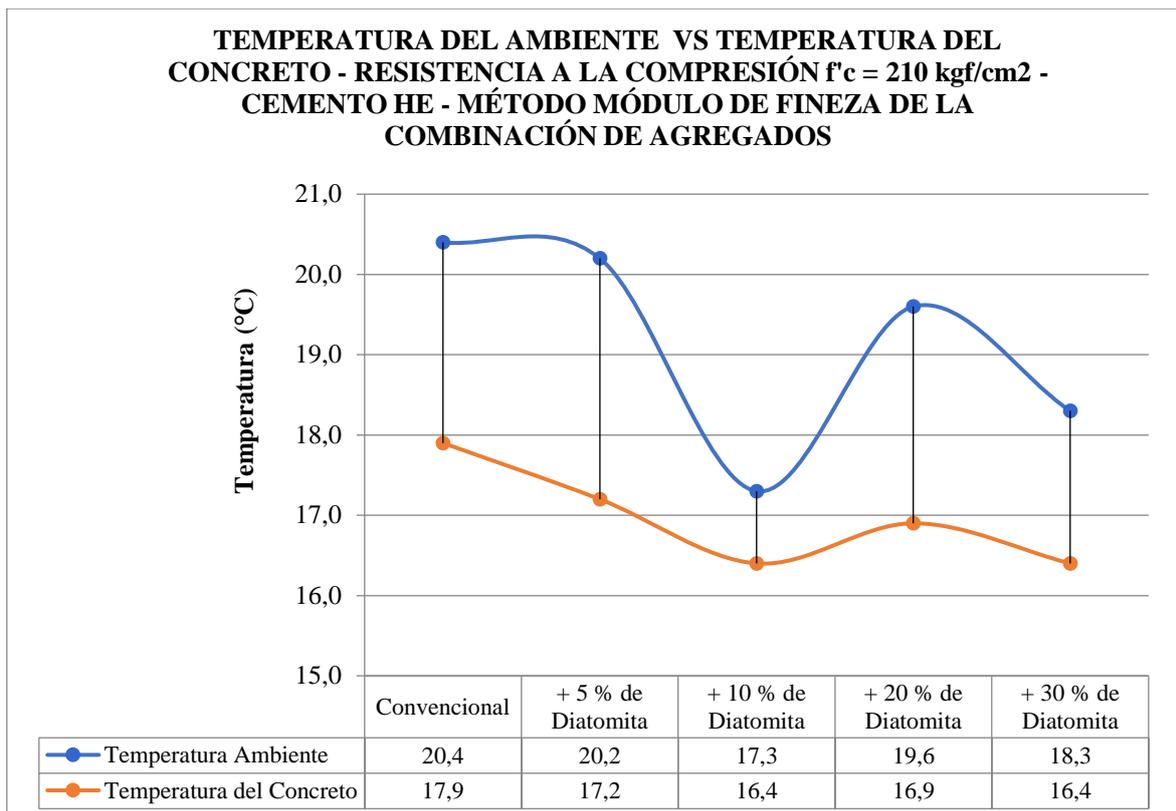
Gráfica 29. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 178. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	TEMPERATURA (°C)		GRADIENTE TÉRMICO (°C)
	AMBIENTE	CONCRETO	
210HED0-M	20.4	17.9	2.5
210HED5-M	20.2	17.2	3.0
210HED10-M	17.3	16.4	0.9
210HED20-M	19.6	16.9	2.7
210HED30-M	18.3	16.4	1.9
PROMEDIO			2.2

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 30. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En las tablas mostradas, se nota que el gradiente de temperatura ambiente y temperatura del concreto es en promedio $1.4 \text{ }^\circ\text{C}$ y $2.2 \text{ }^\circ\text{C}$, para los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente; por lo que no se tendría problemas con la fisuración térmica.

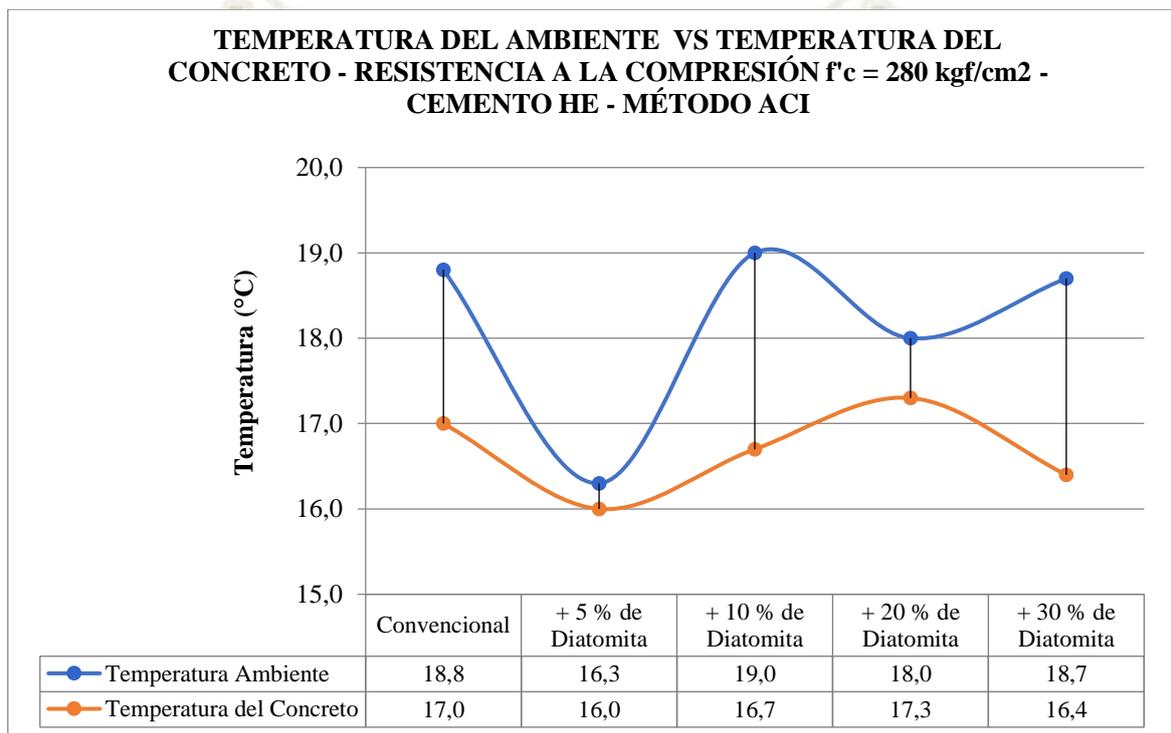
5.1.3.4. Temperatura del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el concreto convencional y para los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, diseñados para una resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y con cemento del tipo HE.

Tabla 179. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

DISEÑO	TEMPERATURA (°C)		GRADIENTE TÉRMICO (°C)
	AMBIENTE	CONCRETO	
280HED0-A	18.8	17.0	1.8
280HED5-A	16.3	16.0	0.3
280HED10-A	19.0	16.7	2.3
280HED20-A	18.0	17.3	0.7
280HED30-A	18.7	16.4	2.3
PROMEDIO			1.5

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 31. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

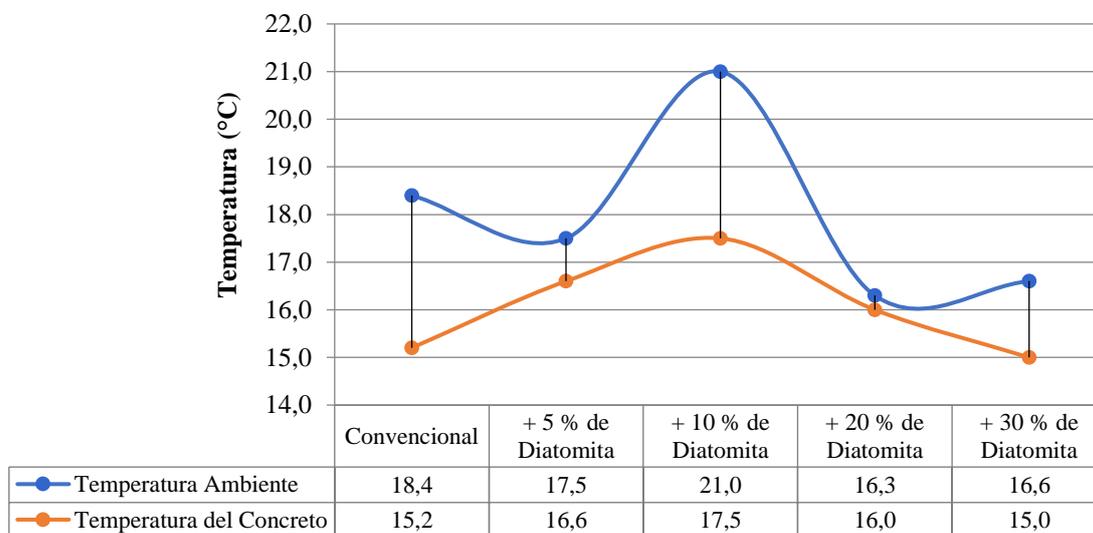
(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 180. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	TEMPERATURA (°C)		GRADIENTE TÉRMICO (°C)
	AMBIENTE	CONCRETO	
280HED0-M	18.4	15.2	3.2
280HED5-M	17.5	16.6	0.9
280HED10-M	21.0	17.5	3.5
280HED20-M	16.3	16.0	0.3
280HED30-M	16.6	15.0	1.6
PROMEDIO			1.9

(Fuente: Elaboración Propia)

**TEMPERATURA DEL AMBIENTE VS TEMPERATURA DEL
CONCRETO - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ -
CEMENTO HE - MÉTODO MÓDULO DE FINEZA DE LA
COMBINACIÓN DE AGREGADOS**

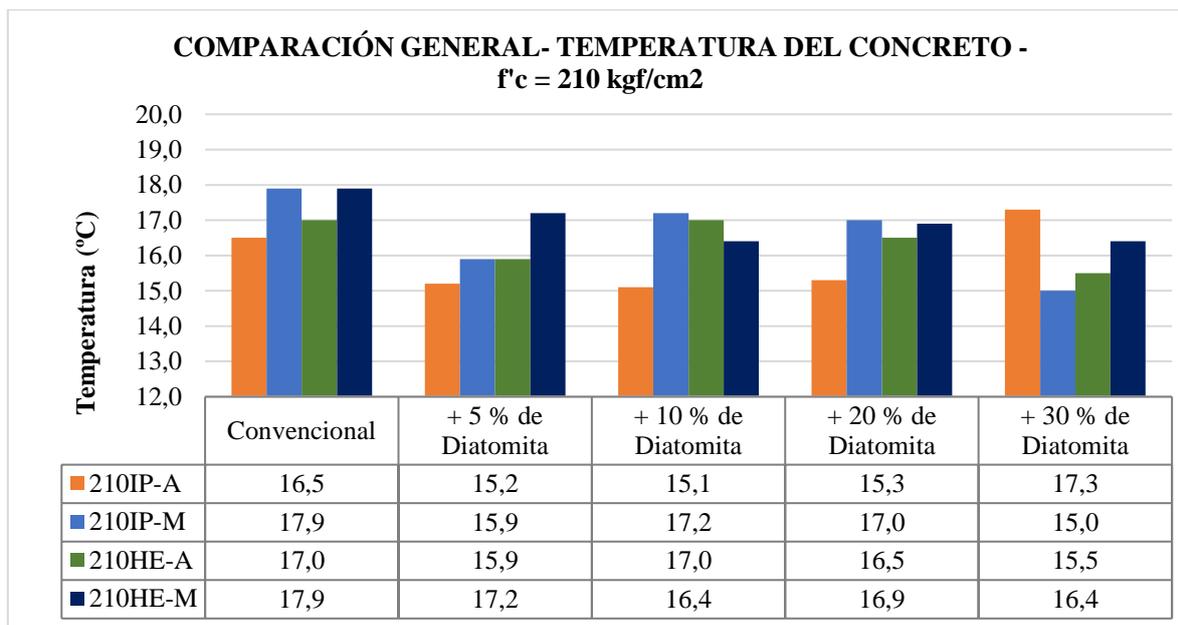


Gráfica 32. Gradiente térmico para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

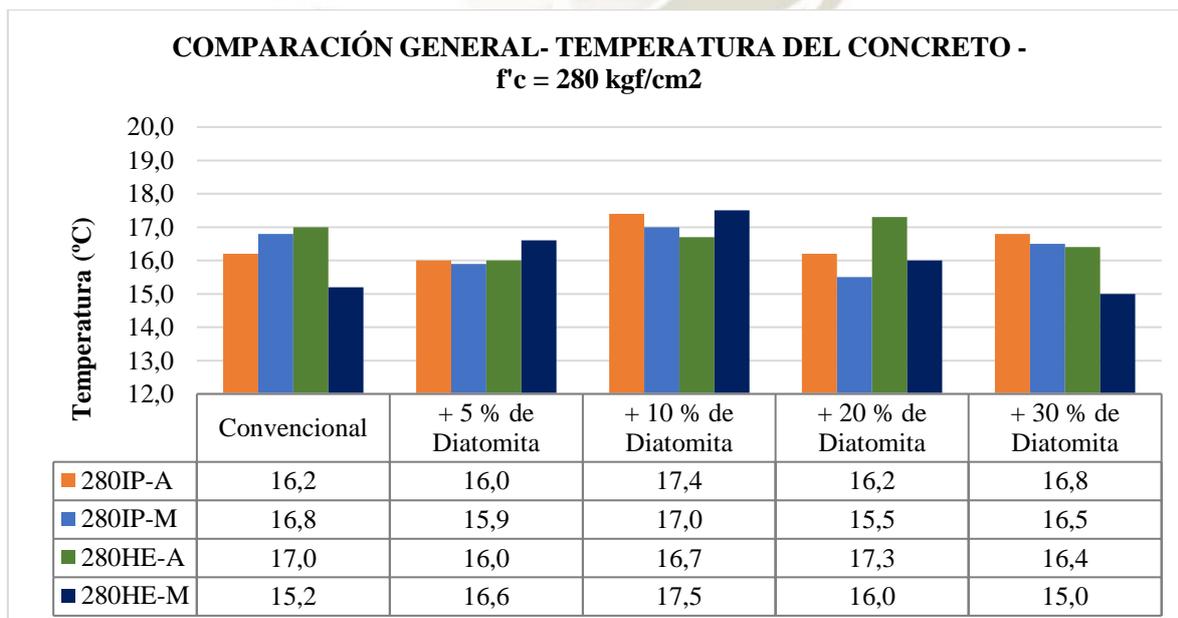
En las tablas mostradas, se nota que el gradiente de temperatura ambiente y temperatura del concreto es en promedio $1.5 \text{ }^\circ\text{C}$ y $1.9 \text{ }^\circ\text{C}$, para los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente; por lo que no se tendría problemas con la fisuración térmica.

5.1.3.5. Comparación General de la Temperatura del concreto



Gráfica 33. Comparación general de temperatura del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$
(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que en el concreto convencional y que en los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, los valores de temperatura varían entre 15.0 y 17.9 °C. Un aspecto a tener en cuenta en esta medida es que la temperatura del concreto en estado fresco cambia en función de la hora de vaciado de la mezcla.



Gráfica 34. Comparación general de temperatura del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$.
(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que en el concreto convencional y que en los concretos con diferentes dosificaciones de diatomita, los valores de temperatura varían entre 15.0 y 17.5 °C. Un aspecto a tener en cuenta en esta medida es que la temperatura del concreto en estado fresco cambia en función de la hora de vaciado de la mezcla.

5.2. Propiedades en estado endurecido

5.2.1. Resistencia a la Compresión del concreto

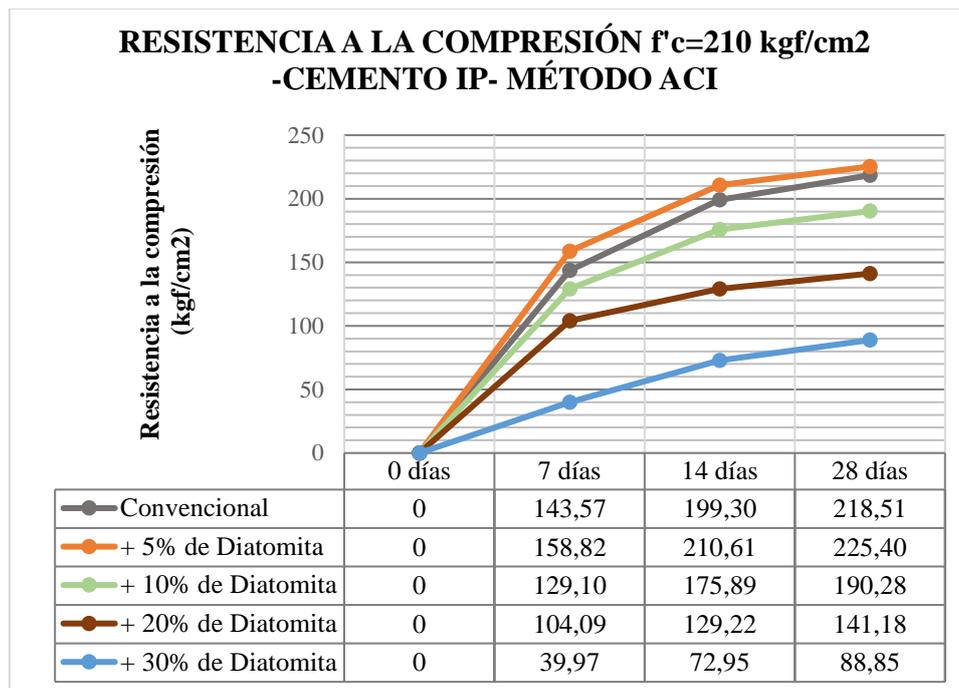
5.2.1.1. Resistencia a la Compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

A continuación, se muestran las tablas y gráficas que contienen los promedios de los resultados obtenidos para los concretos elaborados para una resistencia a la compresión de 210 kgf/cm² con cemento IP y con los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, a edades de 7, 14 y 28 días.

Tabla 181. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7, 14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO				
	210IPD0-A	210IPD5-A	210IPD10-A	210IPD20-A	210IPD30-A
7 días	143.57	158.82	129.10	104.09	39.97
14 días	199.30	210.61	175.89	129.22	72.95
28 días	218.51	225.40	190.28	141.18	88.85

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 35. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

(Fuente: Elaboración Propia)

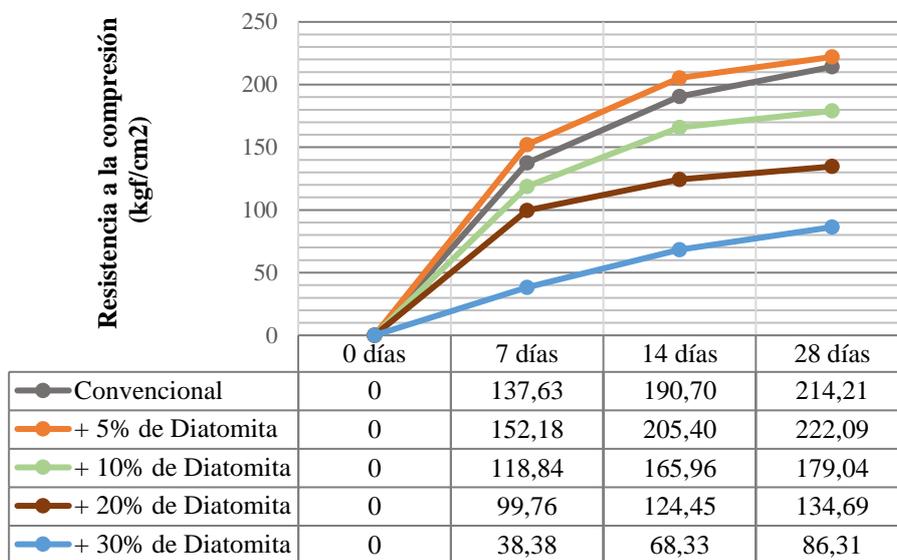
En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, el concreto con adición de 5% de diatomita es el único que presenta mayor resistencia a la compresión que el concreto convencional, con una variación de 3,16% respecto a este último. Las variaciones de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a las resistencias a la compresión de los concretos con adiciones de 10%, 20% y 30% de diatomita son significativas, pues son respectivamente de 14,83% , 54,77% y 145,94%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.

Tabla 182. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO				
	210IPD0-M	210IPD5-M	210IPD10-M	210IPD20-M	210IPD30-M
7 días	137.63	152.18	118.84	99.76	38.38
14 días	190.70	205.40	165.96	124.45	68.33
28 días	214.21	222.09	179.04	134.69	86.31

(Fuente: Elaboración Propia)

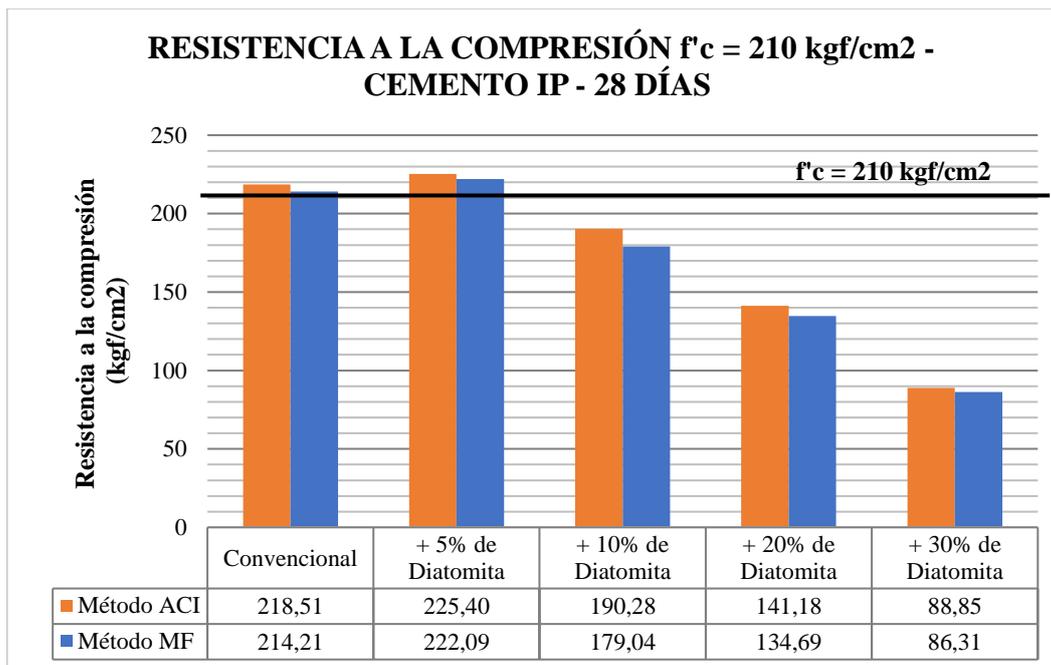
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'c=210$ kgf/cm²
-CEMENTO IP- MÉTODO MÓDULO DE FINEZA
DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS**



Gráfica 36. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, el concreto con adición de 5% de diatomita es el único que presenta mayor resistencia a la compresión que el concreto convencional, con una variación de 3.68% respecto a este último. Las variaciones de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a las resistencias a la compresión de los concretos con adiciones de 10%, 20% y 30% de diatomita son significativas, pues son respectivamente de 19.64%; 59.04% y 148.19%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.



Gráfica 37. Resistencia a la Compresión Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con 5% de adición de diatomita diseñados por los métodos ACI y del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presentan mayor resistencia a la compresión que los concretos convencionales, siendo el método de diseño ACI el que presenta el mejor resultado.

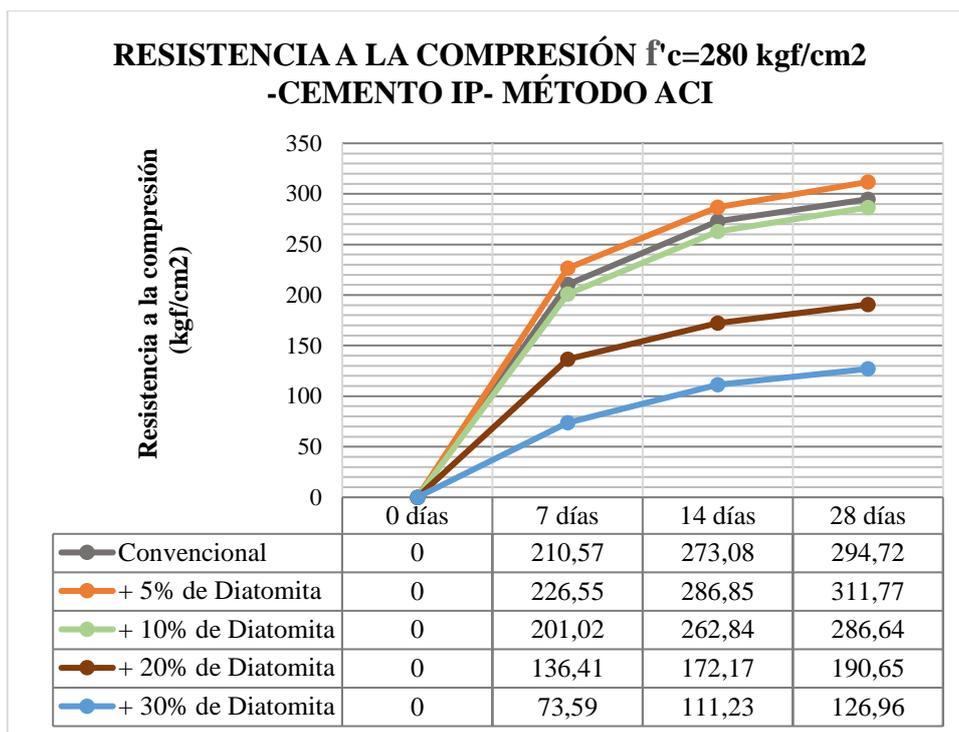
5.2.1.2. Resistencia a la Compresión de concreto $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

A continuación, se muestran las tablas y gráficas que contienen los promedios de los resultados obtenidos para los concretos elaborados para una resistencia a la compresión de 280 kgf/cm^2 con cemento IP y con los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, a edades de 7,14 y 28 días.

Tabla 183. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO				
	280IPD0-A	280IPD5-A	280IPD10-A	280IPD20-A	280IPD30-A
7 días	210.57	226.55	201.02	136.41	73.59
14 días	273.08	286.85	262.84	172.17	111.23
28 días	294.72	311.77	286.64	190.65	126.96

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 38. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.

(Fuente: Elaboración Propia)

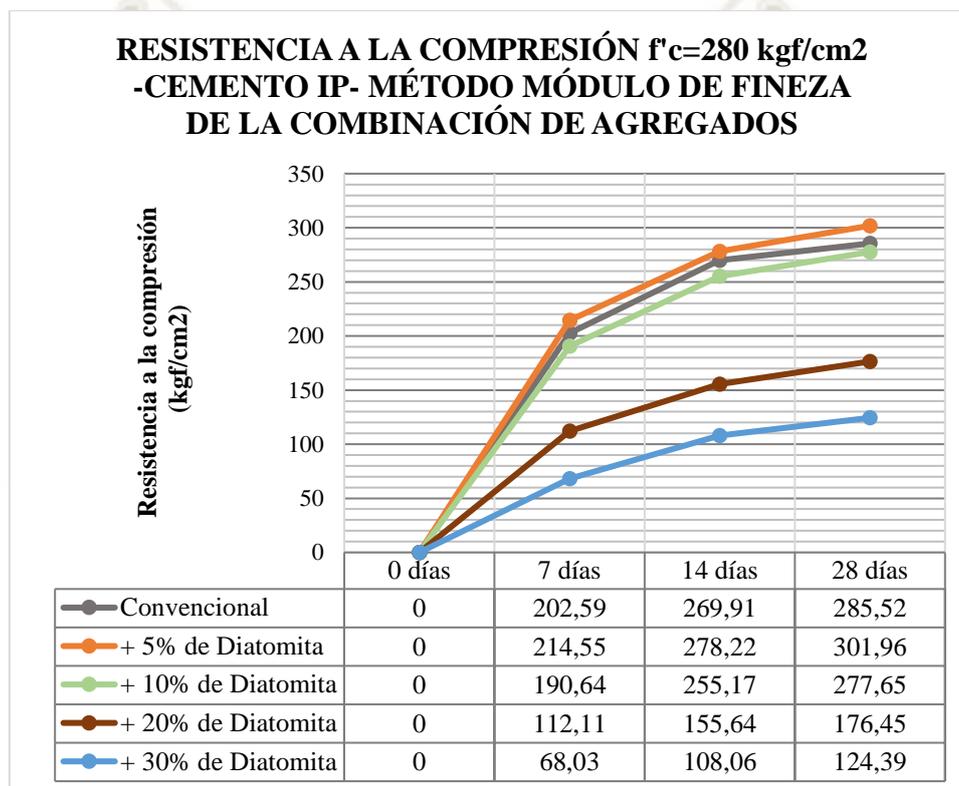
En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, el concreto con adición de 5% de diatomita es el único que presenta mayor resistencia a la compresión que el concreto convencional, con una variación de 5.79% respecto a este último.

La variación de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión del concreto con 10 % de adición de diatomita no es significativa pues es de 2.82%. Sin embargo, las variaciones de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a las resistencias a la compresión de los concretos con adiciones de 20% y 30% de diatomita son significativas, pues son respectivamente son de 54.59% y 132.14%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.

Tabla 184. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO				
	280IPD0-M	280IPD5-M	280IPD10-M	280IPD20-M	280IPD30-M
7 días	202.59	214.55	190.64	112.11	68.03
14 días	269.91	278.22	255.17	155.64	108.06
28 días	285.52	301.96	277.65	176.45	124.39

(Fuente: Elaboración Propia)

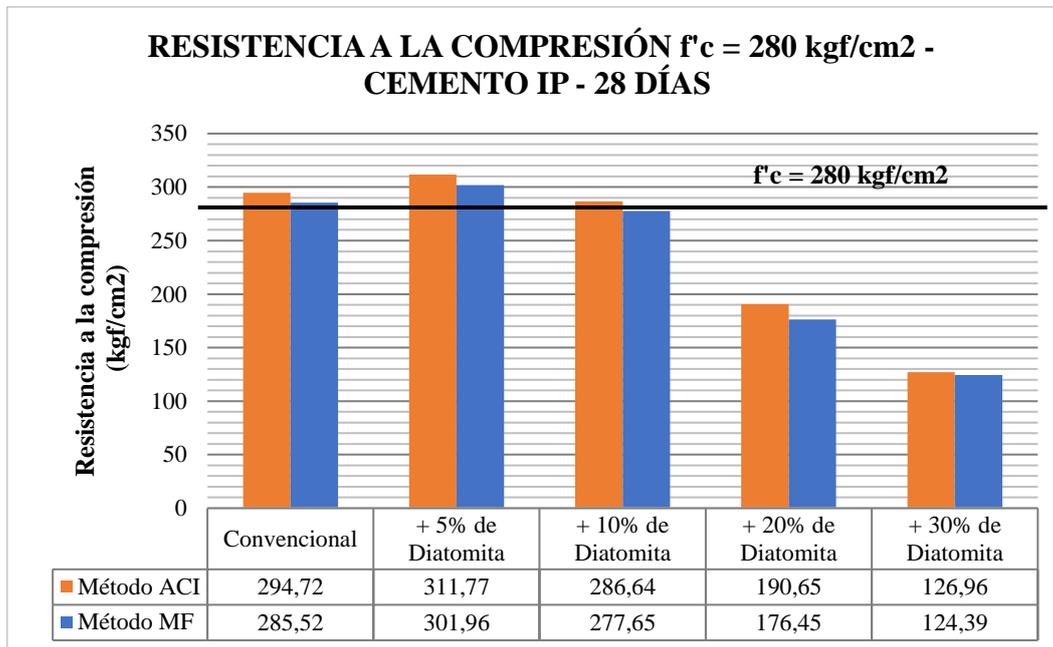


Gráfica 39. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, el concreto con adición de 5% de diatomita es el único que presenta mayor resistencia a la compresión que el concreto convencional, con una variación de 5.76% respecto a este último. La variación de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a la resistencia a la compresión del concreto con 10 % de adición de diatomita no es significativa pues es de 2.83%. Sin embargo, las variaciones de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a las resistencias a la compresión de los concretos con adiciones de 20%

y 30% de diatomita son significativas, pues son respectivamente son de 61.81% y 129.54%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.



Gráfica 40. Resistencia a la Compresión Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con 5% de adición de diatomita diseñados por los métodos ACI y del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presentan mayor resistencia a la compresión que los concretos convencionales, siendo el método de diseño ACI el que presenta el mejor resultado. Cabe resaltar que en el caso del concreto con 10% de adición de diatomita, aquel diseñado con el método del ACI, presenta un valor ligeramente superior a la resistencia requerida y que aquel diseñado con el método del módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presenta valor ligeramente inferior.

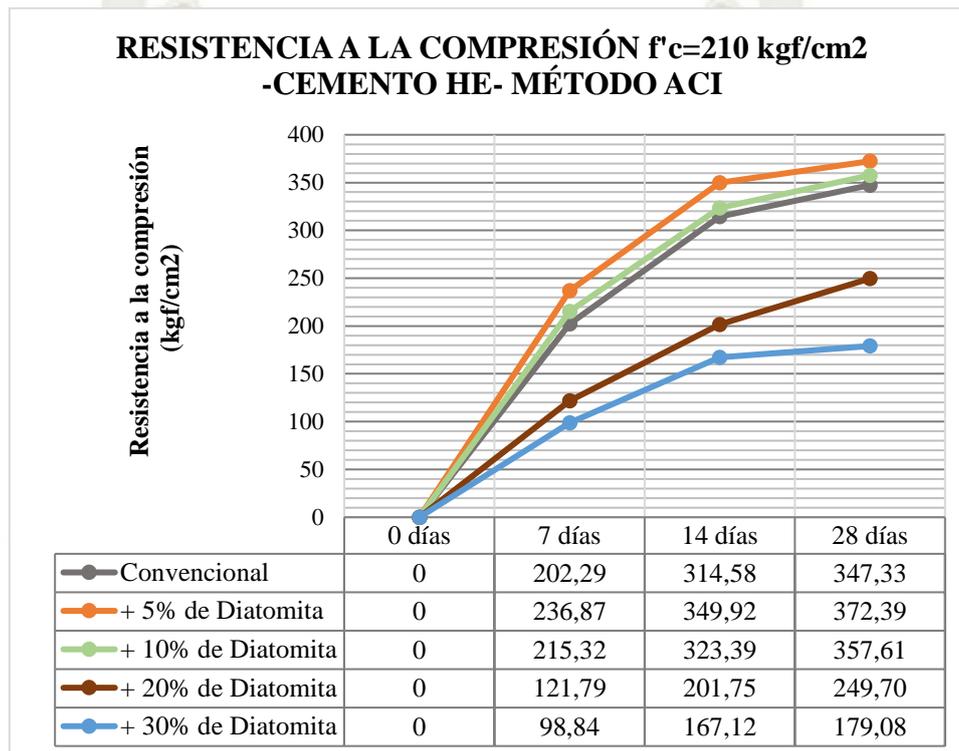
5.2.1.3. Resistencia a la Compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

A continuación, se muestran las tablas y gráficas que contienen los promedios de los resultados obtenidos para los concretos elaborados para una resistencia a la compresión de 210 kgf/cm^2 con cemento HE y con los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, a edades de 7,14 y 28 días.

Tabla 185. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método ACI.

EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO				
	210HED0-A	210HED5-A	210HED10-A	210HED20-A	210HED30-A
7 días	202.29	236.87	215.32	121.79	98.84
14 días	314.58	349.92	323.39	201.75	167.12
28 días	347.33	372.39	357.61	249.70	179.08

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 41. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método ACI.

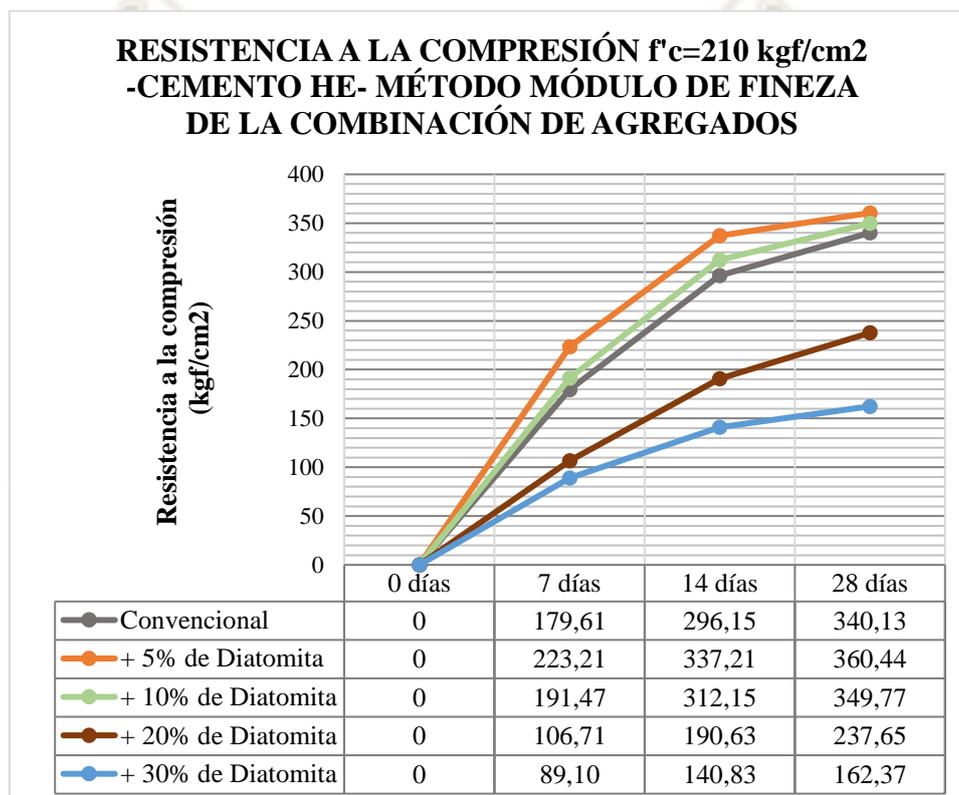
(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, los concretos con adiciones de 5% y 10% de diatomita son los únicos que presentan mayor resistencia a la compresión que el concreto convencional, con variaciones de 7.21%, y 2.96% respecto a este último. La variación de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto convencional a respecto a la resistencia a la compresión del concreto con adiciones de 20 % y 30% de diatomita son significativas pues respectivamente son de 139.10% y 193.95%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.

Tabla 186. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO				
	210HED0-M	210HED5-M	210HED10-M	210HED20-M	210HED30-M
7 días	179.61	223.21	191.47	106.71	89.10
14 días	296.15	337.21	312.15	190.63	140.83
28 días	340.13	360.44	349.77	237.65	162.37

(Fuente: Elaboración Propia)

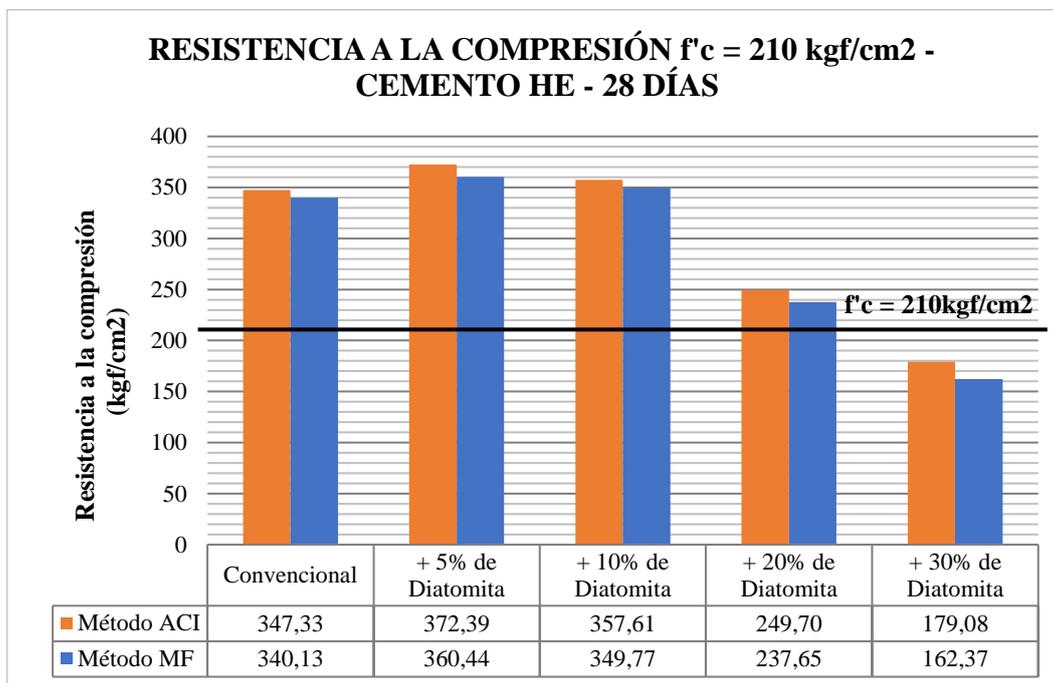


Gráfica 42. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, los concretos con adiciones de 5% y 10% de diatomita son los únicos que presentan mayor resistencia a la compresión que el concreto convencional, con variaciones de 5.97%, y 2.83% respecto a este último. La variación de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto convencional a respecto a la resistencia a la compresión del concreto con adiciones de 20 % y 30% de diatomita son

significativas pues respectivamente son de 143.12% y 209.48%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.



Gráfica 43. Resistencia a la Compresión Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con 5% y 10% de adición de diatomita diseñados por los métodos ACI y del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presentan mayor resistencia a la compresión que los concretos convencionales, siendo el método de diseño ACI el que presenta el mejor resultado en ambos casos. Cabe resaltar que en el caso del concreto con 20% de adición de diatomita, los valores de resistencia a la compresión de ambos métodos de diseño, superan al valor de la resistencia requerida.

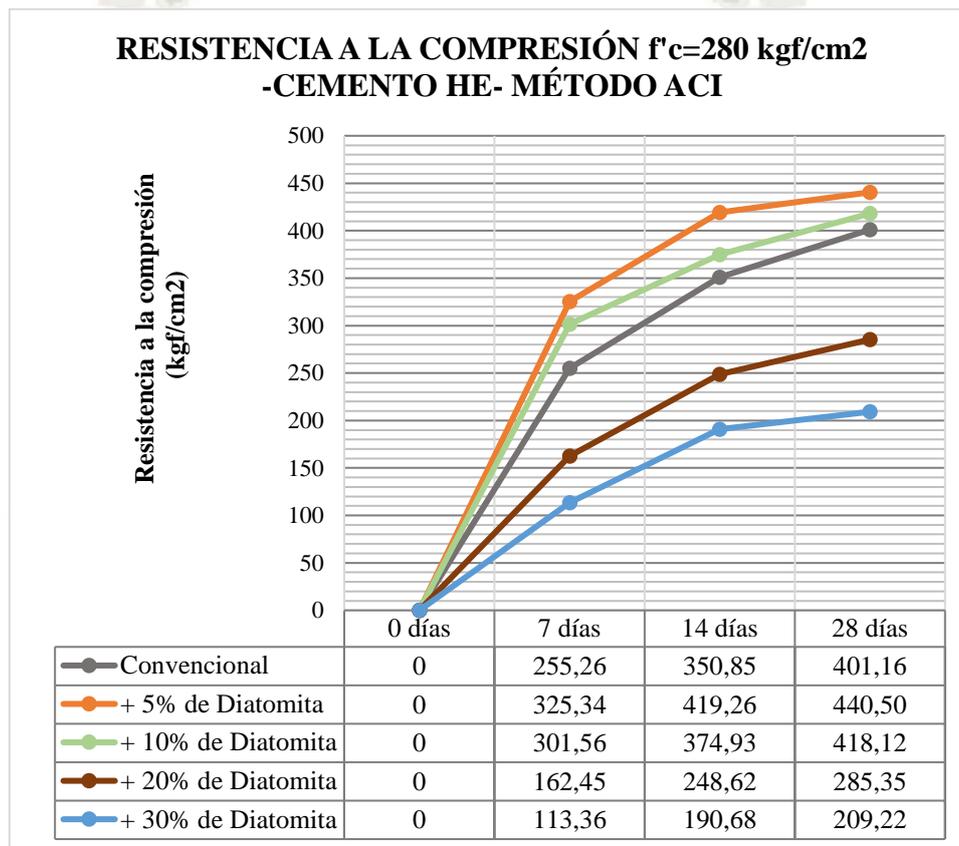
5.2.1.4. Resistencia a la Compresión de concreto $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

A continuación, se muestran las tablas y gráficas que contienen los promedios de los resultados obtenidos para los concretos elaborados para una resistencia a la compresión de 280 kgf/cm² con cemento HE y con los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, a edades de 7,14 y 28 días.

Tabla 187. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm^2 , con Cemento HE, y con el Método ACI.

EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO				
	280HED0-A	280HED5-A	280HED10-A	280HED20-A	280HED30-A
7 días	255.26	325.34	301.56	162.45	113.36
14 días	350.85	419.26	374.93	248.62	190.68
28 días	401.16	440.50	418.12	285.35	209.22

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 44. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm^2 , con Cemento HE, y con el Método ACI.

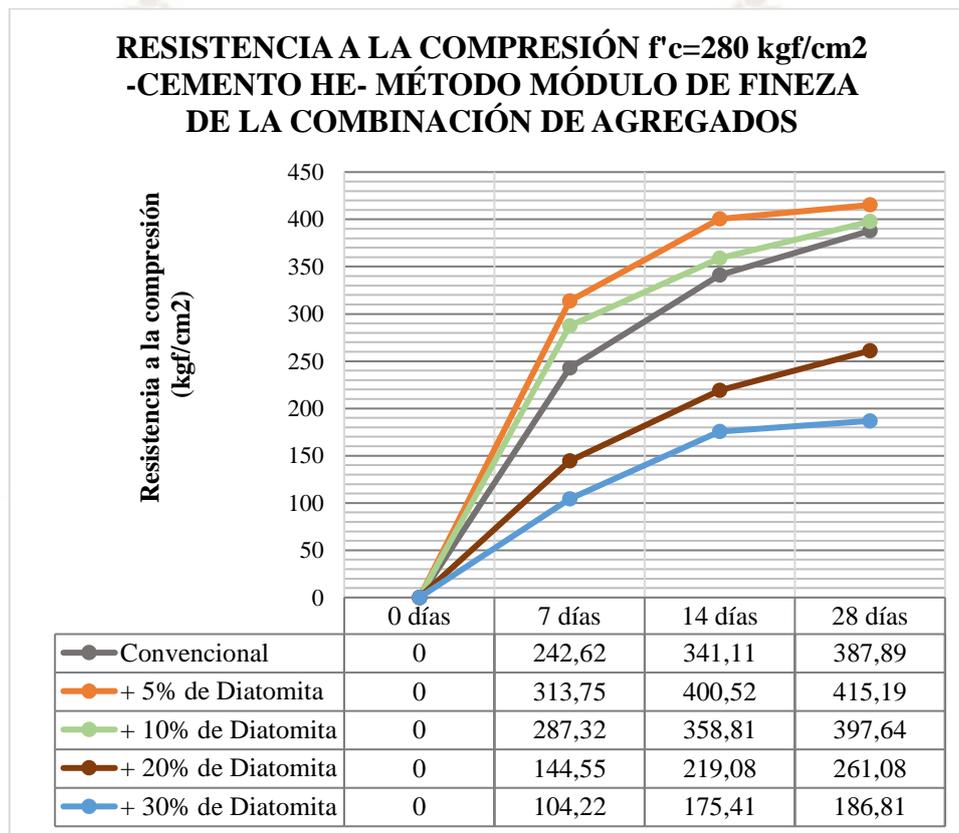
(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, los concretos con adiciones de 5% y 10% de diatomita son los únicos que presentan mayor resistencia a la compresión que el concreto convencional, con variaciones de 9.81%, y 4.23% respecto a este último. La variación de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto convencional a respecto a la resistencia a la compresión del concreto con adiciones de 20 % y 30% de diatomita son significativas pues respectivamente son de 140.59% y 191.74%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.

Tabla 188. Resistencia a la Compresión Promedio para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO				
	280HED0-M	280HED5-M	280HED10-M	280HED20-M	280HED30-M
7 días	242.62	313.75	287.32	144.55	104.22
14 días	341.11	400.52	358.81	219.08	175.41
28 días	387.89	415.19	397.64	261.08	186.81

(Fuente: Elaboración Propia)

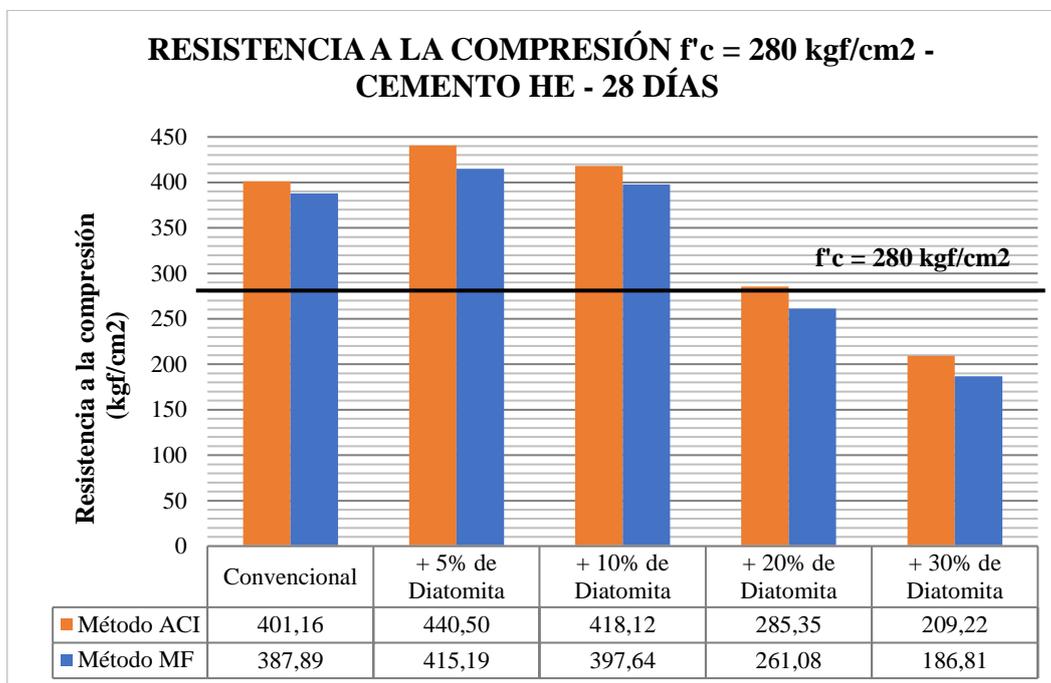


Gráfica 45. Resistencia a la Compresión Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280$ kgf/cm², con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, los concretos con adiciones de 5% y 10% de diatomita son los únicos que presentan mayor resistencia a la compresión que el concreto convencional, con variaciones de 7.04%, y 2.51% respecto a este último. La variación de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto convencional a respecto a la resistencia a la compresión del concreto con adiciones de 20 % y 30% de diatomita son

significativas pues respectivamente son de 148.57% y 207.64%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.

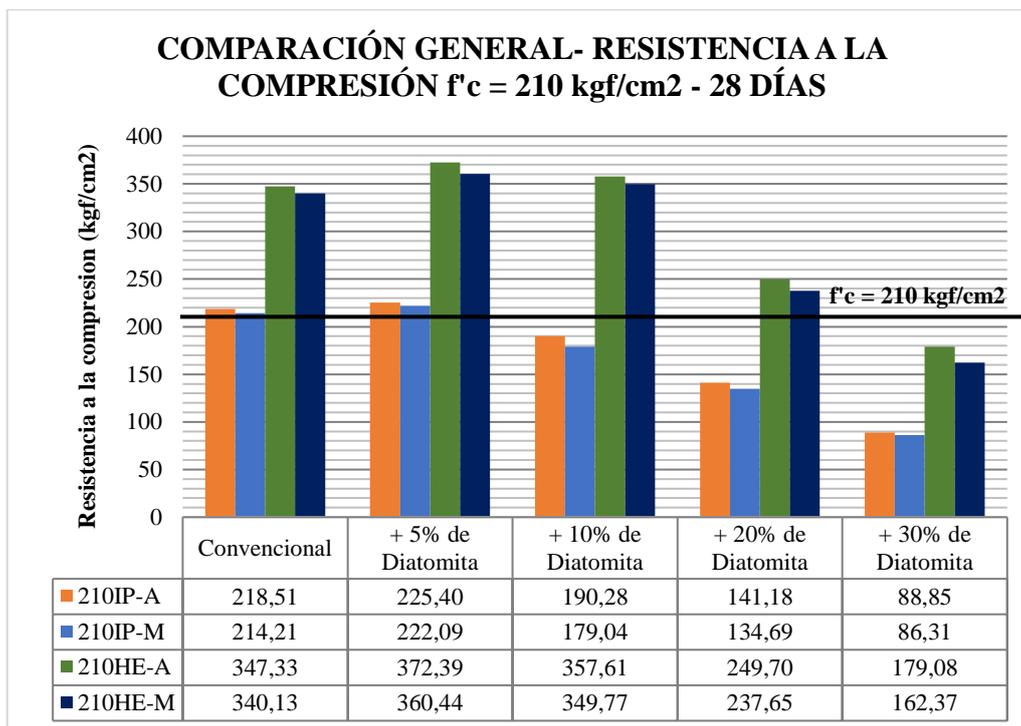


Gráfica 46. Resistencia a la Compresión Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con 5% y 10% de adición de diatomita diseñados por los métodos ACI y del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presentan mayor resistencia a la compresión que los concretos convencionales, siendo el método de diseño ACI el que presenta el mejor resultado en ambos casos. Cabe resaltar que en el caso del concreto con 20% de adición de diatomita, aquel diseñado con el método del ACI, presenta un valor ligeramente superior a la resistencia requerida y que aquel diseñado con el método del módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presenta un valor inferior.

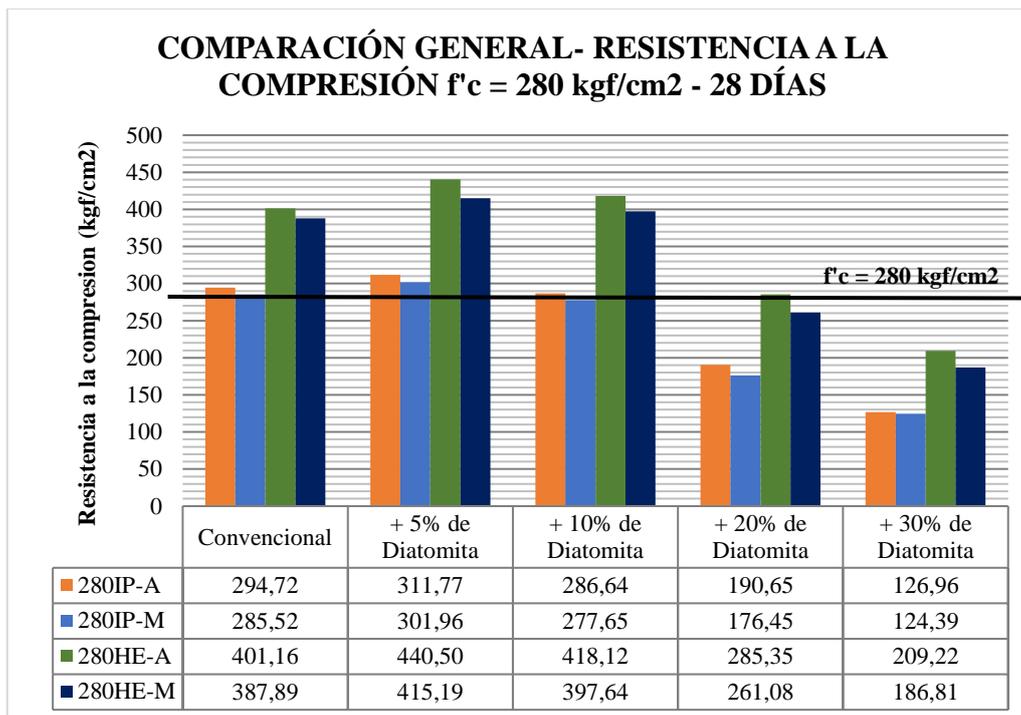
5.2.1.5. Comparación General de la Resistencia a la Compresión del concreto



Gráfica 47. Comparación General de concretos elaborados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ a los 28 días de edad.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los mayores valores de resistencia a la compresión, se dan para los concretos diseñados con el método ACI y con cemento del tipo HE. Haciendo la comparación entre métodos de diseño, los concretos diseñados con el método ACI presentan mayores resistencias a la compresión que los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, siendo la mayor variación porcentual de 10.29%, y la menor variación porcentual de 1.49%, dadas para el concreto elaborado con adición de 30% de diatomita y con cemento tipo HE, y para el concreto elaborado con adición de 5% de diatomita y con cemento tipo IP respectivamente.



Gráfica 48. Comparación General de concretos elaborados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ a los 28 días de edad.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los mayores valores de resistencia a la compresión, se dan para los concretos diseñados con el método ACI y con cemento del tipo HE. Haciendo la comparación entre métodos de diseño, los concretos diseñados con el método ACI presentan mayores resistencias a la compresión que los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, siendo la mayor variación porcentual de 12%, y la menor variación porcentual de 2.07%, dadas para el concreto elaborado con adición de 30% de diatomita y con cemento tipo HE, y para el concreto elaborado con adición de 30% de diatomita y con cemento tipo IP respectivamente.

5.2.2. Resistencia a la Tracción del concreto

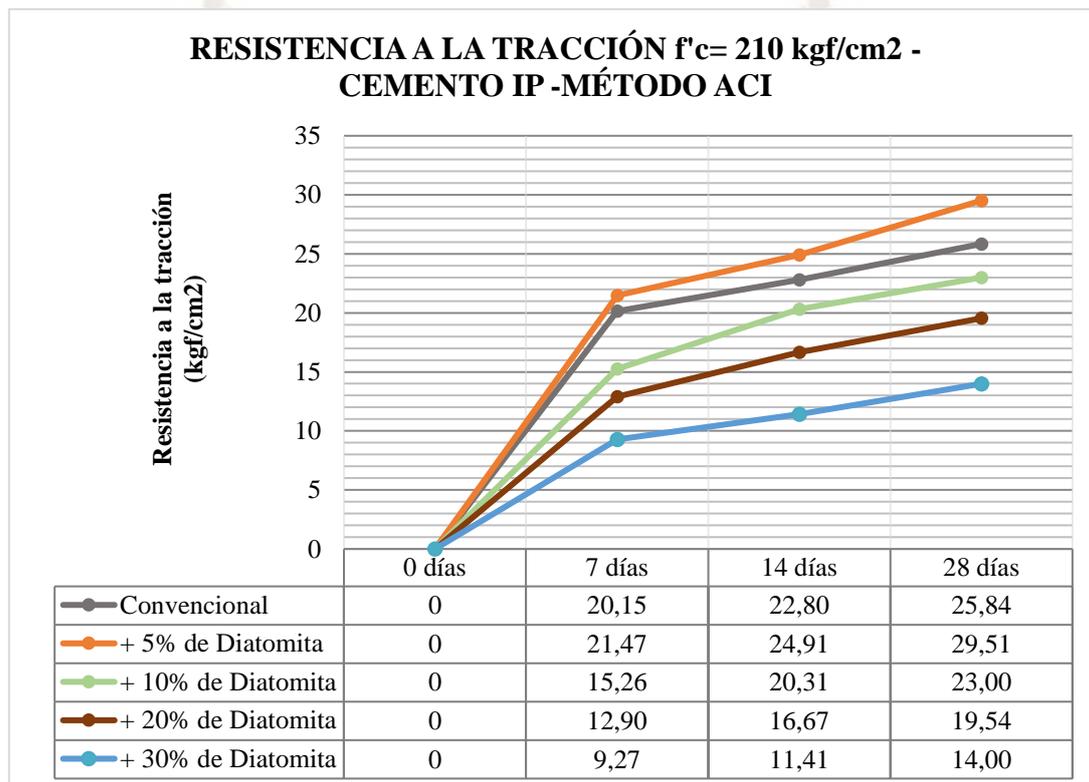
5.2.2.1. Resistencia a la Tracción del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

A continuación, se muestran las tablas y gráficas que contienen los promedios de los resultados obtenidos para los concretos elaborados para una resistencia a la compresión de 210 kgf/cm^2 con cemento IP y con los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, a edades de 7,14 y 28 días.

Tabla 189. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

EDAD	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				
	210IPD0-A	210IPD5-A	210IPD10-A	210IPD20-A	210IPD30-A
7 días	20.15	21.47	15.26	12.90	9.27
14 días	22.80	24.91	20.31	16.67	11.41
28 días	25.84	29.51	23.00	19.54	14.00

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 49. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

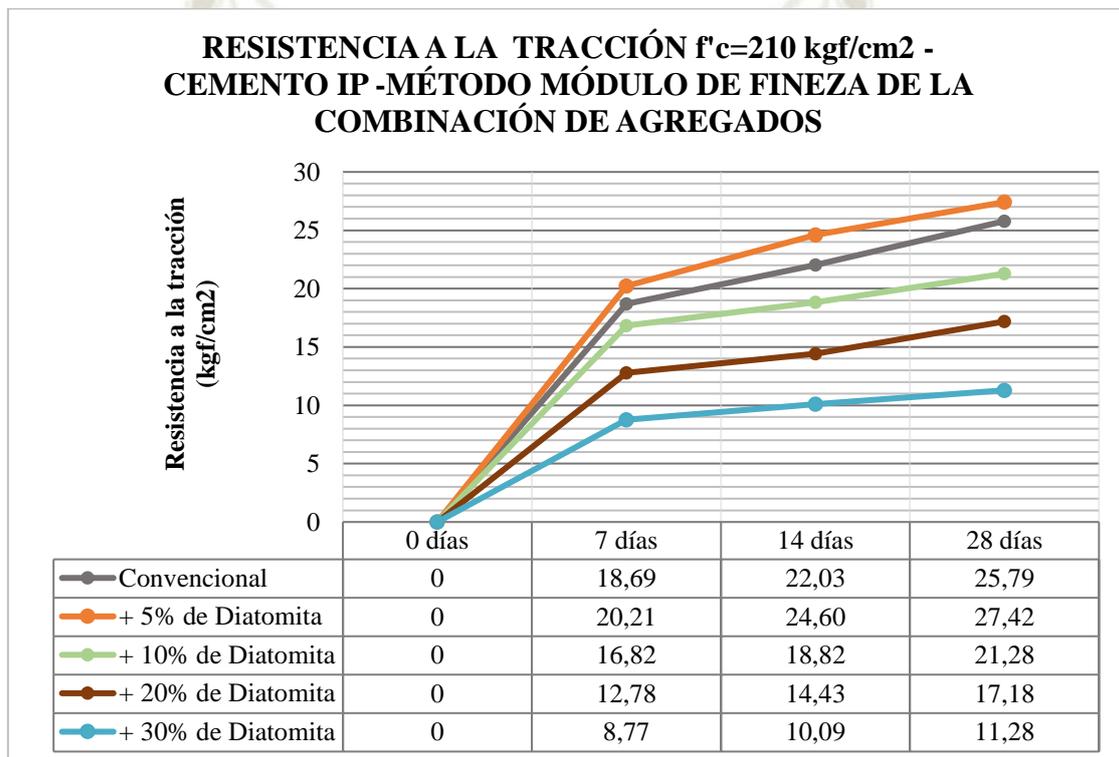
(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, el concreto con adición de 5% de diatomita es el único que presenta mayor resistencia a la tracción que el concreto convencional, con una variación de 14.22% respecto a este último. Las variaciones de la resistencia a la tracción a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a las resistencias a la tracción de los concretos con adiciones de 10%, 20% y 30% de diatomita son significativas, pues son respectivamente de 12.36%; 32.22% y 84.64%. En todos los concretos diseñados, la relación entre adición de diatomita y la resistencia a la tracción es inversamente proporcional.

Tabla 190. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

EDAD	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				
	210IPD0-M	210IPD5-M	210IPD10-M	210IPD20-M	210IPD30-M
7 días	18.69	20.21	16.82	12.78	8.77
14 días	22.03	24.60	18.82	14.43	10.09
28 días	25.79	27.42	21.28	17.18	11.28

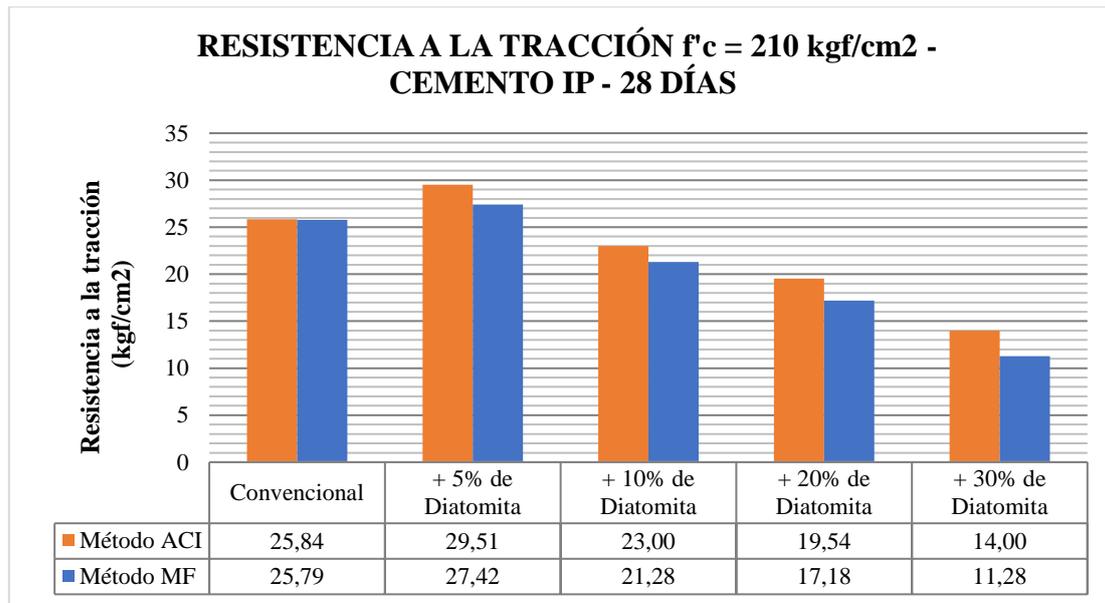
(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 50. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, el concreto con adición de 5% de diatomita es el único que presenta mayor resistencia a la tracción que el concreto convencional, con una variación de 6.33% respecto a este último. Las variaciones de la resistencia a la tracción a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a las resistencias a la tracción de los concretos con adiciones de 10%, 20% y 30% de diatomita son significativas, pues son respectivamente de 21.16%; 50.08% y 128.51%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.



Gráfica 51. Resistencia a la Tracción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con 5% de adición de diatomita diseñados por los métodos ACI y del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presentan mayor resistencia a la tracción que los concretos convencionales, siendo el método de diseño ACI el que presenta el mejor resultado. Cabe resaltar que en el caso del concreto con 10% de adición de diatomita, aquel diseñado con el método del ACI y el método del módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, presentan un valor ligeramente superior a la resistencia requerida (10% de la resistencia a la compresión de diseño).

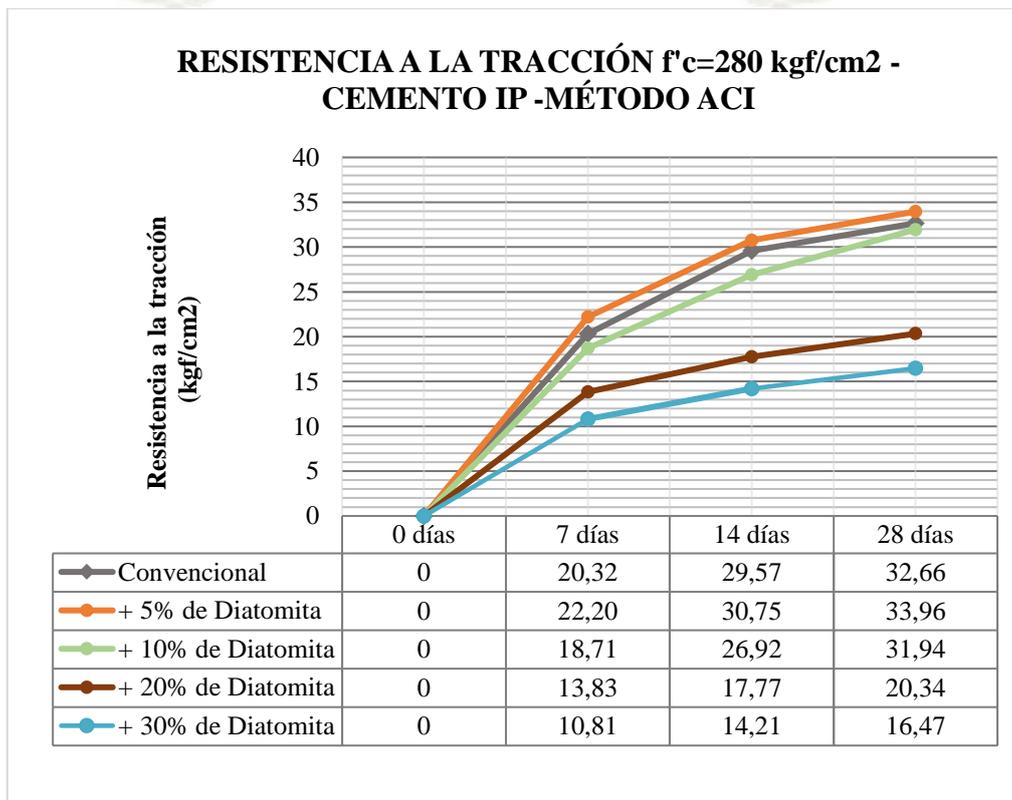
5.2.2.2. Resistencia a la Tracción del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

A continuación, se muestran las tablas y gráficas que contienen los promedios de los resultados obtenidos para los concretos elaborados para una resistencia a la compresión de 280 kgf/cm^2 con cemento IP y con los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, a edades de 7,14 y 28 días.

Tabla 191. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

EDAD	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				
	280IPD0-A	280IPD5-A	280IPD10-A	280IPD20-A	280IPD30-A
7 días	20.32	22.20	18.71	13.83	10.81
14 días	29.57	30.75	26.92	17.77	14.21
28 días	32.66	33.96	31.94	20.34	16.47

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 52. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

(Fuente: Elaboración Propia)

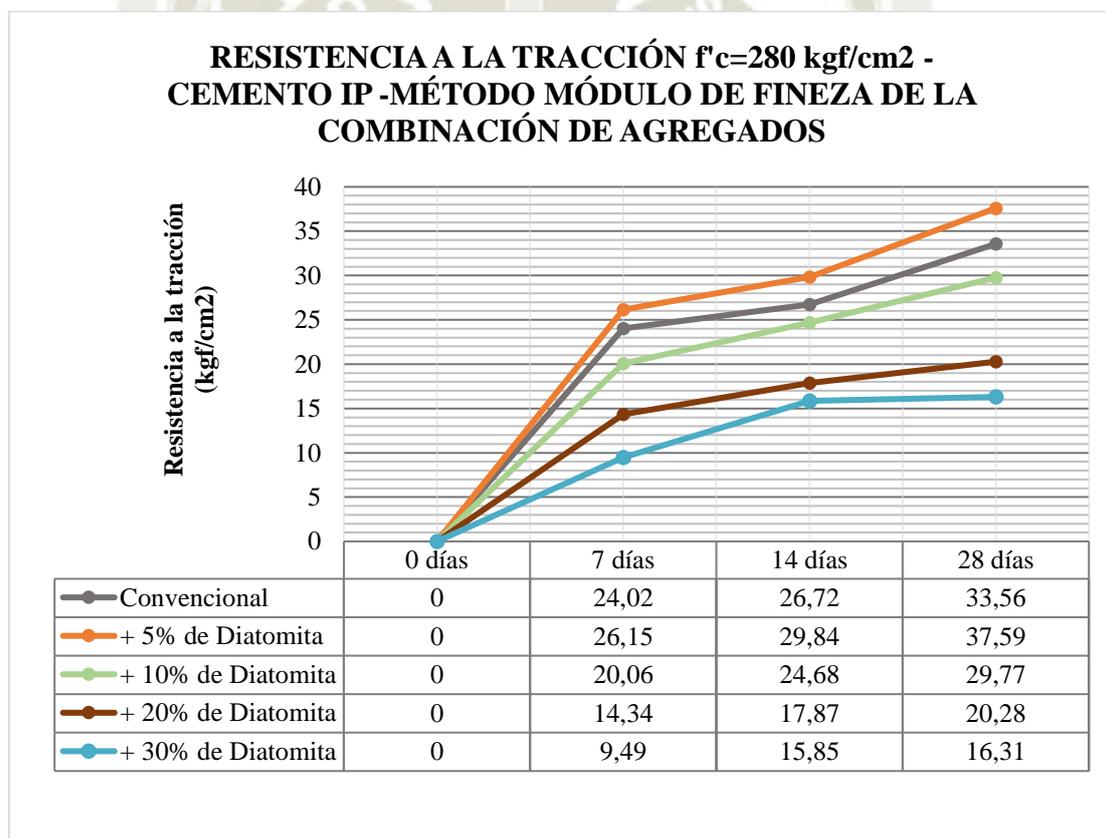
En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, el concreto con adición de 5% de diatomita es el único que presenta mayor resistencia a la tracción que el concreto convencional, con una variación de 3.98% respecto a este último. La variación de la resistencia a la tracción a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a la resistencia a la tracción del concreto con 10% de adición de diatomita no es significativa pues es de 2.24%. Sin embargo, las variaciones de la resistencia a la tracción a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a las resistencias a la tracción de los concretos con adiciones de 20% y

30% de diatomita son significativas, pues son respectivamente de 60.54% y 98.28%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.

Tabla 192. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

EDAD	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				
	280IPD0-M	280IPD5-M	280IPD10-M	280IPD20-M	280IPD30-M
7 días	24.02	26.15	20.06	14.34	9.49
14 días	26.72	29.84	24.68	17.87	15.85
28 días	33.56	37.59	29.77	20.28	16.31

(Fuente: Elaboración Propia)

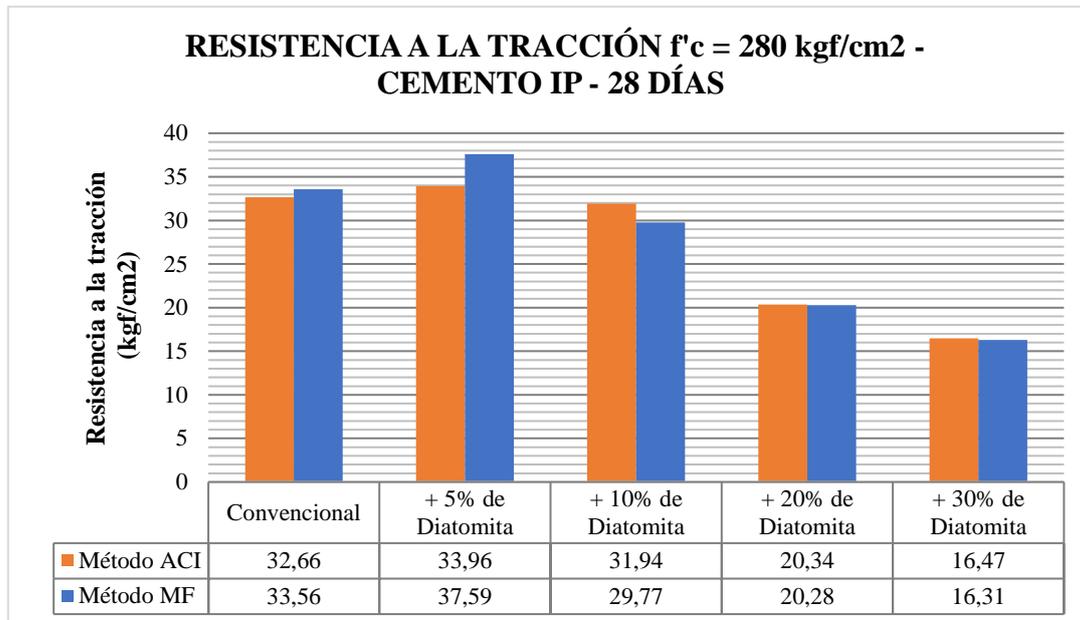


Gráfica 53. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, el concreto con adición de 5% de diatomita es el único que presenta mayor resistencia a la tracción que el concreto convencional, con una variación de 12.00 % respecto a este último. Las variaciones de la resistencia a la

tracción a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a las resistencias a la tracción de los concretos con adiciones de 10%, 20% y 30% de diatomita son significativas, pues son respectivamente de 12.75%, 65.47% y 105.80%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.



Gráfica 54. Resistencia a la Tracción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con 5% de adición de diatomita diseñados por los métodos ACI y del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presentan mayor resistencia a la tracción que los concretos convencionales, siendo el método de diseño del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados el que presenta el mejor resultado. Cabe resaltar que en el caso del concreto con 10% de adición de diatomita, aquel diseñado con el método del ACI y el método del módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, presentan un valor ligeramente superior a la resistencia requerida (10% de la resistencia a la compresión de diseño).

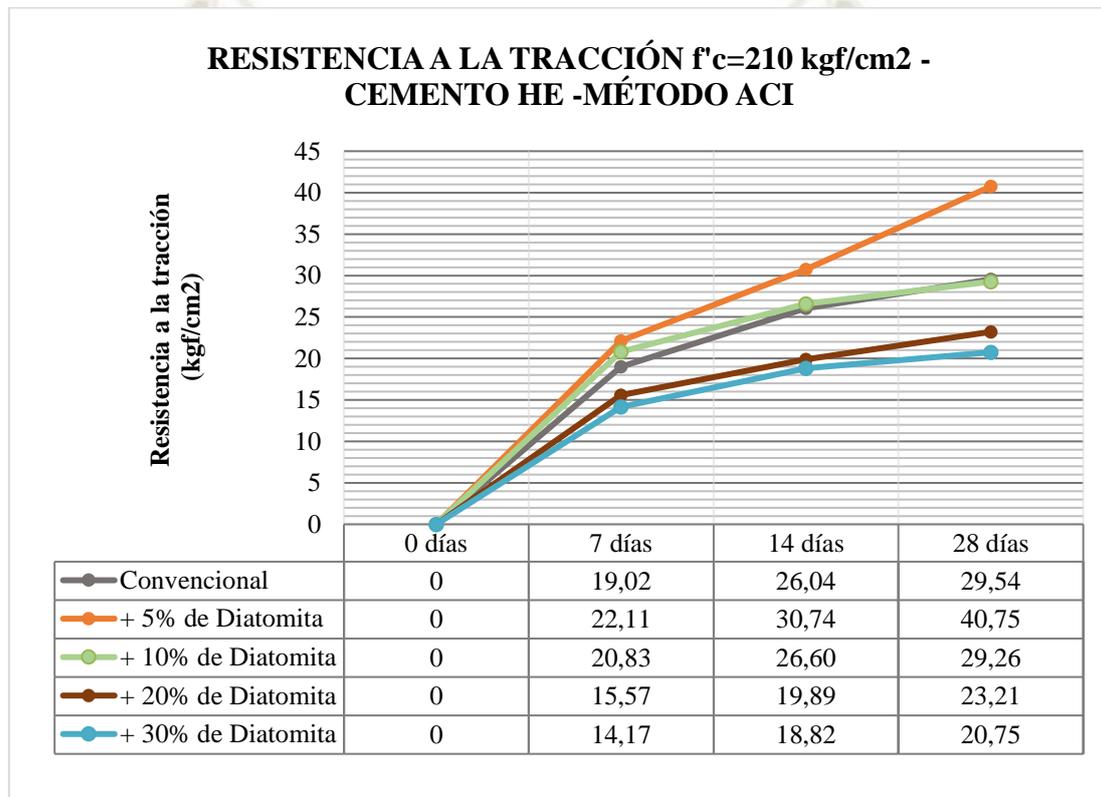
5.2.2.3. Resistencia a la Tracción del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

A continuación, se muestran las tablas y gráficas que contienen los promedios de los resultados obtenidos para los concretos elaborados para una resistencia a la compresión de 210 kgf/cm² con cemento HE y con los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, a edades de 7,14 y 28 días.

Tabla 193. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

EDAD	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				
	210HED0-A	210HED5-A	210HED10-A	210HED20-A	210HED30-A
7 días	19.02	22.11	20.83	15.57	14.17
14 días	26.04	30.74	26.60	19.89	18.82
28 días	29.54	40.75	29.26	23.21	20.75

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 55. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

(Fuente: Elaboración Propia)

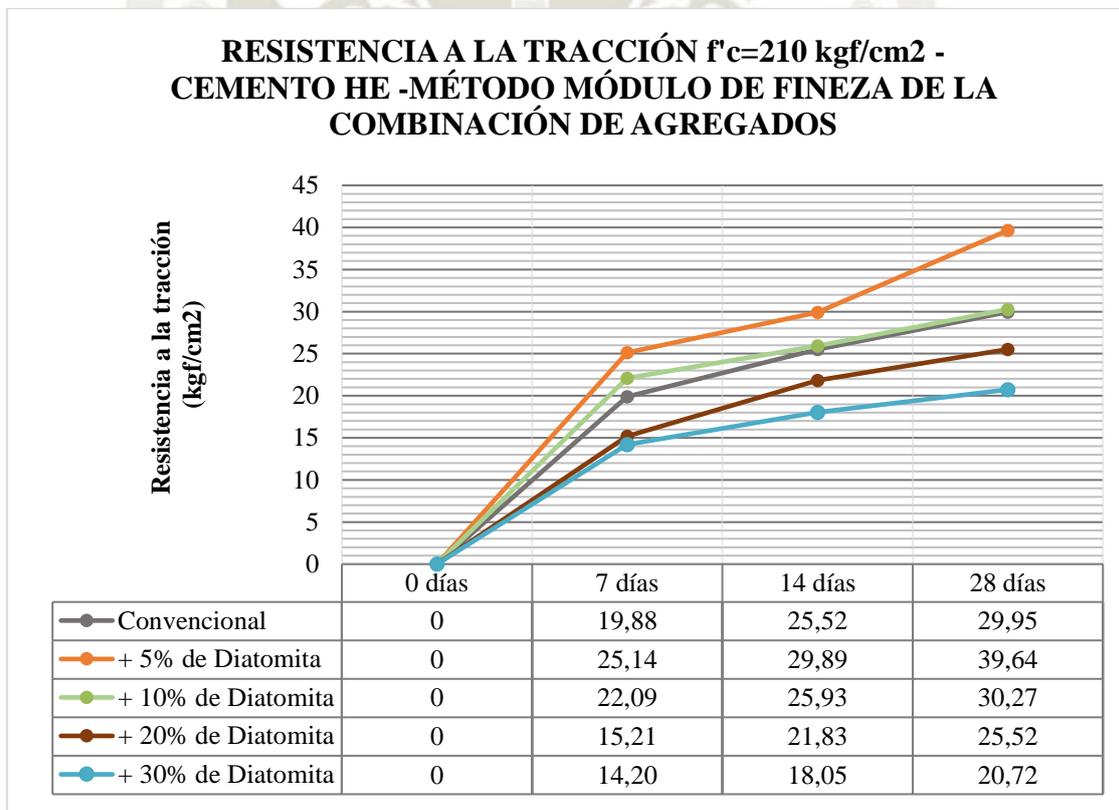
En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, el concreto con adición de 5% de diatomita es el único que presenta mayor resistencia a la tracción que el concreto convencional, con una variación de 37.93% respecto a este último. La variación de la resistencia a la tracción a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a la resistencia a la tracción del concreto con 10% de adición de diatomita no es significativa pues es de 0.95%. Sin embargo, las variaciones de la resistencia a la tracción a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a las resistencias a la tracción de los concretos con adiciones de 20% y

30% de diatomita son significativas, pues son respectivamente de 27.27% y 42.41%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.

Tabla 194. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

EDAD	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				
	210HED0-M	210HED5-M	210HED10-M	210HED20-M	210HED30-M
7 días	19.88	25.14	22.09	15.21	14.20
14 días	25.52	29.89	25.93	21.83	18.05
28 días	29.95	39.64	30.27	25.52	20.72

(Fuente: Elaboración Propia)

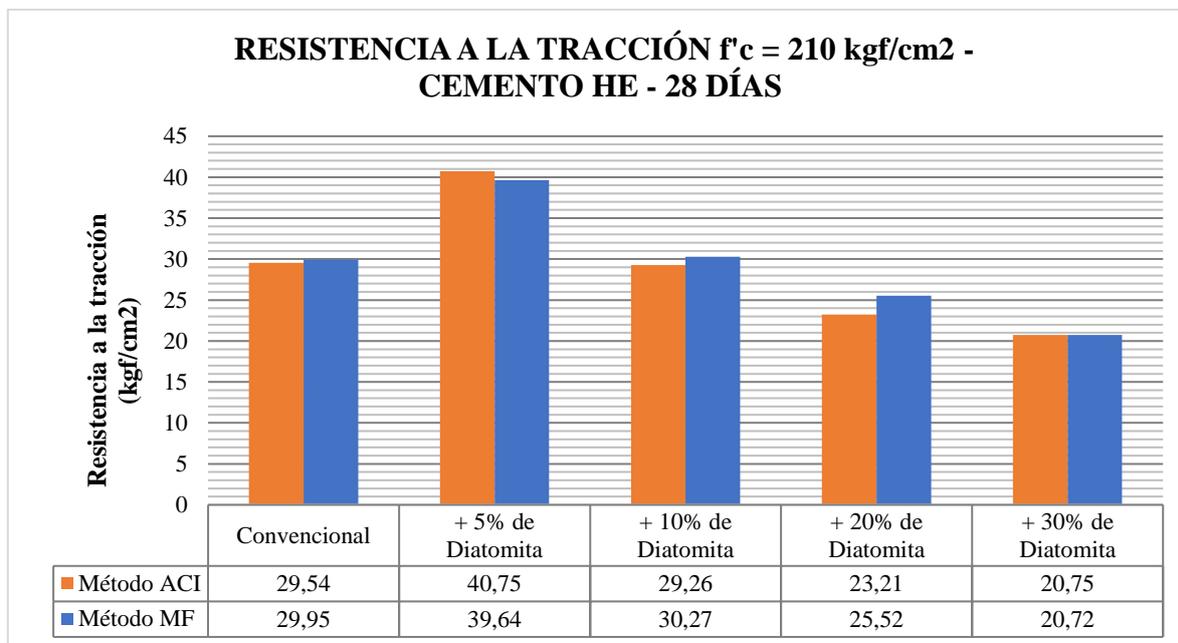


Gráfica 56. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, los concretos con adición de 5 y 10% de diatomita son los únicos que presentan mayor resistencia a la tracción que el concreto convencional, con una variación de 32.36% y 1.05% respecto a este último. Las variaciones de

la resistencia a la tracción a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a las resistencias a la tracción de los concretos con adiciones de 20% y 30% de diatomita son significativas, pues son respectivamente de 17.36% y 44.53%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.



Gráfica 57. Resistencia a la Tracción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con 5% de adición de diatomita diseñados por los métodos ACI y del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presentan mayor resistencia a la tracción que el concreto convencional, siendo el método de diseño del ACI el que presenta el mejor resultado. Además el concreto con 10% de adición de diatomita por el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados es ligeramente superior al concreto convencional Cabe resaltar que en el caso del concreto con 20% de adición de diatomita, aquel diseñado con el método del ACI y el método del módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, presentan un valor ligeramente superior a la resistencia requerida (10% de la resistencia a la compresión de diseño).

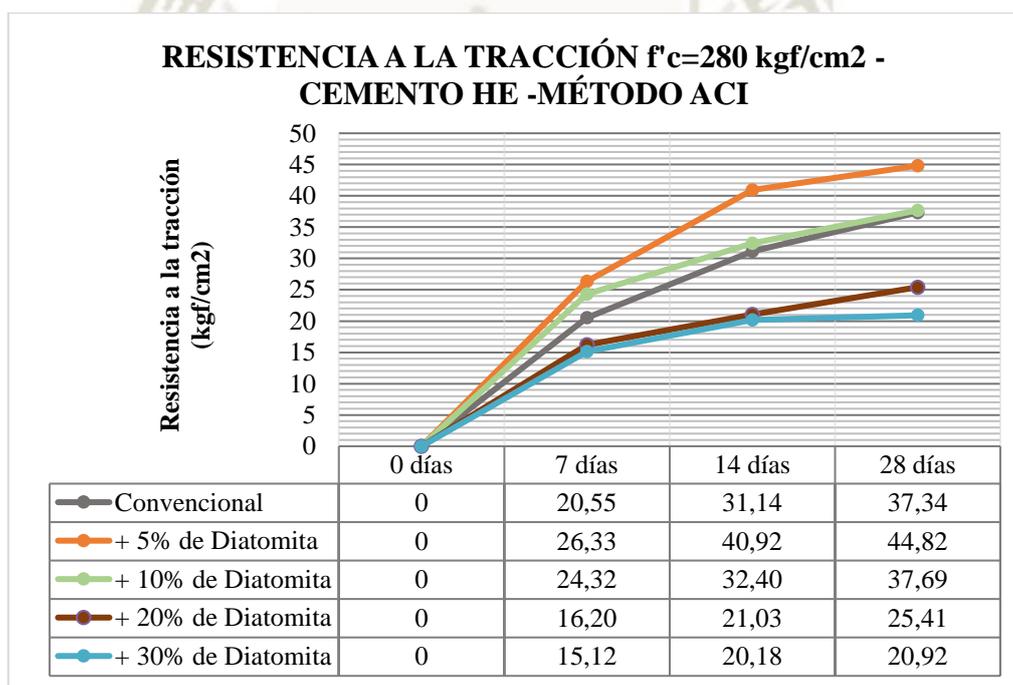
5.2.2.4. Resistencia a la Tracción del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

A continuación, se muestran las tablas y gráficas que contienen los promedios de los resultados obtenidos para los concretos elaborados para una resistencia a la compresión de 280 kgf/cm^2 con cemento HE y con los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, a edades de 7,14 y 28 días.

Tabla 195. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

EDAD	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				
	280HED0-A	280HED5-A	280HED10-A	280HED20-A	280HED30-A
7 días	20.55	26.33	24.32	16.20	15.12
14 días	31.14	40.92	32.40	21.03	20.18
28 días	37.34	44.82	37.69	25.41	20.92

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 58. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

(Fuente: Elaboración Propia)

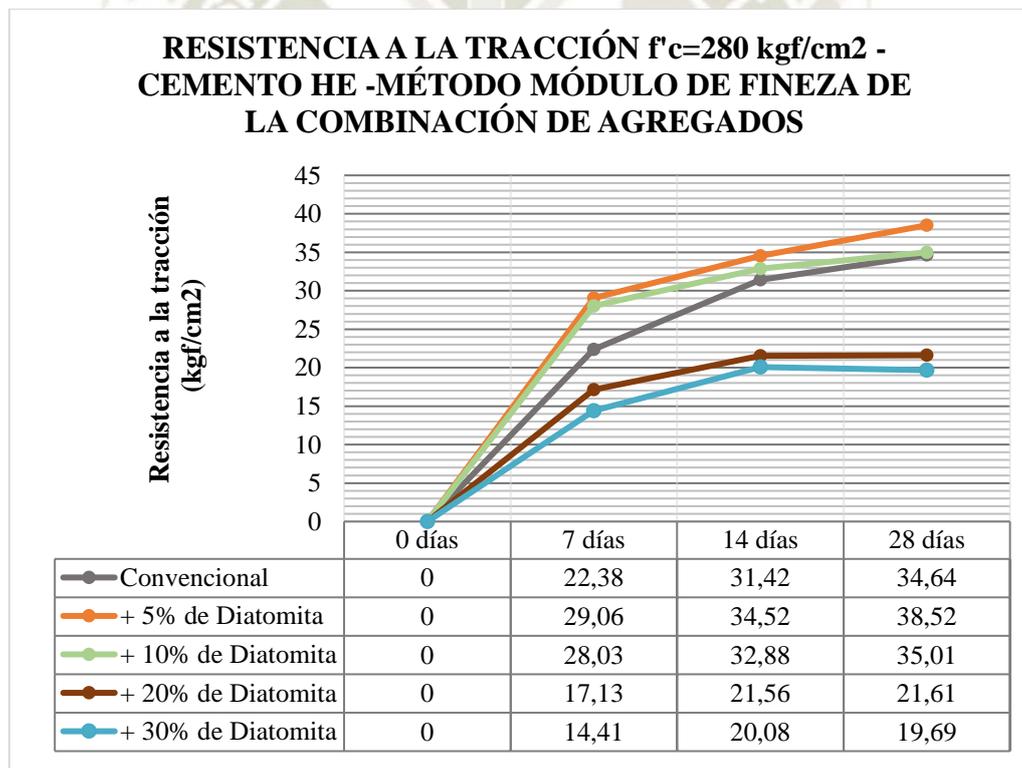
En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, los concretos con adición de 5 y 10% de diatomita son los únicos que presentan mayor resistencia a la tracción que el concreto convencional, con una variación de 20.04% y un ligero 0.95% respecto a este último. Las

variaciones de la resistencia a la tracción a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a las resistencias a la tracción de los concretos con adiciones de 20% y 30% de diatomita son significativas, pues son respectivamente de 46.96% y 78.46%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.

Tabla 196. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

EDAD	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PROMEDIO				
	280HED0-M	280HED5-M	280HED10-M	280HED20-M	280HED30-M
7 días	22.38	29.06	28.03	17.13	14.41
14 días	31.42	34.52	32.88	21.56	20.08
28 días	34.64	38.52	35.01	21.61	19.69

(Fuente: Elaboración Propia)

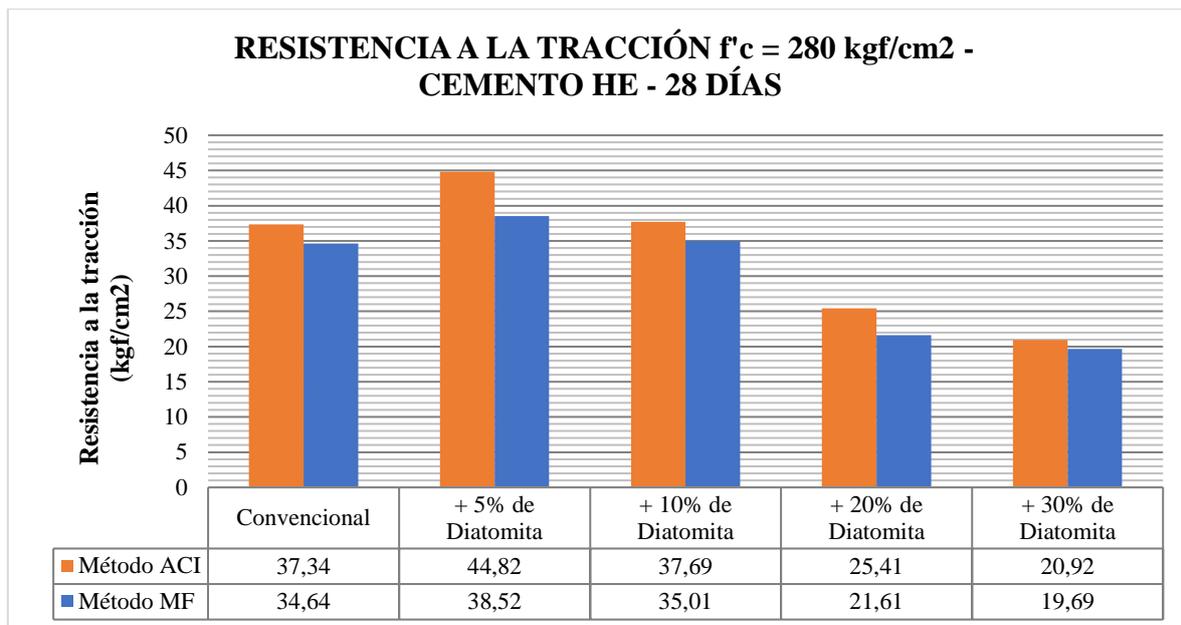


Gráfica 59. Resistencia a la Tracción Promedio a los 7,14 y 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar que, a los 28 días de edad, los concretos con adición de 5 y 10% de diatomita son los únicos que presentan mayor resistencia a la tracción que el concreto

convencional, con una variación de 11.18% y un ligero 1.05% respecto a este último. Las variaciones de la resistencia a la tracción a los 28 días de edad del concreto convencional respecto a las resistencias a la tracción de los concretos con adiciones de 20% y 30% de diatomita son significativas, pues son respectivamente de 60.29% y 75.93%. En todos los concretos diseñados, conforme la edad es mayor, la pendiente tiende a disminuir.

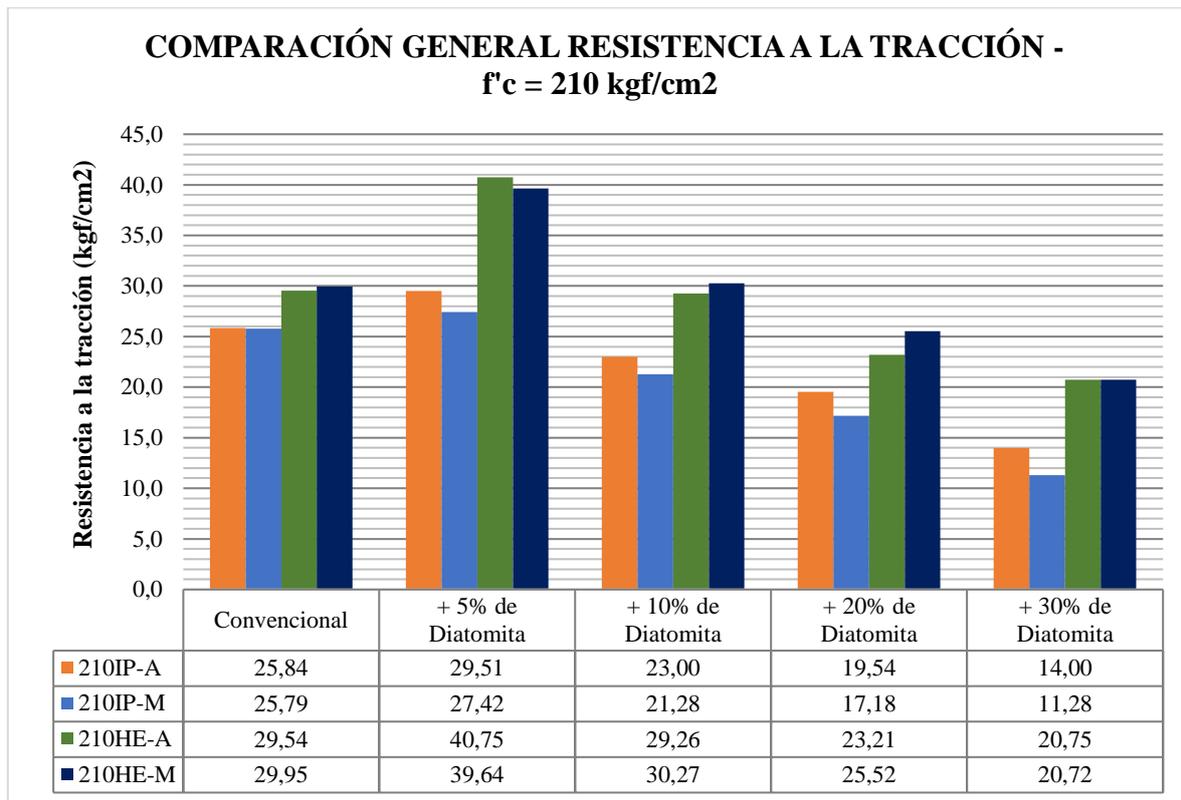


Gráfica 60. Resistencia a la Tracción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE.

(Fuente: Elaboración Propia)

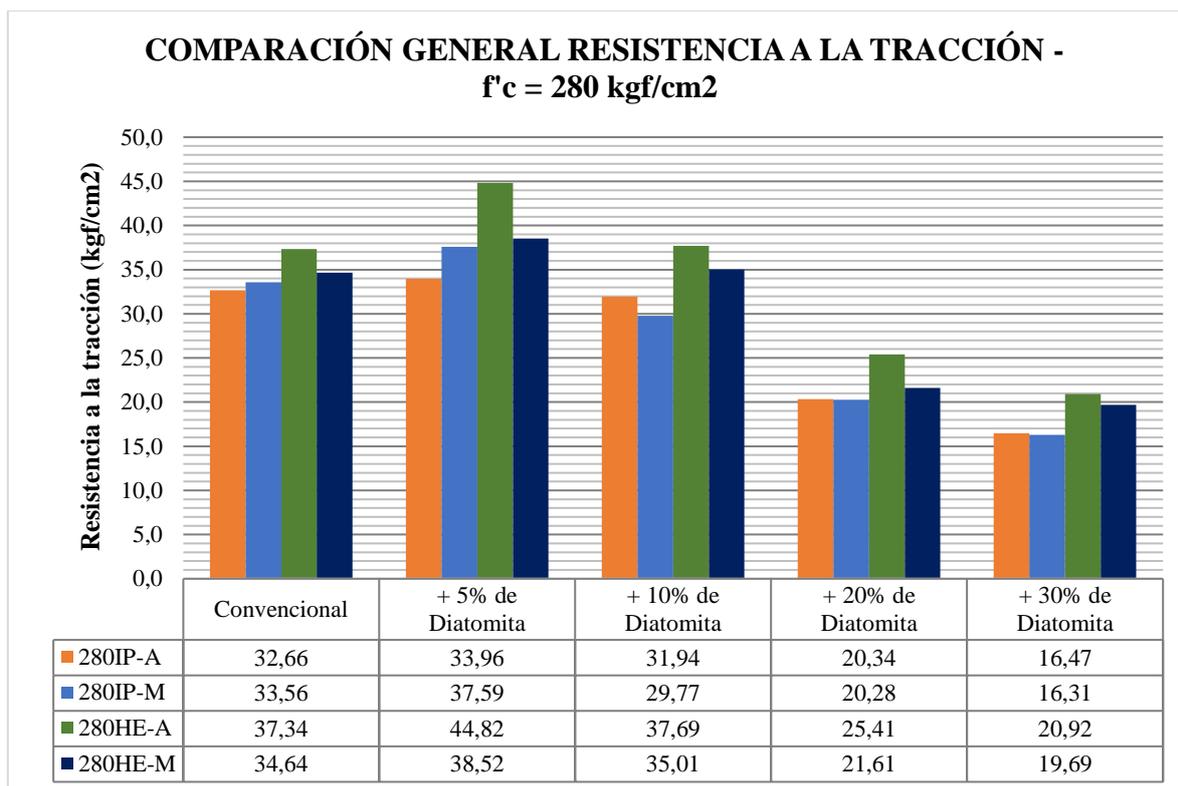
La gráfica muestra que los concretos con 5 y 10% de adición de diatomita diseñados por los métodos ACI y del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presentan mayor resistencia a la tracción que el concreto convencional, siendo el método de diseño del ACI el que presenta el mejor resultado. Cabe resaltar que en el caso del concreto con 10% de adición de diatomita, aquel diseñado con el método del ACI y el método del módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, presenta un valor superior a la resistencia requerida (10% de la resistencia a la compresión de diseño).

5.2.1.5. Comparación General de la Resistencia a la Tracción del concreto



Gráfica 61. Comparación General de Resistencia a la Tracción a los 28 días de edad de concretos elaborados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.
(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que, a excepción del concreto con 5% de adición de diatomita, los mayores valores de resistencia a la tracción se dan para concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados y con cemento del tipo HE. Haciendo la comparación entre métodos de diseño; los concretos diseñados con el método ACI y con cemento del tipo IP presentan mayores resistencias a la tracción que los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, siendo la mayor variación porcentual de 24.02%, y la menor variación porcentual de 0.21%, dadas para el concreto elaborado con adición de 30% de diatomita, y para el concreto convencional respectivamente. Los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados y con cemento del tipo HE, presentan mayores resistencias a la tracción que los concretos diseñados con el método ACI, siendo la mayor variación porcentual de 9.95% y la menor variación porcentual de 0.10%, dadas para el concreto elaborado con adición de 20% de diatomita y para concreto con adición de 30% de diatomita respectivamente.



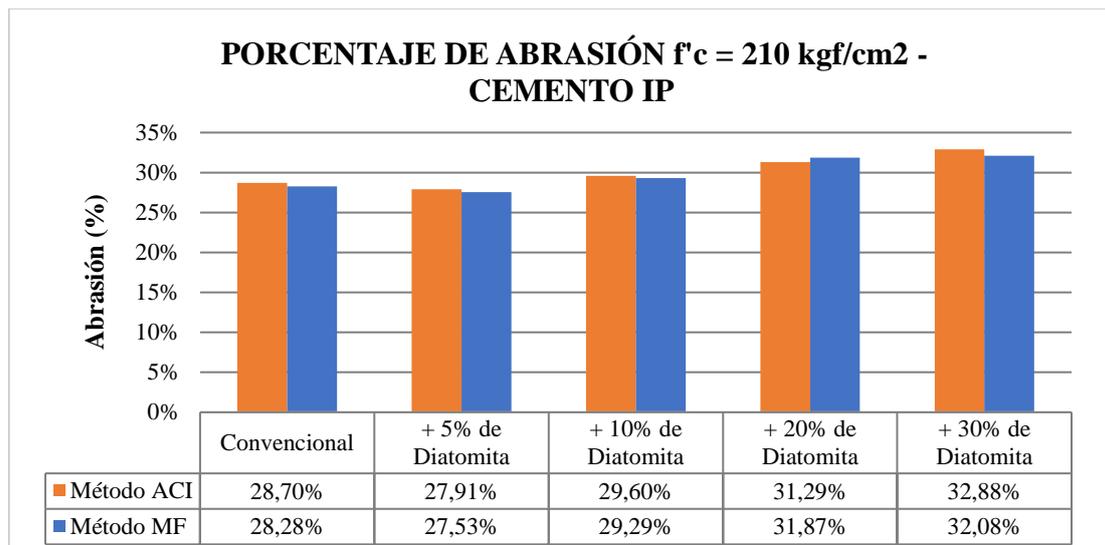
Gráfica 62. Comparación General de Resistencia a la Tracción a los 28 días de edad de concretos elaborados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$
(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los mayores valores de resistencia a la tracción, se dan para los concretos diseñados con el método ACI y con cemento del tipo HE. Haciendo la comparación entre métodos de diseño, a excepción del concreto convencional y el concreto con 5% de diatomita con cemento del tipo IP, los concretos diseñados con el método ACI presentan mayores resistencias a la compresión que los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, siendo la mayor variación porcentual de 17.55%, y la menor variación porcentual de 0.31%, dadas para el concreto elaborado con adición de 20% de diatomita y con cemento tipo HE, y para el concreto elaborado con adición de 20% de diatomita y con cemento tipo IP respectivamente.

5.2.3. Resistencia a la Abrasión de concreto

5.2.3.1. Resistencia a la Abrasión de concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

A continuación, se muestran las gráficas que contienen los resultados obtenidos para los concretos elaborados para una resistencia a la compresión de 210 kgf/cm² con cemento IP y con los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.



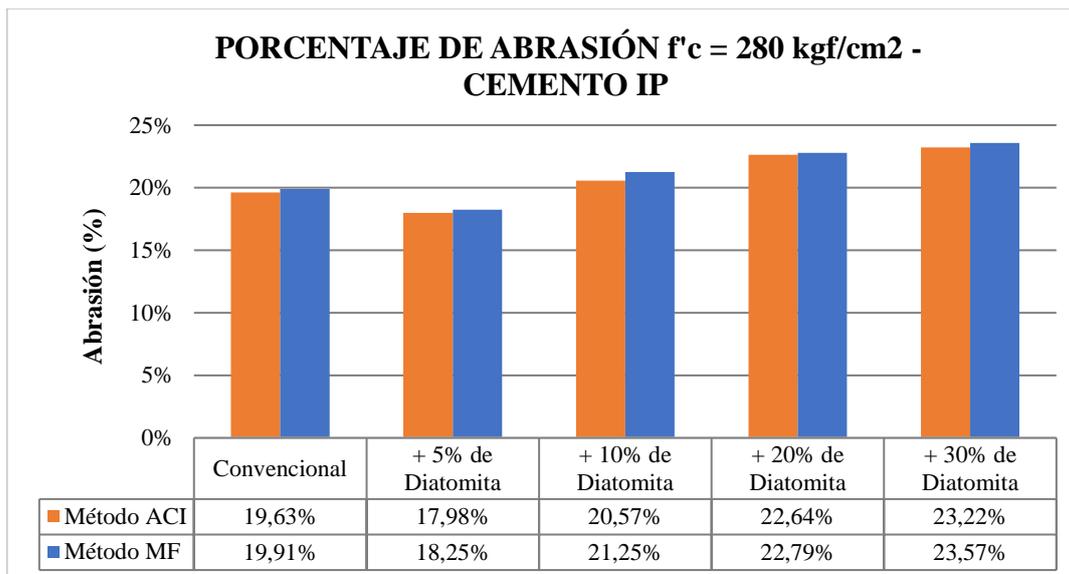
Gráfica 63. Porcentaje de Abrasión para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con cemento IP.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con 5% de adición de diatomita tienen mayor resistencia a la abrasión que el concreto convencional, puesto que presentan un porcentaje de abrasión inferior, pues para el caso de los concretos diseñados con el método ACI, hay una reducción de 2.74% respecto al concreto convencional, mientras que para los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, hay una reducción de 2.63%. Por otro lado, los concretos con adiciones de 10%, 20% y 30% de diatomita, presentan menor resistencia a la abrasión que el concreto convencional, pues sus porcentajes de abrasión son directamente proporcionales a los porcentajes de dosificación. Respecto al concreto convencional, estos concretos presentan un aumento del porcentaje de abrasión de 3.13%; 9.03% y 14.58% respectivamente, y un aumento de 3.58%; 12.70% y 13.46% respectivamente para los concretos diseñados por el otro método.

5.2.3.2. Resistencia a la Abrasión de concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

A continuación, se muestran las gráficas que contienen los resultados obtenidos para los concretos elaborados para una resistencia a la compresión de 280 kgf/cm² con cemento IP y con los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.



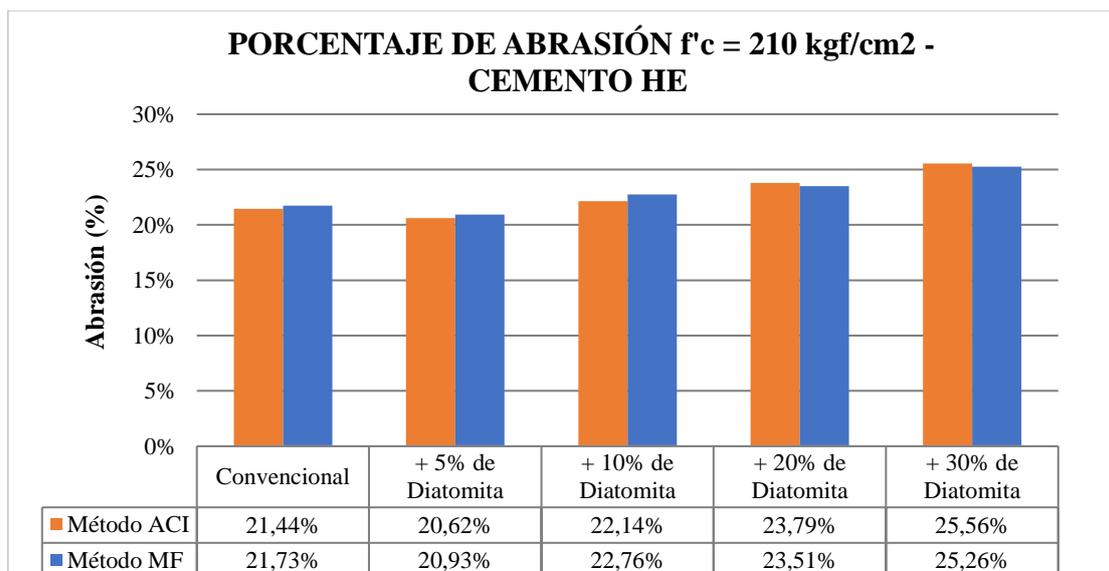
Gráfica 64. Porcentaje de Abrasión para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con cemento IP.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con 5% de adición de diatomita tienen mayor resistencia a la abrasión que el concreto convencional, puesto que presentan un porcentaje de abrasión inferior, pues para el caso de los concretos diseñados con el método ACI, hay una reducción de 8.38 % respecto al concreto convencional, mientras que para los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, hay una reducción de 8.34%. Por otro lado, los concretos con adiciones de 10%, 20% y 30% de diatomita, presentan menor resistencia a la abrasión que el concreto convencional, pues sus porcentajes de abrasión son directamente proporcionales a los porcentajes de dosificación. Respecto al concreto convencional, estos concretos presentan un aumento del porcentaje de abrasión de 4.83%; 15.35% y 18.33% respectivamente para los concretos diseñados por el método ACI, y un aumento de 6.72%, 14.47% y 18.40% para los concretos diseñados por el otro método.

5.2.3.3. Resistencia a la Abrasión de concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

A continuación, se muestran las gráficas que contienen los resultados obtenidos para los concretos elaborados para una resistencia a la compresión de 210 kgf/cm² con cemento HE y con los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.



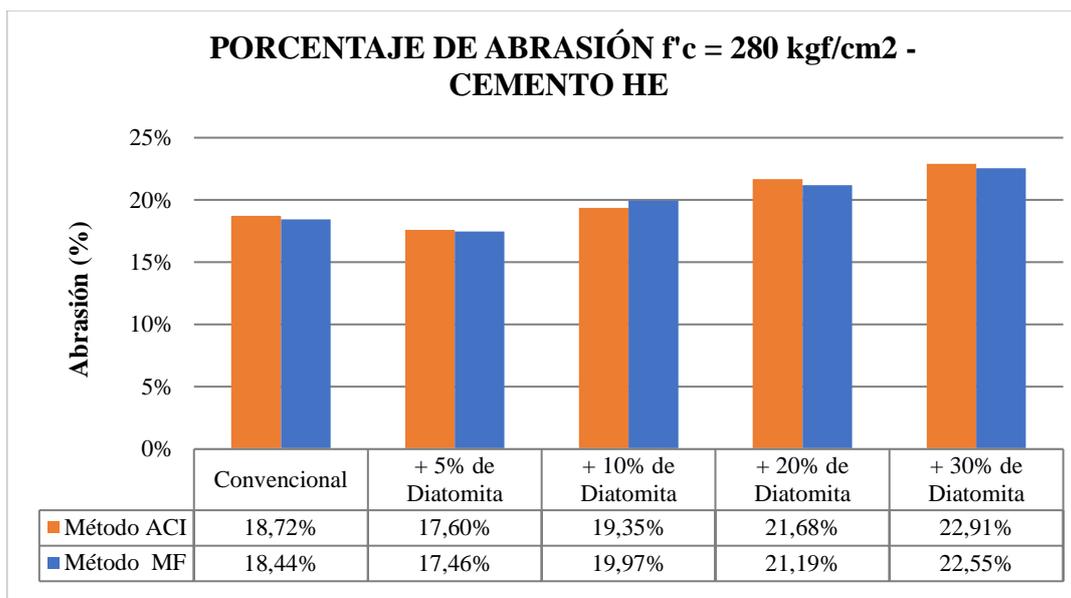
Gráfica 65. Porcentaje de Abrasión para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con cemento HE.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con 5% de adición de diatomita tienen mayor resistencia a la abrasión que el concreto convencional, puesto que presentan un porcentaje de abrasión inferior, pues para el caso de los concretos diseñados con el método ACI, hay una reducción de 3.83 % respecto al concreto convencional, mientras que para los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, hay una reducción de 3.66%. Por otro lado, los concretos con adiciones de 10%, 20% y 30% de diatomita, presentan menor resistencia a la abrasión que el concreto convencional, pues sus porcentajes de abrasión son directamente proporcionales a los porcentajes de dosificación. Respecto al concreto convencional, estos concretos presentan un aumento del porcentaje de abrasión de 3.26%, 10.99% y 19.24% respectivamente para los concretos diseñados por el método ACI, y un aumento de 4.76%, 8.19% y 16.24% para los concretos diseñados por el otro método.

5.2.3.4. Resistencia a la Abrasión de concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

A continuación, se muestran las gráficas que contienen los resultados obtenidos para los concretos elaborados para una resistencia a la compresión de 280 kgf/cm² con cemento HE y con los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

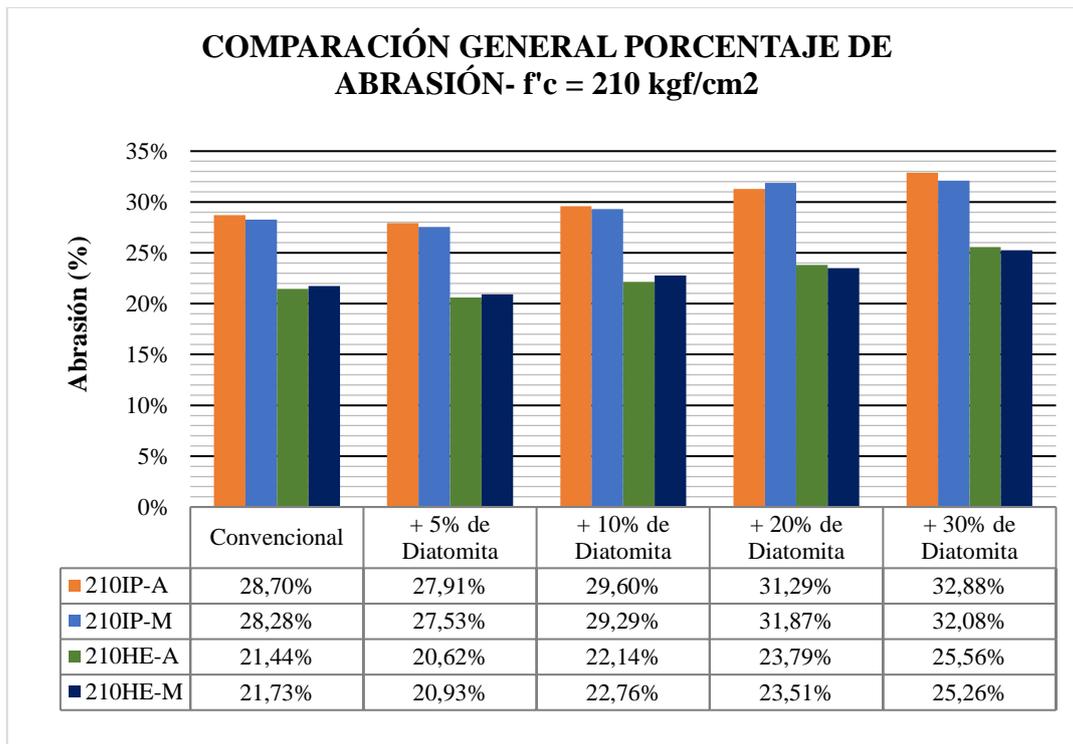


Gráfica 66. Porcentaje de Abrasión para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, con cemento HE.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con 5% de adición de diatomita tienen mayor resistencia a la abrasión que el concreto convencional, puesto que presentan un porcentaje de abrasión inferior, pues para el caso de los concretos diseñados con el método ACI, hay una reducción de 5.96 % respecto al concreto convencional, mientras que para los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, hay una reducción de 5.29%. Por otro lado, los concretos con adiciones de 10%, 20% y 30% de diatomita, presentan menor resistencia a la abrasión que el concreto convencional, pues sus porcentajes de abrasión son directamente proporcionales a los porcentajes de dosificación. Respecto al concreto convencional, estos concretos presentan un aumento del porcentaje de abrasión de 3.38%; 15.78% y 22.38% respectivamente para los concretos diseñados por el método ACI, y un aumento de 8.28%, 14.91% y 22.31% para los concretos diseñados por el otro método.

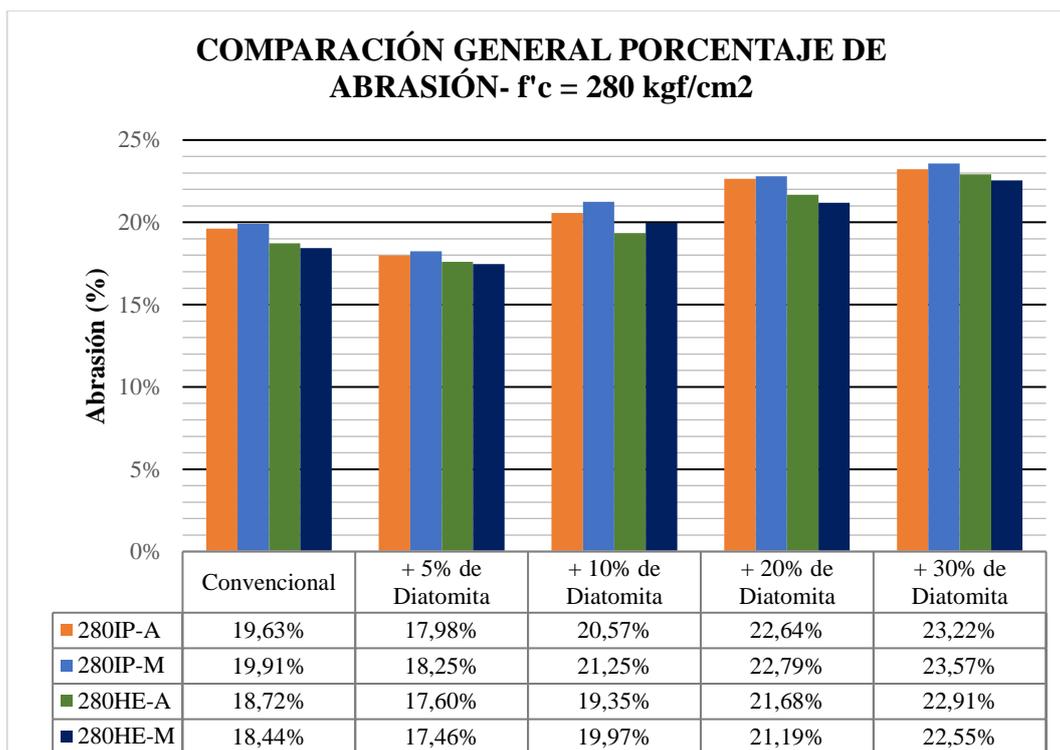
5.2.3.5. Comparación General de la Resistencia a la Abrasión de concreto



Gráfica 67. Comparación General de Porcentaje de Abrasión para concretos con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos diseñados con cemento del tipo HE son los que menos porcentaje de abrasión presentan, por ende, mayor resistencia a la abrasión. Haciendo una comparación entre métodos, los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados son en la mayoría de los casos los que presentan menor porcentaje de abrasión. A excepción de los concretos con dosificación de 5% de diatomita, el porcentaje de abrasión es directamente proporcional a la dosificación de diatomita en todos los demás concretos.



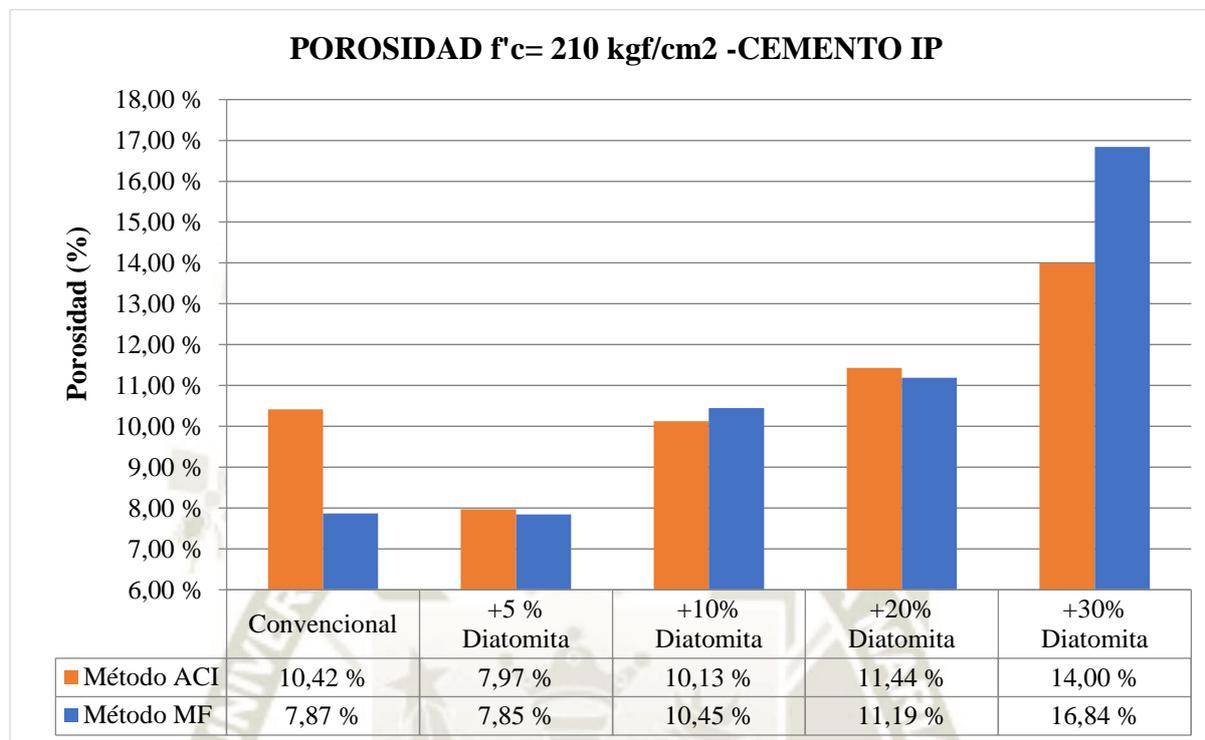
Gráfica 68. Comparación General de Porcentaje de Abrasión para concretos con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos diseñados con cemento del tipo HE son los que menos porcentaje de abrasión presentan, por ende, mayor resistencia a la abrasión. Haciendo una comparación entre métodos, los concretos diseñados con el método ACI en la mayoría de los casos los que presentan menor porcentaje de abrasión. A excepción de los concretos con dosificación de 5% de diatomita, el porcentaje de abrasión es directamente proporcional a la dosificación de diatomita en todos los demás concretos.

5.2.4. Porosidad del concreto

5.2.4.1. Porosidad del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

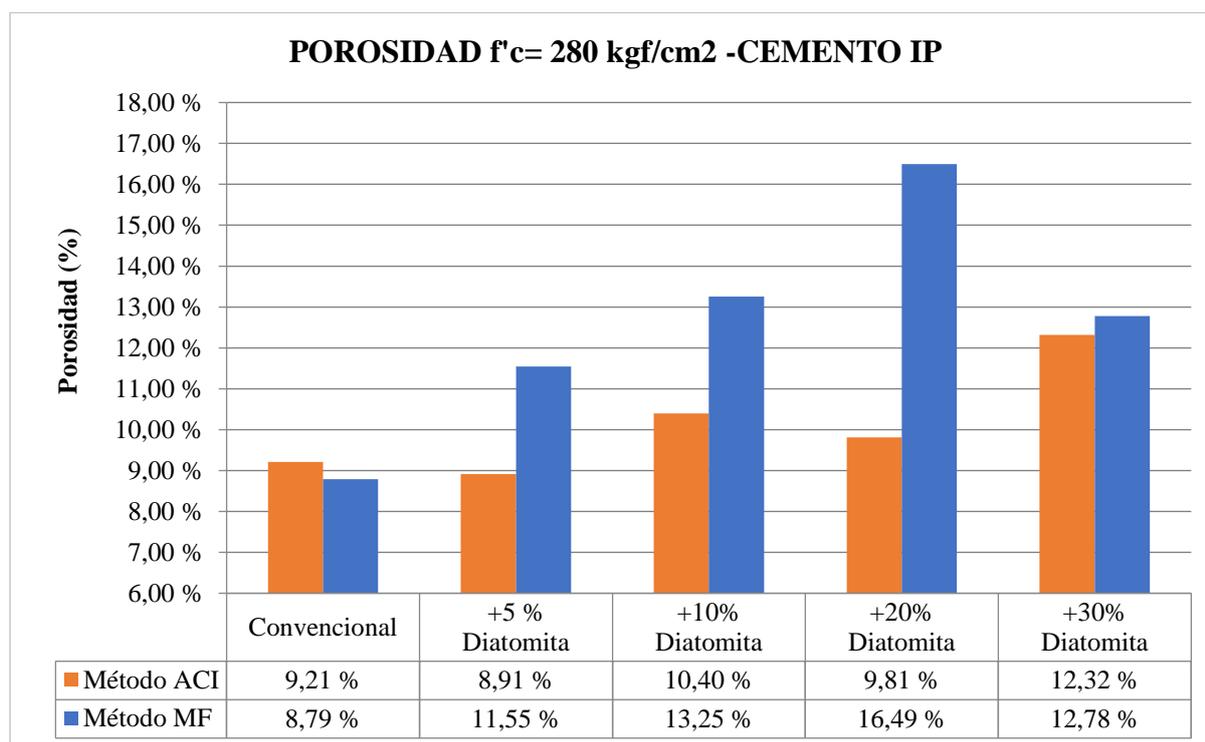


Gráfica 69. Porcentaje de Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se muestra que el concreto con adición de 30% de diatomita presenta el mayor porcentaje de porosidad por el Método ACI y el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados con un valor de 14.00% y 16.84% respectivamente. El menor porcentaje de porosidad es el concreto con adición de 5% de diatomita por el Método ACI y el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados con un valor de 7.97% y 7.85% respectivamente.

5.2.4.2. Porosidad del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

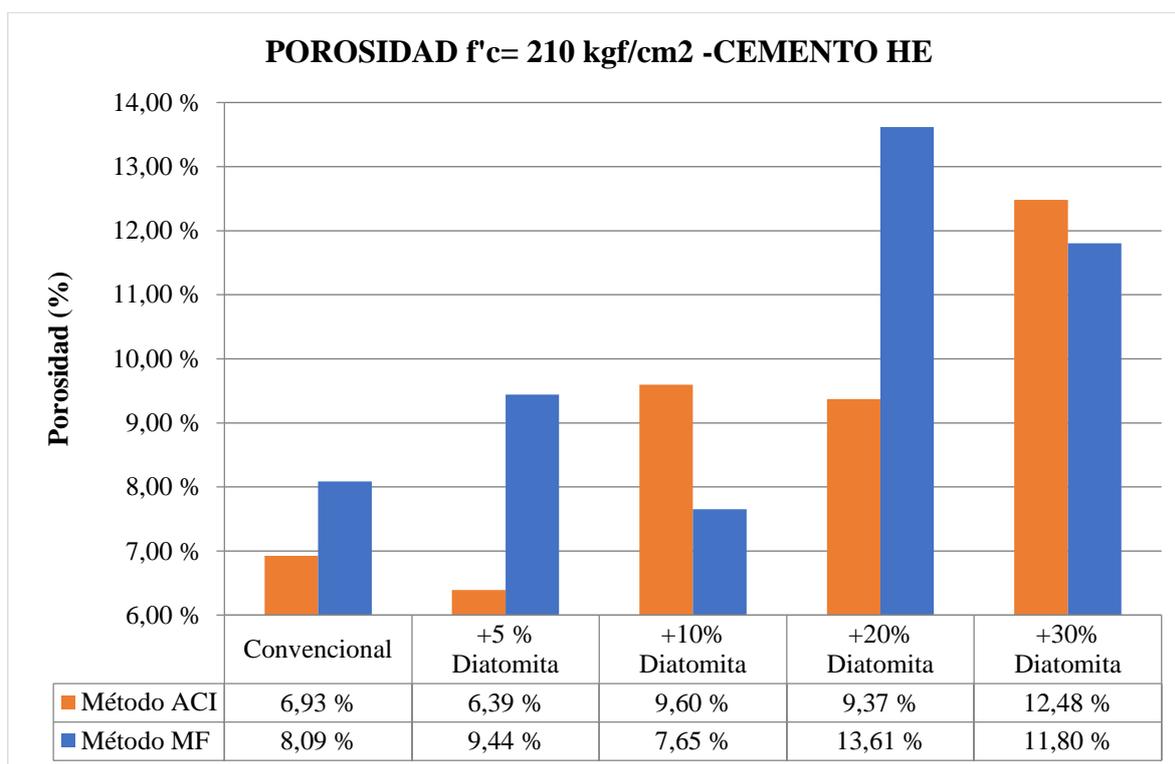


Gráfica 70. Porcentaje de Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se muestra que el concreto con adición de 20% de diatomita presenta el mayor porcentaje de porosidad por el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados y el concreto con adición de 30% de diatomita por el Método del ACI con un valor de 16.49% y 12.32% respectivamente. El menor porcentaje de porosidad es el concreto convencional por el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados y el concreto con adición de 5% de diatomita por el Método del Módulo del ACI con un valor de 8.79% y de 8.91% respectivamente.

5.2.4.3. Porosidad del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

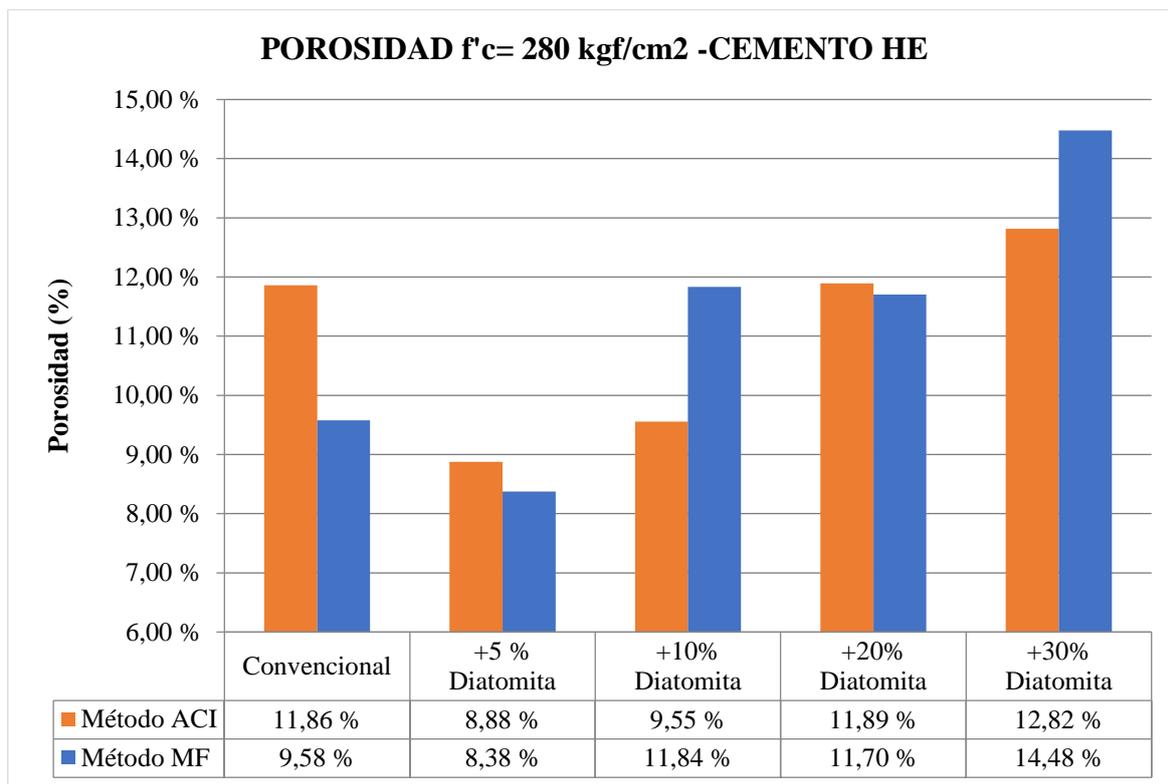


Gráfica 71. Porcentaje de Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se muestra que el concreto con adición de 30% de diatomita presenta el mayor porcentaje de porosidad por el Método ACI y el concreto con adición de 20% de diatomita por el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados con un valor de 12.48% y 13.61% respectivamente. El menor porcentaje de porosidad es el concreto con adición de 5% de diatomita por el Método ACI y el concreto con adición de 10% de diatomita por el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados con un valor de 6.39% y de 7.65% respectivamente.

5.2.4.4. Porosidad del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

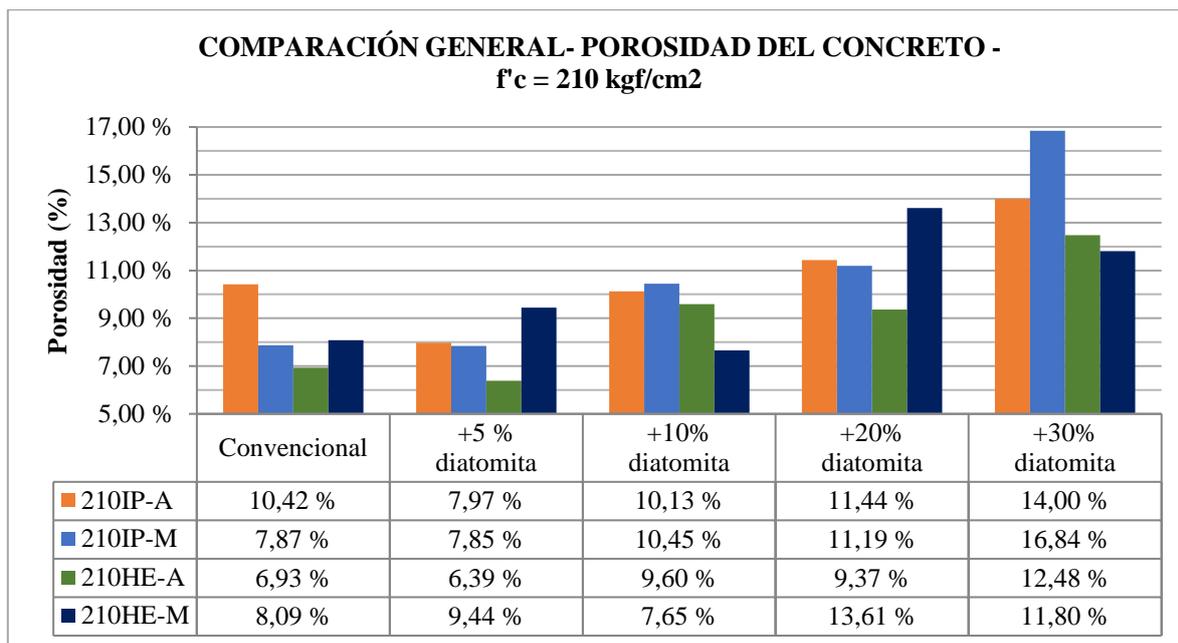


Gráfica 72. Porcentaje de Porosidad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se muestra que el concreto con adición de 30% de diatomita presenta el mayor porcentaje de porosidad por el Método ACI y por el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados con un valor de 12.82% y 14.48% respectivamente. El menor porcentaje de porosidad es el concreto con adición de 5% de diatomita por el Método ACI y por el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados con un valor de 8.88% y de 8.38% respectivamente.

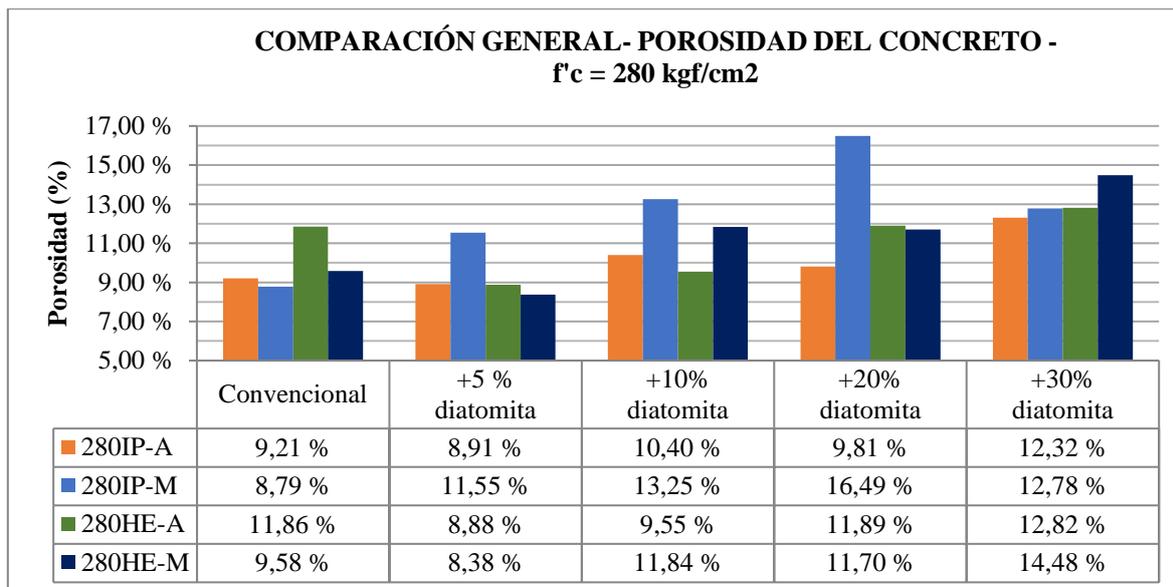
5.2.4.5. Comparación General de la Porosidad del concreto



Gráfica 73. Comparación general de temperatura del concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que, a excepción del concreto elaborado con cemento tipo HE (diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados), los concretos con 5% de diatomita, presentan los menores valores de porcentaje de porosidad, siendo los diseñados con el método del ACI (con cemento tipo HE) los de menor porcentaje dentro de este grupo. Haciendo una comparación entre métodos de diseño; a excepción del concreto con 10% y 30% de diatomita, los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados y con cemento tipo IP, presentan menores porcentajes de porosidad que los diseñados con el método ACI y con cemento tipo IP, siendo la mayor variación porcentual de 32.39% y la menor variación porcentual de 1.58%, dadas para el concreto convencional y para concreto elaborado con 5% de adición de diatomita respectivamente. A excepción del concreto con 10% y 30% de diatomita, los concretos diseñados con el método ACI y con cemento tipo HE, presentan menores porcentajes de porosidad que los del método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados y con cemento tipo HE, siendo la mayor variación porcentual 47.71% y la menor variación porcentual de 16.76% dadas para el concreto elaborado con 5% de diatomita y para el concreto convencional respectivamente.



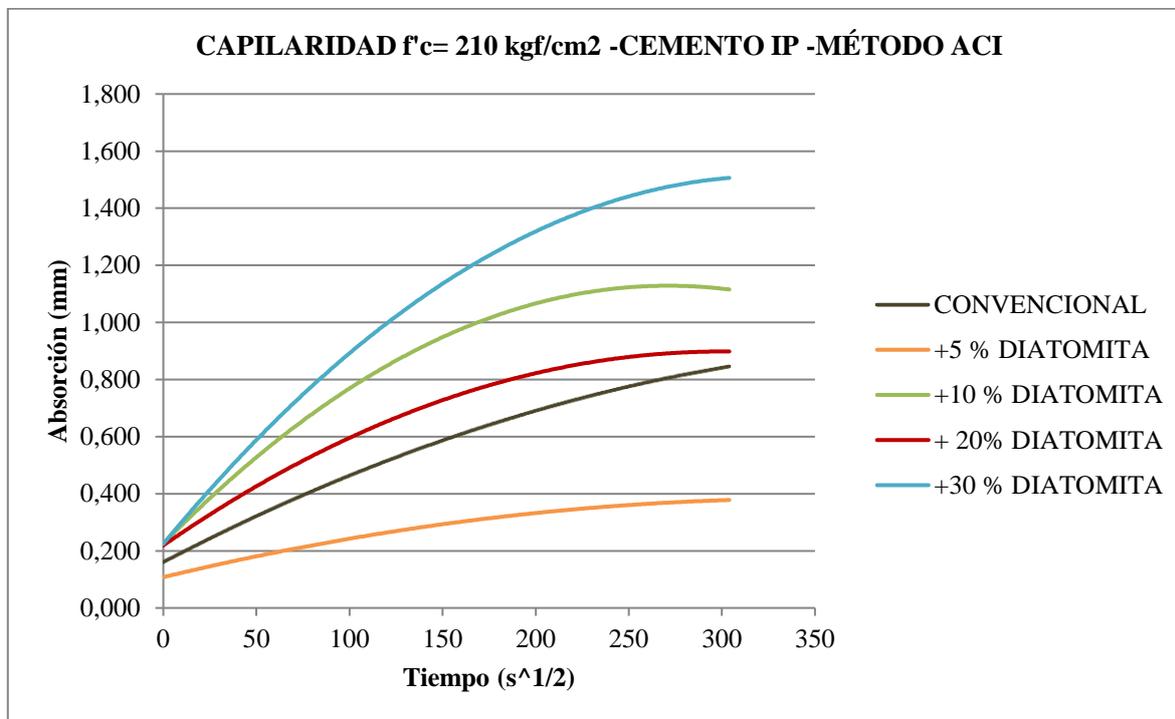
Gráfica 74. Comparación general de temperaturas del concreto elaborado con $f'c = 280$ kgf/cm².

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que, los concretos con 5% de diatomita presentan los menores valores de porosidad siendo los diseñados con el método del módulo de fineza de la combinación de agregados y cemento del tipo HE los de menor porcentaje de porosidad dentro de este grupo. Haciendo una comparación entre métodos de diseño; a excepción del concreto convencional, los concretos diseñados con el método del ACI y con cemento tipo IP, presentan menores porcentajes de porosidad que los diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados y con cemento tipo IP, siendo la mayor variación porcentual de 68.09% y la menor variación porcentual de 3.75%, dadas para el concreto elaborado con 20% de diatomita y para concreto elaborado con .30% de adición de diatomita respectivamente. Y para los concretos elaborados con cemento tipo HE, excepto el concreto con 10% y 30% de diatomita, aquellos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presentan menores porcentajes de porosidad que los diseñados con el método del ACI, siendo la mayor variación porcentual 23.83% y la menor variación porcentual de 1.63% dadas para el concreto convencional y para el concreto elaborado con 20% de diatomita respectivamente.

5.2.5. Capilaridad o Tasa de Absorción del concreto

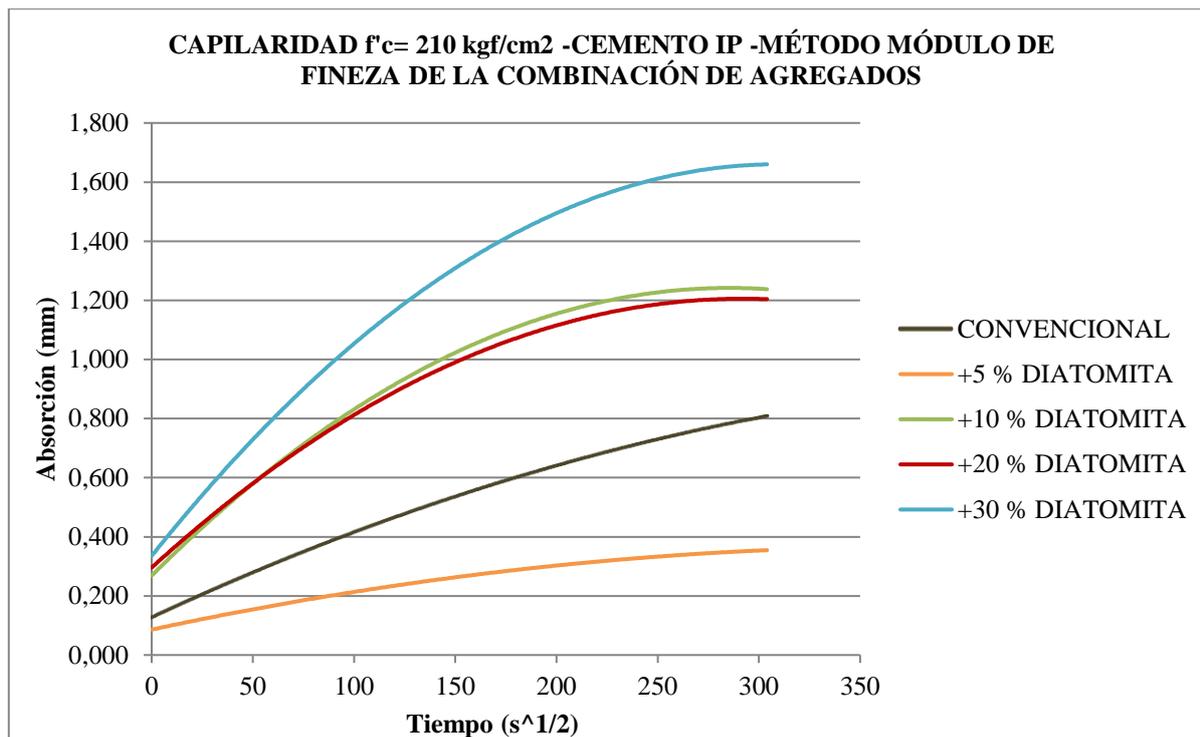
5.2.5.1. Capilaridad o Tasa de Absorción del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP



Gráfica 75. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del ACI.
(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se muestra que el concreto con 5% de adición de diatomita es el que presenta la menor tasa de absorción con un valor de 0.389 mm. La mayor tasa de absorción se presenta en el concreto con 30% de adición de diatomita con un valor de 1.526 mm.

La variación porcentual del concreto con 5% de adición de diatomita y el concreto convencional es de 121.62 %.



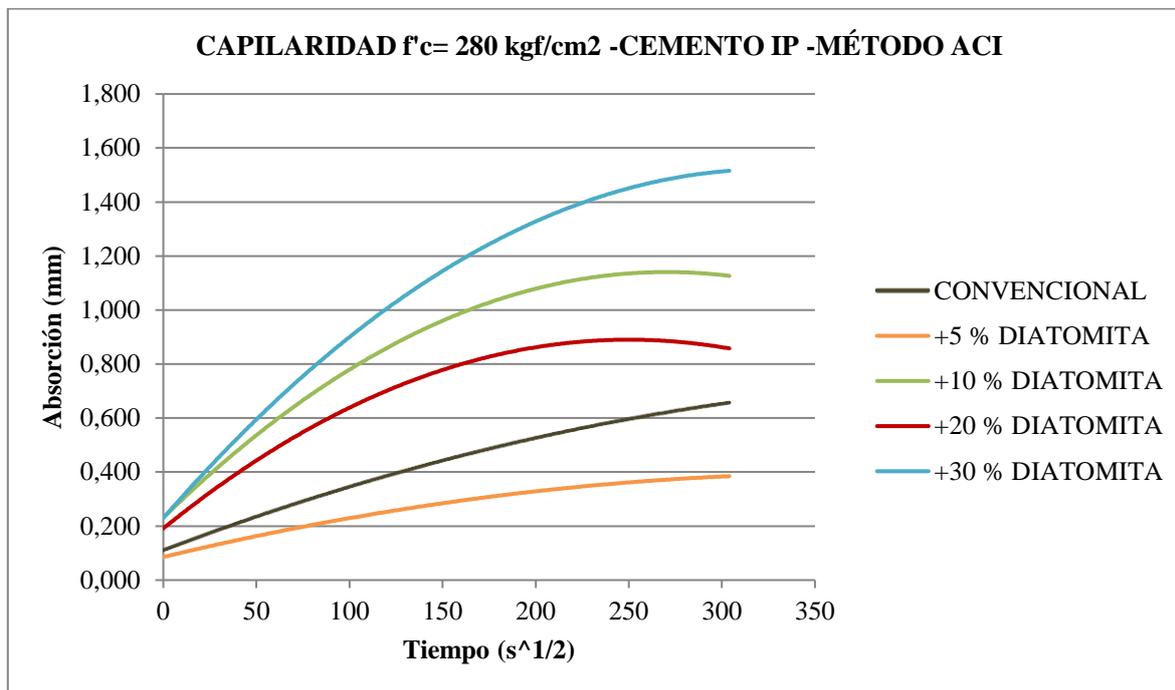
Gráfica 76. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se muestra que el concreto con 5% de adición de diatomita es el que presenta la menor tasa de absorción con un valor de 0.365 mm. La mayor tasa de absorción lo tiene el concreto con 30% de adición de diatomita con un valor de 1.686 mm.

La variación porcentual del concreto con 5% de adición de diatomita y el concreto convencional es de 125.29%.

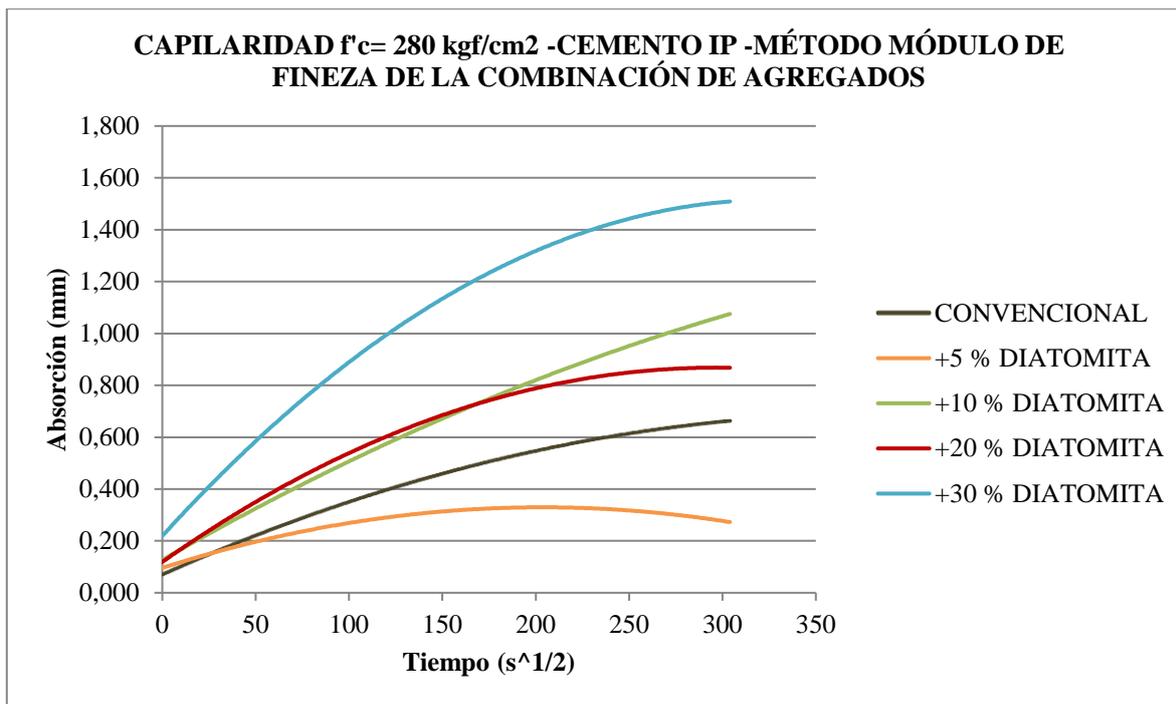
5.2.5.2. Capilaridad o Tasa de Absorción del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP



Gráfica 77. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del ACI.
(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se muestra que el concreto con 5% de adición de diatomita es el que presenta la menor tasa de absorción con un valor de 0.394 mm. La mayor tasa de absorción lo tiene el concreto con 30% de adición de diatomita con un valor de 1.535 mm.

La variación porcentual del concreto con 5% de adición de diatomita y el concreto convencional es de 68.62%.



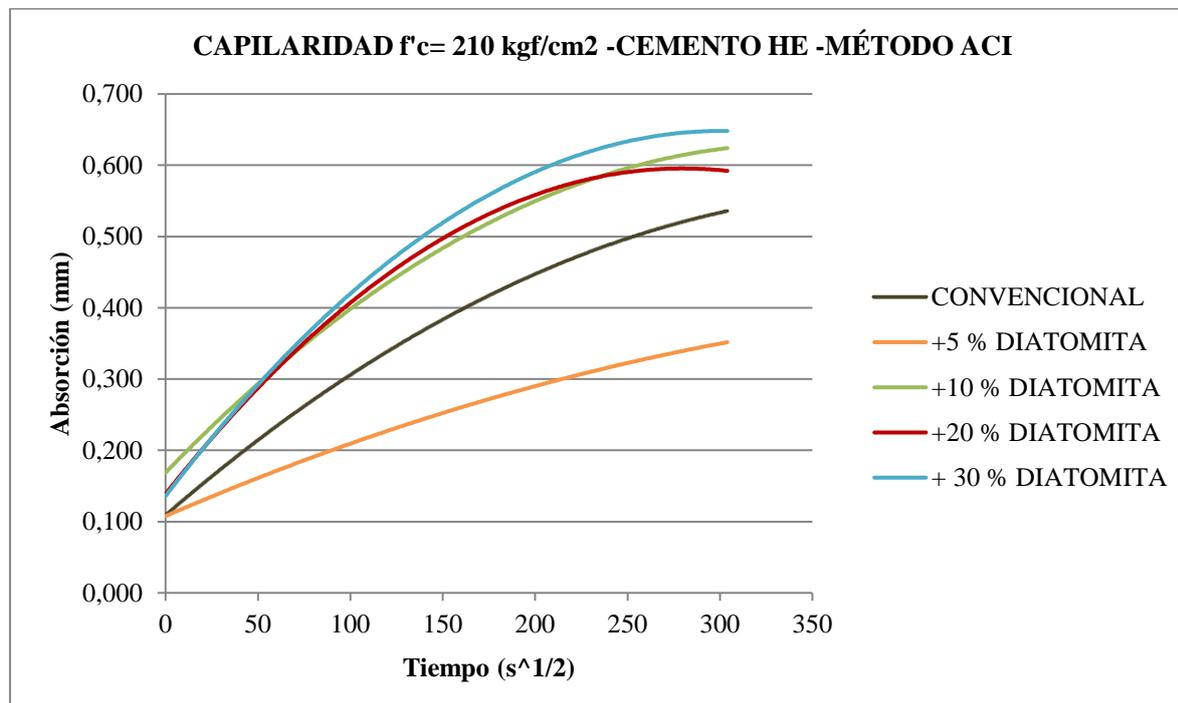
Gráfica 78. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se muestra que el concreto con 5% de adición de diatomita es el que presenta la menor tasa de absorción con un valor de 0.282 mm. La mayor tasa de absorción lo presenta el concreto con 30% de adición de diatomita con un valor de 1.528 mm.

La variación porcentual del concreto con 5% de adición de diatomita y el concreto convencional es de 136.64%.

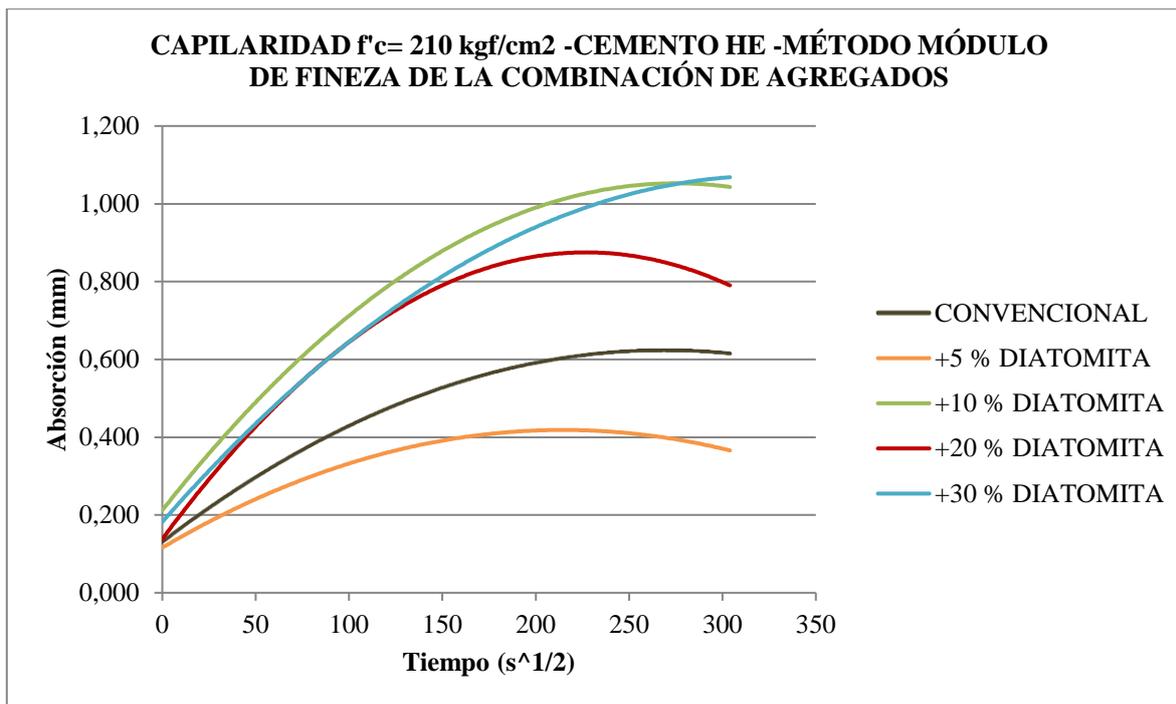
5.2.5.3. Capilaridad o Tasa de Absorción del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE



Gráfica 79. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del ACI.
(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se muestra que el concreto con 5% de adición de diatomita es el que presenta la menor tasa de absorción con un valor de 0.362 mm. La mayor tasa de absorción lo tiene el concreto con 30% de adición de diatomita con un valor de 0.660 mm. Además, a excepción del concreto con 5% de diatomita, la tasa de absorción de los concretos es pareja.

La variación porcentual del concreto con 5% de adición de diatomita y el concreto convencional es de 51.82%.



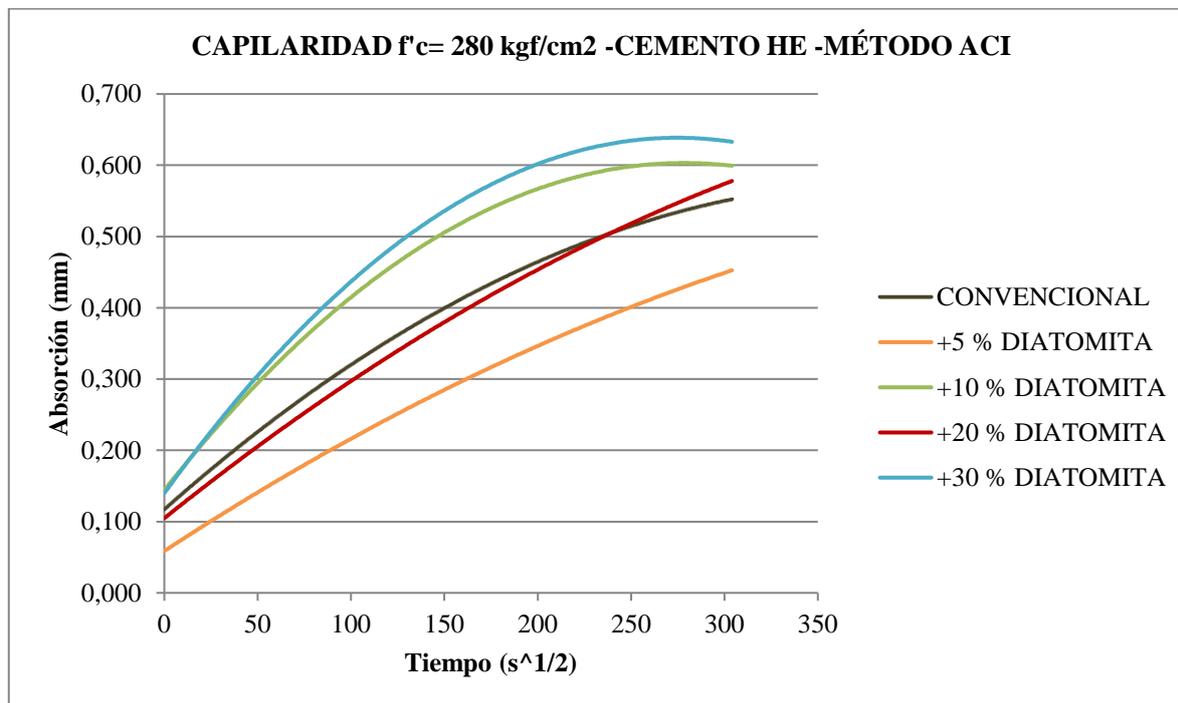
Gráfica 80. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se muestra que el concreto con 5% de adición de diatomita es el que presenta la menor tasa de absorción con un valor de 0.376 mm. La mayor tasa de absorción lo tiene el concreto con 30% de adición de diatomita con un valor de 1.081 mm.

La variación porcentual del concreto con 5% de adición de diatomita y el concreto convencional es de 68.32%.

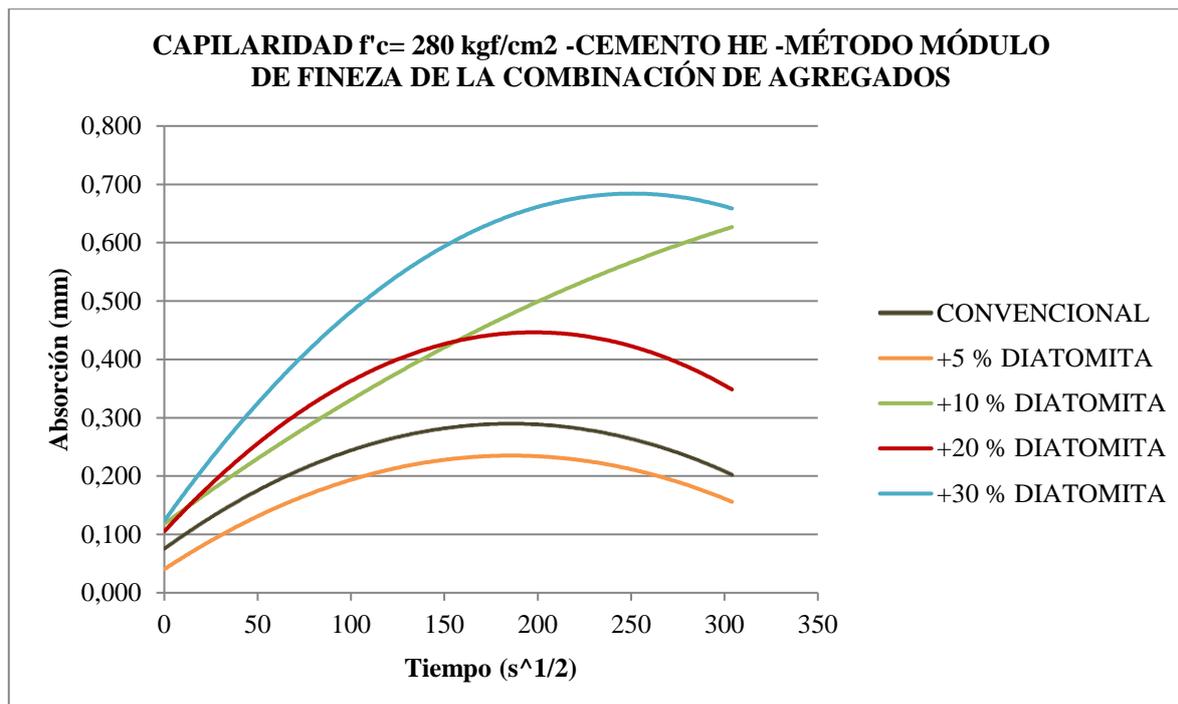
5.2.5.4. Capilaridad o Tasa de Absorción del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE



Gráfica 81. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del ACI.
(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se muestra que el concreto con 5% de adición de diatomita es el que presenta la menor tasa de absorción con un valor de 0.458 mm. La mayor tasa de absorción lo tiene el concreto con 30% de adición de diatomita con un valor de 0.646 mm.

En este caso la tasa de absorción de los diferentes concretos se mantiene pareja, existiendo una variación porcentual del concreto con 5% de adición de diatomita y el concreto más cercano (concreto convencional) de 23.54%.



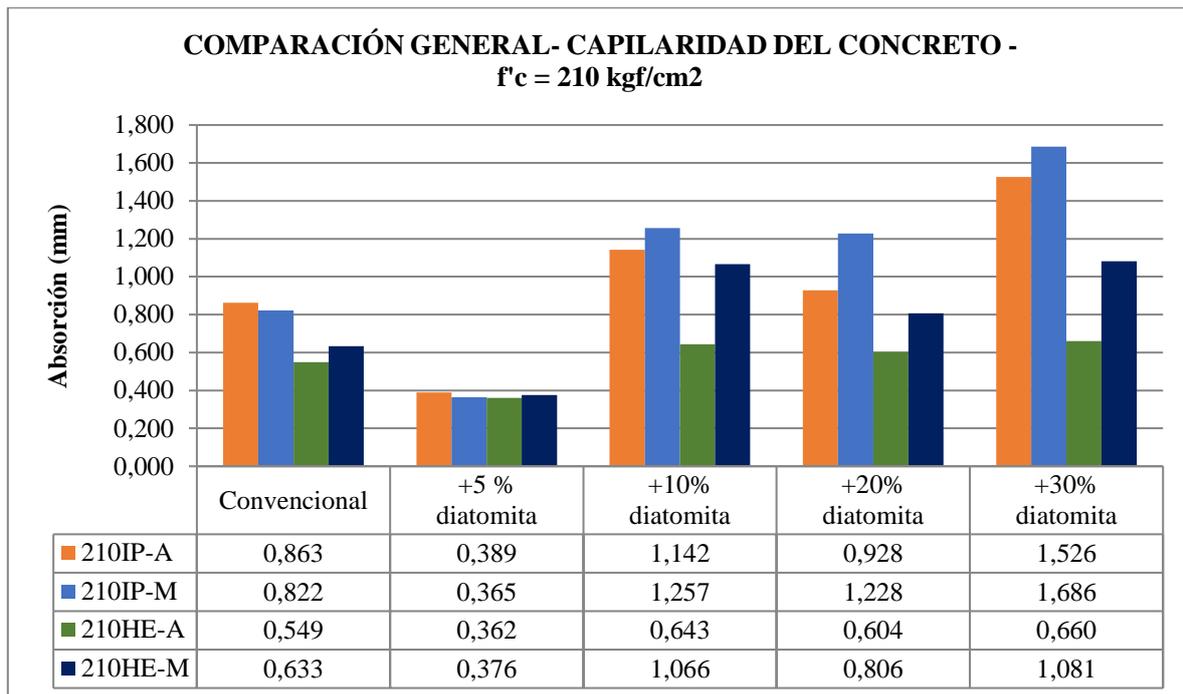
Gráfica 82. Absorción Promedio a los 28 días de edad para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se muestra que el concreto con 5% de adición de diatomita es el que presenta la menor tasa de absorción con un valor de 0.159 mm. La mayor tasa de absorción lo presenta el concreto con 30% de adición de diatomita con un valor de 0.676 mm.

En este caso existe una variación porcentual del concreto con 5% de adición de diatomita y el concreto más cercano (concreto convencional) de 30.38%.

5.2.5.5. Comparación General de la Capilaridad del concreto



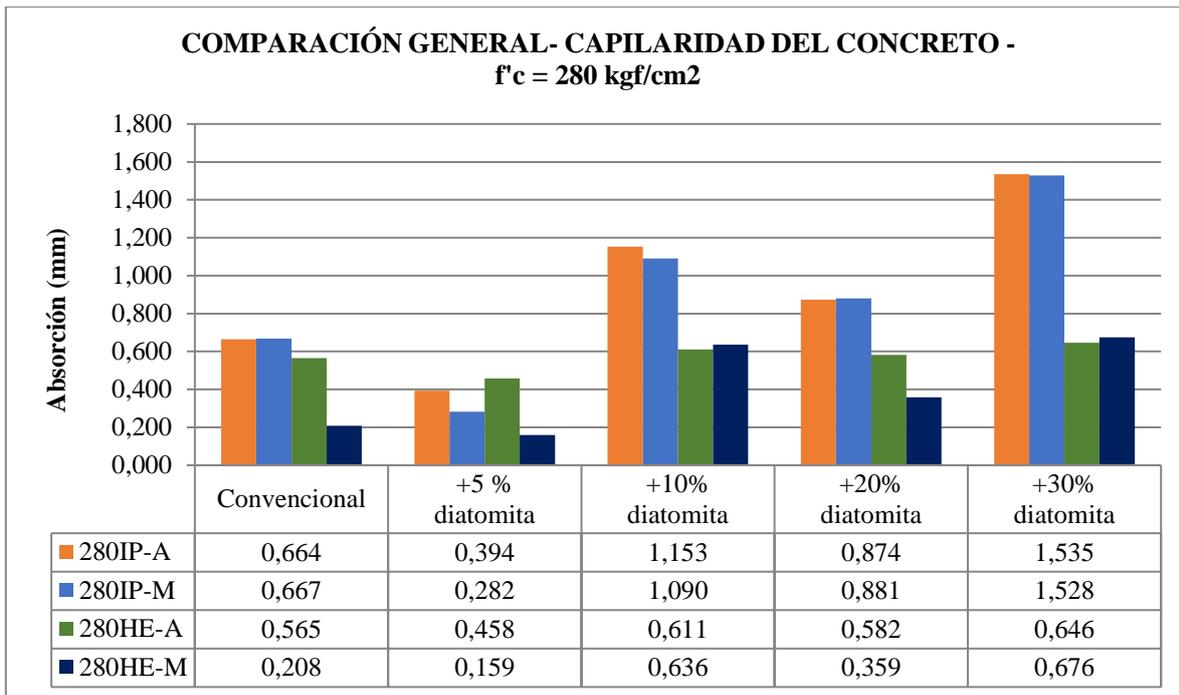
Gráfica 83. Comparación general del ensayo de capilaridad del concreto elaborado con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que, los concretos con 5% de diatomita presentan las menores tasas de absorción, siendo los diseñados con el método del ACI y con cemento del tipo HE los de menor valor.

Haciendo una comparación entre métodos de diseño; para cemento del tipo IP, en la mayoría de los casos, los concretos diseñados con el método del ACI presenta menores tasas de absorción que los del método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, siendo la mayor variación porcentual de 32.32% y la menor variación porcentual de 10.15%, dadas para el concreto con 20% de adición de diatomita y para concreto elaborado con 10% de adición de diatomita respectivamente.

Y para el cemento del tipo HE, los concretos diseñados con el método ACI presentan menores tasas de absorción que los del método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, siendo la mayor variación porcentual 65.77% y la menor variación porcentual de 4.02% dadas para el concreto elaborado con 10% de adición de diatomita y para el concreto elaborado con 5% de adición de diatomita respectivamente.



Gráfica 84. Comparación general del ensayo de capilaridad del concreto elaborado con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos con 5% de diatomita presentan las menores tasas de absorción, siendo los diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados y con cemento del tipo HE los de menor valor dentro de este tipo de concreto.

Haciendo una comparación entre métodos de diseño; para cemento del tipo IP, en la mayoría de los casos los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presenta menores tasas de absorción que los del método del ACI, siendo la mayor variación porcentual de 39.70% y la menor variación porcentual de 0.47%, dadas para el concreto con 5% de adición de diatomita y para concreto elaborado con 30% de adición de diatomita respectivamente.

Y para el cemento del tipo HE, en la mayoría de los casos los concretos diseñados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presentan menores tasas de absorción que los del método del ACI, siendo significativamente la mayor variación porcentual 187.04% y la menor variación porcentual de 62.37% dadas para el concreto con 5% de adición de diatomita y para el concreto con 20% de adición de diatomita respectivamente.

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE COSTOS

6.1. Costos Unitarios

Por medio de tablas se muestra el costo por m³ de concreto, de acuerdo al tipo de diseño, tipo de cemento y tipo de concreto (convencional y concreto con adición de diatomita en diferentes porcentajes). Cabe resaltar que los costos incluyen el Impuesto General a las Ventas (IGV).

6.1.1. Costo Unitario del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

Tabla 197. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

DISEÑO	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
ACI Convencional	Cemento IP	9.102	bls	21.00	191.13	228.49
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m ³	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.268	m ³	50.00	13.38	
	Agua	0.230	m ³	2.35	0.54	
ACI +5% Diatomita	Cemento IP	7.861	bls	21.00	165.07	216.24
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m ³	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.280	m ³	50.00	14.01	
	Agua	0.231	m ³	2.35	0.54	
	Diatomita	17.583	kg	0.75	13.19	
ACI +10% Diatomita	Cemento IP	7.447	bls	21.00	156.38	220.74
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m ³	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.280	m ³	50.00	14.01	
	Agua	0.231	m ³	2.35	0.54	
	Diatomita	35.165	kg	0.75	26.37	
ACI +20% Diatomita	Cemento IP	6.619	bls	21.00	139.01	229.74
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m ³	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.280	m ³	50.00	14.01	
	Agua	0.231	m ³	2.35	0.54	
	Diatomita	70.331	kg	0.75	52.75	
ACI +30% Diatomita	Cemento IP	5.792	bls	21.00	121.63	238.73
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m ³	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.280	m ³	50.00	14.01	
	Agua	0.231	m ³	2.35	0.54	
	Diatomita	105.496	kg	0.75	79.12	

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 198. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
MF Convencional	Cemento IP	9.102	bls	21.00	191.13	228.62
	Agregado Grueso 1/2"	0.369	m3	65.00	23.98	
	Agregado Fino	0.259	m3	50.00	12.96	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
MF +5% Diatomita	Cemento IP	7.860	bls	21.00	165.07	216.31
	Agregado Grueso 1/2"	0.365	m3	65.00	23.73	
	Agregado Fino	0.275	m3	50.00	13.77	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	17.583	kg	0.75	13.19	
MF +10% Diatomita	Cemento IP	7.447	bls	21.00	156.38	220.80
	Agregado Grueso 1/2"	0.365	m3	65.00	23.73	
	Agregado Fino	0.275	m3	50.00	13.77	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	35.165	kg	0.75	26.37	
MF +20% Diatomita	Cemento IP	6.619	bls	21.00	139.01	229.80
	Agregado Grueso 1/2"	0.365	m3	65.00	23.73	
	Agregado Fino	0.275	m3	50.00	13.77	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	70.330	kg	0.75	52.75	
MF +30% Diatomita	Cemento IP	5.792	bls	21.00	121.63	238.80
	Agregado Grueso 1/2"	0.365	m3	65.00	23.73	
	Agregado Fino	0.275	m3	50.00	13.77	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	105.495	kg	0.75	79.12	

(Fuente: Elaboración Propia)

6.1.2. Costo Unitario del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

Tabla 199. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

DISEÑO	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
ACI Convencional	Cemento IP	10.930	bls	21.00	229.53	265.50
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.240	m3	50.00	12.01	
	Agua	0.229	m3	2.35	0.54	
ACI +5% Diatomita	Cemento IP	9.439	bls	21.00	198.23	250.79
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.255	m3	50.00	12.76	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	21.114	kg	0.75	15.84	
ACI +10% Diatomita	Cemento IP	8.943	bls	21.00	187.79	256.19
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.255	m3	50.00	12.76	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	42.229	kg	0.75	31.67	
ACI +20% Diatomita	Cemento IP	7.949	bls	21.00	166.93	267.00
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.255	m3	50.00	12.76	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	84.457	kg	0.75	63.34	
ACI +30% Diatomita	Cemento IP	6.955	bls	21.00	146.06	277.80
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.255	m3	50.00	12.76	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	126.686	kg	0.75	95.01	

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 200. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
MF Convencional	Cemento IP	10.930	bls	21.00	229.53	265.74
	Agregado Grueso 1/2"	0.376	m3	65.00	24.46	
	Agregado Fino	0.224	m3	50.00	11.21	
	Agua	0.229	m3	2.35	0.54	
MF +5% Diatomita	Cemento IP	9.439	bls	21.00	198.23	250.96
	Agregado Grueso 1/2"	0.372	m3	65.00	24.20	
	Agregado Fino	0.243	m3	50.00	12.16	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	21.115	kg	0.75	15.84	
MF +10% Diatomita	Cemento IP	8.943	bls	21.00	187.79	256.37
	Agregado Grueso 1/2"	0.372	m3	65.00	24.20	
	Agregado Fino	0.243	m3	50.00	12.16	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	42.229	kg	0.75	31.67	
MF +20% Diatomita	Cemento IP	7.949	bls	21.00	166.93	267.17
	Agregado Grueso 1/2"	0.372	m3	65.00	24.20	
	Agregado Fino	0.243	m3	50.00	12.16	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	84.458	kg	0.75	63.34	
MF +30% Diatomita	Cemento IP	6.955	bls	21.00	146.06	277.98
	Agregado Grueso 1/2"	0.372	m3	65.00	24.20	
	Agregado Fino	0.243	m3	50.00	12.16	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	126.687	kg	0.75	95.02	

(Fuente: Elaboración Propia)

6.1.3. Costo Unitario del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

Tabla 201. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

DISEÑO	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
ACI Convencional	Cemento HE	9.102	bls	22.41	203.97	241.53
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.272	m3	50.00	13.59	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
ACI +5% Diatomita	Cemento HE	7.861	bls	22.41	176.15	227.51
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.284	m3	50.00	14.20	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	17.583	kg	0.75	13.19	
ACI +10% Diatomita	Cemento HE	7.447	bls	22.41	166.88	231.43
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.284	m3	50.00	14.20	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	35.165	kg	0.75	26.37	
ACI +20% Diatomita	Cemento HE	6.619	bls	22.41	148.34	239.26
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.284	m3	50.00	14.20	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	70.331	kg	0.75	52.75	
ACI +30% Diatomita	Cemento HE	5.792	bls	22.41	129.80	247.09
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.284	m3	50.00	14.20	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	105.496	kg	0.75	79.12	

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 202. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
MF Convencional	Cemento HE	9.102	bls	22.41	203.97	241.70
	Agregado Grueso 1/2"	0.371	m3	65.00	24.14	
	Agregado Fino	0.261	m3	50.00	13.04	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
MF +5% Diatomita	Cemento HE	7.860	bls	22.41	176.15	227.61
	Agregado Grueso 1/2"	0.367	m3	65.00	23.87	
	Agregado Fino	0.277	m3	50.00	13.86	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	17.583	kg	0.75	13.19	
MF +10% Diatomita	Cemento HE	7.447	bls	22.41	166.88	231.53
	Agregado Grueso 1/2"	0.367	m3	65.00	23.87	
	Agregado Fino	0.277	m3	50.00	13.86	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	35.165	kg	0.75	26.37	
MF +20% Diatomita	Cemento HE	6.619	bls	22.41	148.34	239.36
	Agregado Grueso 1/2"	0.367	m3	65.00	23.87	
	Agregado Fino	0.277	m3	50.00	13.86	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	70.330	kg	0.75	52.75	
MF +30% Diatomita	Cemento HE	5.792	bls	22.41	129.80	247.19
	Agregado Grueso 1/2"	0.367	m3	65.00	23.87	
	Agregado Fino	0.277	m3	50.00	13.86	
	Agua	0.231	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	105.495	kg	0.75	79.12	

(Fuente: Elaboración Propia)

6.1.4. Costo Unitario del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

Tabla 203. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

DISEÑO	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
ACI Convencional	Cemento HE	10.930	bls	22.41	244.94	281.17
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.245	m3	50.00	12.26	
	Agua	0.229	m3	2.35	0.54	
ACI +5% Diatomita	Cemento HE	9.439	bls	22.41	211.54	264.33
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.260	m3	50.00	12.98	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	21.114	kg	0.75	15.84	
ACI +10% Diatomita	Cemento HE	8.943	bls	22.41	200.40	269.03
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.260	m3	50.00	12.98	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	42.229	kg	0.75	31.67	
ACI +20% Diatomita	Cemento HE	7.949	bls	22.41	178.14	278.44
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.260	m3	50.00	12.98	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	84.457	kg	0.75	63.34	
ACI +30% Diatomita	Cemento HE	6.955	bls	22.41	155.87	287.84
	Agregado Grueso 1/2"	0.360	m3	65.00	23.43	
	Agregado Fino	0.260	m3	50.00	12.98	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	126.686	kg	0.75	95.01	

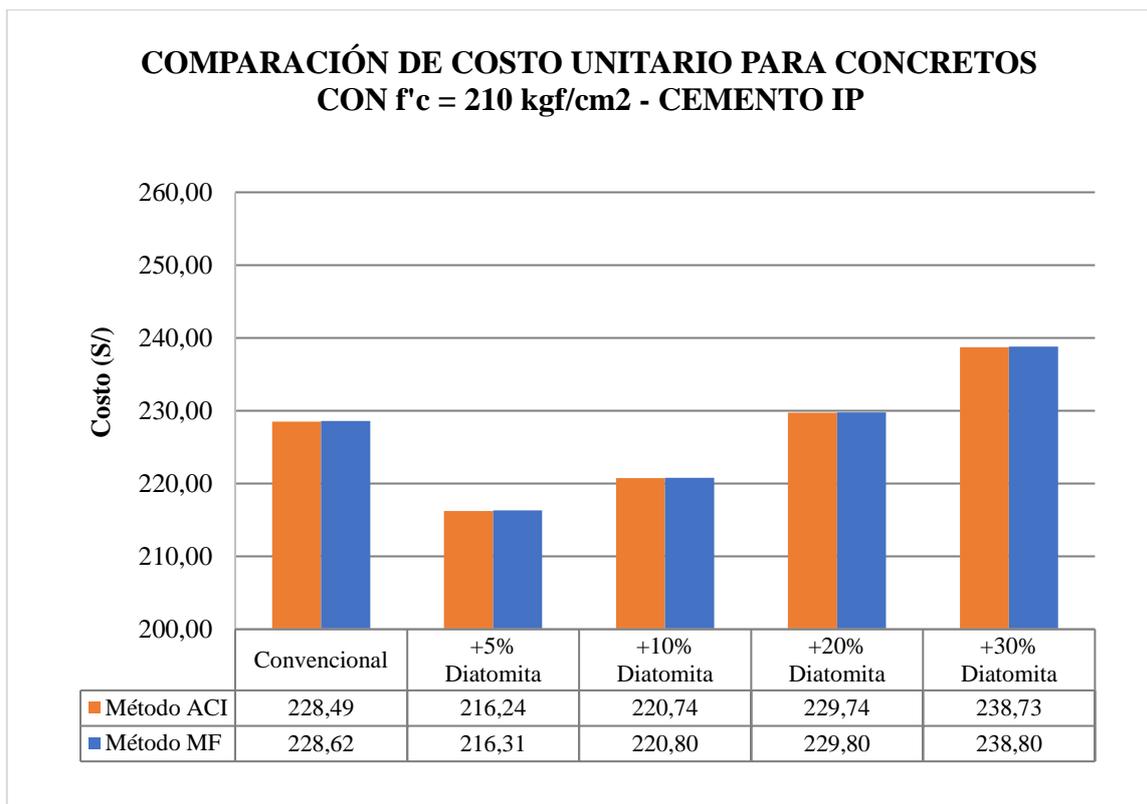
(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 204. Costo unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
MF Convencional	Cemento HE	10.930	bls	22.41	244.94	281.45
	Agregado Grueso 1/2"	0.379	m3	65.00	24.67	
	Agregado Fino	0.226	m3	50.00	11.31	
	Agua	0.229	m3	2.35	0.54	
MF +5% Diatomita	Cemento HE	9.439	bls	22.41	211.54	264.55
	Agregado Grueso 1/2"	0.375	m3	65.00	24.38	
	Agregado Fino	0.245	m3	50.00	12.26	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	21.115	kg	0.75	15.84	
MF +10% Diatomita	Cemento HE	8.943	bls	22.41	200.40	269.25
	Agregado Grueso 1/2"	0.375	m3	65.00	24.38	
	Agregado Fino	0.245	m3	50.00	12.26	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	42.229	kg	0.75	31.67	
MF +20% Diatomita	Cemento HE	7.949	bls	22.41	178.14	278.65
	Agregado Grueso 1/2"	0.375	m3	65.00	24.38	
	Agregado Fino	0.245	m3	50.00	12.26	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	84.458	kg	0.75	63.34	
MF +30% Diatomita	Cemento HE	6.955	bls	22.41	155.87	288.06
	Agregado Grueso 1/2"	0.375	m3	65.00	24.38	
	Agregado Fino	0.245	m3	50.00	12.26	
	Agua	0.230	m3	2.35	0.54	
	Diatomita	126.687	kg	0.75	95.02	

(Fuente: Elaboración Propia)

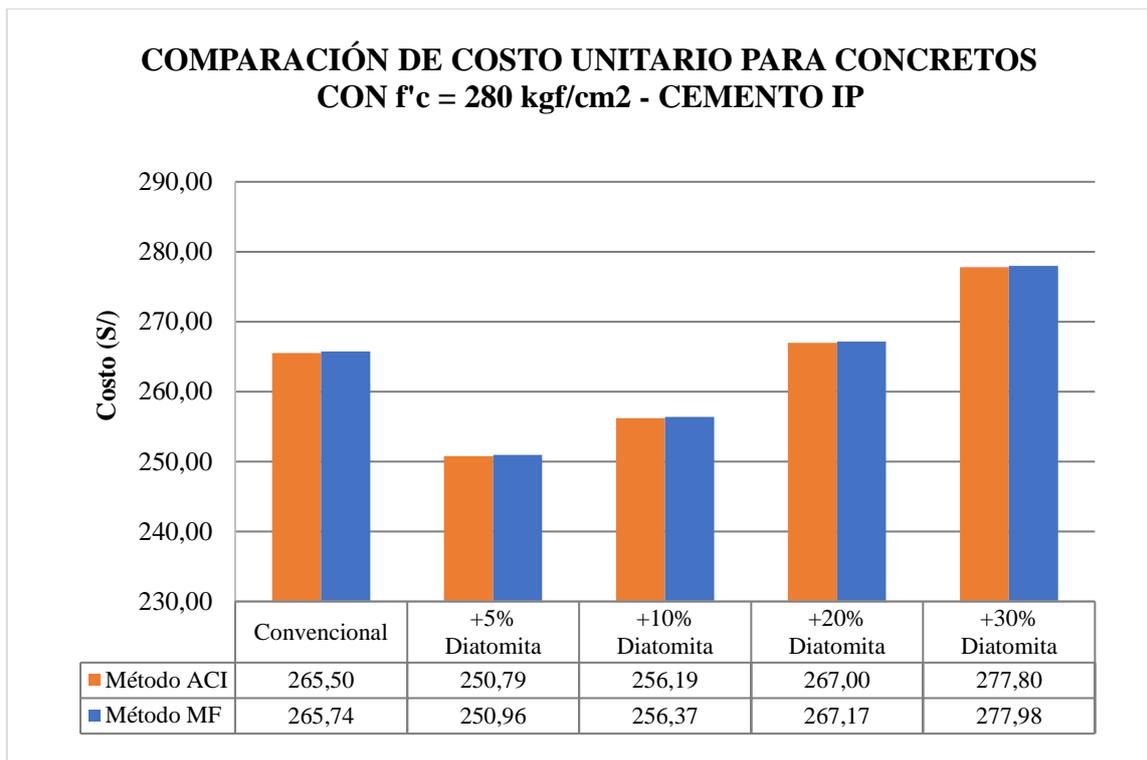
6.1.5. Comparación General de Costos Unitarios



Gráfica 85. Comparación General del Costo Unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP.

(Fuente: Elaboración Propia)

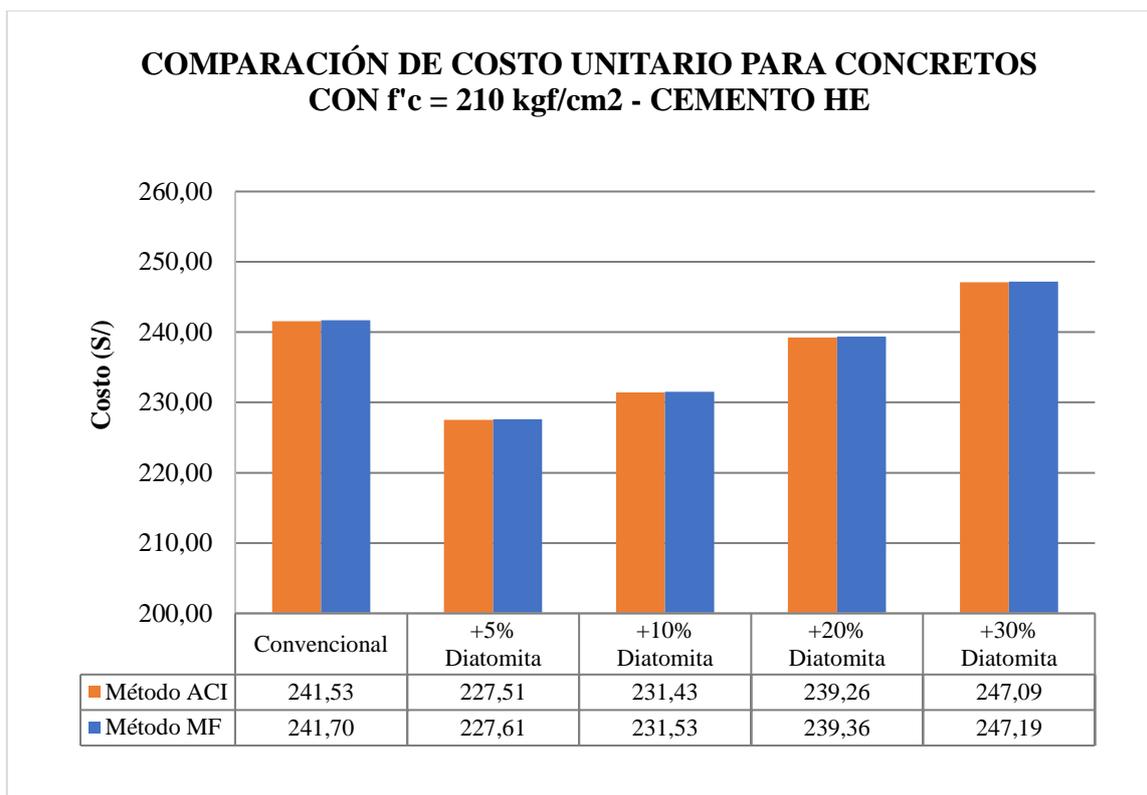
La gráfica muestra que los concretos elaborados con el método ACI, son más económicos que los elaborados con el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. Los concretos que son más económicos que el concreto convencional son los concretos adicionados con 5% y 10% de diatomita, siendo el concreto con adición de 5% de diatomita el más económico, pues presenta una disminución porcentual de costo respecto al concreto convencional, de 5.36% y 5.39% para los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente. En el caso del concreto con adición de 10% de diatomita la disminución porcentual correspondiente es de 3,39% y 3.42%.



Gráfica 86. Comparación General del Costo Unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP.

(Fuente: Elaboración Propia)

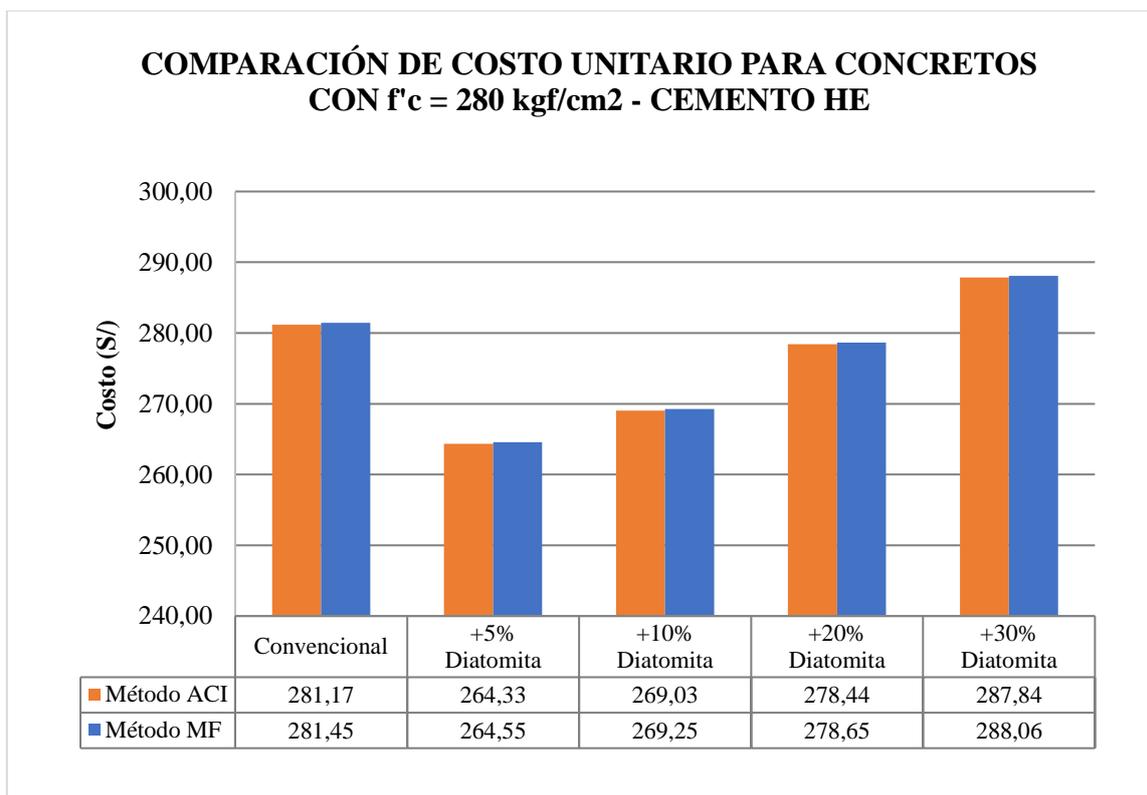
La gráfica muestra que los concretos elaborados con el método ACI, son más económicos que los elaborados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. Los concretos que son más económicos que el concreto convencional son los concretos adicionados con 5% y 10% de diatomita, siendo el concreto con adición de 5% de diatomita el más económico, pues presenta una disminución porcentual de costo respecto al concreto convencional, de 5.54% y 5.56% para los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente. En el caso del concreto con adición de 10% de diatomita la disminución porcentual correspondiente es de 3,51% y 3.53%.



Gráfica 87. Comparación General del Costo Unitario para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos elaborados con el método ACI, son más económicos que los elaborados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. Los concretos que son más económicos que el concreto convencional son los concretos adicionados con 5%, 10% y 20% de diatomita, siendo el concreto con adición de 5% de diatomita el más económico, pues presenta una disminución porcentual de costo respecto al concreto convencional, de 5.81% y 5.83% para los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente. En el caso del concreto con adición de 10% de diatomita la disminución porcentual correspondiente es de 4,18% y 4.21% respectivamente, y en el caso del concreto con adición de 20% de diatomita, la disminución es de 0.94% y 0.97% respectivamente.



Gráfica 88. Comparación General del Costo Unitario para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE.

(Fuente: Elaboración Propia)

La gráfica muestra que los concretos elaborados con el método ACI, son más económicos que los elaborados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. Los concretos que son más económicos que el concreto convencional son los concretos adicionados con 5%, 10% y 20% de diatomita, siendo el concreto con adición de 5% de diatomita el más económico, pues presenta una disminución porcentual de costo respecto al concreto convencional, de 5.99% y 6.01% para los métodos ACI y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente. En el caso del concreto con adición de 10% de diatomita la disminución porcentual correspondiente es de 4,32% y 4.33% respectivamente, y en el caso del concreto con adición de 20% de diatomita, la disminución es de 0.97% y 0.99% respectivamente.

6.2. Análisis Costo Beneficio

Para calcular el beneficio en la presente investigación se consideraron solamente dos propiedades del concreto: el asentamiento y la resistencia a la compresión, esto debido a la importancia que presentan en estado fresco y en estado endurecido respectivamente. Cabe

resaltar que los resultados obtenidos para las propiedades no consideradas para este análisis serán un complemento para determinar los concretos que cumplen con la hipótesis de esta investigación.

Para el cálculo del beneficio en el caso del asentamiento, se consideró como valor de diseño el valor de 3 pulgadas, mientras que para la resistencia a la compresión se consideraron como valores de diseño 210 kgf/cm² y 280 kgf/cm² dependiendo del diseño.

El beneficio se expresa en porcentaje y se calcula dividiendo el valor obtenido entre el valor de diseño, realizando esto para el asentamiento y para la resistencia a la compresión separadamente. Luego, para hallar el beneficio total, se multiplica el beneficio del asentamiento, y el beneficio de la resistencia a la compresión ($f'c$) por un factor de importancia respectivo, y se realiza la suma de los resultados obtenidos.

Como factor de importancia, se consideró un factor de 2/3 para el caso de la resistencia a la compresión, mientras que para el asentamiento se consideró un factor de 1/3.

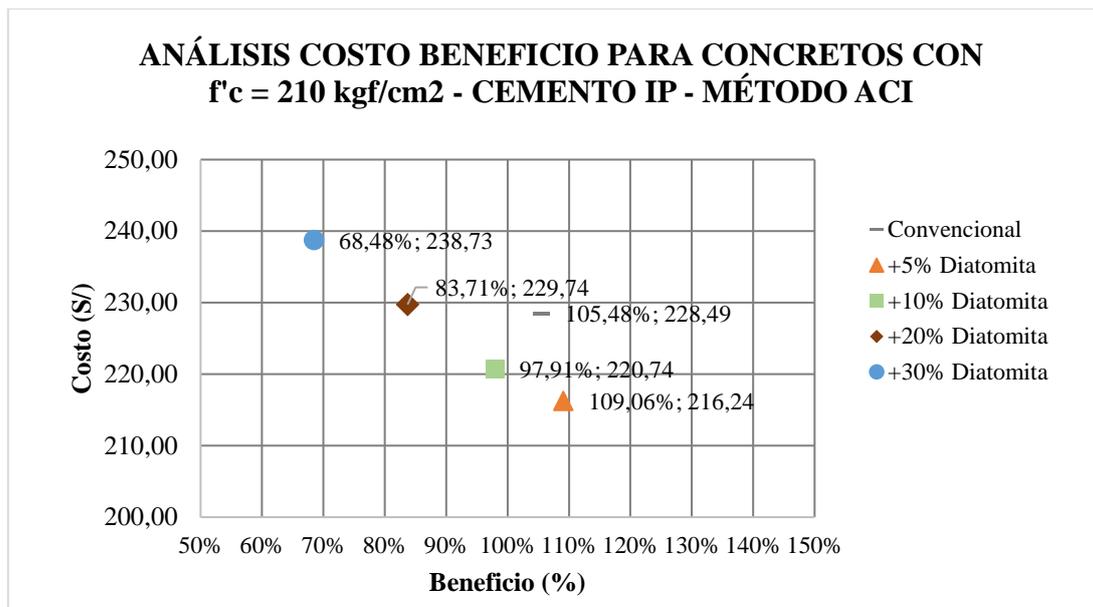
Mediante tablas se muestran los resultados del beneficio calculado para cada tipo de concreto y su respectivo costo unitario, a partir de los cuales se elaboraron gráficas que permiten realizar el análisis costo beneficio.

6.2.1. Análisis Costo Beneficio del concreto con $f'c = 210$ kgf/cm² con Cemento IP

Tabla 205. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210$ kgf/cm², con Cemento IP, y con el Método ACI.

DISEÑO	VALOR OBTENIDO		VALOR DE DISEÑO		BENEFICIO		BENEFICIO	COSTO POR M3
	ASENT. (plg.)	$f'c$ (kgf/cm ²)	ASENT. (plg.)	$f'c$ (kgf/cm ²)	ASENT. (%)	$f'c$ (%)		
210IP								
Convencional	3.250	218.51	3.000	210	108.33%	104.05%	105.48%	228.49
+5% Diatomita	3.375	225.40	3.000	210	112.50%	107.33%	109.06%	216.24
+10% Diatomita	3.375	190.28	3.000	210	112.50%	90.61%	97.91%	220.74
+20% Diatomita	3.500	141.18	3.000	210	116.67%	67.23%	83.71%	229.74
+30% Diatomita	3.625	88.85	3.000	210	120.83%	42.31%	68.48%	238.73

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 89. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

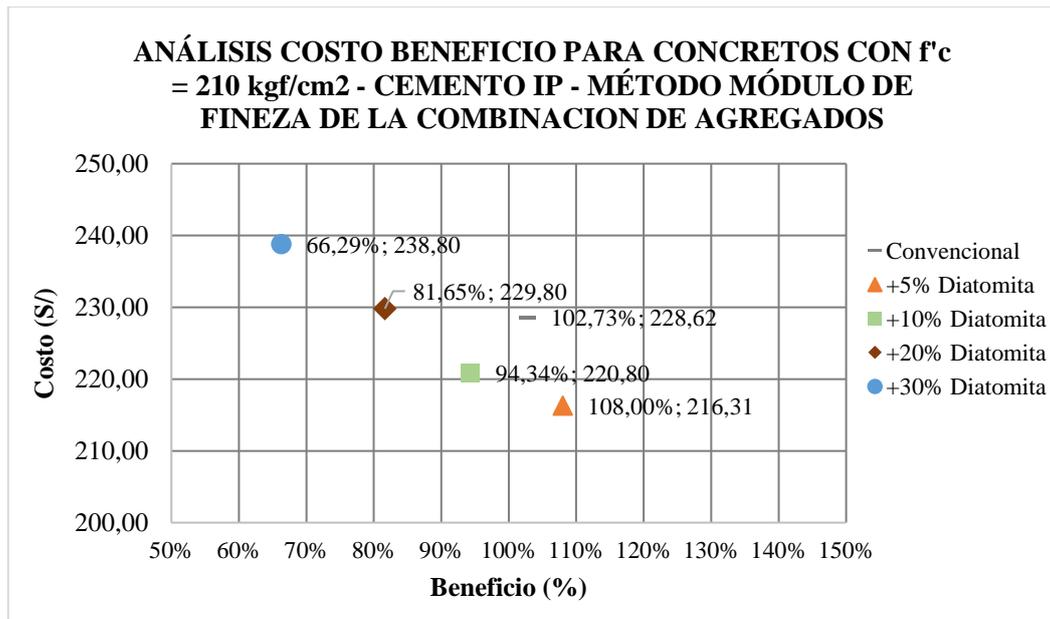
(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar, que el concreto con adición de 5% de diatomita es el que tiene mayor beneficio y menor costo, superando en beneficio y siendo más económico que el concreto convencional, lo cual se traduce en un aumento de 3.39% en beneficio y en una disminución de costo unitario de 5.36%.

Tabla 206. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	VALOR OBTENIDO		VALOR DE DISEÑO		BENEFICIO		BENEFICIO	COSTO POR M3
	ASENT. (plg.)	f'c (kgf/cm ²)	ASENT. (plg.)	f'c (kgf/cm ²)	ASENT. (%)	f'c (%)		
210IP								
Convencional	3.125	214.21	3	210	104.17%	102.00%	102.73%	228.62
+5% Diatomita	3.375	222.09	3	210	112.50%	105.76%	108.00%	216.31
+10% Diatomita	3.375	179.04	3	210	112.50%	85.26%	94.34%	220.80
+20% Diatomita	3.500	134.69	3	210	116.67%	64.14%	81.65%	229.80
+30% Diatomita	3.500	86.31	3	210	116.67%	41.10%	66.29%	238.80

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 90. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

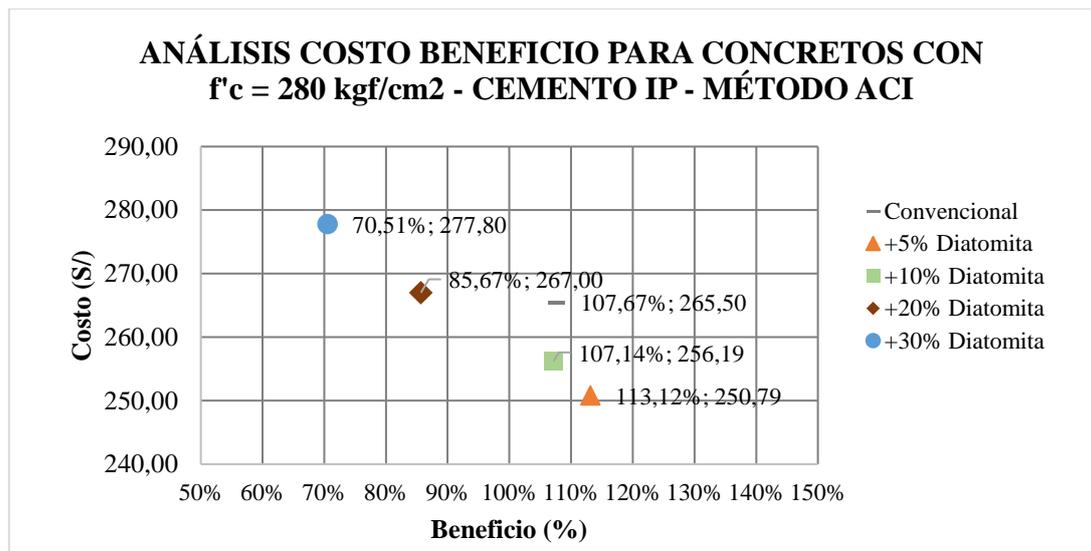
En la gráfica se puede apreciar, que el concreto con adición de 5% de diatomita es el que tiene mayor beneficio y menor costo, superando en beneficio y siendo más económico que el concreto convencional, lo cual se traduce en un aumento de 5.14% en beneficio y en una disminución de costo unitario de 5.39%.

6.2.2. Análisis Costo Beneficio del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento IP

Tabla 207. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

DISEÑO	VALOR OBTENIDO		VALOR DE DISEÑO		BENEFICIO		BENEFICIO	COSTO POR M3
	ASENT. (plg.)	$f'c$ (kgf/cm ²)	ASENT. (plg.)	$f'c$ (kgf/cm ²)	ASENT. (%)	$f'c$ (%)		
280IP								
Convencional	3.375	294.72	3.000	280	112.50%	105.26%	107.67%	265.50
+5% Diatomita	3.500	311.77	3.000	280	116.67%	111.35%	113.12%	250.79
+10% Diatomita	3.500	286.64	3.000	280	116.67%	102.37%	107.14%	256.19
+20% Diatomita	3.625	190.65	3.000	280	120.83%	68.09%	85.67%	267.00
+30% Diatomita	3.625	126.96	3.000	280	120.83%	45.34%	70.51%	277.80

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 91. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método ACI.

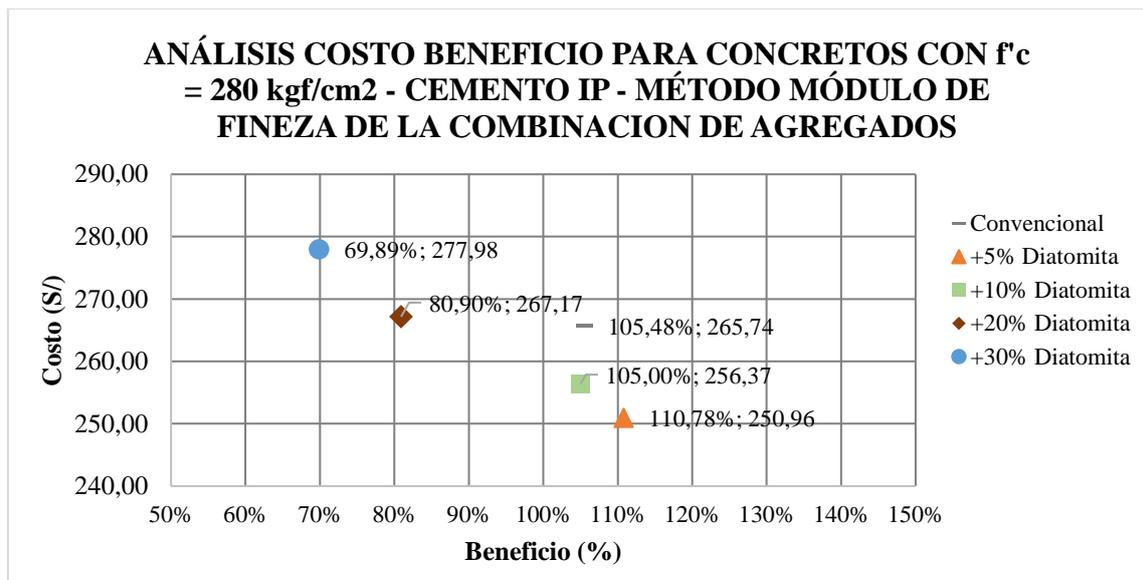
(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar, que el concreto con adición de 5% de diatomita es el que tiene mayor beneficio y menor costo, superando en beneficio y siendo más económico que el concreto convencional, lo cual se traduce en un aumento de 5.06% en beneficio y en una disminución de costo unitario de 5.54%.

Tabla 208. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	VALOR OBTENIDO		VALOR DE DISEÑO		BENEFICIO		BENEFICIO (%)	COSTO POR M3 (\$)
	ASENT. (plg.)	f'c (kgf/cm ²)	ASENT. (plg.)	f'c (kgf/cm ²)	ASENT. (%)	f'c (%)		
280IP								
Convencional	3.375	285.52	3	280	112.50%	101.97%	105.48%	265.74
+5% Diatomita	3.500	301.96	3	280	116.67%	107.84%	110.78%	250.96
+10% Diatomita	3.500	277.65	3	280	116.67%	99.16%	105.00%	256.37
+20% Diatomita	3.500	176.45	3	280	116.67%	63.02%	80.90%	267.17
+30% Diatomita	3.625	124.39	3	280	120.83%	44.43%	69.89%	277.98

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 92. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento IP, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

(Fuente: Elaboración Propia)

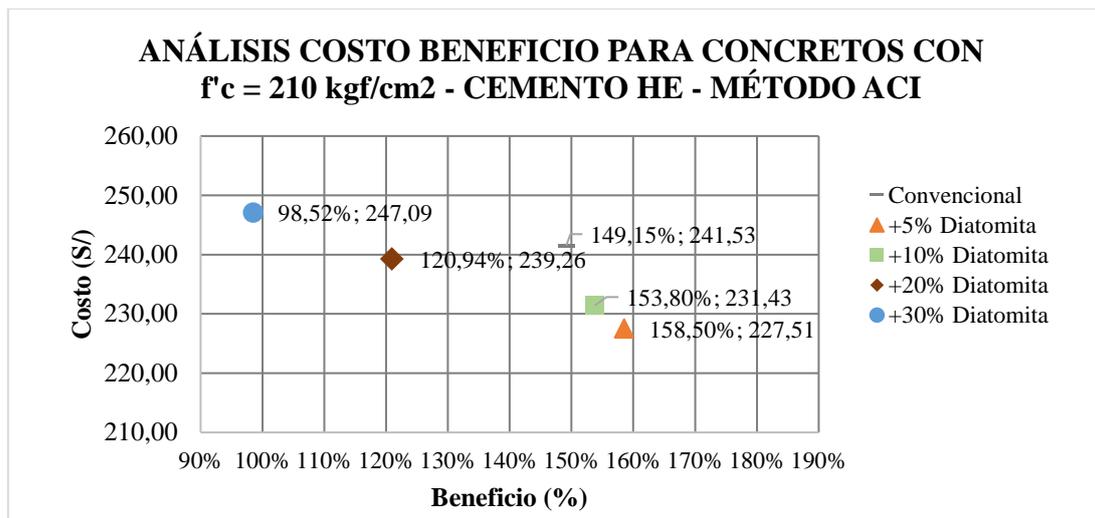
En la gráfica se puede apreciar, que el concreto con adición de 5% de diatomita es el que tiene mayor beneficio y menor costo, superando en beneficio y siendo más económico que el concreto convencional, lo cual se traduce en un aumento de 5.03% en beneficio y en una disminución de costo unitario de 5.56%.

6.2.3. Análisis Costo Beneficio del concreto con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

Tabla 209. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

DISEÑO	VALOR OBTENIDO		VALOR DE DISEÑO		BENEFICIO		BENEFICIO (%)	COSTO POR M3 (\$)
	ASENT. (plg.)	$f'c$ (kgf/cm ²)	ASENT. (plg.)	$f'c$ (kgf/cm ²)	ASENT. (%)	$f'c$ (%)		
210HE								
Convencional	3.500	347.33	3.000	210	116.67%	165.40%	149.15%	241.53
+5% Diatomita	3.625	372.39	3.000	210	120.83%	177.33%	158.50%	227.51
+10% Diatomita	3.625	357.61	3.000	210	120.83%	170.29%	153.80%	231.43
+20% Diatomita	3.750	249.70	3.000	210	125.00%	118.90%	120.94%	239.26
+30% Diatomita	3.750	179.08	3.000	210	125.00%	85.28%	98.52%	247.09

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 93. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

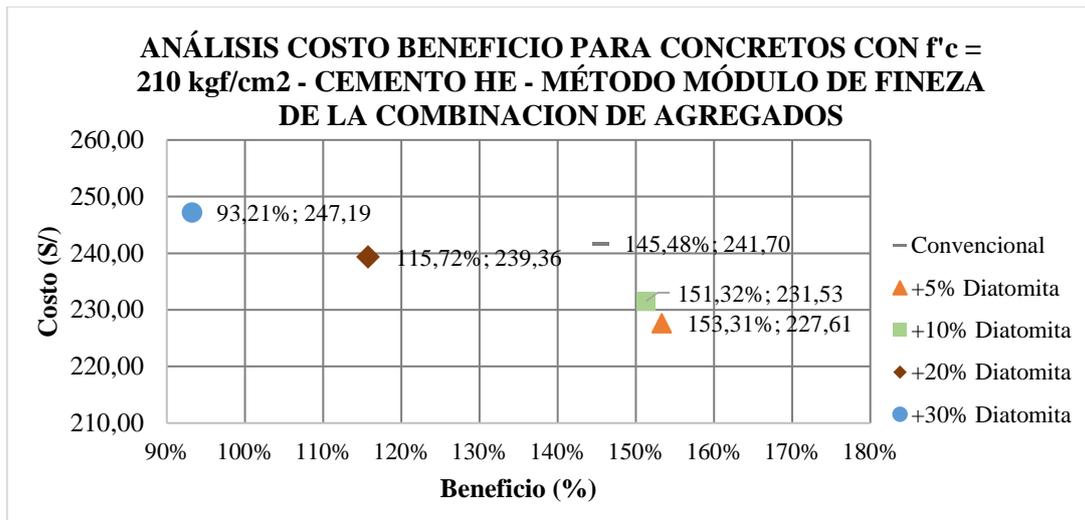
(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar, que el concreto con adición de 5% de diatomita es el que tiene mayor beneficio y menor costo, superando en beneficio y siendo más económico que el concreto convencional, lo cual se traduce en un aumento de 6.27% en beneficio y en una disminución de costo unitario de 5.81%. Además, el concreto con adición de 10% de diatomita también tiene mayor beneficio y un menor costo que el concreto convencional, pues presenta un aumento de 3.12% en beneficio y una disminución de 4.18% en costo unitario.

Tabla 210. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	VALOR OBTENIDO		VALOR DE DISEÑO		BENEFICIO		BENEFICIO (%)	COSTO POR M3 (\$/)
	ASENT. (plg.)	$f'c$ (kgf/cm ²)	ASENT. (plg.)	$f'c$ (kgf/cm ²)	ASENT. (%)	$f'c$ (%)		
210HE								
Convencional	3.375	340.13	3	210	112.50%	161.97%	145.48%	241.70
+5% Diatomita	3.500	360.44	3	210	116.67%	171.64%	153.31%	227.61
+10% Diatomita	3.625	349.77	3	210	120.83%	166.56%	151.32%	231.53
+20% Diatomita	3.625	237.65	3	210	120.83%	113.17%	115.72%	239.36
+30% Diatomita	3.750	162.37	3	210	125.00%	77.32%	93.21%	247.19

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 94. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. (Fuente: Elaboración Propia)

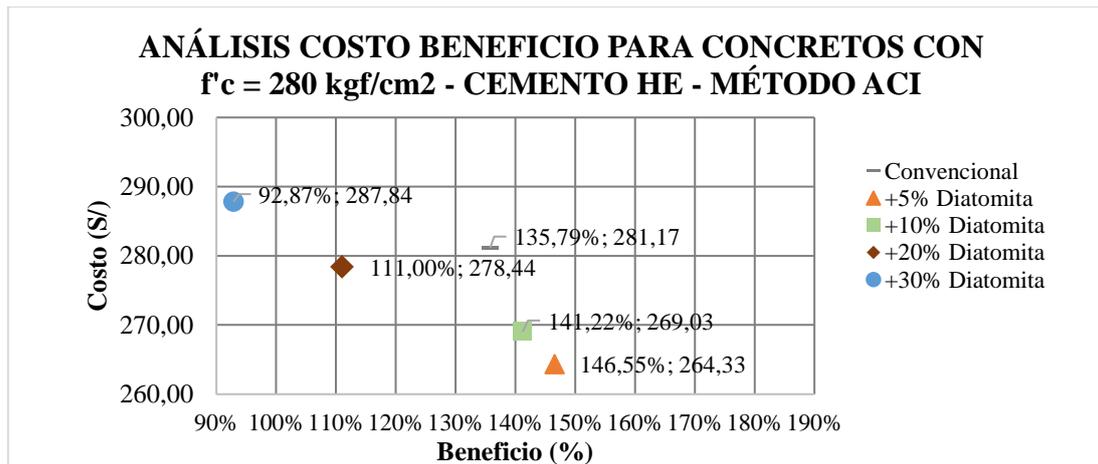
En la gráfica se puede apreciar, que el concreto con adición de 5% de diatomita es el que tiene mayor beneficio y menor costo, superando en beneficio y siendo más económico que el concreto convencional, lo cual se traduce en un aumento de 5.39% en beneficio y en una disminución de costo unitario de 5.83%. Además, el concreto con adición de 10% de diatomita también tiene mayor beneficio y un menor costo que el concreto convencional, pues presenta un aumento de 4.01% en beneficio y una disminución de 4.21% en costo unitario.

6.2.4. Análisis Costo Beneficio del concreto con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con Cemento HE

Tabla 211. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.

DISEÑO	VALOR OBTENIDO		VALOR DE DISEÑO		BENEFICIO		BENEFICIO (%)	COSTO POR M3 (\$)
	ASENT. (plg.)	$f'c$ (kgf/cm ²)	ASENT. (plg.)	$f'c$ (kgf/cm ²)	ASENT. (%)	$f'c$ (%)		
280HE								
Convencional	3.625	401.16	3.000	280	120.83%	143.27%	135.79%	281.17
+5% Diatomita	3.750	440.50	3.000	280	125.00%	157.32%	146.55%	264.33
+10% Diatomita	3.750	418.12	3.000	280	125.00%	149.33%	141.22%	269.03
+20% Diatomita	3.875	285.35	3.000	280	129.17%	101.91%	111.00%	278.44
+30% Diatomita	3.875	209.22	3.000	280	129.17%	74.72%	92.87%	287.84

(Fuente: Elaboración Propia)



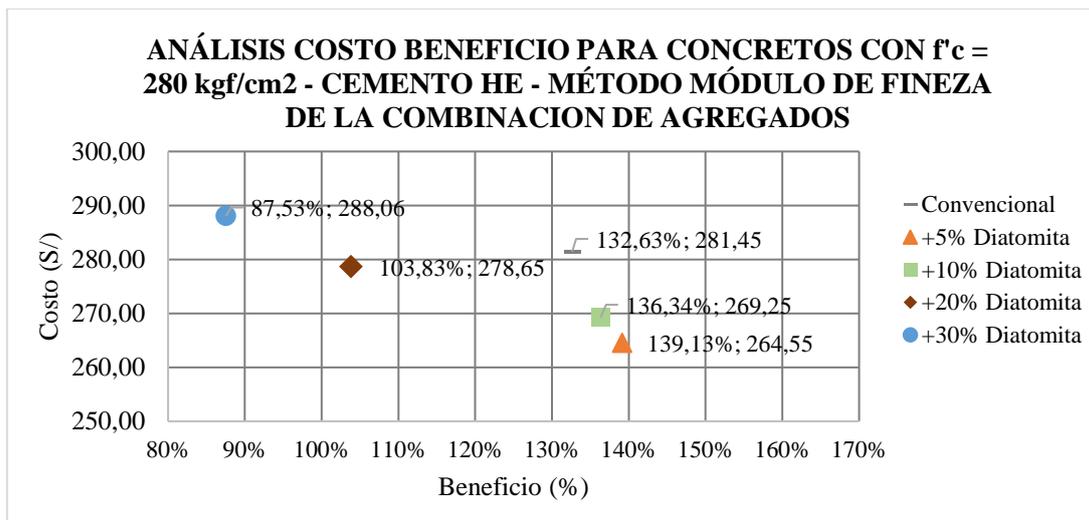
Gráfica 95. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método ACI.
(Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar, que el concreto con adición de 5% de diatomita es el que tiene mayor beneficio y menor costo, superando en beneficio y siendo más económico que el concreto convencional, lo cual se traduce en un aumento de 7.92% en beneficio y en una disminución de costo unitario de 5.99%. Además, el concreto con adición de 10% de diatomita también tiene mayor beneficio y un menor costo que el concreto convencional, pues presenta un aumento de 4.00% en beneficio y una disminución de 4.32% en costo unitario.

Tabla 212. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

DISEÑO	VALOR OBTENIDO		VALOR DE DISEÑO		BENEFICIO		BENEFICIO (%)	COSTO POR M3 (\$)
	ASENT. (plg.)	f'c (kgf/cm ²)	ASENT. (plg.)	f'c (kgf/cm ²)	ASENT. (%)	f'c (%)		
280HE								
Convencional	3.625	387.89	3	280	120.83%	138.53%	132.63%	281.45
+5% Diatomita	3.625	415.19	3	280	120.83%	148.28%	139.13%	264.55
+10% Diatomita	3.750	397.64	3	280	125.00%	142.01%	136.34%	269.25
+20% Diatomita	3.750	261.08	3	280	125.00%	93.24%	103.83%	278.65
+30% Diatomita	3.875	186.81	3	280	129.17%	66.72%	87.53%	288.06

(Fuente: Elaboración Propia)



Gráfica 96. Análisis Costo Beneficio para concretos diseñados con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, con Cemento HE, y con el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. (Fuente: Elaboración Propia)

En la gráfica se puede apreciar, que el concreto con adición de 5% de diatomita es el que tiene mayor beneficio y menor costo, superando en beneficio y siendo más económico que el concreto convencional, lo cual se traduce en un aumento de 4.90% en beneficio y en una disminución de costo unitario de 6.01%. Además, el concreto con adición de 10% de diatomita también tiene mayor beneficio y un menor costo que el concreto convencional, pues presenta un aumento de 2.80% en beneficio y una disminución de 4.33% en costo unitario.

CONCLUSIONES

1. Se empleó diatomita de Ayacucho como aditivo natural para realizar un estudio experimental, logrando mejorar las propiedades mecánicas de concretos con $f'c = 210$ kgf/cm² y 280 kgf/cm² a menores costos en la ciudad de Arequipa.
2. Se determinaron las propiedades físicas de los agregados y la diatomita, se realizaron los diseños de mezcla para cada resistencia, se determinaron las propiedades en estado fresco y endurecido de concretos convencionales y concretos con porcentajes de adición de 5%, 10%, 20% y 30% de diatomita considerando las diferentes resistencias y los diferentes tipos de cemento, y posteriormente se hizo un análisis de los resultados obtenidos y el análisis costo beneficio correspondiente.
3. Los concretos elaborados con 5% de adición de diatomita son los que produjeron mejores resultados, puesto que presentaron mejores propiedades mecánicas y un costo inferior respecto a los concretos convencionales, cumpliendo con el objetivo general de la presente investigación.
4. A medida que se incrementa el porcentaje de adición de diatomita, se incrementa el asentamiento y por ende la trabajabilidad, siendo el mayor valor obtenido el de 3.875 pulgadas, correspondiente a los diseños de resistencia $f'c = 280$ kgf/cm², con cemento tipo HE y con adición de 30% de diatomita. Cabe resaltar que los asentamientos obtenidos están dentro del intervalo seleccionado en el diseño de mezclas, que es de 3 a 4 pulgadas.
5. En la mayoría de los casos, los concretos elaborados con cemento tipo HE presentan mayor asentamiento que los concretos elaborados con cemento tipo IP; y los concretos elaborados para una resistencia $f'c = 280$ kgf/cm² presentan mayor asentamiento que los concretos elaborados para una resistencia $f'c = 210$ kgf/cm².
6. A medida que se incrementa el porcentaje de adición de diatomita, el peso unitario decrece, siendo el menor valor obtenido el de 2250.96 kg/m³, correspondiente al diseño de resistencia $f'c = 210$ kgf/cm², con cemento tipo IP, con adición de 30% de diatomita y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
7. Los pesos unitarios obtenidos están dentro del intervalo entre 2200 kg/m³ y 2400 kg/m³ para concretos normales.
8. Las variaciones de temperatura son mínimas por ende no se identificó un determinante que marque la diferencia tanto del tipo de cemento, porcentaje de dosificación y método de diseño en el concreto en estado fresco.

9. Se observa que el rango de valores de temperatura de los 40 diseños de concreto está entre los 15.0 °C a 17.9 °C, lo que señala que son temperaturas dentro de los márgenes aceptables para evitar fisuras en el fraguado y colocación.
10. La temperatura del ambiente (°C) supera entre 0.1 °C y 4.0 °C a la temperatura del concreto (°C). De esta manera se están reduciendo los agrietamientos superficiales e internos.
11. Las resistencias a la compresión a los 28 días de los concretos elaborados con adición de 5% de diatomita superan a las resistencias a la compresión de los concretos convencionales en todos los casos, como se muestra a continuación:
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP tienen una resistencia a la compresión superior a la del concreto convencional en 3.16% y 3.68% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP tienen una resistencia a la compresión superior a la del concreto convencional en 5.79% y 5.76% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE tienen una resistencia a la compresión superior a la del concreto convencional en 7.21% y 5.97% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE tienen una resistencia a la compresión superior a la del concreto convencional en 9.81% y 7.04% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
12. Las resistencias a la compresión a los 28 días de los concretos elaborados con adición de 10% de diatomita superan a las resistencias a la compresión de los concretos convencionales en algunos casos, como se muestra a continuación:
 - Los concretos con adición de 10% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE tienen una resistencia a la compresión superior a la del concreto convencional en 2.96% y 2.83% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 10% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE tienen una resistencia a la compresión superior a la del

concreto convencional en 4.23% y 2.51% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.

13. El concreto elaborado con el método ACI presenta mayor resistencia a la compresión a los 28 días que el elaborado con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, con variaciones porcentuales que oscilan entre el 1% y el 12%.
14. El concreto idóneo para cumplir con los objetivos de resistencia a la tracción respecto al concreto convencional es el elaborado con adición de 5% de diatomita, como se muestra a continuación:
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f^c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP tienen una resistencia a la tracción superior a la del concreto convencional en 14.22% y 6.33% con el método ACI y el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f^c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP tienen una resistencia a la tracción superior a la del concreto convencional en 3.98% y 12.00% con el método ACI y el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f^c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE tienen una resistencia a la tracción superior a la del concreto convencional en 37.93% y 32.36% con el método ACI y el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f^c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE tienen una resistencia a la tracción superior a la del concreto convencional en 20.04% y 11.18% con el método ACI y el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
15. Los concretos elaborados con cemento IP para una resistencia $f^c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con el método ACI presentan mayores resistencias a la tracción que los concretos elaborados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, con variaciones porcentuales que oscilan entre el 0.21% y 24.02%.
16. En la mayoría de los casos, los concretos elaborados con cemento HE para una resistencia $f^c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados presentan mayores resistencias a la tracción que los concretos elaborados con el método ACI, con variaciones porcentuales que oscilan entre el 1.38% y 9.95%.
17. En la mayoría de los casos, los concretos elaborados con cemento IP para una resistencia $f^c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, y con el método ACI presentan mayores resistencias a la tracción que

los concretos elaborados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, con variaciones porcentuales que oscilan entre el 0.31% y 7.32%.

18. Los concretos elaborados con cemento HE para una resistencia $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con el método ACI presentan mayores resistencias a la tracción que los concretos elaborados con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, con variaciones porcentuales que oscilan entre el 6.25% y 17.55%.
19. En los concretos elaborados para una resistencia $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, el mayor valor de resistencia a la tracción es de 40.75 kgf/cm^2 correspondiente al concreto elaborado con 5% de diatomita, con cemento HE y con el método ACI.
20. En los concretos elaborados para una resistencia $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$, el mayor valor de resistencia a la tracción es de 44.82 kgf/cm^2 correspondiente al concreto elaborado con 5% de diatomita, con cemento HE y con el método ACI.
21. Los porcentajes de abrasión o desgaste de los concretos elaborados con adición de 5% de diatomita son menores que los del concreto convencional, lo cual implica una mayor y mejor resistencia a la abrasión y se da en todos los casos, como se muestra a continuación:
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP tienen una disminución porcentual del porcentaje de abrasión respecto al del concreto convencional de 2.74% y 2.63% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP tienen una disminución porcentual del porcentaje de abrasión respecto al del concreto convencional de 8.38% y 8.34% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE tienen una disminución porcentual del porcentaje de abrasión respecto al del concreto convencional de 3.83% y 3.66% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE tienen una disminución porcentual del porcentaje de abrasión respecto al del concreto convencional de 5.96% y 5.29% con el método ACI

- y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
22. El porcentaje de diatomita idóneo para cumplir con los objetivos del ensayo de porosidad respecto al concreto convencional, es el elaborado con adición de 5% de diatomita como se muestra a continuación:
- Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP tienen un porcentaje de porosidad inferior al del concreto convencional en 23.46% y 0.24% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP tienen un porcentaje de porosidad inferior a la del concreto convencional en 3.22% tan solo con el método del ACI.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE tienen un porcentaje de porosidad inferior al del concreto convencional en 7.73% tan solo con el método del ACI.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE tienen un porcentaje de porosidad inferior al del concreto convencional en 25.15% y 12.53% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
23. Los concretos elaborados con cemento HE son los que presentan un menor porcentaje de porosidad a diferencia de los elaborados con cemento IP llegando a 6.39% para el caso del concreto elaborado para una resistencia $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ con adición de 5% de diatomita, y a 8.38% para el concreto elaborado para una resistencia $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con adición de 5% de diatomita.
24. Se concluye que los concretos elaborados con adición de 5 % de diatomita son los que presentan menor tasa de absorción, como se muestra a continuación:
- Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y cemento IP, presentan una tasa de absorción de 0.389 mm y 0.365 mm con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE, presentan una tasa de absorción de 0.362 mm y 0.376 mm con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.

- Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con cemento IP, presentan una tasa de absorción de 0.394 mm y 0.282 mm con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con cemento HE, presentan una tasa de absorción de 0.458 mm y 0.159 mm con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
25. La menor tasa de absorción es de 0.159 mm correspondiente al concreto elaborado con 5% de adición de diatomita, elaborado para una resistencia $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ con cemento HE y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
26. Los concretos elaborados con adición de 5% de diatomita en todos los casos, son los que tienen mayor beneficio y menor costo respecto a los concretos convencionales, como se muestra a continuación:
- Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP tienen una disminución porcentual del costo respecto al del concreto convencional de 5.36% y 5.39%, y un incremento porcentual del beneficio de 3.39% y 5.14% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento IP tienen una disminución porcentual del costo respecto al del concreto convencional de 5.54% y 5.56%, y un incremento porcentual del beneficio de 5.06% y 5.03% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE tienen una disminución porcentual del costo respecto al del concreto convencional de 5.81% y 5.83%, y un incremento porcentual del beneficio de 6.27% y 5.39% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.
 - Los concretos con adición de 5% de diatomita, elaborados para una resistencia $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y con cemento HE tienen una disminución porcentual del costo respecto al del concreto convencional de 5.99% y 6.01%, y un incremento porcentual del beneficio de 7.92% y 4.90% con el método ACI y con el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. En el mezclado, se recomienda echar la diatomita junto con el cemento, para que el proceso se realice de forma óptima.
2. Se recomienda realizar las mediciones de asentamiento, peso unitario, temperatura y el vaciado de concreto en el menor tiempo posible para minimizar variaciones en los resultados.
3. Se recomienda colocar una capa de plástico encima de la superficie de concreto apenas se realice el vaciado de concreto en los moldes, de modo que se reduzca la evaporación de agua.
4. Se recomienda rotular lo mejor posible las probetas para optimizar el manejo y control de ello, y por ende tener mejores resultados.
5. Se recomienda que la toma de lectura de la temperatura del concreto sea en un mismo horario para todos los diseños, para que la variación sea mínima.
6. Para el ensayo de capilaridad, se recomienda trabajar en un área plana y uniforme, para que todas las muestras tengan la misma absorción en función del tiempo.
7. Antes de realizar los ensayos, se recomienda verificar que los materiales, herramientas y equipos estén en buenas condiciones.
8. Es necesario el uso de elementos de protección personal, en especial un respirador para partículas y lentes de seguridad durante los trabajos realizados en el laboratorio.
9. Se necesita crear conciencia en la función que tiene el diseñador, constructor y proveedor de incentivar la utilización de la diatomita para elaborar un concreto eco amigable, ya que reemplazando una parte del cemento se busca minimizar la generación de gases invernadero y el consumo de combustibles fósiles.

PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN

1. Se propone realizar una investigación empleando más métodos de diseño y diferentes tipos de curado, para determinar los más favorables u óptimos.
2. Se propone realizar una investigación empleando diatomita calcinada a 400, 600 y 800 °C, para ajustar el valor más óptimo y favorable.
3. Se propone realizar una investigación empleando diatomita para obtener concretos ligero – estructurales en la ciudad de Arequipa.



BIBLIOGRAFÍA

1. ABANTO CASTILLO, F. (1996). “Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas)”. Lima, Perú. San Marcos.
2. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. (2015). “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario (ACI 318S-14). Michigan, Estados Unidos.
3. ASTETE G., J.L. (2015) “Estudio experimental del empleo de la diatomita en la producción de concreto con agregados de mina Roja, Cunyac y Vicho”. Cusco, Perú. Universidad Andina del Cusco.
4. CEMENTO YURA S.A. (2014). “Ficha Técnica Cemento Portland Puzolánico Yura IP - Alta Durabilidad”.
5. CEMENTO YURA S.A. (2017). “Ficha Técnica Cemento Portland Puzolánico Yura IP - Alta Durabilidad”.
6. CEMENTO YURA S.A. (2017). “Ficha Técnica HE Cemento Industrial - Ultra Resistencia Inicial”.
7. CHAIÑA MUÑOZ, A.L.; PAZ MARTÍNEZ, S.D.; (2015) “Utilización de Material Estéril de la Mina Cerro Verde, para la Elaboración de Concreto con resistencias de 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² y 280 kgf/cm² en la ciudad de Arequipa”. Arequipa, Perú. Universidad Católica de Santa María.
8. DÍAZ VALDIVIEZO, A.; RAMÍREZ CARRIÓN, J.; (2010). “Estudio Geológico-Económico de Rocas y Minerales Industriales de Arequipa y Alrededores”. Lima, Perú. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
9. GUTIÉRREZ DE LÓPEZ, L. (2003). “El Concreto y otros Materiales para la Construcción”. Manizales, Colombia. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
10. LEANDRO E., J.L. (2010) “Evaluación del uso de la diatomita como adición mineral en el concreto de alta resistencia.”. Lima, Perú. Universidad Ricardo Palma.
11. LETELIER V.; TARELA E.; MUÑOZ P.; MORICONI G.; (2016) “Assessment of the mechanical properties of a concrete made by reusing both: Brewery spent diatomite and recycled aggregates”. Construction and Building Materials. Elsevier.
12. Norma ASTM C 496 – 96. “Método de Ensayo Estándar para Esfuerzo de Tensión por Partidura en Especímenes Cilíndricos de Concreto”. American Society for Testing and Materials.

13. NTG 41017 h21. (2013). “Método de ensayo. Determinación de la densidad, la absorción de agua y los vacíos en el concreto endurecido”. Guatemala. Comisión Guatemalteca de Normas.
14. NTG 41017 h23. (2013). “Método de ensayo. Determinación de la velocidad de absorción de los concretos de cemento hidráulico”. Guatemala. Comisión Guatemalteca de Normas.
15. NTP 339.046. (2008). “HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)”. Lima, Perú. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
16. NTP 339.088. (2006). “CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos”. Lima, Perú. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
17. NTP 339.185. (2013). “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado”. Lima, Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
18. NTP 400.012. (2001). “AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global”. Lima, Perú. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
19. NTP 400.017. (1999). “AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado”. Lima, Perú. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
20. NTP 400.021. (2002). “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso”. Lima, Perú. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
21. NTP 400.022. (2013). “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”. Lima, Perú. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
22. NTP 400.037. (2002). “AGREGADOS Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón.” Lima, Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
23. PASQUEL CARBAJAL, E. (1998). “Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú”. Lima, Perú. Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional.
24. POSI, P; LERTNIMOOLCHAI S.; SATA V.; PHOO-NGERNKHAM T.; CHINDAPRASIRT P.; (2014). “Investigation of Properties of Lightweight Concrete with Calcined Diatomite Aggregate”. KSCE Journal of Civil Engineering.
25. RAMÍREZ CARRIÓN, J. (2012). “Evaluación geológica de diatomitas en la cuenca Ayacucho y sus implicancias económicas”. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería.

26. RIVVA LÓPEZ, E. (1992). “Diseño de Mezclas”. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería.
27. RIVVA LÓPEZ, E. (2007). “Diseño de Mezclas”. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería.
28. RIVVA LÓPEZ, E. (2000). “Naturaleza y Materiales del Concreto”. Lima, Perú. Capitulo Peruano ACI.
29. TORRE CARRILLO, A. (2004). “Curso básico de Tecnología del Concreto”. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería.
30. URDAY O., A.A. (2015) “Uso de la diatomita para la elaboración de bloquetas artesanales de concreto en la ciudad de Arequipa”. Arequipa, Perú. Universidad Católica de Santa María.
31. VERDEJA GONZALEZ, L.F.; SANCHO MARTINEZ, J.P.; BARRANZUELA QUENECHÉ; J.L.; VÁSQUEZ ARRIETA, E.R. (1990). “Características fisicoquímicas de las diatomitas de Bayóvar (Perú)”. Madrid, España. Sociedad Española de Cerámica y Vidrio.
32. ZHANG, J; XU, W.; WANG H.; WANG X.; HE C. (2012). “Green Building Materials – the Research and Use of Diatomite”. Trans Tech Publications, Switzerland.

ANEXOS

ANEXO 1 : Ficha Técnica Diatomita



CIA. MINERA ABASTECEDORA ANDINA S.A.C.

Av. 1ro. De Mayo 2359 - Vicentelo Alto
El Agustino - Lima - Perú
Telfax: 385-0103 / 385-1098
E-mail: laboratorio@abastecedoraandina.com

FICHA TECNICA

DIATOMITA

Las diatomitas son rocas sedimentarias silíceas de grano fino, se forma por acumulación sedimentaria de origen biogénico, hasta formar grandes depósitos con un grosor suficiente. Este mineral de origen Peruano cuenta con una buena calidad, basada en ensayos bajo normas.

◆ Especificaciones Técnicas:

Base Química	%
SiO ₂	85.78
Al ₂ O ₃	2.71
Fe ₂ O ₃	1.22
CaO	0.64
MnO	0.01
MgO	0.55
TiO ₂	0.14
Na ₂ O	0.26
P ₂ O ₅	0.02
K ₂ O	0.39
*PXC	8.29

*PXC: pérdida por calcinación

PROPIEDADES FÍSICAS	ESPECIFICACIONES
Peso Específico	2.0 – 2.2
Dureza (Mohs)	4.5 – 5.0
Aspecto	Polvo
Reactividad	inerte

ANÁLISIS	ESPECIFICACIONES
Humedad	5,00-12,00 %
Contenido de Carbonatos (efervescencia con $\text{HCl}_{(aq)}$)	no presenta
Residuo sobre la malla 400 (38 μm)	0.00 – 0.05 %

◆ **Presentaciones del producto:**

Sacos de polipropileno laminado microporoso con impresión de nuestros logo AA (Abastecedora Andina) en color azul.

◆ **Aplicaciones:**

- Como carga o relleno funcional en las industrias del caucho y plásticos.
- En la industria de la pintura la diatomita es un eficiente extendedor de pigmentos y agentes mateantes.
- Como absorbente en el control de resinas en la fabricación de papel, cartulina y cartón.
- Como carga en las industrias de insecticidas, fertilizantes.
- Abrasivos suaves (abrillantadores de plata y automóviles).

◆ **Condiciones estables:**

Producto química y físicamente estable. Recomendable almacenarse en recintos cerrados y bajo techo para protegerlos de la humedad ambiental y del suelo, para esto se debe apilar sobre parihuelas de madera en su envase original correctamente cocido y cerrado.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

(Fuente: Compañía Minera Abastecedora Andina S.A.C.)

ANEXO 2 : Constancia de Uso de Laboratorio



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

El que suscribe, **Dr. Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia** Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que el (los) Señor(es) Bachiller(es) en Ingeniería Civil:

ERICK EDUARDO RODRIGO ROMERO (COD - 2011203461)

LUIS MIGUEL TORRES VARGAS (COD - 2011400251)

Han realizado los ensayos en el Laboratorio de Suelos y Concreto correspondientes a su trabajo de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada:

“ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL EMPLEO DE LA DIATOMITA PROVENIENTE DE AYACUCHO COMO ADITIVO NATURAL PARA CONCRETOS DE RESISTENCIAS $f_c=210$ kgf/cm² y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”

Los ensayos efectuados por los señores Bachilleres fueron los siguientes:

DESCRIPCIÓN	C.U al 25%	CANTIDAD	TOTAL
Contenido de Humedad de Agregados (Ag. Fino, grueso, diatomita)	5.00	9.00	45.00
Análisis Granulométrico de Agregados Grueso, Fino y diatomita - Incluye Módulo de Fineza	12.50	9.00	112.50
Material Más Fino que el Tamiz 75 μ M (Nº 200) (Ag. Fino, grueso)	10.00	6.00	60.00
Peso Específico y Absorción de Agregado (Fino, Grueso, diatomita)	11.25	9.00	101.25
Peso Unitario Suelto (Ag. Fino, grueso, diatomita)	6.25	9.00	56.25
Peso Unitario Varillado (Ag. Fino, grueso, diatomita)	8.75	9.00	78.75
Abrasión Los Ángeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados de Tamaños Menores a $1\frac{1}{2}$ "	27.50	3.00	82.50
Abrasión Los Ángeles (L.A.) al Desgaste de dados de concreto de 5cm x 5cm x 5cm	27.50	40.00	1100.00
Compresión de Probetas de Concreto de 4" y 6", tracción indirecta ensayo brasileño	3.00	648.00	1944.00
Ensayo de capilaridad	18.75	120.00	2250.00
		TOTAL	5830.25

El costo total de los ensayos realizados asciende a: S/. 5,830.25

El costo cancelado por dichos ensayos asciende a: S/. 500.00* (Comprobante BO17-00001579)

*Según autorización de la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, se llevaron a cabo entre el 29/06/18 y el 15/10/18.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para continuidad en el trámite de titulación.

Arequipa, 19 de Noviembre del 2018

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC-PAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL