

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“Evaluación de la calidad de los agregados provenientes de las canteras en el sector de Pachachaca-Abancay y su influencia en la resistencia del concreto empleado en obras civiles de Abancay-Apurímac, 2018”

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR:

Bach. Hemerson Ferrel Sinte

Bach. Emerson Moreano Huacana

Abancay- Apurímac – Perú

2019

Tesis

“Evaluación de la calidad de los agregados provenientes de las canteras en el sector de Pachachaca - Abancay y su influencia en la resistencia del concreto empleado en obras civiles de Abancay-Apurímac, 2018”

Línea de investigación:

Geotecnia

Asesor:

Ing. Hugo Virgilio Acosta Valer

PÁGINA DEL JURADO

DIRECTOR:

.....
Mg. Fredy Quispe Ferrel.

PRIMER JURADO:

.....
Ing. Holguer Cayo Baca.

SEGUNDO JURADO:

.....
Ing. Calixto Cañari Otero.

Dedicatoria:

A mis padres por su apoyo incondicional en la parte moral y económica para poder llegar a ser un profesional de la patria.

A mis hermanos y demás familiares en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de mi estudio universitario.

Hemerson

A mis hermanos por ser la familia que me impulsó siempre a seguir adelante y luchar por mis sueños.

A mi familia por el apoyo incondicional y por creer en mí.

Emerson

Agradecimientos:

A Dios por haberme dado sabiduría y fortaleza para cumplir esta meta. Al Ing. Hugo V. Acosta Valer, por aceptar la dirección de esta tesis, y a las personas que con su apoyo hicieron posible concluir esta investigación.

Hémerson

A Dios por iluminar mi camino hacia mis objetivos. A mi familia por todo el apoyo incondicional.

Émerson

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria:	ii
Agradecimientos:	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xviii
Resumen	xxi
Abstract	xxii
INTRODUCCIÓN	xxiii
Capítulo I: Planteamiento del Problema.	1
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2 Identificación y formulación del problema.	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos.	2
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general.	3
1.3.2 Objetivo específico.....	3
1.4 Justificación de la investigación.....	3
1.5 Delimitación de la investigación	4
1.5.1 Delimitación de contenido.	4
1.5.2 Delimitación espacial.	5
1.5.3 Delimitación temporal.	5
1.6 Limitaciones de la investigación	5

Capítulo II: Marco Teórico.....	6
2.1 Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1 Antecedentes locales.	6
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	7
2.1.3 Antecedentes internacionales.....	12
2.2 Bases teóricas	15
2.2.1 Canteras.	15
2.2.2 Tipos de canteras.....	15
2.2.2.2 Clasificación de canteras.	16
2.2.2.3 Impacto ambiental en las canteras.....	16
2.2.3 Agregados.....	17
2.2.3.1 Los tipos de agregados.	18
2.2.3.2 Clasificación de los agregados.....	19
2.2.3.3 Las propiedades físicas de los agregados.....	24
2.2.4 Cemento.....	33
2.2.4.1 El Clinker Portland	34
2.2.4.2 Propiedades de los compuestos principales	35
2.2.4.3 Las principales materias para la fabricación de un cemento.....	37
2.2.4.4 Clasificación y usos de cemento portland.....	37
2.2.4.5 Reacción de las partículas de cemento con el agua.	42
2.2.4.6 Los cementos en el Perú.	43
2.2.5 Diseño de mezclas.....	43
2.2.6 Agua.	48
2.2.7 Concreto.....	49
2.2.7.1 Características del concreto.	49

2.2.7.2	Materiales componentes del concreto.....	50
2.2.7.3	Tipos de concreto:	51
2.2.7.4	Propiedades del concreto.	52
2.2.8	Propiedades químicas - ensayos de laboratorio de los agregados.....	54
2.2.8.1	Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles.....	54
2.2.8.2	PH en los suelos (MTC E 129, 2016).....	55
2.2.8.3	Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio.....	56
2.2.9	Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.....	57
2.2.9.1	Resistencia a la compresión.	57
2.3	Formulación de la hipótesis.....	59
2.3.1	Hipótesis general.....	59
2.3.2	Hipótesis específica:	59
2.4	Operacionalización de variables.....	59
2.4.1	Variable independiente.....	60
2.4.2	Variable dependiente.....	60
2.5	Definición de términos básicos.	62
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.		64
3.1	Método de investigación	64
3.2	Tipo y nivel de la investigación.....	65
3.3	Diseño de la investigación.	66
3.4	Población y muestra de la investigación.....	67
3.4.1	Población.	67
3.4.2	Muestra.....	67
3.5	Técnica e instrumentos de recolección de datos	67
3.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	68

3.6.1 Plan de recolección de la información.	68
3.6.2 Datos informativos.....	68
3.6.1.1 Canteras a evaluar.....	68
3.6.3 Ensayos realizados en laboratorio según la normatividad	75
3.6.1.2 Características físicas de los agregados de la cantera Ballón	75
3.6.1.3 Características químicas de los agregados de la cantera Ballón. ..	97
3.6.1.4 Características físicas de los agregados de la cantera Coronate..	103
3.6.1.5 Características químicas los agregados de la cantera coronate..	109
3.6.1.6 Características físicas de los agregados de la cantera Gamarra. .	110
3.6.1.7 Características químicas de los agregados de la cantera gamarra	116
3.6.1.8 Peculiaridades físicas material agregado de la cantera murillo .	118
3.6.1.9 Tipologías químicas de los agregados de la cantera Murillo.	123
3.6.1.10 Características físicas de agregados de la cantera Pedregal. ...	125
3.6.1.11 Características químicas de agregados de la cantera Pedregal..	130
3.6.1.12 Tipologías físicas material agregado de la cantera Sahuinto ...	132
3.6.1.13 Características químicas los agregados de la cantera Sahuinto	137
3.6.1.14 Peculiaridades físicas de los agregados de la cantera Tapia	139
3.6.1.15 Características químicas de los agregados de la cantera Tapia.	144
3.6.4 prueba de cono de Abramx (NTP 339.0.35)	146
3.6.5 Ensayo de resistencia a la compresión (propiedades mecánicas).....	148
Capítulo IV: Presentación y Análisis de Resultados	151
4.1 Resultados a nivel de la variable X/I	151
4.1.1 Características físicas de los agregados.....	151
4.1.1.1 Examen granulométrico del agregado fino.....	151
4.1.1.2 Peso específico y absorción del agregado fino y grueso	156

4.1.1.3	Porcentaje de humedad del agregado fino.	156
4.1.1.4	Estudio granulométrico del agregado grueso.....	157
4.1.1.5	Absorción del agregado grueso y fino.	158
4.1.1.6	Ensayo para determinar el peso unitario agregado grueso.	158
4.1.1.7	Resumen de resultados de las propiedades físicas de agregados	159
4.1.2	Características químicas de los agregados.....	161
4.1.2.1	Resumen del ensayo de PH en agregados.....	161
4.1.2.2	Resumen del ensayo de sales solubles en agregados.....	162
4.1.2.3	Resumen del ensayo de contenido de sulfatos de magnesio y sodio en agregados.....	162
4.2	Resultados a nivel de la variable Y/D.....	163
4.2.1	Resultados del diseño de mezcla.....	163
4.2.1.1	Diseño de mezcla método módulo de fineza.	167
4.2.1.2	Diseño de mezcla método ACI.....	171
4.2.1.3	Diseño de mezcla método WALKER.....	175
5.1.1	Comparación de los resultados realizados a distintas canteras.....	179
5.1.1.1	Propiedades físicas.	179
5.1.1.2	Propiedades químicas.	187
5.1.2	Resultados de las propiedades mecánicas.....	192
5.1.2.1	Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con un diseño de mezcla por el método módulo de fineza.	192
5.1.2.2	Análisis comparativo de la resistencia a la compresión.	192
5.1.2.3	Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con un diseño de mezcla por el método módulo de fineza para $f_c=210$ kg/cm ² para un curado a in situ.....	194

5.2	Prueba de hipótesis.	196
5.3	Discusión de resultados.....	200
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.....		202
Recomendaciones:		206
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		208
ANEXOS.....		213

Índice de tablas

Tabla 1. Límites de granulometría según norma.	20
Tabla 2. La clasificación de las partículas del agregado según su forma.	24
Tabla 3. Granulometría del agregado grueso.	26
Tabla 4. Granulometría del agregado fino.	26
Tabla 5. Valores máximos de sustancias perjudiciales para el agregado fino.	26
Tabla 6. Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura....	27
Tabla 7. Valores máximos permisibles del agua.	49
Tabla 8. Cuadro de operacionalización de variables.	61
Tabla 9: plan de recolección de la información.	68
Tabla 10. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.	79
Tabla 11. Datos del análisis granulométrico del agregado fino lavado.	79
Tabla 12. Datos del agregado fino para determinar el peso específico.....	83
Tabla 13. Datos del agregado fino para determinar la absorción.	83
Tabla 14. Datos de agregado fino para determinar el porcentaje de humedad.....	85
Tabla 15. Datos de agregado grueso para determinar la granulometría.....	87
Tabla 16. Datos de agregado grueso para determinar la gravedad específica.	90
Tabla 17. Datos del agregado grueso para determinar la absorción.	90
Tabla 18. Datos de agregado grueso para determinar el porcentaje de humedad.	91
Tabla 19. Datos de agregado fino para determinar peso unitario suelto.....	93
Tabla 20. Datos de agregado fino para determinar peso unitario compactado.	93
Tabla 21. Datos de agregado grueso para determinar peso unitario suelto.....	94
Tabla 22. Datos de agregado grueso para determinar peso unitario compactado.	94
Tabla 23. Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.	97
Tabla 24. Resultados del ensayo de PH en suelos.	99

Tabla 25. Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.	101
Tabla 26. Datos de la resistencia de los agregados a los sulfatos de magnesio.	103
Tabla 27. Datos de la resistencia de los agregados a los sulfatos de sodio.....	103
Tabla 28. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.	104
Tabla 29. Datos del análisis granulométrico del agregado fino lavado.	104
Tabla 30. Datos del agregado fino para determinar el peso específico.....	105
Tabla 31. Datos del agregado fino para determinar la absorción.	105
Tabla 32. Datos de agregado fino para determinar el porcentaje de humedad.....	105
Tabla 33. Datos del análisis granulométrico del agregado grueso.	106
Tabla 34. Datos para determinar la gravedad específica y absorción.	106
Tabla 35. Datos del agregado grueso para determinar la absorción.	107
Tabla 36. Datos de agregado grueso para determinar el porcentaje de humedad.	107
Tabla 37: Datos de agregado fino para determinar peso unitario suelto.....	107
Tabla 38: Datos de agregado fino para determinar peso unitario compactado.	108
Tabla 39. Datos de agregado grueso para determinar peso unitario suelto.....	108
Tabla 40: Datos de agregado grueso para determinar peso unitario compactado.	108
Tabla 41: Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.	109
Tabla 42: Resultados del ensayo de PH en suelos.	109
Tabla 43. Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.	109
Tabla 44. Datos obtenidos del los agregado a los sulfatos de sodio.....	110
Tabla 45. Datos obtenidos de los agregados a los sulfatos de sodio.	110
Tabla 46. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.	111
Tabla 47. Datos del análisis granulométrico del agregado fino lavado.	111
Tabla 48. Datos del agregado fino para determinar el peso específico.....	112
Tabla 49. Datos del agregado fino para determinar la absorción.	112

Tabla 50. Datos de agregado fino para determinar el porcentaje de humedad.....	112
Tabla 51. Datos del análisis granulométrico del agregado grueso.	113
Tabla 52. Datos del agregado grueso para determinar la gravedad específica.....	113
Tabla 53. Datos del material agregado grueso para determinar la absorción.....	114
Tabla 54. Datos de agregado grueso para determinar el porcentaje de humedad.	114
Tabla 55. Datos de agregado fino para determinar peso unitario suelto.....	114
Tabla 56. Datos del agregado fino para comprobar peso unitario compactado.	115
Tabla 57. Datos de agregado grueso para establecer peso unitario suelto.	115
Tabla 58. Datos de agregado grueso para comprobar peso unitario compactado.	115
Tabla 59. Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.	116
Tabla 60. Resultados del ensayo de PH en suelos.	116
Tabla 61. Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.	116
Tabla 62. Datos obtenidos de ensayo de los agregados a los sulfatos de magnesio.	117
Tabla 63. Datos adquiridos de los agregados a los sulfatos de sodio.	117
Tabla 64. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.	118
Tabla 65. Datos del análisis granulométrico del material agregado fino lavado.....	118
Tabla 66. Datos del agregado fino para establecer el peso específico.....	119
Tabla 67. Datos del agregado fino para comprobar la absorción.	119
Tabla 68. Datos de agregado fino para comprobar el porcentaje de humedad.....	119
Tabla 69. Datos del análisis granulométrico del agregado grueso.	120
Tabla 70. Datos del A. grueso para determinar la gravedad específica y absorción.	120
Tabla 71. Datos del agregado grueso para establecer la absorción.	121
Tabla 72. Datos de agregado grueso para establecer el porcentaje de humedad.	121
Tabla 73. Datos de agregado fino para establecer peso unitario suelto.	121
Tabla 74. Datos de agregado fino para comprobar peso unitario compactado.	122

Tabla 75. Datos de agregado grueso para comprobar peso unitario suelto.	122
Tabla 76. Datos de agregado grueso para establecer peso unitario compactado.	122
Tabla 77. Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.	123
Tabla 78. Resultados del ensayo de PH en suelos.	123
Tabla 79. Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.	123
Tabla 80. Datos de los agregados a los sulfatos de magnesio.	124
Tabla 81. Datos de los agregados a los sulfatos de sodio.	124
Tabla 82. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.	125
Tabla 83. Datos del análisis granulométrico del agregado fino lavado.	125
Tabla 84. Datos del agregado fino para establecer el peso específico.	126
Tabla 85. Datos del agregado fino para comprobar la absorción.	126
Tabla 86. Datos de agregado fino para establecer el porcentaje de humedad.	126
Tabla 87. Datos del análisis granulométrico del agregado grueso.	127
Tabla 88. Datos de agregado grueso para establecer la gravedad específica.	127
Tabla 89. Datos del agregado grueso para establecer la absorción.	128
Tabla 90. Datos de agregado grueso para establecer el porcentaje de humedad.	128
Tabla 91. Datos de agregado fino para determinar peso por unidad suelto.	128
Tabla 92: Datos de agregado fino para determinar peso por unidad compactado.	129
Tabla 93. Datos de agregado grueso para determinar peso por unidad suelto.	129
Tabla 94: Datos de agregado grueso para determinar peso por unidad compactado.	129
Tabla 95. Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.	130
Tabla 96. Resultados del ensayo de PH en suelos.	130
Tabla 97. Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.	130
Tabla 98. Datos de los agregados a los sulfatos de magnesio.	131
Tabla 99. Datos obtenidos de los agregados a los sulfatos de sodio.	131

Tabla 100. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.	132
Tabla 101. Datos del análisis granulométrico del agregado fino lavado.	132
Tabla 102. Datos del agregado fino para establecer el peso específico.	133
Tabla 103: Datos del agregado fino para establecer la absorción.	133
Tabla 104. Datos de agregado fino para establecer el porcentaje de humedad.	133
Tabla 105. Datos del examen granulométrico del agregado grueso.	134
Tabla 106. Datos de agregado grueso para la gravedad específica y absorción.	134
Tabla 107. Datos del agregado grueso para establecer la absorción.	135
Tabla 108. Datos de agregado grueso para comprobar el porcentaje de humedad.	135
Tabla 109. Datos de agregado fino para determinar peso por unidad suelto.	135
Tabla 110. Datos de agregado fino para determinar peso por unidad compactado.	136
Tabla 111. Datos de agregado grueso para determinar peso unitario suelto.	136
Tabla 112. Datos de agregado grueso para determinar peso compactado.	136
Tabla 113: Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.	137
Tabla 114: Resultados del ensayo de PH en suelos.	137
Tabla 115: Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.	137
Tabla 116. Datos obtenidos de los agregados a los sulfatos de magnesio.	138
Tabla 117. Datos obtenidos de los agregados a los sulfatos de sodio.	138
Tabla 118. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.	139
Tabla 119. Datos del examen granulométrico del agregado fino lavado.	139
Tabla 120. Datos del agregado fino para determinar el peso específico.	140
Tabla 121. Datos del agregado fino para determinar la absorción.	140
Tabla 122. Datos de agregado fino para establecer el porcentaje de humedad.	140
Tabla 123. Datos del examen granulométrico del agregado grueso.	141
Tabla 124. Datos de agregado grueso para la gravedad específica y absorción.	141

Tabla 125. Datos del agregado grueso para determinar la absorción.	142
Tabla 126. Datos de agregado grueso para comprobar el porcentaje de humedad.....	142
Tabla 127. Datos de agregado fino para determinar peso por unidad suelto.	142
Tabla 128. Datos de agregado fino para determinar peso por unidad compactado.	143
Tabla 129. Datos de agregado grueso para determinar peso por unidad suelto.	143
Tabla 130: Datos del A. grueso para determinar peso por unidad compactado.	143
Tabla 131. Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.	144
Tabla 132: Resultados del ensayo de PH en suelos.	144
Tabla 133. Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.	144
Tabla 134. Resultados del ensayo de los agregados a los sulfatos de magnesio.	145
Tabla 135. Resultados del ensayo de los agregados a los sulfatos de sodio.	145
Tabla 136: Datos procesados de la granulometría del agregado fino en estado natural. ..	152
Tabla 137: Datos procesados de la granulometría del agregado fino lavadasl.	154
Tabla 138: Datos del peso específico del agregado fino y grueso de las 7 canteras.	156
Tabla 139: Contenido de humedad del agregado fino y grueso de las 7 canteras.	156
Tabla 140: Datos de la granulometría del agregado grueso de las 7 canteras.	157
Tabla 141: % de Absorción del agregado fino de la 7 canteras.	158
Tabla 142: Peso unitario suelto del agregado fino y grueso de las 7 canteras.	158
Tabla 143: Peso U. Compactado del agregado grueso y fino de las 7 canteras.	158
Tabla 144: Resumen de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Ballón. ..	159
Tabla 145: Síntesis de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Coronate..	159
Tabla 146: Síntesis de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Gamarra. .	159
Tabla 147: Resumen de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Murillo..	160
Tabla 148: Resumen de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Pedregal.	160
Tabla 149: Resumen de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Sahuinto.	160

Tabla 150: Resumen de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Tapia.....	161
Tabla 151: Resumen del ensayo de PH en agregados.....	161
Tabla 152: Resumen del ensayo de PH en agregados.....	161
Tabla 153: Resumen del ensayo de sales solubles en agregados.	162
Tabla 154: Resumen del ensayo de sales solubles en agregados.	162
Tabla 155: Resumen del ensayo de contenido de sulfatos y cloruros en agregados.	162
Tabla 156: Resumen del ensayo de sulfatos de magnesio y sodio en agregados.	163
Tabla 157: Estimación de la cantidad de agua.	164
Tabla 158: Estimación de la relación agua cemento.....	164
Tabla 159: estimación de la combinación de agregados.....	165
Tabla 160: Estimacion del contenido de aire.	165
Tabla 161: Diseño de mezcla para un concreto $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$	167
Tabla 162: Diseño de mezcla para un concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	168
Tabla 163: Diseño de mezcla (m. de fineza) para un concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	169
Tabla 164: Diseño de mezcla (m. de fineza) para un concreto $F'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$	170
Tabla 165: Diseño de mezcla para un concreto $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$	171
Tabla 166: Diseño de mezcla para un concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	172
Tabla 167: Diseño de mezcla (método ACI) para un concreto $F'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$	173
Tabla 168: Diseño de mezcla (método ACI) para un concreto $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$	174
Tabla 169: Diseño de mezcla para un concreto $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$	175
Tabla 170: Diseño de mezcla para un concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	176
Tabla 171: Diseño de mezcla (M. WALKER) para un concreto $F'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$	177
Tabla 172: Cuadro comparativo para un concreto $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$	178
Tabla 173: Resistencia promedio del concreto para un diseño $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$	192
Tabla 174: Resistencia promedio del concreto para un diseño $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	193

Tabla 175: Resistencia promedio del concreto para un diseño $F'c=210$ Kg/cm ²	194
Tabla 176: Resumen de la resistencia de un concreto con diseño $f'c=210$ Kg/cm ²	196
Tabla 177: Datos estadísticos de la muestra.....	196
Tabla 178: Resultados obtenido del programa SPSS.....	197
Tabla 179: Resumen del análisis de PH de agregados.....	197
Tabla 180: Datos estadísticos del PH del agregado grueso.....	197
Tabla 181: Resultados obtenido del programa SPSS.....	198
Tabla 182: Datos estadísticos del PH del agregado fino.....	198
Tabla 183: Resultados obtenido del programa SPSS.....	198
Tabla 184: Resumen del desgaste de agregados.....	199
Tabla 185: Datos estadísticos de la muestra.....	199
Tabla 186: Resultados obtenido del programa SPSS.....	199
Tabla 187: Resumen de pesos específicos de los agregados de las canteras.	199
Tabla 188: Datos estadísticos de la muestra.....	200
Tabla 189: Resultados obtenido del programa SPSS.....	200

Índice de figuras

Figura 1: Agregado fino.	20
Figura 2. Agregado grueso.	23
Figura 3. Ensayo del slump.	33
Figura 5. Cantera Ballón.	69
Figura 6. Cantera Corónate.	70
Figura 7. Cantera Gamarra.	71
Figura 8. Cantera Murillo.	72
Figura 9. Cantera Pedregal.	73
Figura 10. Cantera Sahuinto.	74
Figura 11. Cantera Tapia.	75
Figura 12. Extracción del agregado fino y grueso de la cantera Ballón.	76
Figura 13. Cuartel del material en laboratorio.	77
Figura 14. Muestra de agregado fino.	77
Figura 15. Juego de tamices para el ensayo granulométrico.	78
Figura 16. Muestra de material agregado fino tamizado.	78
Figura 17. Balanza electrónica.	80
Figura 18. Prueba del cono metálico.	81
Figura 19. Pesado del picnómetro.	81
Figura 20. Colocado de la muestra al picnómetro.	82
Figura 21. Sección de vacíos de la muestra del picnómetro con la bomba de vacíos.	83
Figura 22. Peso de la muestra.	84
Figura 23. Colocado de la muestra al horno para secado.	85
Figura 24. Juego de tamices normalizados.	86
Figura 25. Colocado de los tamices en el agitador mecánico.	86

Figura 26. Agregado para determinar el peso específico del agregado grueso.	89
Figura 27. Molde de volumen conocido.	92
Figura 28. Bolas de acero utilizados para el ensayo.	95
Figura 29. Colocado de la muestra a la máquina de Los Ángeles.	96
Figura 30. Muestra final sometida al desgaste.	96
Figura 31. Medición de slump del concreto.	147
Figura 32: Colocado de la fecha de vaciado en las briquetas.....	148
Figura 33. Colocado de CAPI para uniformizar la posición de la briqueta.	149
Figura 34. Colocado de la briqueta en las máquinas para la prueba de la resistencia a la compresión.	149
Figura 35. Rotura de briqueta.	150
Figura 36: Curva Granulométrica de las 7 Canteras estado natural.	153
Figura 37. Curva Granulométrica de las 7 Canteras lavadas.	155
Figura 38: Curva granulométrica del agregado grueso de las 7 canteras.....	157
Figura 39: Peso Específico del agregado fino de las 7 canteras.....	179
Figura 40: Peso específico del agregado grueso de las 7 canteras.	180
Figura 41: Peso por unidad suelto del agregado fino de las 7 canteras.	180
Figura 42: Peso por unidad suelto del agregado grueso de las 7 canteras.	181
Figura 43: Peso por unidad compactado del agregado fino de las 7 canteras.	182
Figura 44: Peso por unidad compactado del agregado fino de las 7 canteras.	182
Figura 45: Modulo de Finura del Agregado Fino de las 7 canteras.....	183
Figura 46: Capacidad de permeabilidad del agregado fino de las 7 canteras.....	184
Figura 47: Capacidad de permeabilidad del agregado fino de las 7 canteras.....	184
Figura 48: Contenido de humedad del agregado fino de las 7 canteras.....	185
Figura 49: Contenido de humedad del agregado grueso de las 7 canteras.....	186

Figura 50: Prueba de abrasión de las 7 canteras.	186
Figura 51: PH del agregado fino de las 7 canteras.	187
Figura 52: PH del agregado fino de las 7 canteras.	188
Figura 53: Sulfato de magnesio del agregado fino de las 7 canteras.	188
Figura 54. Sulfato de magnesio del agregado fino de las 7 canteras.	189
Figura 55. Sulfato de sodio del agregado fino de las 7 canteras.	190
Figura 56. Sulfato de sodio del agregado fino de las 7 canteras.	190
Figura 57: Sales solubles del agregado fino de las 7 canteras.	191
Figura 58: Sales solubles del agregado grueso de las 7 canteras.	192
Figura 59: Resistencia a la compresión para un diseño $F'c=175$ Kg/cm ²	193
Figura 60: Resistencia a la compresión para un diseño $F'c=210$ Kg/cm ²	194
Figura 61: Resistencia a la compresión para un diseño $F'c=210$ Kg/cm ²	195

Resumen

Esta investigación está enfocada en el estudio de las propiedades físico- químicas de los agregados de las canteras del sector de Pachachaca – Abancay y su influencia en las propiedades mecánicas del concreto.

Para el análisis de las canteras, primero se procedió a recolectar las muestras de las canteras, con los pesos necesarios para realizar los ensayos, para llevarlos posteriormente al laboratorio. Con las muestras en el laboratorio, se empezó con las pruebas para establecer las propiedades físicas (Granulometría de los agregados grueso y fino, contenido de humedad, peso específico, absorción, abrasión del agregado) y químicas (PH, sulfatos, sales solubles y cloruros).

Con los resultados de las propiedades físicas del agregado, se procedió a realizar tres diseños de mezcla utilizando los siguientes métodos: módulo de fineza, Walker y ACI; de los cuales, se optó por usar el del módulo de fineza para preparar los testigos que fueron sometidos a la prueba de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

En conclusión, el agregado de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay utilizado en la elaboración del concreto de las obras civiles de Abancay aportan significativamente propiedades mecánicas al concreto; sin embargo, el agregado fino en estado natural no cumple con los límites máximos y mínimos establecidos por la norma.

Palabras claves: Calidad, agregados, resistencia y compresión.

Abstract

This research is focused on the study of the physical, chemical properties of quarry aggregates in the sector of Pachachaca - Abancay and its influence on the mechanical properties of concrete.

For the analysis of the quarries, the samples of all the quarries were first collected with the necessary weights to carry out the tests, to be taken later to the laboratory. With the samples in the laboratory, the tests were started to determine the physical properties (Granulometry of the coarse and fine aggregate, moisture content of the aggregate, specific weight of the aggregate, absorption of the aggregate, Los Angeles abrasion) and chemical (Aggregate reactivity / alkali, PH of the aggregate, sulphates, soluble salts and chlorides of the aggregate).

From the results of the test of the physical properties of the aggregate, three mixing designs were carried out (fineness modulus method, Walker method, ACI method) opting to use the fineza module method as the most commercial method for preparing samples in briquettes. to submit them to the compression resistance test at 7, 14 and 28 days.

In conclusion, the aggregate of the quarries of the sector of Pachachaca-Abancay used in the manufacture of the concrete of the civil works of Abancay contribute significantly mechanical properties to the concrete; however, the fine aggregate in its natural state does not comply with the maximum and minimum limits established by the standard.

Keywords: Cuality, aggregates, resistance and compression.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la utilización del concreto se viene incrementando de manera considerativa en la ciudad de Abancay; esto debido al crecimiento de la población y por consiguiente la demanda de la utilización de los agregados en la elaboración de concreto como material de primer uso y por ser el componente de mayor volumen dentro de su composición. Para obtener un concreto con características adecuadas de diseño, es necesario estudiar las propiedades físicas y químicas de los agregados provenientes de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay.

Por tanto, este presente trabajo tiene como objetivo general de: Justipreciar la calidad de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay en la resistencia del concreto empleado en las obras civiles.

La extracción de los agregados de las canteras se lleva en la actualidad sin ningún control de calidad, por lo tanto, no se asegura que estos materiales cumplan con los requisitos establecidos por la norma, por lo que en la presente investigación se ha visto por conveniente de realizar un estudio de las principales canteras del sector de Pachachaca de acuerdo a las normas NTP, basadas en las normas ASTM.

El resultado del presente trabajo de investigación servirá para que los constructores existentes en la ciudad de Abancay conozcan si los agregados de construcción provenientes de los lugares de extracción de Pachachaca cumplen o no con los estándares de calidad establecidos por la normatividad vigente para realizar el diseño de mezcla para la elaboración de concreto basados a las normas vigentes (NTP y ASTM).

Capítulo I: Planteamiento del Problema.

1.1 Descripción de la realidad problemática.

A lo largo del tiempo, se ha venido realizando construcciones en la ciudad de Abancay, en su mayoría de concreto, ya que este se volvió muy comercial en los últimos 15 años; desde ese punto de vista, es muy importante conocer las propiedades físicas y químicas de los agregados de las canteras que se extraen el material para la elaboración del concreto.

Los agregados representan las tres cuartas partes del concreto, por lo que, es necesario saber cómo actúan estos materiales en la elaboración del concreto, como sabemos en la ciudad de Abancay contamos con más de siete canteras, que abastecen para la producción del concreto; pero pocos conocen las propiedades de los agregados y de qué manera estas influyen en la resistencia del concreto.

En la actualidad, se ha podido ver en las distintas construcciones que se viene realizando, el poco conocimiento de las propiedades físicas de los agregados y cómo influirá está en la producción del concreto, estas propiedades deben cumplir ciertas normas técnicas.

De igual manera, otro problema que se tiene al momento de utilizar el concreto, es que los constructores tienden a asumir que las cantidades de los diferentes materiales componentes del concreto son las adecuadas, desconociendo las dosificaciones para las distintas resistencias, llegando a saber que las cantidades asumidas por los constructores son erróneas, lo cual ocasiona los elevados costos para la producción del concreto.

1.2 Identificación y formulación del problema.

1.2.1 Problema general.

¿Cómo influye la calidad de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay, en la resistencia del concreto empleado en las obras civiles Abancay-Apurímac, 2018?

1.2.2 Problemas específicos.

a) ¿Cuál es la influencia de las propiedades químicas de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay en la calidad del concreto, utilizado en las obras civiles en Abancay-Apurímac, 2018?

b) ¿Cuál es la influencia de las propiedades físicas de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay en la calidad del concreto, utilizado en las obras civiles en Abancay-Apurímac, 2018?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general.

Evaluar la calidad de los agregados extraídos en las canteras del sector de Pachachaca-Abancay en la resistencia del concreto, empleado en las obras civiles Abancay-Apurímac, 2018.

1.3.2 Objetivo específico.

a) Evaluar la calidad de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay en sus propiedades químicas en las obras civiles en Abancay-Apurímac, 2018.

b) Evaluar la calidad de los agregados extraídos en las canteras del sector de Pachachaca-Abancay en sus propiedades físicas en las obras civiles en Abancay-Apurímac, 2018.

1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación se realizó con el fin de conocer las propiedades de los agregados de construcción en las canteras: Ballón, Corónate, Gamarra, Murillo, Pedregal, Sahuinto y Tapia, por ser los más utilizados en la ciudad de Abancay. De esta forma, se podrá determinar si dichos materiales cumplen con las normas técnicas establecidas.

El resultado de esta investigación será de mucha utilidad para tomar en cuenta en la ejecución de las obras públicas y privadas, ya que conocerán la confiabilidad de los agregados y comprobarán la resistencia esperada del concreto. Asimismo, resulta ventajoso desde el punto de vista económico debido a que los agregados tienen menor precio en el mercado, comparado con el cemento que es otro material indispensable en la

elaboración del concreto, puesto que con una dosificación adecuada no será necesario incrementar el cemento para tener mayor resistencia.

La importancia de conseguir el concreto de resistencia estable y de una duración aceptable con el costo más bajo en la construcción, es el fundamento del enfoque de estudio, debido a que estos aspectos son los que idealmente deben cumplir los productores de estos materiales.

Lo que sucede al prestar un diseño de concreto a un constructor, no se obtiene resultados estables en cuanto a la resistencia, es decir, en distintas fechas de producción en una misma obra; esta sufre variaciones importantes debido a que no se pudo optimizar los componentes del concreto.

Es importante conocer las características físicas y químicas de los agregados de las canteras utilizadas en las obras civiles en la ciudad de Abancay, porque nos brindarán la información adecuada sobre estos materiales que se utiliza en la elaboración del concreto, en las obras civiles de Abancay, conocer el agregado de construcción desde su composición geológica y sus propiedades físico-químicas nos brindaran una mejor información sobre el tipo de agregado que se utiliza en la elaboración de concreto; asimismo, mejorará la calidad. Ahora bien, mientras estas actividades se relacionan con la buena producción de concreto, las características físicas de los agregados dependen a otros aspectos ajenos a la ingeniería civil que son relativos al yacimiento, el origen geológico y la explotación del mismo.

1.5 Delimitación de la investigación

1.5.1 Delimitación de contenido.

La presente investigación está delimitada por los ensayos de propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados en las canteras del sector Pachachaca-Abancay.

1.5.2 Delimitación espacial.

El estudio se llevará en el sector de Pachachaca del distrito de Abancay, Región Apurímac, lugar donde se encuentran las canteras de Pedregal, Ballon, Corónate, Sahuinto, Tapia, Gamarra y Murillo.

1.5.3 Delimitación temporal.

La investigación se limita a realizarse en el año 2019.

1.6 Limitaciones de la investigación

En este trabajo de investigación, hemos detectado las siguientes limitaciones tecnológicas así como: La investigación se limita a determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los agregados, se determinarán tomando en cuenta las Normas Técnicas ASTM y las Normas Técnicas Peruanas; así mismo se circunscribe a la evaluación de la resistencia, compresión y se determinará mediante el módulo de rotura del concreto, como también a determinar las propiedades físicas de los agregados de las canteras de Pachachaca-Abancay y a las propiedades químicas de los agregados, a determinar las propiedades de la resistencia compresión, también a usar el material agregado fino y grueso de las canteras Ballón, Corónate, Gamarra, Murillo, Pedregal, Sahuinto y Tapia, para el diseño de mezcla se utilizó los métodos de ACI, Walker y módulo de fineza como opción para el diseño de mezcla del concreto, y el cemento tipo I así como también el agua que se utilizó fue potable

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes locales.

Olarte, B. (2017). en su tesis Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles, (tesis de pregrado) en la Universidad Tecnológica de los Andes Apurímac, Perú; la misma que tuvo como objetivo determinar la composición del concreto de diferentes resistencias según, los distintos métodos de diseño de mezcla, utilizando los agregados de tres canteras de la ciudad de Andahuaylas, el método empleado fue hipotético deductivo, de nivel correlacional-causal y tipo de investigación cuantitativa y llegando a concluir que es recomendable tener en cuenta los procesos de dosificación por peso a diferencia

del volumen, ya que los materiales en su estado húmedo como es el caso de la arena al estar húmeda o saturada, su peso aumenta hasta en un 30% en algunos casos. Así como lo menciona el ACI 211.1, si la dosificación se hace por peso se obtiene mejores resultados en la resistencia y una dosificación más precisa”.

Cuellar, J. & Sequeiros, W. (2017). en su tesis influencia del curado en la resistencia a compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo IP en la ciudad de Abancay – Apurímac, (tesis de pre grado) de la Universidad Tecnológica de los Andes Apurímac, Perú; la misma que tuvo como objetivo Determinar cual es la influencia que ejerce el curado en el concreto para el clima de la ciudad de Abancay y Pachachaca, utilizando el cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo IP, el método empleado fue cuantitativo y cualitativo, de nivel explicativo y tipo de investigación correlacional y llegando a concluir que las canchales estudiadas no están bajo los límites de la norma ASTM-33, pero sin embargo en las pruebas para resistencia del concreto se logra obtener la resistencia requerida que se planteó en el capítulo de diseño de mezcla esto indica y que aun si el agregado no estén dentro de los límites de la ASTM C-33 se logra obtener la resistencia requerida por que en el diseño se usa un alto factor de seguridad.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

Torre, J. & Quilca, J. (2017). en su tesis estudio de factibilidad para la elaboración de viguetas pre esforzadas con agregados de la zona de Cusco, (tesis de pre grado) de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Perú; que cuyo objetivo

principal fue determinar si la elaboración de viguetas pre esforzadas con agregados de la zona de Cusco es factible, el nivel Descriptivo y tipo de investigación Proyectiva y llegando a concluir durante el análisis físico – mecánico de los agregados utilizados para la fabricación de viguetas pre esforzadas en el presente trabajo, se observó que sus propiedades son muy parecidas a la mayoría de agregados utilizados en la ciudad de Cusco, es por eso que este trabajo podrá ser utilizado como referencia para futuros diseños de concreto de alta resistencia.

Taibe, E. (2016). En su tesis diseño de explotación de cantera para agregados, distrito de huayucachi, (tesis de pregrado) de la Universidad Nacional del Centro del Peru, Huanuco-Peru cuyo objetivo fue Diseñar la explotación para extraer agregados para el concreto del rio Mantaro, desde el punto de vista económico y ambiental en el distrito de Huayucachi, el metodo empleado fue Transeccional o transversal, de nivel descriptivo y tipo de investigación aplicada y llegando a concluir Los análisis de los agregados en laboratorio demostraron que nuestro agregado presenta buenas propiedades físicas, químicas, y resistentes garantizando su calidad. Producto de la instalación de la planta procesadora se mejora la granulometría del agregado cumpliendo con los Husos establecidos en la norma NTP y ASTM. Asimismo, el agregado presente posee una buena resistencia mecánica con un 20.25% (tabla N°4.3) de desgaste, este material es apropiado para ser usados en concretos expuestos como los pavimentos. Esto demuestra que el agregado a extraer es de calidad, característica importante que el mercado solicita.

Intor, C. (2015). En su tesis resistencia a la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm² con fibras de polipropileno, (tesis de pregrado) de la Universidad Nacional de Cajamarca, Peru; cuyo objetivo general fue Determinar la resistencia a la

comprensión del concreto $f'c=175$ kg/cm² con fibras de polipropileno, el método empleado transversal, de nivel descriptivo y tipo de investigación no experimental y llegando a concluir El incremento obtenido de la resistencia a la compresión de los especímenes de concreto comparados con la mezcla patrón de las dosificaciones de 0.25%, 0.60% y 1.00% de fibra de polipropileno por peso de cemento a edad de 7 días es de 0.97%, 2.88% y 3.80%, a edad de 14 días es de 1.59%, 3.25% y 3.92%, a edad de 28 días es de 1.59%, 4.19% y 6.02%, respectivamente.

Vargas, P. (2016). en su tesis Análisis de la influencia de la procedencia de agregados y repercusión en el diseño de mezclas de concretos estructurales en el distrito de Puno-2016, (tesis de pre grado) de la Universidad Alas Peruanas de Juliaca, Puno, Perú que cuyo objetivo principal fue evaluar la influencia de agregados de diferentes procedencias en el distrito de Puno en las propiedades mecánicas a la compresión del concreto; llegando a concluir que en lo posible deben emplearse agregados que cumplan con las Normas Técnico Peruanas u otras reconocidas, del estudio a los agregados de ambas canteras se observa una tendencia tanto en la Cantera Viluyo como en la Cantera Carucaya de que sus agregados se acercan mucho a los límites máximos o mínimos exigidos por norma, siendo evidencia de que contamos en Puno con agregados pocos controlados, existen ensayos de calidad donde se presentan resultados similares, se pudiera mencionar que el agregado fino en ambas canteras presentan gran cantidad de material grueso, superior al 15% de material retenido en el tamiz N°4, los valores de pesos específicos y pesos unitarios no presentan mayor variabilidad, caso contrario a esto, y que se presentan valores que favorecen al material de la cantera Viluyo se demuestra con los ensayos de ultrafinos o pasante 200 (2.08% en cantera Viluyo y

0.2% en 110 cantera Carucaya), porcentajes de absorción en material fino (0.97% en cantera Viluyo y 0.02% en cantera Carucaya) porcentaje de desgaste (27.3% en cantera Viluyo y 13.5% en cantera Carucaya) a pesar de ser valores que muestran el poco control de calidad que se emplea en las obras en el distrito de Puno.”

Chavez, T. & Pinchi, V. (2015). en su tesis Producción industrial de agregados y concreto en la ciudad de tarapoto, (tesis de maestria) de la Universidad Nacional de Ingenieria de San Martin, San Martin, Perú cuyo objetivo principal fue determinar las características técnicas y económicas para la instalación de una nueva planta industrial de agregados y concreto para la ciudad de Tarapoto, Morales y Banda de Shilcayo en la provincia de San Martín, Región San Martín; llegando a concluir que el procesamiento de las encuestas realizadas nos ha permitido observar que existe una demanda insatisfecha, que no ha tenido la oportunidad de utilizar los servicios de concreto premezclado en sus obras por distintos motivos. Este grupo de profesionales que, no tenido la oportunidad de utilizar dicho servicio, es consciente que la fabricación del concreto en sus obras tiene varias limitaciones que pueden poner en riesgo la calidad del mismo. Otro dato importante que se ha podido obtener es que los pocos que han podido utilizar este servicio brindado por las fábricas que actualmente existente, no dudarían en volver a utilizar el servicio.

Lozada, T. (2018). en su tesis Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – provincia de utcubamba, (tesis de pre grado) de la Universidad Señor de Sipan de Pimentel, Perú donde su objetivo principal fue desarrollar el estudio de mecánica de suelos (EMS) según Manual de ensayo de materiales para carreteras del MTC (en vigencia), el

tipo de investigación fue exploratoria-descriptiva, diseño de la investigación es cuasi-experimental, llegando a la conclusión de que la cantera La Loma es de naturaleza grava arcillosa con arena (GC) según el método SUCS, identificado según el método AASHTO es un tipo de suelo A-2-4, con partículas de varios tamaños y mucha presencia de finos con $IP=8.27\%$ y está dentro de los parámetros que estipula el manual de carreteras del MTC, IP (4% a 9%), el % por desgaste a la abrasión es 68.6%; Asimismo, presenta bajo contenido de sales igual a 0.10%, además, el C.B.R. al 100% para 0.1" = 46.0 %. Entonces, el material que lo compone a la cantera no presenta características de un material adecuado para ser utilizado en carreteras.

Contreras, D. (2014). en su tesis Influencia de la forma y textura del agregado grueso de la cantera Olano en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Jaén- Cajamarca, (tesis de pregrado) de la Universidad Nacional de Cajamarca de Jaén, Cajamarca, Perú cuyo objetivo principal fue medir la influencia de la forma y textura del agregado grueso de la cantera Olano en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto, llegando a la conclusión que el agregado grueso es uno de los componentes del concreto que más porcentaje de intervención en peso tiene en las mezclas (43% en ambos diseños de esta investigación), seguido por el agregado fino, luego el cemento y finalmente el agua. Los diseños de mezclas de concreto dependen en gran parte de las características y propiedades de los agregados (grueso y fino), que pueden verse afectados por el manejo que reciben desde su explotación hasta su empleo en obra”.

Carranza, M. & Paredes, Q. (2018). en su tesis Evaluación técnico-económica de los agregados producidos por las canteras de la provincia de Chiclayo para fines de obras viales, (tesis de pre grado) de la Universidad Señor de Sipan de Pimentel, Perú cuyo objetivo principal fue determinar las propiedades de los agregados de las canteras que se utilizan en la construcción de obras viales a nivel de afirmado en la ciudad de Chiclayo, el tipo de investigación fue cuantitativo cuasi-experimental; llegando a la conclusión que en los ensayos de laboratorios para el control de calidad de obras viales, se pudo determinar que la cantera La Victoria cumple con todas las exigencias del Manual de Carreteras. (Análisis de granulometría, CBR, porcentaje límite líquido, porcentaje límite plástico) las demás canteras también tienen importantes valores, pero solo en algunos aspectos.

2.1.3 Antecedentes internacionales.

Ortega, C. (2013). en su tesis La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles, (tesis de pregrado) de la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador cuyo objetivo principal fue estudiar la calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles, el tipo de investigación fue cuali-cuantitativo, el nivel es exploratorio y descriptivo y su planeación fueron 3 canteras; llegando a la conclusión que según la curva granulométrica del agregado grueso de las canteras se aprecia que gran proporción de sus partículas se encuentran aproximadamente en la mitad del rango establecido por los límites de este ensayo, tiene un Tamaño Nominal Máximo de 1 1/2"; en conclusión, presenta una adecuada distribución de partículas de diferentes tamaños".

Ortiz, E. (2004). en su tesis Calidad de agregados producidos en Guatemala, (tesis de pregrado) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde su objetivo principal fue verificar que los agregados gruesos y finos, producidos en cinco plantas trituradoras en Guatemala, estén cumpliendo con las normas para agregados especificados por la ASTM; llegando a la conclusión de que las características de los agregados dependen de su origen y forma de explotación. Los agregados triturados por tener una constitución química y mineralogía homogénea propiedades físicas, mecánicas y de resistencia, casi siempre son iguales con valores altos. En los agregados naturales, sus características tienen composición variada por proceder de depósitos pluviales, etc., sus partículas son de diversas características y sus propiedades son bajas”.

Mendoza, G. (2008). en su tesis Evaluación de la calidad de agregados para concreto en el departamento de Totonicapán, (tesis de pregrado) de la universidad de San Carlos de Guatemala donde su objetivo principal fue evaluar las propiedades físicas, mecánicas, químicas y mineralógicas de dos bancos de agregados utilizados en la construcción en el departamento de Totonicapán, aplicando cuatro normas ASTM, para determinar su calidad como agregados para concreto, llegando a concluir, conforme a la recopilación de los resultados y a la caracterización de los bancos se determina que ambas muestras de agregado fino no cumplen con algunas de las especificaciones de las normas correspondientes, por lo tanto son consideradas inadecuadas para mezcla de concreto.

Santizo, A. (2013). en su tesis Análisis de calidad de los agregados para concreto utilizados en ciudades en crecimiento de la república de Guatemala, (tesis de

pregado) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cuyo objetivo general fue realizar una recopilación de la información geológica y de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales de varios bancos de agregados en la República de Guatemala y de su influencia en la calidad del concreto, llegando a las conclusiones de que se encontró que el 33 por ciento de los departamentos descritos no cumplieron con las especificaciones de las normas ASTM referentes a las propiedades físico-mecánicas que debe cumplir el agregado fino a utilizar en una mezcla de concreto. Entre estos departamentos se encuentran Alta Verapaz, Chimaltenango, El Progreso, Quetzaltenango y Totonicapán. En el departamento de Alta Verapaz, se encontró que un banco de materiales tenía un alto módulo de finura lo cual generará un concreto con alto porcentaje de vacíos y poco denso, en dicho banco el mineral que predominó fue la calcita. Por otro lado, el segundo banco de dicho departamento presentó un bajo módulo de finura lo cual puede afectar la mezcla del concreto al requerir mayor cantidad de cemento para conservar la resistencia, en dicho banco el mineral que predominó fue el yeso.

Marquez, M. & Pintor, H. (2012). en su tesis Mejoramiento de la calidad del concreto hidráulico optimizando la relación agua – cemento, grava –arena y propiedades físicas de los agregados pétreos para producir concretos de alto desempeño, (tesis de pregrado) de la Universidad Nacional Autónoma de México D.F. cuyo objetivo principal fue determinar la calidad del concreto hidráulico optimizando la relación agua – cemento, grava –arena y propiedades físicas de los agregados pétreos, llegando a la conclusión de que con respecto a la optimización de la relación grava-arena en una unidad de volumen de concreto comprendió que existe la necesidad de optimizar la cantidad de agregado fino que se necesita para cubrir los espacios

vacíos del agregado grueso y que estas relaciones pueden variar de un 35% a un 45% del agregado fino con respecto al volumen de agregado grueso.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Canteras.

Como afirma (Pambi, 2015) “Son la fuente principal de materiales pétreos que compone el insumo esencial en el sector de la construcción, su valor económico es significativo en el costo total de proyecto”(p.23).

(Karen, 2015) “Los agregados también denominados áridos, inertes o conglomerados son fragmentos o granos que constituyen entre un 70% y 85% del peso de la mezcla, cuyas finalidades específicas son abaratar los costos de la mezcla y dotarla de ciertas características favorables dependiendo de la obra que se quiera ejecutar”.

2.2.2 Tipos de canteras.

2.2.2.1.1 Cantera de aluvión.

Según (Karen, 2015) “Son transportados por los ríos formando depósitos de materiales que permite el ciclo de autoabastecimiento, lo cual implica una explotación económica” (p.23).

2.2.2.1.2 Cantera de roca.

Como señala (Karen, 2015) “Su origen está en la formación geológica de rocas y montañas, su condición estática no presenta el autoabastecimiento es limitado, estos materiales son de menor dureza a comparación de los ríos” (p.23).

2.2.2.2 Clasificación de canteras.

2.2.2.2.1 Según tipo de explotación.

Tal como señala (Montes de Oca, 2010) “Las canteras según tipo de explotación son:

- **Canteras a cielo abierto.** Se desarrolla en la superficie terrestre.
- **En laderas.** Cuando la roca se arranca en la falda de un cerro
- **En corte.** Se extrae la roca a cierta profundidad en el terreno.
- **Subterráneas.** Explotaciones que se desarrollan debajo de la superficie”.

2.2.2.2.2 Según tipo de extracción

- Consolidados
- No consolidados como: El suelo, agregados, terrazas aluviales y arcillas.

2.2.2.3 Impacto ambiental en las canteras

2.2.2.3.1 Problemas medio ambientales que generan las canteras

Según (Montes de Oca, 2010) señala “La existencia de estas canteras conlleva serias alteraciones medio ambientales, la intensidad de las mismas dependen de varios factores entre ellos la situación, morfología del yacimiento y las características del entorno entre ellos podemos citar algunos de ellos”.

- Alteraciones en la atmósfera (emisión de polvos, ruido y vibraciones).
- Destrucción de la flora y fauna.
- Alteraciones del suelo y agua
- Pérdida de la biodiversidad.
- Cambios geomorfológicos y del paisaje. (Montes de Oca, 2010)

2.2.2.3.2 *Criterios básicos para reducir los impactos negativos de las canteras.*

Como (Montes de Oca, 2010) señala “La explotación sostenible de las canteras debe estar dirigida a reducir los impactos negativos como el agua, suelo y vegetación para mantener el equilibrio ecológico”.

- Orientar la explotación a fin de minimizar el impacto ambiental.
- Definir las alturas máximas de los taludes y una zona de amortiguación.
- Elegir sistemas de riego y pantallas.
- Seleccionar correctamente los sitios de depósito y almacenamiento. (Montes de Oca, 2010)

2.2.3 **Agregados.**

Según (Montes de Oca, 2010) “Es un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas en la NTP 400.037”. (NTP 400.037, 2014).

Antiguamente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenían directamente dentro de las reacciones químicas. La tecnología moderna se establece que siendo este material el que mayor % de participación tendrá dentro de la unidad cúbica de concreto, sus propiedades y características diversas influyen en todas las propiedades del concreto” (SENCICO, 2006, p. 58).

Según (SENCICO, 2006) afirma “La norma de concreto E-060, recomienda que a pesar que en ciertas circunstancias los agregados que no cumplen con los requisitos estipulados han demostrado un buen comportamiento en experiencias de obras ejecutadas; sin embargo, debe tenerse en cuenta que un comportamiento satisfactorio en el pasado no garantiza buenos resultados bajo otras condiciones y en diferentes localizaciones, en la medida de lo posible usarse agregados que cumplan con las especificaciones del proyecto.

Los agregados ocupan hasta tres cuartas partes del volumen del concreto y sus propiedades térmicas, físicas y químicas pueden modificar, en muchos casos, las características mecánicas, como fortaleza y producir un concreto débil. Su composición química puede ayudar también a disminuir el deterioro provocado por el ataque de ácidos y sulfatos (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009, p. 123).

2.2.3.1 Los tipos de agregados.

Según (Montes de Oca, 2010) indica que “Los tipos de agregados pétreos se pueden determinar, de acuerdo a la procedencia y a la técnica empleada para su aprovechamiento, se pueden clasificar en los siguientes tipos”:

a) Agregados naturales.

Según (Montes de Oca, 2010) indica “Son aquellos que se utilizan solamente después de una modificación de su distribución de tamaño para adaptarse a las exigencias según su disposición final”.

b) Agregados de trituración.

Según (Montes de Oca, 2010) afirma “Son aquellos que se obtienen de la trituración de diferentes rocas de cantera o de las granulometrías de rechazo de los agregados naturales. Se incluyen todos los materiales canterables cuyas propiedades físicas sean adecuadas”.

c) Agregados artificiales.

Según (Montes de Oca, 2010) señala “Son los subproductos de procesos industriales, como ciertas escorias o materiales procedentes de demoliciones, utilizables y reciclables”.

d) Agregados marginales.

(Montes de Oca, 2010) “Los agregados marginales engloban a todos los materiales que no cumplen alguna de las especificaciones vigentes”.

2.2.3.2 Clasificación de los agregados.

Como (Castillo, 2009) señala “Los agregados ocupan comúnmente de 60% a 75% del volumen del concreto (70% a 85% en peso) e influyen notablemente en las propiedades del concreto recién mezclados y endurecidos, en las proporciones de la mezcla, y en la economía. Pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra. Junto con el agua, el cemento y aditivos, conforman el conjunto de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto”.

a) Agregado fino.

(Karen, 2015) señala “Es aquel que proviene de la desintegración natural o artificial de las rocas que pasa al tamiz NTP 9,5 mm (3/8”) y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037”.

Como (Karen, 2015) afirma “El agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias de perfil preferentemente angular, duro, compactado y resistente”.

(Karen, 2015) indica “Debe estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas”.

Según (Karen, 2015) afirma que “El agregado fino debe estar graduado dentro de los límites indicados en la norma NTP 400.037. Es recomendable tener en cuenta lo siguiente”:

a) La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.

b) El agregado no debe retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera (SENCICO, 2006).

c) En general es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites:

Tabla 1. Límites de granulometría según norma.

MALLA	% QUE PASA
3/8"	100
N°4	95-100
N°8	80-100
N°16	50-85
N°30	25-60
N°50	10-30
N°100	2-10
N°200	0-5

Fuente: (Castillo, 2009).



Figura 1: Agregado fino.

Fuente: Autoría propia.

En la figura 1 se muestra el agregado grueso la cual posteriormente fue seleccionada para realizar los ensayos

Según (Montes de Oca, 2010) “El módulo de fineza del agregado fino se mantendrá dentro del límite de más o menos 0,2 del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto; siendo recomendable que el valor asumido este entre 2,3 y 3,1.”

Como (Castillo, 2009) afirma que “El porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado fino no deberá exceder de los siguientes límites”:

- Lentes de arcilla y partículas desmenuzables3%
- Material más fino que la malla N°200
- Concreto sujetos a abrasión.....3%
- Otros concretos.....5%
- Carbón:
- Cuando la apariencia superficial del concreto es importante.....0,5%
- Otros concretos.....1%
- Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos de 2.8-2.8 producen concreto de buena trabajabilidad y reducida a segregación y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia” (Abanto , 2009, p. 29).

b) El agregado grueso.

Como (Abanto , 2009) señala “Se le llama agregado grueso al material retenido en el tamiz NTP 4.75 mm(N° 4) y cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037. Puede consistir en grava natural o triturada, piedra partida o agregados metálicos naturales o artificiales”.

(Abanto Castillo, 2009) señala “El material agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa”.

Debe estar libre de escamas, tierra, polvo, limo, humos, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

Según (Abanto , 2009) indica “El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037 o en la norma ASTM C 33.

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor de: un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados o un tercio del peralte de las losas o tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, torones o ductos de preesfuerzo.

El porcentaje de las partículas inconvenientes en el agregado grueso no deberá exceder de los siguientes valores:

- Arcilla0,25%
- Partículas deleznales.....5,00%
- Materiales más finos que la malla N°2001,00%

Según (Abanto Castillo, 2009) “El material de tipo agregado grueso que es empleado en concreto para pavimento, o en estructuras sometidas a procesos de erosión, abrasión o cavitación, no se debe tener una pérdida mayor del 50% en el ensayo de abrasión realizado de acuerdo a las normas NTP 400.019 o 400.020, o a la norma ASTM C 31”.



Figura 2. Agregado grueso.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 se muestra el agregado grueso la cual posteriormente fue seleccionada para realizar los ensayos

c) Clasificación según su forma y textura superficial.

(Tueros Rojas & Lopez Jara, 2016, p. 35) señala “La presencia de partículas alargadas o aplanadas puede afectar la trabajabilidad, la existencia y la durabilidad de las mezclas, porque tienden a orientarse en un solo plano lo cual dificulta la manejabilidad; además debajo de las partículas se forman huecos de aire y se acumula agua perjudicando las propiedades de la mezcla endurecida” (p.24).

Partícula larga. Es aquella partícula cuya relación entre su longitud y el ancho es mayor de 1,5.

Partícula plana. Es aquella cuya relación entre el espesor y el ancho es menor de 0,5.

Tabla 2. La clasificación de las partículas del agregado según su forma.

FORMA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
Redondeadas	Totalmente desgastada por el agua o completamente limada por frotamiento.	Grava de río o playa, arena del desierto, playa.
Irregular	Irregularidad natural, o parcialmente limitada por frotamiento y con orillas redondeadas.	Otra gravas, pedernales del suelo o de excavación
Escamosa	Material en el cual el es pequeño en relación a las otras dos dimensiones	Roca laminada
Angular	Posee orilla bien definida que se forman en la intersección de caras más o menos planas.	Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada.
Alongadas	Material normalmente angular en el cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones	

Fuente: (Rivera, 2013).

2.2.3.3 Las propiedades físicas de los agregados.

Estas propiedades físicas son fundamentales para determinar la calidad y los parámetros necesarios para que los agregados formen parte de la mezcla de concreto.

Es indispensable mencionar que todas estas propiedades están asociadas a los diferentes ensayos y procedimientos de los cuales se obtienen datos que servirán para medir esas propiedades.

Los ensayos necesarios se mencionan a continuación:

2.2.3.3.1 El análisis granulométrico de agregados gruesos y finos (MTC E 204).

(Abanto Castillo, 2009) señala “Este ensayo es fundamental para determinar la gradación de los materiales ya sean gruesos como finos y determinar si estos cumplen con las cuantificaciones de la curva granulométrica”.

Equipos:

- **Balanzas.** Equipo que se utiliza cuenta con diferentes características para cada agregado.

Para agregado fino, según (Abanto Castillo, 2009) señala “Con aproximación de 0,1 g y sensibilidad a 0,1% del peso de la muestra que va ser probada”.

Para agregado grueso, con aproximación de 0,5 g y exactitud a 0,1% del peso de la muestra a ser examinada.

- Estufa. Que sea capaz de mantener una temperatura constante.
- **Tamices.** Los tamices a utilizar son aquellos especificados en la norma tanto para los agregados finos como para los agregados gruesos, respectivamente.

Procedimiento:

- Es necesario verificar que la muestra este completamente seca, aunque esta condición no es necesaria en el caso del agregado grueso.
- Seleccionaremos los tamices necesarios para ensayar cada muestra, esta serie de tamices se ordena de acuerdo a la NTP 400.012 y después se procede a realizar el tamizado el cual puede ser de forma manual o mecánica, durante un periodo de tiempo específico.
- Es necesario limitar la cantidad de material, para que el proceso de tamizado sea correcto y que cada partícula pueda alcanzar fácilmente las aberturas de los filtros.
- Una vez terminado el proceso de cribado, se procede a pesar el retenido en cada tamiz, con estos datos podremos determinar la calidad y composición del material.

Tabla 3. Granulometría del agregado grueso.

USO	TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm
		4"	3 ½"	3"	2 ½"	2"	1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16
1	3 ½" - 1 ½"	100	90 - 100		25 - 60		0 - 15		0 - 15					
2	2 ½" - 1 ½"			100	90 - 100	35 - 70	0 - 15		0 - 5					
3	2" - 1"				100	90 - 100	35 - 70	0 - 15		0 - 5				
357	2" - Nº 4				100	95 - 100		35 - 70		0 - 30		0 - 5		
4	1 ½" - ¾"					100	90 - 100	20 - 55	0 - 5		0 - 5			
467	1 ½" - Nº 4					100	95 - 100		35 - 70		10 - 30	0 - 5		
5	1" - ½"						100	90 - 100	20 - 55	0 - 10	0 - 5			
56	1" - 3/8"						100	90 - 100	40 - 85	10 - 40	0 - 15	0 - 5		
(*) 57	1" - Nº 4						100	95 - 100		25 - 60		0 - 10	0 - 5	
6	¾" - 3/8"							100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	0 - 5		
67	½" - Nº 4							100	90 - 100		20 - 55	0 - 10	0 - 5	
7	3/8" - Nº 8								100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5	
8	½" - 3/8"									100	85 - 100	10 - 30	0 - 10	0 - 5
89	Nº 4 - Nº 8									100	90 - 100	20 - 35	5 - 30	0 - 10
9	Nº 4 - Nº 16										100	85 - 100	10 - 40	0 - 10

Fuente: Adaptado de la (NTP 400.037, 2014).

Tabla 4. Granulometría del agregado fino.

Malla	% Que pasa
9.5 mm (3/8")	100
4.75 mm (Nº4)	95--100
2.36 mm (Nº8)	80--100
1.18 mm (Nº16)	50--85
0.60 mm (Nº30)	25--60
0.30 mm (Nº50)	5--30
0.15 mm (Nº100)	0-1-0

Fuente: Adaptado de (NTP 400.037, 2014).

Los requisitos de uso de agregado fino:

- El agregado fino fue arena natural con granos limpios, de perfil angular duras compactas, resistentes y libre de sustancias perjudiciales.
- Sus granulometrías deben cumplir según las normas.
- Las sustancias nocivas no deben superar los porcentajes máximos.

Tabla 5. Valores máximos de sustancias perjudiciales para el agregado fino.

Descripción	Porcentajes de máximos
Partículas deleznable	3%
Material más fino que la malla Nº200	5%

Fuente: (Castillo, 2009).

2.2.3.3.2 Módulo de fineza

Según (Castillo, 2009) “el criterio Establecido en 1925 por Duff Abrams a partir de las granulometrías del material se puede intuir una fineza promedio del material utilizando la siguiente expresión”.

Tabla 6. Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura.

MÓDULO DE FINEZA	AGREGADO FINO
Menor que 2,00	Muy fino o extra fino
2,00-2,30	Fino
2,30-2,60	Ligeramente fino
2,60-2,90	Mediano
2,90-3,20	Ligeramente grueso
3,20-3,50	Grueso
Mayor que 3,50	Muy grueso o extra grueso

Fuente: Adaptado de (Rivera, 2013).

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados retenidos}(3", 1 \frac{1}{2}, \frac{3}{4}" , \frac{3}{8}" \text{ N}^{\circ} 4, \text{N}^{\circ} 8, \text{N}^{\circ} 16, \text{N}^{\circ} 30, \text{N}^{\circ} 50, \text{N}^{\circ} 100)}{100}$$

- Módulo de fineza de los agregados combinados.

(Castillo, 2009) señala “Es cuando se combinan materiales de diferentes dimensiones como la arena y grava”.

$$mc = \frac{\text{Vol. Abs. A. fino}}{\text{Vol. Ab. agregados}} mf + \frac{\text{Vol. Ab. A. grueso}}{\text{Vol. Ab. agregados}} mg$$

Si hacemos:

$$rf = \frac{\text{Vol. Abs. A. fino}}{\text{Vol. Ab. agregados}} , rg = \frac{\text{Vol. Ab. A. grueso}}{\text{Vol. Ab. agregados}}$$

Entonces:

$$mc = rfmf + rgmg$$

2.2.3.3.3 Gravedad específica y absorción (MTC E 205)

(Rivera, 2013) afirma que “El peso específico es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en varias mezclas que contienen agregados”.

Según (Rivera, 2013) “Los valores de absorción son usados para calcular el cambio en la masa de un agregado, debido al agua absorbida entre los espacios de los poros entre las partículas constituyentes, comparado a la condición seca, cuando es estimado que el agregado ha estado en contacto con el agua lo suficiente para satisfacer la mayor absorción potencial”.

a) Para el agregado fino

Equipos:

Balanza. Con capacidad mínima de 1000 g o más y sensibilidad de 0,1 g.

Horno. Un horno ventilado capaz de mantener la temperatura alrededor de la muestra que es de: $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Estufa. Capaz de mantener una temperatura continúa.

Frasco volumétrico. Con una capacidad de 500 ml.

Molde cónico. Este molde es de material metálico de 40 mm de diámetro interior en su base menor, 90 mm de diámetro interior en su base mayor y 75 mm de altura.

Varilla. Es metálica y sirve para apisonar el material, en uno de sus extremos posee una punta de superficie circular plana.

Procedimiento:

La muestra es sumergida en agua durante 24 horas, con el fin de absorber agua en su totalidad.

Ayudados de la estufa secaremos el material superficialmente hasta que las partículas no se incrusten entre sí. Colocaremos el modelo cónico y lo llenaremos de material y apisonaremos la superficie 25 veces con la varilla metálica, al retirar el cono la muestra no debe mantener la forma del cono ni desmoronarse en su totalidad.

Cuando la muestra esta lista, debe ser introducida en el frasco volumétrico y llenarlo con agua hasta alcanzar la marca señalada. A su vez, agitaremos el frasco con el fin de eliminar las burbujas existentes.

Las burbujas se eliminarán de manera manual al rodar, invertir o agitar el frasco.

Después, se procede a establecer el peso del frasco, la muestra y agua.

Remover el agregado fino en un recipiente el cual soporte las altas temperaturas y llevarlo al horno con el fin de determinar la absorción del material.

b) Para el material agregado grueso.

Equipos:

Balanza. Sensible a 0,5 g y con volumen de 5000g o más. La cual está equipada con un mecanismo con capacidad de suspender la cesta de alambre en el recipiente con agua y ser pesado sin ninguna alteración.

Canasta con malla de alambre. Con abertura que corresponda al filtro N° 6 o menor.

Depósito de agua. Pueda ser lo suficientemente grande para almacenar el agua necesaria para el ensayo, además de brindar la facilidad de sumergir la canasta de alambre.

Paño. Nos ayuda a secar superficialmente cada una de las partículas de la muestra.

Procedimiento:

Se sumerge la muestra en agua durante 24 horas, con el fin de que el agua penetre en la muestra.

Al mover la muestra del H₂O, se procede a secar la muestra con una tela absorbente, con el fin de que estas queden saturadas superficialmente secas y se determina su peso en esas condiciones.

Después se coloca la muestra saturada superficialmente seca en la cesta de alambre y se realiza el peso de esta, sumergida en agua.

Resecar la muestra en el horno durante 24 horas y dejar enfriar para luego realizar el pesaje de la muestra. (MTC, 2016, pág. 309)

2.2.3.3.4 Peso unitario y vacíos de los agregados (MTC E 203).

Como (MTC, 2016) afirma “Se utiliza para determinar el valor del peso unitario, utilizado por algunos métodos de diseño de mezclas de concreto”.

(MTC, 2016) señala “También, se utiliza para determinar la relación masa/volumen, realiza conversiones en acuerdos de compra donde se desconoce la relación entre el grado de compactación del agregado en una unidad de transporte o depósito de almacenamiento”.

Equipos:

Balanza. Con una exactitud de 0,1% con respecto al peso del material usado.

Recipiente de medida. Este recipiente es metálico y de forma cilíndrica, lo suficientemente firme y rígido para no sufrir ninguna deformación durante el proceso del ensayo.

Varilla compactadora. De acero liso, con forma cilíndrica de 5/8” de diámetro, uno de los extremos tiene la punta redondeada.

Pala de mano. Es necesario el empleo de un cucharón para rellenar el recipiente del material a ensayar.

Regla metálica. Necesaria para enrasar el material depositado en el recipiente.

Procedimiento:

Es necesario calcular el volumen y el peso del molde con el cual se realizará el ensayo.

Peso unitario suelto:

- Ayudados de un cucharón se procede a llenar el recipiente con el material a ensayar desde 5 cm de altura hasta que este rebose.
- Se enrasa el recipiente con una regla metálica.
- Se determina el peso del recipiente más el contenido y se registran los datos obtenidos.
- **Peso unitario compactado:**
- El recipiente se llena en tres capas, cada capa se apisona con la varilla compactadora, dando 25 golpes distribuidos uniformemente a lo largo de toda la superficie.
- Cuando se apisona la última capa, se enrasa la superficie con la regla metálica.
- Por último, se realiza el pesaje de la muestra y el recipiente, realizando el registro de los datos (MTC, 2016, pág. 298).

2.2.3.3.5 Contenido de humedad

Según (MTC, 2016) “El método generalmente mide la humedad en la muestra de ensayo con mayor confiabilidad que la muestra representa a la fuente de agregado. En aquellos casos en que el material agregado está alterado por calor o cuando

se requieran mediciones más refinadas, el ensayo se debe efectuarse utilizando un horno ventilado con temperatura intervenida”.

Procedimiento:

- Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1%.
- (MTC, 2016) indica “Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de las partículas. Un secado muy rápido puede causar que exploten algunas partículas resultando en pérdidas de partículas”.
- (MTC, 2016) indica “Usar un horno de temperatura controlada cuando al calor excesivo puede alterar las características del agregado o cuando se requiera una medición más precisa. Si se usa una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada revolver la muestra”.
- (MTC, 2016) señala “La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1% de pérdida adicional de masa”.
- (MTC, 2016) “Determinar la masa de muestra seca con una aproximación de 0,1% después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza”.

2.2.3.3.6 Prueba del slump

Según (Abanto Castillo, 2009) “Los instrumentos que se necesitan son una plancha base, un cono y una varilla de metal. Esta prueba consiste en medir la altura de una masa de concreto luego de ser extraída de un molde en forma de cono. Cuanto mayor sea la altura, el concreto será más trabajable. De la misma manera, cuanto menor sea la altura, el concreto estará muy seco y será poco trabajable”.

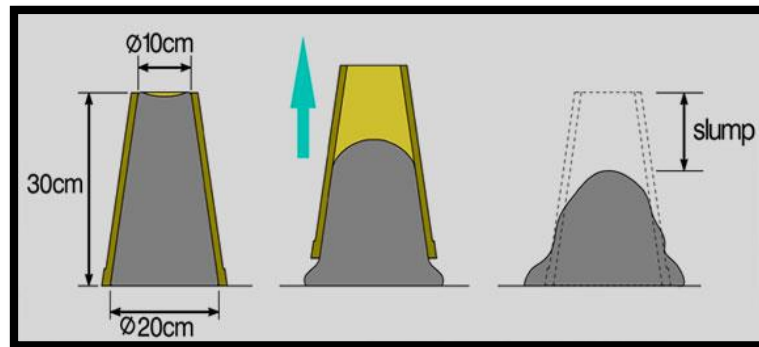


Figura 3. *Ensayo del slump.*
Fuente: Mastour.

Como (Castillo, 2009) señala “El primer paso para hacer esta prueba consiste en sacar una muestra de concreto de una determinada cantidad, de la mezcladora. Con esta muestra se llena el cono mediante tres capas y se chucea con la varilla, 25 veces cada una. Después se nivela el cono, se levanta verticalmente y se le coloca al lado del concreto. Por último, se mide la altura entre el cono y el concreto, colocando la varilla horizontalmente sobre el cono”.

2.2.4 Cemento.

Como señala (Rivva, 2010) “que el cemento portland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir”:

$$\text{Cemento Portland} = \text{Clinker Portland} + \text{Yeso}$$

Según (Rivva, 2010) “El cemento portland es un polvo muy fino de color verdoso. Al mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere una gran resistencia y durabilidad”.

Como (Rivva, 2010) indica “Los cementantes que se utilizan para la fabricación del concreto se denominan hidráulicos, por la razón que al reaccionar químicamente con el agua el material se endurece tomando una forma específica, en

cambio la característica que las distingue de los cementantes aéreos que reaccionan con el contacto del aire”

Según (Rivva, 2010) “Existe una gran variedad de cementos, las cuales son elaboradas generalmente de una mezcla de piedra caliza quemada, hierro, silicio y aluminio y considerando sus fuentes más propicias para su obtención, el barro, piedra caliza, esquisto y mineral de hierro. Una vez hecha la mezcla, se mete en un horno para secar y ser pulverizada hasta convertirse en polvo”.

2.2.4.1 El Clinker Portland

Según (Rivva Lopez, Tecnología del concreto, 2010) señala “es un producto semiacabado de forma de piedras negruzcas de tamaños de $\frac{1}{4}$ ” (Rivva, 2010) “Aproximadamente, obtenido de la calcinación de una mezcla de materiales calcáreos y arcillosos en proporciones convenientes, hasta llegar a una fusión incipiente (Clinkerización) a 1450 0C”(p.41).

Según (Rivva Lopez, Tecnología del concreto, 2010) señala “El Clinker Portland se enfría rápidamente y se almacena en canchas al aire libre. El cemento portland es un polvo muy fino de color verdoso. Al mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad”.

Según (Rivva, 2010) “Esencialmente el Clinker es finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contiene cal, aluminio fierro y sílice en proporciones determinadas.”

Como (Rivva, 2010) indica “Una vez que el agua y el cemento se unen y forman el cementante se inician una serie de reacciones químicas denominadas hidratación del cemento. Con estas manifestaciones pasan a un proceso donde comienza a formar un sólido rígido y adquisición de resistencia mecánica del producto”.

Como (Rivva, 2010) señala “Aun cuando la hidratación del cemento sea un proceso muy complejo, existen simplificaciones que permiten interpretar el fenómeno, los efectos en el concreto, dando lugar a los cuatro principales compuestos que interactúan en estos tipos de cementos”.

2.2.4.2 Propiedades de los compuestos principales

a) Silicato tricálcico (C3S), conocido también como alita.

- Se hidrata y endurece rápidamente.
- Es el más importante de los compuestos del cemento.
- Determina la velocidad y rapidez del fraguado.
- Determina la resistencia inicial del cemento.
- Libera gran cantidad de calor de hidratación es equivalente a 120 cal/gr. Este compuesto tiene mucha importancia en el calor de hidratación de los cementos.
- Contribuye una buena estabilidad de volumen.
- Contribuye la resistencia al intemperismo” (Castillo, 2009, p. 42).

b) Silicato dicálcico (C2S), conocido también como belita

Como señala (Castillo, 2009) señala:

- Contribuye con las resistencias a edades mayores a una semana.
- Por su porcentaje en el Clinker es el segundo en importancia.
- Se hidrata y endurece con lentitud.
- Alcanza elevada resistencia a la compresión a largo plazo (después de prolongado endurecimiento).
- El valor de hidratación es de 63 cal/gr.
- Contribuye a la resistencia al intemperismo junto al C3S.
- Su contribución a la estabilidad de volumen es regular.

c) Aluminato tricálcico (C3A)

Como (Castillo, 2009) señala:

- Es el primero en hidratarse, o sea, fraguar con mucha rapidez (hidratación violenta).
- Liberar gran cantidad de calor durante los primeros días de la hidratación.
- Incide levemente en la resistencia mecánica.
- Tiene baja resistencia al intemperismo (acción del hielo y deshielo).
- Tiene mala estabilidad de volumen.
- Escasa resistencia al ataque de sulfatos y ataques de químicos.
- Calor de hidratación de 207 cal/gr.

d) Ferro aluminato tetracálcico (C4AF)

Según (Castillo, 2009) indica:

- Reduce la temperatura de formación de Clinker.
- Rápida velocidad de hidratación.
- El calor de hidratación es equivalente a 100 cal/gr (moderado).
- En la resistencia mecánica no está definida su influencia.
- La estabilidad de volumen es mala.
- Influye en el color del cemento.

(Castillo, 2009) indica “En resumen el silicato tricálcico produce una alta resistencia inicial al cemento portland hidratado. La rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento es directamente proporcional con el calor de hidratación”.

Según (Castillo, 2009) “El silicato dicálcico es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento. El aluminato tricálcico, el yeso agregado al cemento durante la trituración o molienda en el proceso de fabricación se combina con el

C3A para controlar el tiempo de fraguado. Finalmente, el aluminio ferrita tricalcica es semejante al C3A, porque se hidrata con rapidez y solo desarrolla baja resistencia”.

2.2.4.3 Las principales materias para la fabricación de un cemento portland.

(Castillo, 2009) afirma “La primera fabricación del cemento portland se estableció en Francia en 1840, luego en Inglaterra en 1845, en Alemania en 1855, en EEUU en 1871 y a partir de ahí en todo el mundo. Hacia 1950 la producción mundial de cemento fue de 250 megatoneladas, estimándose que para fines del Siglo XX la producción será del orden de 1500 megatoneladas”.

- a) Materiales calcáreos. Según (castillo, 2009) “Deben tener un adecuado contenido de carbonato de calcio (C3Ca) que será entre 60 y 80% y no deberá tener más de 1.5% de magnesia. Aquí tenemos las margas y calizas en general estos materiales suministran el óxido de calcio o cal”.
- b) Materiales arcillosos. Según (castillo, 2009) “Deben contener sílice en cantidad entre 60 y 70%. Estos materiales proveen el dióxido de silicio o sílice y también el óxido de aluminio o alúmina, aquí tenemos las pizarras, esquistos y arcillas en general”.
- c) Minerales de hierro. Según (Castillo, 2009) “La suministran el óxido férrico en pequeñas cantidades. En algunos casos estos vienen con arcilla”.
- d) Yeso. Aporta sulfato de calcio.

2.2.4.4 Clasificación y usos de cemento portland

Entre los tipos de cemento más usado en el Perú se encuentran.

a) Cementos portland estándar

Tipo I: Según (Rivva, 2010) “Para construcciones de concreto y mortero de uso general y cuando no se requiera propiedades específicas, se utiliza en concretos que no estén sujetos al ataque de factores agresivos como podría ser la presencia de sulfatos en el suelo o en el agua”.

Tipo II: Según (Rivva, 2010) “En obras donde se requiera resistencia moderada a la acción de los sulfatos y/o moderada calor de hidratación (consecuencia de la hidratación del cemento). Se recomienda en edificaciones, estructuras industriales, puentes, obras portuarias, perforaciones y en general y en general en todas aquellas estructuras de volumen considerable y en climas cálidos”.

Tipo III: Según (Rivva, 2010) “Para obras que requieran alta resistencia elevada a edad temprana, normalmente a menos de una semana. También en obras de zona frías, su uso permite reducir el curado controlado”.

Tipo IV: Según (Rivva, 2010) “Para estructuras que requiera bajo calor de hidratación, caso de represas, centrales hidroeléctricas y obras de grandes masas de concreto, también debe tenerse en cuenta que en este se desarrolla resistencia a una velocidad inferior a la de otros cementos”.

Tipo V: Según (Rivva, 2010) “Además de las cualidades del tipo II, es recomendable para obras donde se requiera elevada resistencia a los sulfatos. Es el caso de obras portuarias expuestas al agua del mar. También en canales, alcantarillas, túneles, suelos con alto contenido de sulfato. Estos cementos desarrollan resistencias más lentamente que los del tipo I, incrementan su resistencia a los sulfatos”.

b) Cemento portland adicionados

(Rivva Lopez, Tecnología del concreto, 2010) “El tipo IP E IPM: Cementos cuya adición viene a ser la puzolana de uso similar al del Tipo I y se

recomienda en obras masivas y con ataque de agua agresivas, aguas negras en cimentaciones en todo terreno son cementos de moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos.

Tipo MS: según (Rivva, 2010) “Cementos adicionados de escorias se puede emplear en todo tipo de construcciones de concreto son resistentes a la agresión química, se pueden utilizar en estructuras en ambientes y suelos húmedos-salinosos para estructuras en cimientos y pisos. En general, se puede decir que tienen moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación”.

Tipo ICo: Según (Rivva, 2010) afirma “Corresponde al cemento Tipo I mejorado con mayor plasticidad, se puede utilizar en obras de concreto y concreto armado en general, morteros en general, especialmente para el tarrajeo y asentado de unidades de albañilería, pavimentos y cimentaciones.

c) Cemento portland puzolánico.

(Rivva Lopez, Tecnología del concreto, 2010) “Se denomina Puzolana a una fina ceniza volcánica que se extiende principalmente en la región de Lazio y la compañía, su nombre deriva de la región Pozzuoli, en las proximidades de Nápoles”.

Según (Rivva, 2010) “Posteriormente, se ha generalizado a las cenizas volcánicas en otros lugares. Existe cuatro tipos de puzolana: negra, blanca, gris y roja. Mezclada con cal (en la relación de 2 a 1) se comporta como el cemento puzolánico y permite la preparación de una buena mezcla en grado de fraguar incluso bajo el agua”.

Como (Rivva, 2010) afirma “Esta propiedad permite el empleo innovador del concreto, como ya habían entendido los romanos. El antiguo puerto de Cosa fue construido con puzolana mezclada con cal apenas antes de su uso y colada bajo el agua, probablemente utilizando un tubo, para depositarla en el fondo sin que

se diluya en el agua del mar. Los tres muelles son visibles todavía, con la parte sumergida en buenas condiciones después de 2100 años”.

Según (Riva, 2010) señala “La puzolana es una piedra de naturaleza ácida, muy reactiva, al ser muy porosa y puede obtenerse a bajo precio. Un cemento puzolánico tiene aproximadamente”:

- 55-70% de Clinker Portland
- 30-45% de puzolana
- 2-4% de yeso

Puesto que la puzolana se combina con la cal (Ca(OH)_2), se tendrá una menor cantidad de esta última. Pero justamente porque la cal es el componente que es atacado por aguas agresivas, el cemento puzolánico será el más resistente a ataque de estas. Por otro lado, como el $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$ está presente solamente en el componente constituido por el Clinker Portland, la colada del cemento puzolánico desarrolla un menor calor de reacción durante el fraguado. Este cemento es por lo tanto adecuado para ser usado en climas particularmente utilizadas o para coladas de grandes dimensiones” (Rivva, 2010, p. 63).

d) Cemento de fraguado rápido.

Según (Rivva, 2010) “El cemento de fraguado rápido, también conocido como “cemento romano o natural”, se caracteriza por iniciar el fraguado a los 15 minutos con su preparación con agua. Se produce en forma similar al cemento portland, pero con el horno a una temperatura menor (1000 a 2000 °C)”. Es apropiado para trabajos menores, de fijaciones y reparaciones, no es apropiado para grandes obras porque no se dispondría del tiempo para efectuar una buena vaciada”.

Aunque se puede iniciar el fraguado controlado mediante retardantes naturales (E-330) como el ácido cítrico, pero aún si inicia el fraguado aprox. A los

15 minutos (temperatura a 20 °C). La ventaja es que al pasar aprox. 180 minutos de iniciado el fraguado, se consigue una resistencia alta a la compresión (entre 8 a 10MPa), por lo que se obtiene gran prestación para trabajos de intervención rápida y definitiva. Hay cementos rápidos que pasados 10 años obtienen resistencia a la compresión superior a algunos concretos armados (pasan en la gráfica de 60 MPa)” (Rivva Lopez, 2010, p. 74).

e) Cemento aluminoso.

Es otra clase de cemento que se utiliza en la industria de la construcción, este cemento, de rápido endurecimiento y alta resistencia inicial tiene unos 50 años de vida útil, pero es fácilmente alterable, el cemento aluminoso es un material utilizado sobre todo en los años 60 y 70, cuya mayor cualidad residía en la rapidez de secado. Este cemento, sometido a temperaturas extremas y humedades, puede desarrollar la enfermedad conocida comúnmente como aluminosis, la cual aconseja que se lleven a cabo importantes obras de reparación de estructuras de edificios, así como un control periódico de su estado físico. Los cambios se traducen especialmente en un aumento de porosidad que origina la falla de resistencia mecánica de los forjados, y puede ocasionar hundimiento del edificio. Su uso está prohibido en la actualidad” (Rivva López, 2010, p. 63).

Como (Rivva, 2010) afirma “El cemento aluminoso se produce a partir principalmente de la bauxita con impurezas de óxido de hierro (Fe_2O_3), óxido de titanio (TiO_2) y óxido de silicio (SiO_2). Adicionalmente, se agrega calcáreo o bien carbonato de calcio. El cemento aluminoso, también llamado <<cemento fundido>>, por lo que la temperatura del horno alcanza hasta 1600 °C y se alcanza la fusión de

los componentes. El cemento fundido es colado en moldes para formar lingotes que serán enfriados y finalmente molidos para obtener el producto final”.

“El problema de este cemento aluminoso que fragua tan rápidamente es que resulta poco protector frente a la corrosión. Además, como explica Carlos Sánchez, arquitecto de la Agencia de Vivienda de la junta de Extremadura, es fácilmente alterable y en su interior se producen complejos procesos químicos que provocan un cambio de su forma y estructura” (Rivva Lopez, 2010, p. 63).

“Esto tiene como consecuencia el cambio de sus propiedades, entre las que se encuentra en aumento de su porosidad, con una reducción de su volumen de hasta un 40%, incidiendo así en la resistencia mecánica del hormigón que puede llegar a reducirse hasta un 75%. Al quedar mermadas sus propiedades, el hormigón es más vulnerable a las variaciones de temperatura y humedad, por lo que el problema se agudiza en los edificios situados en zonas costeras, donde se acelera el proceso de corrosión de las armaduras. Porque se trata de un problema que afecta fundamentalmente a las armaduras y no a los elementos estructurales, como los pilares y las vigas.” (Rivva Lopez, *Naturaleza y Materiales del Concreto*, 2000).

2.2.4.5 Reacción de las partículas de cemento con el agua.

Según (Rivva, 2010) “Los periodos iniciales de las partículas con el agua se encuentran en estado de disolución, de esta forma existe una intensa reacción exotérmica inicial, durante aproximadamente 10 minutos”.

Como (Rivva, 2010) afirma “Es el tiempo durante el cual las partículas producen una película gelatinosa, la cual inhibe la hidratación del material durante una hora aproximadamente”.

Como (Rivva, 2010) afirma “Inicio de rigidización al continuar la hidratación de las partículas de cemento, la película gelatinosa comienza a crecer,

generando puntos de contacto entre las partículas, las cuales en conjunto inmovilizan la masa de cemento. También se le llama fraguado. Por lo tanto, el fraguado sería el aumento de la viscosidad de una mezcla de cemento de agua”.

Ganancia de resistencia: al continuar la hidratación de las partículas de cemento, y en presencia de cristales de CaOH_2 , se desarrollan filamentos tubulares y aguja fusiformes, las cuales, al aumentar en número, generan una trampa que traspasa resistencia mecánica entre los granos de cemento ya hidratados.

Fraguado o endurecimiento: el principio de fraguado es el tiempo de una pasta de cemento de difícil moldeado y de alta viscosidad. Luego la pasta se endurece y se transforma en un sólido resistente que no puede ser deformado” (Rivva Lopez, 2010, p. 64).

2.2.4.6 Los cementos en el Perú.

Relación de empresa proveedora de cemento actualmente en el Perú. “El cemento en el Perú se comercializa en bolsas de 42.5 kg. De papel krap, que usualmente están entre dos y cuatro pliegos, de acuerdo a los requerimientos de transporte o manipuleo eventualmente y por condiciones especiales pueden ir provistas de un refuerzo interior del polipropileno. Estas bolsas son ensayadas para verificar su porosidad al aire, absorción, impermeabilidad y resistencias mecánicas. Las fabricas cementeras nacionales están preparadas para realizar la comercialización del cemento en bolsones con capacidad de 1.5 toneladas a estos se les conoce como big bag” (Abanto Castillo, 2009, p. 28).

2.2.5 Diseño de mezclas.

Pasos Básicos Para Diseñar Una Mezcla De Concreto:

1. Recaudar el siguiente conjunto de información:

- Los materiales.

- Del elemento a vaciar, tamaño y forma de las estructuras.
- Resistencia a la compresión requerida.
- Condiciones ambientales durante el vaciado.
- Condiciones a la que estará expuesta la estructura”.

2. Determinar la resistencia requerida.

$f'c$ = resistencia a la compresión (kg/cm²) resistencia de diseño

Establecida por el Ingeniero estructural.

Del ACI 318-99 se tiene:

$$f'_{cr} = f'c + 1.33 \sigma \dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'c + 2.33 \sigma - 35 \dots (2)$$

Donde:

σ : desviación estándar (kg/cm²)

f'_{cr} : resistencia a la compresión requerida (kg/cm²)

Se escogerá el mayor valor de las fórmulas (1) y (2)

3. Seleccionar el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

(Karen, 2015) señala “La mayoría de veces son las características geométricas y las condiciones de refuerzo de las estructuras las que limitan el tamaño máximo del agregado que pueden utilizarse, pero a la vez existen también consideraciones a tomar en cuenta como la producción, el transporte y la colocación del concreto que también pueden influir en limitarlo. El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor de uno de estos puntos”:

- 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados.
- 3/4 del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, torones o ductos de pres fuerzo.

- 1/3 del peralte de las losas.

Según (Medrano Aguilar, 2015) “Estas limitaciones a menudo se evitan si la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto puede colocarse sin dejar zonas o vacíos en forma de panel. Muchas veces la selección del tamaño máximo de agregado está en función de la disponibilidad del material y por su costo”

4. Selección del asentamiento.

Según (Medrano Aguilar, 2015) “Si el asentamiento no se encuentra especificado entonces se puede partir con los valores indicados en la tabla 02 en el caso de tener solo aire atrapado y la tabla 06 si contiene aire incorporado”.

5. Determinación del contenido de aire.

Según (Medrano Aguilar, 2015) “El ACI 211 establece una tabla que proporciona aproximadamente el porcentaje de contenido de aire atrapado en una mezcla de concreto en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso”.

Como (Medrano Aguilar, 2015) indica “En el caso del contenido de aire incorporado también presenta una tabla indicando valores aproximados en función, además de las condiciones de exposición, suave, moderada y severa. Estos valores señalados en la tabla 06 no siempre pueden coincidir con las indicadas en algunas especificaciones técnicas; pero muestra los niveles recomendables del contenido

promedio de aire para el concreto, cuando el aire se incluye a propósito por razones de durabilidad (Medrano Aguilar, 2015)”.

7. Seleccionar la relación agua/cemento.

Según (Medrano Aguilar, 2015) afirma “La relación agua/cemento requerida se determina no solo por los requisitos de resistencia, sino también por los factores como la durabilidad y propiedades para el acabado. Puesto que distintos agregados y cementos producen generalmente resistencias diferentes con la misma relación agua/cemento, es muy conveniente conocer o desarrollar la relación entre la resistencia y la relación agua/cemento de los materiales que se usarán realmente”.

8. Cálculo del contenido de cemento.

Se obtiene dividiendo los valores hallados en los pasos (5)/ (7)

9. Cálculo de los pesos de los agregados.

Según (Medrano Aguilar, 2015) “Está en función del método de diseño específico a emplear o basado puntualmente en alguna teoría de combinación de agregados”.

10. Presentar el diseño de mezcla en condiciones secas.

11. Corrección por humedad del diseño de mezcla en estado seco.

Como (Medrano Aguilar, 2015) indica “Hay que tener en cuenta la humedad de los agregados para pesarlos correctamente. Generalmente los agregados están húmedos y a su peso seco debe sumarse el peso del agua que contienen, tanto absorbida como superficial”.

Peso agregado húmedo = peso agregado seco x (1 + C.H. (%))

C.H. (%): Contenido de humedad del agregado.

Como (Medrano Aguilar, 2015) señala “El agua que va agregarse a la mezcla de prueba debe reducirse en una cantidad igual a la humedad libre que contiene el agregado, esto es, humedad total menos absorción”.

12. Aporte de humedad de los agregados.

Por absorción:

$L1 = \text{peso agregado seco} \times \% \text{ absorción del agregado}$

Por contenido de humedad:

$L2 = \text{peso agregado seco} \times \% \text{ C.H. del agregado}$

Entonces:

$\text{Agua efectiva} = \text{agua de diseño} + L1 - L2$

13. Presentar el diseño de mezcla en condiciones húmedas.

14. Realizar los ajustes a las mezclas de pruebas.

Como (Medrano Aguilar, 2015) señala “Para obtener las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con las características deseadas, con los materiales disponibles se prepara una primera mezcla de prueba con unas proporciones iniciales que se determinan siguiendo los pasos que a continuación se indican. A esta mezcla de prueba, se le mide su consistencia y se compara con la deseada; si difieren, se ajustan las proporciones”.

Según (Medrano Aguilar, 2015) indica “Se prepara, luego, una segunda mezcla de prueba con las proporciones ajustadas que ya garantiza la consistencia deseada; se toman muestras de cilindro de ella y se determina su resistencia a la compresión; se compara con la resistencia deseada y si difieren, se reajustan las proporciones. Se prepara una tercera mezcla de prueba con las proporciones reajustadas que debe

cumplir con la consistencia y la resistencia deseadas; en el caso de que no cumpla alguna de las condiciones por algún error cometido o debido a la aleatoriedad misma de los ensayos, se pueden ser ajustes semejantes a los indicados hasta obtener los resultados esperados”.

(Medrano Aguilar, 2015) “Como puede verse el procedimiento de dosificación de mezclas se basa en el método de” “ensayo y error” que en este caso converge rápidamente con el sistema de ajuste y reajuste”.

2.2.6 Agua.

Según (Porrero S, Ramos R, Grases G, & Velazco J, 2003) ”El H₂O es un recurso elemental para elaborar la mezcla de concreto, sirve para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades. El agua debe cumplir ciertos requisitos para que no sea perjudicial al concreto”.

“Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas para el concreto. Pero en cualquier caso el agua a usar en la mezcla debe cumplir con los requisitos de la norma” (Porrero S, Ramos R, Grases G, & Velazco J, 2003).

Como (Porrero S, Ramos R, Grases G, & Velazco J, 2003) señala “En relación con su empleo en el concreto, el agua tiene dos diferentes aplicaciones: como ingrediente en la elaboración de las mezclas (10%-25%) y como medio de curado de las estructuras recién construidas”.

La importancia está en las características fisicoquímicas y no en las bacteriológicas.

Requisitos que debe cumplir.

Según (Castillo, 2009) “El agua deberá ser limpia y libre de cantidades perjudiciales, para comprobar la calidad de agua, será necesario realizar un análisis químico”.

Tabla 7. Valores máximos permisibles del agua.

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300.ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: (Torre C. , 2004).

2.2.7 Concreto

Según (Castillo, 2009) “El concreto es una mezcla de cemento, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia” (p.56).

$$\text{CONCRETO} = \text{CEMENTO} + \text{AGREGADO} + \text{AIRE} + \text{AGUA}$$

Según (Castillo, 2009) “Tanto el cemento como el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, formando un material homogéneo. Algunas veces, se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto”.

2.2.7.1 Características del concreto.

(Castillo, 2009) señala “entre los factores que hacen del concreto un material de construcción universal tenemos”:

(Castillo, 2009) indica “La facilidad con que puede colocarse dentro de los encofrados de casi cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica”.

(Castillo, 2009) indica “Su elevada resistencia a la presión lo que le hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columnas y arcos”.

(Castillo, 2009) señala “Su elevada resistencia al fuego y a la penetración del agua, pero el concreto también tiene desventajas”.

(Castillo, 2009) señala “Con frecuencia el concreto se prepara en el sitio en condiciones en donde no hay un responsable de su producción, es decir, el control de calidad no es relevante”.

según (Castillo, 2009) afirma “El concreto es un material de escasa resistencia a la tracción. Esto hace difícil su uso en elementos estructurales que están sometidos a tracción por completo (como los tirantes) o en parte de sus secciones transversales (como vigas u otros elementos sometidos a flexión)”.

2.2.7.2 Materiales componentes del concreto.

Según (Abanto, 2009) “Los materiales componen el concreto son:

Ligantes:

- Cemento.
- Agua.

Agregados:

- Agregado fino: arena.
- Agregado grueso: grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos”.

Observación:

Cemento + agua = pasta

Agregado fino + agregado grueso = hormigón

Según (Castillo, 2009) “Las observaciones en la producción del concreto varían de acuerdo con el género de la obra que lo requiere y con el tipo de concreto que se produzca. Las etapas principales para la producción de un buen concreto son”:

- Dosificación,
- Mezclado,
- Transporte,
- Colocación,
- Consolidación y
- Curado (Castillo, 2009).

2.2.7.3 Tipos de concreto:

Concreto simple. Como (SENCICO, 2006) señala “Es una mezcla entre el cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En esta mezcla el agregado grueso deberá estar completamente envuelto por la pasta de cemento, y el agregado fino deberá llenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta”.

Cemento + a. fino + a. grueso + agua = concreto simple

Concreto armado. Como (SENCICO, 2006) afirma “Se conoce así al concreto simple, debido a que este lleva armadura de material acero como refuerzo y que está diseñado según la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto”.

Concreto simple + armadura = concreto armado

Concreto estructural. Según (SENCICO, 2006) “Se conoce así al concreto simple, cuando es dosificado, mezclado, transportado y colocado, de acuerdo a

las especificaciones exactas que cumplan una resistencia mínima preestablecido en el diseño y una durabilidad efectiva”.

Concreto ciclópeo. Como (SENCICO, 2006) señala “Se denomina así al concreto simple que está integrado con piedras desglosadoras de tamaño máximo de 10 pulgadas, cubriendo un tope de 30% del volumen total. Las piedras deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra, en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple”.

Concreto simple + piedra desplazadora = concreto ciclópeo

Concreto liviano. (Castillo, 2009) indica “Son preparados con agregados livianos y su peso unitario varía desde 400 a 1700 kg/m³”.

Concreto normal. Según (Castillo, 2009) “Son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varía de 2300 a 2500 kg/m³, según el tamaño máximo del agregado. El peso promedio es de 2400 kg/m³”.

2.2.7.4 Propiedades del concreto.

Según (SENCICO, 2006) “Las propiedades del concreto deben ser aquellas que sirvan a la finalidad para la cual están destinadas. Por ello la selección de las proporciones de la unidad cúbica de concreto debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran necesarias para el caso específico para la cual la mezcla está siendo diseñada. Al seleccionar las condiciones de colocación, la calidad y experiencia del personal profesional y técnico, la interrelación entre las diversas propiedades del concreto, así como la consideración de que el concreto debe ser económico no solo en su primer costo, sino también en sus futuros servicios”. (Castillo, 2009) Precisa “Las propiedades principales del concreto a tener en cuenta son las siguientes:

a) Trabajabilidad y consistencia.

Trabajabilidad: Según (Castillo, 2009) indica “Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones. Hasta la actualidad aún no existe prueba alguna que permita cuantificar esta propiedad generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia”.

Consistencia: Según (Castillo, 2009) “Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada”.

Ensayo de consistencia del concreto: Como (Castillo, 2009) señala “Es llamado también de revenimiento o “slump test”, “es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba desarrollada por Duft Abrams, fue adoptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978”.

b) Segregación: Como (Castillo, 2009) indica “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. Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciendo en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc. La segregación es una función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuanto más húmeda es esta y menor cuanto más seca lo es. En el proceso de diseño de mezcla, es necesario tener siempre presente el riesgo de segregación, pudiéndose disminuir este, mediante el aumento de finos (cemento o A. fino) y de la consistencia de la mezcla. Generalmente proceso inadecuado de manipulación y colocación son las causas del fenómeno de segregación en la mezcla. La segregación ocurre cuando parte del concreto se mueve más rápido que el concreto adyacente, por ejemplo, el

traqueteo de las carretillas con ruedas metálicas tiende a producir que el agregado grueso se precipite al fondo mientras que la “lechada” asciende a la superficie. Cuando se suelta el concreto de alturas mayores de medio metro el efecto es semejante. También se produce segregación cuando se permite que el concreto corra por canaletas máxima cuando estas presentan cambio de dirección. El excesivo vibrado de la mezcla produce segregación” (Castillo, 2009, p. 63).

2.2.8 Propiedades químicas - ensayos de laboratorio de los agregados.

2.2.8.1 Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219, 2016.

a) Objeto

Según (Pérez García, Garnica Anguas, & Rivera, 2018) señala que “establecer el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en bases estabilizadas y mezclas asfálticas” (p.21).

b) Finalidad y alcance.

Según (Pérez García, Garnica Anguas, & Rivera, 2018) afirma “Una muestra de agregado pétreo se somete a continuos lavados con agua destilada a la temperatura de ebullición, hasta la extracción total de las sales. La presencia de estas se detecta mediante reactivos químicos que, al menor indicio de sales, forman precipitados fácilmente visibles. Del agua total de lavado, se toma una alícuota y se procede a cristalizar para determinar la cantidad de sales presentes”.

El método es aplicable en controles de obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación del contenido de sales.

c) Referencias normativas.

- Manual de Carreteras Vol. N° 8 – 8.202.14: Agregados pétreos: Método para determinar sales solubles (LNV 8) – Chile
- Manual de Carreteras Vol. N° 8 – 8.202.1: Agregados pétreos: Método para extraer y preparar muestras (LNV 64) – Chile
- Manual de Carreteras Vol. N° 8 – 8.202.18: Agregados pétreos: Método para determinar el contenido de cloruros y sulfatos (LNV 76) – Chile” (Pérez García, Garnica Anguas, & Rivera, 2018, p. 21).

2.2.8.2 PH en los suelos (MTC E 129, 2016).**a) Objeto**

(Pérez García, Garnica Anguas, & Rivera, 2018) indica “Implantar el procedimiento para fijar el valor pH y denotar el grado de acidez o alcalinidad en muestras de suelo suspendidos en agua, mediante el método electrométrico”.

b) Finalidad y alcance:

- Este modo operativo también puede ser usado para determinar el valor pH en muestras de agua subterránea.
- PH significa potencial de hidrógeno y consiste en el logaritmo del recíproco de la concentración del ión hidrógeno. Los valores extremos del pH son 0 y 14; y el valor medio 7 indica que la solución es neutra.
- Este modo operativo se aplica a muestras de suelo y agua subterránea.

c) Referencias normativas.

- NTP 339.176 (2002): SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del valor pH en suelos y agua subterránea.
- BS 1377 (1990): Methods of test for Soils for civil engineering Purposes. Part 3. Chemical and electrochemical test.

2.2.8.3 Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio.**a) Objeto**

(Pérez García, Garnica Anguas, & Rivera, 2018) indica “Establecer un método de ensayo para determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio”(p.22).

b) Finalidad y alcance.

Según (Pérez García, Garnica Anguas, & Rivera, 2018) “Es una medida a la desintegración de los materiales agregados grueso y fino, mediante las soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, durante no menos de 16 h ni más de 18 h, de una manera tal que la soluciones cubra toda la muestra. Después del período de inmersión, se saca la muestra de agregado de la solución y se coloca en el horno de secar. Se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos”.

Según (Pérez, 2009) “Suministra información útil para juzgar la alterabilidad de los agregados sometidos a la acción de la intemperie, especialmente cuando no se dispone de información adecuada sobre el comportamiento del material expuesto a condiciones atmosféricas reales”.

Según (Pérez, 2009) “Se advierte el hecho de que los resultados obtenidos por el uso de las dos sales, difieren considerablemente y se debe tener el cuidado en establecer los límites correctos en especificaciones que puedan incluir requerimientos para estos ensayos”.

c) Referencias normativas.

NTP 400.016: AGREGADOS, determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

2.2.9 Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.

2.2.9.1 Resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión es una de las propiedades más importantes del concreto, siendo también el factor que se emplea frecuentemente para definir su calidad. El procedimiento de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto está establecido en la norma NTP 339.034. El valor de la resistencia obtenido en el ensayo no es absoluto, punto que depende de las condiciones en que ha sido realizado” (Pérez García, Garnica Anguas, & Rivera, 2018, p. 22).

Entre estas condiciones, las de mayor influencia son analizadas a continuación.

a) Forma y dimensiones de la probeta:

Las probetas empleadas normalmente para determinar la resistencia a la compresión son de forma cúbica o cilíndrica. De las primeras, se emplean de preferencia las de 15 y 20 cm de arista y para las segundas las de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura” (NTP 339.034, 2014).

b) Condiciones de ejecución del ensayo:

- Velocidad de aplicación de la carga de ensayo.
- Estado de las superficies de aplicación de carga.
- Centrado de la carga de ensayo” (NTP 339.034, 2014).

c) Características del concreto:

- Tipo de cemento
- Relación agua/cemento.
- Edad del concreto” (NTP 339.034, 2014).

d) Condiciones ambientales:

- Temperatura
- Humedad (NTP 339.034, 2014).
- El procedimiento de ensayo, descrito en la norma, se resume a continuación:

e) Medición de las probetas:

- Según (Pérez García, Garnica Anguas, & Rivera, 2018) “Las probetas cúbicas: se coloca el cubo con la cara de llenado verticalmente. Se miden los arcos de las 4 caras laterales del cubo aproximadamente a media altura y las alturas de las caras laterales, aproximado a 1mm. Se debe determinar la masa del cubo, aproximando a 50 gr.
- Probetas cilíndricas: Se miden dos diámetros perpendiculares entre sí aproximadamente a media altura, y la altura de la probeta en 2 generatrices opuestas antes de refrendadas, aproximando a 1 mm. Se determina la masa del cilindro antes de refrendadas, aproximando a 50 gr”.

f) Ensayo:

- Como (Porrero S, Ramos R, Grases G, & Velazco J, 2003) afirma “Se debe limpiar las superficies de contacto de las placas de carga y de la probeta, colocando la probeta en la máquina de ensayo alineada y centrada. Las probetas cúbicas se colocan con la cara de llenado verticalmente y las cilíndricas asentadas en una de sus caras planas refrendadas. Al acercar la placa superior de la máquina de ensayo, se debe asentarla sobre la probeta de modo de obtener un apoyo lo más uniforme

posible. La carga debe aplicarse en forma continua y sin choques a velocidad uniforme, de forma tal que la rotura se alcance en un tiempo igual o superior a 100 segundos y que la velocidad de aplicación de carga no sea superior a 3,5 kgf/cm²/seg. Finalmente, se registra la carga máxima expresada en kgf’.

Resultados:

- Se calcula la resistencia a la compresión del concreto mediante la siguiente fórmula:

$$Rc = \frac{P \left(kg - \frac{f}{cm^2} \right)}{S}$$

Donde:

P = Carga máxima (kg-f)

S = Superficie de área (cm²) (NTP 339.034, 2014)

2.3 Formulación de la hipótesis.

2.3.1 Hipótesis general.

La calidad de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay influye en la resistencia del concreto empleado en las obras civiles.

2.3.2 Hipótesis específica:

a) La evaluación de las propiedades químicas de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay influye en la calidad del concreto de las obras civiles.

b) La evaluación de las propiedades físicas de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay influye en la calidad del concreto de las obras civiles.

2.4 Operacionalización de variables

2.4.1 Variable independiente.

- Agregado: Material granular de origen pétreo que conforman la mayor parte del concreto.

Indicador: Kilógramos

2.4.2 Variable dependiente.

- Resistencia a la compresión del concreto: Resistencia al aplastamiento ocasionado por una fuerza normal a la superficie de estudio.

Indicador: Kg/cm²

Tabla 8. Cuadro de operacionalización de variables.

	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	ITEMS	ESCALAS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
VARIABLES INDEPENDIENTES	Los agregados, también denominados áridos, inertes o conglomerantes o granos que constituyen un 70% y 85% del peso del concreto, cuyas finalidades específicas son abaratar los costos de la mezcla y dotaría de ciertas características favorables dependiendo de la obra que se quiera ejecutar.	Agregados de las canteras del sector de Pachachaca	Agregados	Propiedades Químicas y Físicas	¿Qué parámetros técnicos tienen que cumplir los agregados para ser aptos en la elaboración del concreto? ¿Cuáles son las propiedades del concreto en sus diferentes estados?	* Contenido de humedad * Peso específico y absorción. * Peso unitario suelto y compactado. * Granulometría * Desgaste * De acuerdo al diseño de mezclas dado por la M. ACI, M. Modulo de fineza y M. Walker. * Ensayo de cono de Abrams.	Investigación bibliográfica normas ASTM, NTP, MTC. Investigación de laboratorio.
VARIABLES DEPENDIENTES	resistencia es uno de los más importantes aplicados al concreto y que constituye una base para determinar su calidad, siendo su principal característica la resistencia a compresión ya que en tracción es muy débil.	Propiedades de los Agregados del sector de Pachachaca	Compresión	Propiedades Mecánicas	¿Cuál es el procedimiento técnico para la elaboración de probetas de concreto? ¿La resistencia a la compresión del concreto se encuentra dentro de los márgenes establecidos según la NTP 339.034.?	*Someter a una fuerza de compresión a las briquetas.	

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Definición de términos básicos.

Agregados: Según (Abanto , 2009) “Son materiales granulares sólidos inertes que se utilizan en la construcción con o sin adición de elementos activos y con granulometrías adecuadas; se usan para la fabricación de productos artificiales resistentes, mediante su mezcla con materiales aglomerantes de activación hidráulica (cementos, cales, etc.) o con ligantes asfálticos”.

Agregado para concreto: Como (Abanto, 2009) afirma “Es un conjunto de partículas, de origen natural o artificial que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la presente norma. Se les llama también áridos”.

Agregado fino: Como (Abanto, 2009) señala “Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz normalizado 74 μ m (N° 200), deberá cumplir con los límites establecidos en la presente norma”.

Resistencia a la compresión: Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente.

Agregado grueso: Según (Abanto, 2009) “Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (N° 4) derivado de la desintegración natural o mecánica de la roca y que cumple con los límites establecidos en la presente norma”.

Tamaño máximo: “Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso”.

Tamaño máximo nominal: “Es el que corresponde al menor filtro de la serie utilizada que produce el primer retenido entre 5 % y 10 %”.

Absorción: “Son agregados que necesita una cantidad de agua para llevar de la condición seca a saturado superficialmente”.

Porosidad: “Propiedad de un cuerpo que se caracteriza por la presencia de vacíos en su estructura”.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.

3.1 Método de investigación

Según (Hernández, 2014) afirma que “se fundamenta el método Hipotético deductivo según establece teorías y preguntas iniciales de investigación, de las cuales se derivan hipótesis”.

Método Hipotético – Deductivo

Como (Bernal, 2006) señala “En la presente investigación se usa el método hipotético deductivo porque partimos de aseveraciones de la investigación que son hipótesis, la cual demostraremos la veracidad o falsedad de estas hipótesis a través de una serie de pasos de los cuales deduciremos las conclusiones de su respectiva hipótesis conforme a los resultados de los pasos desarrollados en la investigación

El método consiste en verificar si las propiedades físicas, mecánicas y químicas que se plantearon en la hipótesis, de demostrar o corroborar este si es verdadera o falsas, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos.

3.2 Tipo y nivel de la investigación.

Tipo de investigación.

Como (Hernández, 2014) señala “Esta investigación es de tipo cuantitativa según el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con bases en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías. En el enfoque cuantitativo (representa, como dijimos un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio”.

Tipo cuantitativo.

Según (Bernal, 2006) “El método cuantitativo o método tradicional se fundamenta en la medición de las características de los fenómenos sociales, lo cual supone derivar de un marco conceptual pertinente al problema analizado, una serie de postulados que expresen relaciones entre las variables estudiadas en forma deductiva. Este método tiende a generalizar y normalizar resultados”.

Esta investigación del tipo cuantitativo porque está orientada hacia la descripción, predicción y explicación de datos medidos u observables, tales como el desarrollo de la determinación del peso específico, granulometría, abrasión, contenido de humedad, absorción, etc. Así como también para el diseño de mezclas que en este caso se utilizó el método de módulo de fineza y los datos pueden ser analizados numéricamente con la ayuda de herramientas del campo de la estadística”.

Nivel de investigación

Según (Bernal, 2006) señala “Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población”.

(Bernal, 2006) indica “Únicamente pretende medir o recoger información de manera independiente o conducta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar como se relacionan estas”.

Descriptivo-Explicativo

Como (Hernández, 2014) señala “La presente investigación es descriptiva, porque se realizará la recolección de información, se buscará especificar las propiedades, las características y los perfiles de objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos, variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar”.

La investigación describe y explica los procedimientos que se realizaron en esta investigación testigos para ser sometidas a compresión a los 7, 14 y 28 días.

3.3 Diseño de la investigación.

Según (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) “La presente investigación es cuasi-experimental, porque no se pudo controlar estructuralmente todas las variables, debido a que durante el experimento se pudieron presentar factores adicionales que influyeron los resultados; sin embargo, se aplicó el mayor rigor científico de manera que esta influencia sea mínima.

La investigación cuasi-experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, que al ser sometidas los testigos a compresión fueron resultados que no se manipularon o tergiversaron ya que estos resultados fueron obtenidos de la resistencia a compresión, así también eso puedo generar un margen de error a la hora de tomar dichos resultados.

3.4 Población y muestra de la investigación.

3.4.1 Población.

Según (Bernal, 2006) “El conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación se puede definir también como el conjunto de todas las unidades del muestreo”(p.12).

El universo para la presente investigación se encuentra conformado por las canteras del sector de Pachachaca que son las abastecedoras del agregado (fino y grueso) para la elaboración del concreto empleado en obras civiles en la ciudad de Abancay.

3.4.2 Muestra.

Según (Bernal, 2006) “Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre el cual se efectuaran la medición y la observación de las variables objeto de estudio”.

La muestra de la presente investigación fue inducida ya que se seleccionó por conveniencia las canteras Ballón, Corónate, Gamarra, Murillo, Pedregal, Sahuinto y Tapia del sector de Pachachaca.

3.5 Técnica e instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación básicamente utilizaremos algunos de los instrumentos para la recolección, proceso e interpretación de datos basados en la Norma Técnica Peruana y la ASTM tales como:

- Contenido de humedad según la norma ASTM C-566.
- Peso específico y absorción según la norma ASTM C-127 Y ASTM C-128.
- Peso unitario según la norma ASTM C-29.
- Análisis granulométrico según la norma ASTM D-422.

- Abrasión (Prueba de los Ángeles) según la norma ASTM C-535
- Resultado de diseño de mezclas por método de ACI 211.1
- Resultados diseño de mezcla por método de WALKER.
- Resultados diseño de mezcla por el método de M. fineza.

3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1 Plan de recolección de la información.

Tabla 9: plan de recolección de la información.

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la influencia de la calidad de los agregados, de 7 canteras de la ciudad de Abancay, en la resistencia del concreto. • Establecer dosificaciones en base a las propiedades de los agregados de cada cantera
2. ¿De qué personas u objetos?	<ul style="list-style-type: none"> • Agregados de 7 canteras cercanas a la ciudad de Abancay. • Probetas cilíndricas de concreto.
3. ¿Sobre qué aspectos?	<ul style="list-style-type: none"> • Influencia de la calidad de los agregados en la resistencia del concreto. • Dosificación de materiales en la elaboración de concreto.
4. ¿Quién?	<ul style="list-style-type: none"> • El Investigador
5. ¿Dónde?	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Materiales y concreto "GEOLEF"
6. ¿Cómo?	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante pruebas de laboratorio

Fuente: elaboración propia.

3.6.2 Datos informativos.

3.6.1.1 Canteras a evaluar.

3.6.1.1.1 Cantera Ballón.

La cantera Ballón se encuentra localizada en la ciudad de Abancay, en el kilómetro 15+121 de la carretera Abancay – Lima, el tipo de explotación es de tajo abierto,

explotando un volumen diario de 70 m³ de agregado fino y 90 m³ de agregado grueso aproximadamente.

Esta cantera pertenece al Sr. Hilarión Ballón Ramos en la cual explota y procesan material pétreo como la arena y agregado grueso los cuales son clasificados por zarandeo mecánico y triturador, es decir, que tienen un proceso de mejoramiento basado en trituración.

Ubicación:

- Norte: 84486372
- Este: 725481
- Altura: 1784 m.



Figura 4. *Cantera Ballón.*

Fuente: Autoría propia.

Según la figura 5 se muestra el lugar de explotación de la cantera Ballón.

3.6.1.1.2 Cantera Coronate.

La cantera Coronate se encuentra localizada en la ciudad de Abancay, en el kilómetro 13+923 de la carretera Abancay – Lima, el tipo de explotación es de tajo

abierto, explotando un volumen diario de 75 m³ de agregado fino y 85 m³ de agregado grueso aproximadamente.

Esta cantera pertenece al Sr. Hilarión Ballón Ramos en la cual explota y procesan material pétreo como la arena y agregado grueso los cuales son clasificados por zarandeo mecánico y triturador, es decir, que tienen un proceso de mejoramiento basado en trituración.

Ubicación:

- Norte: 84487320
- Este: 7255057
- Altura: 1786 m



Figura 5. *Cantera Coronate.*

Fuente: Autoría propia.

En la figura 6 se muestra la ubicación de la cantera coronate.

3.6.1.1.3 Cantera Gamarra.

La cantera Gamarra se encuentra localizada en la ciudad de Abancay, en el kilómetro 14+409 de la ciudad de Abancay, el tipo de explotación es de tajo abierto, explotando un volumen diario de 65 m³ de agregado fino y 88 m³ de agregado grueso aproximadamente.

Esta cantera pertenece al Sr. Ronal Gamarra Samanez en la cual explota y procesan material pétreo como la arena y agregado grueso los cuales son clasificados por zarandeo mecánico y triturador, es decir, que tienen un proceso de mejoramiento basado en trituración.

Ubicación:

- Norte: 8488319
- Este: 7223775
- Altura: 1787 m



Figura 6. *Cantera Gamarra.*
Fuente: Autoría propia.

En la figura 7 se muestra la ubicación de lugar de explotación de la cantera Gamarra.

3.6.1.1.4 Cantera Murillo.

La cantera Murillo se encuentra localizada en la ciudad de Abancay, en el kilómetro 14+472 de la ciudad de Abancay, el tipo de explotación es de tajo abierto, explotando un volumen diario de 72 m³ de agregado fino y 95 m³ de agregado grueso aproximadamente.

Esta cantera pertenece al Sr. Andrés Alvarado Palomino en la cual explota y procesan material pétreo como la arena y agregado grueso los cuales son

clasificados por zarandeo mecánico y triturador, es decir, que tienen un proceso de mejoramiento basado en trituración.

Ubicación:

- Norte: 8488423
- Este: 723712
- Altura: 1789 m



Figura 7. *Cantera Murillo.*

Fuente: Autoría propia.

En la figura 8 se muestra la ubicación de lugar de explotación de la cantera Murillo.

3.6.1.1.5 Cantera Pedregal.

La cantera Pedregal se encuentra localizada en la ciudad de Abancay, en el kilómetro 17+510 de la carretera Abancay - Lima, el tipo de explotación es de tajo abierto, explotando un volumen diario de 70 m³ de material agregado fino y 85 m³ de agregado grueso aproximadamente.

Esta cantera pertenece a la Sra. Yésica Arce Acustupa y Sra. Esperanza Quispe Serrano en la cual explotan y procesan material pétreo como la arena y agregado

grueso los cuales son clasificados por zarandeo mecánico y triturador, es decir, que tienen un proceso de mejoramiento basado en trituración.

Ubicación:

- Norte: 8493083
- Este: 0729290
- Altura: 1780



Figura 8. *Cantera Pedregal.*
Fuente: Autoría propia.

En la figura 9 se muestra la ubicación de lugar de explotación de la cantera Pedregal.

3.6.1.1.6 Cantera Sahuinto.

La cantera Sahuinto se encuentra localizada en la ciudad de Abancay, en el kilómetro 16+878 de la carretera Abancay - Lima, el tipo de explotación es de tajo abierto, explotando un volumen diario de 68 m³ de material agregado fino y 90 m³ de agregado grueso aproximadamente.

Esta cantera pertenece a la familia Quispe en la cual explota y procesan material pétreo como la arena y agregado grueso los cuales son clasificados por zarandeo mecánico y triturador es decir que tienen un proceso de mejoramiento basado en trituración.

Ubicación:

- Norte: 8484600
- Este: 7258186
- Altura: 1782 m



Figura 9. *Cantera Sahuinto*
Fuente: Autoría propia.

En la figura 10 se muestra la ubicación de lugar de explotación de la cantera Sahuinto.

3.6.1.1.7 *Cantera Tapia*

La cantera “Murillo” se encuentra localizada en la ciudad de Abancay, en el kilómetro 14+650 de la ciudad de Abancay, el tipo de explotación es de tajo abierto: explotando un volumen diario de 75 m³ de material agregado fino y 90 m³ de agregado grueso aproximadamente.

Esta cantera pertenece al sr. Jorge Elías Tapia Araujo en la cual explota y procesan material pétreo como la arena y agregado grueso los cuales son clasificados por Zarandeo Mecánico y Trituradora es decir que tienen un proceso de mejoramiento basado en trituración

Ubicación

- Norte: 8488208
- Este: 72364
- Altura: 1788 m



Figura 10. *Cantera Tapia*

Fuente: Autoría propia.

En la figura 11 se muestra la ubicación de lugar de explotación de la cantera Tapia.

3.6.3 Ensayos realizados en laboratorio según la normatividad (propiedades físicas)

Evaluaremos las propiedades de los agregados de tal manera que se cumplan con las normas establecidas en la NTP, con el fin de garantizar la calidad de los agregados.

3.6.1.2 Características físicas de los agregados de la cantera Ballón

3.6.1.2.1 Análisis granulométrico del agregado fino según la NTP 400.012.

Es un proceso necesario para la gradación de los agregados y que estos cumplan con los parámetros establecidos dentro de la norma.

a) Equipo:

- Balanza de precisión

- Juego de tamices estandarizadas.
- Horno con alcance a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$).
- Bandeja metálica
- Escobilla metálica

b) Procedimiento



Figura 11. *Extracción del agregado fino y grueso de la cantera Ballón.*
Fuente: Autoría propia.

Se extrajo el material de la cantera Ballón para realizar, posteriormente un cuarto y tener una muestra representativa.



Figura 12. *Cuartel del material en laboratorio*
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 13 se muestra primeramente que se tomó una muestra de 923.80 gr en estado natural y posteriormente 874.50 gr lavado.



Figura 13. *Muestra de agregado fino.*

Fuente: Autoría propia.

➤ Se seleccionó el juego de tamices adecuados de esta forma proporcionar información adecuada del material de ensayo.

➤ Se colocan correctamente los tamices de acuerdo al número de tamices o en orden de abertura hasta llegar al fondo, de esta forma proseguimos a colocar la muestra sobre el tamiz superior.



Figura 14. *Juego de tamices para el ensayo granulométrico.*
Fuente: Autoría propia.

➤ Agitar los tamices con la ayuda de un aparato mecánico (tamizador).
➤ En seguida se prosigue pesar las cantidades que quedaron captados en cada tamiz.



Figura 15. *Muestra de material agregado fino tamizado.*
Fuente: Autoría propia.

c) Toma de datos

Tabla 10. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	48.3
Nº 8	2.36	173
Nº 16	1.19	230.9
Nº 30	0.6	180.2
Nº 50	0.3	99.6
Nº 100	0.15	78.2
Nº 200	0.075	37.5
< Nº 200	FONDO	76.1

Fuente: Autoría propia.

Tabla 11. Datos del análisis granulométrico del agregado fino lavado.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	25.6
Nº 8	2.36	126.1
Nº 16	1.19	208.4
Nº 30	0.6	205.9
Nº 50	0.3	132.9
Nº 100	0.15	111
Nº 200	0.075	36.8
< Nº 200	FONDO	27.8

Fuente: Autoría propia.

3.6.1.2.2 Peso definido y absorción del agregado fino, según la norma NTP 400.022.

a) Equipos

- Balanza de precisión
- Horno con alcance a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$).

- Picnómetro
- Barra compactadora de metal. 340 gr de peso con un extremo de superficie plana circular de 25 mm +- 3 mm de diámetro.
- Molde cónico metálico de 40 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm de diámetro en la parte inferior
- Bandeja metálica
- Escobilla metálica



Figura 16. *Balanza electrónica.*
Fuente: Autoría propia.



Figura 17. *Prueba del cono metálico.*

Fuente: Autoría propia.

b) Procedimiento

Procedimiento gravímetro (picnómetro)

- Según (Castillo, 2009) “Primero se llenó parcialmente el picnómetro con agua. Seguidamente se introdujo dentro de picnómetro la muestra en estado saturado superficialmente seca y se llenó con agua adicional aproximadamente 90% de capacidad. Luego se agitó el picnómetro”.
- Se utilizó la bomba de vacíos para eliminar todas las burbujas de aire.



Figura 18. *Pesado del picnómetro.*

Fuente: Autoría propia.

- A continuación, se prosigue a secar la muestra saturada hasta que este superficialmente satura, para ello nos ayudamos a comprobar con la consistencia que tiene.

- según (Castillo, 2009) “Luego se introdujo dentro del picnómetro la muestra en estado saturado superficialmente seca y se llenó con agua adicional aproximadamente el 90 % de su capacidad del picnómetro



en seguida agitándolo”.

Figura 19. *Colocado de la muestra al picnómetro.*

Fuente: Autoría propia.

- Se emplea la bomba de vacío para eliminar todas las burbujas de aire que se encuentra dentro del picnómetro
- Una vez succionado todo el aire del picnómetro se llenó este hasta la marca de calibración.
- Finalmente, se pesó la masa total del picnómetro.



Figura 20. Sección de vacíos de la muestra del picnómetro con la bomba de vacíos.

Fuente: Autoría propia.

- Se removió el agregado fino del picnómetro y se procedió a secar en el horno eléctrico a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

c) Toma de datos

Tabla 12. Datos del agregado fino para determinar el peso específico.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	327.5	250.7	294.5
Peso Picnometro + Agua	734.70	673.21	671.21
Peso Picnometro + Agua + Muestra SSS	939.70	836.42	848.42
Volumen de la Masa	122.50	87.49	117.29
Peso de la muestra seca	323.85	261.14	272.14
Peso Específico (g/cm³)	2.64	2.98	2.32

Fuente: Autoría propia.

Tabla 13. Datos del agregado fino para determinar la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso Neto del Suelo Seco	323.80	318.50	337.10
Peso Neto del Suelo SSS	327.50	322.60	340.40
% de Absorción	1.14	1.29	0.98

Fuente: Autoría propia.

3.6.1.2.3 Porcentaje de humedad del agregado fino. según la norma NTP 339.185.

a) Objetivo

Constituir la forma para establecer el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado.

b) Equipo:

- Balanza.
- Un Horno idóneo de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 50^\circ\text{C}$ ($230 \pm 90^\circ\text{F}$).
- Recipiente para la muestra.

c) Muestreo

Se puso de una muestra típica de contenido de humedad de la fuente de abastecimiento que se evaluó con una masa no menor de la cantidad indicada”.

d) Procedimiento

Se determinó la masa de la muestra.



Figura 21. *Peso de la muestra.*

Fuente: Autoría propia

Se secó la muestra en un recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de ninguna partícula.



Figura 22. Colocado de la muestra al horno para secado.

Fuente: Autoría propia.

- La muestra se da por hecho que esta seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0.1% de pérdida adicional de masa.
- Se estableció la masa de la muestra seca, una vez que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.

Tabla 14. Datos de agregado fino para determinar el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso suelo húmedo + cápsula	813.00	813.50	812.50
Peso suelo seco + cápsula	777.00	770.50	771.00
Peso del agua	36.00	43.00	41.50
Peso de la cápsula	65.20	57.70	57.70
Peso neto del suelo seco	711.80	712.80	713.30

Fuente: Autoría propia

3.6.1.2.4 Análisis granulométrico del agregado grueso según la NTP 400.012.

a) Objetivo

Establecer el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado.

b) Equipo:

- Balanza
- Juego de tamices (1", ¾", ½", 3/8", N°4).
- Agitador mecánico de tamices.

- Horno. Capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$



Figura 23. *Juego de tamices normalizados.*
Fuente: Autoría propia.

c) Muestreo

- La cantidad de la muestra de ensayo, luego secado fue de 7621 gr.



Figura 24. *Colocado de los tamices en el agitador mecánico.*
Fuente: Autoría propia.

d) Procedimiento:

- Se Secó la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Se seleccionó tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado.
- Se encajó los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico.

Peso de la muestra: 7621 gr

Tabla 15. Datos de agregado grueso para determinar la granulometría.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	344
3/4"	19.05	4538
1/2"	12.5	523
3/8"	9.5	2375
Nº 4	4.75	8
Nº 8	2.36	23
Nº 16	1.19	0
Nº 30	0.6	0
Nº 50	0.3	0
Nº 100	0.15	0
Nº 200	0.075	0
< Nº 200	FONDO	0

Fuente: Autoría propia.

3.6.1.2.5 Gravedad específica y absorción del agregado grueso, según la NTP 400.012.

a) Objetivo

Establecer un procedimiento para determinar el peso específico y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basados en agregados

remojados en agua después de 24 horas. Éste método de ensayo no es aplicable para agregados ligeros.

b) Equipo:

- Balanza
- Cesta metálica
- Tamices. Normalizados de 4.75 mm (N°4)
- Horno. Capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$)

c) Muestra

El peso mínimo de la muestra de ensayo que se usó se presenta:

d) Procedimiento

- Según (Torre V. S., 2012) Se secó la muestra a peso constante, a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y se ventilo en lugar fresco a temperatura ambiente de 1h a 3h hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto (aproximadamente 50°C). Inmediatamente sumergir el agregado en agua a una temperatura ambiente por un periodo de $24\text{h} \pm 4\text{h}$.
- Como (Torre V. S., 2012) señala Remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta desaparecer toda la película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún parezca húmeda. Secar separadamente en fragmentos más grandes. Se debe tener cuidado en evitar la evaporación durante la operación del

secado de la superficie. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca.



Figura 25. Agregado para determinar el peso específico del agregado grueso.
Fuente: Autoría propia.

- Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tener cuidado de remover todo el aire atrapado.
- Secar la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y se deja enfriar hasta la temperatura de ambiente, durante 1h a 3h o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómodo al tacto (aproximadamente $50\text{ }^{\circ}\text{C}$) y se pesa.

d) Toma de datos.

Tabla 16. Datos de agregado grueso para determinar la gravedad específica.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	1082.6	699.25	696.17
Peso Canasilla Sumergida en Agua	1048.10	1079.45	1079.45
Peso Canasilla Sumergida en Agua + Muestra	1735.50	1523.75	1520.25
Peso Neto de Muestra SSS Sumergida	687.40	444.30	440.80
Volumen de la Masa	395.20	254.95	255.37
Peso de la muestra seca	1075.30	696.67	693.23
Peso Específico (g/cm³)	2.72	2.73	2.71

Fuente: Autoría propia.

Tabla 17. Datos del agregado grueso para determinar la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-01	C-02	C-03
Peso Neto del Suelo Seco	1075.30	1092.67	1007.30
Peso Neto del Suelo SSS	1082.60	1099.25	1015.04
% de Absorción	0.68	0.60	0.77

Fuente: Autoría propia.

3.6.1.2.6 Método de ensayo normalizado para contenido de humedad del agregado grueso, según la norma NTP 339.185.

a) Objetivo

Establecer el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado.

b) Equipo:

- Balanza
- Horno. Capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$)
- Recipiente para la muestra.

c) Muestreo

Según (Torre V. S., 2012) “Se dispuso de una muestra representativa del contenido de humedad de la fuente de abastecimiento que se evaluó con una masa no menor de la cantidad indicada en la tabla”.

d) Procedimiento:

- Se determinó la masa de la muestra con una precisión del 0,1.
- Se secó la muestra en un recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de ninguna partícula.
- La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa.
- Se determinó la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1% después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.

Tabla 18. Datos de agregado grueso para determinar el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	N°4	B-6	B-7
Peso suelo húmedo + cápsula	1045.00	960.10	860.55
Peso suelo seco + cápsula	1043.80	959.00	859.60
Peso del agua	1.20	1.10	0.95
Peso de la cápsula	65.10	61.70	61.70
Peso neto del suelo seco	978.70	897.30	797.90

Fuente: Elaboración propia.

3.6.1.2.7 Método de ensayo para determinar el peso unitario agregado grueso y fino.

Según la norma NTP 400.017.

a) Objetivo

Según (Torre V. S., 2012) indica “Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en

la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm”.

b) Equipo:

- Balanza
- Horno. Capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$)
- Barra compactadora. Recta de acero liso de 16 mm (5/8”) de diámetro y aproximadamente de 60 cm de longitud.
- Recipiente cilíndrico o molde de volumen conocido.
- Pala de mano.



Figura 26. *Molde de volumen conocido.*

Fuente: Autoría propia.

- Se llena la tercera parte del recipiente de medida, luego se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes. 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.

- Molde de 17.70 cm de altura, 15.30 cm de diámetro, 183.85 cm² de área y 7.221 Kg de peso.
- Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, solo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa del agregado colocada en el recipiente.
- Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente solo y se registra los pesos con una aproximación de 0,05 Kg (0,1 lb).

c) Toma de datos.

Agregado fino.

Tabla 19. Datos de agregado fino para determinar peso unitario suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (Kg)	22.549	22.552	22.560
Peso Neto Suelto (gr)	15.328	15.331	15.339
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 19 se muestra los datos obtenidos para determinar el peso unitario suelto.

Tabla 20. Datos de agregado fino para determinar peso unitario compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (kg)	24.177	24.175	24.182
Peso Neto Suelto (kg)	16.96	16.95	16.96
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 20 se muestra los datos obtenidos para determinar el peso unitario compactado.

Agregado grueso.

Tabla 21. Datos de agregado grueso para determinar peso unitario suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	20.380	20.388	20.375
Peso Neto Suelto (gr)	13.159	13.167	13.154
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 21 se muestra los datos obtenidos para determinar el peso unitario suelto.

Tabla 22. Datos de agregado grueso para determinar peso unitario compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	21.545	21.515	21.560
Peso Neto Suelto (gr)	14.32	14.29	14.34
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 22 se muestra los datos obtenidos para determinar el peso unitario compactado.

3.6.1.2.8 Abrasión los Ángeles (L.A) al desgaste de los agregados, NTP 400.021.

a) Objetivo

Como (Torre V. S., 2012) indica “Establecer el procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños menores que 37,5 mm (1 ½”) para determinar la resistencia a la degradación utilizando la máquina de Los Ángeles”.

b) Finalidad y alcance.

➤ Como (Torre V. S., 2012) señala “Este modo operativo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de

acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida”.

- Los valores están establecidos en unidades del Sistema Internacional y serán considerados como estándar.



Figura 27. *Bolas de acero utilizados para el ensayo.*
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 28 se muestra las billas para el ensayo de abrasión el número de billas utilizadas para este ensayo son 12 unid.



Figura 28. *Colocado de la muestra a la máquina de Los Ángeles.*
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 29 se muestra el colocado del A. Grueso a la máquina para realizar el ensayo de abrasión.



Figura 29. *Muestra final sometida al desgaste.*
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 30 se muestra el material luego de realizar el ensayo de abrasión.

Toma de datos

Tabla 23. Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.

TAMICES		GRADACION "A"	Nº ESFERAS	% ABRASION
1 1/2"	1"	1253.00	12	24.53
1"	3/4"	1249.00		
3/4"	1/2"	1243.00		
1/2"	3/8"	1258.00		
Peso Inicial de la Muestra		5003.00		
Peso Final de la Muestra		3776.00		

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 23 se muestra los resultados del ensayo de abrasión con un porcentaje de 24.53 de desgaste

3.6.1.3 Características químicas de los agregados de la cantera Ballón.

3.6.1.3.1 Determinación del PH en agregados, MTC E 129.

a) Objetivo

Determinar para hallar el valor del pH y el grado de acidez o alcalinidad en distintas muestras de suelo inmersos en agua, mediante el método electrométrico.

b) Finalidad y alcance:

Este modo operativo puede ser usado también para obtener el valor pH en muestras de agua subterránea.

El PH consiste en el logaritmo del recíproco de la concentración del ion Hidrógeno. Los valores extremos del pH son 0 y 14; y el valor medio 7 indica que la solución es neutra.

Este modo operativo se aplica a muestras de suelo y agua subterránea

c) Equipos:

- Balanza
- Agitador mecánico.
- Cronómetro
- Equipo de molienda.
- Baño de temperatura constante.
- Fotómetro
- Recipientes de reacción.
- Recipientes de vidrio.
- Probeta graduada de 100 ml.

d) Insumos:

- Agua destilada.
- Cloruro de potasio (KCl) 1N. PH:7.
- Buffer de amortiguamiento.

e) Procedimiento

Se calibro el aparato a $\pm 10^{\circ}\text{C}$, para después pesar las muestras de suelo, en la balanza analítica con precisión, posteriormente se adiciona el agua destilada para ser agitada la mezcla durante 30 minutos, se tomó la lectura de cada vaso precipitado.

Se realiza el mismo procedimiento con la solución cloruro de potasio (KCl), 1N, PH:7, se registran nuevamente los datos.

f) Toma de datos.

Tabla 24. *Resultados del ensayo de PH en suelos.*

DESCRIPCION	PH		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	7.92	7.56	7.74
AGREGADO GRUESO	8.12	8.45	8.29

Fuente: Autoría propia.

3.6.1.3.2 Determinación de sales solubles en agregados para pavimentos flexibles
(MTC E 219, 2016)

a) Objeto

Constituir un proceso analítico de cristalización para obtener el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados rocosos colocados en bases estabilizadas y mezclas asfálticas.

b) Finalidad y alcance

La muestra de material agregado se realiza a constantes lavados con agua destilada a una temperatura de ebullición, hasta que todas las sales se puedan extraer. El método es aplicable en controles de obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación del contenido de sales.

c) Materiales

Equipos:

- Balanza analítica, con sensibilidad de 0,01 g
- Estufa, capaz de mantener temperaturas de 105 ± 5 °C
- Plancha de calentamiento.
- Mecheros.

Materiales:

- Matraces aforados.

- Vasos de precipitado.
- Pipetas
- Tubos de ensayo.

Insumos:

- Agua destilada.
- Solución de nitrato de plata.
- Solución de cloruro de bario.

d) Procedimiento

- Se secó la muestra en horno a 110 ± 5 °C hasta masa constante, aproximando a 0,01 g. Se registró la masa.
- Se coloca la muestra en un vaso de precipitado, se agrega el agua destilada en volumen suficiente para cubrir unos 3 cm sobre el nivel de la muestra y caliente hasta ebullición”.
- Se agitó durante 1 min. Se repite la agitación a intervalos regulares, hasta completar cuatro agitaciones en un período de 10 min.
- Se realizó el ponderado de mínimo 10 minutos hasta que el líquido se aprecie transparente y transvase el líquido sobrenadante a otro vaso. Se aplicó unas gotas de nitrato de plata, donde se formó un precipitado blanco de cloruro, de plata y la de sulfatos con unas gotas de cloruro de bario, dando un precipitado blanco de sulfato de bario.
- Una vez enfriados, se mezcló todos los líquidos sobrenadantes acumulados, a un matraz aforado y enrase con agua destilada.

e) Recolección de datos

Tabla 25. Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.

DESCRIPCION	PORCENTAJE DE SALES SOLOBLÉS (ppm) EN AGREGADOS (%)		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	0.271	0.279	0.28
AGREGADO GRUESO	0.098	0.091	0.09

Fuente: Autoría propia.

3.6.1.3.3 Determinación de la durabilidad al sulfato de sodio y magnesio (MTC E 209, 2016)

a) Objetivo

Constituir el método de ensayo para saber la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

b) Finalidad y Alcance:

- Esta operación mide la desintegración de los agregados grueso y fino mediante soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, a un tiempo no menor a 16 h ni más de 18 h, de forma que la solución cubra toda la muestra. Luego del tiempo de inmersión se saca la muestra de agregado de la solución y se coloca en el horno de secar. Se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos.
- Proporciona información útil para determinar la alterabilidad de los agregados sometidos a la acción de la intemperie, particularmente cuando no se dispone de información adecuada sobre el comportamiento del material expuesto a condiciones atmosféricas reales.
- Se da énfasis de que los resultados que se han obtenido por el uso de las dos sales, se diferencian en buena medida, por tanto, tener el cuidado en

constituir los límites correctos en especificaciones que puedan incluir requerimientos para estos ensayos.

c) Equipo

- Balanza
- Juego de tamices.
- Horno de secado.

d) Insumos

- Solución de sulfato de sodio.
- Solución de cloruros.

e) Procedimiento

Agregado: Se lavó en su totalidad la muestra del agregado fino sobre un tamiz normalizado 300 μm m (N° 50), luego se debe de secar hasta llegar a un peso constante a 105 grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) ó 110 grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$), y separa en diferentes tamaños, por tamizado, luego se realizó una separación aproximada de la muestra gradada, mediante un juego de los tamices especificados en la Sección 5.1. De las fracciones obtenidas en esta forma, se selecciona muestras para disponer de 100g después se tamizó. (En general una muestra de 110 g será suficiente). Se pesan las muestras de 100 ± 1 g de cada una de las fracciones después del tamizado final y se colocarán en envases individuales para el ensayo.

Se realizó una inmersión de las muestras en la solución: Se introdujo las muestras en la solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, durante no menos de 16 h ni más de 18 h, de una manera tal, que la solución las cubra a una profundidad de por lo menos 1,5 cm”.

f) Recolección de datos

Tabla 26. Datos de la resistencia de los agregados a los sulfatos de magnesio.

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.8	13.10
1 1/2"	3/4"	3.1	
3/4"	3/8"	4.3	
3/8"	1/4"	3.9	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.9	14.20
1 1/2"	3/4"	3.6	
3/4"	3/8"	4.5	
3/8"	1/4"	4.2	

Fuente: Autoría propia

En la tabla 26 se muestra los resultados de los sulfatos de magnesio del agregado grueso y fino.

Tabla 27. Datos de la resistencia de los agregados a los sulfatos de sodio.

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.1	8.80
1 1/2"	3/4"	2.1	
3/4"	3/8"	3.1	
3/8"	1/4"	2.5	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.5	9.50
1 1/2"	3/4"	2.0	
3/4"	3/8"	2.9	
3/8"	1/4"	3.1	

Fuente: Autoría propia

En la tabla 26 se muestra los resultados de los sulfatos de magnesio del agregado grueso y fino.

3.6.1.4 Características físicas de los agregados de la cantera Coronate.

3.6.1.4.1 Análisis granulométrico del agregado fino según la NTP 400.012.

Toma de datos

Peso de la muestra: 958.60 gr

Tabla 28. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	7.6
Nº 8	2.36	110.8
Nº 16	1.19	314.5
Nº 30	0.6	173.2
Nº 50	0.3	86.7
Nº 100	0.15	72.1
Nº 200	0.075	41.5
< Nº 200	FONDO	152.2

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 28 se muestra los resultados de la granulometría del agregado fino en estado natural.

Peso de la muestra: 894 gr

Tabla 29. Datos del análisis granulométrico del agregado fino lavado.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	4.7
Nº 8	2.36	102.9
Nº 16	1.19	288.6
Nº 30	0.6	170.7
Nº 50	0.3	132.2
Nº 100	0.15	137.4
Nº 200	0.075	46.2
< Nº 200	FONDO	11.3

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 29 se muestra los resultados de la granulometría del agregado fino lavado.

3.6.1.4.2 *Peso específico y absorción del agregado fino, según la norma NTP 400.022.*

Tabla 30. Datos del agregado fino para determinar el peso específico.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	314.5	250.7	293
Peso Picnometro + Agua	690.20	673.21	671.21
Peso Picnometro + Agua + Muestra SSS	887.10	836.42	848.42
Volumen de la Masa	117.60	87.49	115.79
Peso de la muestra seca	312.50	261.14	272.14

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 30 se muestra los datos para determinar del peso específico del agregado fino.

Tabla 31. Datos del agregado fino para determinar la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso Neto del Suelo Seco	312.50	305.50	237.30
Peso Neto del Suelo SSS	314.50	307.00	239.20
% de Absorción	0.64	0.49	0.80

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 31 se muestra los datos para determinar la absorción del agregado fino.

3.6.1.4.3 *Porcentaje de humedad del agregado fino. según la norma NTP 339.185.*

Tabla 32. Datos de agregado fino para determinar el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso suelo húmedo + cápsula	804.80	813.50	812.50
Peso suelo seco + cápsula	763.80	771.50	771.00
Peso del agua	41.00	42.00	41.50
Peso de la cápsula	62.60	57.70	57.70
Peso neto del suelo seco	701.20	713.80	713.30

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 32 se muestra los datos para determinar la humedad del agregado fino.

3.6.1.4.4 Análisis granulométrico del agregado grueso según la NTP 400.012.

Peso de la muestra: 9572 gr

Tabla 33. Datos del análisis granulométrico del agregado grueso.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	479
3/4"	19.05	3934
1/2"	12.5	2766
3/8"	9.5	1780
Nº 4	4.75	536
Nº 8	2.36	77
Nº 16	1.19	0
Nº 30	0.6	0
Nº 50	0.3	0
Nº 100	0.15	0
Nº 200	0.075	0
< Nº 200	FONDO	0

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 33 se muestra los resultados del ensayo de la granulometría del agregado grueso.

3.6.1.4.5 Gravedad específica y absorción del agregado grueso. según la NTP 400.012.

Tabla 34. Datos para determinar la gravedad específica y absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	816.1	699.25	685
Peso Canasilla Sumergida en Agua	1045.00	1079.45	1079.45
Peso Canasilla Sumergida en Agua + Muestra	1567.00	1523.75	1520.25
Peso Neto de Muestra SSS Sumergida	522.20	444.30	440.80
Volumen de la Masa	293.90	254.95	244.20
Peso de la muestra seca	810.60	696.67	693.23

Fuente:
Autoría
propia.

atos

del material agregado grueso para determinar la absorción y el peso específico.

Tabla 35. Datos del agregado grueso para determinar la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-01	C-02	C-03
Peso Neto del Suelo Seco	810.60	692.67	712.01
Peso Neto del Suelo SSS	816.10	699.25	715.04
% de Absorción	0.68	0.95	0.43

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 35 se muestra los datos obtenidos para determinar la absorción del agregado grueso.

3.6.1.4.6 Método de ensayo normalizado para contenido de humedad del agregado grueso, según la norma NTP 339.185.

Tabla 36. Datos de agregado grueso para determinar el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	N°4	B-6	B-7
Peso suelo húmedo + cápsula	1005.70	1004.60	1006.00
Peso suelo seco + cápsula	1002.10	1001.50	1001.80
Peso del agua	3.60	3.10	4.20
Peso de la cápsula	70.40	68.50	71.50
Peso neto del suelo seco	931.70	933.00	930.30
% de Humedad	0.39	0.33	0.45

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 36 se muestra los resultados obtenidos de los ensayos para determinar el contenido de humedad.

3.6.1.4.7 Método de ensayo para determinar el peso unitario agregado grueso.

Según la norma NTP 400.017.

Tabla 37: Datos de agregado fino para determinar peso unitario suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (Kg)	21.743	21.720	21.760
Peso Neto Suelto (gr)	14.522	14.499	14.539
Volumen del Molde (kg/m3)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 37 se muestra los resultados obtenidos de los ensayos para determinar el peso unitario suelto del agregado fino.

Tabla 38: Datos de agregado fino para determinar peso unitario compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (kg)	22.759	22.730	22.770
Peso Neto Suelto (kg)	15.54	15.51	15.55
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 38 se muestra los resultados para determinar el peso unitario compactado del agregado fino.

Agregado grueso

Tabla 39: Datos de agregado grueso para determinar peso unitario suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	21.028	21.010	21.050
Peso Neto Suelto (gr)	13.807	13.789	13.829
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 39 se muestra los resultados para determina el peso unitario suelto del agregado grueso.

Tabla 40: Datos de agregado grueso para determinar peso unitario compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	21.869	21.845	21.880
Peso Neto Suelto (gr)	14.65	14.62	14.66
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 40 se muestra los resultados para determinar el peso unitario compactado del agregado grueso.

3.6.1.4.8 Abrasión Los Ángeles (L.A) al desgaste de los agregados, NTP 400.021.

Tabla 41: Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.

TAMICES		GRADACION "A"	Nº ESFERAS	% ABRACION
1 1/2"	1"	1256.00	12	22.18
1"	3/4"	1246.00		
3/4"	1/2"	1253.00		
1/2"	3/8"	1255.00		
Peso Inicial de la Muestra		5010.00		
Peso Final de la Muestra		3899.00		

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 41 se muestra los resultados de los ensayos de abrasión para el agregado grueso.

3.6.1.5 Características químicas de los agregados de la cantera Coronate.

3.6.1.5.1 Determinación del PH en agregados, MTC E 129.

Tabla 42: Resultados del ensayo de PH en suelos.

DESCRIPCION	PH		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	7.7	7.96	7.83
AGREGADO GRUESO	7.8	7.55	7.68

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 42 se muestra los resultado del análisis químico del PH de los agregados.

3.6.1.5.2 Determinación de sales solubles en agregados para pavimentos flexibles

(MTC E 219, 2016)

Tabla 43. Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.

DESCRIPCION	PORCENTAJE DE SALES SOLOBLES (ppm) EN AGREGADOS (%)		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	0.354	0.359	0.36
AGREGADO GRUESO	0.09	0.08	0.09

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 43 se muestra los resultados del análisis químico de las sales solubles de los agregados.

3.6.1.5.3 *Determinación de la durabilidad al sulfato de sodio y magnesio (MTC E 209, 2016)*

Tabla 44. Datos obtenidos del los agregado a los sulfatos de sodio.

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.19	7.99
1 1/2"	3/4"	1.85	
3/4"	3/8"	2.10	
3/8"	1/4"	2.85	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.42	8.17
1 1/2"	3/4"	1.98	
3/4"	3/8"	1.82	
3/8"	1/4"	2.95	

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 44 se muestra los resultados de los sulfatos de sodio del agregado grueso y fino.

Tabla 45. Datos obtenidos de los agregados a los sulfatos de sodio.

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.19	7.99
1 1/2"	3/4"	1.85	
3/4"	3/8"	2.10	
3/8"	1/4"	2.85	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.42	8.17
1 1/2"	3/4"	1.98	
3/4"	3/8"	1.82	
3/8"	1/4"	2.95	

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 44 se muestra los resultados de los sulfatos de sodio del agregado grueso y fino.

3.6.1.6 Características físicas de los agregados de la cantera Gamarra.

3.6.1.6.1 Análisis granulométrico del agregado fino según la NTP 400.012.

Peso de la muestra: 830.40 gr.

Tabla 46. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	27
Nº 8	2.36	175.7
Nº 16	1.19	246.3
Nº 30	0.6	160.4
Nº 50	0.3	65.1
Nº 100	0.15	40.6
Nº 200	0.075	14.6
< Nº 200	FONDO	100.7

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 46 se muestra los resultados del ensayo granulométrico del agregado fino en estado natural.

Peso de la muestra: 920.10 gr.

Tabla 47. Datos del análisis granulométrico del agregado fino lavado.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	45.1
Nº 8	2.36	117.8
Nº 16	1.19	251.2
Nº 30	0.6	99.4
Nº 50	0.3	138.9
Nº 100	0.15	197.8
Nº 200	0.075	53.4
< Nº 200	FONDO	16.5

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 47 se muestra los resultados del ensayo granulométrico del agregado fino en estado lavado.

3.6.1.6.2 Peso específico y absorción del agregado fino, según la norma NTP 400.022.

Tabla 48. Datos del agregado fino para determinar el peso específico.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	239.2	250.7	293
Peso Picnometro + Agua	734.40	673.21	671.21
Peso Picnometro + Agua + Muestra SSS	884.00	836.42	848.42
Volumen de la Masa	89.60	87.49	115.79
Peso de la muestra seca	237.10	261.14	272.14

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 48 se muestra los resultados obtenidos del ensayo para determinar el peso específico del agregado.

Tabla 49. Datos del agregado fino para determinar la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso Neto del Suelo Seco	237.10	253.13	247.10
Peso Neto del Suelo SSS	239.20	255.50	249.20

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 49 se muestra los resultados obtenidos del ensayo para determinar la absorción.

3.6.1.6.3 Porcentaje de humedad del agregado fino. según la norma NTP 339.185.

Tabla 50. Datos de agregado fino para determinar el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso suelo húmedo + cápsula	815.90	813.50	812.50
Peso suelo seco + cápsula	773.50	770.50	771.00
Peso del agua	42.40	43.00	41.50
Peso de la cápsula	57.70	57.70	57.70
Peso neto del suelo seco	715.80	712.80	713.30

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 50 se muestra los resultados obtenidos del ensayo para determinar el contenido de humedad.

3.6.1.6.4 Análisis granulométrico del agregado grueso según la NTP 400.012.

Peso de la muestra: 9849 gr

Tabla 51. Datos del análisis granulométrico del agregado grueso.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	507
3/4"	19.05	2229
1/2"	12.5	2937
3/8"	9.5	2715
Nº 4	4.75	1387
Nº 8	2.36	74
Nº 16	1.19	0
Nº 30	0.6	0
Nº 50	0.3	0
Nº 100	0.15	0
Nº 200	0.075	0
< Nº 200	FONDO	0

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 51 se muestra los datos obtenidos del análisis granulométrico del agregado grueso.

3.6.1.6.5 Gravedad específica y absorción del agregado grueso. según la NTP 400.012.

Tabla 52. Datos del agregado grueso para determinar la gravedad específica.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	865.1	699.25	685
Peso Canasilla Sumergida en Agua	1047.70	1079.45	1079.45
Peso Canasilla Sumergida en Agua + Muestra	1597.10	1523.75	1520.25
Peso Neto de Muestra SSS Sumergida	549.00	444.30	440.80
Volumen de la Masa	316.10	254.95	244.20
Peso de la muestra seca	857.50	696.67	693.23

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 52 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso específico del agregado grueso.

Tabla 53. Datos del material agregado grueso para determinar la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-01	C-02	C-03
Peso Neto del Suelo Seco	857.50	891.20	808.00
Peso Neto del Suelo SSS	865.10	899.25	815.04

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 53 se muestra los resultados obtenidos para determinar la absorción del agregado grueso.

3.6.1.6 Procedimiento de examen normalizado para contenido de humedad del agregado grueso, según la norma NTP 339.185.

Tabla 54. Datos de agregado grueso para determinar el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	N°4	B-6	B-7
Peso suelo húmedo + cápsula	867.50	865.10	864.10
Peso suelo seco + cápsula	862.10	859.00	859.60
Peso del agua	5.40	6.10	4.50
Peso de la cápsula	61.70	61.70	61.70
Peso neto del suelo seco	800.40	797.30	797.90

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 54 se muestra los resultados obtenidos para determinar el contenido de humedad del agregado grueso.

3.6.1.6.7 Procedimiento de prueba para determinar el peso unitario del material agregado grueso. Según la norma NTP 400.017.

Agregado fino

Tabla 55. Datos de agregado fino para determinar peso unitario suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (Kg)	22.322	22.344	22.350
Peso Neto Suelto (gr)	15.101	15.123	15.129
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 55 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario suelto del agregado fino.

Tabla 56. Datos del agregado fino para comprobar peso unitario compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (kg)	23.147	23.152	23.160
Peso Neto Suelto (kg)	15.93	15.93	15.94
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 56 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario compactado del agregado fino.

Agregado grueso

Tabla 57. Datos de agregado grueso para establecer peso unitario suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	21.350	21.340	21.348
Peso Neto Suelto (gr)	14.129	14.119	14.127
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 57 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario suelto del agregado grueso.

Tabla 58. Datos de agregado grueso para comprobar peso unitario compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	22.115	22.100	22.091
Peso Neto Suelto (gr)	14.89	14.88	14.87
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 58 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario compactado del agregado grueso.

3.6.1.6.8 Abrasión Los Ángeles (L.A) al desgaste de los agregados, NTP 400.021.

Tabla 59. Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.

TAMICES		GRADACION "A"	Nº ESFERAS	% ABRACION
1 1/2"	1"	1258.00	12	23.52
1"	3/4"	1247.00		
3/4"	1/2"	1255.00		
1/2"	3/8"	1240.00		
Peso Inicial de la Muestra		5000.00		
Peso Final de la Muestra		3824.00		

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 59 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de abrasión del agregado grueso.

3.6.1.7 Características químicas de los agregados de la cantera Gamarra

3.6.1.7.1 Determinación del PH en agregados, MTC E 129.

Tabla 60. Resultados del ensayo de PH en suelos.

DESCRIPCION	PH		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	8	8.13	8.07
AGREGADO GRUESO	7.95	8.1	8.03

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 60 se muestra los resultados obtenidos del ensayo del análisis químico del PH de los agregados.

3.6.1.7.2 Determinación de Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles

(MTC E 219, 2016)

Tabla 61. Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.

DESCRIPCION	PORCENTAJE DE SALES SOLOBLES (ppm) EN AGREGADOS (%)		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	0.361	0.369	0.37
AGREGADO GRUESO	0.087	0.089	0.09

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 61 se muestra los resultados obtenidos del ensayo del análisis químico de sales solubles de los agregados.

3.6.1.7.3 Obtención de la durabilidad al sulfato de sodio y magnesio (MTC E 209, 2016)

Tabla 62. Datos obtenidos de ensayo de los agregados a los sulfatos de magnesio.

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	2.1	13.26
1 1/2"	3/4"	3.02	
3/4"	3/8"	3.99	
3/8"	1/4"	4.15	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	3.21	14.26
1 1/2"	3/4"	2.98	
3/4"	3/8"	4.08	
3/8"	1/4"	3.99	

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 62 se muestra los resultados obtenidos del ensayo del análisis químico de sulfatos de magnesio de los agregados.

Tabla 63. Datos adquiridos de los agregados a los sulfatos de sodio.

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.99	9.90
1 1/2"	3/4"	2.08	
3/4"	3/8"	2.81	
3/8"	1/4"	3.02	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	2.45	10.13
1 1/2"	3/4"	2.64	
3/4"	3/8"	1.97	
3/8"	1/4"	3.07	

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 63 se muestra los resultados obtenidos del ensayo del análisis químico de sulfatos de sodio de los agregados.

3.6.1.8 Peculiaridades físicas del material agregado de la cantera Murillo

3.6.1.8.1 Examen granulométrico del material agregado fino según la NTP 400.012.

Peso de la muestra: 912.80 gr

Tabla 64. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	61
Nº 8	2.36	208.6
Nº 16	1.19	190
Nº 30	0.6	113.9
Nº 50	0.3	119.3
Nº 100	0.15	157.9
Nº 200	0.075	39.5
< Nº 200	FONDO	22.6

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 64 se muestra los resultados del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.

Peso de la muestra: 902.20 gr

Tabla 65. Datos del análisis granulométrico del material agregado fino lavado.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	32
Nº 8	2.36	145.2
Nº 16	1.19	179.1
Nº 30	0.6	147.8
Nº 50	0.3	146.8
Nº 100	0.15	180.5
Nº 200	0.075	46.5
< Nº 200	FONDO	24.3

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 65 se muestra los resultados del análisis granulométrico del agregado fino en estado lavado.

3.6.1.8.2 *Peso específico y absorción del agregado fino, según la norma NTP 400.022.*

Tabla 66. Datos del agregado fino para establecer el peso específico.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	289.1	290.5	293
Peso Picnometro + Agua	690.60	690.30	656.50
Peso Picnometro + Agua + Muestra SSS	871.00	870.50	847.42
Volumen de la Masa	108.70	110.30	102.08
Peso de la muestra seca	286.40	286.20	272.14

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 66 se muestra los datos obtenidos para determinar el peso específico del agregado fino.

Tabla 67. Datos del agregado fino para comprobar la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso Neto del Suelo Seco	286.40	287.00	284.50
Peso Neto del Suelo SSS	289.10	290.00	286.90

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 67 se muestra los datos obtenidos para determinar la absorción del agregado fino.

3.6.1.8.3 *Cantidad de humedad del material agregado fino, según la norma NTP 339.185.*

Tabla 68. Datos de agregado fino para comprobar el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso suelo húmedo + cápsula	853.10	843.50	800.50
Peso suelo seco + cápsula	821.40	810.50	772.30
Peso del agua	31.70	33.00	28.20
Peso de la cápsula	60.50	57.70	57.70
Peso neto del suelo seco	760.90	752.80	714.60

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 68 se muestra los datos obtenidos para determinar el contenido de humedad del agregado fino.

3.6.1.8.4 Examen granulométrico del material agregado grueso según la NTP 400.012.

Peso de la muestra: 8735 gr

Tabla 69. Datos del análisis granulométrico del agregado grueso.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	362
3/4"	19.05	2602
1/2"	12.5	2539
3/8"	9.5	2246
Nº 4	4.75	941
Nº 8	2.36	45
Nº 16	1.19	0
Nº 30	0.6	0
Nº 50	0.3	0
Nº 100	0.15	0
Nº 200	0.075	0
< Nº 200	FONDO	0

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 69 se muestra los resultados del análisis granulométrico del agregado grueso.

3.6.1.8.5 Gravedad específica y absorción del material agregado grueso. según la NTP 400.012.

Tabla 70. Datos del A. grueso para determinar la gravedad específica y absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	1005.3	1003.3	1005.5
Peso Canasilla Sumergida en Agua	1049.30	1050.45	1030.50
Peso Canasilla Sumergida en Agua + Muestra	1685.00	1653.75	1690.00
Peso Neto de Muestra SSS Sumergida	635.70	603.30	659.50
Volumen de la Masa	369.60	400.00	346.00
Peso de la muestra seca	995.80	996.50	995.00

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 70 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso específico del agregado grueso.

Tabla 71. Datos del agregado grueso para establecer la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-01	C-02	C-03
Peso Neto del Suelo Seco	995.80	994.50	996.30
Peso Neto del Suelo SSS	1005.30	1004.20	1005.50

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 71 se muestra los resultados obtenidos para determinar la absorción del agregado grueso.

3.6.1.8.6 Procedimiento de ensayo ordenado para contenido de humedad del agregado grueso, según la norma NTP 339.185.

Tabla 72. Datos de agregado grueso para establecer el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	N°4	B-6	B-7
Peso suelo húmedo + cápsula	803.30	802.30	803.20
Peso suelo seco + cápsula	795.80	795.10	795.50
Peso del agua	7.50	7.20	7.70
Peso de la cápsula	50.00	61.70	61.70
Peso neto del suelo seco	745.80	733.40	733.80

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 72 se muestra los resultados obtenidos para determinar el contenido de humedad del agregado grueso.

3.6.1.8.7 Método de ensayo para determinar el peso unitario agregado grueso.

Según la norma NTP 400.017.

Tabla 73. Datos de agregado fino para establecer peso unitario suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (Kg)	22.204	22.190	22.225
Peso Neto Suelto (gr)	14.983	14.969	15.004
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 73 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario suelto del agregado fino.

Tabla 74. Datos de agregado fino para comprobar peso unitario compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (kg)	23.235	23.210	23.250
Peso Neto Suelto (kg)	16.01	15.99	16.03
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 74 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario compactado del agregado fino.

Tabla 75. Datos de agregado grueso para comprobar peso unitario suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	21.345	21.320	21.370
Peso Neto Suelto (gr)	14.124	14.099	14.149
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 75 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario suelto del agregado grueso.

Tabla 76. Datos de agregado grueso para establecer peso unitario compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	22.131	22.110	22.155
Peso Neto Suelto (gr)	14.91	14.89	14.93
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 76 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario compactado del agregado grueso.

3.6.1.8.8 Abrasión Los Ángeles (L.A) al desgaste de los agregados, NTP 400.021.

Tabla 77. Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.

TAMICES		GRADACION "A"	Nº ESFERAS	% ABRASION
1 1/2"	1"	1258.00	12	23.52
1"	3/4"	1247.00		
3/4"	1/2"	1255.00		
1/2"	3/8"	1240.00		
Peso Inicial de la Muestra		5000.00		
Peso Final de la Muestra		3824.00		

fuelle: Autoría propia.

Según la tabla 77 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de abrasión del agregado grueso.

3.6.1.9 Tipologías químicas de los agregados de la cantera Murillo.

3.6.1.9.1 Determinación del PH en agregados, MTC E 129.

Tabla 78. Resultados del ensayo de PH en suelos.

DESCRIPCION	PH		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	7.9	7.81	7.86
AGREGADO GRUESO	8	8.21	8.11

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 78 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de análisis químico de PH de los agregados.

3.6.1.9.2 Determinación de sales solubles en material agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219, 2016)

Tabla 79. Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.

DESCRIPCION	PORCENTAJE DE SALES SOLOBLES (ppm) EN AGREGADOS (%)		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	0.345	0.339	0.34
AGREGADO GRUESO	0.091	0.085	0.09

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 79 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de análisis químico de sales solubles de los agregados.

3.6.1.9.3 Determinación de la durabilidad al sulfato de sodio y magnesio (MTC E 209, 2016)

Tabla 80. Datos de los agregados a los sulfatos de magnesio.

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	2.34	13.88
1 1/2"	3/4"	4.09	
3/4"	3/8"	3.12	
3/8"	1/4"	4.33	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	4.18	14.31
1 1/2"	3/4"	3.01	
3/4"	3/8"	4.13	
3/8"	1/4"	2.99	

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 80 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de análisis químico de sulfatos de magnesio de los agregados.

Tabla 81. Datos de los agregados a los sulfatos de sodio.

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.52	9.79
1 1/2"	3/4"	2.07	
3/4"	3/8"	2.57	
3/8"	1/4"	3.63	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	2.09	10.04
1 1/2"	3/4"	1.33	
3/4"	3/8"	2.87	
3/8"	1/4"	3.75	

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 81 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de análisis químico de sulfatos de sodio de los agregados.

3.6.1.10 Características físicas de los agregados de la cantera Pedregal.

3.6.1.10.1 Análisis granulométrico del agregado fino según la NTP 400.012.

Peso de la muestra: 913.30 gr

Tabla 82. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	9
Nº 8	2.36	124.3
Nº 16	1.19	361.9
Nº 30	0.6	187.3
Nº 50	0.3	90.8
Nº 100	0.15	71
Nº 200	0.075	30
< Nº 200	FONDO	39

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 82 se muestra los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.

Peso de la muestra: 812 gr.

Tabla 83. Datos del análisis granulométrico del agregado fino lavado.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	40.6
Nº 8	2.36	113.6
Nº 16	1.19	183.5
Nº 30	0.6	150.2
Nº 50	0.3	121
Nº 100	0.15	127.5
Nº 200	0.075	50.3
< Nº 200	FONDO	25.3

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 83 se muestra los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado fino en estado lavado.

3.6.1.10.2 *Peso específico y absorción del agregado fino, según la norma NTP 400.022.*

Tabla 84. Datos del agregado fino para establecer el peso específico.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	243.7	250.7	293
Peso Picnometro + Agua	734.20	673.21	671.21
Peso Picnometro + Agua + Muestra SSS	887.00	836.42	848.42
Volumen de la Masa	90.90	87.49	115.79
Peso de la muestra seca	241.50	261.14	272.14

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 84 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso específico del agregado fino.

Tabla 85. Datos del agregado fino para comprobar la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula Nº	C-1	C-2	C-3
Peso Neto del Suelo Seco	241.50	242.20	240.10
Peso Neto del Suelo SSS	243.70	244.20	242.50

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 85 se muestra los resultados obtenidos para determinar la absorción del agregado fino.

3.6.1.10.3 *Cantidad de humedad del material agregado fino, según la norma NTP 339.185.*

Tabla 86. Datos de agregado fino para establecer el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula Nº	C-1	C-2	C-3
Peso suelo húmedo + cápsula	933.50	934.60	931.90
Peso suelo seco + cápsula	883.90	884.80	882.60
Peso del agua	49.60	49.80	49.30
Peso de la cápsula	60.40	60.40	60.40
Peso neto del suelo seco	823.50	824.40	822.20

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 86 se muestra los resultados obtenidos para determinar el contenido de humedad del agregado fino.

3.6.1.10.4 *Análisis granulométrico del agregado grueso según la NTP 400.012.*

Peso de la muestra: 9473 gr.

Tabla 87. Datos del análisis granulométrico del agregado grueso.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	473
3/4"	19.05	3069
1/2"	12.5	2453
3/8"	9.5	2311
Nº 4	4.75	1042
Nº 8	2.36	125
Nº 16	1.19	0
Nº 30	0.6	0
Nº 50	0.3	0
Nº 100	0.15	0
Nº 200	0.075	0
< Nº 200	FONDO	0

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 87 se muestra los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado grueso.

3.6.1.10.5 *Gravedad específica y absorción del material agregado grueso. según la NTP 400.012.*

Tabla 88. Datos de agregado grueso para establecer la gravedad específica.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	832.1	830.0	834.3
Peso Canasilla Sumergida en Agua	1049.50	1048.00	1050.00
Peso Canasilla Sumergida en Agua + Muestra SSS	1577.10	1576.80	1577.00
Peso Neto de Muestra SSS Sumergida	527.60	528.80	527.00
Volumen de la Masa	304.50	301.20	307.30
Peso de la muestra seca	826.20	825.50	826.00

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 88 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso específico del agregado grueso.

Tabla 89. Datos del agregado grueso para establecer la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-01	C-02	C-03
Peso Neto del Suelo Seco	826.20	824.10	829.80
Peso Neto del Suelo SSS	832.10	830.00	835.50

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 89 se muestra los resultados obtenidos para determinar la absorción del agregado grueso.

3.6.1.10.6 Procedimiento de prueba normalizado para la cantidad de humedad del agregado grueso, según la norma NTP 339.185.

Tabla 90. Datos de agregado grueso para establecer el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	N°4	B-6	B-7
Peso suelo húmedo + cápsula	777.50	776.30	778.50
Peso suelo seco + cápsula	776.70	775.50	777.70
Peso del agua	0.80	0.80	0.80
Peso de la cápsula	61.70	61.70	61.70
Peso neto del suelo seco	715.00	713.80	716.00

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 90 se muestra los resultados obtenidos para determinar el contenido de humedad del agregado grueso.

3.6.1.10.7 Procedimiento de prueba para determinar el peso unitario agregado grueso, según la norma NTP 400.017.

Tabla 91. Datos de agregado fino para determinar peso por unidad suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (Kg)	22.545	22.530	22.560
Peso Neto Suelto (gr)	15.324	15.309	15.339
Volumen del Molde (kg/m3)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 91 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario suelto del agregado fino.

Tabla 92: Datos de agregado fino para determinar peso por unidad compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (kg)	23.317	23.300	23.335
Peso Neto Suelto (kg)	16.10	16.08	16.11
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 92 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario compactado del agregado fino.

Tabla 93. Datos de agregado grueso para determinar peso por unidad suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	21.704	21.688	21.720
Peso Neto Suelto (gr)	14.483	14.467	14.499
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 93 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario suelto del agregado grueso.

Tabla 94: Datos de agregado grueso para determinar peso por unidad compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	22.380	22.365	22.398
Peso Neto Suelto (gr)	15.16	15.14	15.18
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 94 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario suelto del agregado grueso

3.6.1.10.8 *Fricción Los Ángeles (L.A) al desgaste de los agregados.*

Tabla 95. Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.

TAMICES		GRADACION "A"	Nº ESFERAS	% ABRACION
1 1/2"	1"	1240.00	12	22.88
1"	3/4"	1248.00		
3/4"	1/2"	1251.00		
1/2"	3/8"	1257.00		
Peso Inicial de la Muestra		4996.00		
Peso Final de la Muestra		3853.00		

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 95 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de abrasión del agregado grueso.

3.6.1.11 *Características químicas de los agregados de la cantera Pedregal*

3.6.1.11.1 *Determinación del PH en agregados, MTC E 129.*

Tabla 96. Resultados del ensayo de PH en suelos.

DESCRIPCION	PH		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	8.09	8.16	8.13
AGREGADO GRUESO	8	8.11	8.06

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 96 se muestra los resultados obtenidos del ensayo del análisis químico del PH de los agregados.

3.6.1.11.2 *Determinación de sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219, 2016)*

Tabla 97. Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.

DESCRIPCION	PORCENTAJE DE SALES SOLOBLES (ppm) EN AGREGADOS (%)		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	0.36	0.358	0.36
AGREGADO GRUESO	0.081	0.087	0.08

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 97 se muestra los resultados obtenidos del ensayo del análisis químico de sales solubles de los agregados.

3.6.1.11.3 *Cnocer la durabilidad al sulfato de sodio y magnesio (MTC E 209, 2016)*

Tabla 98. *Datos de los agregados a los sulfatos de magnesio.*

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	3.02	14.32
1 1/2"	3/4"	4.16	
3/4"	3/8"	3.62	
3/8"	1/4"	3.52	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	4.32	15.21
1 1/2"	3/4"	3.56	
3/4"	3/8"	4.25	
3/8"	1/4"	3.08	

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 98 se muestra los resultados obtenidos del ensayo del análisis químico de sulfato de magnesio de los agregados.

Tabla 99. *Datos obtenidos de los agregados a los sulfatos de sodio.*

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.15	8.73
1 1/2"	3/4"	1.99	
3/4"	3/8"	2.47	
3/8"	1/4"	3.12	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.55	9.11
1 1/2"	3/4"	1.63	
3/4"	3/8"	2.81	
3/8"	1/4"	3.12	

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 99 se muestra los resultados obtenidos del ensayo del análisis químico de sulfato de sodio de los agregados.

3.6.1.12 Tipologías físicas del material agregado de la cantera Sahuinto

3.6.1.12.1 Estudio granulométrico del material agregado fino según la NTP 400.012.

Peso de la muestra: 890.50 gr

Tabla 100. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	73.5
Nº 8	2.36	93.2
Nº 16	1.19	107.9
Nº 30	0.6	158
Nº 50	0.3	180.3
Nº 100	0.15	145.7
Nº 200	0.075	44.4
< Nº 200	FONDO	87.5

natural.

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 100 se muestra los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.

Peso de la muestra: 917.70 gr

Tabla 101. Datos del análisis granulométrico del agregado fino lavado.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	50.5
Nº 8	2.36	118.5
Nº 16	1.19	128.4
Nº 30	0.6	188.9
Nº 50	0.3	214.2
Nº 100	0.15	164.8
Nº 200	0.075	36.8
< Nº 200	FONDO	15.6

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 101 se muestra los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado fino en estado lavado.

3.6.1.12.2 *Peso definido y absorción del agregado fino, según la norma NTP 400.022.*

Tabla 102. Datos del agregado fino para establecer el peso específico.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	333.9	250.7	293
Peso Picnometro + Agua	690.80	673.21	671.21
Peso Picnometro + Agua + Muestra SSS	900.30	836.42	848.42
Volumen de la Masa	124.40	87.49	115.79
Peso de la muestra seca	330.80	261.14	272.14

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 102 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso específico del agregado fino.

Tabla 103: Datos del agregado fino para establecer la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso Neto del Suelo Seco	330.80	336.00	325.70
Peso Neto del Suelo SSS	333.90	339.60	328.30

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 103 se muestra los resultados obtenidos para determinar la absorción del agregado fino.

3.6.1.12.3 *Cantidad de humedad del agregado fino. según la norma NTP 339.185.*

Tabla 104. Datos de agregado fino para establecer el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso suelo húmedo + cápsula	756.30	755.30	757.60
Peso suelo seco + cápsula	734.20	732.60	736.20
Peso del agua	22.10	22.70	21.40
Peso de la cápsula	62.60	62.60	62.60
Peso neto del suelo seco	671.60	670.00	673.60

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 104 se muestra los resultados obtenidos para determinar el contenido de humedad del agregado fino.

3.6.1.12.4 *Examen granulométrico del agregado grueso según la NTP 400.012.*

Peso de la muestra: 9473 gr

Tabla 105. Datos del examen granulométrico del agregado grueso.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	1239
3/4"	19.05	3234
1/2"	12.5	1182
3/8"	9.5	2528
Nº 4	4.75	1270
Nº 8	2.36	20
Nº 16	1.19	0
Nº 30	0.6	0
Nº 50	0.3	0
Nº 100	0.15	0
Nº 200	0.075	0
< Nº 200	FONDO	0

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 105 se muestra los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado grueso.

3.6.1.12.5 *Gravedad específica y absorción del agregado grueso. según la NTP 400.012.*

Tabla 106. Datos de agregado grueso para la gravedad específica y absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	673.1	699.25	685
Peso Canasilla Sumergida en Agua	1046.10	1079.45	1079.45
Peso Canasilla Sumergida en Agua + Muestra	1480.10	1523.75	1520.25
Peso Neto de Muestra SSS Sumergida	434.00	444.30	440.80
Volumen de la Masa	239.10	254.95	244.20
Peso de la muestra seca	668.00	696.67	693.23

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 106 se muestra los resultados obtenidos para determinar peso específico del agregado grueso.

Tabla 107. Datos del agregado grueso para establecer la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-01	C-02	C-03
Peso Neto del Suelo Seco	668.00	692.67	906.01
Peso Neto del Suelo SSS	673.10	699.25	915.04

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 107 se muestra los resultados obtenidos para determinar la absorción del agregado grueso.

3.6.1.12.6 Procedimiento de ensayo normalizado para contenido de humedad del agregado grueso, según la norma NTP 339.185.

Tabla 108. Datos de agregado grueso para comprobar el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	N°4	B-6	B-7
Peso suelo húmedo + cápsula	839.20	840.50	837.20
Peso suelo seco + cápsula	836.50	837.20	835.20
Peso del agua	2.70	3.30	2.00
Peso de la cápsula	65.20	65.20	65.20
Peso neto del suelo seco	771.30	772.00	770.00

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 108 se muestra los resultados obtenidos para determinar el contenido de humedad del agregado grueso.

3.6.1.12.7 Procedimiento de ensayo para determinar el peso unitario agregado grueso, según la norma NTP 400.017.

Tabla 109. Datos de agregado fino para determinar peso por unidad suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (Kg)	22.855	22.845	22.860
Peso Neto Suelto (gr)	15.634	15.624	15.639
Volumen del Molde (kg/m3)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 109 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario suelto del agregado fino.

Tabla 110. Datos de agregado fino para determinar peso por unidad compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (kg)	23.578	23.570	23.585
Peso Neto Suelto (kg)	16.36	16.35	16.36
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 110 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario compactado del agregado fino.

Tabla 111. Datos de agregado grueso para determinar peso unitario suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	22.203	22.195	22.215
Peso Neto Suelto (gr)	14.982	14.974	14.994
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 111 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario suelto del agregado grueso.

Tabla 112. Datos de agregado grueso para determinar peso compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	22.819	22.810	22.830
Peso Neto Suelto (gr)	15.60	15.59	15.61
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 112 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario compactado del agregado grueso.

3.6.1.12.8 *Fricción Los Ángeles (L.A) al desgaste de los agregados, NTP 400.021.*

Tabla 113: Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.

TAMICES		GRADACION "A"	Nº ESFERAS	% ABRASION
1 1/2"	1"	1255.00	12	25.24
1"	3/4"	1265.00		
3/4"	1/2"	1251.00		
1/2"	3/8"	1253.00		
Peso Inicial de la Muestra		5024.00		
Peso Final de la Muestra		3756.00		

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 113 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de abrasión del agregado grueso.

3.6.1.13 Características químicas de los agregados de la cantera Sahuinto

3.6.1.13.1 *Determinación del PH en agregados, MTC E 129.*

Tabla 114: Resultados del ensayo de PH en suelos.

DESCRIPCION	PH		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	7.88	7.59	7.74
AGREGADO GRUESO	7.8	7.92	7.86

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 114 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de análisis químico del PH para el agregado.

3.6.1.13.2 *Determinación de sales solubles en agregados para asfaltos flexibles (MTC E 219, 2016)*

Tabla 115: Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.

DESCRIPCION	PORCENTAJE DE SALES SOLOBLES (ppm) EN AGREGADOS (%)		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	0.331	0.334	0.33
AGREGADO GRUESO	0.082	0.089	0.09

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 115 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de análisis químico de sales solubles de los agregados.

3.6.1.13.3 *Obtención de la durabilidad al sulfato de sodio y magnesio (MTC E 209, 2016)*

Tabla 116. Datos obtenidos de los agregados a los sulfatos de magnesio.

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	2.73	13.12
1 1/2"	3/4"	3.62	
3/4"	3/8"	2.79	
3/8"	1/4"	3.98	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	3.94	14.49
1 1/2"	3/4"	3.81	
3/4"	3/8"	4.17	
3/8"	1/4"	2.57	

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 116 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de análisis químico de sulfato de magnesio de los agregados.

Tabla 117. Datos obtenidos de los agregados a los sulfatos de sodio.

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.76	8.91
1 1/2"	3/4"	1.41	
3/4"	3/8"	2.66	
3/8"	1/4"	3.08	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.39	9.35
1 1/2"	3/4"	1.72	
3/4"	3/8"	2.93	
3/8"	1/4"	3.31	

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 117 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de análisis químico de sulfato de sodio de los agregados.

3.6.1.14 Peculiaridades físicas de los agregados de la cantera Tapia

3.6.1.14.1 Examen granulométrico del agregado fino según la NTP 400.012.

Peso de la muestra: 734.20 gr

Tabla 118. Datos del análisis granulométrico del agregado fino en estado

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	62.3
Nº 8	2.36	137.7
Nº 16	1.19	195.7
Nº 30	0.6	153.6
Nº 50	0.3	76.7
Nº 100	0.15	49.7
Nº 200	0.075	25.1
< Nº 200	FONDO	33.4

natural.

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 118 se muestra los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado fino en estado natural.

Peso de la muestra: 672.70 gr

Tabla 119. Datos del examen granulométrico del agregado fino lavado.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	0
3/4"	19.05	0
1/2"	12.5	0
3/8"	9.5	0
Nº 4	4.75	33.2
Nº 8	2.36	105
Nº 16	1.19	138.7
Nº 30	0.6	112.8
Nº 50	0.3	112.8
Nº 100	0.15	126.6
Nº 200	0.075	31.7
< Nº 200	FONDO	11.9

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 119 se muestra los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado fino en estado lavado.

3.6.1.14.2 *Peso determinado y absorción del agregado fino, según la norma NTP 400.022.*

Tabla 120. Datos del agregado fino para determinar el peso específico.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	290.8	289.5	293
Peso Picnometro + Agua	734.50	731.00	729.00
Peso Picnometro + Agua + Muestra SSS	916.80	915.40	917.20
Volumen de la Masa	108.50	105.10	104.80
Peso de la muestra seca	287.80	285.40	272.14

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 120 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso específico del agregado fino.

Tabla 121. Datos del agregado fino para determinar la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso Neto del Suelo Seco	287.80	286.40	288.70
Peso Neto del Suelo SSS	290.80	289.50	291.60

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 121 se muestra los resultados obtenidos para determinar la absorción del agregado fino.

3.6.1.14.3 *Cantidad de humedad del agregado fino. según la norma NTP 339.185.*

Tabla 122. Datos de agregado fino para establecer el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso suelo húmedo + cápsula	695.90	696.80	694.20
Peso suelo seco + cápsula	673.50	674.80	671.50
Peso del agua	22.40	22.00	22.70
Peso de la cápsula	61.70	61.70	61.70
Peso neto del suelo seco	611.80	613.10	609.80

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 122 se muestra los resultados obtenidos para determinar el contenido de humedad del agregado fino.

3.6.1.14.4 Análisis granulométrico del agregado grueso según la NTP 400.012.

Peso de la muestra: 9352 gr

Tabla 123. Datos del examen granulométrico del agregado grueso.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO
3"	76.2	0
2"	50.8	0
1 1/2"	38.1	0
1"	25.4	454
3/4"	19.05	2016
1/2"	12.5	3483
3/8"	9.5	1541
Nº 4	4.75	1633
Nº 8	2.36	225
Nº 16	1.19	0
Nº 30	0.6	0
Nº 50	0.3	0
Nº 100	0.15	0
Nº 200	0.075	0
< Nº 200	FONDO	0

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 123 se muestra los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado grueso.

3.6.1.14.5 Gravedad específica y absorción del agregado grueso. según la NTP 400.012.

Tabla 124. Datos de agregado grueso para la gravedad específica y absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso Muestra SSS	909.9	906.5	912.2
Peso Canasilla Sumergida en Agua	1046.50	1043.50	1048.50
Peso Canasilla Sumergida en Agua + Muestra SSS	1623.30	1620.00	1625.30
Peso Neto de Muestra SSS Sumergida	576.80	576.50	576.80
Volumen de la Masa	333.10	330.00	335.40
Peso de la muestra seca	897.90	896.50	898.60

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 124 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso específico del agregado grueso.

Tabla 125. Datos del agregado grueso para determinar la absorción.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-01	C-02	C-03
Peso Neto del Suelo Seco	897.90	899.50	893.00
Peso Neto del Suelo SSS	909.90	911.50	905.00

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 125 se muestra los resultados obtenidos para determinar la absorción del agregado grueso.

3.6.1.14.6 Procedimiento de ensayo normalizado para contenido de humedad del agregado grueso, según la norma NTP 339.185.

Tabla 126. Datos de agregado grueso para comprobar el porcentaje de humedad.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	N°4	B-6	B-7
Peso suelo húmedo + cápsula	828.30	865.10	864.10
Peso suelo seco + cápsula	823.20	859.00	859.60
Peso del agua	5.10	6.10	4.50
Peso de la cápsula	65.50	65.50	65.50
Peso neto del suelo seco	757.70	793.50	794.10

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 126 se muestra los resultados obtenidos para determinar contenido de humedad del agregado grueso.

3.6.1.14.7 Procedimiento de prueba para determinar el peso unitario agregado grueso, según la norma NTP 400.017.

Tabla 127. Datos de agregado fino para determinar peso por unidad suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (Kg)	22.568	22.530	22.587
Peso Neto Suelto (gr)	15.347	15.309	15.366
Volumen del Molde (kg/m3)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 127 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario suelto del agregado fino.

Tabla 128. Datos de agregado fino para determinar peso por unidad compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (kg)	23.311	23.298	23.334
Peso Neto Suelto (kg)	16.09	16.08	16.11
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 128 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario compactado del agregado fino.

Tabla 129. Datos de agregado grueso para determinar peso por unidad suelto.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	21.973	21.950	21.990
Peso Neto Suelto (gr)	14.752	14.729	14.769
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 129 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario suelto del agregado fino.

Tabla 130: Datos del A. grueso para determinar peso por unidad compactado.

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (gr)	7.221	7.221	7.221
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	22.739	22.715	22.765
Peso Neto Suelto (gr)	15.52	15.49	15.54
Volumen del Molde (kg/m ³)	0.009173	0.009173	0.009173

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 130 se muestra los resultados obtenidos para determinar el peso unitario compactado del agregado grueso.

3.6.1.14.8 *Fricción Los Ángeles (L.A) al desgaste de los agregados, NTP 400.021.*

Tabla 131. Datos del ensayo abrasión Los Ángeles.

TAMICES		GRADACION "A"	Nº ESFERAS	% ABRACION
1 1/2"	1"	1258.00	12	23.69
1"	3/4"	1247.00		
3/4"	1/2"	1250.00		
1/2"	3/8"	1256.00		
Peso Inicial de la Muestra		5011.00		
Peso Final de la Muestra		3824.00		

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 131 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de abrasión del agregado grueso.

3.6.1.15 *Características químicas de los agregados de la cantera Tapia.*

3.6.1.15.1 *Determinación del PH en agregados, MTC E 129.*

Tabla 132: Resultados del ensayo de PH en suelos.

DESCRIPCION	PH		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	7.81	7.67	7.74
AGREGADO GRUESO	7.9	7.92	7.91

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 1312 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de análisis químico del PH de los agregados.

3.6.1.15.2 *Determinación de Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219, 2016)*

Tabla 133. Recolección de datos del ensayo de sales solubles en agregados.

DESCRIPCION	PORCENTAJE DE SALES SOLOBLES (ppm) EN AGREGADOS (%)		
	M1	M2	PROM.
AGREGADO FINO	0.34	0.342	0.34
AGREGADO GRUESO	0.092	0.081	0.09

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 133 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de análisis químico de sales solubles de los agregados.

3.6.1.15.3 *Obtención de la durabilidad al sulfato de sodio y magnesio (MTC E 209, 2016)*

Tabla 134. Resultados del ensayo de los agregados a los sulfatos de magnesio.

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	3.01	13.15
1 1/2"	3/4"	3.94	
3/4"	3/8"	2.57	
3/8"	1/4"	3.63	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	3.98	14.19
1 1/2"	3/4"	3.53	
3/4"	3/8"	4.01	
3/8"	1/4"	2.67	

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 134 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de análisis químico de sulfato de magnesio de los agregados.

Tabla 135. Resultados del ensayo de los agregados a los sulfatos de sodio.

AGREGADO GRUESO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	2.15	9.50
1 1/2"	3/4"	1.48	
3/4"	3/8"	2.75	
3/8"	1/4"	3.12	
AGREGADO FINO			
TAMIZ		% DE PERDIDA CORREGIDA	PERDIDA TOTAL (%)
PASA	RETIENE		
2 1/2"	1 1/2"	1.85	10.26
1 1/2"	3/4"	2.07	
3/4"	3/8"	2.81	
3/8"	1/4"	3.53	

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 135 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de análisis químico de sulfato de sodio de los agregados.

3.6.4 prueba de cono de Abramx (NTP 339.0.35) .

a) Objetivo

Se constituye la determinación del asentamiento del hormigón fresco tanto en el laboratorio como en el campo para los diseños de mezcla con $F'c=210$ Kg/cm². Y $F'c=175$ Kg/cm².

b) Equipo

En cuanto al equipo utilizo en un tronco de cono. Los dos círculos de las bases son paralelos entre sí midiendo 20 cm y 10 cm de diámetro respectivamente, la altura del molde es de 30 cm. El molde se puede construir con plancha de acero galvanizado con un espesor mínimo de 1.5 mm. Se sueldan al molde asas y aletas de pie para facilitar la operación. Para compactar el concreto se utiliza una barra de acero lisa de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica.

c) Procedimiento de ensayo.

El molde se debe colocar sobre una superficie plana y humedecida, para que se mantenga firme se pisa las aletas. Inmediatamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio de volumen. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente.

Luego se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio de volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior

preparación del concreto.

Figura 31: Colocado de la fecha de vaciado en las briquetas

Fuente: Autoría propia.

3.6.5 Ensayo de resistencia a la compresión (propiedades mecánicas)

a) Equipo

- Máquina de compresión, motor de 60 HP.
- Vernier.
- CAPI

b) Procedimiento:

- Primero se debe tomar las dimensiones de las briquetas cilíndricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.
- Con la finalidad de distribuir uniformemente la carga, las briquetas cilíndricas se cubren tanto en la parte superior e inferior con almohadillas.
- Los testigos deben de centrarse en la máquina de apoyo a compresión.
- Luego se procedió a someterlo a cargas de compresión hasta lograr su ruptura.
- Con el fin de distribuir uniformemente la carga, las briquetas cilíndricas se cubren tanto en la parte superior e inferior.
- Los testigos deben de centrarse en la máquina a compresión para que el esfuerzo aplicado sea uniforme.
- Seguidamente se sometió a compresión las briquetas hasta su rotura”.



Figura 32. Colocado de CAPI para uniformizar la posición de la briqueta.
Fuente: Autoría propia.



Figura 33. Colocado de la briqueta en las máquinas para la compresión.
Fuente: Autoría propia.



Figura 34. Rotura de briqueta.
Fuente: Autoría propia.

Capítulo IV: Presentación y Análisis de Resultados

4.1 Resultados a nivel de la variable X/I

4.1.1 Características físicas de los agregados.

4.1.1.1 Examen granulométrico del agregado fino según la NTP 400.012.

Se realizó en análisis granulométrico de las 7 canteras en estudio con la finalidad de determinar si estas cumplen las normas y así mismo también determinar el módulo de fineza de estas.

Tabla 136: Datos procesados de la granulometría del agregado fino en estado natural.

PORCENTAJE QUE PASA (Material Estado Natural)								
TAMIZ	C. CORONATE	C. BALLON	C. GAMARRA	C. MURILLO	C. PEDREGAL	C. SAHUINTO	C. TAPIA	ESPECIFICACIÓN
Nº 4	99.5	97.1	95.1	96.5	95.0	94.5	95.1	95-100
Nº 8	88.0	82.7	82.3	80.4	81.0	81.6	79.5	80-100
Nº 16	55.7	58.8	55.0	60.5	58.4	67.6	58.8	50-85
Nº 30	36.6	35.3	44.2	44.1	39.9	47.0	42.1	25-60
Nº 50	21.8	20.1	29.1	27.9	25.0	23.7	25.3	10-30
Nº 100	6.4	7.4	7.6	7.8	9.3	5.7	6.5	2-10
Nº 200	1.3	3.2	1.8	2.7	3.1	1.7	1.8	0-3
Módulo de Fineza	2.74	3.14	3.22	3.18	3.22	2.60	3.42	

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 136 se muestran los resultados del porcentaje que pasa de las 7 canteras en estado natural que se evaluaron, así mismo se muestra los rangos admisibles del porcentaje que pasa de cada malla, también se determinó el módulo de fineza.

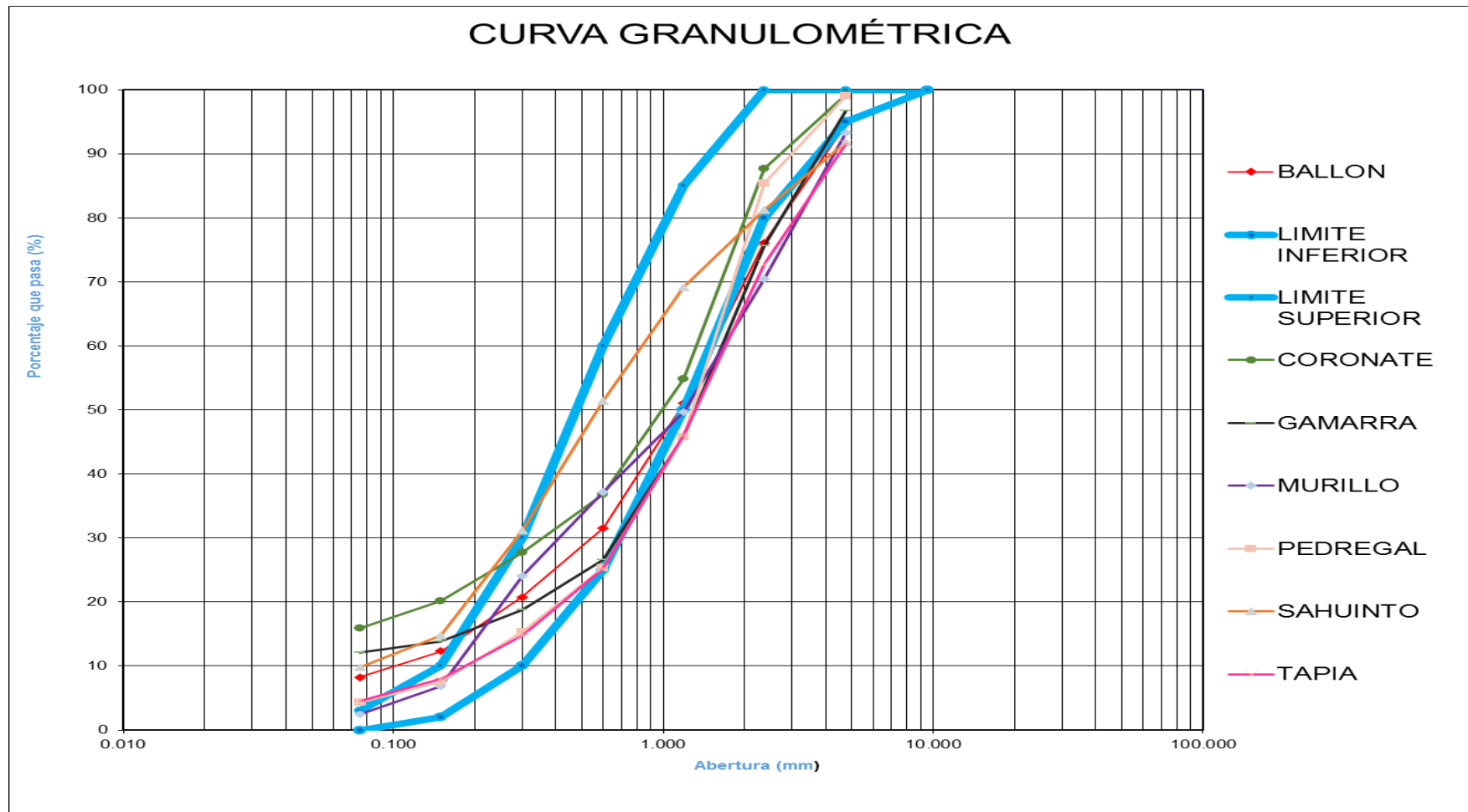


Figura 35: Curva Granulométrica de las 7 Canteras estado natural.

Fuente: Autoría propia.

En la figura 36 se muestra las curvas granulométrías en la que se puede observar que las mallas que no cumplen son las de los finos.

Tabla 137: Datos procesados de la granulometría del agregado fino lavadasl.

PORCENTAJE QUE PASA (Material Lavado)								
TAMIZ	C. CORONATE	C. BALLON	C. GAMARRA	C. MURILLO	C. PEDREGAL	C. SAHUINTO	C. TAPIA	ESPECIFICACIÓN
Nº 4	99.5	97.1	95.1	96.5	95.0	94.5	95.1	95-100
Nº 8	88.0	82.7	82.3	80.4	81.0	81.6	79.5	80-100
Nº 16	55.7	58.8	55.0	60.5	58.4	67.6	58.8	50-85
Nº 30	36.6	35.3	44.2	44.1	39.9	47.0	42.1	25-60
Nº 50	21.8	20.1	29.1	27.9	25.0	23.7	25.3	10-30
Nº 100	6.4	7.4	7.6	7.8	9.3	5.7	6.5	2-10
Nº 200	1.3	3.2	1.8	2.7	3.1	1.7	1.8	0-3
Módulo de Fineza	2.921	2.987	2.867	2.829	2.913	2.799	2.928	
COMBINACIÓN (%)	20 -80		30-70				30-70	

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 137 se muestran los resultados del porcentaje que pasa de las 7 canteras en estado lavado que se evaluaron, así mismo se muestra los rangos admisibles del porcentaje que pasa de cada malla, también de determino el módulo de fineza

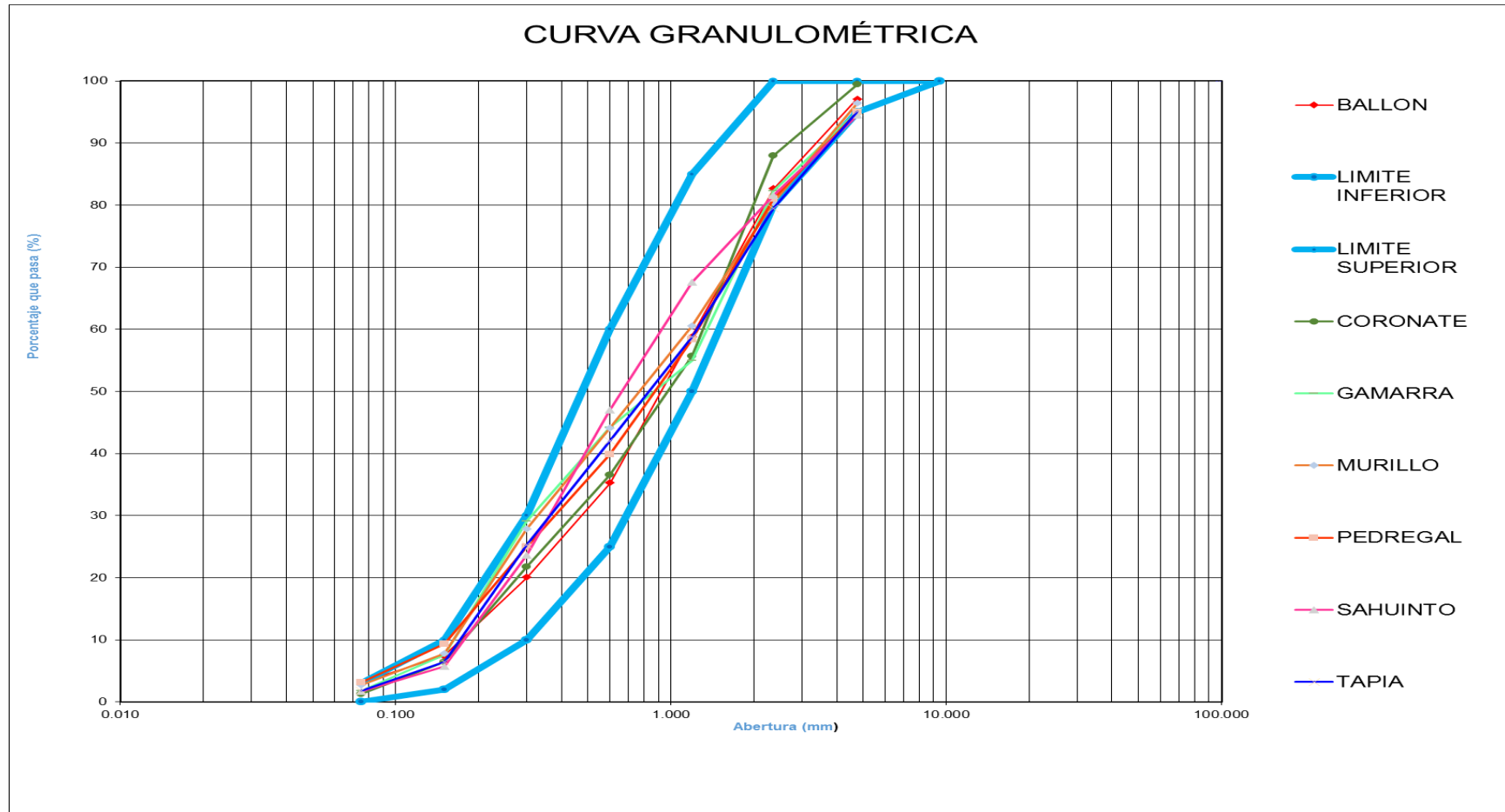


Figura 36. Curva Granulométrica de las 7 Canteras lavadas.

Fuente: Autoría propia

Según la figura 37 se muestra las curvas granulométricas lavadas en las que cumplen las normas.

4.1.1.2 *Peso específico y absorción del agregado fino y grueso*

Tabla 138: Datos del peso específico del agregado fino y grueso de las 7 canteras.

	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO (gr/cm ³)						
	C. CORONAT E	C. BALLO N	C. GAMARR A	C. MURILL O	C. PEDREGA L	C. SAHUINT O	C. TAPIA
A. FINO	2.66	2.65	2.65	2.63	2.66	2.66	2.65
A. GRUESO	2.76	2.72	2.71	2.69	2.71	2.79	2.70

Fuente: Autoría propia, según la norma NTP 400.022 y NTP 400.012.

De los resultados, se observa que los pesos específicos de los agregados gruesos y finos de las canteras en estudio tienen valores similares o muy próximos entre sí, esto es porque las canteras en estudio están dentro un mismo mapa geológico.

Cabe mencionar que los pesos específicos a detalle se encuentran en anexos.

4.1.1.3 *Porcentaje de humedad del agregado fino.*

Tabla 139: Contenido de humedad del agregado fino y grueso de las 7 canteras.

	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
	CORONATE	BALLON	PEDREGAL	SAHUINTO	TAPIA	MURILLO	GAMARRA
H. AF	5.85	5.06	6.02	3.29	3.66	4.17	5.92
H. AG	0.39	0.12	0.11	0.35	0.67	1.01	0.67

Fuente: Elaboración propia. según la norma NTP 339.185.

La cantidad de agua en el agregado fino y agregado grueso es utilizada para determinar las correcciones por humedad del agregado en el diseño de mezcla de concreto. Los resultados explícitos se encuentran en anexos.

4.1.1.4 Estudio granulométrico del agregado grueso

Cantera Ballón

Tabla 140: Datos de la granulometría del agregado grueso de las 7 canteras.

PORCENTAJE QUE PASA								
TAMIZ	CORONATE	BALLON	GAMARRA	MURILLO	PEDREGAL	SAHUINTO	TAPIA	ESPECIFICACIÓN
1.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100
1	95.0	95.6	94.9	95.9	95.0	95.3	95.2	95-100
3/4	25.0	30.8	42.4	37.0	36.7	40.3	36.4	25-60
4	0.8	0.3	0.8	0.5	1.3	0.2	2.4	0-30
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0-5

Fuente: Elaboración propia. según la NTP 400.012.

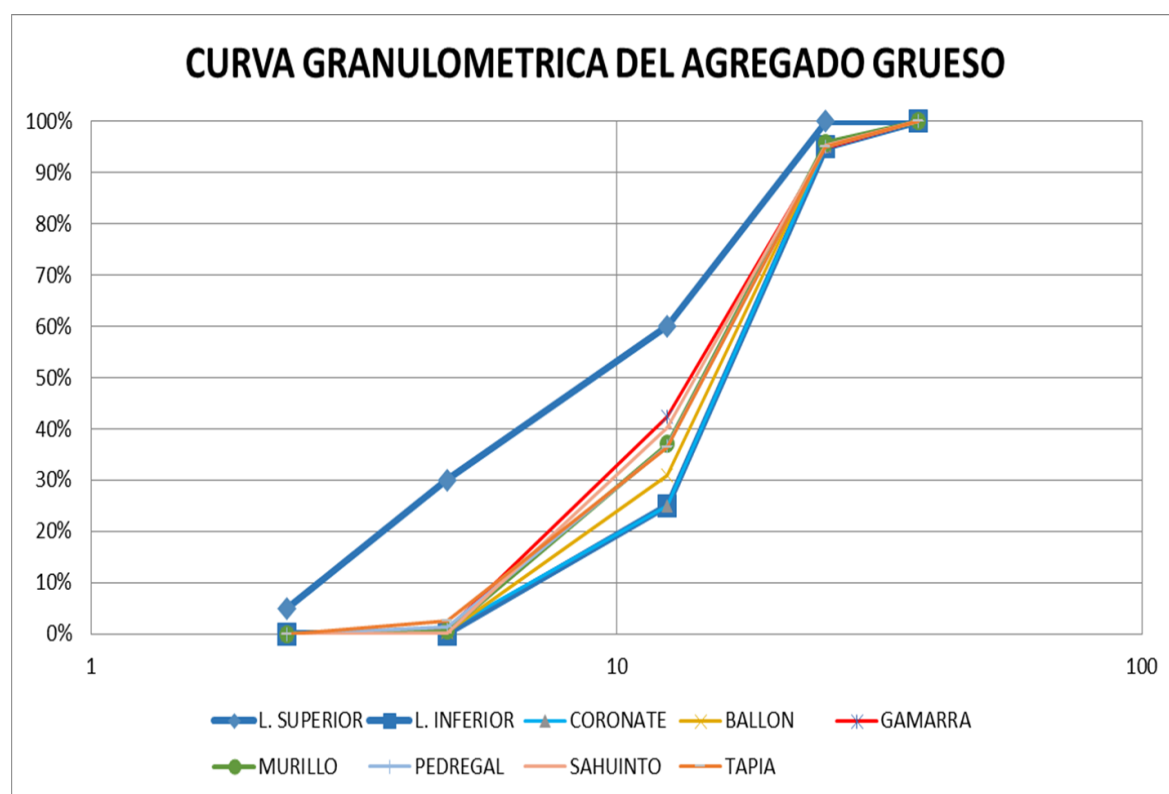


Figura 37: Curva granulométrica del agregado grueso de las 7 canteras.

Fuente: Autoría propia.

La granulometría del material agregado grueso de todas las canteras en estudio cumple con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana, por tanto, el agregado puede ser utilizado para la elaboración del concreto, los ensayos para cada cantera se encuentran en anexos.

4.1.1.5 Absorción del agregado grueso y fino.

Tabla 141: % de Absorción del agregado fino de la 7 canteras.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)							
	CORONATE	BALLON	PEDREGAL	SAHUINTO	TAPIA	MURILLO	GAMARRA
ABS. AF	0.64	1.14	0.91	0.94	1.04	0.94	0.89
ABS. AG	0.68	0.68	0.71	0.76	1.34	0.95	0.89

Fuente: Elaboración propia. según la NTP 400.012.

El % de absorción del agregado grueso y fino es utilizado para realizar la corrección del contenido de agua del concreto, los ensayos de cada cantera se encuentran en anexos.

4.1.1.6 Procedimiento de ensayo para determinar el peso unitario agregado grueso, según la norma NTP 400.017.

Peso Unitario Suelto del agregado grueso y fino

Tabla 142: Peso unitario suelto del agregado fino y grueso de las 7 canteras.

Peso Unitario Suelto (kg/m ³)							
	CORONATE	BALLON	PEDREGAL	SAHUINTO	TAPIA	MURILLO	GAMARRA
PUS AF	1583.00	1671.00	1671.00	1704.00	1672.00	1634.00	1648.00
PUS AG	1505.0	1435.0	1579.0	1633.0	1608.0	1540.0	1540.0

Fuente: Autoría propia.

Peso Unitario Compactado del agregado grueso y fino

Tabla 143: Peso U. Compactado del agregado grueso y fino de las 7 canteras.

Peso Unitario Compactado (kg/m ³)							
	CORONATE	BALLON	PEDREGAL	SAHUINTO	TAPIA	MURILLO	GAMARRA
PUC AF	1693.00	1849.00	1755.00	1783.00	1754.00	1745.00	1737.00
PUC AG	1596.0	1561.0	1653.0	1700.0	1692.0	1626.0	1622.0

Fuente: Autoría propia.

4.1.1.7 Resumen de resultados de las propiedades físicas de los agregados

Cantera Ballón

Tabla 144: Resumen de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Ballón.

DESCRIPCIÓN	A. FINO	A. GRUESO
Peso específico	2.64 gr/cm ³	2.72 gr/cm ³
P.U. Compactado	1849 kg/m ³	1561 kg/m ³
P.U. Suelto	1671 kg/m ³	1435 kg/m ³
Contenido de humedad (%)	5.06	0.12
Porcentaje de absorción (%)	1.14	0.68
Módulo de fineza	2.987	7.621
Tamaño máximo	-	3/4"

Fuente: Elaboración propia.

Cantera Corónate

Tabla 145: Síntesis de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Corónate.

DESCRIPCIÓN	A. FINO	A. GRUESO
Peso específico	2.66 gr/cm ³	2.76 gr/cm ³
P.U. Compactado	1693 kg/m ³	1596 kg/m ³
P.U. Suelto	1583 kg/m ³	1505 kg/m ³
Contenido de humedad (%)	5.85	0.39
Porcentaje de absorción (%)	0.64	0.68
Módulo de fineza	2.921	7.397
Tamaño máximo	-	3/4"

Fuente: Elaboración propia.

Cantera Gamarra

Tabla 146: Síntesis de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Gamarra.

DESCRIPCIÓN	A. FINO	A. GRUESO
Peso específico	2.64 gr/cm ³	2.71 gr/cm ³
P.U. Compactado	1737 kg/m ³	1622 kg/m ³
P.U. Suelto	1648 kg/m ³	1540 kg/m ³
Contenido de humedad (%)	5.92	0.67
Porcentaje de absorción (%)	0.89	0.89
Módulo de fineza	2.867	7.129
Tamaño máximo	-	3/4"

Fuente: Elaboración propia.

Cantera Murillo

Tabla 147: Resumen de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Murillo.

DESCRIPCIÓN	A. FINO	A. GRUESO
Peso específico	2.63 gr/cm ³	2.69 gr/cm ³
P.U. Compactado	1745 kg/m ³	1626 kg/m ³
P.U. Suelto	1634 kg/m ³	1540 kg/m ³
Contenido de humedad (%)	4.17	1.01
Porcentaje de absorción (%)	0.94	0.95
Módulo de fineza	2.829	7.226
Tamaño máximo	-	3/4"

Fuente: Elaboración propia.

Cantera Pedregal

Tabla 148: Resumen de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Pedregal.

DESCRIPCIÓN	A. FINO	A. GRUESO
Peso específico	2.66 gr/cm ³	2.71 gr/cm ³
P.U. Compactado	1755 kg/m ³	1653 kg/m ³
P.U. Suelto	1671 kg/m ³	1579 kg/m ³
Contenido de humedad (%)	6.02	0.11
Porcentaje de absorción (%)	0.91	0.71
Módulo de fineza	2.913	7.251
Tamaño máximo	-	3/4"

Fuente: Elaboración propia.

Cantera Sahuinto

Tabla 149: Resumen de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Sahuinto.

DESCRIPCIÓN	A. FINO	A. GRUESO
Peso específico	2.66 gr/cm ³	2.79 gr/cm ³
P.U. Compactado	1783 kg/m ³	1700 kg/m ³
P.U. Suelto	1704 kg/m ³	1633 kg/m ³
Contenido de humedad (%)	3.29	0.35
Porcentaje de absorción (%)	0.94	0.76
Módulo de fineza	2.799	7.336
Tamaño máximo	-	1"

Fuente: Elaboración propia.

Cantera Tapia

Tabla 150: Resumen de las propiedades físicas de los agregados de la cantera Tapia.

DESCRIPCIÓN	A. FINO	A. GRUESO
Peso específico	2.65 gr/cm ³	2.70 gr/cm ³
P.U. Compactado	1754 kg/m ³	1692 kg/m ³
P.U. Suelto	1672 kg/m ³	1608 kg/m ³
Contenido de humedad (%)	3.66	0.67
Porcentaje de absorción (%)	1.04	1.34
Módulo de fineza	2.928	7.065
Tamaño máximo	-	3/4"

Fuente: Elaboración propia.

Según las tablas del 144 al 150 muestran el resumen de las propiedades físicas y químicas de los agregados de las canteras que se utilizaron para el diseño de mezcla del concreto.

4.1.2 Características químicas de los agregados.

4.1.2.1 Resumen del ensayo de PH en agregados.

Tabla 151: Resumen del ensayo de PH en agregados.

ENSAYO	Cantera Ballon		Cantera Coronate		Cantera Gamaraa		Cantera Murillo	
	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino
PH EN AGREGADOS	8.29	7.74	7.68	7.83	8.03	8.07	8.11	7.86

Fuente: Autoría propia.

Tabla 152: Resumen del ensayo de PH en agregados.

ENSAYO	Cantera Pedregal		Cantera Sahuinto		Cantera Tapia	
	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino
PH EN AGREGADOS	8.06	8.13	7.86	7.74	7.91	7.74

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la **tabla N° 151 y 152**, nos muestra que los agregados tanto gruesos como finos no deberán presentar un valor de PH menor a 7

4.1.2.2 Resumen del ensayo de sales solubles en agregados.

Tabla 153: Resumen del ensayo de sales solubles en agregados.

ENSAYO	Cantera Ballon		Cantera Coronate		Cantera Gamaraa		Cantera Murillo	
	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino
SALES SOLUBLES	0.09	0.28	0.09	0.36	0.09	0.37	0.09	0.34

Fuente: Autoría propia.

Tabla 154: Resumen del ensayo de sales solubles en agregados.

ENSAYO	Cantera Pedregal		Cantera Sahuinto		Cantera Tapia	
	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino
SALES SOLUBLES	0.08	0.36	0.09	0.33	0.09	0.34

Fuente: Autoría propia.

4.1.2.3 Resumen del ensayo de contenido de sulfatos de magnesio y sodio en agregados

Tabla 155: Resumen del ensayo de contenido de sulfatos y cloruros en agregados.

ENSAYO	Cantera Ballon		Cantera Coronate		Cantera Gamaraa		Cantera Murillo	
	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino
SULFATO DE MAGNESIO	13.10	14.20	12.51	13.90	13.26	14.26	13.88	14.31
SULFATO DE SODIO	8.80	9.50	7.99	8.17	9.90	10.13	9.79	10.04

Fuente: Autoría propia.

Tabla 156: Resumen del ensayo de sulfatos de magnesio y sodio en agregados.

ENSAYO	Cantera Pedregal		Cantera Sahuinto		Cantera Tapia	
	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino	A Grueso	A. Fino
SULFATO DE MAGNESIO	14.32	15.21	13.12	14.49	13.15	14.19
SULFATO DE SODIO	8.73	9.11	8.91	9.35	9.50	10.26

Fuente: Elaboración propia.

La muestra de agregado fino no supera los límites permisibles de sulfatos y cloruros, por lo que se recomienda utilizar un tipo de cemento IP.

4.2 Resultados a nivel de la variable Y/D.

4.2.1 Resultados del diseño de mezcla.

El diseño de mezclas realizado durante esta investigación está basado en el método M. Fineza, la resistencia en base a la cual se realizó el diseño de mezcla es de $f'c=210$ kg/cm², con una consistencia plástica y un asentamiento de entre 3 a 4”.

Es necesario mencionar que existirá un factor de seguridad para la resistencia a compresión del concreto, a cual se efectuara como se muestra a continuación:

$f'c$	$fc' cr$
Menos de 210	$f'c + 70$
210-350	$f'c + 84$
Mayor a 350	$f'c + 98$

La resistencia será: $Fc' . cr = 294$ kg/cm²

A continuación se muestra los 5 diseños para nuestra investigación:

Paso 1: Se realiza la estimación de agua para la mezcla, tomando como apoyo la tabla que

Se muestra a continuación:

Tabla 157: Estimación de la cantidad de agua.

SLUMP	Agua en lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos y consistencia indicada					
	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO					
1" a 2"	200	185	180	160	155	145
3" a 4"	215	205	195	175	170	160
6" a 7"	230	210	205	185	180	170

Fuente: Flavio Abanto C.

La cantidad de agua = 205 lt/m³

Paso 2: Se realizará la selección de la relación agua – cemento (a/c)

Tabla 158: Estimación de la relación agua cemento.

f'cr (28 días)	Relación agua - cemento de diseño en peso		
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado	
150	0.80	0.71	0.71
200	0.70	0.61	0.61
250	0.62	0.53	0.53
300	0.55	0.46	0.46
350	0.48	0.40	0.40
400	0.43	–	–
450	0.38	–	–

Fuente: Flavio Abanto C.

La resistencia que calcularemos es de 294 kg/cm² que se encuentra entre los valores resaltados en el cuadro, por lo cual se deberá interpolar para obtener un resultado exacto.

El resultado de la relación agua – cemento será:

Relación a/c = 0.558

Paso 3: Calcular la cantidad de cemento.

Cantidad de cemento = (agua de mezcla)/(Relación A/C)

Cantidad de cemento = 367.38 kg/m³

Paso 4: Estimación del M.F. de la combinación de agregados.

Tabla 159: estimación de la combinación de agregados.

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos / metro cubico indicados					
	6	7	8	9	10	11
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19	4.26	4.34
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69	4.76	4.84
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19	5.26	5.34
1"	5.26	5.34	5.41	5.49	5.56	5.64
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79	5.86	5.94
2"	5.86	5.94	6.01	6.09	6.16	6.24

Fuente: Flavio Abanto C.

Como el M.F. es 2.921 interpolando se tiene que el:

M.F. de la combinación es de 5.158

Paso 5: determinación del contenido de aire.

Tabla 160: Estimacion del contenido de aire.

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: Flavio Abanto C.

Como el T.M.N. es de 3/4" el contenido de aire será de 2.0%

Paso 5: determinación de los pesos en seco respecto de los volúmenes obtenidos.

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

Diseño seco

Agua	205	lt
Cemento	367	kg
Arena	876	kg
<u>Piedra</u>	<u>909</u>	<u>kg</u>
Peso total	2357	kg

Para un $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

<u>Diseño seco</u>		
Agua	205	lt
Cemento	326	kg
Arena	922	kg
<u>Piedra</u>	<u>895</u>	<u>kg</u>
Peso total	2349	kg

4.2.1.1 Diseño de mezcla método módulo de fineza.

Cantera Ballón.

Tabla 161: Diseño de mezcla para un concreto $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$.

DISEÑO DE MEZCLA POR MODULO DE FINEZA			
	GRUESO	FINO	
TMN	3/4 "	=	
MF	7.621	2.987	
PUSS	1435	1671	
PUCS	1561	1849	
P.E.M.	2.72	2.65	
% DE ABS	0.68	1.14	
C.H.	0.12	5.06	
MF COMB. AGREGADOS		5.089	
VOLUMENES ABSOLUTOS			
AGUA	205	0.205	
CEMENTO	326	0.105	
AIRE	2.0	0.020	
		0.330	
% DE AGREGADO FINO			
54.6 %			
% DE AGREGADO GRUESO			
45.4 %			
AGREGADO FINO		0.366	
AGREGADO GRUESO		0.304	
CORRECCION POR HUMEDAD			
ARENA	1019		
PIEDRA	829		
DISEÑO FINAL			
AGUA	172 lt		
CEMENTO	326 kg		
ARENA	1019 kg		
PIEDRA	829 kg		
	2346 kg		
PROPORCION EN PESO			
CEMENTO	1	42.50 kg/saco	
AGUA	22.35	22.35 kg/saco	
AGREGADO FINO	3.12	132.68 kg/saco	
AGREGADO GRUESO	2.54	107.89 kg/saco	
FINO			
PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO		1756 kg/m3	
GRUESO			
PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO		1436 kg/m3	
PESO POR PIE3			
AGREGADO FINO		49.75 kg/pie3	
AGREGADO GRUESO		40.69 kg/pie3	
BOLSA DE CEMENTO		42.50 kg/pie3	
PROPORCION EN PESO			
CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA
1	3.12	2.54	22.35
PROPORCION EN VOLUMEN			
CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA
1	2.67	2.65	22.35
SLUMP		3" - 4"	
CEMENTO		326	3.11
AGUA		205	
RELACION A/C DISEÑO			0.628
RELACION A/C OBRA			0.526
FACTOR CEMENTO			7.7
f'c		175	kg/cm2
f'cr		245	kg/cm2
VOLUMEN DE LOS AGREGADOS			
AGREGADOS		0.670	100%
DISEÑO SECO			
AGUA		205 lt	
CEMENTO		326 kg	
ARENA		970 kg	
PIEDRA		828 kg	
		2329 kg	
AGUA EFECTIVA			
ARENA		-38.0	
PIEDRA		4.6	
		-33.4	
		240	
TANDA		0.006	
AGUA		1.030	0.830
CEMENTO		1.959	
ARENA		6.114	
PIEDRA		4.972	
		14.075	

Fuente: Autoría propia.

Tabla 162: Diseño de mezcla para un concreto $F'c=210$ Kg/cm².

DISEÑO DE MEZCLA POR MODULO DE FINEZA			
	GRUESO	FINO	
TMN	3/4 "	—	
MF	7.621	2.987	
PUSS	1435	1671	
PUCS	1561	1849	
P.E.M.	2.72	2.65	
% DE ABS	0.68	1.14	
C.H.	0.12	5.06	
MF COMB. AGREGADOS		5.158	
<u>VOLUMENES ABSOLUTOS</u>			
AGUA	205	0.205	
CEMENTO	367	0.118	
AIRE	2.0	0.020	
		<u>0.343</u>	
<u>% DE AGREGADO FINO</u>			
53.2 %			
<u>% DE AGREGADO GRUESO</u>			
46.8 %			
<u>AGREGADO FINO</u>		0.350	
<u>AGREGADO GRUESO</u>		0.307	
<u>CORRECCION POR HUMEDAD</u>			
ARENA	974		
PIEDRA	837		
<u>DISEÑO FINAL</u>			
AGUA	173 lt		
CEMENTO	367 kg		
ARENA	974 kg		
PIEDRA	837 kg		
	<u>2352 kg</u>		
<u>PROPORCION EN PESO</u>			
CEMENTO	1	42.50 kg/saco	
AGUA	20.05	20.05 kg/saco	
AGREGADO FINO	2.65	112.66 kg/saco	
AGREGADO GRUESO	2.28	96.81 kg/saco	
FINO	PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO	1756 kg/m ³	
GRUESO	PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO	1436 kg/m ³	
<u>PESO POR PIE³</u>			
AGREGADO FINO	49.75 kg/pie ³		
AGREGADO GRUESO	40.69 kg/pie ³		
BOLSA DE CEMENTO	42.50 kg/pie ³		
<u>PROPORCION EN PESO</u>			
CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA
1	2.65	2.28	20.05
<u>PROPORCION EN VOLUMEN</u>			
CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA
1	2.26	2.38	20.05
SLUMP	3" - 4"		
CEMENTO	367	3.11	
AGUA	205		
RELACION A/C DISEÑO		0.558	
RELACION A/C OBRA		0.472	
FACTOR CEMENTO		8.6	
f'c	210	kg/cm ²	
f'cr	294	kg/cm ²	
<u>VOLUMEN DE LOS AGREGADOS</u>			
AGREGADOS	0.657	100%	
<u>DISEÑO SECO</u>			
AGUA	205 lt		
CEMENTO	367 kg		
ARENA	927 kg		
PIEDRA	836 kg		
	<u>2335 kg</u>		
<u>AGUA EFECTIVA</u>			
ARENA	-36.3		
PIEDRA	4.6		
	<u>-31.6</u>		
	240		
TANDA	0.006		
AGUA	1.040	0.840	
CEMENTO	2.204		
ARENA	5.843		
PIEDRA	5.021		
	<u>14.109</u>		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 163: Diseño de mezcla (m. de fineza) para un concreto $F'c=210$ Kg/cm².

	Unidad	C. Ballon	C. Coronate	C. Gamarra	C. Murillo	C. Pedregal	C. Sahuinto	C. Tapia
<u>DISEÑO SECO</u>								
Agua	lt.	205	205	205	205	205	193	205
Cemento	kg.	367	367	367	367	367	346	367
Arena	kg.	923	876	804	814	844	767	804
Piedra	kg.	836	909	958	938	923	1095	954
<u>PESO POR PIES</u>								
Agregado Fino	kg/pie3	49.75	47.46	49.50	48.21	50.17	49.87	49.11
Agregado Grueso	kg/pie4	40.69	42.81	43.92	44.06	44.78	46.63	45.86
Bolsa de Cemento	kg/pie5	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50
<u>PROPORCIÓN EN PESO</u>								
Cemento		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ag. Fino		2.65	2.52	2.32	231.00	2.44	2.29	2.27
Ag. Grueso		2.64	2.48	2.62	2.58	2.51	3.18	2.61
Agua		20.05	18.74	19.26	20.62	19.37	22.05	22.01
<u>PROPORCIÓN EN VOLUMEN</u>								
Cemento		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ag. Fino		2.25	2.26	1.99	2.03	2.06	1.95	1.96
Ag. Grueso		2.38	2.38	2.54	2.49	2.39	2.91	2.42
Agua		20.05	18.74	19.26	20.62	19.37	22.05	22.01

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 159 se muestra las proporciones en peso de los agregados para el diseño de mezclas $f'c=210$ kg/cm², para las 7 canteras como se puede observar las proporciones en cuanto a la cantidad de cemento para los distintos métodos nos varían en mucho para a mayor detalle se muestran en anexos.

Tabla 164: Diseño de mezcla (m. de fineza) para un concreto $F'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$.

	Unidad	C. Ballon	C. Coronate	C. Gamarra	C. Murillo	C. Pedregal	C. Sahuinto	C. Tapia
<u>DISEÑO SECO</u>								
Agua	lt.	205	205	205	205	205	193	205
Cemento	kg.	326	326	326	326	236	307	326
Arena	kg.	970	922	849	859	890	807	849
Piedra	kg.	828	894	947	927	912	1087	943
<u>PESO POR PIES</u>								
Agregado Fino	kg/pie3	49.75	47.46	49.50	48.21	50.17	49.87	49.11
Agregado Grueso	kg/pie4	40.69	42.81	43.92	44.06	44.78	46.63	45.86
Bolsa de Cemento	kg/pie5	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50
<u>PROPORCIÓN EN</u>								
<u>PESO</u>								
Cemento		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ag. Fino		3.12	2.99	2.75	2.74	2.89	2.71	2.70
Ag. Grueso		2.54	2.75	2.92	2.87	2.80	3.35	2.91
Agua		22.35	20.78	21.38	23.02	21.48	24.69	24.61
<u>PROPORCIÓN EN</u>								
<u>VOLUMEN</u>								
Cemento		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ag. Fino		2.67	2.68	2.37	2.42	2.45	2.31	2.33
Ag. Grueso		2.65	2.73	2.83	2.77	2.64	3.25	2.70
Agua		22.35	20.78	21.38	23.02	21.48	24.69	24.61

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 160 se muestra las proporciones en peso de los agregados para el diseño de mezclas $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, para las 7 canteras como se puede observar las proporciones en cuanto a la cantidad de cemento para los distintos métodos nos varían en mucho para a mayor detalle se muestran en anexos.

4.2.1.2 Diseño de mezcla método ACI.

Cantera Ballón.

Tabla 165: Diseño de mezcla para un concreto $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$.

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO ACI					
	GRUESO	FINO			
TMN	3/4"	-		SLUMP	3"- 4"
MF	7.48	2.63		CEMENTO	318 3.11
PUSS	1705	1560		AGUA	200
PUCS	1745	1656		RELACION A/C DISEÑO	0.628
P.E.M.	2.71	2.91		RELACION A/C OBRA	0.56
% DE ABS	0.64	1.79		FACTOR CEMENTO	7.5
C.H.	0.21	5.36			
AGREGADO	REDONDEADO			f_c	175 kg/cm ²
				f_{cr}	245 kg/cm ²
VOLUMENES ABSOLUTOS					
AGUA	200	0.200		CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	
CEMENTO	318	0.102		PESO A.G	1111.57 0.64
AIRE	2.0	0.020			
GRUESO	1111.6	0.410			
		0.733			
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO			0.267	m ³	
PESO DE AGREGADO FINO			778	kg/m ³	
PESO DE AGREGADO GRUESO			1112	kg/m ³	
DISEÑO SECO					
AGUA	200	lt		CORRECCION POR HUMEDAD	
CEMENTO	318	kg		ARENA	820
ARENA	778	kg		PIEDRA	1114
PIEDRA	1112	kg		AGUA EFECTIVA	
	2408	kg/m ³		ARENA	-27.8
				PIEDRA	4.8
					-23.0
DISEÑO FINAL					
AGUA	177	lt		TANDA	0.018
CEMENTO	318	kg		AGUA	3.186
ARENA	820	kg		CEMENTO	5.732
PIEDRA	1114	kg		ARENA	14.759
	2429	kg/m ³		PIEDRA	20.050
					43.727
PROPORCION EN PESO					
CEMENTO	1		42.50	kg/saco	
AGUA	23.62		23.62	kg/saco	
AGREGADO FINO	2.57		109.42	kg/saco	
AGREGADO GRUESO	3.50		148.65	kg/saco	
FINO	PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO			1644	kg/m ³
GRUESO	PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO			1709	kg/m ³
PESO POR PIE3					
AGREGADO FINO	46.56			kg/pie ³	
AGREGADO GRUESO	48.40			kg/pie ³	
BOLSA DE CEMENTO	42.50			kg/pie ³	
PROPORCION EN PESO					
CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA		
1	2.57	3.50	23.62		
PROPORCION EN VOLUMEN					
CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA		
1	2.35	3.07	23.62		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 166: Diseño de mezcla para un concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO ACI					
	GRUESO	FINO		SLUMP	3" - 4"
TMN	1 1/2"	-		CEMENTO	358
MF	7.48	2.63		AGUA	200
PUSS	1705	1560		RELACION A/C DISEÑO	0.558
PUCS	1745	1656		RELACION A/C OBRA	0.50
P.E.M.	2.71	2.91		FACTOR CEMENTO	8.4
% DE ABS	0.64	1.79			
C.H.	0.21	5.36			
AGREGADO	REDONDEADO			f_c	210 kg/cm ²
				f_{cr}	294 kg/cm ²
VOLUMENES ABSOLUTOS					
AGUA	200	0.200		CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	
CEMENTO	358	0.115		PESO A.G	1116.80
AIRE	2.0	0.020			0.64
GRUESO	1116.8	0.412			
		0.747			
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO			0.253	m ³	
PESO DE AGREGADO FINO			735	kg/m ³	
PESO DE AGREGADO GRUESO			1117	kg/m ³	
DISEÑO SECO					
AGUA	200	lt		CORRECCION POR HUMEDAD	
CEMENTO	358	kg		ARENA	775
ARENA	735	kg		PIEDRA	1119
PIEDRA	1117	kg		AGUA EFECTIVA	
	2410	kg/m ³		ARENA	-26.2
				PIEDRA	4.8
					-21.4
DISEÑO FINAL					
AGUA	179	lt		TANDA	0.018
CEMENTO	358	kg		AGUA	3.214
ARENA	775	kg		CEMENTO	6.452
PIEDRA	1119	kg		ARENA	13.943
	2431	kg/m ³		PIEDRA	20.145
					43.753
PROPORCION EN PESO					
CEMENTO	1		42.50	kg/saco	
AGUA	21.17		21.17	kg/saco	
AGREGADO FINO	2.16		91.85	kg/saco	
AGREGADO GRUESO	3.12		132.70	kg/saco	
FINO	PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO			1644 kg/m ³	
GRUESO	PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO			1709 kg/m ³	
PESO POR PIE3					
AGREGADO FINO	46.56 kg/pie ³				
AGREGADO GRUESO	48.40 kg/pie ³				
BOLSA DE CEMENTO	42.50 kg/pie ³				
PROPORCION EN PESO					
CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA		
1	2.16	3.12	21.17		
PROPORCION EN VOLUMEN					
CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA		
1	1.97	2.74	21.17		

Fuente: Autoría propia.

Tabla 167: Diseño de mezcla (método ACI) para un concreto $F'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$

	Unidad	C. Ballon	C. Coronate	C. Gamarra	C. Murillo	C. Pedregal	C. Sahuinto	C. Tapia
<u>DISEÑO SECO</u>								
Agua	lt.	200	200	200	200	200	195	200
Cemento	kg.	318	318	318	318	318	311	318
Arena	kg.	778	865	824	805	817	832	797
Piedra	kg.	1112	974	994	1003	1006	1054	1017
<u>PESO POR PIES</u>								
Agregado Fino	kg/pie3	46.56	47.46	49.45	48.21	50.17	49.87	49.11
Agregado Grueso	kg/pie4	48.40	42.81	43.92	44.06	44.78	46.43	45.86
Bolsa de Cemento	kg/pie5	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50
<u>PROPORCIÓN EN PESO</u>								
Cemento		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ag. Fino		2.57	2.74	2.63	2.36	2.72	2.77	2.59
Ag. Grueso		3.49	3.14	3.18	3.18	3.16	3.41	3.21
Agua		23.06.	21.44	23.16	21.93	24.61	24.61	24.81
<u>PROPORCIÓN EN VOLUMEN</u>								
Cemento		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ag. Fino		2.35	2.35	2.32	2.32	2.30	2.36	2.24
Ag. Grueso		3.07	3.04	3.07	3.07	3.00	3.12	2.98
Agua		23.06.	21.44	23.16	21.93	24.61	24.61	24.81

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 163 se muestra las proporciones en peso de los agregados para el diseño de mezclas $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, para las 7 canteras como se puede observar las proporciones en cuanto a la cantidad de cemento para los distintos métodos nos varían en mucho para a mayor detalle se muestran en anexos.

Tabla 168: Diseño de mezcla (método ACI) para un concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

	Unidad	C. Ballon	C. Coronate	C. Gamarra	C. Murillo	C. Pedregal	C. Sahuinto	C. Tapia
<u>DISEÑO SECO</u>								
Agua	lt.	200	200	200	200	200	195	200
Cemento	kg.	358	358	358	358	358	349	358
Arena	kg.	735	830	764	766	783	798	764
Piedra	kg.	1117	974	994	1008	1006	1054	1015
<u>PESO POR PIES</u>								
Agregado Fino	kg/pie3	46.56	47.46	49.45	48.21	50.17	49.87	49.11
Agregado Grueso	kg/pie4	48.40	42.81	43.92	44.06	44.78	46.43	45.86
bolsa de Cemento	kg/pie5	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50
<u>PROPORCIÓN EN PESO</u>								
Cemento		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ag. Fino		2.16	2.09	2.09	2.23	2.32	2.36	2.21
Ag. Grueso		3.12	2.58	2.58	2.84	2.81	3.03	2.64
Agua		21.17	18.93	17.94	20.73	19.69	21.96	22.14
<u>PROPORCIÓN EN VOLUMEN</u>								
Cemento		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ag. Fino		2.20	1.79	1.79	1.96	1.96	2.01	1.91
Ag. Grueso		2.71	2.50	2.50	2.74	2.67	2.77	2.64
Agua		21.17	18.93	17.94	20.73	19.69	21.96	22.14

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla 164 se muestra las proporciones en peso de los agregados para el diseño de mezclas $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, para las 7 canteras como se puede observar las proporciones en cuanto a la cantidad de cemento para los distintos métodos nos varían en mucho para a mayor detalle se muestran en anexos.

4.2.1.3 Diseño de mezcla método WALKER.

Cantera Ballón.

Tabla 169: Diseño de mezcla para un concreto $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$.

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO WALKER					
	GRUESO	FINO			
TMN	1 1/2"	-		SLUMP	3"- 4"
MF	7.48	2.63		CEMENTO	325
P.U.S.	1705	1560		AGUA	204
P.U.C.S.	1745	1656		RELACION A/C DISEÑO	0.628
P.E.M.	2.71	2.91		RELACION A/C OBRA	0.535
% DE ABS	0.64	1.79		FACTOR CEMENTO	7.6
C.H.	0.21	5.36			
AGREGADO	REDONDEADO			f_c	175 kg/cm ²
				f_{cr}	245 kg/cm ²
VOLUMENES ABSOLUTOS					
AGUA	204	0.204		VOLUMEN DE LOS AGREGADOS	
CEMENTO	325	0.104		AGREGADOS	0.672
AIRE	2.0	0.020			100%
		0.328			
% AG. FINO		49.2 %	0.492	0.330	
% AG. GRUESO		50.8 %	0.508	0.341	
PESO DE AGREGADO FINO			961 kg		
PESO DE AGREGADO GRUESO			925 kg		
DISEÑO SECO			CORRECCION POR HUMEDAD		
AGUA	204	lt	ARENA	1013	
CEMENTO	325	kg	PIEDRA	926	
ARENA	961	kg	AGUA EFECTIVA		
PIEDRA	925	kg	ARENA	-34.3	
	2415	kg/m ³	PIEDRA	4.0	
				-30.3	
DISEÑO FINAL			TANDA	0.006	0.596
AGUA	174	lt	AGUA	1.042	1.162
CEMENTO	325	kg	CEMENTO	1.949	
ARENA	1013	kg	ARENA	6.078	
PIEDRA	926	kg	PIEDRA	5.559	
	2438	kg/m ³		14.628	
PROPORCION EN VOLUMEN					
CEMENTO		1	42.50	kg/saco	
AGUA		22.72	22.72	kg/saco	
AGREGADO FINO		3.12	132.53	kg/saco	
AGREGADO GRUESO		2.85	121.21	kg/saco	
FINO	PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO			1644	kg/m ³
GRUESO	PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO			1709	kg/m ⁴
PESO POR PIE³					
AGREGADO FINO	46.56			kg/pie ³	
AGREGADO GRUESO	48.40			kg/pie ³	
BOLSA DE CEMENTO	42.50			kg/pie ³	
PROPORCION EN PESO					
CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA		
1	3.12	2.85	22.72		
PROPORCION EN VOLUMEN					
CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA		
1	2.85	2.50	22.72		

Fuente: Autoría propia.

Tabla 170: Diseño de mezcla para un concreto $F'c=210$ Kg/cm².

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO WALKER					
	GRUESO	FINO		SLUMP	3" - 4"
TMN	1 1/2"	-		CEMENTO	366
MF	7.48	2.63		AGUA	204
PUSS	1705	1560		RELACION A/C DISEÑO	0.558
PUCS	1745	1656		RELACION A/C OBRA	0.483
P.E.M.	2.71	2.91		FACTOR CEMENTO	8.6
% DE ABS	0.64	1.79			
C.H.	0.21	5.36			
AGREGADO	REDONDEADO			f_c	210 kg/cm ²
				f_{cr}	294 kg/cm ²
<u>VOLUMENES ABSOLUTOS</u>					
AGUA	204	0.204		<u>VOLUMEN DE LOS AGREGADOS</u>	
CEMENTO	366	0.118		AGREGADOS	0.658
AIRE	2.0	0.020			100%
		0.342			
% AG. FINO		46.2 %	0.462	0.304	
% AG. GRUESO		53.8 %	0.538	0.354	
PESO DE AGREGADO FINO			885 kg		
PESO DE AGREGADO GRUESO			960 kg		
<u>DISEÑO SECO</u>					
AGUA	204	lt		<u>CORRECCION POR HUMEDAD</u>	
CEMENTO	366	kg		ARENA	933
ARENA	885	kg		PIEDRA	962
PIEDRA	960	kg		<u>AGUA EFECTIVA</u>	
	2415	kg/m ³		ARENA	-31.6
				PIEDRA	4.1
					-27.5
<u>DISEÑO FINAL</u>					
AGUA	177	lt		TANDA	0.006
CEMENTO	366	kg		AGUA	1.059
ARENA	933	kg		CEMENTO	2.194
PIEDRA	962	kg		ARENA	5.596
	2437	kg/m ³		PIEDRA	5.772
					14.621
<u>PROPORCION EN VOLUMEN</u>					
CEMENTO	1	42.50	kg/saco		
AGUA	20.52	20.52	kg/saco		
AGREGADO FINO	2.55	108.42	kg/saco		
AGREGADO GRUESO	2.63	111.83	kg/saco		
FINO	PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO			1644 kg/m ³	
GRUESO	PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO			1709 kg/m ⁴	
<u>PESO POR PIE3</u>					
AGREGADO FINO	46.56 kg/pie ³				
AGREGADO GRUESO	48.40 kg/pie ³				
BOLSA DE CEMENTO	42.50 kg/pie ³				
<u>PROPORCION EN PESO</u>					
CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA		
1	2.55	2.63	20.52		
<u>PROPORCION EN VOLUMEN</u>					
CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA		
1	2.33	2.31	20.52		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 171: Diseño de mezcla (M. WALKER) para un concreto $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

	Unidad	C. Ballon	C. Coronate	C. Gamarra	C. Murillo	C. Pedregal	C. Sahuinto	C. Tapia
<u>DISEÑO SECO</u>								
Agua	lt.	204	204	204	204	204	197	204
Cemento	kg.	325	325	325	325	325	314	325
Arena	kg.	755	874	874	871	880	912	876
Piedra	kg.	1071	925	925	919	926	962	920
<u>PESO POR PIES</u>								
Agregado Fino	kg/pie3	47.46	49.45	49.45	48.21	50.17	48.87	49.11
Agregado Grueso	kg/pie4	42.81	43.92	43.92	44.06	44.78	46.43	45.86
Bolsa de Cemento	kg/pie5	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50
<u>PROPORCIÓN EN PESO</u>								
Cemento		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ag. Fino		2.46	2.85	2.85	2.79	2.87	3.00	2.80
Ag. Grueso		3.31	2.87	2.87	2.86	2.85	3.08	2.85
Agua		21.96	21.18	21.18	22.96	21.53	24.32	24.49
<u>PROPORCIÓN EN VOLUMEN</u>								
Cemento		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ag. Fino		2.20	2.45	2.45	2.46	2.43	2.56	2.42
Ag. Grueso		3.28	2.78	2.78	2.76	2.71	2.82	2.64
Agua		22.72	21.18	21.18	22.96	21.53	24.32	24.49

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 167 se muestra las proporciones en peso de los agregados para el diseño de mezclas $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, para las 7 como se puede observar las proporciones en cuanto a la cantidad de cemento para los distintos métodos nos varían en mucho para a mayor detalle se muestran en anexos.

Tabla 172: Cuadro comparativo para un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

	Unidad	C. Ballon	C. Coronate	C. Gamarra	C. Murillo	C. Pedregal	C. Sahuinto	C. Tapia
<u>DISEÑO SECO</u>								
Agua	lt.	204	204	204	204	204	197	204
Cemento	kg.	366	366	366	366	366	353	366
Arena	kg.	885	810	805	799	810	847	807
Piedra	kg.	960	977	961	952	961	995	955
<u>PESO POR PIES</u>								
Agregado Fino	kg/pie3	47.46	49.45	49.45	48.21	50.17	48.87	49.11
Agregado Grueso	kg/pie4	42.81	43.92	43.92	44.06	44.78	46.43	45.86
Bolsa de Cemento	kg/pie5	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50	42.50
<u>PROPORCION EN PESO</u>								
Cemento		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ag. Fino		2.55	2.33	2.33	2.28	2.35	2.48	2.29
Ag. Grueso		2.63	2.65	2.65	2.63	2.63	2.83	2.63
Agua		20.52	19.14	19.24	20.66	19.57	21.81	21.99
<u>PROPORCION EN VOLUMEN</u>								
Cemento		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ag. Fino		2.33	2.00	2.00	2.01	1.99	2.11	1.98
Ag. Grueso		2.31	2.56	2.56	2.54	2.50	2.59	2.44
Agua		20.52	19.14	19.24	20.66	19.57	21.81	21.99

Fuente: Autoría propia.

Según la tabla N° 168 se muestra las proporciones en peso de los agregados para el diseño de mezclas $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, para las 7 canteras como se puede observar las proporciones en cuanto a la cantidad de cemento para los distintos métodos nos varían en mucho para a mayor detalle se muestran en anexos.

5.1.1 Comparación de los resultados de los ensayos realizados de las distintas canteras.

5.1.1.1 Propiedades físicas.

- **Peso unitario suelto.**



Figura 38: Peso Específico del agregado fino de las 7 canteras.

Fuente: Autoría propia.

Según la figura 39 muestra los resultados de peso específico del agregado fino de las 7 canteras cuyo valor entre todos son próximos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico cuyos valores están oscilando entre 2.63-2.66 gr/cm³

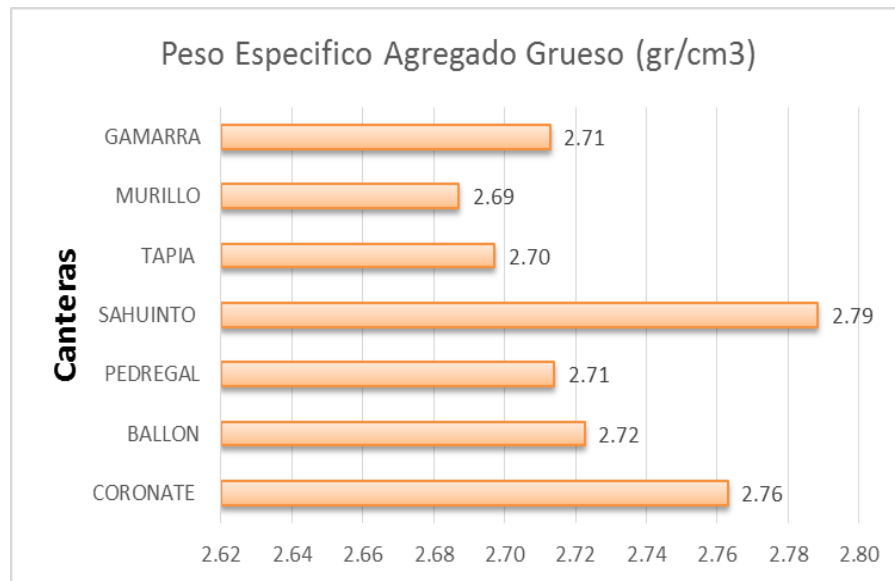


Figura 39: Peso específico del agregado grueso de las 7 canteras.
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 40 muestra los resultados de peso específico del agregado grueso de las 7 canteras cuyo valor entre todos son próximos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico cuyos valores están oscilando entre 2.69-2.79 kg/cm³

- **Peso unitario suelto.**

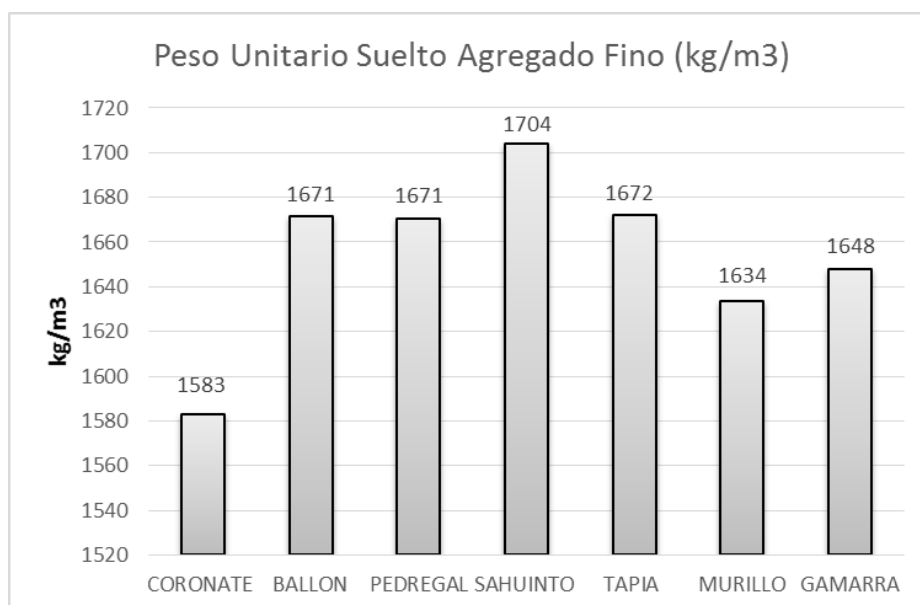


Figura 40: Peso por unidad suelto del agregado fino de las 7 canteras.
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 41 muestra los resultados de peso unitario suelto del agregado fino de las 7 canteras cuyo valor entre todos son próximos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico cuyos valores están oscilando entre 1583-1704 gr/cm³

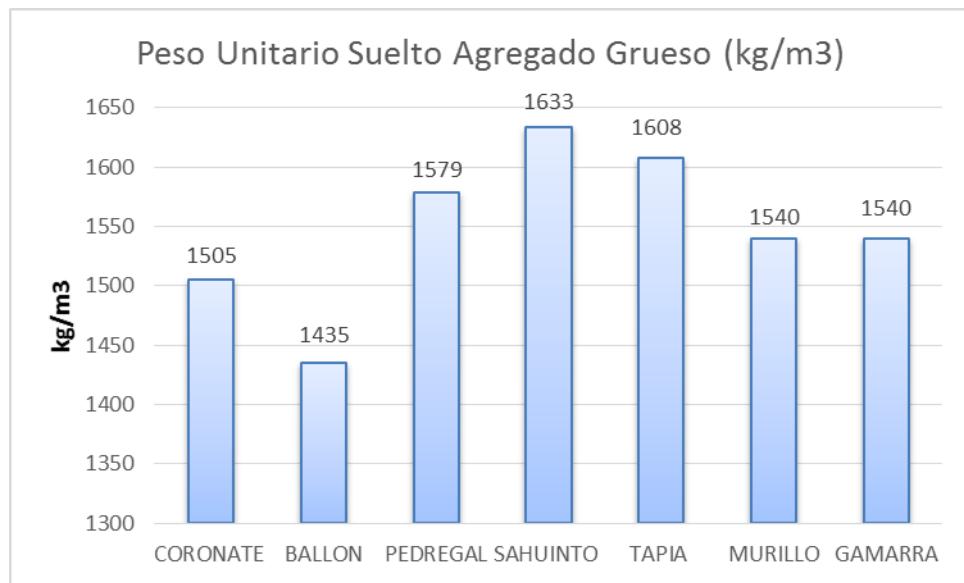


Figura 41: Peso por unidad suelto del agregado grueso de las 7 canteras.
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 42 muestra los resultados de peso unitario suelto del agregado grueso de las 7 canteras cuyo valor entre todos son próximos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico cuyos valores están oscilando entre 1435-1633 kg/cm³

- **Peso unitario compactado.**

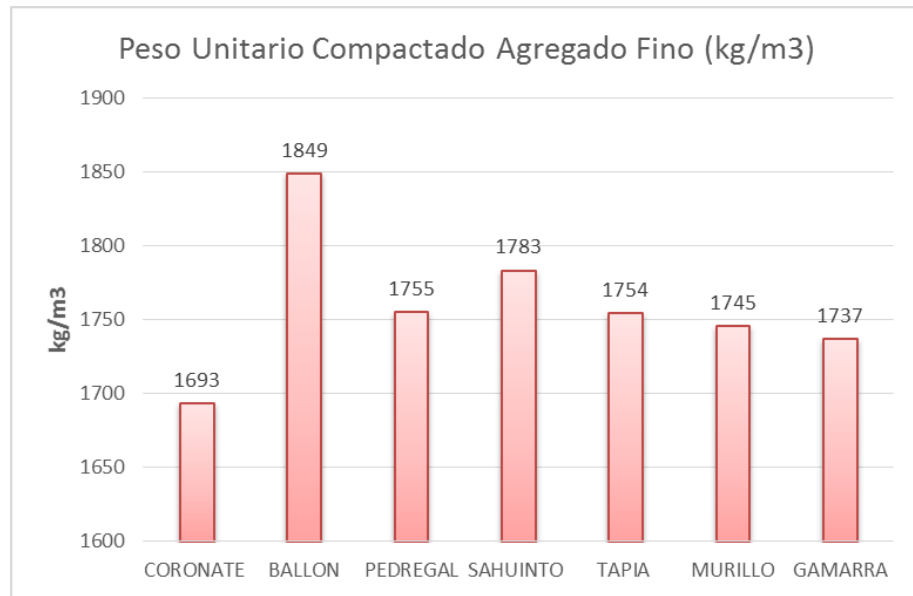


Figura 42: Peso por unidad compactado del agregado fino de las 7 canteras.
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 43 muestra los resultados de peso unitario compactado del agregado fino de las 7 canteras cuyo valor entre todos son próximos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico cuyos valores están oscilando entre 1693-1849 kg/cm³

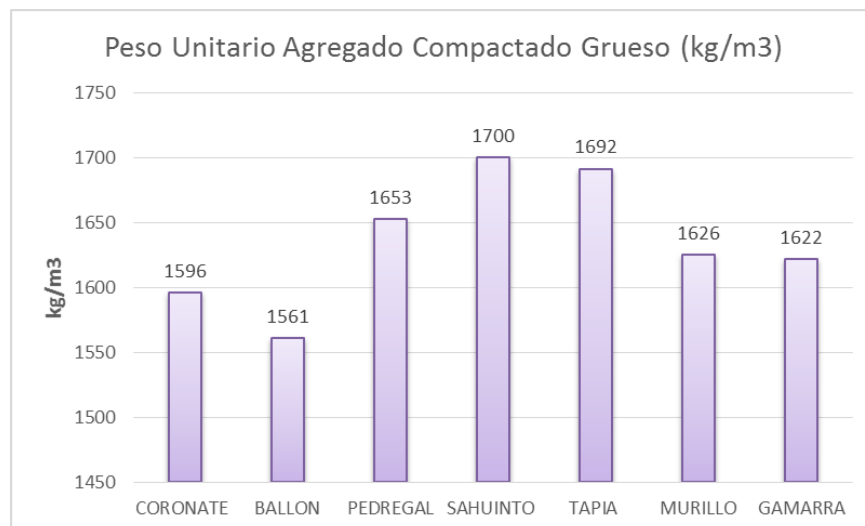


Figura 43: Peso por unidad compactado del agregado fino de las 7 canteras.
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 44 muestra los resultados de peso unitario compactado del agregado grueso de las 7 canteras cuyo valor entre todos son próximos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico cuyos valores están oscilando entre 1561-1700 kg/cm³

- **Módulo de fineza.**

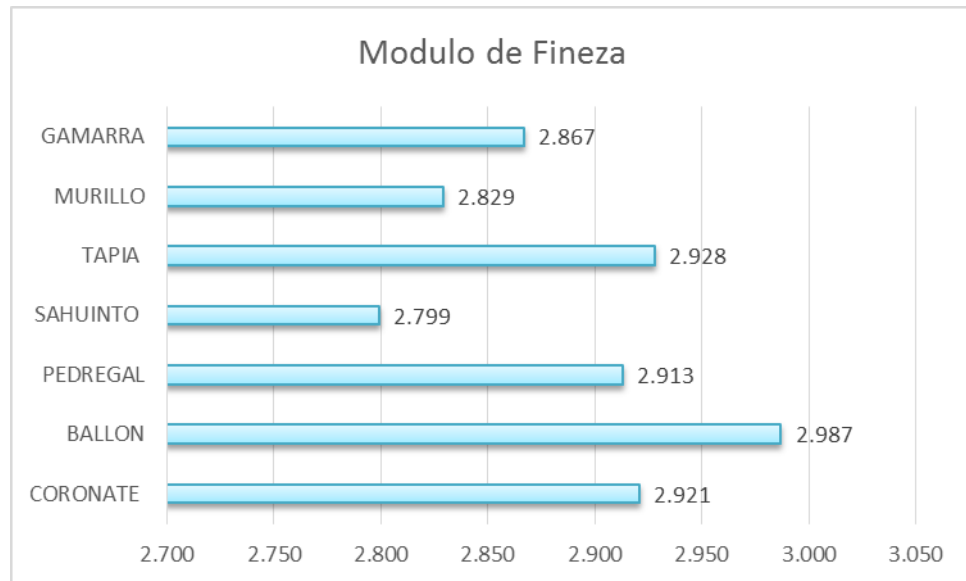


Figura 44: Módulo de Finura del Agregado Fino de las 7 canteras
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 45 muestra los resultados del módulo de fineza del agregado fino de las 7 canteras cuyo valor entre todos son próximos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico cuyos valores están oscilando entre 2.779-2.987.

- **Capacidad de absorción.**

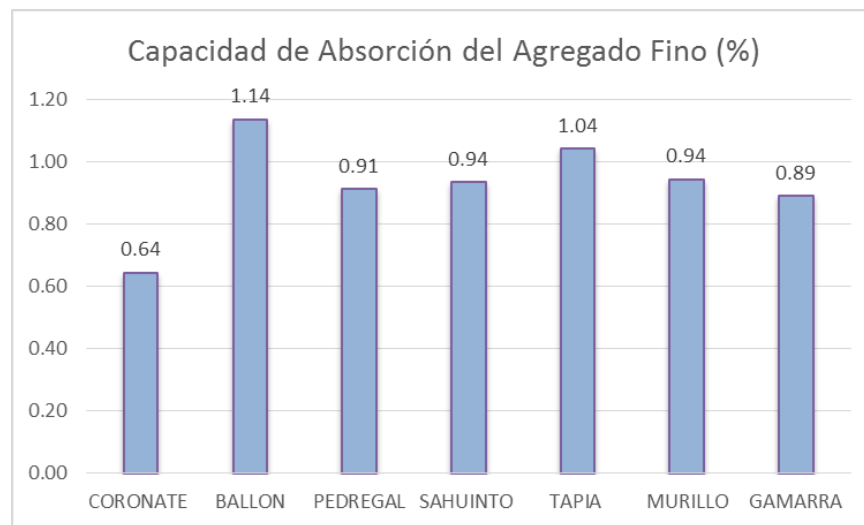


Figura 45: Capacidad de permeabilidad del agregado fino de las 7 canteras.
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 46 muestra los resultados de la absorción del agregado fino de las 7 canteras cuyo valor entre todos no son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados tienen diferentes texturas por la cual cada agregado de cada cantera tiene distinta capacidad de absorción, valores están oscilando entre 0.64-1.14.

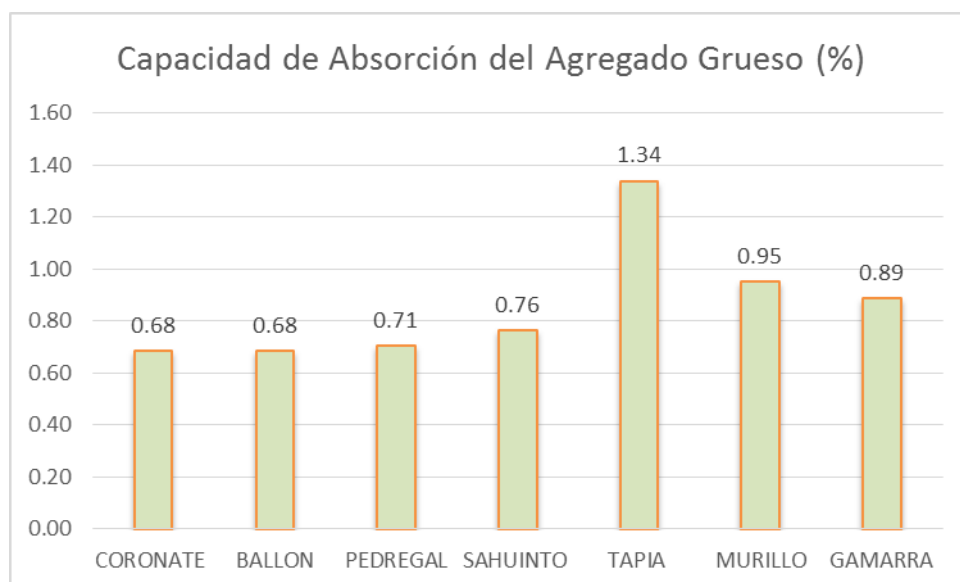


Figura 46: Capacidad de permeabilidad del agregado fino de las 7 canteras.
Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 47 muestra los resultados de la absorción del agregado grueso de las 7 canteras cuyo valor entre todos no son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados tienen diferentes texturas por la cual cada agregado de cada cantera tiene distinta capacidad de absorción, valores están oscilando entre 0.68-1.34.

- **Contenido de humedad.**

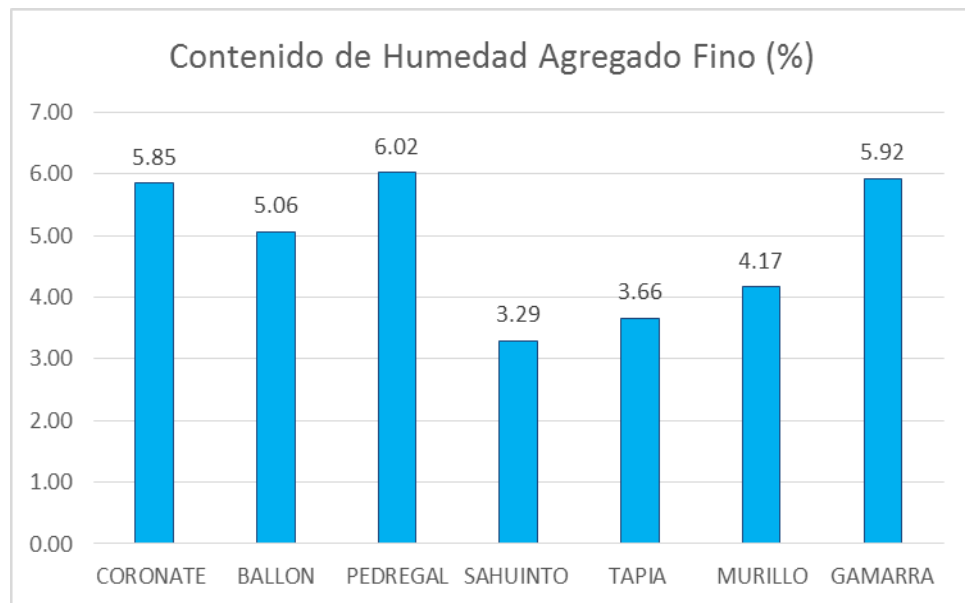


Figura 47: Contenido de humedad del agregado fino de las 7 canteras.
Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 48 muestra los resultados del contenido de humedad del agregado fino de las 7 canteras cuyo valor entre todos no son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados tienen diferentes texturas por la cual cada agregado de cada cantera tiene distinta capacidad de contener la humedad, valores están oscilando entre 3.29-6.02, el contenido de humedad influirá directamente en el diseño de mezcla.

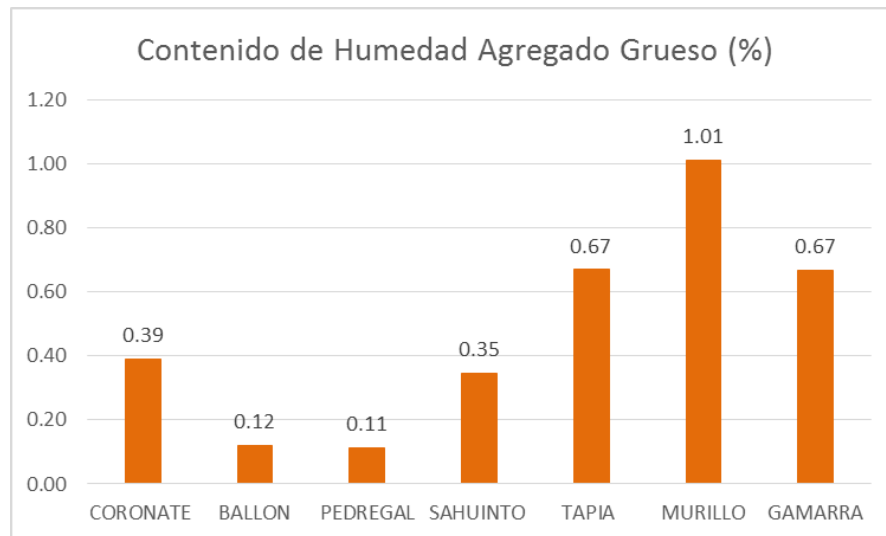


Figura 48: Contenido de humedad del agregado grueso de las 7 canteras.
Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 49 muestra los resultados del contenido de humedad del agregado grueso de las 7 canteras cuyo valor entre todos no son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados tienen diferentes texturas por la cual cada agregado de cada cantera tiene distinta capacidad de contener la humedad, valores están oscilando entre 0.11-1.01, el contenido de humedad influirá directamente en el diseño de mezcla.

- **Ensayo de abrasión (Prueba de Los Ángeles)**

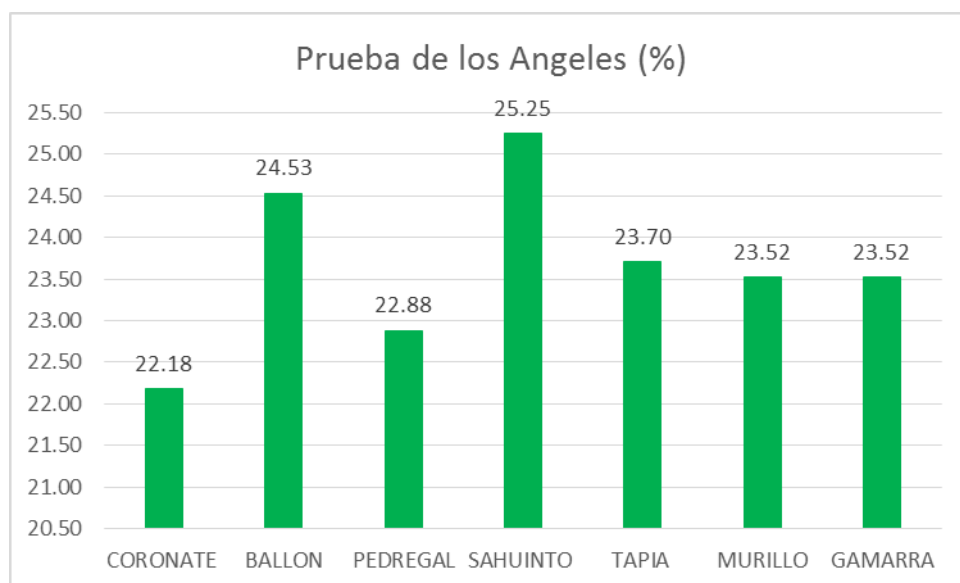


Figura 49: Prueba de abrasión de las 7 canteras.
Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 50 muestra los resultados del contenido de abrasión agregado grueso de las 7 canteras cuyo valor entre todos no son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico, cuyo valores están oscilando entre 22.18-25.25.

5.1.1.2 Propiedades químicas.

- PH en agregados.

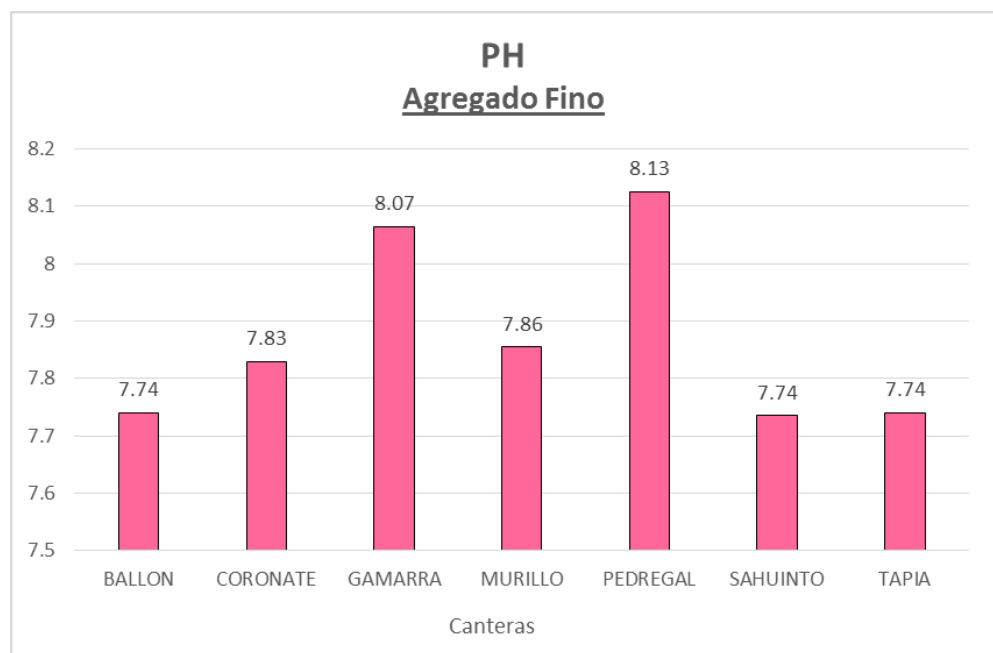


Figura 50: PH del agregado fino de las 7 canteras.

Fuente: Autoría propia.

Según la figura 51 muestra los resultados del análisis químico del PH del agregado fino de las 7 canteras cuyo valor entre todos son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico, valores están oscilando entre 7.74-8.13.

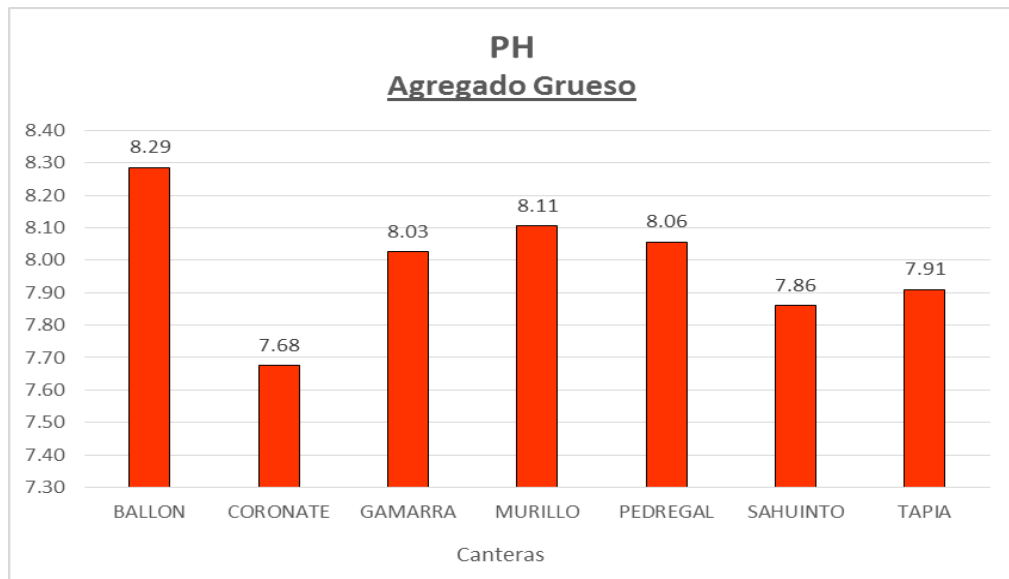


Figura 51: PH del agregado fino de las 7 canteras.
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 52 muestra los resultados del análisis químico del PH del agregado grueso de las 7 canteras cuyo valor entre todos son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico, valores están oscilando entre 7.68-8.29.

- **Sulfato de magnesio en agregados.**

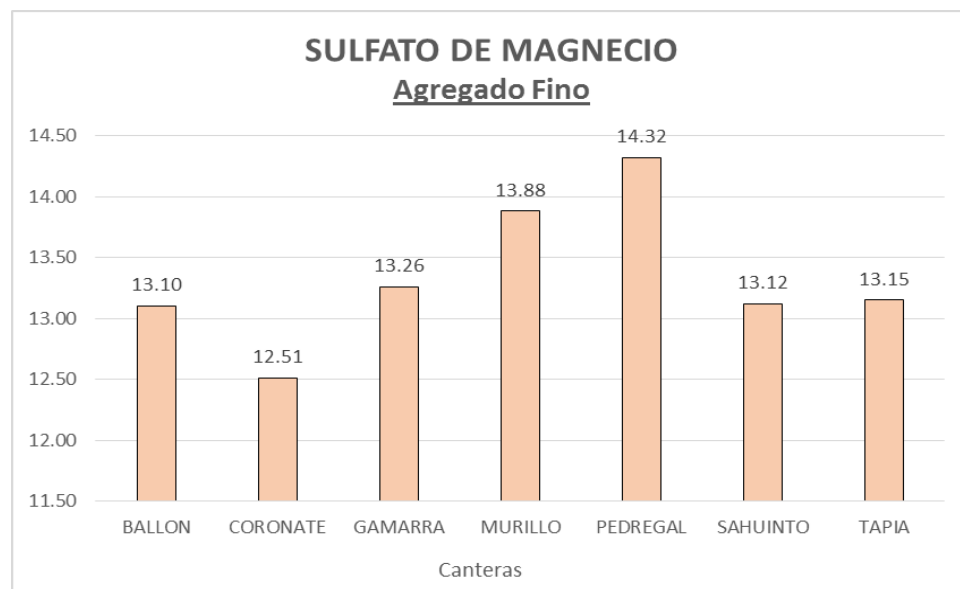


Figura 52: Sulfato de magnesio del agregado fino de las 7 canteras.
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 53 muestra los resultados del análisis químico de sulfato de magnesio del agregado fino de las 7 canteras cuyo valor de porcentaje de pérdida entre todos son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico, valores están oscilando entre 12.51-14.32.

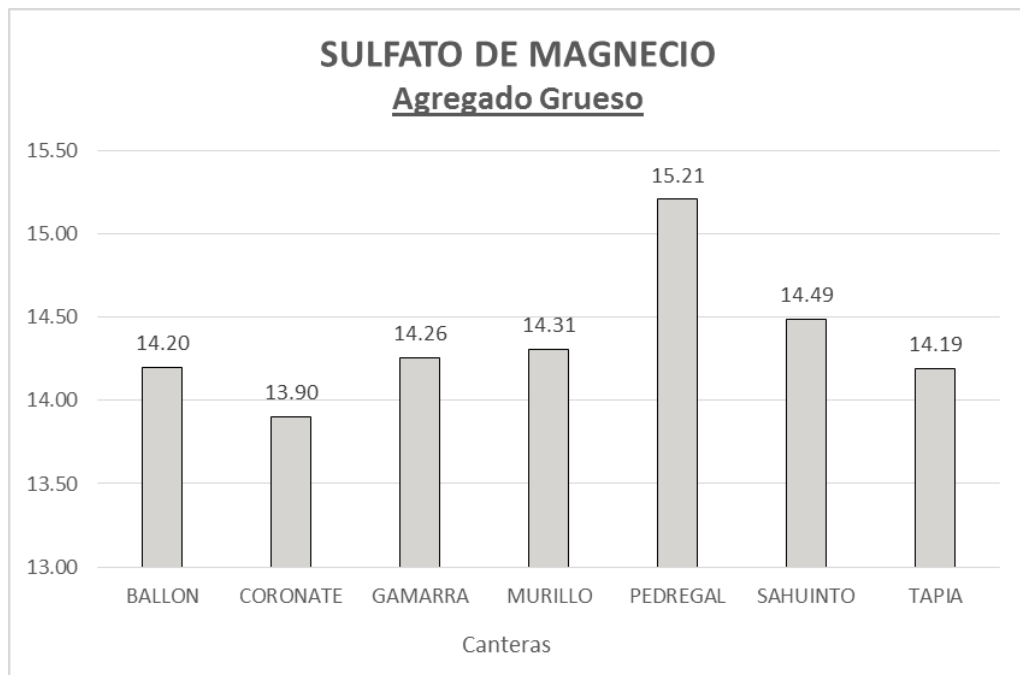


Figura 53. Sulfato de magnesio del agregado fino de las 7 canteras.
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 54 muestra los resultados del análisis químico de sulfato de magnesio del agregado grueso de las 7 canteras cuyo valor de porcentaje de pérdida entre todos son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico, valores están oscilando entre 14.20-15.21.

- **Sulfato de sodio en agregados.**

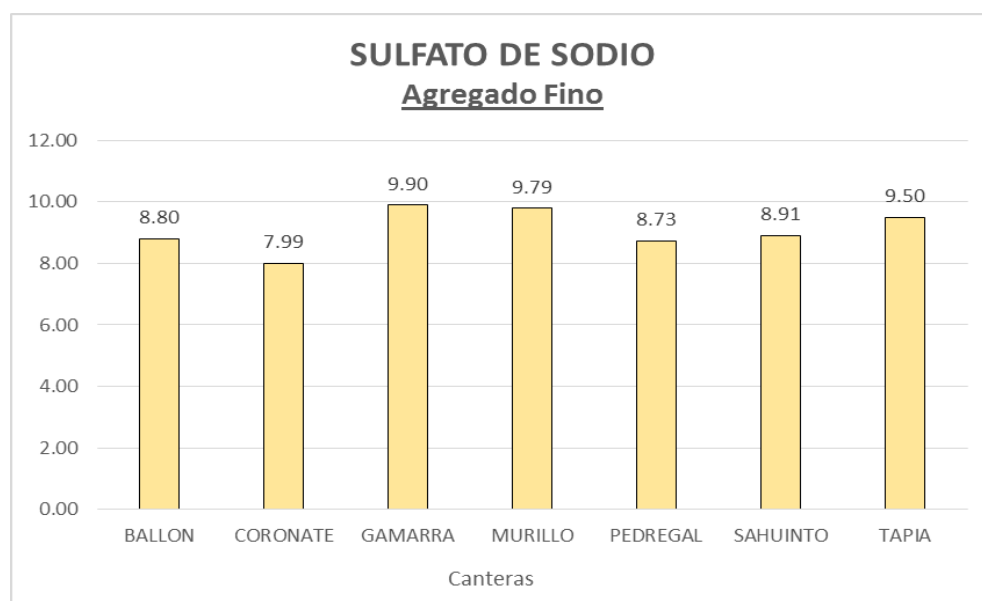


Figura 54. Sulfato de sodio del agregado fino de las 7 canteras.

Fuente: Autoría propia.

Según la figura 55 muestra los resultados del análisis químico de sulfato de sodio del agregado fino de las 7 canteras cuyo valor de porcentaje de pérdida entre todos son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico, valores están oscilando entre 7.99-9.90.

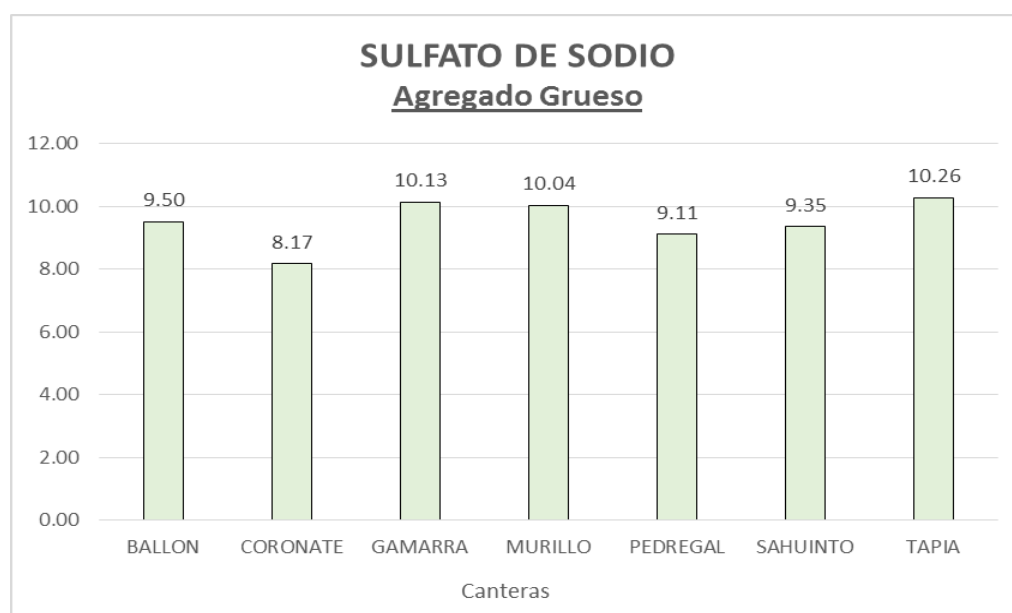


Figura 55. Sulfato de sodio del agregado fino de las 7 canteras.

Fuente: elaboración propia.

Según la figura 56 muestra los resultados del análisis químico de sulfato de sodio del agregado grueso de las 7 canteras cuyo valor de porcentaje de pérdida entre todos son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico, valores están oscilando entre 8.17-10.26.

- **Sales solubles en agregados.**

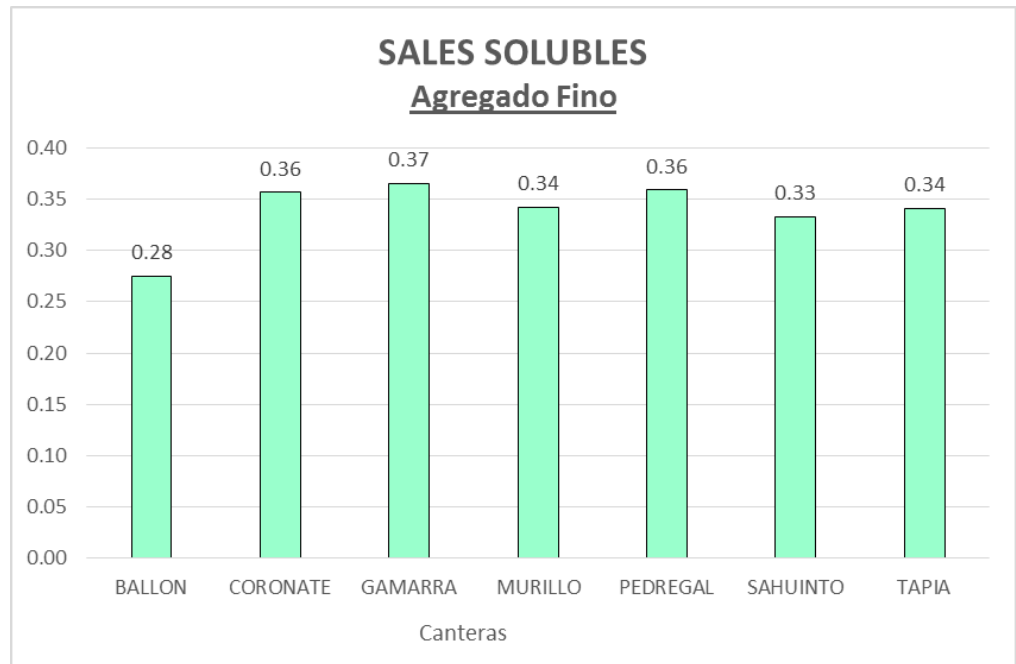


Figura 56: Sales solubles del agregado fino de las 7 canteras.
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 57 muestra los resultados del análisis químico de sales solubles del agregado fino de las 7 canteras cuyo valor de porcentaje de presencia de sales entre todos son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico, valores están oscilando entre 0.28-0.37.

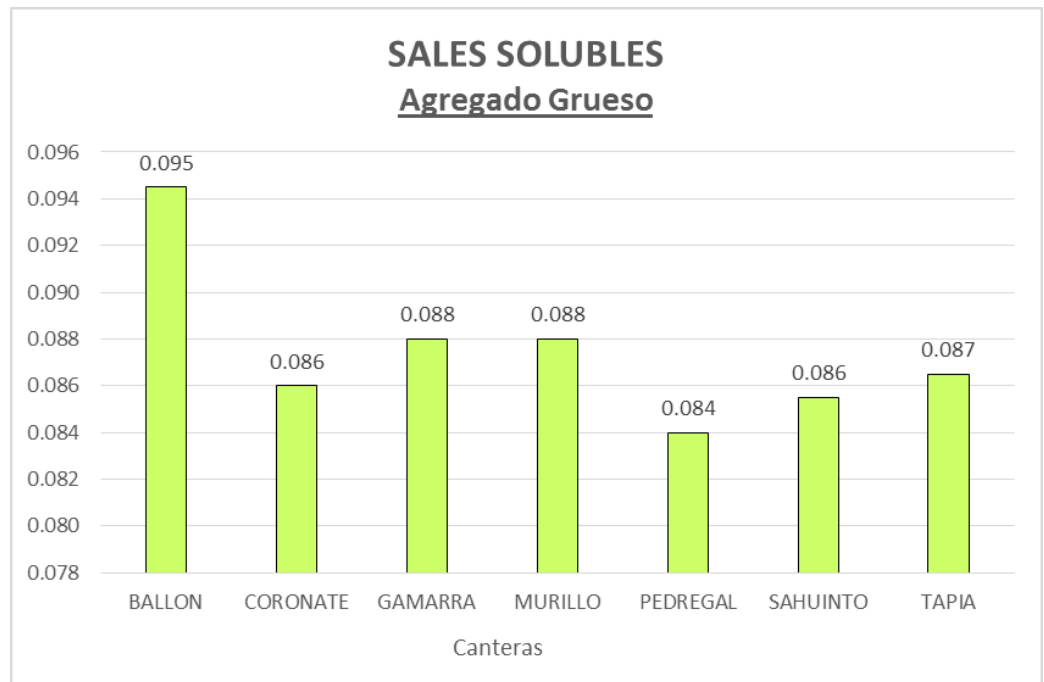


Figura 57: Sales solubles del agregado grueso de las 7 canteras.
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 58 muestra los resultados del análisis químico de sales solubles del agregado grueso de las 7 canteras cuyo valor de porcentaje de presencia de sales entre todos son muy parecidos la cual nos indica que dichos agregados se encuentran en un mismo mapa geológico, valores están oscilando entre 0.084-0.095.

5.1.2 Resultados de las propiedades mecánicas.

5.1.2.1 Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con un diseño de mezcla por el método módulo de fineza.

5.1.2.2 Análisis comparativo de la resistencia a la compresión.

Tabla 173: Resistencia promedio del concreto para un diseño $F'c=175$ Kg/cm².

Edad (días)	Canteras (kg/cm ²)						
	C. Ballon	C. Coronate	C. Gamarra	C. Murillo	C. Pedregal	C. Sahuinto	C. Tapia
7	262.48	225.91	271.52	245.61	279.47	225.91	263.66
14	310.32	294.24	339.43	276.67	351.63	294.24	345.76
28	347.86	350.73	366.19	333.65	381.65	350.73	382.6

Fuente: Autoría propia.

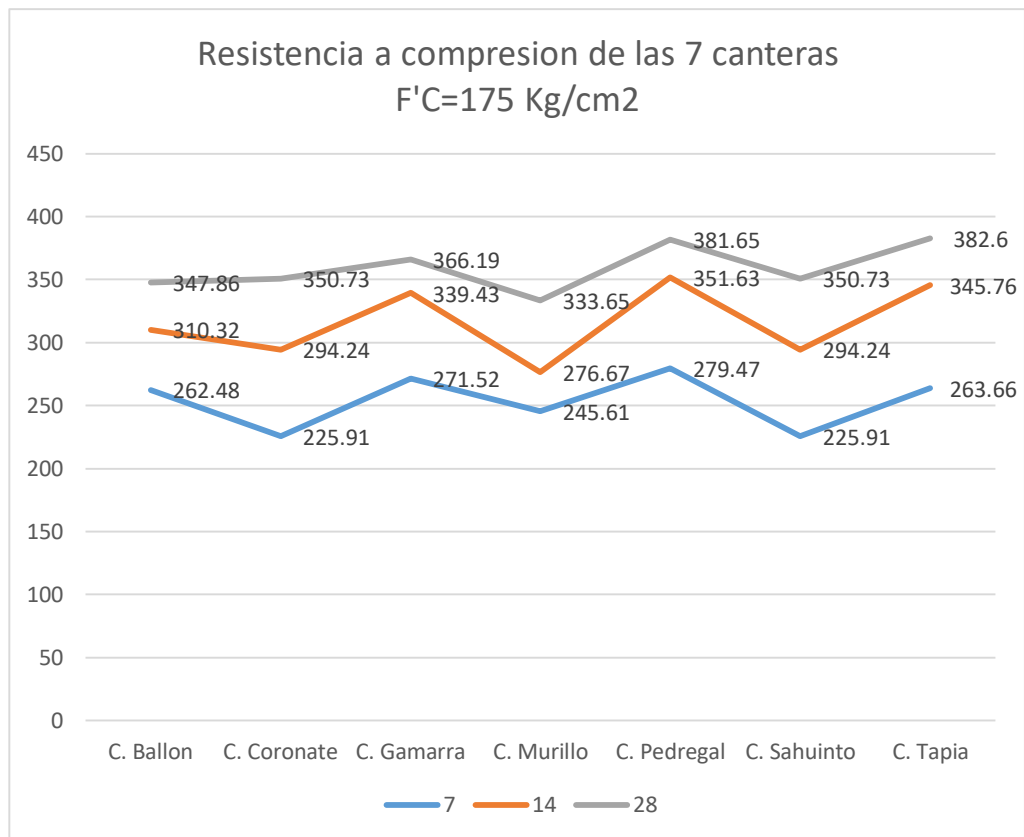


Figura 58: Resistencia a la compresión para un diseño $F'c=175$ Kg/cm².
Fuente: Autoría propia.

Según la figura 59 se muestra los resultados a compresión de las 7 canteras para un diseño $f'c=175$ Kg/cm², para un curado de 7, 14 y 28 días, los resultados a mayor detalle de cada una de las canteras se muestra en anexos.

Tabla 174: Resistencia promedio del concreto para un diseño $F'c=210$ Kg/cm².

Edad (días)	C. Ballon	C. Coronate	C. Gamarra	C. Murillo	C. Pedregal	C. Sahuinto	C. Tapia
7	300.9	279.49	295.25	293.55	312.00	279.49	330.11
14	329.16	375.52	318.36	346.22	337.01	375.52	383.42
28	413.71	431.35	410.19	409	418.77	431.35	425.42

Fuente: Autoría propia.

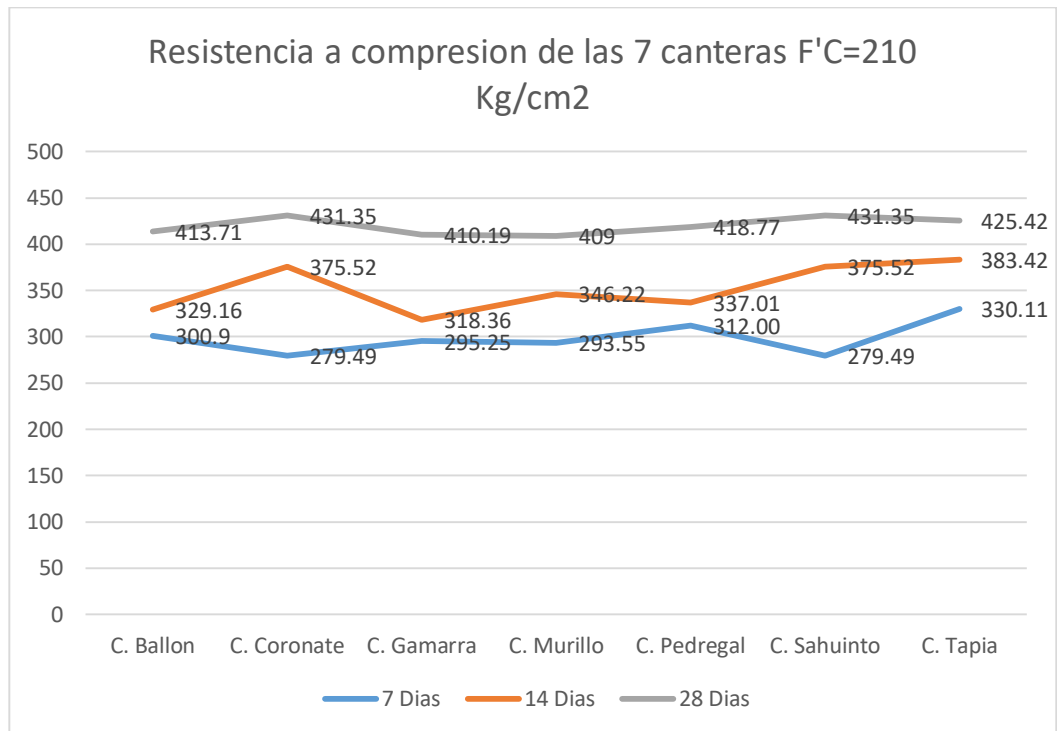


Figura 59: Resistencia a la compresión para un diseño $F'c=210$ Kg/cm2.

Según la figura 59 se muestra los resultados a compresión de las 7 canteras para un diseño $f'c=175$ Kg/cm2, para un curado de 7, 14 y 28 días, los resultados a mayor detalle de cada una de las canteras se muestra en anexos.

5.1.2.3 Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con un diseño de mezcla por el método módulo de fineza para $f_c=210$ kg/cm2 para un curado a in situ.

Análisis comparativo de las resistencias a la compresión.

Tabla 175: Resistencia promedio del concreto para un diseño $F'c=210$ Kg/cm2.

EDAD (días)	CANTERAS		
	TAPIA	CORONATE	SAHUINTO
	Resistencia kg/cm2 promedio	Resistencia kg/cm2 promedio	Resistencia kg/cm2 promedio
7	259.25	236.8	238.68
14	271.23	260.09	276.54
21	322.47	327.84	333.48

Fuente: Elaboración propia.

Para estos valores se asumió las 3 mayores resistencias que se obtuvo en el diseño de $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, como bien podemos observar en la figura N° 78 podemos apreciar que las canteras de Sahuinto, Coronate y Tapia fueron las que alcanzaron una mayor resistencia a los 28 días con un diseño de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Los criterios que se tomaron para estos diseños fueron en tema de curado, se tuvo un curado durante 7 días a intemperie tal como se usa el curado tradicional en obra para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados para un diseño $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. En la siguiente figura, se muestra las resistencias alcanzadas de las 3 canteras que se asumió para un curado a intemperie.

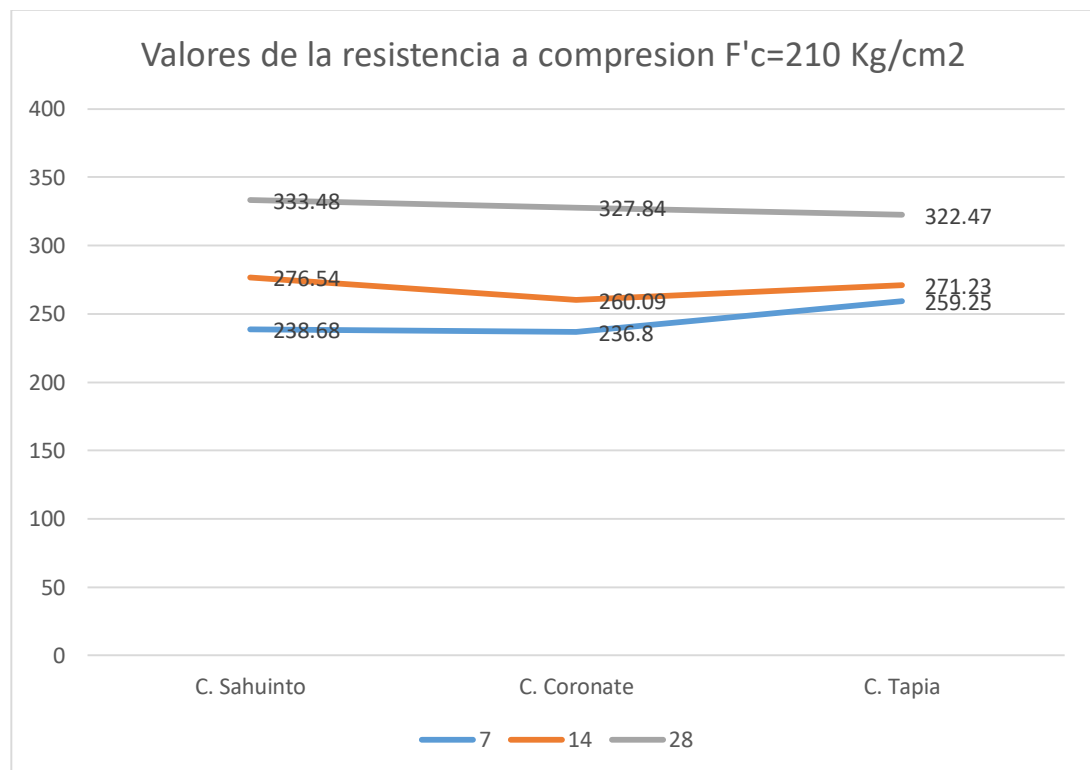


Figura 60: Resistencia a la compresión para un diseño $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

Fuente: Autoría propia.

Según la figura N° 61 se muestra los resultados de la resistencia a compresión $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, para un curado a intemperie durante 7 días.

5.2 Prueba de hipótesis.

Una prueba de hipótesis examina dos hipótesis opuestas sobre una población: la hipótesis nula y la hipótesis alternativa. La hipótesis nula es el enunciado que se probará. Por lo general, la hipótesis nula es un enunciado de que "no hay efecto" o "no hay diferencia". La hipótesis alternativa es el enunciado que se desea poder concluir que es verdadero de acuerdo con la evidencia proporcionada por los datos de la muestra.

El método utilizado para determinar la probabilidad de rechazar la hipótesis nula fue el T-Student, con la ayuda del programa SPSS.

Hipótesis general.

Hi: La calidad de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay influye en la resistencia del concreto empleado en las obras civiles.

Ho: La calidad de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay **NO** influye en la resistencia del concreto empleado en las obras civiles.

Tabla 176: Resumen de la resistencia de un concreto con diseño $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

Cantera	C. Ballon	C. Coronate	C. Gamarra	C. Murillo	C. Pedregal	C. Sahuinto	C. Tapia
Resistencia a la compresión a los 28 días	420.08	427.29	412.36	401.73	423.06	427.29	432.15
	412.91	437.75	407.27	414.37	420.08	437.75	419.86
	408.13	429.01	410.93	410.91	413.18	429.01	424.25

Fuente: **Autoría propia.**

Tabla 177: Datos estadísticos de la muestra.

Resistencia a la compresión	
Media	419.97
Desviación estándar	10.16
Error típico	2.22
Varianza de la muestra	103.14

Fuente: **Autoría propia.**

Tabla 178: Resultados obtenido del programa SPSS.

Prueba de Hipótesis						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la	
					Inferior	Superior
Resistencia a la compresión	0.152150499	21	0.011	1.015	415.35	424.59

Fuente: **Elaboración propia.**

Del cuadro se observa que el valor “sig.” es 0.011, menor a 0.05, por lo tanto, podemos afirmar el agregado de las canteras de Pachachaca influye de forma positiva en la resistencia del concreto empleado en las obras civiles.

Prueba de hipótesis específica N°01

Hi: La evaluación de las propiedades químicas de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay influye en la calidad del concreto de las obras civiles.

Ho: La evaluación de las propiedades químicas de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay **NO** influye en la calidad del concreto de las obras civiles.

Tabla 179: Resumen del análisis de PH de agregados.

ENSAYO	Cantera Ballon		Cantera Coronate		Cantera Gamarra		Cantera Murillo		Cantera Pedregal		Cantera Sahuinto		Cantera Tapia	
	A. Grueso	A. Fino	A. Grueso	A. Fino	A. Grueso	A. Fino	A. Grueso	A. Fino	A. Grueso	A. Fino	A. Grueso	A. Fino	A. Grueso	A. Fino
PHEN AGREGADOS	8.29	7.74	7.68	7.83	8.03	8.07	8.11	7.86	8.06	8.13	7.86	7.74	7.91	7.74

Fuente: Autoría propia.

Tabla 180: Datos estadísticos del PH del agregado grueso.

PH del agregado	
Media	7.99
Desviación estándar	0.20
Error típico	0.07
Varianza de la muestra	0.04

Fuente: Autoría propia.

Tabla 181: Resultados obtenido del programa SPSS.

Prueba de Hipótesis						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la	
					Inferior	Superior
Análisis del PH de agregado	0.3636	7	0.00195	0.04	7.81	8.17

Fuente: **Autoría propia.**

Tabla 182: Datos estadísticos del PH del agregado fino.

PH del agregado	
Media	7.87
Desviación estándar	0.16
Error típico	0.06
Varianza de la muestra	0.03

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 183: Resultados obtenido del programa SPSS.

Prueba de Hipótesis						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la	
					Inferior	Superior
Análisis del PH de agregado fino	0.1845	7	0.00163	0.045	7.72	8.02

Fuente: **Elaboración propia.**

Del cuadro, se observa que la “significancia” es de 0.00195 y 0.00163, es menor a 0.05, por lo tanto, podemos afirmar que la evaluación de las propiedades químicas G de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay influyen de forma positiva en la calidad del concreto de las obras civiles.

Prueba de hipótesis específica N°02

Hi: La evaluación de las propiedades físicas de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay influye en la calidad del concreto de las obras civiles.

H₀: La evaluación de las propiedades químicas de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay **NO** influye en la calidad del concreto de las obras civiles.

Tabla 184: Resumen del desgaste de agregados.

CANTERA	% de desgaste
CORONATE	22.18
BALLON	24.53
GAMARRA	23.52
MURILLO	23.52
PEDREGAL	22.88
SAHUINTO	25.24
TAPIA	23.69

Fuente: **Autoría propia**

Tabla 185: Datos estadísticos de la muestra.

Resistencia a la compresión	
Media	23.65
Desviación estándar	1.01
Error típico	0.38
Varianza de la muestra	1.02

Fuente: Autoría propia

Tabla 186: Resultados obtenido del programa SPSS.

Prueba de Hipótesis						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la	
					Inferior	Superior
Resistencia a la abrasión	0.2332	7	0.0038	2.05	22.72	24.58

Fuente: Elaboración propia SPSS

Tabla 187: Resumen de pesos específicos de los agregados de las canteras.

CANTERA	Peso específico A. Fino
Ballon	2.65
Coronate	2.66
Gamarra	2.65
Murillo	2.63
Pedregal	2.66
Sahuinto	2.66
Tapia	2.65

Fuente: Autoría propia

Tabla 188: Datos estadísticos de la muestra.

Peso específico del agregado fino	
Media	2.65
Desviación estándar	0.01
Error típico	0.004
Varianza de la muestra	0.0001

Fuente: Autoría propia

Tabla 189: Resultados obtenido del programa SPSS.

Prueba de Hipótesis						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la	
					Inferior	Superior
Peso específico del agregado fino	0.0300	7	0.001	0.001	2.64	2.66

Fuente: **Elaboración propia.**

Del cuadro, se observa que el p-value es 0.0038 y 0.001 menor al error 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 , por lo tanto, podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que la evaluación de las propiedades físicas de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay influye en la calidad del concreto de las obras civiles.

5.3 Discusión de resultados.

Discusión del resultado 01

Según Olarte, B. (2017) concluye que de la calidad de los agregados se obtiene mejores resultados en la resistencia y una dosificación más precisa cuando estas se encuentran en peso seco; por lo tanto, según los resultados de esta investigación y la prueba de hipótesis mostrada coinciden ya que los diseños de mezcla se utilizó las proporciones en peso seco y llegando a obtener resultados más de 100 % de f'c. cr; por lo se asevera que el estudio es aplicable en cualquier ámbito.

Discusión del resultado 02

Según Ortiz, E. (2014) concluye que Las características de los agregados dependen de su origen y forma de explotación. Los agregados triturados por tener una constitución química y mineralogía homogénea propiedades físicas, mecánicas y de resistencia, casi siempre son iguales con valores altos. En los agregados naturales sus características tienen composición variada por proceder de depósitos pluviales, etc., sus partículas son de diversas características y sus propiedades son bajas; por lo tanto, según los resultados obtenidos en los ensayos de los análisis químicos que se realizaron en esta investigación tales como PH, Sales Solubles, Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio, tienes valores similares debido a que los agregados a estudiar son de una sola cuenca, así mismo en las propiedades físicas también ocurre lo mismo ya que los valores son similares; por lo tanto se asevera que el estudio es aplicable en cualquier ámbito.

Discusión del resultado 3

Según Mendoza, G. (2008) concluye que el agregado grueso cumple con el límite de desgaste proporcionado por la norma ASTM C-131 por lo tanto este agregado podría ser utilizado para la fabricación de concretos; por lo tanto según los resultados de esta investigación y la prueba de hipótesis mostrada coinciden ya que los ensayos realizados de abrasión tuvieron un desgaste como máximo de 25.25 % la cual estas dentro del rango permitido de la norma; por lo tanto se asevera que este estudio es aplicable en cualquier ámbito.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones

- 1) Se logró demostrar la hipótesis general que indica “La calidad de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay influye en la resistencia del concreto empleado en las obras civiles”.
 - Las resistencias a la compresión del concreto cuando los testigos están curados de acuerdo a la norma, superaron los valores esperados.
 - Por tanto, se concluye que el agregado fino y grueso de las canteras de Pachachaca-Abancay influyen significativamente en las propiedades mecánicas del concreto.
 - Con respecto al curado de las muestras de concreto, se observa que al ser sumergidas en agua durante los días que indica en la normativa el concreto llega a la resistencia de diseño y supera los porcentajes establecidos siendo estos de un promedio de 422.5 kg/cm² que significa el 143.71% de diseño, mientras al ser curadas en in situ el concreto llega a un promedio de 307.23 kg/cm² que significa el 104.5 % de diseño, superando la resistencia de diseño, pero en menores porcentajes que cuando están sumergidas en agua.

- 2) Se demostró la hipótesis específica N° 01 que indica “La evaluación de las propiedades químicas de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay influye en la calidad de las obras civiles”.
 - Las propiedades químicas del agregado de las canteras de Pachachaca-Abancay cuentan con condiciones óptimas para el uso, las estas fueron evaluadas de acuerdo a Norma Técnica Peruana, tal como se muestra en las tablas N° 151 y 152, el resultado del ensayo del PH de agregados de las canteras evaluadas.

- De las tablas N°153, 154, 155 y 156, se concluye que el agregado fino y grueso de las canteras cumplen los ensayos de sales solubles, sulfatos de sodio y magnesio en agregados, el agregado de las canteras de Pachachaca-Abancay, cuentan condiciones óptimas para su uso como componente del concreto.
- 3) Se pudo demostrar la hipótesis específica N° 02 que indica “La evaluación de las propiedades físicas de los agregados extraídos de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay influye en la calidad de las obras civiles”.
- Las granulometrías del agregado fino en las 7 canteras evaluadas no cumplen con los parámetros de máximos y mínimos establecidos por la Norma Técnica Peruana.
 - La curva granulométrica del agregado grueso si está dentro de los máximos y mínimos establecidos por la Norma Técnica Peruana, por ello, el tamaño máximo nominal fue de 1” para las canteras de Sahuinto y TMN. De 3/4” para el resto de canteras.
 - El módulo de fineza cuenta con valores mayores a 3.10, para tener un agregado fino que cumplan con los parámetros, se realizó un lavado del material a ensayar mostrando así valores que se encuentran dentro de la curva granulométrica.
 - Con respecto al ensayo de abrasión, se obtuvo un desgaste de 25.25 % como máximo, esto quiere decir, que los agregados gruesos tienen buena resistencia al desgaste y es menor al 50% que es el porcentaje máximo admisible.
 - Con el ensayo de Peso Unitario Suelto, se obtuvo en el agregado grueso de las canteras de Corónate, Ballón, Pedregal, Sahuinto, Tapia, Murillo y

Gamarra tienen un valor es de 1505, 1435, 1579, 1633, 1608, 1540 y 1540 kg/m³, siendo menor con respecto al agregado fino cuyo valor es de 1583, 1671, 1671, 1704, 1672, 1634 y 1648 kg/m³, lo que indica que la arena y el agregado grueso en estado natural de las 7 canteras tienen casi la misma masa por unidad de volumen.

- Con el ensayo de Peso Unitario Compactado, se obtuvo en el agregado grueso de las canteras de Corónate, Ballón, Pedregal, Sahuinto, Tapia, Murillo y Gamarra tienen un valor es de 1693, 1849, 1755, 1783, 1754, 1745 y 1737 kg/m³, siendo menor con respecto al agregado fino cuyo valor es de 1596, 1561, 1653, 1700, 1692, 1626 y 1622 kg/m³, lo que indica que la arena y el agregado grueso de las 7 canteras tienen casi la misma masa por unidad de volumen a pesar de haber pasado por el proceso de compactación.
- Se concluye que el agregado influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto, obteniendo diferentes resultados de acuerdo a su cantera de procedencia.
- Las canteras Sahuinto, Corónate y Tapia son las que tuvieron mayor resistencia a la compresión (431.35, 431.35 y 425.42 Kg/cm²) a los 28 días de curado,
- En el uso para la producción de concreto en obras civiles, no se cumplen los estándares de diseño, por factores como son la precisión al momento de utilizar la proporción de los materiales en la elaboración de la mezcla del diseño de mezcla.
- Los agregados de la cantera Murillo fueron los que obtuvieron valores menores en cuanto a la resistencia a la compresión, esto no quiere decir, que

el agregado sea pésimo, pues se debe a un ordenamiento también de las partículas dentro del concreto el cual no es uniforme dentro de una briqueta.

- Se pudo concluir que es recomendable tener en cuenta los procesos de dosificación por peso a diferencia del volumen, ya que los materiales en su estado húmedo como es el caso de la arena al estar húmeda o saturada, su peso aumenta. Así como lo menciona el ACI 211.1, si la dosificación se hace por peso seco se obtiene mejores resultados en la resistencia y una dosificación más precisa.

Recomendaciones:

- Para mejorar la calidad del concreto se recomienda el lavado del agregado fino debido a que este en estado natural no cumple con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana.
- Se recomienda nuevas investigaciones de la influencia del agregado fino y grueso en la resistencia a la flexión del concreto.
- Se recomienda tamizar por la malla 1/4 ya que las arenas que provienen de las canteras de Pachachaca-Abancay no tienen un tamizado adecuado a la hora de su producción por que estas presentan demasiado grueso.
- Se recomienda complementar la investigación, realizando un análisis petrográfico.
- Se recomienda la utilización de nuevos diseños de mezcla para la elaboración del concreto con agregados de las canteras de Pachachaca – Abancay, con la finalidad de ampliar los conocimientos sobre los materiales de construcción.
- En las construcciones de las obras civiles en Abancay, se prepara el concreto con un cálculo por experiencia en donde no se conoce las propiedades físicas y químicas del concreto, por ello, se recomienda el cálculo de las características del agregado antes mencionada para obtener un concreto de mejor calidad.
- Al momento de efectuar las obras, se recomienda que los agregados deben utilizarse tomando o en cuenta el peso seco, porque cuando estas se encuentran húmedas, se incrementa los pesos unitarios y distorsionan el diseño de mezclas que posteriormente inciden en una menor resistencia del concreto.
- Es recomendable hacer este tipo de ensayos dirigidos la obtención de las propiedades mecánicas de las muestras en estudio, se debe hacer cada cierto tiempo debido a que conforme continúa la explotación de estos en una determinada

cantera; debido a que cada una tiene características particulares, no siempre serán iguales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto , F. (2009). *Clasificación del agregado en el Perú*. Lima: 2da Edición San Marcos.
- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima: 2da Edición San Marcos.
- Alfredi Mansen V., C. I. (s.f.). Factores a ser tomados en cuenta en el control de erosión de quebradas. *Instituto de la Construcción y Gerencia*, 55-57.
- Bernal, C. A. (2006). *Metodología de la investigación*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Carranza Morales, J. F., & Paredes Quintana, R. A. (2018). *Evaluación técnico-económica de los agregados producidos por las canteras de la Provincia de Chiclayo para fines de obras viales*. Pimentel-Perú.
- Castillo, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.
- Chávez Tello, M. A., & Pinchi Vasquez, E. (2015). *Producción industrial de agregados y concreto en la ciudad de Tarapoto*. Tarapoto.
- Contreras Delgado, W. A. (2014). *Influencia de la forma y textura del agregado grueso de la cantera olano en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Jaen-Cajamarca*. Jaen-Cajamarca-Perú.
- Díaz, J. S. (2009). *Deslizamientos Volumen I: Análisis geotécnico*. . Bucaramanga, Colombia: División de Publicaciones Universidad.
- Enríquez, J. E. (2012). Dinámica de flujo de lodos. *Unimar*, 43-54.
- Fundación Wikimedia, I. (26 de Febrero de 2018). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_%C3%81ncash_de_1970
- Guillermina Garzón Heydt, J. A. (2009). Las avenidas torrenciales en cauces efímeros: ramblas y abanicos aluviales. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17(3), 254-263.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (4ta Edición ed.). México DF: MCGRAW-HILL.
- Jessica, R. (03 de Marzo de 2013). *Introducción a las fuentes primarias , secundarias y terciarias*. Obtenido de Sitio web es.slideshare.net.
- Karen, L. (5 de noviembre de 2015). *Canteras*. Obtenido de sitio web canterastecnología: <http://canterastecnologia1002.blogspot.com/>
- Lozada Tiglla, E. F. (2018). *“Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – provincia de Utcubamba. Pimentel-Perú.*
- Márquez Moreno, J. R., & Pintor Hidalgo, F. J. (2012). *Mejoramiento de la calidad del concreto hidráulico optimizando la relación agua – cemento, grava –arena y propiedades físicas de los agregados pétreos para producir concretos de alto desempeño*. México,D.F.
- Medrano Aguilar, J. (2015). *Diseño de mezclas*. Lima.
- Mendoza Camey, V. G. (2008). *Evaluación de la calidad de agregados para concreto en el departamento de Totonicapán*. Guatemala.
- Montes de Oca, R. A. (4 de octubre de 2010). *Impactos en el medio ambiente producido por la explotación de las canteras en Cuba*. Obtenido de <https://www.monografias.com/.../medio-ambiente-explotacion-canteras/medio-ambiente>.
- MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales mtc*. Lima-Perú.
- NTP 339.034. (2014). Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas en *Norma Técnica Peruana*.
- NTP 339.185. (2014). Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado en *Norma Técnica Peruana*.

- NTP 400.017. (2014). Peso unitario y vacíos de los agregados en *Norma Técnica Peruana*.
- NTP 400.021. (2014). Peso específico y abasorción de agregados gruesos en Norma Técnica Peruana.
- NTP 400.022. (2014). Gravedad específica y absorción de agregados finos en *Norma Técnica Peruana*.
- NTP 400.037. (2014). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global en Norma Técnica Peruana.
- Olarte Buleje, X. (2017). *Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles*. Andahuaylas-Apurímac.
- Ortega Castro, A. (2013). *La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles*. Ambato.
- Ortiz de León, E. (2004). *Calidad de agregados producidos en Guatemala*. Guatemala.
- Pambi, M. (2015). *Diseño de sistema de costos para la elaboración de los estados de costos de producción de canteras*. Machala.
- Pasquel Carbajal, E. (1998-1999). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. Lima: 2da Edición Colegio de Ingenieros del Perú.
- Pérez García, N., Garnica Anguas, P., & Rivera, A. (2018). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de un agregado de concreto reciclado*. México: Instituto mexicano de transporte.
- Pérez, C. A. (2009). Vulnerabilidades urbanas en los países andinos (Bolivia, Ecuador, Perú). *Instituto francés de estudios andinos*, 475-486.
- Porrero S, J., Ramos R, C., Grases G, J., & Velazco J, G. (2003). *Manual del concreto estructural*. Venezuela: Impresos Minipres.

- PREDES. (2012). *Amenazas ante eventos de movimientos en masa e inundaciones, áreas críticas y medidas de mitigación en la región Apurímac, Perú*. Serie de investigación regional. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC-Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). *Nte e. 060 concreto armado*. Lima.
- Rincondelvago. (s.f.). Obtenido de <https://html.rincondelvago.com/disenio-de-mezclas.html>
- Rivera, G. A. (2013). *Concreto simple*. Cauca.
- Rivero., A. (15 de Febrero de 2009). *Dpto. de objetos perdidos*. Obtenido de <https://arturoriveroh.wordpress.com/2009/02/15/una-cronica-la-tragedia-de-carmen-de-uria/>
- Rivva Lopez, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima: 1ra Edición Capítulo Peruano del ACI.
- Rivva López, E. (2010). *Tecnología del concreto*. Lima: Editorial UNI.
- Sandra Villacorta, L. F. (2012). Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 393 - 399.
- SENCICO. (23 de mayo de 2006). *NTP 400.037*. Obtenido de SENCICO: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:8iXtPOYu4joJ:https://www.sencico.gob.pe/descargar.php%3FidFile%3D175+&cd=12&hl=es&ct=clnk&gl=pe>
- Silva, J. (2016). *Tipos de agregados y su influencia en el diseño de mezcla del concreto*.
- Torre, A. C. (2012).
- Torre, C. (2004). *Curso básico de tecnología de concreto para ingenieros civiles*. Lima.
- Torre, V. S. (2012). *Tecnología del concreto*. Lima.
- Tueros Rojas, R., & López Jara, A. G. (2016). *Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto no estructurales con la sustitución de*

agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% curados por inmersión. Cusco.

Vargas Palomino, O. (2016). *Análisis de la influencia de la procedencia de agregados y repercusión en el diseño de mezclas de concretos estructurales en el distrito de Puno. Puno.*

Villa, S. (11 de Junio de 2012). *Peligros geológicos en el Perú* . Obtenido de <https://peligrosgeologicosenelperu.blogspot.pe/2012/06/avalancha-de-detritos-en-el-cerro.html>

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

ANEXO 2: ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS.

ANEXO 3: ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS.

ANEXO 4: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN.

ANEXO 6: DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD.

ANEXO 7: TABLAS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS.

ANEXO 8: PROTOCOLOGO DE CONSENTIMIENTO.

Los anexos y otros documentos están resguardado en los archivos de la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes.