

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ENROCADO Y DEL  
SISTEMA BOLSACRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
LA RADA INTERIOR DEL PROYECTO LIMA MARINA  
CLUB, COSTA VERDE**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. BAUER RAFFO, GUSTAVO JUAN  
Bach. PÉREZ CALAGUA, JOAO ALONSO**

**ASESOR: Mg. Ing. CHAVARRÍA REYES, LILIANA JANET**

**LIMA – PERÚ**

**AÑO: 2015**

## **DEDICATORIA**

*Agradezco al universo por ponerme en este lugar, en este instante, en este reto...*

*A mis padres que a lo largo de los años estuvieron conmigo apoyándome en todo,  
empujándome y cargándome para no dejarme caer.*

*A mi inmensa familia que siempre estuvieron al pendiente de mis éxitos y a mi tío  
Gustavo, puesto que fue una gran influencia y apoyo en la tesis*

*A mi querida Priscilla, mi mejor amiga que siempre me empujó a ir por más.*

*Gustavo Bauer Raffo*

## **DEDICATORIA**

*A Dios, artífice de todo lo que nos rodea, guía de nuestro camino, al cual solo le pido siempre vida y salud para poder realizar todas las metas trazadas en la vida.*

*A mi madre, por haber hecho de mí un hombre de bien y un gran profesional con ética a carta cabal, nada de lo que soy fuera posible sin sus enseñanzas y su ejemplo.*

*A mi novia Andrea, fiel compañera de la que estoy muy orgulloso y agradeceré siempre por todo el apoyo brindado.*

*Joao Pérez Calagua*

## **AGRADECIMIENTO**

*A nuestra asesora la Mg. Ing. Liliana Chavarría Reyes, por la paciencia, colaboración y orientación en el desarrollo y culminación de la presente tesis.*

*Agradecer a la Universidad Ricardo Palma por el apoyo en el uso de su Laboratorio de Ensayo de Materiales y a sus técnicos especialistas.*

*Un agradecimiento especial a la empresa Ulmen SA. Con sus representantes el Sr. René Ferrada y el Sr. Marco Zegarra, quienes depositaron su confianza para poder representar a su marca, brindándonos el soporte técnico, económico y hacernos sentir como en casa tanto por sus instalaciones, como por sus colaboradores.*

## ÍNDICE TEMÁTICO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>2</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática	2
1.2. Formulación del Problema	2
1.2.1. Problema Principal	2
1.2.2. Problemas Específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo Principal	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Justificación de la investigación	3
1.5. Limitaciones de la investigación	4
1.6. Viabilidad de la investigación	5
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
2.1. Antecedentes de la Investigación	6
En el ámbito Internacional	6
En el ámbito Nacional	9
2.2. Bases Teóricas	10
2.2.1. Definiciones Conceptuales	10
2.2.1.1. Cemento	10
2.2.1.2. Agregado Fino	11
2.2.1.3. Agregado Grueso	11
2.2.1.4. Agua	11
2.2.1.5. Micro sílice	11
2.2.1.5.1. Micro sílice Empleada MasterLife SF 100	13
2.2.1.6. Nano sílice	14
2.2.1.6.1. Nano sílice Empleada GAIA	14
2.2.1.7. Aditivos	15
2.2.1.7.1. Aditivo Empleado Reductor de Agua W-73 ULMEN	16
2.2.1.7.2. Aditivo Empleado: Superplastificante SP-4 ULMEN	17
2.2.1.8. Superplastificante	18
2.2.1.9. Enrocado	18
2.2.1.10. Rompeolas	18
2.2.1.11. Espigón	19
2.2.1.12. Núcleo	19
2.2.1.13. Capa Intermedia	19
2.2.1.14. Coraza	19
2.2.1.15. Geotextil	20

2.2.1.16. Bolsacreto	20
2.2.1.17. Erosión	20
2.2.1.18. Tiempo	20
2.2.1.19. Costo	21
2.2.1.20. Rada	21
2.2.2. Obras de protección	21
2.2.2.1. Rompeolas	21
2.2.2.1.1. Funciones de los rompeolas	22
2.2.2.1.2. Clasificación de los Rompeolas	22
2.2.2.1.3. Secciones típicas y taludes	24
2.2.2.1.4. Procedimiento Constructivo	25
2.2.2.1.5. Canteras	25
2.2.2.1.6. Selección y Carguío	26
2.2.2.1.7. Colocación de la Roca	27
2.2.2.1.8. Transporte de Sedimentos	28
2.2.2.2. Bolsacreto	28
2.2.3. Formulación de Hipótesis	30
2.2.3.1. Hipótesis General	30
2.2.3.2. Hipótesis Específica	30
2.2.3.3. Identificación de Variables	30
2.2.3.4. Definición Conceptual de las Variables	30
2.2.3.5. Operacionalización de las variables e indicadores	31
<b>CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO</b>	<b>32</b>
3.1. Diseño de la Investigación	32
3.2. Población y Muestra	32
3.3. Operacionalización de las Variables	34
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	35
3.4.1. Descripción de los Instrumentos	35
3.4.2. Validez y confiabilidad de los instrumentos	36
3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos	41
3.6. Aspectos éticos	42
<b>CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>43</b>
4.1. Análisis e interpretación de los resultados	43
4.1.1. Sistema de Protección por Enrocado	43
4.1.1.1. Descripción del Proyecto	43
4.1.1.2. Batimetría de la Rada	44
4.1.1.3. Construcción de Espigones	45
4.1.1.4. Colocación del Material de Núcleo, Capa Intermedia y Coraza	46
4.1.1.5. Proceso Constructivo de los Espigones de la Rada	51
4.1.2. Sistema de Protección por Bolsacreto	54
4.1.2.1. Características del Bolsacreto	56
4.1.2.2. Proceso Constructivo	56

4.1.3.1. Diseño de Mezcla con Cemento Tipo V	64
4.1.3.2. Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados	70
4.1.3.3. Agregado Fino	75
4.1.3.4. Agregado Grueso	95
4.2. Resultados de la investigación	113
4.2.1. Ensayos de Concreto Fresco	113
4.2.2. Análisis de Costos para el Sistema por Enrocado	123
4.3. Contrastación de Hipótesis	143
4.3.1. Resistencia a la compresión	143
4.3.2. Análisis de Costos para el Enrocado	166
4.3.3. Tiempo entre Enrocado y Bolsacreto	187
4.3.4. Costo entre Enrocado y Los Diseños	191
4.3.4.1. Diseño 1 vs Enrocado	191
4.3.4.2. Diseño 2 vs Enrocado	195
4.3.4.3. Diseño 3 vs Enrocado	198
4.3.4.4. Diseño 4 vs Enrocado	201
4.3.4.5. Diseño 5 vs Enrocado	204
4.3.4.6. Diseño 6 vs Enrocado	207
4.4. DISCUSIÓN	210
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>212</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>213</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>214</b>
1. Referencias Bibliográficas	214
2. Referencias Electrónicas	215

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Geotextil para Bolsacreto -I Pavco</i>	29
<i>Tabla 2: Operacionalización de Variables</i>	34
<i>Tabla 3: Tipos de Polímeros</i>	54
<i>Tabla 4: Modulo de fineza de los agregados</i>	70
<i>Tabla 5: Norma Técnica Peruana para Ensayo de Laboratorio</i>	72
<i>Tabla 6: Granulometría del agregado fino</i>	76
<i>Tabla 7: Análisis Granulométrico del Fino # 1</i>	78
<i>Tabla 8: Análisis Granulométrico del Fino # 2</i>	79
<i>Tabla 9: Análisis Granulométrico del Fino # 3</i>	80
<i>Tabla 10: Análisis Granulométrico del Fino # 4</i>	81
<i>Tabla 11: Promedios de Análisis Granulométrico del Fino</i>	82
<i>Tabla 12: Peso Unitario del Agregado Fino #1</i>	85
<i>Tabla 13: Peso Unitario del Agregado Fino #2</i>	86
<i>Tabla 14: Peso Unitario del Agregado Fino #3</i>	87
<i>Tabla 15: Promedio del Peso Unitario del Agregado Fino</i>	88
<i>Tabla 16: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino #1</i>	90
<i>Tabla 17: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino #2</i>	91
<i>Tabla 18: Promedios de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino</i>	92
<i>Tabla 19: Porcentaje de Humedad del Agregado Fino para los 6 Diseños elaborados</i>	93
<i>Tabla 20: Material que pasa por la Malla #200 Del Fino</i>	95
<i>Tabla 21: Granulometría y porcentaje que pasa por los tamices normalizados</i>	97
<i>Tabla 22: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso #1</i>	98
<i>Tabla 23: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso #2</i>	99
<i>Tabla 24: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso #3</i>	100
<i>Tabla 25: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso #4</i>	101
<i>Tabla 26: Promedio del Análisis Granulométrico del Agregado Grueso</i>	102
<i>Tabla 27: Peso Unitario del Agregado Grueso #1</i>	104
<i>Tabla 28: Peso Unitario del Agregado Grueso #2</i>	105
<i>Tabla 29: Promedio de Peso Unitario del Agregado Grueso</i>	106
<i>Tabla 30: Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso #1</i>	108
<i>Tabla 31: Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso #2</i>	109
<i>Tabla 32: Promedios del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso</i>	110
<i>Tabla 33: Contenido de humedad del Agregado Grueso</i>	112
<i>Tabla 34: Material que pasa por la malla #200 del Grueso</i>	113
<i>Tabla 35: Proporciones para el Concreto, Diseño 1</i>	114
<i>Tabla 36: Proporciones para el Concreto, Diseño 2</i>	114
<i>Tabla 37: Proporciones para el Concreto, Diseño 3</i>	115
<i>Tabla 38: Proporciones para el Concreto, Diseño 4</i>	115
<i>Tabla 39: Proporciones para el Concreto, Diseño 5</i>	116
<i>Tabla 40: Proporciones para el Concreto, Diseño 6</i>	116
<i>Tabla 41: Macro del Diseño 1</i>	117

<i>Tabla 42: Macros del Diseño 2</i>	118
<i>Tabla 43: Macros del Diseño 3</i>	119
<i>Tabla 44: Macros del Diseño 4</i>	120
<i>Tabla 45: Macros del Diseño 5</i>	121
<i>Tabla 46: Macros del Diseño 6</i>	122
<i>Tabla 47: Dimensiones de los Espigones para el Enrocado</i>	123
<i>Tabla 48: A.P.U. "Suministro y Colocación de Material de Núcleo"</i>	125
<i>Tabla 49: A.P.U. "Acopio"</i>	127
<i>Tabla 50: A.P.U. "Explotación, Carguío y Transporte de Coraza y Capa Intermedia"</i>	129
<i>Tabla 51: A.P.U. "Colocación de Roca Coraza y Capa Intermedia"</i>	131
<i>Tabla 52: Presupuesto General para un Enrocado</i>	132
<i>Tabla 53: Suministro de Geotextiles</i>	132
<i>Tabla 54: Dimensión del Geotextil llenado</i>	133
<i>Tabla 55: Cantidad de Bolsacretos para la rada interior del proyecto</i>	133
<i>Tabla 56: Volumen del Núcleo para Bolsacretos</i>	133
<i>Tabla 57: A.P.U. "Bolsacreto con Diseño 1"</i>	135
<i>Tabla 58: A.P.U. "Bolsacreto con Diseño 2"</i>	136
<i>Tabla 59: A.P.U. "Bolsacreto con Diseño 3"</i>	137
<i>Tabla 60: A.P.U. "Bolsacreto con Diseño 4"</i>	138
<i>Tabla 61: A.P.U. "Bolsacreto con Diseño 5"</i>	139
<i>Tabla 62: A.P.U. "Bolsacreto con Diseño 6"</i>	140
<i>Tabla 63: Presupuesto General para un Bolsacreto, Diseño 1</i>	141
<i>Tabla 64: Presupuesto General para un Bolsacreto, Diseño 2</i>	141
<i>Tabla 65: Presupuesto General para un Bolsacreto, Diseño 3</i>	141
<i>Tabla 66: Presupuesto General para un Bolsacreto, Diseño 4</i>	142
<i>Tabla 67: Presupuesto General para un Bolsacreto, Diseño 5</i>	142
<i>Tabla 68: Presupuesto General para un Bolsacreto, Diseño 6</i>	142
<i>Tabla 69: Resistencia de los Diseños 1 y 2</i>	143
<i>Tabla 70: Descripción de los Resultados del Diseño 1 y 2</i>	144
<i>Tabla 71: Shapiro-Wilk del Diseño 1 y 2</i>	145
<i>Tabla 72: Resumen del Diseño 1 y 2</i>	146
<i>Tabla 73: Resistencia de los Diseños 3 y 4</i>	149
<i>Tabla 74: Descripción de los Resultados del Diseño 3 y 4</i>	150
<i>Tabla 75: Shapiro-Wilk del Diseño 3 y 4</i>	151
<i>Tabla 76: Resumen del Diseño 3 y 4</i>	152
<i>Tabla 77: T de Student, Diseño 3 y 4</i>	152
<i>Tabla 78: Resistencia de los Diseños 5 y 6</i>	155
<i>Tabla 79: Descripción de los Resultados del Diseño 5 y 6</i>	156
<i>Tabla 80: Shapiro-Wilk del Diseño 5 y 6</i>	157
<i>Tabla 81: Resumen del Diseño 5 y 6</i>	158
<i>Tabla 82: Curva de Resistencia Diseño 1</i>	161
<i>Tabla 83: Curva de Resistencia Diseño 2</i>	161
<i>Tabla 84: Curva de Resistencia Diseño 3</i>	162

<i>Tabla 85: Curva de Resistencia Diseño 4</i>	162
<i>Tabla 86 Curva de Resistencia Diseño 5</i>	163
<i>Tabla 87: Curva de Resistencia Diseño 6</i>	163
<i>Tabla 88: Comparación de la Curva de Resistencia Diseño 1 y 2</i>	164
<i>Tabla 89: Comparación de la Curva de Resistencia Diseño 3 y 4</i>	164
<i>Tabla 90: Comparación de la Curva de Resistencia Diseño 1 y 2</i>	165
<i>Tabla 91: Resumen de SPSS #1 Enrocado</i>	168
<i>Tabla 92: Resumen de SPSS #2 Enrocado</i>	170
<i>Tabla 93: Resumen de SPSS #3 Enrocado</i>	171
<i>Tabla 94: Resumen de SPSS #4 Enrocado</i>	172
<i>Tabla 95: Resumen de SPSS #5 Enrocado</i>	173
<i>Tabla 96: Resumen de SPSS #6 Enrocado</i>	173
<i>Tabla 97: Resumen de SPSS #7 Enrocado</i>	175
<i>Tabla 98: Tabulación del Tiempo del Enrocado vs Bolsacreto</i>	188
<i>Tabla 99: Ch-Cuadrado de Tiempos de Enrocado y Bolsacreto</i>	189
<i>Tabla 100: Tabulación del Costo del Enrocado vs Bolsacreto Diseño 1</i>	192
<i>Tabla 101: Chi-Cuadrado de Costos Enrocado y Bolsacreto Diseño 1</i>	193
<i>Tabla 102: Tabulación del Costo del Enrocado vs Bolsacreto Diseño 1</i>	195
<i>Tabla 103: Chi-Cuadrado de Costos Enrocado y Bolsacreto Diseño 2</i>	196
<i>Tabla 104: Tabulación del Costo del Enrocado vs Bolsacreto Diseño 3</i>	198
<i>Tabla 105: Chi-Cuadrado de Costos Enrocado y Bolsacreto Diseño 3</i>	199
<i>Tabla 106: Tabulación del Costo del Enrocado vs Bolsacreto Diseño 4</i>	201
<i>Tabla 107: Chi-Cuadrado de Costos Enrocado y Bolsacreto Diseño 4</i>	202
<i>Tabla 108: Tabulación del Costo del Enrocado vs Bolsacreto Diseño 5</i>	204
<i>Tabla 109: Chi-Cuadrado de Costos Enrocado y Bolsacreto Diseño 5</i>	205
<i>Tabla 110: Tabulación del Costo del Enrocado vs Bolsacreto Diseño 6</i>	207
<i>Tabla 111: Chi-Cuadrado de Costos Enrocado y Bolsacreto Diseño 6</i>	208

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Tamizador eléctrico</i>	36
<i>Ilustración 2: Tamices normalizados</i>	37
<i>Ilustración 3: Maquina de Compresión Axial Electro-Hidráulica</i>	38
<i>Ilustración 4: Horno de secado para las muestras</i>	39
<i>Ilustración 5: Balanza de Funcionamiento No Automático</i>	40
<i>Ilustración 6: Batimetría de la Rada</i>	45
<i>Ilustración 7: Transporte de Materiales, Roca y Capa Intermedia</i>	46
<i>Ilustración 8: Rocas de Cantera Cajamarquilla</i>	47
<i>Ilustración 9: Rocas de Cantera Cajamarquilla, para Enrocado</i>	48
<i>Ilustración 10: Material de Núcleo</i>	49
<i>Ilustración 11: Roca de Capa Intermedia</i>	50
<i>Ilustración 12: Roca para la Coraza</i>	51
<i>Ilustración 13: Inicio de Construcción de Espigones</i>	51
<i>Ilustración 14: Cargador Frontal para volteo de Núcleo</i>	52
<i>Ilustración 15: Izaje de Roca de Coraza</i>	53
<i>Ilustración 16: Supervisión de Topografía para talud de Roca</i>	53
<i>Ilustración 17: El flujo normal y el flujo a través del plano textil</i>	55
<i>Ilustración 18: Geotextil No Tejido NW030M</i>	57
<i>Ilustración 19: Bombeo de Bolsacretos</i>	57
<i>Ilustración 20: Proceso de Llenado de Bolsacretos</i>	58
<i>Ilustración 21: Llenado de los Bolsacretos por caída libre</i>	59
<i>Ilustración 22: Vista de Llenado por caída libre</i>	59
<i>Ilustración 23: Armado de canaletas para llenado por caída libre</i>	60
<i>Ilustración 24: Engrampado de Bolsacretos</i>	62
<i>Ilustración 25: Proyecto de Veracruz de terminado</i>	62
<i>Ilustración 26: Agregado Fino de nuestras muestras</i>	77
<i>Ilustración 27: Lavado de Agregado Fino, para malla #200</i>	94
<i>Ilustración 28: Diagrama de Flujo para Enrocado</i>	124
<i>Ilustración 29: Diagrama de Flujo para Bolsacreto</i>	134
<i>Ilustración 30: Gráfico de Medias Aritméticas, Diseño 1 vs Diseño 2</i>	147
<i>Ilustración 31: Gráfico de caja de las resistencias del Diseño 1 vs Diseño 2</i>	148
<i>Ilustración 32: Gráfico de Medias Aritméticas, Diseño 3 vs Diseño 4</i>	153
<i>Ilustración 33: Gráfico de caja de las resistencias del Diseño 3 vs Diseño 4</i>	154
<i>Ilustración 34: Gráfico de Medias Aritméticas, Diseño 5 vs Diseño 6</i>	159
<i>Ilustración 35: Gráfico de caja de las resistencias del Diseño 5 vs Diseño 6</i>	160
<i>Ilustración 36: Histograma de Costos</i>	178
<i>Ilustración 37: Grafico P-P normal de regresión</i>	179
<i>Ilustración 38: Gráfico de dispersión</i>	180
<i>Ilustración 39: Grafico de regresión Parcial 1</i>	181
<i>Ilustración 40: Grafico de regresión Parcial 2</i>	182

<i>Ilustración 41: Grafico de regresión Parcial 3</i>	183
<i>Ilustración 42: Grafico de regresión Parcial 4</i>	184
<i>Ilustración 43: Grafico de regresión Parcial 5</i>	185
<i>Ilustración 44: Grafico de regresión Parcial 6</i>	186
<i>Ilustración 45: Grafico de Barras de los Tiempos de Enrocado vs Bolsacreto</i>	190
<i>Ilustración 46: Grafico de Barras de los Costos del Enrocado vs Diseño 1</i>	194
<i>Ilustración 47: Grafico de Barras de los Costos del Enrocado vs Diseño 2</i>	197
<i>Ilustración 48: Grafico de Barras de los Costos del Enrocado vs Diseño 3</i>	200
<i>Ilustración 49: Grafico de Barras de los Costos del Enrocado vs Diseño 4</i>	203
<i>Ilustración 50: Grafico de Barras de los Costos del Enrocado vs Diseño 5</i>	206
<i>Ilustración 51: Grafico de Barras de los Costos del Enrocado vs Diseño 6</i>	209

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1 – MATRIZ DE CONSISTENCIA	216
ANEXO 2 – SECCIONES	217
ANEXO 3 – FOTOS	221
ANEXO 4 – FICHAS TÉCNICAS	254

## RESUMEN

La presente tesis es de tipo cuantitativa y descriptiva. El diseño será transversal y comparativo, en la cual compararemos como influyen los tiempos y costos mediante análisis y precios unitarios, para dos sistemas de protección de costas. El primero será enrocado y el otro será Bolsacreto. El Bolsacreto al tener presencia de concreto se realizará una muestra de 54 probetas cilíndricas de 10 cm (4 pulgadas) de diámetro y 20 cm (8 pulgadas) de altura; con hormigones de distintas resistencias:  $f'c= 245 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  con aditivos súper plastificantes SP-4, W-73; y para el diseño de alta resistencia y tremie de  $f'c= 420 \text{ kg/cm}^2$ , con un aditivo micro sílice Master Life SC-100 y súper plastificante LD GAIA 300, siendo seis diseños establecidos donde cualquiera puede ser usados. En esta comparación se logró una reducción de tiempo de construcción de 278 días y una reducción de costos que esta entre S/.1 131,809 con 00/100 Nuevos Soles y S/.1 803,687 con 00/100 Nuevos Soles con el sistema Bolsacreto demostrando que es más eficiente. Así de esta manera los resultados guardan relación con la obtenida por VEGA CRESPO (2004) cuya reducción de tiempo fue de 90 a 30 días y una reducción de costos de \$ 2 300,000 Dólares Americanos con el sistema Bolsacreto, demostrando que este sistema es más eficiente.

**PALABRAS CLAVE:** CONCRETO, ADITIVOS, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ENROCADO Y BOLSACRETO.

## ABSTRACT

This thesis is quantitative and descriptive type. The design is transversal and comparative, at which we will compare how they influence time and cost through analysis and unit prices for two coastal protection systems, one will be castled and the other will be Bolsacreto. Bolsacreto having concrete presence in it, will take a sample of 54 cylindrical specimens of 10 cm (4 inches) in diameter and 20 cm (8 inches) tall; concretes with different strengths:  $f_c = 245 \text{ kg / cm}^2$ ,  $f_c = 280 \text{ kg / cm}^2$  with super plasticizer additive SP-4, W-73 and for the design of high strength and tremie of  $f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$  with additive micro silica MasterLife SC100 and plasticizer LD GAIA 300; any of these six established designs is free for anyone to use. The results of this comparison, was a conquest in construction time of 278 days and a cost reduction, standing between S/.1 131,809 with 00/100 Nuevos Soles and S/.1 803,687 with 00/100 Nuevos Soles with the system Bolsacreto demonstrating being the most efficient of both. Our results relate to those obtained by VEGA CRESPO (2004), whose time was reduced from 90 to 30 days and had a cost reduction of \$ 2 300,000 US Dollars with Bolsacreto system, showing its efficiency.

KEYWORDS: CONCRETE, ADDITIVES, COMPRESSIVE STRENGTH, CASTLED, BOLSACRETO.

## INTRODUCCIÓN

Debido al colapso actual en la construcción inmobiliaria, empresas privadas nacionales y extranjeras están apuntando a construir muchos proyectos en nuestra costa peruana.

El Lima Marina Club, es un proyecto de aparcadero de 120 yates, ubicado en la playa los yuyos, Distrito de Barranco.

En esta investigación hemos realizado un estudio acerca de un sistema llamado Bolsacreto y su comparación con el tradicional sistema de enrocado con el que se construyó el proyecto. Para ellos hemos dividido en cinco capítulos.

En el capítulo I se encuentra el planteamiento del problema donde abordamos la necesidad de solucionar problemas en la construcción del proyecto.

En el capítulo II se encuentra el marco teórico, en este se encuentran las definiciones básicas de los temas más resaltantes de la investigación, las hipótesis y la descripción de las variables con los indicadores.

El capítulo III explica los diseños metodológicos, aquí se contempla los instrumentos de recolección de datos y muestreo, su procesamiento y las técnicas para su análisis.

El capítulo IV indica la presentación de los resultados de la investigación

Y por último el capítulo V, aquí se realiza la discusión de los resultados así como las conclusiones y recomendaciones de toda la investigación.

Los objetivos de la investigación es demostrar que el sistema Bolsacreto es más eficiente que el sistema tradicional de enrocados expresado en tiempo y costos en la construcción. Esto logrará no solo tener un sistema constructivo más rápido y barato, sino también usar un nuevo sistema constructivo que añada innovación en la construcción de defensas costeras.

# **CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1. Descripción de la realidad problemática**

En la actualidad la gran mayoría de proyectos de enrocamiento que se han realizado en Lima han sido factibles gracias al abastecimiento constante de roca proveniente de cantera de Cajamarquilla en Lurigancho.

En la actualidad, hay un déficit de abastecimiento de roca, ya que por demanda, las canteras efectúan voladuras de las mismas para poder abastecer de roca pequeña, piedra chancada, para el uso en concretos para los distintos tipos de obras civiles en la ciudad capital.

Es por eso, de que se debe de tomar un plan de contingencia para en el futuro poder ejecutar proyectos con un nuevo material y sistema de construcción que pueda reemplazar a los sistemas por enrocados y ser, igual o más barato que el mismo.

## **1.2. Formulación del Problema**

Hace muchos años en la construcción en nuestro país hemos estado basándonos en métodos tradicionales y muchas veces en otros que ya no traen buenos resultados; esto sucede por la falta de investigación en nuevos procesos que se vienen usando en otros países.

Esta investigación propone un sistema denominado Bolsacreto, muy usado en países de América Latina y que está dando muy buenos resultados tanto como vida útil del proyecto como reducción en los tiempos y costos.

### **1.2.1. Problema Principal**

¿Cómo influyen los sistemas de protección por enrocado y el sistema Bolsacreto para hacer eficiente la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿En qué medida el sistema por enrocado y el sistema Bolsacreto influyen en el factor tiempo para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde?
- ¿En qué medida el sistema por enrocado y el sistema Bolsacreto influyen en el factor costo para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo Principal**

- Determinar cómo influyen los sistemas de protección por enrocados y el sistema Bolsacreto para hacer eficiente la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar cómo influye el factor tiempo para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde, con el sistema por enrocado y el sistema Bolsacreto.
- Determinar cómo influye el factor costo para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde, con el sistema por enrocado y el sistema Bolsacreto.

### **1.4. Justificación de la investigación**

Debido a que hemos trabajado en proyectos de envergadura marítimos y fluviales, hemos podido observar de cerca las debilidades de los mismos. Buscando una solución para diversos problemas a futuro como es el tema de la ausencia de canteras para un sistema de defensas costeras en Lima

por medio de enrocados, en este caso se analizará respecto a la rada interior del proyecto Lima Marina Club.

Gracias a nuestros familiares que realizaron dicho proyecto es que se cuenta con el material necesario para poder analizar a fondo el tema y hacer grandes aportes a un nuevo sistema constructivo.

Este proyecto de tesis tiene un gran aporte socioeconómico, ya que el análisis que pondremos en práctica tiene un factor bajo de tiempo/costo y además puede ser usado en cualquier proyecto del litoral sin necesidad de preocuparse por abastecimiento de roca de coraza o de maquinarias pesadas para la colocación de la misma.

El presente estudio se realiza con la finalidad de dar a conocer un sistema poco conocido y usado en nuestro país.

A través de esta investigación explicaremos un sistema constructivo que ayudara a reducir costos y tiempos en la construcción de espigones y otros elementos de protección costera.

## **1.5. Limitaciones de la investigación**

No es parte de la investigación:

- Estudios oceanográficos para el estudio de olas, anomalías marinas u otras relacionadas al agua del mar
- Diseño del enrocado, rompeolas y batimetría para la construcción y el dragado de la rada.
- Diseño del geo textil usado por el Bolsacreto
- El uso de software para los diseños antes mencionados
- La modelación in-situ del enrocado y del Bolsacreto por motivo de espacios de concesión en el mar.

## **1.6. Viabilidad de la investigación**

Los ensayos realizados y sus respectivos resultados fueron analizados en el plazo previsto que se requería según nuestro cronograma de tesis.

Es por eso, que para poder evaluar el mismo, solo nos enfocaremos al diseño de mezcla y al proceso constructivo en general, teniendo todo a la mano para la investigación, puesto que contamos con los permisos para el uso del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad De Ingeniería Civil de la Universidad Ricardo Palma.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

#### **En el ámbito Internacional**

**Ramírez, J (2009)** – Estudio Experimental de Rompeolas Superficiales Permeables con ampliación de Bermas – México.

Para que los sistemas portuarios del país sean funcionales y operativos, se requiere que cada uno de sus puertos sean eficientes, para esto, se debe contar con la infraestructura necesaria, adecuada y en óptimas condiciones; dentro de esta, y siendo de vital importancia, se tienen las obras de protección (rompeolas y escolleras), que tienen como función minimizar la incidencia del oleaje y con esto generar una zona de calma dentro del puerto para que las embarcaciones puedan realizar sus operaciones de carga y descarga de mercancías. Por tal motivo, es de gran importancia conocer su comportamiento bajo la incidencia del oleaje.

Algunas de estas obras de protección en México, fueron construidos a finales del siglo XIX y principios del XX, teniendo con esto daños en su estructura, además de presentar cotas bajas de coronamiento, generando con esto problemas en la zona portuaria.

Dentro del estado del arte se encontraron los rompeolas de berma, estudiados y construidos en diferentes países del mundo. Los cuales han tenido gran funcionalidad para mitigar el oleaje y al mismo tiempo, presentar costos más económicos de construcción comparado con rompeolas convencionales de enrocamiento.

Por lo tanto, como una alternativa de solución, se estudiaron las bermas con implementaciones a los rompeolas con daños y con cotas bajas de coronamiento para ser rehabilitados y mejorar su operatividad y funcionalidad.

Para el estudio de esta alternativa se efectuó un modelo físico reducido en un canal de oleaje angosto con generador de oleaje irregular ubicado en Laboratorio de Ingeniería Hidráulica de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, unidad Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional, donde se empleó un equipo de medición de oleaje controlado por computadora para recabar y posteriormente analizar los datos de oleaje obtenidos. En cada ensayo se evaluó el rebase del oleaje (*overtopping*); además se empleó equipo de fotografía y video para registrar los efectos del oleaje sobre la obra de protección, y un perfilador de fondo manual para obtener el perfil de la sección después de cada ensayo y conocer el comportamiento y estabilidad de la estructura (para cada berma).

En el estudio se consideró una sección de rompeolas promedio en México (sección o estructura tipo) y tres secciones de ampliaciones de berma (la primera con talud de 2:1 y ancho de corona de 10 metros, la segunda con un talud de 2:1 y ancho de 20 metros). La primera y segunda berma se sometió a una incidencia de 11,000 olas; mientras que la tercera berma a 12,000 olas; en las cuales se fueron variando la altura y periodo de estas (de menor a mayor) hasta obtener una estabilidad dinámica de cada una de las bermas, frente al embate de oleaje de tormenta.

De los análisis de los resultados se obtuvieron gráficos del comportamiento del rebase del oleaje utilizando métodos encontrados en el estado del arte como: (Owen, Jorge Juhl y Peter Sloth, y Van de Meer utilizando para este último dos criterios), y la estabilidad de las diferentes bermas, comprobándose además, que estas son una solución al problema actual de las estructuras de protección (minimización del rebase del oleaje) y que su grado de eficiencia dependerá del ancho y talud de las mismas.

Según Ramírez, J. (Abril 2009) dentro de los proyectos más resaltantes de las obras portuarias están las obras de protección. Estas tienen como función de la minimizar la incidencia del oleaje y con esto generar una zona de calma dentro del puerto para que las embarcaciones puedan realizar sus operaciones de carga y descarga de mercancías.

Dentro de estas obras, los mejores enrocados construidos han sido los de berma, estudiados y construidos en diferentes países del mundo. Los cuales han tenido un gran aporte en la mitigación del oleaje y al mismo tiempo presentaron costos más económicos comparados con rompeolas de enroscamiento.

**Sánchez, E. (2009)** Diseño de la protección costera del malecón de la Libertad, provincia de Guayas.

La erosión que experimento la playa La Libertad desde principios de la década de los 70, provoco que se perdiera la mayor parte de la arena y trajo como consecuencia la destrucción del malecón de la ciudad.

En la presente Tesis se presentan los resultados del Estudio que realizo el autor, como parte del equipo de especialistas de la ESPOL, para investigar el problema erosivo, y elaborar el diseño definitivo de las obras de protección costera que son necesarias para estabilizar la costa. El diseño también abarco la protección del nuevo muro de contención del malecón de la ciudad. Los estudios básicos de ingeniería permitieron establecer las condiciones geotécnicas, oceanográficas y ambientales necesarias para el diseño.

De esta forma se plantearon tres alternativas de diseño para las obras costeras, con algunas variantes en las mismas, las cuales fueron evaluadas en cuanto a sus características técnicas y sus costos.

Se determinó que la mejor alternativa para la estabilización de la costa, y para la para la protección del nuevo malecón contra el ataque del oleaje, consistía en la construcción de cinco escolleras costa-afuera, y el revestimiento con enrocado a lo largo del malecón.

Las escolleras costa-afuera están alineadas en forma paralela al malecón, totalizando entre ellas 453 metros de longitud y tienen una separacion promedio a nivel de la corona, de 60 metros. La longitud del revestimiento de enrocado del muro de contencion del malecon es de 820 metros. El proyecto de las obras de proteccion costera fue concebido para ser desarrollado por etapas, para que se ajuste a la disponibilidad de fondos del Municipio. Sus costo estimado fue de 3'126,249 dolares americanos.

En el presente trabajo también se describe el proceso constructivo que se siguió para la ejecución de las dos primeras escolleras del proyecto. Los resultados obtenidos hasta la presente indican, que a pesar de no haberse construido la protección completa del malecón, se ha iniciado la recuperación de la playa, debido al arenamiento de la misma en un espesor que varía entre 0.5 y 2.0 metros. Adicionalmente, la reducción de la energía de las olas sobre la mayor parte del malecón, asegura que el diseño de las obras propuestas en este trabajo cumple con los objetivos planteados.

Según Sánchez, E. (Ecuador 2003), la erosión es uno de los problemas más importantes que tienen las playas, esto hace que las mismas pierdan la mayor parte de arena y destruyan el malecón de la playa la Libertad.

Lo que se realizó es estudiar un diseño definitivo de las obras de protección costera que son necesarias para estabilizar la costa. Este diseño también abarca un muro de contención del malecón de la ciudad.

Después de la evaluación de características técnicas y costos se eligió la alternativa que consistió en la construcción de cinco escolleras costa-afuera, y el revestimiento con enrocado a lo largo del malecón.

### **En el ámbito Nacional**

**Guerrero, A , Hoyos, M , Reyes, E (Diciembre 2003)** Impacto ambiental generado por erosión costera en la zona litoral de Buenos Aires Norte, distrito de Víctor Larco Herrera, La Libertad, Perú.

La erosión costera es un fenómeno común en las playas de la provincia de Trujillo que tiene como efecto principal la pérdida de la línea costera, así como diferentes impactos ambientales naturales y socioeconómicos.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el impacto ambiental generado por la erosión costera en la zona litoral de Buenos Aires Norte, distrito de Víctor Larco Herrera, La Libertad-Perú. El área de estudio fue georeferenciada y delimitada en dos zonas de evaluación: zona A y zona B, determinando el grado de impactos mediante la matriz de interacción (causa-efecto) de Leopold modificada; en cada estación de muestreo

establecida. Se determinó en el ámbito natura-físico, un impacto negativo moderado de -70 en la zona A y un impacto negativo débil de -12 en la zona B debido a la pérdida de arena, al arrojado de desmonte, al deterioro de las vías de acceso, pistas y veredas, e infraestructura de viviendas; en el ámbito socioeconómico un impacto negativo moderado de -55 en la zona A y un impacto negativo débil de -6 en la zona B debido a la reducción de la población económicamente activa, la migración de pobladores y la pérdida de turismo.

Según Guerrero, A , Hoyos, M , Reyes, E (Diciembre 2003), la erosión costera es un fenómeno común en las playas de la provincia de Trujillo que tiene como efecto principal la pérdida de la línea costera, así como diferentes impactos ambientales naturales como socioeconómicos.

La investigación da como resultado la reducción de la población económicamente activa, la migración de pobladores y la pérdida de turismo.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Definiciones Conceptuales**

#### **2.2.1.1. Cemento**

El cemento Portland Tipo V además de reunir las cualidades del Cemento Portland Tipo II, es usado donde se requiera una elevada resistencia a la acción concentrada de los sulfatos.

Se recomienda para estructuras, canales, alcantarillado, en contacto con suelos ácidos y/o aguas subterráneas, de exposición severa del orden de 1,500 - 10,000 ppm de sulfatos solubles en agua. También se usa en obras portuarias expuestas a la acción de aguas marinas, sobre suelos salinos y húmedos, en piscinas y acueductos, tubos de alcantarillados, canales y edificios que deberán soportar ciertos ataques químicos. (Cemfisur, 2009)

#### **2.2.1.2. Agregado Fino**

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9.4mm 83/8”) y cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037. (Chavarría, L. 2015)

#### **2.2.1.3. Agregado Grueso**

Se define como agregado grueso a todo material proveniente de la desintegración natural o artificial, retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4) y que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.012 (Chavarría, L. 2015)

#### **2.2.1.4. Agua**

Se entiende por agua de mezclado a la cantidad de agua total contenida en el concreto fresco. Esta cantidad es utilizada para el cálculo de la relación agua/cemento (a/c) y está compuesta por el agua agregada a la mezcla y la humedad superficial de los agregados.

El agua de amasado cumple una doble función en el concreto; por un lado permite la hidratación del cemento y por el otro es indispensable para asegurar la trabajabilidad y la buena compactación del concreto. (Chavarría, L. 2015)

#### **2.2.1.5. Micro sílice**

La micro sílice, también conocido como humo de sílice, suele definirse como una “súper puzolana” por las propiedades que proporciona al cemento. Según el ACI 116R el humo de sílice se define como un muy fino y no cristalino sílice producido en hornos de arco eléctrico como un

subproducto de la producción de silicio o de aleaciones elementales que contienen silicio; también conocido como humo de sílice condensado o micro sílice. Es un mineral compuesto de dióxido de silicio amorfo y ultra fino, que resulta del proceso de obtención de ferro silicio o silicatos, involucrando la reducción de hornos de arco eléctrico a temperaturas superiores a 2000°C.

La micro sílice, debido a su extrema finura además de su contenido de sílice, tiene un importante papel en las reacciones internas de la pasta de hormigón. Su uso se incrementó en la producción de hormigones de altas resistencias en la década de los 80 y 90.

Al ser tan pequeñas las partículas, estas actúan como un *filler* llenando los espacios vacíos en la pasta haciendo que el hormigón tenga mayores propiedades adherentes, creando una mayor compacidad a la vez que brinda más fluidez a la mezcla, impermeables a los ataques del agua y los agentes químicos, resistencia a la segregación y resistencia mecánica y contribuido a muchas de las edificaciones de hormigón que vemos hoy en día; además ayuda a reducir la exudación de agua en la superficie y proporcionar reducciones significativas en la permeabilidad del hormigón y al ser menos permeable, incrementa también la durabilidad del mismo.

La adición de micro sílice suele oscilar entre 5% y el 10% sobre peso de cemento aunque en casos aislados se pueden llegar a utilizar dosis de hasta 20%.

La micro sílice tiene una gran actividad puzolánica que ejerce su acción de forma más rápida y eficaz que las puzolanas naturales y que las cenizas volantes, sin embargo debido a su gran finura demanda mayor cantidad de agua de amasado de aquí que sea preciso emplear superplastificante para poder trabajar con relaciones agua/cemento reducidas, incrementando la compacidad de las pastas de cemento hidratadas. (Chavarría, L. 2015)

En la presente tesis se utiliza la siguiente adición:

Micro sílice (MasterLife SF 100)

### **2.2.1.5.1. Micro sílice Empleada MasterLife SF 100**

MasterLife SF 100 es un aditivo mineral de microsilica compactada formulada para producir concreto extremadamente resistente y durable. Cumple con los requisitos de la norma ASTM C 1240, especificación estándar para microsilica usada en concreto y mortero para cemento hidráulico. (Ver Anexo IV).

#### **Propiedades**

**Permeabilidad:** MasterLife SF 100 es un material de micro-llenado que físicamente llena los espacios entre las partículas de cemento; disminuye dramáticamente la permeabilidad y reduce el tamaño y número de capilares que permiten la entrada de contaminantes a la matriz.

**Resistencia a la compresión:** Siendo una puzolana, la micro sílice MasterLife SF 100 reacciona químicamente dentro de la matriz cementicia para incrementar la cantidad del silicato de calcio hidratado (gel CSH) que se forma. El gel de CSH es el agente adherente que mantiene unida la matriz de una mezcla cementicia en su estado endurecido. El gel adicional de CSH incrementa la resistencia y disminuye la permeabilidad.

**Gravedad específica:** La gravedad específica de MasterLife SF 100 es 2.2.

#### **Beneficios**

- Aumento de la vida de servicio
- Mayor resistencia
- Mayor módulo de elasticidad
- Menor permeabilidad aumentando la durabilidad
- Mayor resistencia al ataque de sulfatos
- Mayor resistencia a la reacción álcali-sílice

### **Dosificación**

Para aplicaciones de concreto o concreto lanzado vía húmeda en un rango de dosificación de 5 a 15% por peso de cemento.

### **Presentación**

Se suministra en bolsas hidrosolubles de 11.6 Kg, en supersacos de 907 Kg o a granel.

#### **2.2.1.6. Nano sílice**

La nano sílice está constituida por partículas de tamaño nanométricos (docenas de nanómetros) compuestas mayoritariamente por SiO<sub>2</sub>. Este nano material, posee propiedades puzolánicas que en reacción con los componentes hidratados del cemento, mejoran sus propiedades.

Por su tamaño nanométrico y sus propiedades puzolánicas, pueden agruparse en los poros pequeños de la pasta de cemento cerrando los mismos y, por tanto, reduciendo el tamaño de los poros, mejorando con esto las propiedades de durabilidad del hormigón, al limitar la penetración de agentes agresivos al hormigón.

En los últimos años se propende adoptar una sola denominación para concretos que privilegien la resistencia y durabilidad, como concretos de alto desempeño, de altas prestaciones. (Guide for the use of silica in concrete – ACI 234R) 1996. (Chavarría, L. 2015)

En la presente tesis se utiliza la siguiente adición:

Nano sílice Gaia

##### **2.2.1.6.1. Nano sílice Empleada GAIA**

GAIA nano sílice es el primer adiconante base nano sílice generado durante el 2004 por la sinergia Scitech Cognoscible / Ulmen.

Pertenece a la línea GAIA NANOSÍLICE, donde las reacciones químicas en el hormigón convierten las nano partículas de sílice en nano partículas de cemento.

Elimina el total de la sílice en polvo en cualquiera de sus alternativas, y también los superplastificantes, reduciendo al mínimo los reductores plastificantes; con GAIA Nano sílice se obtiene concretos de alto rendimiento: 70MPa a R28. (Ver Anexo IV).

**Propiedades:**

Consecuencia de la menor actividad operacional, menor flujo de material con la consiguiente reducción de inventario, y es líquido, amigable con el medio ambiente y la salud de los trabajadores.

**Dosificación:**

Se recomienda su uso en dosis de 0.5 a 3% en base al peso del cemento.

**Presentación:**

Bidón plástico de 230 Kg y en contenedores retornables de 1000 Kg.

**Propiedades Físicas:**

Aspecto: Líq. levemente viscoso.

Color: café claro

Densidad:  $1.030 \pm 0.02$  g/mL

pH:  $5 \pm 1$

Viscosidad:  $13 \pm 2$  (s) (C. Ford N<sup>o</sup>4)

### **2.2.1.7. Aditivos**

Los aditivos son sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades. El desarrollo del concreto y la aparición de nuevas técnicas proporcionaron el uso de aditivos destinados a mejorar sus propiedades. (Chavarría, L. 2015)

Según la norma se le define como: “Un material distinto al agua, agregados y cemento hidráulico que se usa con ingrediente en concretos

o morteros y se añade a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado”.

Para la presente tesis se utilizan los siguientes aditivos:

W-73 de Ulmen SA.

SP-4 de Ulmen SA.

#### **2.2.1.7.1. Aditivo Empleado Reductor de Agua W-73 ULMEN**

Es un reductor de agua de rango medio, aditivo especial para cementos siderúrgicos que incorpora materias primas de alta tecnología, permitiendo un mejor control del concreto.

No contiene cloruros, no es tóxico ni inflamable.

No requiere cuidados ni precauciones especiales y se trata como cualquier aditivo convencional. (Ver Anexo IV).

#### **Propiedades**

Reduce la razón agua cemento sin alterar la plasticidad del concreto.

Mantiene la fluidez del concreto fresco sin alterar negativamente las resistencias mecánicas.

#### **Propiedades Físicas**

Aspecto: Líquido levemente viscoso.

Color: Café claro

Densidad:  $1,05 \pm 0,02$  g/mL

Viscosidad:  $14 \pm 1$  (s)

pH:  $6 \pm 1$

Sólidos:  $20 \pm 3$

Envase: Cilindro de 230 kg. o Contenedor retornable de 1.100 kg.

### **Dosificación**

Se agrega directamente sobre el hormigón en dosis que varían entre 0,5 y 1% del peso del cemento. La dosis más adecuada se determina con ensayos de prueba específicos.

#### **2.2.1.7.2. Aditivo Empleado: Superplastificante SP-4 ULMEN**

SP-4 es un superplastificante, que facilita el transporte y vaciado del concreto, prolongando su trabajabilidad.

Reduce la relación A/C, ayudando a mejorar las resistencias a todas las edades.

Es exento de cloruros. Por tanto NO ES OXIDANTE de metales. (Ver Anexo IV).

### **Aspectos Técnicos**

- Razón agua cemento la reduce sin alterar la plasticidad del hormigón.
- Trabajabilidad del hormigón mejora.
- Resistencias mecánicas aumentan.
- Tiempo de trabajabilidad lo prolonga.
- Impermeabilidad del hormigón aumenta.
- Riesgo de fisuración por retracción disminuye.

### **Dosificación**

Recomendamos dosis de 1 a 2% sobre peso del cemento. Lo ideal es contactar el servicio técnico ULMEN para optimizar su uso.

### **Presentación**

En cilindro plástico de 220 Kg. y en dispenser retornable de 1100 Kg.

## **Propiedades Físicas**

Apariencia: Líquido

Color: Café oscuro

Densidad:  $1,22 \pm 0,02$  g/mL

pH:  $11 \pm 1$

Viscosidad:  $14 \pm 2$  (s) (C. Ford No. 4)

### **2.2.1.8. Superplastificante**

Los reductores de agua están basados en ácidos lignosulfónicos o carbohidratos procesados, siendo capaces de reducir los requerimientos de agua de mezclado. Los superplastificantes son químicamente distintos con los reductores de agua normales. Los superplastificantes son capaces de reducir contenidos de agua de mezclado en valores de 30%; también conocidos como superplastificantes, súper reductores de agua, superfluidificantes o reductores de agua de alto rango. (Chavarría, L. 2015)

### **2.2.1.9. Enrocado**

Se trata de la construcción de una estructura conformada por rocas colocadas o acomodadas con ayuda de equipos mecánicos como cargadores frontales o grúas, con el objetivo de proteger taludes, evitando su erosión y disminución de la energía de olas, cuando son ubicados en el mar. (Ramírez, J. 2009)

### **2.2.1.10. Rompeolas**

Son estructuras construidas por lo general de elementos naturales; es decir, de roca o bien de elementos artificiales sobre todo en su última capa, su función es la de mitigar el oleaje y con ello disipar su energía, con lo cual se genera una zona de abrigo o camal al interior del recinto portuario, logrando así, que las embarcaciones que llegan al lugar

realicen sus operaciones de carga y descarga, así como, también evitar o reducir el azolvamiento en las zonas de acceso, maniobras de atraque y operación, disminuyendo el transporte litoral hacia estas importantes zonas. (Ramírez, J. 2009)

Según Per Bruun (1985), la función de un rompeolas, es justamente que la ola rompa sobre éste y proveer un área abrigada para que los buques puedan atracar y realizar la carga y descarga de estos. Además de eso, los rompeolas pueden funcionar como protección contra el transporte de sedimentos en zona litoral.

#### **2.2.1.11. Espigón**

Son estructuras que se construyen generalmente en forma perpendicular a la línea de costa con el fin de evitar la erosión ocasionada por el transporte litoral, o para la protección de una zona destinada a un puerto que solo necesite protección en un punto por encontrarse en una zona de semi-resguardo natural. (DACE, 1984).

#### **2.2.1.12. Núcleo**

Capa interior de una obra de protección costera, cuya función es la de soportar el peso de las demás capas, que bien puede ser capa intermedia y coraza o bien únicamente esta última. (Ramírez, J. 2009)

#### **2.2.1.13. Capa Intermedia**

Capa de enrocamiento entre la coraza y el núcleo, la cual no permite la salida del material del núcleo. (Ramírez, J. 2009)

#### **2.2.1.14. Coraza**

Capa superior de un rompeolas que está formada por los elementos de mayor peso y que tiene la función de disipar la energía del oleaje. (Ramírez, J. 2009)

#### **2.2.1.15. Geotextil**

Es una tela permeable y flexible, compuesta principalmente de polipropileno o poliéster, ya sea fabricada de manera tejida o no tejida, ya dependiendo de la resistencia o capacidad de filtración se desee. (Pavco 2012)

#### **2.2.1.16. Bolsacreto**

Es un sistema de protección y de control de erosión ya sea para ríos, canales o mares, compuesto de un geotextil impermeable para colado en el sitio de elementos masivos de mortero simple o concreto, evitando la fuga de agregados cuando son llenados con mortero fresco, ya que el desperdicio de finos y en especial de cemento en lugares con oleaje y lo grandes corrientes se ve disminuido con el empleo de telas impermeables, con refuerzos interiores, exteriores y en costuras, además de válvulas de cierre directo. (Pavco 2012)

#### **2.2.1.17. Erosión**

Es la degradación y el transporte del suelo o roca que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra. Entre estos agentes está la circulación de agua o hielo, el viento, o los cambios térmicos. La erosión implica movimiento, transporte del material, en contraste con la disgregación de las rocas, fenómeno conocido como meteorización y es uno de los principales factores del ciclo geográfico. Puede ser incrementada por actividades humanas o antropogénicas. (Wikipedia)

#### **2.2.1.18. Tiempo**

Es una magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos, sujetos a cambio, de los sistemas sujetos a

observación, en este caso será lo que dure cierta actividad desde el inicio de puesta en ejecución de la partida hasta su final. (Wikipedia)

#### **2.2.1.19. Costo**

Es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien, servicio o actividad. Todo proceso de producción de un bien supone el consumo o desgaste de una serie de factores productivos, el concepto de coste está íntimamente ligado al sacrificio incurrido para producir ese bien. (Wikipedia)

#### **2.2.1.20. Rada**

Es una zona fuera de puerto en la que un barco puede echar anclas. Se trata de un área cerrada con una apertura al mar. Se puede crear artificialmente mediante espigones o diques. Las radas naturales ofrecen abrigo frente a las tormentas y se usan frecuentemente como bases navales. (Wikipedia)

### **2.2.2. Obras de protección**

#### **2.2.2.1. Rompeolas**

Los rompeolas son una de las partes más importantes de un puerto, tanto por la gran magnitud que alcanzan estas obras como por su elevado costo. De ahí la importancia de ser estudiado minuciosamente los diferentes tipos y los diversos procesos de ejecución, para escoger la solución más conveniente.

#### 2.2.2.1.1. Funciones de los rompeolas

Entre las funciones de un rompeolas cabe mencionar las siguientes:

- Dar protección a un área determinada contra el efecto de las olas.
- Ser guía de la Corriente.
- Evitar o limitar el arenamiento.
- Proporcionar en algunos casos facilidades portuarias.

#### 2.2.2.1.2. Clasificación de los Rompeolas

Entre los diversos tipos de rompeolas se distinguen grupos importantes

##### a) Rompeolas Rubble Mound (De Talud)

Es una construcción Permanente conformada por capas de piedras de diferentes tamaños. Este tipo es el más antiguo y hasta ahora el más seguro, pues aunque las bravesas fuertes pueden dañarlos, éstos por lo general no son de mucha consideración facilidad y pueden repararse con relativa

##### b) Rompeolas Monolíticos

Es una construcción permanente conformada por grandes elementos colocados de modo de constituir una pared masiva vertical, en el cual las olas se reflejan sin romper.

Estos muros están generalmente colocados sobre una capa preliminar de enrocados, que defienden el fondo de la socavación y forman una superficie pareja para el asiento de la superestructura.

Los rompeolas de talud se hacen con enrocados naturales o con bloques artificiales.

Por regla general se hacen siempre de roca natural y solamente se usan bloques artificiales para el revestimiento cuando la calidad de la roca es mala e impide tener bloques de tamaño suficiente para que no sean arrastradas por las olas.

Al romper las olas sobre el dique se produce un considerable gasto de energía, que se traduce en remolinos y en la proyección de masas líquidas en forma de surtidores. También este despliegue de fuerzas hace su trabajo sobre el rompeolas, ya sea desgastando y rompiendo los bloques, o arrastrando los más livianos, para después, atacando los huecos formados ir socavando y arrastrando al fondo del mar a los más grandes.

Un rompeolas de talud puede decirse que no termina nunca de repararse, pues constantemente hay que reponer los elementos extraídos por el mar para restablecer la continuidad de la coronación y así hacerla más difícil de atacar.

Los costos de mantenimiento son muy variables y dependen de la fuerza del mar y del tipo de coronación. Son por lo general menores en las coronaciones de bloques artificiales acomodados, siguen los bloques naturales acomodados, los bloques artificiales echados a granel y finalmente los bloques naturales sin acomodo. Por otro lado si se tiene en cuenta la enorme duración éstas obras, se puede afirmar que sus gastos de conservación son relativamente bajos.

Desde los primeros ensayos se vio que las rocas más grandes eran las que mejor resistían los embates de las olas, mientras el mar lavaba rápidamente los elementos más livianos. Esto hizo pensar en la

conveniencia de distribuir las rocas en categorías, de acuerdo con su tamaño.

Por lo general la clasificación depende del tipo de ola y de la cantera disponible, pero hay ciertas clasificaciones que pueden hacerse casi normales con ciertas variaciones.

Mayormente se usa un máximo de cuatro categorías siendo la más pequeña todas las piedras que pueden moverse a lampa con un peso máximo de 6 Kg.

En algunos casos se usa el desmonte de cantera pero su uso no es aconsejable y debe descartarse el polvillo y las piedras muy menudas. La siguiente categoría está comprendida entre los 6 y 100 kg. Como máximo y corresponde a las piedras que pueden ser removidas entre dos hombres como máximo. Las piedras con más de 60 kg. se mueven con maquinaria pesada como grúas o palas mecánicas y forman la categoría siguiente llegando hasta rocas de más o menos 1 m<sup>3</sup>, o un peso aproximado de 3,000 kg.

La última categoría corresponde desde este último peso hasta el máximo que quedan cargar los equipos disponibles, 15 o 20 toneladas aproximadamente. Con raras excepciones es difícil obtener bloques naturales de más de 20 ton. En cantidad suficiente. Esta clasificación es bastante cómoda pero los límites no tienen nada de absolutos y pueden variarse a voluntad o con las necesidades de la obra y con los rendimientos de la cantera.

#### 2.2.2.1.3. Secciones típicas y taludes

Al echar los bloques libremente al mar y dejar que éste los acomode se ve que a cada tamaño corresponde un talud. Para tener un talud más escarpado, se trata de usar bloques más grandes. Pero como las canteras dan bloques de todos tamaños y con más abundancia bloques

pequeños se construyen los rompe olas con un núcleo de material menudo y con revestimientos sucesivos de los materiales más grandes. Como la agitación del mar disminuye rápidamente con la profundidad hay una cierta zona donde los enrocados ya conservan su talud natural en agua 4:3 lo mismo que por la parte interior.

*Para obtener taludes económicos se limita los enrocados menudos a las mayores profundidades en la parte exterior y se van aumentando los pesos de las categorías conforme se acercan a la superficie.*

#### 2.2.2.1.4. Procedimiento Constructivo

#### 2.2.2.1.5. Canteras

Las canteras son elementos muy importantes en la ejecución de los rompeolas pues depende de obtener una buena cantera y explotarla en una forma lógica el que haya economía en la construcción.

Los procedimientos la mayor cantidad empleados tienen como finalidad obtener proyectado cerro donde posible de bloques del mayor tamaño.

En consecuencia debe ubicarse una ladera de cerro donde pueda obtenerse un buen frente (no inferior a 20 mt.) y donde la roca no presente rajaduras ni planos de clivaje.

Se evitará también los sitios donde se presentan fallas o donde las rocas estén cruzadas por capas sedimentarias de dudosa consistencia. En lo posible preferirá rocas ígneas, si bien algunas rocas metamórficas pueden dar bloques de regular tamaño.

Se usan principalmente dos procedimientos en la explotación de canteras. El primero consiste en perforar taladros verticales, que por lo general llegan casi hasta el plano horizontal de trabajo. Este procedimiento da muy buenos resultados, pero por lo general exige la

adquisición de perforadores pesados verticales y la perforación de barrenos grandes de 2 " a 3" de diámetro por la gran longitud que deben tener las brocas. Cuando se ha terminado una cortina de perforaciones paralela a la cara o frente de ataque, se cargan los barrenos con explosivos rompientes (generalmente dinamitas o gelignitas y se hacen explotar todas a la vez ya sea con cordón detonante o mediante circuitos eléctricos.

El segundo procedimiento consiste en la perforación de la parte baja del frente de cantera, de túneles que generalmente se hacen de sección pequeña 1.0 x 1.2 mt. con cordón detonante o mediante, que. Y que avanzan dentro del macizo de roca de 5 a 10 mt. De acuerdo con e l volumen del tiro. Este túnel se bifurca en forma de T paralelamente a la cantera y se perforan en su piso una serie de cavidades donde se coloca el explosivo, que por lo general es de acción lenta (pólvora negra o gelatinas amoniacaes) . Completada la carga se rellenan los túneles Y galerías Y se hacen explotar simultáneamente.

El rendimiento de estas canteras es bastante bueno. Exige muy poco equipo mecánico, pues un par de compresoras y unos cuantos jackhammers livianos pueden hacer la perforación de los túneles.

En algunos casos se ha tratado la explotación de canteras con tiros perpendiculares al frente que se hacen explotar simultáneamente en gran número. Este procedimiento permite una explotación más continua de la cantera pero en general no produce bloques tan grandes como los anteriores y requiere un número elevado de jackhammers.

#### 2.2.2.1.6. Selección y Carguío

Producidos los derribos en la cantera es necesario separar los bloques más grandes que ha producido el disparo para formar la última capa de revestimiento y cargar el material en los elementos de transporte. Estas operaciones deben hacerse simultáneamente hasta terminar con todo el producto del tiro mientras se van haciendo las perforaciones y túneles

necesarios para el próximo disparo. Para este trabajo se utilizan principalmente tres máquinas: la pala mecánica, el cargador frontal y el Tractor. Los dos primeros se usan para cargar y seleccionar mientras el *último* se utiliza solamente para rodar las rocas grandes hasta un lugar donde no incomoden y para alimentar *ocasionalmente* a las palas. El número de palas mecánicas y cargadores que se necesitan para este trabajo es muy *variable* y depende de las facilidades de la cantera y de la cantidad de metros cúbicos que es necesario mover cada día, de acuerdo con *el* volumen de las obras y de los plazos de entrega.

El rendimiento de la máquina que dan los fabricantes se basan en una operación perfecta, que raramente se consigue en la práctica. Así pues debe buscarse coeficientes reales de trabajos efectuados, o aplicar un factor de eficiencia menor que la unidad.

#### 2.2.2.1.7. Colocación de la Roca

El material correspondiente al filtro se coloca después del terraplén, cuidando que el material no se extienda fuera de los límites proyectados. Se puede colocar el material directamente por volteo o empleando grúas con jaibas. Para las rocas medianas Y grandes, se deben marcar en el terreno las pendientes como el espesor de cada capa. Se va acomodando el material con la grúa y con jaiba, primero la roca mediana de manera que produzca una masa debidamente proporcionada con una granulometría uniforme, dando una superficie adecuada para el apoyo de la roca grande. Para esta última no se permite la colocación por volteo, debiéndose acomodar cada roca con su eje longitudinal en forma perpendicular a la cara del talud de apoyo, y acomodadas de tal manera que cada roca por encima de la capa de apoyo tenga un mínimo de tres puntos de apoyo en la capa inferior. La superficie debe ser rugosa y los espacios vacíos que se puedan crear deben ser rellenados con roca mediana. Se debe tener en cuenta que los enrocados pueden sufrir

asentamientos importantes según el suelo que lo soporte por lo que se debe prever esta situación para asegurar que la altura del enrocado no descienda exageradamente.

#### 2.2.2.1.8. Transporte de Sedimentos

El transporte de sedimentos en el mar o acarreo litoral, el fenómeno que se lleva a cabo a lo largo del litoral por medio del cual las partículas sólidas se transportan; se sabe que el arrastre de sólidos se produce principalmente entre la línea de playa y la zona de rompiente, aunque también exista afuera de esta.

#### 2.2.2.2. Bolsacreto

Es un textil impermeable para colado en el sitio de elementos masivos de mortero simple.

Sustituto alternativo para enrocamiento y elementos prefabricados de mortero en la construcción de estructuras marítimas y fluviales.

El sistema Bolsacreto tiene como fin colocar morteros bajo el agua. Utiliza bolsas fabricadas a base de polímeros que resuelven problemas sobre la fuga de agregados cuando son llenados con mortero fresco, ya que el desperdicio de finos y en especial de cemento en lugares con oleaje y/o grandes corrientes se ve disminuido con el empleo de telas impermeables, con refuerzos interiores, exteriores y en costuras, además de válvulas de cierre directo.

Estos Bolsacretos se confeccionan según dimensiones establecidas (Ver Tabla 1) para optimizar su manejo, utilización y colocación en el lugar de trabajo. Los Bolsacretos contienen la masa de mortero o de concreto conformando un enrocado de gran tamaño, adecuado para obras de protección de costas y estabilización de taludes.

Tabla 1: Geotextil para Bolsacreto -I Pavco

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	1101/1102	1401/1402
Resistencia a la Tensión	ASTM D4632	520 N	750 N
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D4833	300 N	390 N
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D4533	250 N	269 N
Resistencia al Estallido- Método Mullen Burst	ASTM D3786	1730 kPa	2285 kPa
PROPIEDADES HIDRÁULICAS	NORMA	1101/1102	1401/1402
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D4751	0.30 mm (Tamiz No.50)	0.30 mm (Tamiz No. 50)
Permitividad	ASTM D4491	0.31 s <sup>-1</sup>	0.30 s <sup>-1</sup>
PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	1101/1102	1401/1402
Tipo de Polímero	Medido	Polipropileno	Polipropileno
Ancho de Válvula de Llenado	Medido	35 cm	35 cm
Largo Válvula de Llenado	Medido	50 cm	50 cm
Abertura Válvula de Llenado	Medido	22 cm	22 cm
Costura de Bolsacreto	Medido	Doble	Doble
Capacidad Aproximada	Medido	1 m <sup>3</sup> / 2 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup> / 2 m <sup>3</sup>
Dimensiones	Medido	(1.20x2.40) m / (1.85x2.70) m	(1.20x2.40) m / (1.85x2.70) m

Fuente: Pavco – Ficha técnica

El tipo de tejido permite la salida del agua de amasado con facilidad, favoreciendo así el fraguado inicial de la mezcla. Los poros, tiene un tamaño óptimo para retener la pasta de cemento de la mezcla, sin que se presente pérdidas de cemento cuando el agua de amasado sale a través del Bolsacreto.

Las cintas que configuran el textil se degradan mucho tiempo después de haber fraguado el concreto, que constituirá este tipo de enrocado artificial, teniendo en cuenta que la duración varia de la ubicación del Bolsacreto, siendo esta en zonas de golpe de mareas, corrientes paralelas o aguas tranquilas.

Las costuras han sido desarrolladas para soportar las tensiones que en promedio puedan generar el volumen de mortero o concreto fresco vaciado dentro de este encofrado.

Cada Bolsacreto cuenta con una válvula auto sellante, para colocar la manguera que inyectará el material de relleno y evitar el posible desperdicio de este, cuando la manguera sea retirada. Durante el llenado, se deberá impedir la formación de cavidades con aire dentro de la bolsa. Una vez llenado, se retira la manguera y el cierre actúa inmediatamente, si las condiciones de instalación son las adecuadas.

### **2.2.3. Formulación de Hipótesis**

#### **2.2.3.1. Hipótesis General**

Al determinar la influencia entre el sistema por enrocados y el sistema Bolsacreto para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde, se establece cuál de los sistemas es más eficiente.

#### **2.2.3.2. Hipótesis Específica**

- Al determinar la influencia en los tiempos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde, se establece que el sistema Bolsacreto es más óptimo.
- Al determinar la influencia en los costos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde, se establece que el sistema Bolsacreto es más económico.

#### **2.2.3.3. Identificación de Variables**

- **Variable Independiente**  
Sistemas de protección
- **Variable Dependiente**  
Eficiencia en la construcción de la rada interior

#### **2.2.3.4. Definición Conceptual de las Variables**

##### **Indicadores:**

- Sistema por enrocado
- Sistema Bolsacreto

##### **Indicadores:**

- Factor tiempo
- Factor costo

### 2.2.3.5. Operacionalización de las variables e indicadores

- **Índices de la Variable Independiente – Sistemas de Protección:**
  - Explicación de la planificación del proceso constructivo de la rada interior del sistema por enrocado.
  - Determinar el personal, equipos y materiales para elaborar un enrocado.
  - Explicación del cálculo de volumen y transporte de materiales.
  - Planificación del proceso constructivo de la rada interior por el sistema Bolsacreto.
  - Cálculo de volumen de concreto y colocación del Bolsacreto.
  - Determinar el personal, equipos y materiales para elaborar el sistema Bolsacreto.
  
- **Variable Dependiente - Eficiencia en la construcción de la rada interior:**
  - Determinar los tiempos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde, con el sistema por enrocado.
  - Determinar los tiempos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde, con el sistema Bolsacreto.
  - Comparación de los tiempos de ambos sistemas.
  - Determinar los costos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde, con el sistema por enrocado.
  - Determinar los costos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde, con el sistema Bolsacreto
  - Comparación de los tiempos de ambos sistemas.

## **CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3.1. Diseño de la Investigación**

La tesis es una investigación del tipo de diseño comparativa y experimental. La tesis es de tipo transversal y correlacional, porque los datos son recolectados en un solo momento y en un tiempo único y el propósito es describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en el momento dado, y correlacional, porque mediremos el nivel y grado de relación entre las variables dependientes e independientes.

El nivel de investigación es aplicada, puesto que se propone una innovación tecnológica sobre una gestión administrativa para mejorarla.

El tipo de investigación es Cuantitativa, ya que lo que trata es de cuantificar la frecuencia y porcentajes la medición de variables; así mismo también es Descriptiva, debido que tendremos información relacionada a la variable independiente analizándola, detallándola e interpretando sus características y finalmente es Comparativa, puesto que la variable independiente será comparada entre sí.

### **3.2. Población y Muestra**

Al ser una tesis cuantitativa, nuestras muestras sobre probetas cilíndricas de 10cm (4 pulgadas) de diámetro y 20 centímetros (8 pulgadas) de altura de hormigón.

En total se realizaron 10 diseños de mezcla, de los cuales se descartaron 4 debido a que no cumplían con las especificaciones requeridas para el llenado del Bolsacreto.

#### **Los diseños descartados fueron:**

- Aditivo súper plastificante SP-8 (1%) y resistencia a la compresión de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

- Aditivo súper plastificante W-73 (1.6%) y resistencia a la compresión de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$
- Aditivo súper plastificante SP-4 (16%) y resistencia a la compresión de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Aditivo súper plastificante LD (1.4%) y micro sílice BASF para una resistencia a la compresión de  $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

**Diseños elegidos:**

- DISEÑO 1: Aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) y resistencia a la compresión de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$
- DISEÑO 2: Aditivo súper plastificante W-73 (1.7%) y resistencia a la compresión de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$
- DISEÑO 3: Aditivo súper plastificante W-73 (1.7%) y resistencia a la compresión de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- DISEÑO 4: Aditivo súper plastificante SP-4 (1.35%) y resistencia a la compresión de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- DISEÑO 5: Aditivo súper plastificante GAIA (2.24%) y micro sílice BASF resistencia a la compresión de  $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$
- DISEÑO 6: Aditivo súper plastificante GAIA (1.81%) y resistencia a la compresión de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Realizando un total de 54 probetas sometidas a pruebas de compresión y analizadas 3 de cada diseño a las edades de 7, 14 y 28 días

### 3.3. Operacionalización de las Variables

Tabla 2: Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES			
VARIABLES	INDICADORES	INDICES	INSTRUMENTO
V. I. Sistemas de protección	Sistema por enrocado	Explicación de la planificación del Proceso Constructivo de la Rada Interior del Sistema por Enrocado	-Tesis, fuentes y libros -Data propia de Perusa Piling
		Determinar el personal, equipos y materiales para elaborar un enrocado	
		Explicación del Cálculo del Volumen y Transporte de Materiales	
	Sistema Bolsacreto	Planificación del Proceso Constructivo de la Rada Interior por el Sistema Bolsacreto	-Fichas técnicas de Pavco y Mexichen -Data propia de Perusa Piling
		Cálculo de Volumen de concreto y colocación del Bolsacreto	
		Determinar el personal, equipos y materiales para elaborar el sistema Bolsacreto	
V. D. Eficiencia en la construcción de la rada interior	Factor Tiempo	Determinar los tiempos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde, con el sistema por enrocado	-Análisis de producción proporcionados por Perusa Piling Programa Microsoft Excel y SPSS Tesis
		Determinar los tiempos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde, con el sistema Bolsacreto	
		Comparación de los tiempos de ambos sistemas.	
	Factor Costo	Determinar los costos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde, con el sistema por enrocado	-Análisis de Precios Unitarios proporcionados por Perusa Piling Programa Microsoft Excel y SPSS Tesis
		Determinar los costos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde, con el sistema Bolsacreto	
		Comparación de los costos de ambos sistemas.	

Fuente: Elaboración Propia

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Usaremos data del proyecto realizado como enrocado convencional; este es el proyecto Lima Marina Club – Costa Verde.

Para la comparación de tiempo y costos usaremos un proyecto de sistema Bolsacreto realizado en la ciudad de Huarney.

Además se han utilizado textos, libros especializados y documentos de los fabricantes ya sea de aditivos, geotextiles y adiciones.

#### **3.4.1. Descripción de los Instrumentos**

La técnica fue del análisis documental, se usaron normas técnicas de la construcción, libros especializados, tesis nacionales e internacionales, apuntes de la web, documentos de los fabricantes de los aditivos y documentos de los fabricantes del geotextil para el Bolsacreto.

La técnica fue de trabajo de campo; diseñamos distintos tipos de diseño de mezcla hasta ir afinando los ideales para la investigación, de esta manera junto a los colaboradores e ingenieros de campo con su amplia experiencia pudimos lograr los diseños finales.

El procesamiento de datos será mediante el uso del software Microsoft Excel. Las sumas y promedios serán presentados en gráficos y tablas.

### 3.4.2. Validez y confiabilidad de los instrumentos

- EQUIPO : TAMIZADOR ELECTRICO
- MARCA : SOILTEST
- MODELO : 80-0445/06
- CONDICIONES : OPTIMAS



*Ilustración 1: Tamizador eléctrico*

Fuente: Elaboración Propia

- EQUIPO : TAMICES
- MARCA : U.S.A. SIEVE ASTM E-11
- TIPO : #4, #8, #16, #30, #50, #100
- CONDICIONES : OPTIMAS



*Ilustración 2: Tamices normalizados*

Fuente: Elaboración Propia

- EQUIPO: MAQUINA DE COMPRESION AXIAL ELECTRO-HIDRAULICA DIGITAL MARCA : ELE - INTERNACIONAL  
CONDICIONES : OPTIMAS



*Ilustración 3: Maquina de Compresión Axial Electro-Hidráulica*

Fuente: Elaboración Propia

- EQUIPO : MEDIO ISOTERMO (HORNO DE SECADO PARA MUESTRAS) MARCA : DESPATCH  
TIPO : LBB / LEB SERIES  
CONDICIONES : OPTIMAS



*Ilustración 4: Horno de secado para las muestras*

Fuente: Elaboración Propia

- EQUIPO : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO
- MARCA : OHAUS
- MODELO : AV8101
- CONDICIONES : OPTIMAS



*Ilustración 5: Balanza de Funcionamiento No Automático*

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos

#### Método de regresión lineal múltiple

Esta técnica de análisis de regresión lineal múltiple es un método estadístico utilizado para estudiar la relación entre más de una variable, esto nos va a ofrecer la ventaja de utilizar más información para la construcción del modelo, por ende hacer estimaciones más precisas. El análisis de regresión múltiple produce una ecuación con varios coeficientes  $\beta$ , dependiendo del número de variables independientes  $X$  que se introduzcan al modelo, generando de esta forma hiperplanos.

El Coeficiente de Correlación Múltiple mide la proporción de la variación total de los valores de la variable dependiente, que es explicada por la regresión múltiple.

Dicho modelo se utilizó para ver la influencia de las variables en los costos de un Sistema Enrocado.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n$$

#### Test de Normalidad (Shapiro-Wilk)

También llamado Test Shapiro-Wilk, es un método estadístico para contrastar la normalidad de un conjunto de datos; planteándose una hipótesis nula proveniente de una población normalmente distribuida. Si p-valor es menor al nivel de confianza entonces dicha hipótesis nula es rechazada, es decir los datos no vienen de una distribución normal, si p-valor es mayor, la hipótesis nula es aceptada.

Dicho modelo se utilizó para los diseños de concreto.

#### Prueba U de Mann Whitney

La prueba de U de Mann Whitney es una prueba “no paramétrica” aplicada a dos muestras independientes de igual o diferente tamaño, cuando no se dan las condiciones exigidas para aplicar la T de Student.

Dicha prueba se aplicó cuando no se tenía una distribución normal al aplicar el Test Shapiro-Wilk.

### **Chi-Cuadrado de Pearson**

Es una prueba no paramétrica, se denomina  $X^2$  a cualquier prueba estadística utilizando una distribución  $X^2$ . Esta prueba se usa para determinar si existen diferencias estadísticas significativas.

Dicha prueba se aplicó a los costos de los diseños en los Bolsacretos.

### **3.6. Aspectos éticos**

Los responsables e investigadores de la presente tesis, asumen toda responsabilidad de los datos, hechos y fundamentos presentes en ella, respetando la veracidad de los resultados para dar una confiabilidad de los mismos.

## **CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **4.1. Análisis e interpretación de los resultados**

#### **4.1.1. Sistema de Protección por Enrocado**

##### **4.1.1.1. Descripción del Proyecto**

El área donde se ubica el proyecto se encuentra localizado en playa los yuyos en el circuito de la Costa Verde, frente al Océano Pacífico.

Políticamente la zona pertenece al Distrito de Barranco, Provincia de Lima, Departamento de Lima.

La infraestructura que propone el proyecto se encuentra al Norte de la playa las Sombrilla y al Sur de la playa los Yuyos, al Norte del Molón existente de la playa Las Sombrillas.

En la actualidad la playa está en proceso de equilibrio dinámico por que la línea de playa se mantiene igual debido a la existencia de molones o espigones ubicados hacia el Norte no obstante estos se encuentran colmatados.

El proyecto "Lima Marina Club" de carácter portuario, está considerado en un área aproximada de 2.62 Ha. de Mar y 0.997 Ha. de área en tierra.

El área de mar, por el Norte estará limitado por un muelle espigón de una longitud de 173 m. desde la línea de alta marea actual, por el Sur por el molón de las Sombrillas, en una longitud de 125 m. y una prolongación de esta, hasta una longitud de 177 m.; por el Este limita con una línea imaginaria paralela, a una distancia de 20m. del rompeolas perpendicular al espigón en 130 m., cuyo tramo final terminara en forma curva e hidrodinámica.

En el Proyecto, la obra principal consiste en prolongar el Espigón existente al Oeste, en una longitud de 50 m. continuando hacia el Norte, en una longitud de 130 metros.

En el Espigón Norte se construirá un muelle marginal de 90 metros de longitud con un ancho de 3 metros, en el Espigón Sur (molón existente)

otro muelle marginal de 95 metros de longitud con un ancho de 3 metros, ambos muelles marginales a la cota de + 1.50 msnm.

En el límite Norte de la zona de la Marina se construirá un Muelle fijo de 95 metros de longitud con un ancho de 3.60 metros, el cual se construirá un tablestacado retenedor de arena en la parte Norte.

En la Rada de la Marina se procederá a hacer un dragado para poder alcanzar la cota – 1.50 msnm.

También se construirán cuatro espigones flotantes.

En la zona de la playa se ganara terreno al mar mediante un tablestacado de 70 metros al norte y 130 metros al Oeste.

El área del proyecto está localizada entre las coordenadas UTM:

- En tierra (Playa)
  - Norte: 8 655 875
  - Este: 279 850
  
- En Mar (Parte final de forma espigón )
  - Norte: 8 655 888
  - Este: 279 638

#### **4.1.1.2. Batimetría de la Rada**

La batimetría, punto clave para todo el proceso de la construcción de la marina (Ver Ilustración 6)

Esto nos ayudara a obtener las cotas finales de fondo marina de la rada para convertirla en una zona de aguas tranquilas.

Por otro lado también haremos un análisis minucioso de alturas batimétricas para nuestro cálculo de volumen de dragado antes, durante y después de la construcción de la rada.

Durante todo nuestro proceso de construcción la parte batimétrica será nuestra guía de nivel para darnos cuenta que tanto fondo marino vuelve a ingresar a la zona dragada y de esta manera hacer proyecciones de limpieza y mantenimiento de la rada.

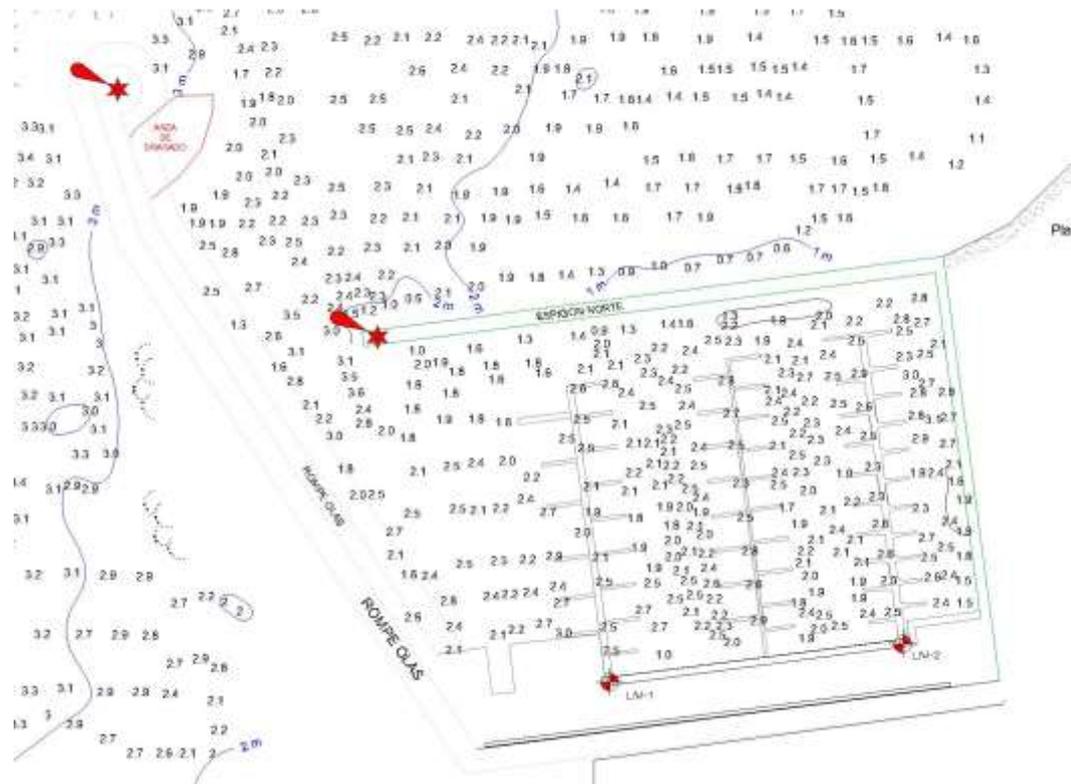


Ilustración 6: Batimetría de la Rada

Fuente: Perusa Piling S.R.L.

#### 4.1.1.3. Construcción de Espigones

- IDENTIFICACION DE LOS TIPOS DE ROCAS A USAR

La rada se conformara por cuatro (04) espigones denominados ESPIGON NORTE, ESPIGON SUR, ESPIGON ESTE y ESPIGON OESTE, los cuales formaran un área acuática de aguas tranquilas de 23 121m<sup>2</sup> para así poder acoderar los yates en 120 slips.

Previamente a la construcción se deberá replantear el trazo de los espigones, los mismos que serán verificados.

Los tipos de rocas que usaremos para la construcción de espigones son:

- MATERIAL PARA NUCLEO

El 50% debe estar entre 3 a 20 Kg.

El 50% debe estar entre 20 a 30 Kg.

- MATERIAL PARA LA CAPA INTERMEDIA

El 50% debe estar entre 100 y 300 Kg.

El 50% debe estar entre 300 y 600 Kg.

- MATERIAL PARA LA CORAZA

El 50% debe estar entre 700 a 1000 Kg.

El 50% debe estar entre 1000 y 2250 Kg.

#### 4.1.1.4. Colocación del Material de Núcleo, Capa Intermedia y Coraza

- TRANSPORTE DE ROCA

La roca será transportada mediante volquetes de 15 m<sup>3</sup> y camiones plataforma de 35 tn. Los primeros se auto descargarán y a las plataformas mediante cargador frontal o una grúa. (Ver Ilustración 7)



*Ilustración 7: Transporte de Materiales, Roca y Capa Intermedia*

Fuente: Elaboración Propia

- CANTERA DE ROCA

La cantera a ser explotada tendrá que tener roca del tipo intrusiva y principalmente Diorita, caracterizada por ser densas, compactas, masivas, de color gris oscuro a claro, textura holocristalina y de grano mediano a grueso. (Ver Ilustración 8)

Las rocas a obtenerse en la cantera deberán tener una densidad mínima de 2600 Kg. /m<sup>3</sup>.

La pérdida total promedio de acuerdo al ensayo de Durabilidad con sulfato de sodio (ASTM – C88) deberá ser menor al 15%.

El porcentaje de desgaste, de acuerdo al ensayo de Abrasión en la máquina de los Ángeles (ASTM – 535 – 69), deberá ser inferior al 15%.

Gravedad específica (ASTM C-127)



*Ilustración 8: Rocas de Cantera Cajamarquilla*

Fuente: Elaboración Propia

- HABILITACION DE LA ROCA

De la cantera seleccionada se obtendrá, previamente seleccionadas, las rocas para los trabajos de construcción de la coraza, capa intermedia y núcleo.

De acuerdo a la cantidad de material requerido a lo largo del tiempo, se procederá a su explotación y habilitación oportuna.

La roca deberá presentar canto vivo, duro, sano, sin exfoliaciones o daños estructurales y deberá ser de forma irregular. (Ver Ilustración 9)



*Ilustración 9: Rocas de Cantera Cajamarquilla, para Enrocado*

Fuente: Elaboración Propia

- **MATERIAL DE NUCLEO**

El material de núcleo también será transportado desde la cantera, variando el rango de pesos de acuerdo a la selección y tal como se indica en el plano correspondiente.

El 50% debe estar entre 20 a 35 kg.

El 50% debe estar entre 5 a 20 kg.

Se deberá verificar constantemente que durante la colocación del material se esté cumpliendo con las características según los límites indicados y así mismo con las dimensiones y pendientes especificadas. (Ver Ilustración 10)



*Ilustración 10: Material de Núcleo*

Fuente: Elaboración Propia

- ROCA DE LA CAPA INTERMEDIA

La capa intermedia estará constituida por rocas que oscilen entre:

El 50% debe estar entre 450 a 700 kg.

El 50% debe estar entre 200 a 450 kg.

Se deberá verificar constantemente que durante la colocación del material se esté cumpliendo con las características según los límites indicados y así mismo con las dimensiones y pendientes especificadas.

Esta capa cumple la función de un filtro, de una capa de transición o una interface entre la coraza y el núcleo. La gradación especificada permite obtener una estructura estable e impedir el lavado del material de núcleo a través de la coraza. (Ver Ilustración 11)



*Ilustración 11: Roca de Capa Intermedia*

Fuente: Elaboración Propia

- ROCA PARA LA CORAZA.

La coraza está constituida por una capa de roca cuyo peso oscilara:

El 25% debe estar entre 4250 y 5000 kg.

El 25% debe estar entre 3500 y 4250 kg.

El 25% debe estar entre 2750 y 3500 kg.

El 25% debe estar entre 2000 y 2750 kg.

No se aceptaran unidades con cantos rodados o trizaduras que puedan convertirlas posteriormente en unidades de menor peso que el especificado, ni unidades que la razón entre sus dimensiones mayor o menor sea superior a 3. (Ver Ilustración 12)

Las rocas mayores al 50% de las especificadas, deberán ser cortadas con barreno.

La roca será colocada de manera de lograr engrampe entre ellas, y con el talud de 1:1 indicado en el proyecto.



*Ilustración 12: Roca para la Coraza*

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.1.1.5. Proceso Constructivo de los Espigones de la Rada**

Previamente a la construcción se deberá replantear el trazo del espigón, el mismo que deberá ser verificado.

La construcción del espigón se realizara en forma progresiva y avanzando de tierra hacia mar. Esta se desarrollara por tramo y en forma secuencial, iniciando con la colocación del material de núcleo y continuándose con la colocación de la capa intermedia. (Ver Ilustración 13)



*Ilustración 13: Inicio de Construcción de Espigones*

Fuente: Elaboración Propia

El avance de la colocación de la capa intermedia y el núcleo no se adelantara de 10 m. de la construcción de la coraza (dependiendo de las condiciones del mar), para evitar pérdidas excesivas de material por acción del oleaje.

La colocación del material de núcleo y de la capa intermedia se realizara por volteo, utilizando la ayuda de un cargador frontal. (Ver Ilustración 14)



*Ilustración 14: Cargador Frontal para volteo de Núcleo*

Fuente: Elaboración Propia

Las rocas de la coraza serán acomodadas sobre la capa intermedia, haciéndolo desde el pie del talud hasta alcanzar la cota superior del espigón.

En el talud interior el espigón se realizara una excavación previa, a la colocación de la roca de coraza, esta excavación deberá finalizar en la cota -3.00 msnm, ya que esta cota será la que tendrá finalmente la rada, posterior al dragado.

En caso de tener que pararse la construcción del espigón, deberá protegerse con roca de coraza el extremo de la misma, para evitar que el material de menor tamaño sea arrastrado por el mar.

Las rocas de la coraza serán acomodadas en el talud del espigón mediante el uso de grúas con estrobos. En ningún caso las rocas podrán ser colocadas por caída libre desde el camión. (Ver Ilustración 15 y 16)



*Ilustración 15: Izaje de Roca de Coraza*



*Ilustración 16: Supervisión de Topografía para talud de Roca*

Fuente: Elaboraciones Propias

El talud final del enrocado deberá conformar con lo indicado en la secciones típicas, debiendo estar las rocas en posición en entrabe natural. El avance de la construcción de la coraza deberá ser siguiendo al avance del núcleo y capa intermedia, evitando dejar sin protección contra el oleaje longitud de taludes mayores a 10 m. (Dependiendo de las condiciones del mar)

Conforme se termine la construcción de la coraza, se procederá a proteger la parte frontal del espigón, para continuar posteriormente.

#### 4.1.2. Sistema de Protección por Bolsacreto

La cada vez más frecuente oferta de productos sintéticos y asfálticos con fines de drenaje, filtración, control de erosión e impermeabilización, como alternativa para sustituir materiales naturales en la construcción, obliga a los profesionales de la ingeniería a familiarizarse con las propiedades, aplicaciones, ventajas y desventajas de estos nuevos materiales.

Los geo sintéticos son productos industriales elaborados con polímeros derivados del petróleo, que se utilizan en obras de mar o en la construcción en general.

Se distinguen dos tipos principales: los geotextiles o telas para ingeniería, que se caracterizan por su alta permeabilidad, similar a la de los materiales granulares limpios y están representados por los textiles propiamente dichos, las geo redes y las geo mallas de plástico.

El otro tipo corresponde a las geo membranas, o elementos de poco espesor y muy baja permeabilidad

Los polímeros más empleados en la fabricación de geotextiles son:

*Tabla 3: Tipos de Polímeros*

<b>SIGLAS</b>	<b>POLIMEROS</b>
PP	polipropileno
PET	poliéster
PE	polietileno en redes

<b>SIGLAS</b>	<b>GEOMEMBRANAS EN ASFALTO</b>
HDPE , LDPE	polietilenos de alta y baja densidad
PVC	cloruro de polivinilo
MR	hule butilo
CSPE	polietileno clorado
CR	policloropreno o neopreno
EPDM	monómero dieno propileno etileno

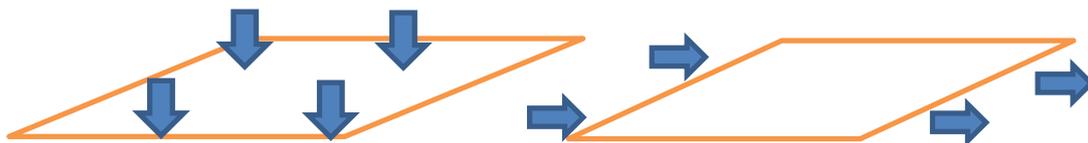
Fuente: Geo sistemas Pavco

En función de su respuesta hidráulica, se pueden dividir a estos productos en geo sintéticos discontinuos o geotextiles (permeables) y en geo sintéticos continuos o geo membranas (impermeables).

Las características hidráulicas de los textiles dependen en gran medida de los procedimientos de fabricación y de los materiales empleados en su producción, que comprenden los filamentos largos, las fibras cortas (2 A 10 cm) y las tiras, con ancho entre 1 y 3 mm; quedan incluidos en este último tipo los elementos gruesos de diámetros hasta 5 mm, que se utilizan en la fabricación de las geo mallas, son sometidas a esfuerzos de tensión que orientan sus moléculas en una o dos direcciones para rigidizarlas y su campo de aplicación es en el refuerzo de suelos.

Las funciones que cubre un geotextil son: separación, entre materiales de diferente granulometría; refuerzo, como elemento resistente dentro de la masa de suelo; filtración y drenaje, al evitar la migración de sólidos y permitir el flujo del agua en el sentido normal o a través de su plano; e impermeabilización, cuando un textil es impregnado con un producto asfáltico o polímero para hacerlo impermeable y se convierte en geo membranas. (Ver Ilustración 17)

Para que un geotextil pueda realizar todas esas funciones, se requiere que cumpla con algunas características de resistencia, durabilidad y permeabilidad.



*Ilustración 17: El flujo normal y el flujo a través del plano textil*

Fuente: Geo sistemas Pavco

#### 4.1.2.1. Características del Bolsacreto

Los Bolsacretos, deben ser colocados en el lugar que previamente ha sido establecido por el diseñador o pueden ser lanzados al agua cuando sea necesario. Se debe recordar que se está manejando un enrocado artificial, pero que durante el vaciado del material dentro del Bolsacreto, está en forma líquida y no ha adquirido la suficiente resistencia a la compresión. Se debe desarrollar entonces una traba, para que los Bolsacretos una vez fraguados mantengan la estabilidad necesaria, de tal forma que puedan soportar el embate de las aguas o empujes que provengan del espaldón. Las características del mortero o concreto de relleno utilizado para los Bolsacretos, deberán cumplir con las propiedades mínimas aceptadas para la elaboración de estas mezclas. Esto incluye la calidad de: los áridos, el agua y el cemento. Así como los procedimientos para su elaboración, transporte y colocación, que permitan asegurar su calidad. La resistencia a la compresión simple de estas mezclas, deberá ser recomendada en el diseño según el uso de estos enrocados artificiales, pero bajo ninguna circunstancia podrá ser inferior a los 105 kg/cm<sup>2</sup> (1500 psi) para evitar el desgaste por abrasión.

#### 4.1.2.2. Proceso Constructivo

El llenado de los Bolsacretos se puede realizar con equipo de bombeo o por gravedad. Se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones generales para el llenado:

- **Colocación de Geotextil No Tejido:** Teniendo en cuenta que se tiene que proteger del lavado de finos la solución se debe usar un Geotextil No Tejido NW030M, el cual actuaría como separador y filtro evitando la contaminación de la solución con los finos del talud, por causa de la migración de partículas que puedan ingresar a la estructura de la solución. Así mismo impiden la socavación de los materiales del talud. (Ver Ilustración 18)



*Ilustración 18: Geotextil No Tejido NW030M*

Fuente: Geo sistemas Pavco

- **Llenado con equipo de Bombeo.**

Después de tener el Bolsacreto listo en el sitio se inserta en la válvula la manguera hasta la mitad del Bolsacreto, se procede a bombear el concreto teniendo Precaución de no superar una altura de llenado de 0.5 m. En estos casos la cantidad aproximada de concreto es de 1.0m<sup>3</sup> o 2.0m<sup>3</sup> dependiendo de la referencia. (Ver Ilustración 19)



*Ilustración 19: Bombeo de Bolsacretos*

Fuente: Geo sistemas Pavco

La válvula actúa al retirar la manguera de llenado sellando automáticamente el Bolsacreto. En condiciones normales el llenado de un Bolsacreto se realiza en 5 minutos aproximadamente. (Ver Ilustración 20)



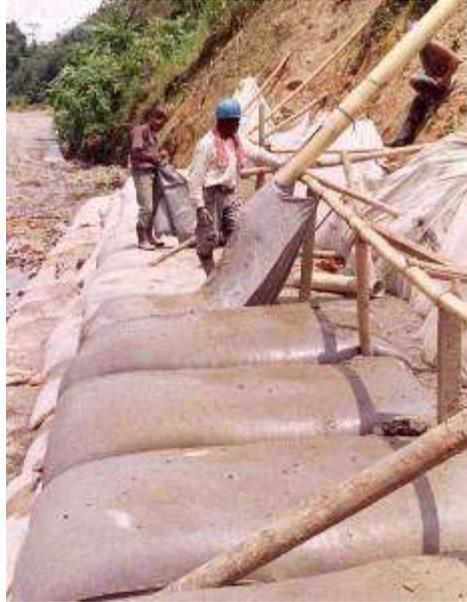
Ilustración 20: Proceso de llenado de Bolsacretos

Fuente: Geo sistemas Pavco

- **Llenado por Gravedad**

Después de tener el Bolsacreto listo en sitio y con un soporte de madera se levanta 45 grados de la parte donde está ubicada la válvula, se inserta un tubo de PVC de 100mm (4") en la válvula del mismo hasta la mitad del Bolsacreto para que este sea el encargado de recibir la manguera que trae el concreto.

Para lograr que el Bolsacreto se llene correctamente se necesita una cabeza hidráulica superior a 4m. Para mayor facilidad se recomienda colocar en la parte alta una tolva de aproximadamente 0.6m x 0.6m que finalmente será la encargada de direccionar el concreto a través de la manguera. (Ver Ilustración 21, 22 y 23)



*Ilustración 21: Llenado de los Bolsacretos por caída libre*

Fuente: Geo sistemas Pavco

Por gravedad se obtiene un rendimiento y una altura de llenado inferior que con el equipo de bombeo.

Para condiciones normales el llenado por gravedad de un Bolsacreto se realiza en 35 minutos aproximadamente.



*Ilustración 22: Vista de Llenado por caída libre*

Fuente: Geo sistemas Pavco



Ilustración 23: Armado de canaletas para llenado por caída libre

Fuente: Geo sistemas Pavco

- **CONCRETO DE DISEÑO**

Se recomienda que el concreto tenga una resistencia superior a 1500 Psi (105 kg/cm<sup>2</sup>) y un asentamiento superior a 0.12m (slump > 4"); sin embargo, la resistencia final del concreto depende del diseño.

- **BOLSACRETO**

Por sus características mecánicas e hidráulicas el Bolsacreto permite un adecuado proceso de fraguado del concreto permitiendo exudación sin pérdida de lechada o cemento.

El Bolsacreto es una formaleta flexible en donde sus dimensiones finales dependen de la altura de llenado.

Una vez llenado la primera fila de Bolsacretos se debe esperar que termine el fraguado inicial de aproximadamente 35 minutos, para proceder a fundir la siguiente fila.

Normalmente en campo se tienen bases irregulares, constituyéndose en una variable que influye en el resultado de la medición de la capacidad real; ya que puede variar en la medición de la altura de llenado; motivo

por el cual la cantidad de concreto es Aproximada a 1m<sup>3</sup> o a 2m<sup>3</sup> dependiendo de la capacidad original.

Las dimensiones finales de acuerdo a los procedimientos de llenado para los Bolsacretos de medidas 1,2 m. x 2.4 m. son aproximadamente:

Para el caso de bombeo: El tiempo también es menor dando mejores rendimientos en comparación con el de gravedad:

Altura: 0.40 m (aprox).

Ancho: 1.05 m (aprox)

Largo: 2.20 m (aprox)

Capacidad: 1.00 m<sup>3</sup> (aprox)

Rendimiento de llenado: 25 a 35 unid/día.

Para el caso de llenado por gravedad:

Altura: 0.30 m (aprox).

Ancho: 0.95 m (aprox)

Largo: 2.20 m (aprox)

Capacidad: 1.00 m<sup>3</sup> (aprox)

Rendimiento de llenado: 12 a 18 unid / día

- **Colocación de Bolsacretos**

Se deberá colocar los Bolsacretos en forma de traba para con el fin de garantizar una mejor estabilidad de la estructura así como un mejor desempeño. (Ver Ilustración 24 y 25)



*Ilustración 24: Engrampado de Bolsacretos*

Fuente: Geo sistemas Pavco



*Ilustración 25: Proyecto de Veracruz de terminado*

Fuente: Geo sistemas Pavco

#### **4.1.3. Diseño de Mezcla para el Bolsacreto**

Actualmente, el concreto es el elemento más usado en el ámbito mundial para la construcción, con lo que conlleva a la evolución de las exigencias para cada uso del mencionado elemento.

La demanda del concreto ha sido base para la elaboración de los diferentes diseños de mezcla, ya que estos métodos permiten a los

usuarios conocer no solo la dosis precisa de los componentes del concreto, sino también la forma más apropiada para elaborar la mezcla. Los métodos de diseño de mezclas están dirigidos a mejorar calificativamente la resistencia, la calidad y la durabilidad de todos los usos que pueda tener el concreto.

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto, conocida como diseño de mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuada; y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y/o las especificaciones técnicas de obra.

En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, se debe recordar que la composición de la misma está determinada por:

- Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, las cuales son determinadas por el Ingeniero Estructural, y se encuentran indicadas en los planos y/o las especificaciones técnicas de obra.
- Las propiedades del concreto al estado endurecido, las cuales generalmente son establecida por el ingeniero constructor en función del tipo y características de la obra y de las técnicas a ser empleadas en la colocación del concreto.
- El costo de la unidad cubica del concreto.

En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto es necesario conocer, además de las propiedades que se requieren y del empleo que se va a dar al concreto, así como la característica geográfica y ambiental de la zona la cual él va a ser utilizado, información básica sobre las propiedades de los materiales integrantes del mismo.

La selección de las proporciones de la unidad cubica de concreto deberá permitir que este alcance a los 28 días, o la edad seleccionada, la resistencia en compresión promedio elegida.

En este sentido y como cuestión fundamental, la selección de las proporciones de la mezcla deberá basarse en la información obtenida de los resultados de los ensayos de laboratorio de los materiales a ser utilizados. Otro factor que debe tenerse en cuenta para seleccionar las proporciones de la mezcla son las condiciones de colocación, la calidad y experiencia del personal o 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.

#### **4.1.3.1. Diseño de Mezcla con Cemento Tipo V**

El cemento Portland Tipo V además de reunir las cualidades del Cemento Portland Tipo II, es usado donde se requiera una elevada resistencia a la acción concentrada de los sulfatos.

Se recomienda para estructuras, canales, alcantarillado, en contacto con suelos ácidos y/o aguas subterráneas, de exposición severa del orden de 1,500 - 10,000 ppm de sulfatos solubles en agua.

También se usa en obras portuarias expuestas a la acción de aguas marinas, sobre suelos salinos y húmedos, en piscinas y acueductos, tubos de alcantarillados, canales y edificios que deberán soportar ciertos ataques químicos.

El diseño de mezcla es el proceso de escoger los materiales adecuados del concreto para determinar las cantidades relativas de los mismos, con el objeto de producir un concreto tan económico como sea posible, concreto con cierto mínimo de propiedades, especialmente resistencia, durabilidad y una consistencia requerida.

Existen en la actualidad una serie de métodos de diseño de mezclas que con mayor o menor refinamiento establecen tablas y/o gráficos para estimar cantidades de agua de amasado en función del tamaño máximo, geometría del agregado, así como el asentamiento, relaciones agua/cemento a usar, las proporciones en que deben intervenir la piedra y la arena en base a gradaciones y consideraciones teóricas y/o prácticas.

Conseguir una mezcla con un mínimo de pasta y volumen de vacíos o espacios entre partículas y consecuentemente cumplir con las propiedades requeridas es lo que la tecnología del concreto busca en un diseño de mezclas.

El método utilizado para diseñar fue el del módulo de fineza de la combinación de agregados.

#### **4.1.3.3. Diseño de Concreto Tremie - Colocación de Hormigón bajo agua**

La exitosa colocación del hormigón bajo agua requiere cuidadosas planificación y atención.

El hormigón debe fluir fácilmente hacia el lugar de su ubicación y consolidarse por su propio peso sin causar vibraciones que puedan incorporar agua a su masa, lavando el cemento, con la consecuente formación de bolsones de arena y grava débilmente cementados.

Con el procedimiento Tremie el hormigón es colocado con un tubo vertical de acero cuyo extremo superior tiene la forma de embudo. El extremo inferior del tubo se mantiene sumergido en el hormigón fresco sin contacto con el agua. La inspección directa visual del hormigón depositado es normalmente imposible durante la operación de vaciado, de modo que el progreso de esta operación debe ser controlado cuidadosamente observando el volumen de hormigón colocado y la altura alcanzada en el tubo.

- **Dosificación del hormigón**

El hormigón a colocar por el procedimiento Tremie debe fluir fácilmente y debe ser suficientemente cohesivo para no segregarse. Se usan mezclas relativamente ricas (350 kg de cemento por metro cúbico). El agregado de puzolanas mejora las características de fluencia y se usan generalmente en cantidades de hasta un 15% del peso del material cementicio. La máxima relación agua – cemento más puzolana es de 0,45.

El tamaño máximo del agregado recomendado para estructuras armadas es de 19 mm, mientras que para estructuras sin armaduras es de 38 mm. Se prefieren agregados redondeados (gravas). Es generalmente deseable un contenido de agregados finos comprendido entre 45 % y 55 % del volumen total y un contenido de aire de hasta un 5%.

Se usa comúnmente un asentamiento comprendido entre 15 y 22,5 cm, siendo adoptado el mayor con armadura abundante o cuando el desplazamiento horizontal es apreciable.

Aditivos reductores de agua o similares son beneficiosos para proveer un hormigón cohesivo de mayor asentamiento. El uso de superfluidificantes no es recomendable para hormigones masivos mientras el asentamiento no muestra efectos detrimentales.

Es importante mantener el mayor asentamiento como sea posible para que el hormigón continúe fluyendo por el tubo.

- **Equipamiento TREMIE**

El diámetro del tubo Tremie oscila entre 20 y 30 cm. Diámetros más pequeños pueden causar bloqueo del tubo. Para una colocación profunda del hormigón suelen usarse tubos con juntas especiales para permitir la remoción de los tramos superiores a medida que el hormigonado progresa.

Cierres terminales o tapones, suelen emplearse con la técnica del tubo seco, al iniciar el derrame del hormigón. A medida que el tubo desciende, la presión del agua cierra el extremo del tubo y el mismo se mantiene seco.

Cuando la profundidad es grande, la flotabilidad puede ser un problema mientras el extremo del tubo está taponado, durante su ubicación en el agua. El uso de tubos con paredes de mayor espesor o tubos de mayor peso puede solucionar el problema de la flotabilidad. Alternativamente puede usarse un tubo abierto en su extremo con un tapón corredizo que evite la penetración del agua en el primer hormigón que se coloque. El

tapón debe ser suficientemente ajustado para impedir la penetración del agua pero de fácil desplazamiento por el peso del hormigón. Una pelota o globo de goma inflado ha sido usado como cierre en el extremo del tubo, pero en varios casos ha fallado a profundidades de 7,80 m o mayores. Debe asegurarse el buen funcionamiento de este cierre para evitar la penetración del agua y como resultado un hormigón de pobre calidad.

- **Iniciación del hormigonado tipo Tremie**

La operación comienza taponando el extremo del tubo (tremie) con hormigón seco. Para minimizar la segregación por la caída del hormigón en lugares profundos, se coloca previamente en el tubo un mortero de cemento con una altura de 0,80 m a 0,90 m. De este modo, aun cuando el hormigón se segregue durante la caída libre, se mezclará con el mortero del extremo del tubo. Una vez que se ha llenado el tubo se levanta no más de 15 cm desde el fondo para que comience a fluir el hormigón. El hormigón fluye alrededor de la boca del tubo estableciendo un sello. El izado inicial del tremie debe realizarse pausadamente para evitar alteraciones en la boca de descarga. No debe proseguirse con el izado hasta que el tremie esté sumergido por lo menos de 0,90 m a 1,50 m en hormigón. De ocurrir una pérdida de este sellado del extremo del tremie, el mismo se retira hasta la superficie y se procede como en la operación inicial.

- **Colocación del hormigón con un tubo Tremie**

La colocación del hormigón con cada tremie debe ser tan continua como sea posible.

Largos intervalos en la colocación del hormigón facilitan su endurecimiento y dificultan la fluencia y la continuación de la operación. Mientras que interrupciones de hasta 30 minutos permiten continuar las

operaciones sin mayores dificultades, para lapsos mayores debe retirarse, resellar y reiniciar la operación con el tremie.

Los tubos tremie deben ser espaciados de modo que el hormigón no tenga que fluir demasiado lejos. Por otra parte puede ocurrir la segregación del hormigón en la superficie en talud en contacto con el agua. Este problema suele presentarse en hormigones pobres con una pasta con relación agua – cemento alta. Una separación de dos a tres veces el espesor del hormigón a ser distribuido, es lo aconsejable. La separación usual está comprendida entre 4,50 y 10,50 m pero el hormigón vaciado con el tremie puede fluir hasta una distancia del mismo de 21 m en capas de gran espesor.

El tubo tremie debe permanecer fijo, sin movimientos horizontales, mientras fluye el hormigón. El movimiento horizontal del tremie daña la superficie del hormigón colocado, crea lechadas adicionales y posiblemente una pérdida del sellado. La distribución horizontal del hormigón se realiza por oscilante colocación moviendo el tubo, restableciendo el sellado y reanudando la colocación.

En grandes emplazamientos han sido utilizados dos métodos para distribuir el hormigón horizontalmente. En el método por capas el área total a cubrir es hormigonada simultáneamente empleando varios tremie. El nivel del hormigón se mantiene groseramente nivelado a medida que sube. Con el método de avance en talud, se coloca una porción del hormigón hasta su nivel definitivo y entonces se desplazan los tremies para llenar las áreas adyacentes hasta ese nivel. Este tipo de trabajo es adecuado en emplazamientos alargados.

- **Control de la elevación de descarga en un tubo (Tremie)**

En una operación de hormigonado el extremo del tubo debe mantenerse de 0,90 a 1,50 m por debajo de la superficie del hormigón. Si la elevación

del embudo del tremie está controlada por una grúa, un buen operador de grúa puede sentir la pérdida de presión en sus cables y bajarlo inmediatamente cuando existe el peligro de que la boca del tremie pierda contacto con el hormigón. Todos los movimientos verticales del tremie deben ser cuidadosamente controlados para evitar esa pérdida de contacto.

Una forma de detectar la pérdida de contacto de la boca de descarga del tremie con el hormigón se obtiene cuando aumenta sensiblemente el volumen del nuevo hormigón descargado por el mismo.

Pueden hacerse marcas a intervalos convenientes en el tubo tremie para indicar al operador de la grúa cuándo y en qué medida debe levantarse. Observando la posición de las marcas sobre el tubo y midiendo la distancia a la parte superior del hormigón, el operador puede juzgar cuándo la boca del tubo está a poca profundidad en el hormigón y es necesario levantarlo.

Si el tubo tremie permanece bajo demasiado tiempo, hormigón fresco puede rodear una masa de hormigón fraguado. Esto puede ser causa de agrietamientos.

- **Cómo proceder en casos de bloqueo**

El bloqueo de los tubos tremie que puede presentarse durante las operaciones debe ser solucionado cuidadosamente para evitar la pérdida del sellado de la boca del tubo. El tubo debe ser cuidadosamente levantado de 15 a 60 cm y luego bajado en un intento de destrabar el bloqueo. La profundidad del tubo debe ser cuidadosamente vigilada durante los intentos de desbloqueo. Si el bloqueo no puede resolverse, el tubo debe ser removido, resellado y rehabilitado.

El mejor camino para prevenir los bloqueos es asegurar una alimentación ininterrumpida de un hormigón de alto asentamiento, relativamente fluido y una secuencia de colocación continua.

#### 4.1.3.2. Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados

Las investigaciones realizadas en la Universidad de Maryland han permitido establecer que la combinación de los agregados fino y grueso, cuando éstos tienen granulometrías comprendidas dentro de los límites que establece la Norma ASTM C 33, debe producir un concreto trabajable en condiciones ordinarias, si el módulo de fineza de la combinación de agregados se aproxima a los valores indicados en la siguiente Tabla 4.

Tabla 4: Modulo de fineza de los agregados

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso		Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para contenidos de cemento en sacos/metro cúbico indicados.				
mm.	Pulg.	5	6	7	8	9
10	3/8	3.88	3.96	4.04	4.11	4.19
12.5	1/2	4.38	4.46	4.54	4.61	4.69
20	3/4	4.88	4.96	5.04	5.11	5.19
25	1	5.18	5.26	5.34	5.41	5.49
40	1 1/2	5.48	5.56	5.64	5.71	5.79
50	2	5.78	5.86	5.94	6.01	6.09
70	3	6.08	6.16	6.24	6.31	6.39

\* Los valores de la Tabla están referidos a agregado grueso de perfil angular y adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores indicados deben incrementarse o disminuirse en 0.1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos.

\*\* Los valores de la Tabla pueden dar mezclas ligeramente sobrearenosas para pavimentos o estructuras ciclópeas. Para condiciones de colocación favorables pueden ser incrementados en 0.2.

Fuente: Normal ASTM C 33

De la tabla obtenemos el módulo de fineza de la combinación de agregados (cm), al mismo tiempo contamos, previamente, con valores de los módulos de fineza del agregado fino (f m) y del agregado grueso (g m), de los cuales haremos uso para obtener el porcentaje de agregado fino respecto al volumen total de agregados mediante la siguiente fórmula:

$$r_f = \frac{m_g - m_c}{m_g - m_f} \times 100$$

Dónde:

rf: Porcentaje del volumen de agregado fino con respecto al volumen total de agregados.

Entonces los volúmenes de agregado fino y agregado grueso por metro cúbico de concreto son:

$$\text{Vol. total de agregados} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento})$$

$$\text{Vol. agregado fino (m}^3\text{)} = \frac{r_f}{100} \times (\text{Vol. total de agregados})$$

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \text{Vol. total de agregados} - \text{Vol. agregado fino}$$

Para el Bolsacreto hay varios tipos de rellenos; estos pueden ser arena, morteros, concreto simple y concretos tremie. El ultimo diseño mencionado es un diseño de concreto especial para estructuras vaciadas bajo el agua.

Al ser este un proyecto de concreto para obras hidráulicas, hay ciertas consideraciones que se deben de tomar para tener resultados óptimos. Uno de ellos es usar un Cemento Andino Tipo V, el cual hemos explicado en un capítulo anterior. Este cemento es el principal elemento en el diseño ya que nos ayudara directamente en el ataque extremo a las sales del agua de mar.

En esta investigación hemos realizado diez diseños de mezcla, de los cuales tomamos seis exitosos; los cuales tenían las características necesarias para trabajar el Bolsacreto con resistencia requerida, slump entre 4" y 8" bombeables con gran factor de trabajabilidad y un costo bajo. Estos diseños fueron trabajados en primer lugar bajo tabulación en un diseño en Excel donde se toman datos iniciales como las características del agregado fino y del agregado grueso, el cemento andino tipo V y el agua potable.

Mediante ensayos en laboratorio hemos determinado los siguientes ensayos según sus respectivas normas técnicas mostradas en la siguiente Tabla 5.

*Tabla 5: Norma Técnica Peruana para Ensayo de Laboratorio*

ENSAYOS DE LABORATORIO	NORMA TECNICA PERUANA
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO	N.T.P. 400.012
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO	N.T.P. 400.012
TAMIZ QUE PASA LA MALLA # 200 DEL AGREGADO FINO	N.T.P. 400.018
TAMIZ QUE PASA LA MALLA # 200 DEL AGREGADO GRUESO	N.T.P. 400.018
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO	N.T.P. 400.022
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO	N.T.P. 400.021
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO	N.T.P. 400.017
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO	N.T.P. 400.017
PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO	N.T.P. 400.022
PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO	N.T.P. 400.022
PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO	N.T.P. 400.010
PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO	N.T.P. 400.010

Fuente: NTP

Los parámetros básicos, de diseño de mezclas de concreto son los siguientes:

**a.- Volúmenes absolutos.**

Todos los métodos de diseño de mezclas exactos, se basan en el principio de considerar en el cálculo, los volúmenes de los componentes sin incluir los vacíos entre ellos, de manera que sumados conjuntamente con el aire que atrapa el concreto suministren la unidad de medida que se esté adoptando, que usualmente es 1m<sup>3</sup>.

En consecuencia, se trabaja en los cálculos con el peso específico de masa, sea en condición seca o saturada superficialmente seca, para obtener los volúmenes sólidos de los componentes, de modo de dosificarlos adecuadamente para lograr la unidad volumétrica de medida.

### **b.- La relación agua/cemento.**

Un parámetro ineludible en el diseño de mezclas es la relación agua/cemento, pues como ya hemos visto al evaluar los conceptos sobre los materiales en el concreto.

Se establecen una serie de criterios para elegir la relación a/c más recomendable para cada caso particular y así tener alternativas de decisión al respecto cuando las condiciones particulares así lo exijan.

### **c.- La granulometría de los agregados gruesos y el tamaño máximo de la piedra.**

Está generalizado mundialmente el criterio de utilizar las granulometrías o gradaciones de agregados que provean el mejor acomodo entre las partículas creando una estructura muy densa.

No se pueden establecer criterios absolutos en este aspecto, pero sin embargo, casi todos usan de alguna manera el concepto del módulo de fineza por el sustento teórico, lo que constituye un parámetro que siempre está ligado de alguna manera al diseño.

Dentro de la granulometría, un factor importante, es el tamaño máximo del agregado y su forma. Está justificado experimentalmente que este factor influya en la cantidad de agua que requiere la mezcla para satisfacer condiciones de trabajabilidad, y así cuanto mayor sea el tamaño del agregado y más redondeado, menor será el requerimiento de agua.

### **d.- La trabajabilidad y su trascendencia.**

La trabajabilidad constituye el parámetro más manejado por los que diseñen, producen y colocan concreto, sin embargo es el más difícil de definir, evaluar y cuantificar en términos absolutos.

Se define como el mayor o menor trabajo que hay que aportar al concreto en estado fresco en los diferentes procesos de fabricación, transporte, colocación, compactación y acabado.

Finalmente, en relación a los parámetros básicos y las tablas recomendadas hay que tener siempre presente que los diseños de mezcla los hacemos inicialmente asumiendo que las condiciones de temperatura y humedad son las estándar (20° centígrados), lo cual difiere por lo general de las condiciones reales, por lo que no deben perderse de vista nunca estos factores al diseñar y evaluar un diseño de mezcla, ya que puede trastornar nuestras premisas y resultados.

#### **e.- Ajustes de mezclas de prueba.**

El diseño de mezcla que mencionamos sirve para calcular las proporciones de los diferentes materiales que componen el concreto, permiten conocer unas cantidades que teóricamente producen un concreto con las propiedades deseadas. Sin embargo, existen algunos factores de los materiales que no se detectan en los ensayos y que traen como consecuencia un concreto con propiedades algo diferentes a las esperadas.

Por esto es necesario comprobar las cantidades teóricas por medio de mezclas de prueba la mezcla de prueba se debe efectuar de acuerdo con la norma N.T.P 339.082.

A dicha mezcla se le verifica el peso unitario y el rendimiento volumétrico del concreto, así como el contenido de aire. También se debe observar que el concreto tenga la trabajabilidad y el acabado adecuado y que no se presente exudación ni segregación. De acuerdo a ello, se puede llevar a cabo los ajustes pertinentes con las proporciones de las mezclas subsecuentes siguiendo el procedimiento sugerido por el ACI y que se indica a continuación:

Se estima de nuevo la cantidad de agua de mezclado necesaria por metro cúbico de concreto, dividiendo el contenido neto de agua de mezclado de la mezcla de prueba entre el rendimiento de la mezcla de prueba en metros cúbicos. Si el asentamiento de la mezcla de prueba no fue el correcto, se aumenta o se disminuye la cantidad estimada de agua en 2,00 Kg por cada centímetro de aumento o disminución del asentamiento requerido. Si el contenido de aire que se obtuvo no es el deseado (para concreto con aire incluido), se estima nuevamente el contenido de aditivo requerido para el contenido adecuado de aire, y se aumenta o se reduce el contenido de agua de mezclado en 3,00 Kg/m<sup>3</sup> por cada 1 % de contenido de aire que deba disminuirse o aumentarse en la mezcla de prueba previa.

#### **4.1.3.3. Agregado Fino**

##### **4.1.3.3.1 Definición**

Se define como agregado fino, al material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9,5 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33.

Los agregados pueden constituir hasta las tres cuartas partes en volumen, de una mezcla típica de concreto; razón por la cual haremos un análisis minucioso y detenido de los agregados utilizados en los ensayos de esta tesis.

##### **4.1.3.3.2. Granulometría del agregado fino (NTP 400.012)**

El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la NTP 400.012 o ASTM C136. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme o continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie Tyler. Se recomiendan para el agregado los siguientes límites. (Ver Tabla 6)

Tabla 6: Granulometría del agregado fino

Malla	Diametros	Porcentaje que pasa (%)
9.52 mm	3/8"	100
4.76 mm	Nº 4	95 a 100
2.36 mm	Nº 8	80a 100
1.18 mm	Nº 16	50 a 85
595 micorenes	Nº 30	25 a 60
297 micrones	Nº 50	10 a 30
149 micrones	Nº 100	2 a 10

Fuente: NTP 400.012

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45%, el porcentaje indicado para las mallas Nº 50 y Nº 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente.

El módulo de fineza no deberá ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1 logrando mantener los límites de más o menos 0,2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla.

Se realizaron tres ensayos granulométricos con el agregado fino obteniendo un promedio de los retenidos de cada ensayo granulométrico.

#### **a.- Tamaño máximo (TM).**

Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado.

### **b.- Tamaño Máximo Nominal (TMN)**

Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. (Ver Ilustración 26)



*Ilustración 26: Agregado Fino de nuestras muestras*

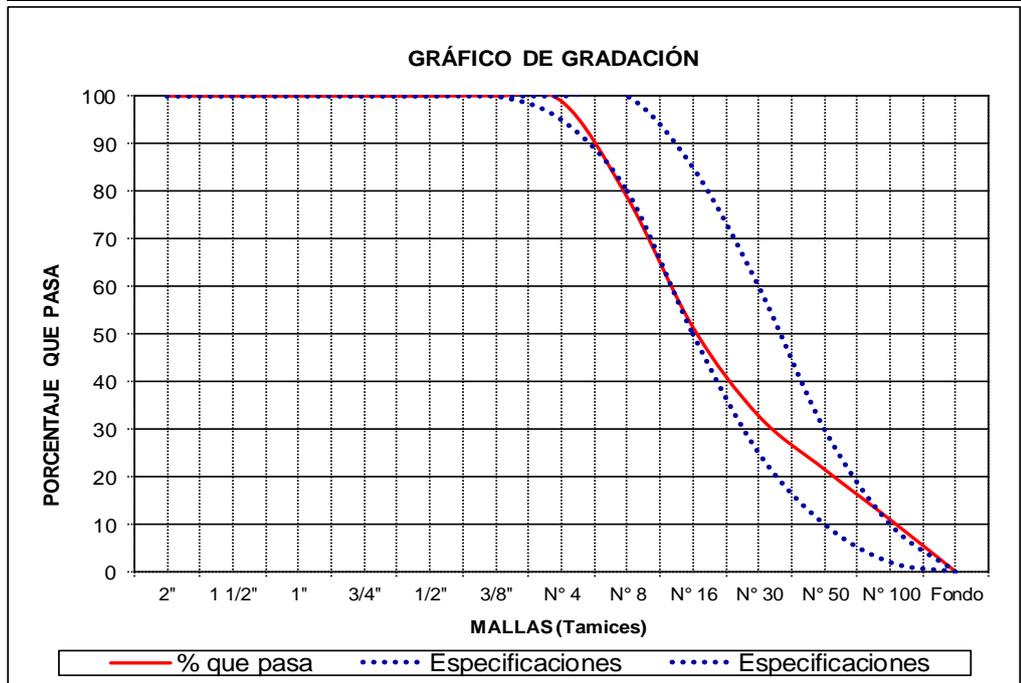
Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentarán las tablas de los Análisis Granulométricos.

Ver Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10.

Tabla 7: Análisis Granulométrico del Fino # 1

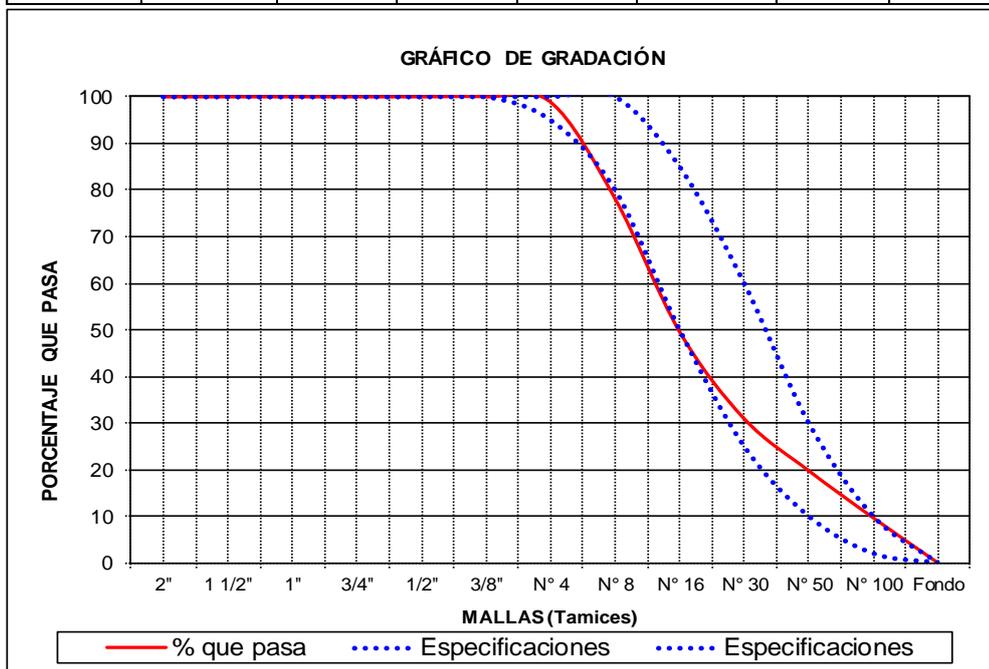
	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
	FACULTAD DE INGENIERÍA						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO</b>						
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA LAVADA			NORMA :	NTP 400.012		
PROCEDENCIA :	PERUMIX			FECHA :	21-jul-2015		
PESO DE LA MUESTRA 1 :	0.5 kg			MUESTRA N :	1		
				HECHO POR :	JOAO PEREZ		
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	100	100	
1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
3/8"	0.00	0	0	100	100	100	
N° 4	5.40	1	1	99	95	100	
N° 8	100.90	20	21	79	80	100	
N° 16	136.60	27	49	51	50	85	
N° 30	93.20	19	67	33	25	60	
N° 50	56.10	11	78	22	10	30	
N° 100	52.90	11	89	11	2	10	
Fondo	54.90	11	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>500.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	<b>3.06</b>



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Análisis Granulométrico del Fino # 2

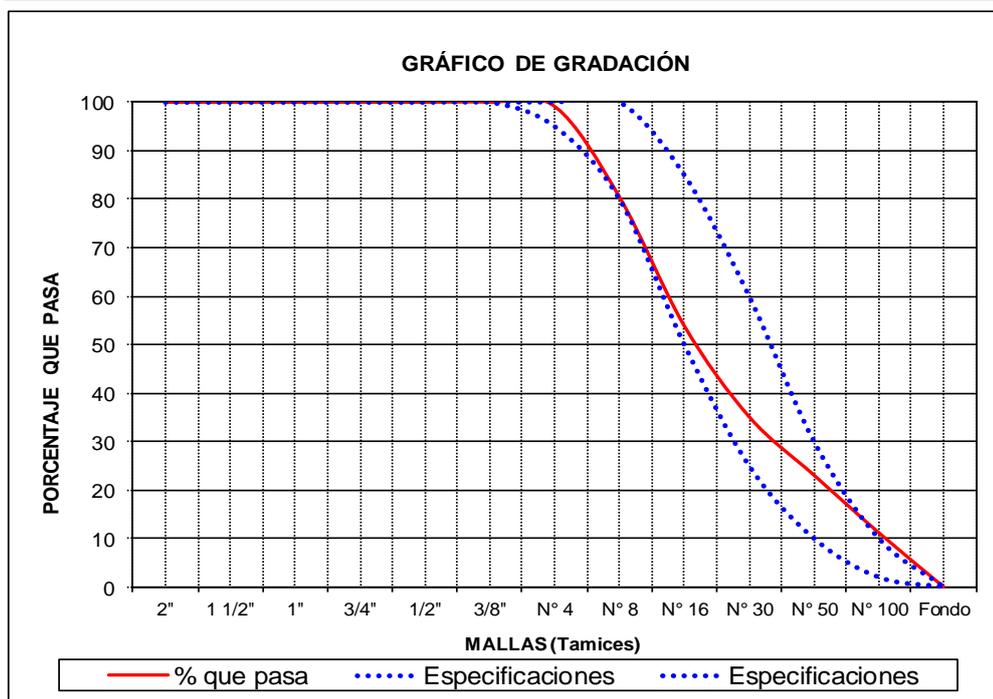
		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
		FACULTAD DE INGENIERÍA					
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO</b>					
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA LAVADA			NORMA :	NTP 400.012		
PROCEDENCIA :	PERUMIX			FECHA :	21-jul-2015		
PESO DE LA MUESTRA 2 :	0.5 kg			MUESTRA N :	2		
				HECHO POR :	JOAO PEREZ		
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	100	100	
1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
3/8"	0.00	0	0	100	100	100	
N° 4	5.70	1	1	99	95	100	
N° 8	103.60	21	22	78	80	100	
N° 16	142.80	29	50	50	50	85	
N° 30	93.30	19	69	31	25	60	
N° 50	55.80	11	80	20	10	30	
N° 100	50.60	10	90	10	2	10	
Fondo	48.20	10	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>500.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	<b>3.13</b>



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9: Análisis Granulométrico del Fino # 3

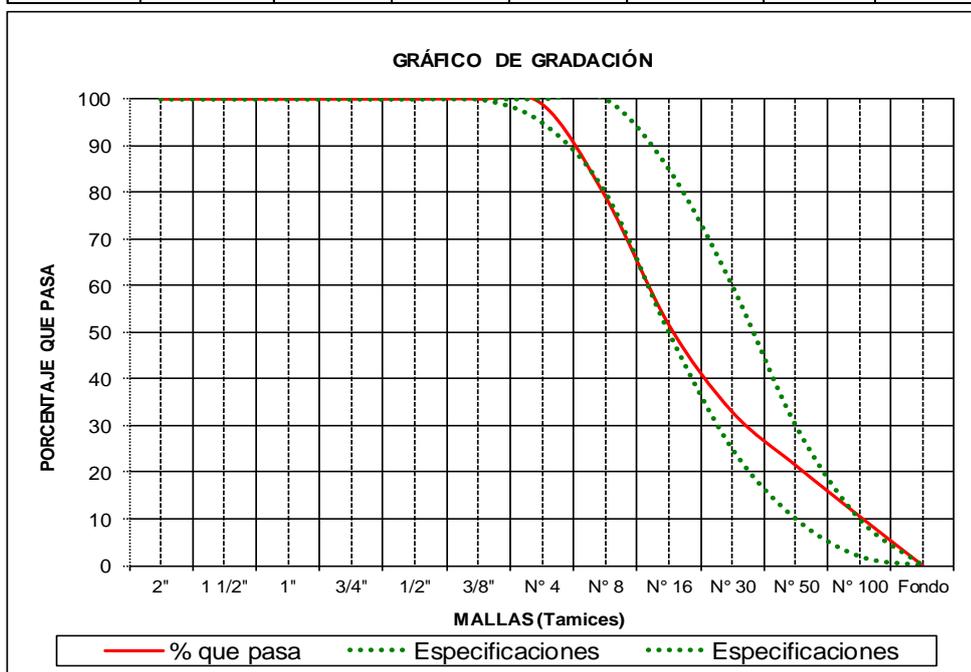
		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
		FACULTAD DE INGENIERÍA					
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO</b>					
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA LAVADA			NORMA :	NTP 400.012		
PROCEDENCIA :	PERUMIX			FECHA :	21-jul-2015		
PESO DE LA MUESTRA 3 :	0.5 kg			MUESTRA N :	3		
				HECHO POR :	JOAO PEREZ		
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	100	100	
1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
3/8"	0.00	0	0	100	100	100	
N° 4	4.30	1	1	99	95	100	
N° 8	93.40	19	20	80	80	100	
N° 16	132.90	27	46	54	50	85	
N° 30	93.80	19	65	35	25	60	
N° 50	60.30	12	77	23	10	30	
N° 100	59.40	12	89	11	2	10	
Fondo	55.90	11	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>500.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	<b>2.97</b>



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Análisis Granulométrico del Fino # 4

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
	FACULTAD DE INGENIERÍA						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO</b>						
TIPO DE AGREGADO :		ARENA GRUESA LAVADA			NORMA :	NTP 400.012	
PROCEDENCIA :		CANTERA CAJAMARQUILLA			FECHA :	21-jul-2015	
					MUESTRA N :	PROMEDIO	
					HECHO POR :	JOAO PEREZ	
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	100	100	
1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
3/8"	0.00	0	0	100	100	100	
N° 4	5.13	1	1	99	95	100	
N° 8	99.30	20	21	79	80	100	
N° 16	137.43	27	48	52	50	85	
N° 30	93.43	19	67	33	25	60	
N° 50	57.40	11	79	21	10	30	
N° 100	54.30	11	89	11	2	10	
Fondo	53.00	11	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>500.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mf</b>	<b>3.05</b>



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3.3.3. Módulo de fineza

Se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de las series estandarizadas, dividido entre 100. Las series estandarizadas consisten en mallas, cada una es el doble del tamaño de la precedente: 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", hasta la malla de tamaño más grande según la norma NTP 400.011.

Los valores típicos tienen un rango entre 2,3 y 3,1 donde el valor más alto indica una gradación más gruesa.

El módulo de fineza de nuestros ensayos se observan en la Tabla 11.

Tabla 11: Promedios de Análisis Granulométrico del Fino

DESCRIPCION	ENSAYOS			
	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	PROMEDIO
MODULO DE FINURA	3.06	3.13	2.97	3.05
PROMEDIO DEL MODULO DE FINURA = 3.05				

Fuente: NTP 400.011.

#### 4.1.3.3.4. Peso unitario (NTP 400.017)

Es el cociente de dividir, el peso de las partículas secas del agregado entre el volumen de las mismas, considerando los vacíos entre ellas (volumen aparente). Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico. El peso unitario varía según las condiciones intrínsecas del agregado como: su forma, su granulometría y tamaño máximo con el volumen del recipiente, la forma de colocación; por lo que su determinación en el laboratorio no siempre corresponde al que se obtiene en condiciones de obra.

**a- Peso unitario suelto:**

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un recipiente de diámetro y profundidad prescritas, que depende del tamaño máximo del agregado hasta que desborde y después es nivelado haciendo rodar una varilla por encima. Se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1\ 000}{W_a} \qquad P.U.S = f \times W_s$$

**b.- Peso unitario compactado:**

Cuando el cilindro (recipiente) se llena en tres etapas, se apisona cada tercio del volumen 25 veces con una varilla compactadora de punta redondeada de 5/8" de diámetro, y se remueve lo que sobresalga. Se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1\ 000}{W_a} \qquad P.U.C = f \times W_c$$

**4.1.3.3.5. Peso específico (NTP 400.022)**

La Norma Técnica Peruana, establece el método de ensayo para determinar el peso específico (densidad); peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas en agua del agregado fino.

Las definiciones que se sugieren en la presente norma son:

**a.- Peso específico aparente**

Es la relación a una temperatura estable, de la masa en el aire, de un volumen unitario de material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas, si el material es un sólido, el volumen es igual a la porción impermeable.

$$\text{Peso específico aparente}(G_a) = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$$

**b.- Peso específico de masa**

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material); a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

$$\text{Peso específico de masa}(G) = \frac{A}{V - W}$$

**c.- Peso específico de masa saturado superficialmente seco.**

Es lo mismo que el peso específico de masa, excepto que la masa incluye el agua en los poros permeables.

$$(G_{sss}) = \frac{500}{V - W}$$

A continuación se presentarán las tablas de Pesos Unitarios de los agregados finos. Ver Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14 y Tabla 15.

Tabla 12: Peso Unitario del Agregado Fino #1

			
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO - M1			
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA LAVADA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015
PESO DE LA MUESTRA :	12000 g	MUESTRA N :	1
		HECHO POR :	JOAO PEREZ
MEDIDA DEL RECIPIENTE :	1 / 10 PS <sup>3</sup>		
<b>A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		8.774	kg
PESO DEL RECIPIENTE		4.200	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.574	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		7.090	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.890	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	346.02	m-3
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>PUS</b>	<b>1583</b>	<b>kg/ m3</b>
<b>PUS = f x Ws</b>			
<b>B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		9.412	kg
PESO DEL RECIPIENTE		4.200	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.212	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		7.090	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.890	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	346.02	m-3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>PUC</b>	<b>1803</b>	<b>kg/ m3</b>
<b>PUC = f x Wc</b>			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: Peso Unitario del Agregado Fino #2

			
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO - M2			
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA LAVADA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015
PESO DE LA MUESTRA :	12000 g	MUESTRA N :	2
		HECHO POR :	JOAO PEREZ
MEDIDA DEL RECIPIENTE :	1 / 10 PS <sup>3</sup>		
<b>A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		8.795	kg
PESODEL RECIPIENTE		4.200	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.595	kg
PESODEL AGUA +RECIPIENTE		7.090	kg
PESODEL AGUA	Wa	2.890	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	346.02	m-3
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>PUS</b>	<b>1590</b>	<b>kg/ m3</b>
<b>PUS = f x Ws</b>			
<b>B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA +RECIPIENTE		9.395	kg
PESODEL RECIPIENTE		4.200	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.195	kg
PESODEL AGUA +RECIPIENTE		7.090	kg
PESODEL AGUA	Wa	2.890	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	346.02	m-3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>PUC</b>	<b>1798</b>	<b>kg/ m3</b>
<b>PUC = f x Wc</b>			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Peso Unitario del Agregado Fino #3

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
<u>PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO - M3</u>			
			
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA LAVADA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015
PESO DE LA MUESTRA :	12000 g	MUESTRA N :	3
		HECHO POR :	JOAO PEREZ
MEDIDA DEL RECIPIENTE :	1 / 10 PS <sup>3</sup>		
<b>A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		8.768	kg
PESO DEL RECIPIENTE		4.200	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.568	kg
PESO DEL AGUA +RECIPIENTE		7.090	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.890	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	346.02	m-3
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>PUS</b>	<b>1581</b>	<b>kg/ m3</b>
<b>PUS = f x Ws</b>			
<b>B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA +RECIPIENTE		9.481	kg
PESO DEL RECIPIENTE		4.200	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.281	kg
PESO DEL AGUA +RECIPIENTE		7.090	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.890	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	346.02	m-3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>PUC</b>	<b>1827</b>	<b>kg/ m3</b>
<b>PUC = f x Wc</b>			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: Promedio del Peso Unitario del Agregado Fino



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO ( PROMEDIOS )**

TIPO DE AGREGAD : ARENA GRUESA LAVADA NORMA : NTP 400.017  
PROCEDENCIA : CANTERA CAJAMARQUILLA FECHA : 21-jul-2015  
MUESTRA : PROMEDIOS  
HECHO : JOAO PEREZ

**A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )**

MUESTRA	PUS	UNID
M - 1	1583	Kg/m3
M - 2	1590	Kg/m3
M - 3	1581	Kg/m3
PROMEDIO	1585	Kg/m3

**B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )**

MUESTRA	PUC	UNID
M - 1	1803	Kg/m3
M - 2	1798	Kg/m3
M - 3	1827	Kg/m3
PROMEDIO	1810	Kg/m3

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3.3.6. Porcentaje de absorción (NTP 400.022)

Este ensayo nos permite determinar el porcentaje de absorción (después de 24 horas en el agua).

Según la NTP, podemos definir la absorción, como la cantidad de agua absorbida por el agregado sumergido en el agua durante 24 horas. Se expresa como un porcentaje del peso del material seco, que es capaz de absorber, de modo que se encuentre el material saturado superficialmente seco.

$$\text{Porcentaje de absorción (a\%)} = 100 \times \frac{500 - A}{A}$$

A continuación se presentarán las tablas de Peso específico y absorción del agregado fino. Ver Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18.

Tabla 16: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino #1

			
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - M1			
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA LAVADA	NORMA :	NTP 400.022
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015
PESO DE LA MUESTRA :	4000 g	MUESTRA N :	1
VOLUMEN DE LA FIOLA :	500 ml	HECHO POR :	JOAO PEREZ
DESCRIPCIÓN	SÍMB	CANT	UNIDAD
PESO LA FIOLA		166.29	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA		500.000	g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA		666.29	g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		975.450	g
PESO DEL AGUA	W	309.160	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	491.220	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	ml
<b>1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA</b>			
$\left( \frac{A}{V - W} \right) = 2.57 \text{ g/cm}^3$			
<b>2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO</b>			
$\frac{500}{(V - W)} = 2.62 \text{ g/cm}^3$			
<b>3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE</b>			
$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)} = 2.70 \text{ g/cm}^3$			
<b>4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN</b>			
$\left( \frac{500 - A}{A} \right) * 100 = 2.19\%$			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino #2

			
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - M2</b>			
TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA LAVADA	NORMA :	NTP 400.022
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015
PESO DE LA MUESTRA :	4000 g	MUESTRA N :	2
VOLUMEN DE LA FIOLA :	500 ml	HECHO POR :	JOAO PEREZ
DESCRIPCIÓN	SÍMB	CANT	UNIDAD
PESO LA FIOLA		170.21	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA		500.000	g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA		670.210	g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		979.340	g
PESO DEL AGUA	W	309.130	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	489.530	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500	ml
<b>1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA</b>			
$\left( \frac{A}{V - W} \right) = 2.56 \text{ g/cm}^3$			
<b>2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO</b>			
$\frac{500}{(V - W)} = 2.62 \text{ g/cm}^3$			
<b>3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE</b>			
$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)} = 2.71 \text{ g/cm}^3$			
<b>4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN</b>			
$\left( \frac{500 - A}{A} \right) * 100 = 2.19\%$			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18: Promedios de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ( PROMEDIOS )**

TIPO DE AGREGADO	:	ARENA GRUESA	NORMA	:	NTP 400.022
PROCEDENCIA	:	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA	:	21-jul-2015
			MUESTRA N	:	PROMEDIOS
			HECHO POR	:	JOAO PEREZ

ENSAYO	FORMULA	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO	UNID
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	$\left( \frac{A}{V \cdot W} \right)$	2.57	2.56		<b>2.57</b>	g/cm3
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	$\frac{500}{(V \cdot W)}$	2.62	2.62		<b>2.62</b>	g/cm3
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	$\frac{A}{(V \cdot W) \cdot (500 - A)}$	2.70	2.71		<b>2.71</b>	g/cm3
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	$\left( \frac{500 - A}{A} \right) * 100$	2.19%			<b>2.19%</b>	%

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3.3.7. Contenido de humedad (NTP 400.010)

Se puede definir el contenido de humedad, como el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca, expresado en porcentaje (%). Si el agregado tiene una humedad inferior a la absorción, se debe agregar más agua al concreto para compensar lo que absorben los agregados. Por el contrario, si la humedad está por encima de la absorción, el agua a agregar al concreto será menor, ya que los agregados aportarán agua.

Debemos ajustar la cantidad de agua a agregar al concreto teniendo en cuenta la humedad de los agregados en el momento de elaborar el concreto, ya que, si la humedad es alta, aumentará la relación agua/cemento y disminuirá la resistencia, y si es baja, no se logrará la trabajabilidad deseada. Ambas observaciones influyen mucho en la resistencia y propiedades del concreto, por lo que es importante saber controlar este concepto para tener resultados óptimos.

En la siguiente Tabla 19 se observarán los promedios de los resultados del porcentaje de humedad.

*Tabla 19: Porcentaje de Humedad del Agregado Fino para los 6 Diseños elaborados*

MUESTRA	% HUMEDAD AGREGADO FINO
DISEÑO N° 1	2.17%
DISEÑO N° 2	2.17%
DISEÑO N° 3	1.94%
DISEÑO N° 4	1.94%
DISEÑO N° 5	1.83%
DISEÑO N° 6	1.83%

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.1.3.3.8. Material que pasa la malla N° 200 (NTP 400.018)**

Según la NTP 400.018 el porcentaje que pasa la malla N° 200 se calcula como la diferencia del peso de la muestra y el peso de la muestra lavada y secada dividido entre el peso de la muestra y multiplicado por cien.

El procedimiento aplicado se detalla a continuación:

Se superpone los tamices N° 16 (1,18 mm) y el N° 200 (0,075 mm) de manera que el de mayor abertura quede en la parte superior. Se coloca la

muestra de ensayo en el recipiente y se agrega suficiente cantidad de agua para cubrirla (Ver Ilustración 27). El contenido del recipiente se agita con el vigor necesario como para separar completamente el polvo de las partículas gruesas, y hacer que éste quede en suspensión, de manera que pueda ser eliminado por decantación de las aguas de lavado. Se vierten las aguas del lavado en los tamices cuidando en lo posible que no se produzca el arrastre de las partículas gruesas.

Se repite la operación hasta que las aguas de lavado sean claras, se reintegra a la muestra lavada todo el material retenido en los tamices y finalmente se seca la muestra a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$ .



*Ilustración 27: Lavado de Agregado Fino, para malla #200*

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentará la Tabla 20 con los resultados de los Materiales que pasan por la malla #200

Tabla 20: Material que pasa por la Malla #200 Del Fino



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MATERIAL QUE PASA LA MALLA # 200 FINO

TIPO DE AGREGADO :	ARENA GRUESA LAVADA	NORMA :	NTP 400.018
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015
		MUESTRA N :	PROMEDIOS
		HECHO POR :	JOAO PEREZ

ENSAYO	SIMBOLO	M-1	M-2	M-3	UNID
PESO DE LA MUESTRA	P1	348.76	348.76	348.76	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	322.93	322.93	322.93	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	P1 - P2	25.83	25.83	25.83	g
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	7.41	7.41	7.41	%

% QUE PASA MALLA # 200  $A = \left( \frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3.4. Agregado Grueso

##### 4.1.3.4.1. Definición

El agregado grueso, es un material proveniente de la desintegración natural o artificial, retenida en el tamiz 4,75 mm (N° 4) y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33.

Varias propiedades físicas comunes del agregado, son relevantes para el comportamiento del agregado en el concreto.

##### 4.1.3.4.2. Granulometría (NTP 400.012)

El agregado grueso estará graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33. La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua y deberá permitir obtener la máxima

densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de la mezcla. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼".

**a.-Tamaño máximo (TM).**

Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso.

**b.-Tamaño Máximo Nominal (TMN)**

Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

La mayoría de los especificadores granulométricos se dan en función del tamaño máximo nominal y comúnmente se estipula de tal manera que el agregado cumpla con los siguientes requisitos.

- **Granulometría Continua.**

Se puede observar luego de un análisis granulométrico, si la masa de agrupados contiene todos los tamaños de gramos, desde el mayor hasta el más pequeño, si así ocurre se tiene una curva granulométrica continua.

- **Granulometría Discontinua**

Al contrario de lo anterior, se tiene una granulometría discontinua cuando hay ciertos tamaños de grano intermedios que faltan o que han sido reducidos o eliminados artificialmente.

A continuación se presentará los resultados de granulometría y porcentaje que pasa en los tamices, ver la Tabla 21.

Tabla 21: Granulometría y porcentaje que pasa por los tamices normalizados

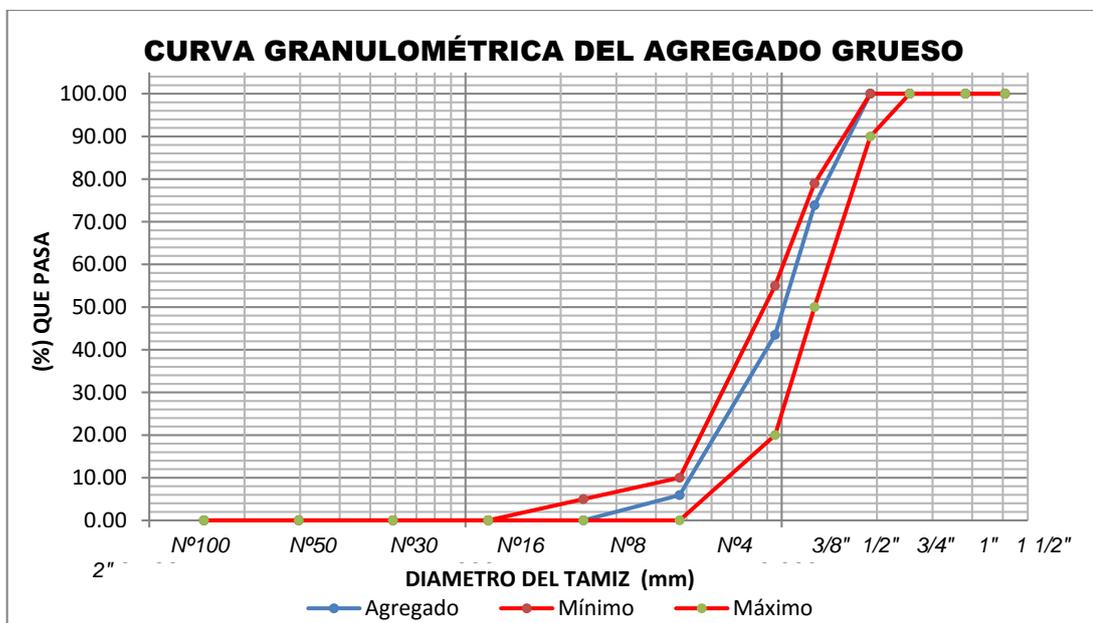
N ASTM	Tamaño Nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados												
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	#16
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	2 1/2" a 1 1/2"			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	2" a 1"				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	2" a #4				100	95 a 100	90 a 100	35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	1 1/2" a 3/4"					100	95 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	1 1/2" a #4					100	100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	1" a 1/2"						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	1" a 3/8"							90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5		
57	1" a #4							90 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	3/4" a 3/8"								90 a 100	20 a 55	0 a 15			
67	3/4" a #4							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	1/2" a #4							100	100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	0 a 5	
8	3/8" a #8									85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.012.

A continuación se presentarán las tablas con los análisis granulométricos del agregado grueso. Ver Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25.

Tabla 22: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso #1

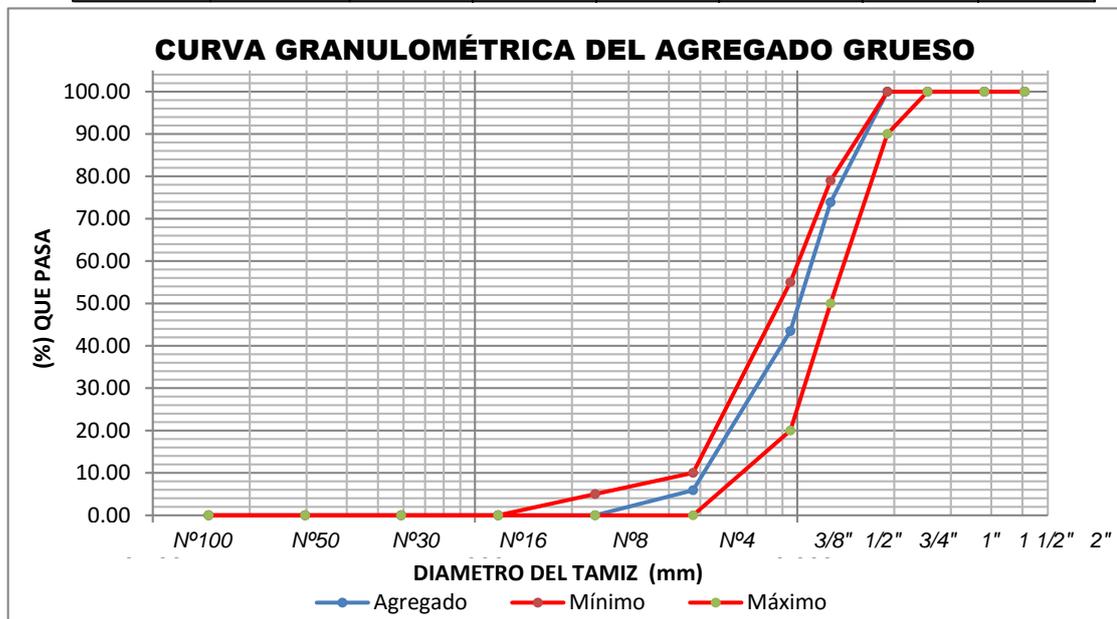
		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
		FACULTAD DE INGENIERÍA					
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO</b>					
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.012				
PROCEDENCIA :	PERUMIX	FECHA :	21-jul-2015				
PESO MUESTRA :	16 kg	MUESTRA N :	1				
HUSO N° :	67	HECHO POR :	GUSTAVO BAUER				
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	100	100	
1/2"	496.60	25	25	75	100	100	
3/8"	560.20	28	53	47	90	100	
N° 4	803.30	40	93	7	20	55	
N° 8		0	93	7	5	30	
N° 16		0	93	7	0	10	
N° 30		0	93	7	0	7	
N° 50		0	93	7	0	5	
N° 100		0	93	7	0	3	
Fondo	139.90	7	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>2000.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	<b>6.46</b>



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso #2

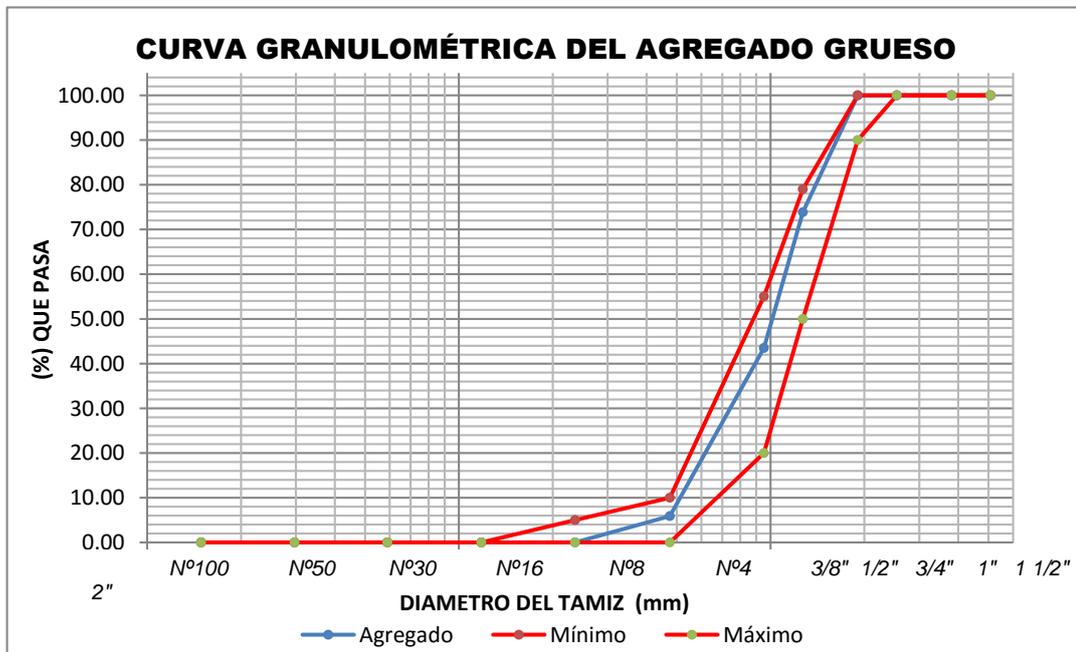
		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
		FACULTAD DE INGENIERÍA					
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO</b>					
TIPO DE AGREGADO :		PIEDRA CHANCADA		NORMA :		NTP 400.012	
PROCEDENCIA :		PERUMIX		FECHA :		21-jul-2015	
PESO MUESTRA :		16kg		MUESTRA N :		2	
HUSO N° :		67		HECHO POR :		GUSTAVO BAUER	
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	100	100	
1/2"	499.40	25	25	75	100	100	
3/8"	522.10	26	51	49	90	100	
N° 4	828.80	41	93	7	20	55	
N° 8		0	93	7	5	30	
N° 16		0	93	7	0	10	
N° 30		0	93	7	0	7	
N° 50		0	93	7	0	5	
N° 100		0	93	7	0	3	
Fondo	149.70	7	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>2000.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	<b>6.44</b>



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso #3

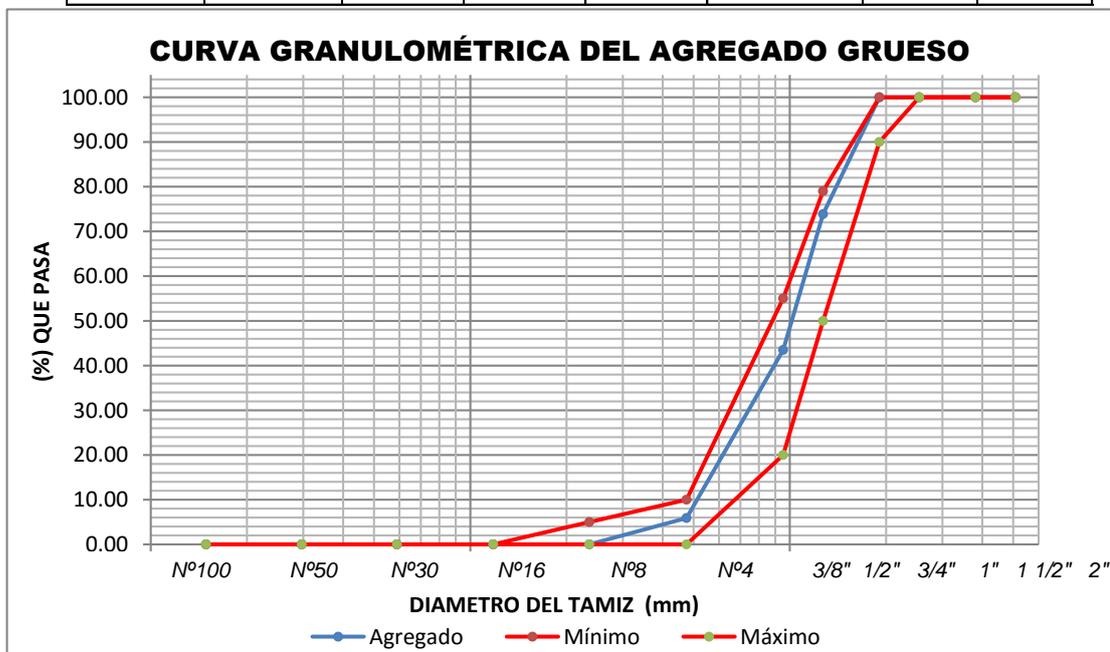
		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
		FACULTAD DE INGENIERÍA					
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO</b>					
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA			NORMA :	NTP 400.012		
PROCEDENCIA :	PERUMIX			FECHA :	21-jul-2015		
PESO MUESTRA :	16 Kg			MUESTRA N° :	3		
HUSO N° :	67			HECHO POR :	GUSTAVO BAUER		
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	100	100	
1/2"	572.70	29	29	71	100	100	
3/8"	740.10	37	66	34	90	100	
N° 4	621.80	31	97	3	20	55	
N° 8	0.00	0	97	3	5	30	
N° 16	0.00	0	97	3	0	10	
N° 30	0.00	0	97	3	0	7	
N° 50	0.00	0	97	3	0	5	
N° 100	0.00	0	97	3	0	3	
Fondo	65.40	3	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>2000.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	<b>6.62</b>



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso #4

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
	FACULTAD DE INGENIERÍA						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO</b>						
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.012				
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015				
PESO MUESTRA :	20 kg	MUESTRA N :	PROMEDIO				
HUSO N° :	67	HECHO POR :	GUSTAVO BAUER				
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		
2"	0.00	0	0	100	100	100	
1 1/2"	0.00	0	0	100	100	100	
1"	0.00	0	0	100	100	100	
3/4"	0.00	0	0	100	100	100	
1/2"	522.90	26	26	74	100	100	
3/8"	607.47	30	57	43	90	100	
N° 4	751.30	38	94	6	20	55	
N° 8	0.00	0	94	6	5	30	
N° 16	0.00	0	94	6	0	10	
N° 30	0.00	0	94	6	0	7	
N° 50	0.00	0	94	6	0	5	
N° 100	0.00	0	94	6	0	3	
Fondo	118.33	6	100	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>2000.00</b>	<b>100</b>			<b>MÓDULO DE FINURA</b>	<b>mg</b>	<b>6.51</b>



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3.4.3. Módulo de fineza

Es un concepto teórico determinado en un índice que refleja el tamaño de las partículas del agregado grueso, el módulo de fineza conforme a la norma NTP 400.011 es la sumatoria de los porcentajes retenidos de la malla 1 ½", ¾", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100. El módulo de finura del agregado grueso es útil en las mezclas de concreto y se obtiene, conforme a la norma NTP 400.011

$$\text{Módulo de Finura} = mg = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado (malla serie standard)}}{100}$$

100

A continuación se presenta el promedio de los resultados, en la Tabla 26

Tabla 26: Promedio del Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

DESCRIPCION	ENSAYOS			
	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	PROMEDIO
MODULO DE FINURA	6.46	6.44	6.62	6.51
PROMEDIO DEL MODULO DE FINURA = 6.51				

Fuente: NTP 400.011

#### 4.1.3.4.4. Peso unitario (NTP 400.017)

El peso unitario del agregado grueso, al igual que el agregado fino, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado, es decir la masa neta del agregado en el recipiente, dividida entre su volumen, expresado en Kg/m<sup>3</sup>. Es una característica importante del concreto, porque es el índice de propiedades que a su vez influyen decisivamente en el empleo que se le da. El valor del peso unitario para agregados normales oscila entre 1 500 y 1 700 Kg/m<sup>3</sup>.

La norma NTP 400.017 reconoce dos grados: suelto y compactado.

- **Peso unitario suelto :**

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un contenedor de diámetro y profundidad prescritas que depende del tamaño máximo del agregado hasta que desborde y después es nivelado haciendo rodar una varilla por encima. Luego se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1\ 000}{W_a} \qquad P.U.S = f \times W_s$$

- **Peso unitario compactado:**

Cuando el contenedor se llena en tres etapas, se apisona cada tercio del volumen 25 veces con una varilla compactadora de punta redondeada de 5/8" de diámetro. Luego se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1\ 000}{W_a} \qquad P.U.C = f \times W_c$$

A continuación se presentarán las tablas con los pesos unitarios del agregado grueso. Ver Tabla 27, Tabla 28 y Tabla 29.

Tabla 27: Peso Unitario del Agregado Grueso #1

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
<u>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO - M1</u>			
			
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015
PESO DE LA MUESTRA :	2000 g	MUESTRA N :	1
HUSO N° :	57	HECHO POR :	JOAO PEREZ
MEDIDA DEL RECIPIENTE :	1 / 10 PS <sup>3</sup>		
<b>A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		15.430	kg
PESO DEL RECIPIENTE		4.115	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	11.315	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		11.910	kg
PESO DEL AGUA	Wa	7.795	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	128.287	m-3
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>PUS</b>	<b>1452</b>	<b>kg/ m3</b>
<b>PUS = f x Ws</b>			
<b>B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		16.28	kg
PESO DEL RECIPIENTE		4.12	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	12.16	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		11.91	kg
PESO DEL AGUA	Wa	7.80	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	128.29	m-3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>PUC</b>	<b>1560</b>	<b>kg/ m3</b>
<b>PUC = f x Wc</b>			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28: Peso Unitario del Agregado Grueso #2

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO - M2</b>			
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015
PESO DE LA MUESTRA :	2000 g	MUESTRA N :	2
HUSO N° :	57	HECHO POR :	JOAO PEREZ
MEDIDA DEL RECIPIENTE :	1 / 10 PS <sup>3</sup>		
<b>A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		15.58	kg
PESO DEL RECIPIENTE		4.12	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	11.47	kg
PESO DEL AGUA +RECIPIENTE		11.91	kg
PESO DEL AGUA	Wa	7.80	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	128.29	m-3
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>PUS</b>	<b>1471</b>	<b>kg/ m3</b>
<b>PUS = f x Ws</b>			
<b>B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA +RECIPIENTE		16.33	kg
PESO DEL RECIPIENTE		4.12	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	12.22	kg
PESO DEL AGUA +RECIPIENTE		11.91	kg
PESO DEL AGUA	Wa	7.80	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	128.29	m-3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>PUC</b>	<b>1567</b>	<b>kg/ m3</b>
<b>PUC = f x Wc</b>			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29: Promedio de Peso Unitario del Agregado Grueso



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ( PROMEDIOS )**

TIPO DE AGREGAD	:	PIEDRA CHANCADA	NORMA	:	NTP 400.017
PROCEDENCIA	:	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA	:	21-jul-2015
HUSO N°	:	57	MUESTRA	:	PROMEDIOS
			HECHO	:	JOAO PEREZ

**A ) PESO UNITARIO SUELTO ( PUS )**

MUESTRA	PUS	UNID
M - 1	1452	Kg/m3
M - 2	1471	Kg/m3
M - 3	1444	Kg/m3
PROMEDIO	1456	Kg/m3

**B ) PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC )**

MUESTRA	PUC	UNID
M - 1	1560	Kg/m3
M - 2	1567	Kg/m3
M - 3	1583	Kg/m3
PROMEDIO	1571	Kg/m3

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3.4.5. Peso específico (NTP 400.021)

El peso específico del agregado grueso es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporcionamiento de mezclas y control. El valor del peso específico para agregados normales oscila entre 2 500 y 2 750. A continuación se muestra las expresiones que se utilizan para calcular los tres estados de pesos específicos al igual como hemos aplicado anteriormente con el agregado fino.

$$\text{Peso específico de masa } (G) = \frac{A}{(B - C)}$$

$$\text{Peso específico de masa saturados superficialmente seco } (G_{sss}) = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Peso específico aparente } (G_a) = \frac{A}{(A - C)}$$

#### 4.1.3.4.6. Porcentaje de absorción (NTP 400.021)

Se denomina absorción del agregado grueso cuando tiene todos sus poros saturados pero la superficie del mismo está seca. Es en esta condición como se hacen los cálculos de dosificación para elaborar concreto. La absorción del agregado grueso se determina de acuerdo con la norma ASTM C 127 de manera que se pueda controlar el contenido neto de agua en el concreto y se puedan determinar los pesos correctos de cada mezcla. A continuación se presenta la expresión que se utiliza para calcular el porcentaje de absorción al igual como hemos aplicado anteriormente con el agregado fino.

$$\text{Porcentaje de absorción } (a \%) = 100 \times \frac{(B - A)}{A}$$

A continuación se presentarán las tablas con los pesos específicos y absorción del agregado grueso. Ver Tabla 30, Tabla 31 y Tabla 32.

Tabla 30: Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso #1

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b><u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - M1</u></b>		
<b>TIPO DE AGREGADO</b> :	<b>PIEDRA CHANCADA</b>	<b>NORMA</b> :	<b>NTP 400.022</b>
<b>PROCEDENCIA</b> :	<b>CANTERA CAJAMARQUILLA</b>	<b>FECHA</b> :	<b>21-jul-2015</b>
<b>PESO DE LA MUESTRA</b> :	<b>20000 g</b>	<b>MUESTRA N</b> :	<b>1</b>
<b>HUSO #</b>	<b>57</b>	<b>HECHO POR</b> :	<b>GUSTAVO BAUER</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>PESO DE LA MUESTRA SATURADA SSS</b>		<b>SÍM</b>	<b>CANT</b>
		B	500
<b>PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA</b>			g
			3771.1
<b>PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA</b>			g
			637.4
<b>PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA</b>		C	3133.7
<b>PESO DE LA MUESTRA SECA</b>		A	4936.5
<b>1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA</b>			
$\left( \frac{A}{B - C} \right) = 2.70 \text{ g/cm}^3 \quad 2.70$			
<b>2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO</b>			
$\left( \frac{B}{B - C} \right) = 2.70 \text{ g/cm}^3$			
<b>3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE</b>			
$\left( \frac{A}{A - C} \right) = 2.74 \text{ g/cm}^3$			
<b>4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN</b>			
$\left( \frac{B - A}{A} \right) * 100 = 0.923\% \quad \% \quad 0.923\%$			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31: Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso #2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	<b><u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - M2</u></b>		
TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.022
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015
PESO DE LA MUESTRA :	20000 g	MUESTRA N :	2
HUSO #	57	HECHO POR :	GUSTAVO BAUER
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
		<b>SÍM</b>	<b>CANT</b>
			<b>UNIDAD</b>
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SSS		B	5000
			g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA			3773.5
			g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA			637.4
			g
PESO DEL MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA		C	3136.1
			g
PESO DE LA MUESTRA SECA		A	4930.8
			g
<b>1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA</b>			
	$\left( \frac{A}{B - C} \right) = 2.75 \text{ g/cm}^3 \quad 2.75$		
<b>2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO</b>			
	$\left( \frac{B}{B - C} \right) = 2.75 \text{ g/cm}^3$		
<b>3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE</b>			
	$\left( \frac{A}{A - C} \right) = 2.75 \text{ g/cm}^3$		
<b>4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN</b>			
	$\left( \frac{B - A}{A} \right) * 100 = 0.684\% \quad 0.684\%$		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Promedios del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO ( PROMEDIOS )

TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015
HUSO N° :	67	MUESTRA N :	PROMEDIOS
		HECHO POR :	JOAO PEREZ

ENSAYO	FORMULA	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO	UNID
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	$\left( \frac{A}{B - C} \right)$	2.70	2.70	0	<b>2.70</b>	g/cm3
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	$\left( \frac{B}{B - C} \right)$	2.70	2.73	0	<b>2.71</b>	g/cm3
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	$\left( \frac{A}{A - C} \right)$	2.74	2.785	0	<b>2.76</b>	g/cm3
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	$\left( \frac{B-A}{A} \right) * 100$	0.92%	0.68%	0	<b>0.804%</b>	%

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.1.3.4.7. Contenido de humedad (NTP 400.010)**

Se define como el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca, expresado en porcentaje (%). es una característica importante que se debe de tomar en cuenta porque altera la cantidad de agua en el concreto y nos permite efectuar las correcciones necesarias en el proporcionamiento de las mezclas de diseño.

La norma, establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado grueso, los agregados se presentan en los siguientes estados: seco al aire, saturado superficialmente seco y húmedos; en los cálculos para el proporcionamiento de los componentes del concreto, se considera al agregado en condiciones de saturado y superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial.

A continuación se presentará la Tabla 33 con los resultados de los contenidos de humedad del agregado grueso.

Tabla 33: Contenido de humedad del Agregado Grueso



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 339.185
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015
		MUESTRA N :	PROMEDIOS
		HECHO POR :	JOAO PEREZ

ENSAYO	SIMBOLO	M-1	M-2	M-3	UNID
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	1000	1000	1000	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	988.7	988.7	988.7	g
CONTENIDO DE AGUA	A - B	11.3	11.3	11.3	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.14	1.14	1.14	%

CONTENIDO DE HUMEDAD (H) 
$$h = \left( \frac{A - B}{B} \right) * 100$$

Fuente: Elaboración Propia

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

Este ensayo, consiste en determinar la cantidad de finos que se presenta en el agregado grueso, material que puede ser perjudicial para el concreto. Se calcula dividiendo el peso del material que pasa la malla No 200 y el peso de la muestra, así como se muestra a continuación.

$$\% \text{ que pasa la malla } N^{\circ} 200 = \frac{\text{Peso de la muestra} - \text{Peso de la muestra lavada y secada}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

A continuación se presentará la Tabla 34 con los resultados de los materiales que pasan por la malla #200 del agregado grueso.

Tabla 34: Material que pasa por la malla #200 del Grueso



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA # 200 GRUESO**

TIPO DE AGREGADO :	PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.018
PROCEDENCIA :	CANTERA CAJAMARQUILLA	FECHA :	21-jul-2015
HUSO N° :	89	MUESTRA N :	PROMEDIOS
		HECHO POR :	GUSTAVO BAUER

ENSAYO	SIMBOLO	M-1	M-2	M-3	UNID
PESO DE LA MUESTRA	P1	2500	2500	2500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	2465.9	2465.9	2465.9	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	P1 - P2	34.1	34.1	34.1	g
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	1.36	1.36	1.36	%

% QUE PASA MALLA # 200  $A = \left( \frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2. Resultados de la investigación

### 4.2.1. Ensayos de Concreto Fresco

En la presente investigación, las mejores combinaciones para el mezclado fueron las siguientes:

- DISEÑO 1: Al cual se le añadió un peso correspondiente de cemento Andino tipo V de 340 kg, piedra chancada con un peso correspondiente de 844.94 kg, arena gruesa con un peso correspondiente de 912.87 kg, agua potable con un peso correspondiente de 212.25 kg, y aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) con un peso correspondiente de 4.93 kg. Ver Tabla 35.

Tabla 35: Proporciones para el Concreto, Diseño 1

**Diseño 1**

MATERIAL	UND	CANT
Cemento Tipo V Andino	Kg	340
Piedra Chancada 1/2"	Kg	844.94
Arena Gruesa	Kg	912.87
Agua Potable	Lt	212.25
W-73 (1.45%)	Kg	4.93

a/c = 0.632  
f<sub>c</sub> = 245 Kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

- DISEÑO 2: Al cual se le añadió un peso correspondiente de cemento Andino tipo V de 340 kg, piedra chancada con un peso correspondiente de 843.91 kg, arena gruesa con un peso correspondiente de 911.76 kg, agua potable con un peso correspondiente de 212.25 kg, y aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) con un peso correspondiente de 5.78 kg. Ver Tabla 36.

Tabla 36: Proporciones para el Concreto, Diseño 2

**Diseño 2**

MATERIAL	UND	CANT
Cemento Tipo V Andino	Kg	340
Piedra Chancada 1/2"	Kg	843.91
Arena Gruesa	Kg	911.76
Agua Potable	Lt	212.25
W-73 (1.7%)	Kg	5.78

a/c = 0.632  
f<sub>c</sub> = 245 Kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

- DISEÑO 3: Al cual se le añadió un peso correspondiente de cemento Andino tipo V de 340 kg, piedra chancada con un peso correspondiente de 832.47 kg, arena gruesa con un peso correspondiente de 901.13 kg, agua potable con un peso correspondiente de 223.97 kg, y aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) con un peso correspondiente de 5.78 kg. Ver Tabla 37.

Tabla 37: Proporciones para el Concreto, Diseño 3

Diseño 3

MATERIAL	UND	CANT
Cemento Tipo V Andino	Kg	340
Piedra Chancada 1/2"	Kg	832.47
Arena Gruesa	Kg	901.13
Agua Potable	Lt	223.97
W-73 (1.7%)	Kg	5.78

a/c = 0.65  
fc = 280 Kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

- DISEÑO 4: Al cual se le añadió un peso correspondiente de cemento Andino tipo V de 340 kg, piedra chancada con un peso correspondiente de 798.43 kg, arena gruesa con un peso correspondiente de 936.76kg, agua potable con un peso correspondiente de 224.03 kg, y aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) con un peso correspondiente de 4.59 kg. Ver Tabla 38.

Tabla 38: Proporciones para el Concreto, Diseño 4

Diseño 4

MATERIAL	UND	CANT
Cemento Tipo V Andino	Kg	340
Piedra Chancada 1/2"	Kg	798.43
Arena Gruesa	Kg	936.76
Agua Potable	Lt	224.03
SP-4 (1.35%)	Kg	4.59

a/c = 0.65  
fc = 280 Kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

- DISEÑO 5: Al cual se le añadió un peso correspondiente de cemento Andino tipo V de 340 kg, piedra chancada con un peso correspondiente de 844.94 kg, arena gruesa con un peso correspondiente de 912.87 kg, agua potable con un peso correspondiente de 212.25 kg, y aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) con un peso correspondiente de 4.93 kg. Ver Tabla 39.

Tabla 39: Proporciones para el Concreto, Diseño 5

**Diseño 5**

MATERIAL	UND	CANT
Cemento Tipo V Andino	Kg	405
Piedra Chancada 1/2"	Kg	795.98
Arena Gruesa	Kg	933.97
Agua Potable	Lt	187.14
GAIA (2.24%)	Kg	9.72
Microsilice	Kg	20

a/c = 0.45  
f<sub>c</sub> = 420 Kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

- DISEÑO 6: Al cual se le añadió un peso correspondiente de cemento Andino tipo V de 340 kg, piedra chancada con un peso correspondiente de 844.94 kg, arena gruesa con un peso correspondiente de 912.87 kg, agua potable con un peso correspondiente de 212.25 kg, y aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) con un peso correspondiente de 4.93 kg. Ver Tabla 40.

Tabla 40: Proporciones para el Concreto, Diseño 6

**Diseño 6**

MATERIAL	UND	CANT
Cemento Tipo V Andino	Kg	460
Piedra Chancada 1/2"	Kg	786.39
Arena Gruesa	Kg	922.72
Agua Potable	Lt	188.81
GAIA (1.81%)	Kg	8.33

a/c = 0.4  
f<sub>c</sub> = 420 Kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Estos ensayos fueron elaborados en un Excel con fórmulas de diseño. Los cuadros que nos dieron estos resultados son los siguientes: Ver Tablas 41 a la Tabla 46.

Tabla 41: Macro del Diseño 1

Diseño del concreto

Código de ensayo : 1

CEMENTO	
MARCA	TIPO
Andino	V

Dosis de

A/C =	0.632
W-73	1.45%

	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	53	3.05	2.19	2.17
PIEDRA 1	47	6.51	0.80	1.14
PIEDRA 2	0	0.00	0.00	0.00

Materiales	P.E (kg/m3)	Volumen (m3)	Diseño seco para 1m3		Diseño s.s.s para 1m3		Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m3		Diseño corregido para Laboratorio	
Cemento	3150.00	0.1079	340.00	kg	340.00	kg		340.00	kg	6.80	kg
Agua	1000.00	0.2149	241.16	L	214.88	kg		212.25	L	4.25	kg
Arena	2620.00	0.3485	893.48	kg	913.05	kg	-0.2	912.87	kg	18.26	kg
Piedra 1	2725.00	0.3090	835.42	kg	842.13	kg	2.81	844.94	kg	16.90	kg
Piedra 2	2500.00	0.0000	0.00	kg	0.00	kg	0	0.00	kg	0.00	kg
W-73	1060.00	0.0047	4.93	kg	4.93	kg		4.93	kg	98.60	gr.
0		0.0000	0.00	kg	0.00	kg		0.00	kg	0.00	gr.
Adicion		0.0000	0.00	kg		kg		0.00	kg	0.00	kg
Aire	100.00	0.0150	1.50	%	1.50	%		1.50	%	1.50	%
Total		1.0000	2314.99		2314.99			2314.99			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42: Macros del Diseño 2

Diseño del concreto  
Código de ensayo : 2

CEMENTO	
MARCA	TIPO
ANDINO	V

Dosis de

A/C =	0.632
w-73	1.75%

	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	53	3.05	2.19	2.17
PIEDRA 1	47	6.51	0.80	1.14
PIEDRA 2	0	6.51	1.00	1.00

Materiales	P.E (kg/m3)	Volumen (m3)	Diseño seco para 1m3		Diseño s.s.s para 1m3		Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m3		Diseño corregido para Laboratorio	
Cemento	3150.00	0.1079	340.00	kg	340.00	kg		340.00	kg	6.80	kg
Agua	1000.00	0.2149	241.13	L	214.88	kg		212.26	L	4.25	kg
Arena	2620.00	0.3480	892.17	kg	911.71	kg	-0.2	911.54	kg	18.23	kg
Piedra 1	2725.00	0.3086	834.20	kg	840.90	kg	2.80	843.71	kg	16.87	kg
Piedra 2	2500.00	0.0000	0.00	kg	0.00	kg	0	0.00	kg	0.00	kg
w-73	1060.00	0.0056	5.95	kg	5.95	kg		5.95	kg	119.00	gr.
0		0.0000	0.00	kg	0.00	kg		0.00	kg	0.00	gr.
Adicion		0.0000	0.00	kg		kg		0.00	kg	0.00	kg
Aire	100.00	0.0150	1.50	%	1.50	%		1.50	%	1.50	%
<b>Total</b>		1.0000	2313.45		2313.45			2313.45			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43: Macros del Diseño 3

Diseño del concreto

Código de ensayo : 3

CEMENTO	
MARCA	TIPO
ANDINO	V

Dosis de

A/C =	0.65
w-73	1.70%

	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	53	3.05	2.19	1.94
PIEDRA 1	47	6.51	0.80	0.72
PIEDRA 2	0	0.00	0.00	0.00

Materiales	P.E (kg/m3)	Volumen (m3)	Diseño seco para 1m3		Diseño s.s.s para 1m3		Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m3		Diseño corregido para Laboratorio	
Cemento	3150.00	0.1079	340.00	kg	340.00	kg		340.00	kg	6.80	kg
Agua	1000.00	0.2210	247.01	L	221.00	kg		223.97	L	4.48	kg
Arena	2620.00	0.3448	884.01	kg	903.37	kg	-2.2	901.13	kg	18.02	kg
Piedra 1	2725.00	0.3058	826.56	kg	833.20	kg	-0.74	832.47	kg	16.65	kg
Piedra 2	2500.00	0.0000	0.00	kg	0.00	kg	0	0.00	kg	0.00	kg
w-73	1050.00	0.0055	5.78	kg	5.78	kg		5.78	kg	115.60	gr.
0		0.0000	0.00	kg	0.00	kg		0.00	kg	0.00	gr.
Adicion		0.0000	0.00	kg		kg		0.00	kg	0.00	kg
Aire	100.00	0.0150	1.50	%	1.50	%		1.50	%	1.50	%
<b>Total</b>		1.0000	2303.35		2303.35			2303.35			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44: Macros del Diseño 4

Diseño del concreto  
Código de ensayo : 4

CEMENTO	
MARCA	TIPO
ANDINO	V

Dosis de

A/C =	0.65
SP-4	1.35%

	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	55	3.05	2.19	1.94
PIEDRA 1	45	6.51	0.80	0.72
PIEDRA 2	0	0.00	0.00	0.00

Materiales	P.E (kg/m3)	Volumen (m3)	Diseño seco para 1m3	Diseño s.s.s para 1m3		Correc. por humo	correg. para 1m3	Diseño corregido para Laboratorio			
Cemento	3150.00	0.1079	340.00	kg	340.00	kg	340.00	kg	6.80	kg	
Agua	1000.00	0.2210	247.50	L	221.00	kg	224.03	L	4.48	kg	
Arena	2620.00	0.3584	918.96	kg	939.09	kg	-2.3	936.76	kg	18.74	kg
Piedra 1	2725.00	0.2933	792.76	kg	799.14	kg	-0.71	798.43	kg	15.97	kg
Piedra 2	2500.00	0.0000	0.00	kg	0.00	kg	0	0.00	kg	0.00	kg
SP-4	1050.00	0.0044	4.59	kg	4.59	kg		4.59	kg	91.80	gr.
0		0.0000	0.00	kg	0.00	kg		0.00	kg	0.00	gr.
Adicion		0.0000	0.00	kg		kg		0.00	kg	0.00	kg
Aire	100.00	0.0150	1.50	%	1.50	%		1.50	%	1.50	%
Total		1.0000	2303.82		2303.82			2303.82			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45: Macros del Diseño 5

Diseño del concreto

Código de ensayo : 5

CEMENTO

MARCA	TIPO
ANDINO	V

Dosis de

A/C =	0.45
GAIA	2.40%

	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	55	3.05	2.19	1.83
PIEDRA 1	45	6.51	0.80	0.60
PIEDRA 2	0	0.00	0.00	0.00

Materiales	P.E (kg/m3)	Volumen (m3)	Diseño seco para 1m3		Diseño s.s.s para 1m3		Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m3		Diseño corregido para Laboratorio	
Cemento	3160.00	0.1282	405.00	kg	405.00	kg		405.00	kg	8.10	kg
Agua	1000.00	0.1823	208.70	L	182.25	kg		187.11	L	3.74	kg
Arena	2620.00	0.3577	917.16	kg	937.25	kg	-3.3	933.97	kg	18.68	kg
Piedra 1	2725.00	0.2927	791.21	kg	797.57	kg	-1.59	795.98	kg	15.92	kg
GAIA	1060.00	0.0092	9.72	kg	9.72	kg		9.72	kg	194.40	gr.
0		0.0000	0.00	kg	0.00	kg		0.00	kg	0.00	gr.
Microsilice	2000.00	0.0100	20.00	kg	20.00	kg		20.00	kg	0.40	kg
Aire	100.00	0.0200	2.00	%	2.00	%		2.00	%	2.00	%
<b>Total</b>		1.0000	2331.79		2331.79			2331.79			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46: Macros del Diseño 6

Diseño del concreto  
Código de ensayo :

6

CEMENTO

MARCA	TIPO
ANDINO	V

Dosis de

A/C =	0.4
GAIA	1.81%

	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	55	3.05	2.19	1.83
PIEDRA 1	45	6.51	0.80	0.60
PIEDRA 2	0	0.00	0.00	0.00

Materiales	P.E (kg/m3)	Volumen (m3)	Diseño seco para 1m3		Diseño s.s.s para 1m3		Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m3		Diseño corregido para Laboratorio	
Cemento	3160.00	0.1456	460.00	kg	460.00	kg		460.00	kg	9.20	kg
Agua	1000.00	0.1840	210.13	L	184.00	kg		188.81	L	3.78	kg
Arena	2620.00	0.3534	906.11	kg	925.95	kg	-3.2	922.72	kg	18.45	kg
Piedra 1	2725.00	0.2892	781.67	kg	787.96	kg	-1.57	786.39	kg	15.73	kg
GAIA	1060.00	0.0079	8.33	kg	8.33	kg		8.33	kg	166.52	gr.
0		0.0000	0.00	kg	0.00	kg		0.00	kg	0.00	gr.
Microsilice		0.0000	0.00	kg	0.00	kg		0.00	kg	0.00	kg
Aire	100.00	0.0200	2.00	%	2.00	%		2.00	%	2.00	%
<b>Total</b>		1.0000	2366.24		2366.24			2366.24			

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.2. Análisis de Costos para el Sistema por Enrocado

Primero debemos de hallar el volumen de los espigones mediante las áreas de las secciones transversales que tenemos en los perfiles del proyecto. Con estas áreas y las distancias horizontales de cada espigón tenemos los volúmenes parciales y totales de los espigones por tipo de material, siendo estos el material de Núcleo, la Capa Intermedia y la Coraza. Ver Tabla 47.

Tabla 47: Dimensiones de los Espigones para el Enrocado

ESPIGONES	LARGO (m)	AREAS (m2)			VOLUMEN (m3)		
		NUCLEO	CAPA INTERMEDIA	CORAZA	NUCLEO	CAPA INTERMEDIA	CORAZA
NORTE	191.50	6.92	5.147	6.78	1325.18	985.65	1298.37
SUR	177.00	103.05	5.22	7.07	18239.85	923.94	1251.39
ESTE	115.91	6.92	5.147	6.78	802.10	596.59	785.87
OESTE	243.60	27.49	5.367	6.78	6696.56	1307.40	1651.61
TOTALES	728.01	144.38	20.88	27.41	27063.69	3813.58	4987.24

Fuente: Elaboración Propia

Realizamos los análisis de precios unitarios del sistema, en los cuales tomamos la mano de obra, materiales (material de núcleo, roca de capa intermedia y roca de coraza) y los equipos.

Lo analizaremos mediante un diagrama de flujo (Ilustración 28) que nos ayudara a entender los A.P.U.

## DIAGRAMA DE FLUJO

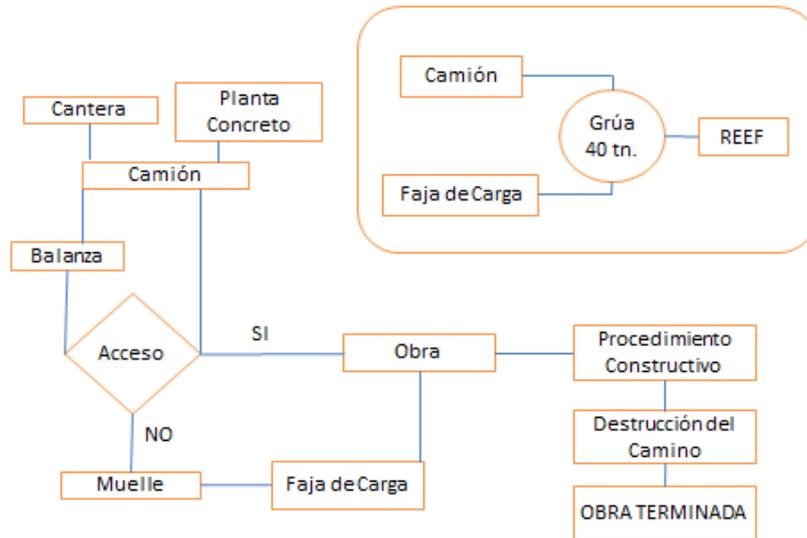


Ilustración 28: Diagrama de Flujo para Enrocado

Fuente: Vega Crespo, E. (2004)

Dentro de los A.P.U. existen cuatro partidas importantes en el proceso constructivo del enrocado:

- SUMINISTRO Y COLOCACION DEL MATERIAL DE NUCLEO.- La cual consiste en recibir el material de núcleo y colocarlo en el mar mediante volteo con un cargador frontal. Los precios de esta partida se detallan a continuación en la Tabla 48.

Tabla 48: A.P.U. "Suministro y Colocación de Material de Núcleo"

T.C.	3.2
------	-----

**PARTIDA: SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIAL DE NUCLEO**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RENDIMIENTO: 100 M3/DIA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANT.	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL
<b>1.00</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
1.1	CAPATAZ	hh	1	0.08	\$6.00	\$0.48	
1.2	OPERARIO MANIOBRISTA	hh	1	0.08	\$4.50	\$0.36	
1.3	PEON	hh	2	0.16	\$3.80	\$0.61	<b>\$1.45</b>
<b>2.00</b>	<b>MATERIALES</b>						
2.1	PIEDRA DE NUCLEO	m3		1.1	\$17.00	\$18.70	<b>\$18.70</b>
<b>3.00</b>	<b>EQUIPOS</b>						
3.1	CARGADOR FRONTAL	hm		0.08	\$65.00	\$5.20	<b>\$5.20</b>
	<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>\$25.35</b>
	<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDAD</b>					5.00%	<b>\$1.27</b>
	<b>SUB-TOTAL</b>						<b>\$26.62</b>
	<b>IGV (18%)</b>					18.00%	<b>\$4.79</b>
	<b>TOTAL</b>						<b>\$31.41</b>

Fuente: Elaboración Propia

- ACOPIO.- Esta partida se refiere al acopio de material de roca para Capa Intermedia y de Roca para Coraza.

Estas rocas al ser de tamaño inferior se van acopiando encima del núcleo, al estar agrupadas se acercan a la grúa mediante el cargador frontal y se van colocando en su lugar correspondiente.

Hay que tener en cuenta que el acopio es sistemático, es decir, se va acopiando material de capa intermedia y se va colocando respectivamente hasta que se finaliza esta tarea para después realizar el mismo procedimiento con la roca de coraza.

El material de Núcleo no se acopia ya que apenas los volquetes dejan el material se procede a voltear al material al mar para ir ganando terreno.

En el acopio se debe de contar con algunos materiales necesarios como son los grilletes, los estrobos y los cabos o también llamado sogas.

La importancia de estos materiales es alta, ya que el movimiento de las rocas de capa intermedia y coraza se hacen mediante maniobra de un personal especializado que lleva una coordinación milimétrica con los operadores mediante señas manuales e información por radio.

Las maniobras del personal se realizaran con sumo cuidado ya que un accidente por no haber asegurado las rocas o por una maniobra forzada podría ocasionar accidentes fatales.

La grúa que se usa para este tipo de procesos son las llamadas Guas de castillo, que son aquellas que tienen dos tambores de guía, para así poder hacer más de una maniobra a la vez como girar la roca en la punta de la pluma y acortar o alargar la longitud del cable de acero del tambor.

Los A.P.U de esta partida se detallan a continuación en la Tabla 49.

Tabla 49: A.P.U. "Acopio"

PARTIDA: ACOPIO  
 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS  
 RENDIMIENTO: 60 M3/DIA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANT.	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL
<b>1.00</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
1.1	CAPATAZ	hh	1	0.13	\$6.00	\$0.78	
1.2	OPERARIO MANIOBRISTA	hh	2	0.26	\$4.50	\$1.17	
1.3	PEON	hh	2	0.26	\$3.80	\$0.99	<b>\$2.94</b>
<b>2.00</b>	<b>MATERIALES</b>						
2.10	ESTROBOS	g/lb		1	\$1.50	\$1.50	
2.20	GRILLETES	g/lb		1	\$0.56	\$0.56	
2.30	CABOS	g/lb		1	\$1.00	\$1.00	<b>\$3.06</b>
<b>3.00</b>	<b>EQUIPOS</b>						
3.1	CARGADOR FRONTAL	hm		0.13	\$100.00	\$13.00	<b>\$13.00</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>							<b>\$19.00</b>
<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDAD</b>						5.00%	<b>\$0.95</b>
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>\$19.95</b>
<b>IGV (18%)</b>						18.00%	<b>\$3.59</b>
<b>TOTAL</b>							<b>\$23.54</b>

Fuente: Elaboración Propia

- EXPLOTACION, CARGUIO Y TRANSPORTE DE ROCA PARA CAPA INTERMEDIA Y CORAZA.

Esta partida es un trabajo de equipo entre la cantera de roca y el contratista.

En este caso tenemos que ser partícipes de la voladura de la roca en cantera, el carguío y cubicaje de la roca en los volquetes y el transporte del material a obra para ser acopiado en el núcleo del espigón.

Aquí se usan mucho más materiales y equipos ya que el trabajo en cantera es mucho más fuerte. Los materiales que se usan para la explotación de la cantera son dinamita, fulminantes y barrenos; y por el lado de los equipos necesitamos perforadoras y compresoras, aparte de la excavadora para el carguío de la roca.

Con la experiencia de obra aquí se hace uno de los cálculos fundamentales para la cotización del proyecto ya que el cálculo del cubicaje de obra en esta partida tiene una penalidad hallada en coordinación y conciliación con la cantera y luego con los dueños del proyecto.

El análisis del cubicaje se hace añadiendo un 30% de espacio al camión que transporta la roca, es decir, cuando la roca mediana o roca de coraza es cargada en el volquete, esta deja mucha cantidad de vacíos en el mismo. Es por eso, que esto no le conviene a ninguna de las partes y se hace un arreglo, por un lado al volquetero se le reduce un porcentaje en los metros cúbicos de carguío pero se le suma al presupuesto ya que ese vacío también se cobra como precio de roca en el viaje.

Queda establecido que esta es la partida más cara durante el proceso del enrocado de la draga.

A continuación presentamos el A.P.U de esta partida en la Tabla 50.

Tabla 50: A.P.U. "Explotación, Carguío y Transporte de Coraza y Capa Intermedia"

**PARTIDA: EXPLOTACION ,CARGUIO Y TRANSPORTE CORAZA Y CAPA INTERMEDIA**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RENDIMIENTO: 80 M3/DIA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANT.	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL
<b>1.00</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
1.1	CAPATAZ	hh	1	0.1	\$6.00	\$0.60	
1.2	OPERARIO MANIOBRISTA	hh	2	0.2	\$4.50	\$0.90	
1.3	PEON	hh	4	0.4	\$3.80	\$1.52	<b>\$3.02</b>
<b>2.0</b>	<b>MATERIALES</b>						
2.1	DINAMITA	glb		1	\$2.25	\$2.25	
2.2	BARRENOS	glb		1	\$2.15	\$2.15	
2.3	FULMINATES	glb		1	\$1.38	\$1.38	<b>\$44.78</b>
2.4	ROCA (INTERMEDIA Y CORAZA)	m3		1.3	\$30.00	\$39.00	
<b>3.0</b>	<b>EQUIPOS</b>						
3.1	CARGADOR FRONTAL	hm		0.1	\$65.00	\$6.50	
3.2	EXCAVADORA	hm		0.1	\$90.00	\$9.00	
3.3	COMPRESORA	hm		0.1	\$28.00	\$2.80	
3.4	PERFORADORAS	hm		0.2	\$8.50	\$1.70	
3.5	VOLQUETE	hm		0.1	\$40.00	\$4.00	<b>\$24.00</b>
	<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>\$68.78</b>
	<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDAD</b>					5.00%	<b>\$3.44</b>
	<b>SUB-TOTAL</b>						<b>\$72.22</b>
	<b>IGV (18%)</b>					18.00%	<b>\$13.00</b>
	<b>TOTAL</b>						<b>\$85.22</b>

Fuente: Elaboración Propia

- COLOCACION DE ROCA PARA CAPA INTERMEDIA Y CORAZA.

Esta es una de las partidas más lentas y a la vez cuidadosas ya que el fin de esta es el cuidado de la colocación y la estética en la formación del terraplén. Para la colocación de estas rocas hay que tener siempre atención con la batimetría ya que las primeras rocas a colocarse son al final del talud, es decir, la zona en contacto con el fondo marino.

Se cava una uña al fondo para la estabilidad de la roca y luego se van sobreponiendo las siguientes rocas saliendo hacia la superficie.

Este es un proceso lento, ya que aunque no lo parezca cada roca se va escogiendo y se va girando hasta encontrar la ubicación requerida para hacer el montaje.

Las rocas siempre se tienen que ir revisando con la topografía existente ya que mediante el proceso puede haber asentamiento de las mismas en el fondo marino y la cota de fin del terraplén podría ir variando.

Cuando se va terminando una etapa de colocación siempre se tiene que dejar con roca de coraza colocada ya que si solo quedaría el núcleo sería muy fácil que se lave el material pequeño y así podríamos estar alargando el proceso. A continuación presentamos el A.P.U de la partida, ver la Tabla 51.

Tabla 51: A.P.U. "Colocación de Roca Coraza y Capa Intermedia"

**PARTIDA: COLOCACION DE ROCA CORAZA Y CAPA INTERMEDIA**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RENDIMIENTO: 40 M3/DIA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANT.	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL
<b>1.00</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
1.1	CAPATAZ	hh	1	0.2	\$6.00	\$1.20	
1.2	OPERARIO MANIOBRISTA	hh	4	0.8	\$4.50	\$3.60	
1.3	PEON	hh	4	0.8	\$3.80	\$3.04	<b>\$7.84</b>
<b>2.00</b>	<b>MATERIALES</b>						
2.10	ESTROBOS	glb		1	\$1.32	\$1.32	
2.20	GRILLETES	glb		1	\$0.45	\$0.45	
2.30	CABOS	glb		1	\$0.65	\$0.65	<b>\$2.42</b>
<b>3.00</b>	<b>EQUIPOS</b>						
3.1	GRUA DE 50 TNS	hm		0.2	\$100.00	\$20.00	
3.2	JAIBA ORANGE PEEL DE 1.5 YARDAS /3	hm		0.2	\$23.70	\$4.74	<b>\$24.74</b>
	<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>\$35.00</b>
	<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDAD</b>					5.00%	<b>\$1.75</b>
	<b>SUB-TOTAL</b>						<b>\$36.75</b>
	<b>IGV (18%)</b>					18.00%	<b>\$6.62</b>
	<b>TOTAL</b>						<b>\$43.37</b>

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta todos los análisis de precios unitarios detallados de todas las partidas del proceso y los volúmenes por material correspondiente a los cuatro espigones de la rada procedemos a obtener el Costo Total del sistema por enrocado para el núcleo y la zona interior de la rada.

El Análisis de Precios unitario del Sistema de Protección por Enrocado se mostrará en la siguiente Tabla 52:

*Tabla 52: Presupuesto General para un Enrocado*

PARTIDAS	CANT		P.U.	SUB TOTAL	TOTAL
					\$1,766,557.31
SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIAL DE NUCLEO	27063.69		\$25.35	\$686,010.44	
ACOPIO	8800.82		\$19.00	\$167,197.95	
EXPLOTACION ,CARGUIO Y TRANSPORTE CORAZA Y CAPA INTERMEDIA	8800.82		\$68.78	\$605,320.28	
COLOCACION DE ROCA CORAZA Y CAPA INTERMEDIA	8800.82		\$35.00	\$308,028.64	
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES			5%		\$88,327.87
<b>SUB TOTAL</b>					<b>\$1,854,885.18</b>
IGV			18%		\$333,879.33
<b>TOTAL</b>					<b>\$2,188,764.51</b>
<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>					<b>S/. 7,004,046.42</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.3. ANÁLISIS DE COSTOS PARA EL SISTEMA BOLSACRETO

##### SUMINISTRO DE GEOTEXTILES

El primer paso es calcular los volúmenes del Bolsacreto sabiendo que ahora tendremos un núcleo ampliado. Debemos de elegir el tipo del Bolsacreto con el cual vamos a trabajar, para esto presentamos la siguiente Tabla 53:

*Tabla 53: Suministro de Geotextiles*

TEXTO BREVE MATERIAL	METRADO	UnMe	LARGO (m.)	ANCHO (m.)	PRECIO EX FABRICA (USD/Unid.)
BOLSACRETOS 1101	und	7,400.00	1.20	2.40	7.20
BOLSACRETOS 1102	und	7,400.00	1.85	2.70	10.45
BOLSACRETOS 1401	und	7,400.00	1.20	2.40	8.77
BOLSACRETOS 1402	und	7,400.00	1.85	2.70	13.38

Fuente: Pavco

Estas dimensiones son cuando los geotextiles están vacíos, cuando están llenos tenemos la siguiente Tabla 54:

*Tabla 54: Dimensión del Geotextil llenado*

GEOTEXTIL de 1m3	Dimensiones (mts)		
	ANCHO	LARGO	ESPESOR
	1	2.2	0.3

Fuente: Elaboración Propia

Según nuestros perfiles de los espigones, nuestra cantidad de geotextiles se mostrarán en la Tabla 55:

*Tabla 55: Cantidad de Bolsacretos para la rada interior del proyecto*

LARGO DE ESPIGONES (m)		ALTURA DE ESPIGONES (m)	CANTIDAD DE BOLSAS A LO ALTO		TOTAL
			ALTURA	LARGO	
NORTE	191.50	4.8	16	88	1408
SUR	177.00	4.8	16	81	1296
ESTE	115.91	4.8	16	53	848
OESTE	243.60	5.1	17	111	1887
					5439

BOLSAS

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de nuestra ampliación de núcleo, esto se realiza para ajustar el diseño a las dimensiones del Bolsacreto que va a sustituir la roca de la capa intermedia y la coraza.

El cuadro de nuestros nuevos volúmenes de núcleo por espigones se presentará en la Tabla 56:

*Tabla 56: Volumen del Núcleo para Bolsacretos*

ESPIGON	LONGITUD (m)	AREA (m2)		VOLUMEN (m3)
		NUCLEO	AMPLIACIÓN	
NORTE	191.5	6.92	7.26	2715.47
SUR	177	103.05	7.26	19524.87
ESTE	115.91	6.92	7.26	1643.6038
OESTE	243.6	27.49	7.26	8465.1
				32349.04

m3

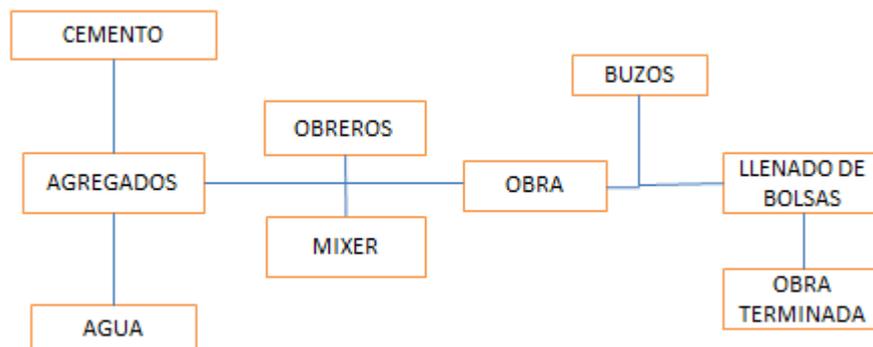
Fuente: Elaboración Propia

El geotextil elegido tiene un costo de \$7.20 más i.g.v.

Con estos precios analizamos la mano de obra, los materiales y equipos para este proceso.

El mejor método para hacer un análisis es primero identificarlo mediante un diagrama de flujo, el cual se muestra a continuación en la Ilustración 29:

### DIAGRAMA DE FLUJO



*Ilustración 29: Diagrama de Flujo para Bolsacreto*

Fuente: Vega Crespo, E. (2004)

Con este diagrama de flujo del proceso constructivo del Sistema Bolsacreto, damos paso al A.P.U para todos los tipos de diseño de concreto obtenidos en la investigación. Ver Tabla 57 a la Tabla 62.

Tabla 57: A.P.U. "Bolsacreto con Diseño 1"

**PARTIDA: BOLSACRETO CON DISEÑO 1**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RENDIMIENTO:

34 M3/DIA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANT.	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL
<b>1.00</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
1.1	CAPATAZ	hh	1	0.24	S/. 17.60	S/. 4.14	
1.2	BUZOS	hh	4	0.94	S/. 30.40	S/. 28.61	
1.3	OPERADOR BOMBA ESTACIONARIA	hh	1	0.24	S/. 13.76	S/. 3.24	
1.4	CHOFER BOMBA ESTACIONARIA	hh	1	0.24	S/. 12.80	S/. 3.01	
1.5	PEON	hh	2	0.47	S/. 12.80	S/. 6.02	<b>S/. 45.03</b>
<b>2.00</b>	<b>MATERIALES</b>						
2.10	GEOTEXTIL	und		1.00	S/. -	S/. -	
2.20	CONCRETO PRE-MEZCLADO	m3		1.00	S/. 226.55	S/. 226.55	
2.30	COMBUSTIBLE	gln		0.11	S/. 10.00	S/. 1.06	<b>S/. 227.61</b>
<b>3.00</b>	<b>EQUIPOS</b>						
3.1	BOMBA	hm		1.00	S/. 16.62	S/. 16.62	<b>S/. 16.62</b>
	<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>S/. 289.26</b>
	<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDAD</b>					5% S/.	<b>14.46</b>
	<b>SUB-TOTAL</b>					S/.	<b>303.72</b>
	<b>IGV (18%)</b>					18% S/.	<b>54.67</b>
	<b>TOTAL</b>					S/.	<b>358.39</b>

<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>1,949,287.73</b>
<b>TOTAL EN DOLARES \$</b>		<b>\$609,152.42</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58: A.P.U. "Bolsacreto con Diseño 2"

**PARTIDA: BOLSACRETO CON DISEÑO 2**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RENDIMIENTO:

34 M3/DIA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANT.	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL
<b>1.00</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
1.1	CAPATAZ	hh	1	0.24	S/. 17.60	S/. 4.14	
1.2	BUZOS	hh	4	0.94	S/. 30.40	S/. 28.61	
1.3	OPERADOR BOMBA ESTACIONARIA	hh	1	0.24	S/. 13.76	S/. 3.24	
1.4	CHOFER BOMBA ESTACIONARIA	hh	1	0.24	S/. 12.80	S/. 3.01	
1.5	PEON	hh	2	0.47	S/. 12.80	S/. 6.02	<b>S/. 45.03</b>
<b>2.00</b>	<b>MATERIALES</b>						
2.10	GEOTEXTIL	und		1.00	S/. -	S/. -	
2.20	CONCRETO PRE-MEZCLADO	m3		1.00	S/. 228.94	S/. 228.94	
2.30	COMBUSTIBLE	gln		0.11	S/. 10.00	S/. 1.06	<b>S/. 230.00</b>
<b>3.00</b>	<b>EQUIPOS</b>						
3.1	BOMBA	hm		1.00	S/. 16.62	S/. 16.62	<b>S/. 16.62</b>
	<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>S/. 291.65</b>
	<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDAD</b>					5% S/.	<b>14.58</b>
	<b>SUB-TOTAL</b>					S/.	<b>306.23</b>
	<b>IGV (18%)</b>					18% S/.	<b>55.12</b>
	<b>TOTAL</b>					S/.	<b>361.35</b>

<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>1,965,396.04</b>
<b>TOTAL EN DOLARES \$</b>		<b>\$614,186.26</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59: A.P.U. "Bolsacreto con Diseño 3"

**PARTIDA: BOLSACRETO CON DISEÑO 3**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RENDIMIENTO:

34 M3/DIA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANT.	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL
<b>1.00</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
1.1	CAPATAZ	hh	1	0.24	S/. 17.60	S/. 4.14	
1.2	BUZOS	hh	4	0.94	S/. 30.40	S/. 28.61	
1.3	OPERADOR BOMBA ESTACIONARIA	hh	1	0.24	S/. 13.76	S/. 3.24	
1.4	CHOFER BOMBA ESTACIONARIA	hh	1	0.24	S/. 12.80	S/. 3.01	
1.5	PEON	hh	2	0.47	S/. 12.80	S/. 6.02	<b>S/. 45.03</b>
<b>2.00</b>	<b>MATERIALES</b>						
2.10	GEOTEXTIL	und		1.00	S/. -	S/. -	
2.20	CONCRETO PRE-MEZCLADO	m3		1.00	S/. 228.71	S/. 228.71	
2.30	COMBUSTIBLE	gln		0.11	S/. 10.00	S/. 1.06	<b>S/. 229.77</b>
<b>3.00</b>	<b>EQUIPOS</b>						
3.1	BOMBA	hm		1.00	S/. 16.62	S/. 16.62	<b>S/. 16.62</b>
	<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>S/. 291.41</b>
	<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDAD</b>					5% S/.	<b>14.57</b>
	<b>SUB-TOTAL</b>						<b>S/. 305.98</b>
	<b>IGV (18%)</b>					18% S/.	<b>55.08</b>
	<b>TOTAL</b>						<b>S/. 361.06</b>

<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>1,963,815.40</b>
<b>TOTAL EN DOLARES \$</b>		<b>\$613,692.31</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60: A.P.U. "Bolsacreto con Diseño 4"

**PARTIDA: BOLSACRETO CON DISEÑO 4**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RENDIMIENTO:

34 M3/DIA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANT.	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL
<b>1.00</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
1.1	CAPATAZ	hh	1	0.24	S/. 17.60	S/. 4.14	
1.2	BUZOS	hh	4	0.94	S/. 30.40	S/. 28.61	
1.3	OPERADOR BOMBA ESTACIONARIA	hh	1	0.24	S/. 13.76	S/. 3.24	
1.4	CHOFER BOMBA ESTACIONARIA	hh	1	0.24	S/. 12.80	S/. 3.01	
1.5	PEON	hh	2	0.47	S/. 12.80	S/. 6.02	<b>S/. 45.03</b>
<b>2.00</b>	<b>MATERIALES</b>						
2.10	GEOTEXTIL	und		1.00	S/. -	S/. -	
2.20	CONCRETO PRE-MEZCLADO	m3		1.00	S/. 231.06	S/. 231.06	
2.30	COMBUSTIBLE	gln		0.11	S/. 10.00	S/. 1.06	<b>S/. 232.12</b>
<b>3.00</b>	<b>EQUIPOS</b>						
3.1	BOMBA	hm		1.00	S/. 16.62	S/. 16.62	<b>S/. 16.62</b>
	<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>S/. 293.76</b>
	<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDAD</b>					5%	<b>S/. 14.69</b>
	<b>SUB-TOTAL</b>						<b>S/. 308.45</b>
	<b>IGV (18%)</b>					18%	<b>S/. 55.52</b>
	<b>TOTAL</b>						<b>S/. 363.97</b>

<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>1,979,652.70</b>
<b>TOTAL EN DOLARES \$</b>		<b>\$618,641.47</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61: A.P.U. "Bolsacreto con Diseño 5"

**PARTIDA: BOLSACRETO CON DISEÑO 5**  
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RENDIMIENTO:

34 M3/DIA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANT.	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL
<b>1.00</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
1.1	CAPATAZ	hh	1	0.24	S/. 17.60	S/. 4.14	
1.2	BUZOS	hh	4	0.94	S/. 30.40	S/. 28.61	
1.3	OPERADOR BOMBA ESTACIONARIA	hh	1	0.24	S/. 13.76	S/. 3.24	
1.4	CHOFER BOMBA ESTACIONARIA	hh	1	0.24	S/. 12.80	S/. 3.01	
1.5	PEON	hh	2	0.47	S/. 12.80	S/. 6.02	<b>S/. 45.03</b>
<b>2.00</b>	<b>MATERIALES</b>						
2.10	GEOTEXTIL	und		1.00	S/. -	S/. -	
2.20	CONCRETO PRE-MEZCLADO	m3		1.00	S/. 326.25	S/. 326.25	
2.30	COMBUSTIBLE	gln		0.11	S/. 10.00	S/. 1.06	<b>S/. 327.31</b>
<b>3.00</b>	<b>EQUIPOS</b>						
3.1	BOMBA	hm		1.00	S/. 16.62	S/. 16.62	<b>S/. 16.62</b>
	<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>S/. 388.96</b>	
	<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDAD</b>					5% <b>S/. 19.45</b>	
	<b>SUB-TOTAL</b>					<b>S/. 408.41</b>	
	<b>IGV (18%)</b>					18% <b>S/. 73.51</b>	
	<b>TOTAL</b>					<b>S/. 481.92</b>	

<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>2,621,166.59</b>
<b>TOTAL EN DOLARES \$</b>		<b>\$819,114.56</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62: A.P.U. "Bolsacreto con Diseño 6"

**PARTIDA: BOLSACRETO CON DISEÑO 6**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RENDIMIENTO:

34 M3/DIA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANT.	P.U.	PARCIAL	SUB-TOTAL
<b>1.00</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
1.1	CAPATAZ	hh	1	0.24	S/. 17.60	S/. 4.14	
1.2	BUZOS	hh	4	0.94	S/. 30.40	S/. 28.61	
1.3	OPERADOR BOMBA ESTACIONARIA	hh	1	0.24	S/. 13.76	S/. 3.24	
1.4	CHOFER BOMBA ESTACIONARIA	hh	1	0.24	S/. 12.80	S/. 3.01	
1.5	PEON	hh	2	0.47	S/. 12.80	S/. 6.02	<b>S/. 45.03</b>
<b>2.00</b>	<b>MATERIALES</b>						
2.10	GEOTEXTIL	und		1.00	S/.	S/.	
2.20	CONCRETO PRE-MEZCLADO	m3		1.00	S/. 310.00	S/. 310.00	
2.30	COMBUSTIBLE	gln		0.11	S/. 10.00	S/. 1.06	<b>S/. 311.06</b>
<b>3.00</b>	<b>EQUIPOS</b>						
3.1	BOMBA	hm		1.00	S/. 16.62	S/. 16.62	<b>S/. 16.62</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>							<b>S/. 372.70</b>
<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDAD</b>							<b>5% S/. 18.64</b>
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>S/. 391.34</b>
<b>IGV (18%)</b>							<b>18% S/. 70.44</b>
<b>TOTAL</b>							<b>S/. 461.78</b>

<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>2,511,614.26</b>
<b>TOTAL EN DOLARES \$</b>		<b>\$784,879.46</b>

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo los costos para cada diseño del Bolsacreto, hallaremos los costos totales para el sistema, incluyendo el nuevo núcleo y todos los costos hallados anteriormente.

Los A.P.U finales por diseño son los siguientes:

Presupuestos con los seis Diseños

Tabla 63: Presupuesto General para un Bolsacreto, Diseño 1

DISEÑO 1

PARTIDAS	CANT	PU	SUB TOTAL	TOTAL
				\$1,311,632.00
SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIAL DE NUCLEO	32349.04	\$25.35	\$819,983.56	
BOLSACRETO	5439.00	\$90.39	\$491,648.44	
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES		5%		\$65,581.60
<b>SUB TOTAL</b>				<b>\$1,377,213.60</b>
IGV		18%		\$247,898.45
<b>TOTAL</b>				<b>\$1,625,112.05</b>
<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>				<b>S/. 5,200,358.56</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 64: Presupuesto General para un Bolsacreto, Diseño 2

DISEÑO 2

PARTIDAS	CANT	PU	SUB TOTAL	TOTAL
				\$1,315,694.83
SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIAL DE NUCLEO	32349.04	\$25.35	\$819,983.56	
BOLSACRETO	5439.00	\$91.14	\$495,711.27	
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES		5%		\$65,784.74
<b>SUB TOTAL</b>				<b>\$1,381,479.57</b>
IGV		18%		\$248,666.32
<b>TOTAL</b>				<b>\$1,630,145.89</b>
<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>				<b>S/. 5,216,466.86</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 65: Presupuesto General para un Bolsacreto, Diseño 3

DISEÑO 3

PARTIDAS	CANT	PU	SUB TOTAL	TOTAL
				\$1,315,296.16
SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIAL DE NUCLEO	32349.04	\$25.35	\$819,983.56	
BOLSACRETO	5439.00	\$91.07	\$495,312.60	
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES		5%		\$65,764.81
<b>SUB TOTAL</b>				<b>\$1,381,060.97</b>
IGV		18%		\$248,590.97
<b>TOTAL</b>				<b>\$1,629,651.95</b>
<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>				<b>S/. 5,214,886.23</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 66: Presupuesto General para un Bolsacreto, Diseño 4

DISEÑO 4

PARTIDAS	CANT	PU	SUB TOTAL	TOTAL
				<b>\$1,319,290.64</b>
SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIAL DE NUCLEO	32349.04	\$25.35	\$819,983.56	
BOLSACRETO	5439.00	\$91.80	\$499,307.08	
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES		5%		\$65,964.53
<b>SUB TOTAL</b>				<b>\$1,385,255.17</b>
IGV		18%		\$249,345.93
<b>TOTAL</b>				<b>\$1,634,601.10</b>
<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>				<b>S/. 5,230,723.53</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 67: Presupuesto General para un Bolsacreto, Diseño 5

DISEÑO 5

PARTIDAS	CANT	PU	SUB TOTAL	TOTAL
				<b>\$1,481,092.97</b>
SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIAL DE NUCLEO	32349.04	\$25.35	\$819,983.56	
BOLSACRETO	5439.00	\$121.55	\$661,109.41	
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES		5%		\$74,054.65
<b>SUB TOTAL</b>				<b>\$1,555,147.62</b>
IGV		18%		\$279,926.57
<b>TOTAL</b>				<b>\$1,835,074.19</b>
<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>				<b>S/. 5,872,237.42</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 68: Presupuesto General para un Bolsacreto, Diseño 6

DISEÑO 6

PARTIDAS	CANT	PU	SUB TOTAL	TOTAL
				<b>\$1,453,461.74</b>
SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIAL DE NUCLEO	32349.04	\$25.35	\$819,983.56	
BOLSACRETO	5439.00	\$116.47	\$633,478.17	
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES		5%		\$72,673.09
<b>SUB TOTAL</b>				<b>\$1,526,134.82</b>
IGV		18%		\$274,704.27
<b>TOTAL</b>				<b>\$1,800,839.09</b>
<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.</b>				<b>S/. 5,762,685.09</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3. Contratación de Hipótesis

#### 4.3.1. Resistencia a la compresión

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DISEÑO 1 Y EL DISEÑO 2

**Concreto con cemento Tipo V Andino desde el análisis de resistencia a la compresión a Edad de 7, 14 y 28 días.**

Para analizar y determinar las diferencias entre el concreto con cemento Tipo V Andino, para una resistencia a la compresión de 245 kg/cm<sup>2</sup>. y establecer cuál de los Diseños es el más eficiente. Para esto usaremos la prueba estadística T de Student de ser posible para muestras independientes, para ello primero verificaremos que las distribución de los datos es normal. Ver Tabla 69 y 70.

*Tabla 69: Resistencia de los Diseños 1 y 2*

Días	Diseño1	Diseño2
7,00	154,59	182,09
7,00	156,92	170,58
7,00	155,85	175,45
14,00	251,10	274,48
14,00	251,34	270,46
14,00	251,22	273,78
28,00	313,28	341,08
28,00	321,59	347,36
28,00	319,34	344,98

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70: Descripción de los Resultados del Diseño 1 y 2

**Descriptivos**

	Diseño		Estadístico	Error estándar		
Resistencia	Diseño de Mezcla 1	Media Aritmética	241,6922	23,55609		
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	187,3718 296,0127		
		Media recortada al 5%		242,0925		
		Mediana		251,2200		
		Varianza		4994,003		
		Desviación estándar		70,66826		
		Mínimo		154,59		
		Máximo		321,59		
		Rango		167,00		
		Rango intercuartil		159,92		
		Asimetría		-,253	,717	
		Curtosis		-1,705	1,400	
			Diseño de Mezcla 2	Media Aritmética	264,4723	24,43028
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	208,1360 320,8087
				Media recortada al 5%		265,0839
		Mediana		273,7800		
		Varianza		5371,549		
		Desviación estándar		73,29085		
		Mínimo		170,58		
		Máximo		347,36		
		Rango		176,78		
		Rango intercuartil		164,26		
		Asimetría		-,224		
		Curtosis		-1,691		

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

**PRUEBA DE AJUSTE (Prueba de Normalidad)**

**A. Prueba de Normalidad para el Concreto del Diseño 1, con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.**

H<sub>0</sub>: La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 1 **tiene** una distribución normal

H<sub>1</sub>: La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 1 **no tiene** una distribución normal.

**B. Prueba de Normalidad para el Concreto del Diseño 2, con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.**

H<sub>0</sub>: La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 2 **tiene** una distribución normal

H<sub>1</sub>: La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 2 **no tiene** una distribución normal.

La normalidad la probamos usando Shapiro-Wilk

El SPSS v22 nos arroja el siguiente resultado:

*Tabla 71: Shapiro-Wilk del Diseño 1 y 2*

**Pruebas de normalidad**

	Diseño	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	Diseño de Mezcla 1	0,220	9	0,200*	0,832	9	0,047
	Diseño de Mezcla 2	0,203	9	0,200*	0,848	9	0,071

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

A. Resultado para Prueba de Normalidad para el Concreto del Diseño 1, con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

El p-valor 0.047 < 0.05 esto nos dice que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna “La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 1 **no tiene** una distribución normal.”.

B. Resultado para Prueba de Normalidad para el Concreto del Diseño 2, con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

El p-valor 0.071 > 0.05 esto nos dice que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna “La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 2 **tiene** una distribución normal.”.

Observación: Como los datos no tienen una distribución normal y son independientes usamos la prueba no paramétrica LA U DE MANN WHITNEY: Es una prueba no paramétrica que debe utilizarse para comparar dos grupos independientes de igual o diferente tamaño, cuando no se dan todas las condiciones exigidas para aplicar la “t” de Student.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CADA DIMENSION DE LA INVESTIGACION

H<sub>0</sub>: No existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la resistencia a la compresión del concreto del Diseño 1, con la resistencia a la compresión del Diseño 2 con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

H<sub>1</sub>: Si existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la resistencia a la compresión del concreto del Diseño 1, con la resistencia a la compresión del Diseño 2 con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

Tabla 72: Resumen del Diseño 1 y 2

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Resistencia es la misma entre las categorías de Diseño.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,258 <sup>1</sup>	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

<sup>1</sup>Se muestra la significación exacta para esta prueba.

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

El SPSS v22 nos da un p-valor de 0.258 > 0.05 esto quiere decir que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna: “No existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la resistencia a la compresión del concreto del Diseño 1, con la resistencia a la compresión del Diseño 2 con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días”

### Grafico de Medias Aritméticas de la Resistencia a la Compresión del Diseño 1 y el Diseño 2 de Cemento Tipo V Andino

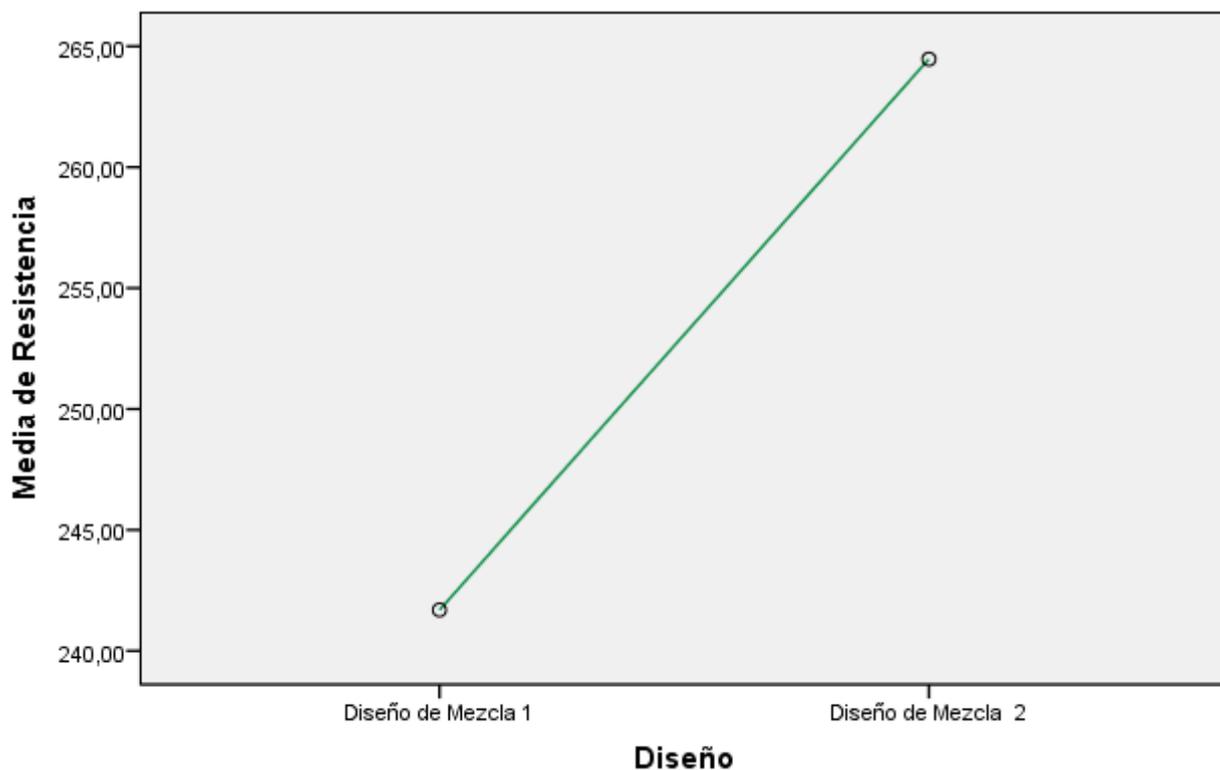


Ilustración 30: Gráfico de Medias Aritméticas, Diseño 1 vs Diseño 2

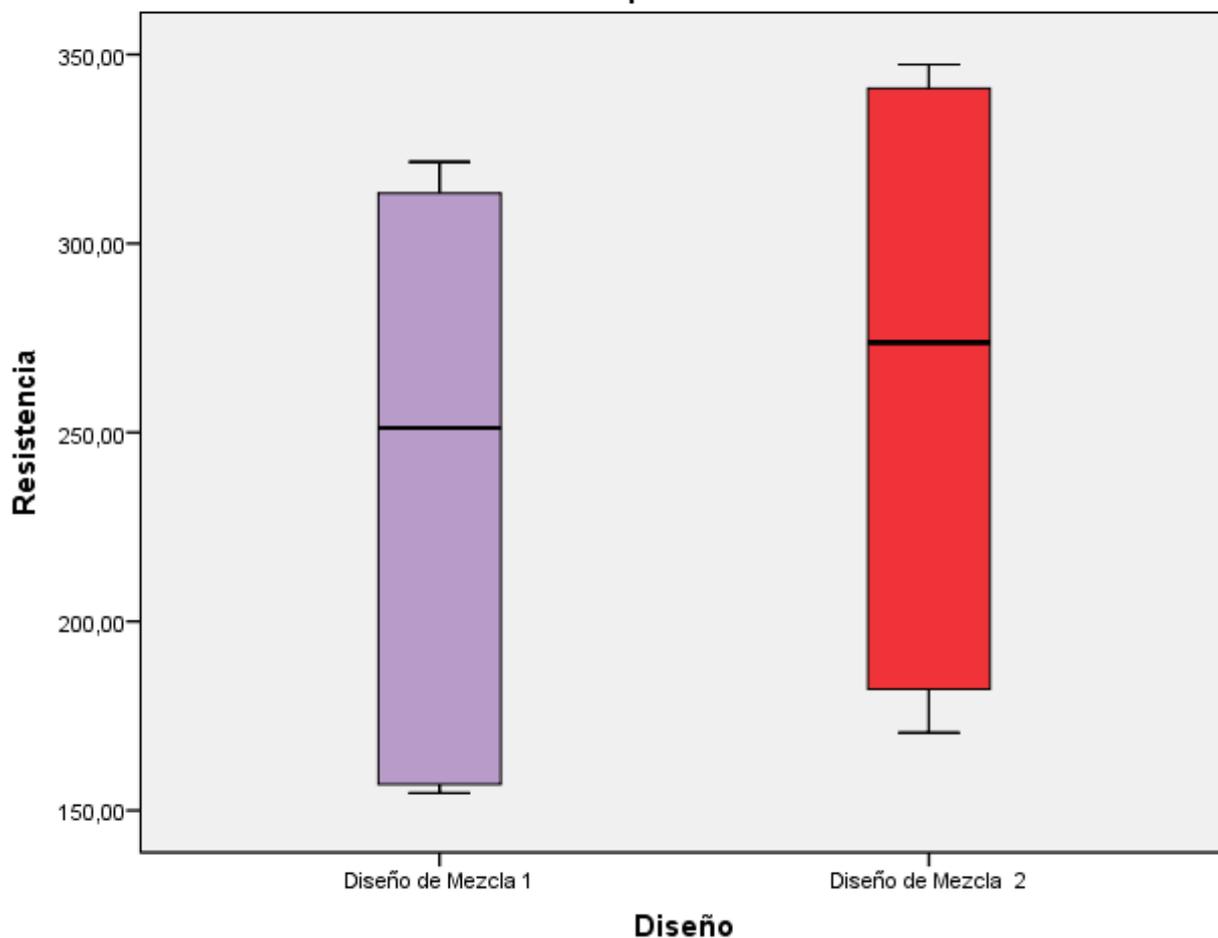
Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

En la Ilustración 30 podemos confirmar este resultado de nuestra hipótesis comparando las medias aritméticas:

Media Aritmética del Diseño 1 = 241.6922

Media Aritmética del Diseño 2 = 264.4723

**Grafica de caja de la Resistencia a la Compresión del Diseño 1 y del Diseño 2 del cemento Tipo V Andino**



*Ilustración 31: Gráfico de caja de las resistencias del Diseño 1 vs Diseño 2*

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Este grafico de cajas (Ilustración 31) nos da **la mediana** de los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del Diseño 1 y del Diseño 2 con cemento Tipo V Andino y se observa que la diferencia de sus medianas es pequeña y no hay diferencias significativas lo que afirma lo hallado en la hipótesis nula.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DISEÑO 3 Y EL DISEÑO 4

**Concreto con cemento Tipo V Andino desde el análisis de resistencia a la compresión a Edad de 7, 14 y 28 días.**

Para analizar y determinar las diferencias entre el concreto con cemento Tipo V Andino, para una resistencia a la compresión de 280 kg/cm<sup>2</sup>. y establecer cuál de los Diseños es el más eficiente. Para esto usaremos la prueba estadística T de Student de ser posible para muestras independientes, para ello primero verificaremos que las distribución de los datos es normal. Ver Tabla 73 y 74..

*Tabla 73: Resistencia de los Diseños 3 y 4*

Días	Diseño3	Diseño4
7,00	183.72	194.63
7,00	177.85	177.17
7,00	181.77	188.31
14,00	250.64	263.15
14,00	250.29	253.54
14,00	260.16	267.69
28,00	339.51	321.42
28,00	343.42	343.18
28,00	342.73	338.15

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Tabla 74: Descripción de los Resultados del Diseño 3 y 4

		Descriptivos		Estadístico	Error estándar
	Diseño				
Resistencia	Diseño de Mezcla 3	Media		258,8989	23,26872
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	205,2411	
			Límite superior	312,5566	
		Media recortada al 5%		258,7060	
		Mediana		250,6400	
		Varianza		4872,899	
		Desviación estándar		69,80615	
		Mínimo		177,85	
		Máximo		343,42	
		Rango		165,57	
		Rango intercuartil		158,38	
		Asimetría		,141	,717
		Curtosis		-1,716	1,400
	Diseño de Mezcla 4	Media		260,8044	21,46613
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	211,3035	
			Límite superior	310,3054	
		Media recortada al 5%		260,8744	
		Mediana		263,1500	
		Varianza		4147,152	
		Desviación estándar		64,39839	
		Mínimo		177,17	
		Máximo		343,18	
		Rango		166,01	
Rango intercuartil		138,31			
Asimetría		-,007	,717		
Curtosis		-1,596	1,400		

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

## PRUEBA DE AJUSTE (Prueba de Normalidad)

### A. Prueba de Normalidad para el Concreto del Diseño 3, con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

H<sub>0</sub>: La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 3 **tiene** una distribución normal

H<sub>1</sub>: La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 3 **no tiene** una distribución normal.

### B. Prueba de Normalidad para el Concreto del Diseño 4, con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

H<sub>0</sub>: La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 4 **tiene** una distribución normal

H<sub>1</sub>: La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 4 **no tiene** una distribución normal.

La normalidad la probamos usando Shapiro-Wilk

El SPSS v22 nos arroja el siguiente resultado:

Tabla 75: Shapiro-Wilk del Diseño 3 y 4

Pruebas de normalidad							
	Diseño	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	Diseño de Mezcla 3	0,209	9	0,200*	0,845	9	0,065
	Diseño de Mezcla 4	0,181	9	0,200*	0,900	9	0,251

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

A. Resultado para Prueba de Normalidad para el Concreto del Diseño 3, con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

El p-valor 0.065 > 0.05 esto nos dice que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna “La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 3 **no tiene** una distribución normal.”.

B. Resultado para Prueba de Normalidad para el Concreto del Diseño 4, con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

El p-valor  $0.251 > 0.05$  esto nos dice que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna “La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 4 **tiene** una distribución normal.”.

#### PRUEBA T DE STUDENT

H<sub>0</sub>: No existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la resistencia a la compresión del concreto del Diseño 3, con la resistencia a la compresión del Diseño 4 con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

H<sub>1</sub>: Si existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la resistencia a la compresión del concreto del Diseño 3, con la resistencia a la compresión del Diseño 4 con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

Tabla 76: Resumen del Diseño 3 y 4

Estadísticas de grupo					
	Diseño	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Resistencia	Diseño de Mezcla 3	9	258,8989	69,80615	23,26872
	Diseño de Mezcla 4	9	260,8044	64,39839	21,46613

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

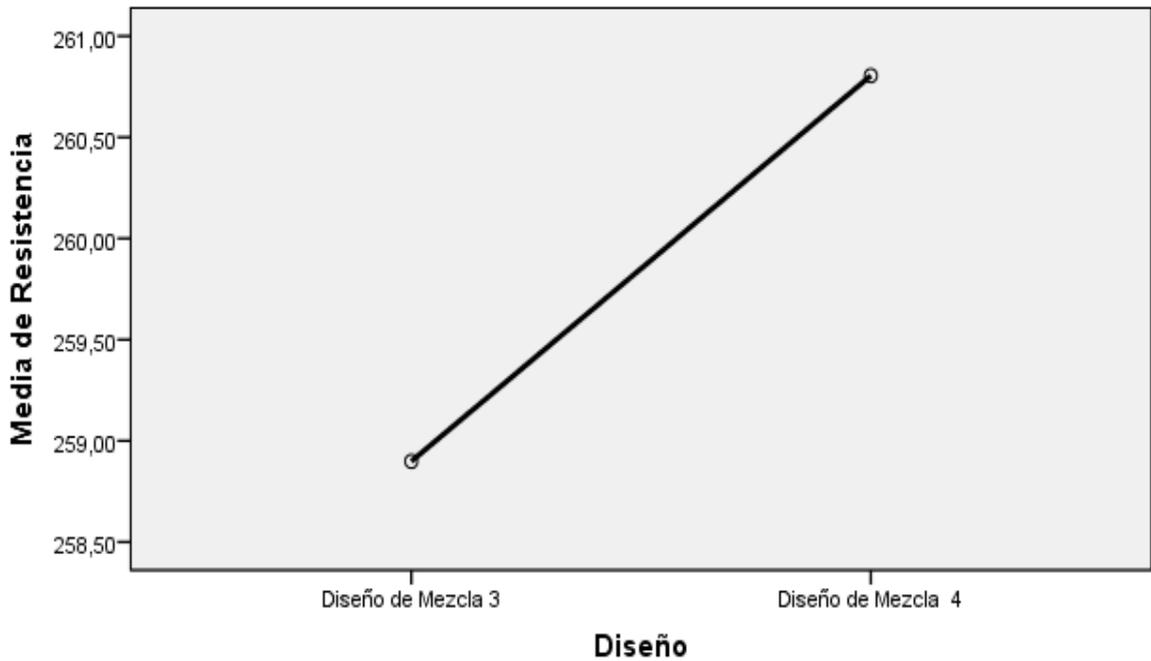
Tabla 77: T de Student, Diseño 3 y 4

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Resistencia	Se asumen varianzas iguales	,073	,791	-,060	16	,953	-1,90556	31,65798	-69,01748	65,20637
	No se asumen varianzas iguales			-,060	15,897	,953	-1,90556	31,65798	-69,05281	65,24170

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

El SPSS v22 nos da un p-valor de  $0.953 > 0.05$  esto quiere decir que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna: “No existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la resistencia a la compresión del concreto del Diseño 3, con la resistencia a la compresión del Diseño 4 con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días”

**Grafica de Medias Aritméticas de la Resistencia a la Compresión del Diseño 3 y del Diseño 4 del cemento Tipo V Andino**



*Ilustración 32: Gráfico de Medias Aritméticas, Diseño 3 vs Diseño 4*

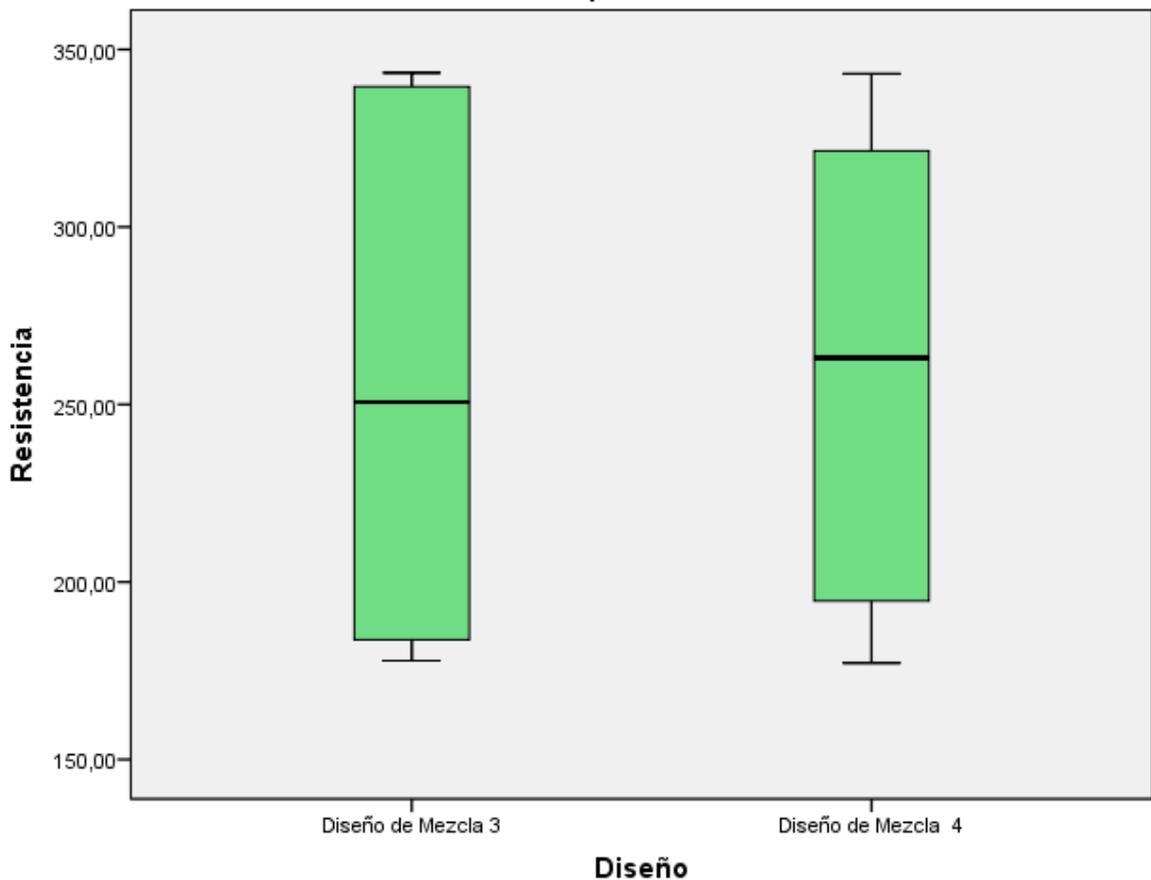
Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

En la Ilustración 32 podemos confirmar este resultado comparando las medias aritméticas quienes son muy cercanas (no hay diferencias significativas):

Media Aritmética del Diseño 3 = 258.8989

Media Aritmética del Diseño 4 = 260.8044

**Grafica de caja de la Resistencia a la Compresión del Diseño 3 y del Diseño 4 del cemento Tipo V Andino**



*Ilustración 33: Gráfico de caja de las resistencias del Diseño 3 vs Diseño 4*

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Este grafico de cajas (Ilustración 33) nos da **la mediana** de los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del Diseño 3 y del Diseño 4 con cemento Tipo V Andino y se observa que la diferencia de sus medianas es pequeña y no hay diferencias significativas lo que afirma lo hallado en la hipótesis nula.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DISEÑO 5 Y EL DISEÑO 6

**Concreto con cemento Tipo V Andino desde el análisis de resistencia a la compresión a Edad de 7, 14 y 28 días.**

Para analizar y determinar las diferencias entre el concreto con cemento Tipo V Andino, para una resistencia a la compresión de 420 kg/cm<sup>2</sup>. y establecer cuál de los Diseños es el más eficiente. Para esto usaremos la prueba estadística T de Student de ser posible para muestras independientes, para ello primero verificaremos que las distribución de los datos es normal. Ver Tabla 78 y 79.

*Tabla 78: Resistencia de los Diseños 5 y 6*

Días	Diseño5	Diseño6
7,00	308,84	352,28
7,00	309,91	318,13
7,00	310,46	357,22
14,00	407,04	359,42
14,00	419,33	445,10
14,00	424,91	453,48
28,00	541,89	539,85
28,00	541,85	475,15
28,00	541,87	535,92

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Tabla 79: Descripción de los Resultados del Diseño 5 y 6

<b>Descriptivos</b>						
	Diseño		Estadístico	Error estándar		
Resistencia	Diseño de Mezcla 5	Media	422,9000	33,57187		
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	345,4831 500,3169		
		Media recortada al 5%		422,6261		
		Mediana		419,3300		
		Varianza		10143,636		
		Desviación estándar		100,71562		
		Mínimo		308,84		
		Máximo		541,89		
		Rango		233,05		
		Rango intercuartil		231,68		
		Asimetría		,110	,717	
		Curtosis		-1,726	1,400	
		Diseño de Mezcla 6	Media	426,2833	27,59160	
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	362,6570 489,9097	
			Media recortada al 5%		425,9826	
			Mediana		445,1000	
			Varianza		6851,669	
			Desviación estándar		82,77481	
			Mínimo		318,13	
			Máximo		539,85	
			Rango		221,72	
			Rango intercuartil		150,78	
	Asimetría		,178	,717		
	Curtosis		-1,566	1,400		

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

## PRUEBA DE AJUSTE (Prueba de Normalidad)

### A. Prueba de Normalidad para el Concreto del Diseño 5, con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

H<sub>0</sub>: La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 5 **tiene** una distribución normal

H<sub>1</sub>: La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 5 **no tiene** una distribución normal.

### B. Prueba de Normalidad para el Concreto del Diseño 6, con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

H<sub>0</sub>: La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 6 **tiene** una distribución normal

H<sub>1</sub>: La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 6 **no tiene** una distribución normal.

La normalidad la probamos usando Shapiro-Wilk

El SPSS v22 nos arroja el siguiente resultado:

Tabla 80: Shapiro-Wilk del Diseño 5 y 6

Pruebas de normalidad							
	Diseño	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	Diseño de Mezcla 5	0,215	9	0,200*	0,833	9	0,048
	Diseño de Mezcla 6	0,235	9	0,164	0,902	9	0,265

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

### A. Resultado para Prueba de Normalidad para el Concreto del Diseño 5, con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

El p-valor  $0.048 < 0.05$  esto nos dice que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna “La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 5 **no tiene** una distribución normal.”.

B. Resultado para Prueba de Normalidad para el Concreto del Diseño 6, con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

El p-valor  $0.265 > 0.05$  esto nos dice que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna “La Distribución de los datos de los resultados del Diseño de Mezcla 6 **tiene** una distribución normal.”.

Observación: Como los datos no tienen una distribución normal y son independientes usamos la prueba no paramétrica LA U DE MANN WHITNEY:

Es una prueba no paramétrica que debe utilizarse para comparar dos grupos independientes de igual o diferente tamaño, cuando no se dan todas las condiciones exigidas para aplicar la “t” de Student.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CADA DIMENSION DE LA INVESTIGACION

H<sub>0</sub>: No existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la resistencia a la compresión del concreto del Diseño 5, con la resistencia a la compresión del Diseño 6 con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

H<sub>1</sub>: Si existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la resistencia a la compresión del concreto del Diseño 5, con la resistencia a la compresión del Diseño 6 con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días.

Tabla 81: Resumen del Diseño 5 y 6

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Resistencia es la misma entre las categorías de Diseño.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,931 <sup>1</sup>	Conserve la hipótesis nula.

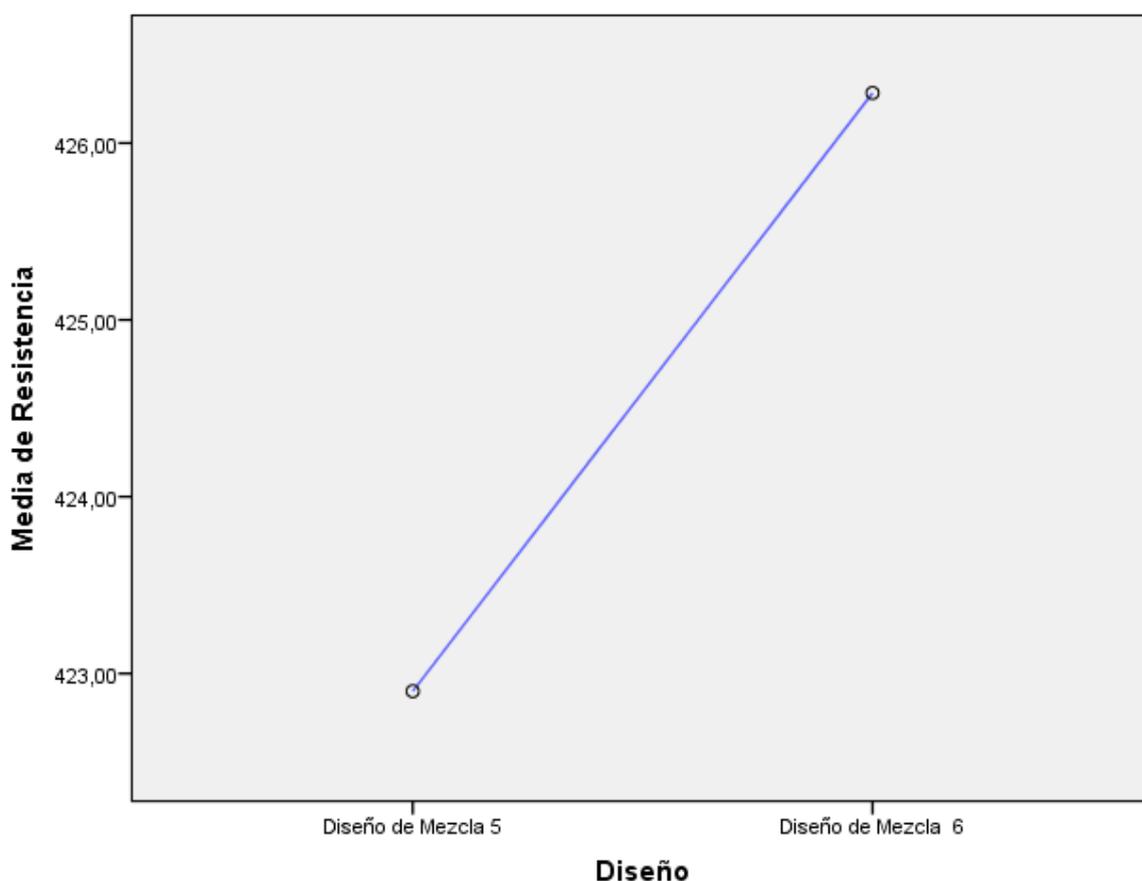
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

<sup>1</sup>Se muestra la significación exacta para esta prueba.

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

El SPSS v22 nos da un p-valor de 0.931 > 0.05 esto quiere decir que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna: “No existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la resistencia a la compresión del concreto del Diseño 5, con la resistencia a la compresión del Diseño 6 con Cemento Tipo V Andino a edad de 7, 14 y 28 días”

**Grafica de Medias Aritméticas de la Resistencia a la Compresión del Diseño 5 y del Diseño 6 del cemento Tipo V Andino**



*Ilustración 34: Gráfico de Medias Aritméticas, Diseño 5 vs Diseño 6*

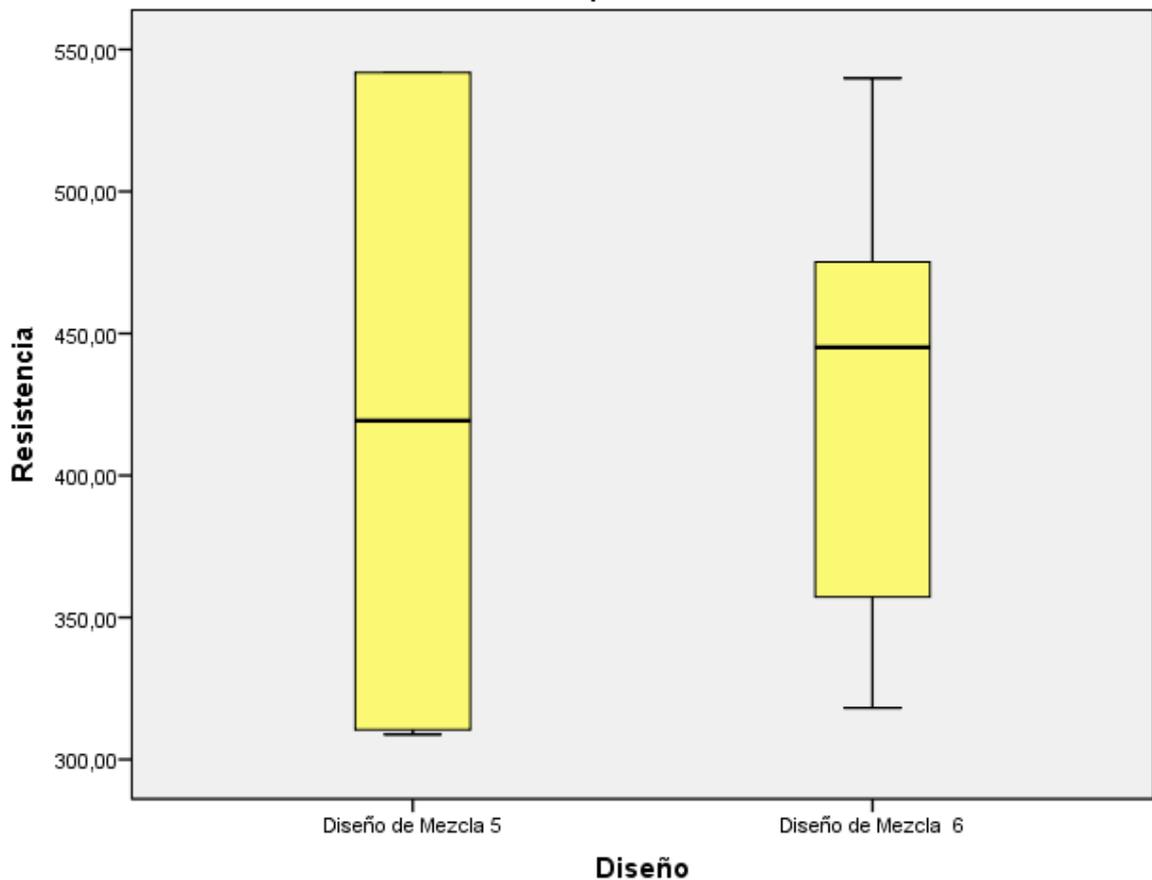
Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

En la Ilustración 34 podemos confirmar este resultado de nuestra hipótesis que arroja el SPSS comparando las medias aritméticas:

Media Aritmética del Diseño 5 = 422.9

Media Aritmética del Diseño 6 = 426.2833

**Grafica de caja de la Resistencia a la Compresión del Diseño 5 y del Diseño 6 del cemento Tipo V Andino**



*Ilustración 35: Gráfico de caja de las resistencias del Diseño 5 vs Diseño 6*

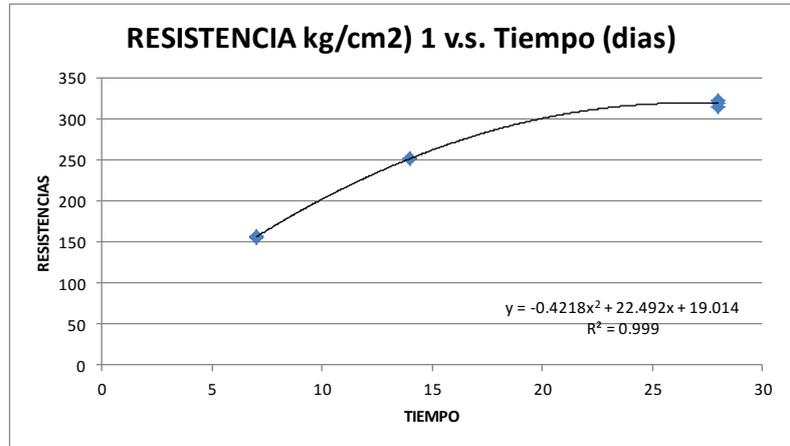
Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Este grafico de cajas (Ilustración 35) nos da **la mediana** de los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del Diseño 5 y del Diseño 6 con cemento Tipo V Andino y se observa que la diferencia de sus medianas es pequeña y no hay diferencias significativas lo que afirma lo hallado en la hipótesis nula.

## CURVAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A 28 DIAS

*Tabla 82: Curva de Resistencia Diseño 1*

DISEÑO 1	
S/.	267.33
TIEMPO	RESISTENCIAS
7	154.59
7	156.92
7	155.85
14	251.1
14	251.34
14	251.22
28	313.28
28	321.59
28	319.34

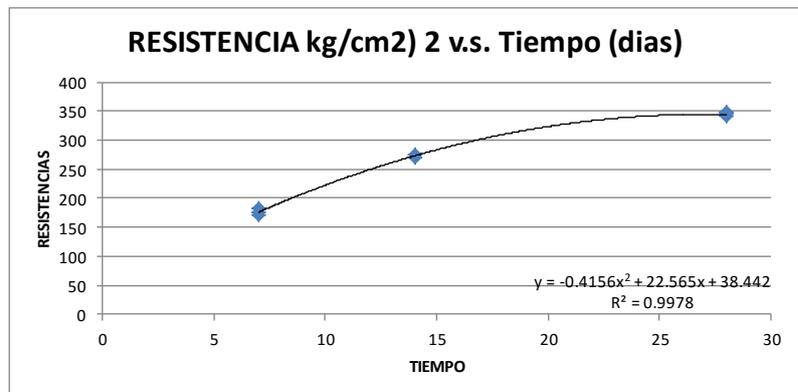


Fuente: Elaboración Propia

En el diseño 1 el tiempo de curado influye en un 99.9% de resistencia a la compresión.

*Tabla 83: Curva de Resistencia Diseño 2*

DISEÑO 2	
S/.	270.15
TIEMPO	RESISTENCIAS
7	182.085
7	170.576
7	175.45
14	274.48
14	270.46
14	273.78
28	341.08
28	347.36
28	344.98

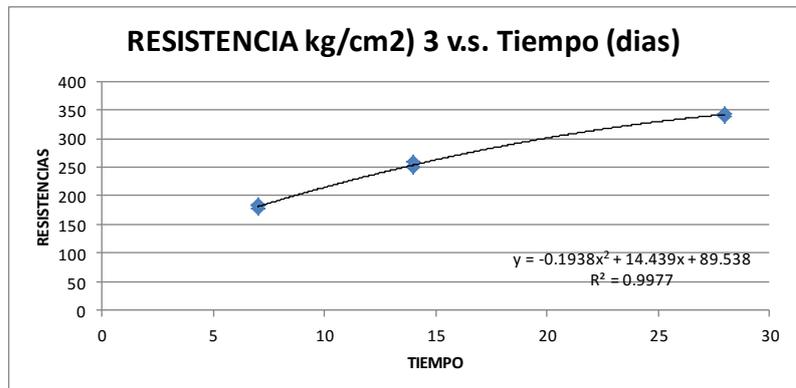


Fuente: Elaboración Propia

En el diseño 2 el tiempo de curado influye en un 99.78% de resistencia a la compresión.

Tabla 84: Curva de Resistencia Diseño 3

DISEÑO 3	
TIEMPO	RESISTENCIAS
S/.	269.88
7	183.72
7	177.85
7	181.77
14	250.64
14	250.29
14	260.16
28	339.51
28	343.42
28	342.73

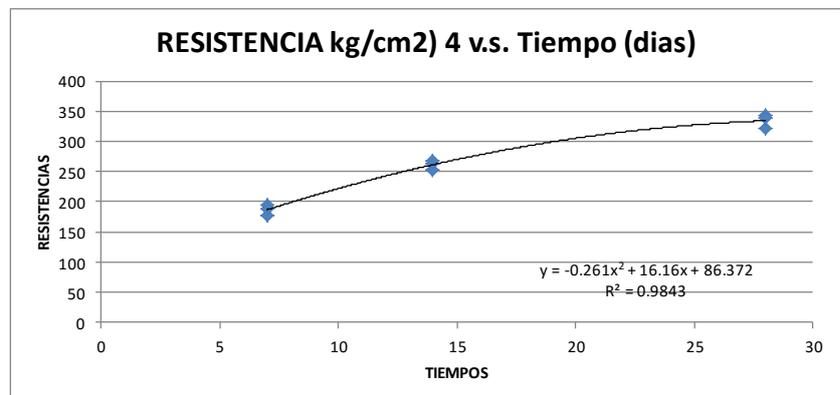


Fuente: Elaboración Propia

En el diseño 3 el tiempo de curado influye en un 99.77% de resistencia a la compresión.

Tabla 85: Curva de Resistencia Diseño 4

DISEÑO 4	
TIEMPO	RESISTENCIAS
S/.	272.65
7	194.63
7	177.17
7	188.31
14	263.15
14	253.54
14	267.69
28	321.42
28	343.18
28	338.15

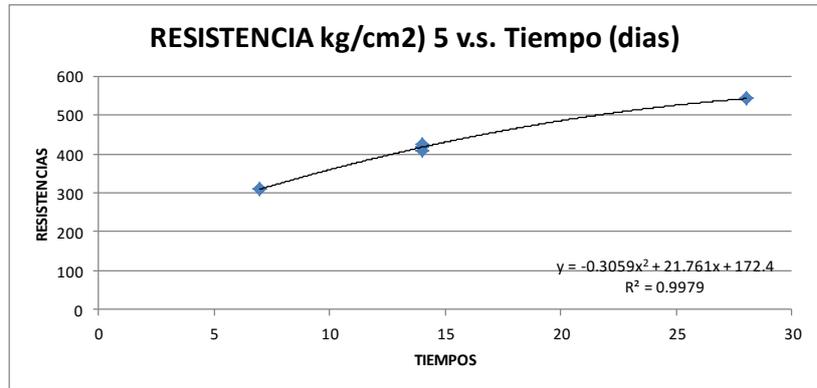


Fuente: Elaboración Propia

En el diseño 4 el tiempo de curado influye en un 98.43% de resistencia a la compresión.

Tabla 86 Curva de Resistencia Diseño 5

DISEÑO 5	
S/.	384.98
TIEMPO	RESISTENCIAS
7	308.84
7	309.91
7	310.46
14	407.04
14	419.33
14	424.91
28	541.89
28	541.85
28	541.87

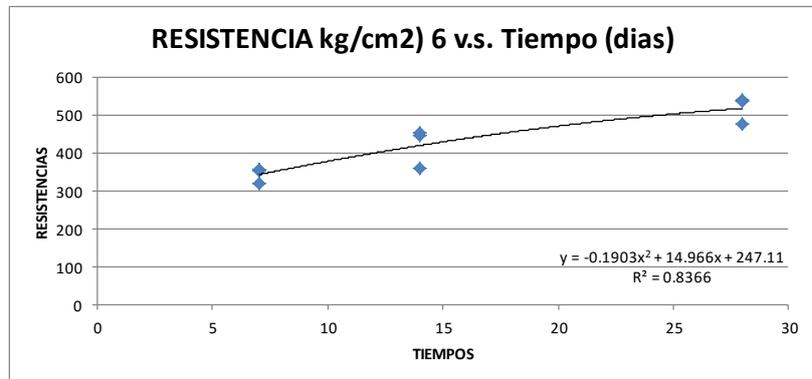


Fuente: Elaboración Propia

En el diseño 5 el tiempo de curado influye en un 99.79% de resistencia a la compresión

Tabla 87: Curva de Resistencia Diseño 6

DISEÑO 6	
S/.	365.80
TIEMPO	RESISTENCIAS
7	352.28
7	318.13
7	357.22
14	359.42
14	445.1
14	453.48
28	539.85
28	475.15
28	535.92



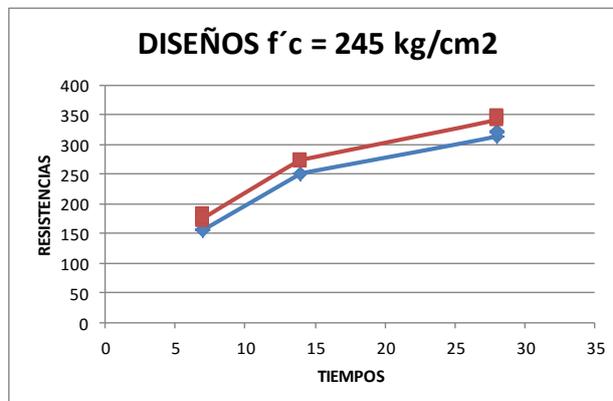
Fuente: Elaboración Propia

En el diseño 6 el tiempo de curado influye en un 83.66% de resistencia a la compresión.

## COMPARACION DE CURVAS POR DISEÑOS DE RESISTENCIA

Tabla 88: Comparación de la Curva de Resistencia Diseño 1 y 2

	DISEÑO 1	DISEÑO 2
	S/. 267.33	S/. 270.15
TIEMPO	RESISTENCIAS 1	RESISTENCIAS 2
7	154.59	182.085
7	156.92	170.576
7	155.85	175.45
14	251.1	274.48
14	251.34	270.46
14	251.22	273.78
28	313.28	341.08
28	321.59	347.36
28	319.34	344.98

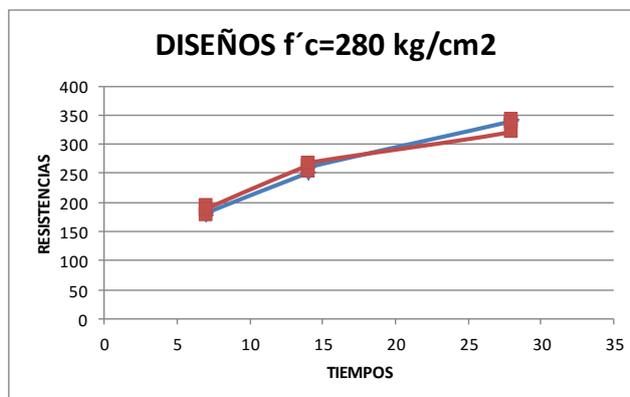


Fuente: Elaboración Propia

En la comparación, el diseño dos se desarrolla mejor con un 13% adicional en la curva de resistencias con un 13% adicional.

Tabla 89: Comparación de la Curva de Resistencia Diseño 3 y 4

	DISEÑO 3	DISEÑO 4
	S/. 269.88	S/. 272.65
TIEMPO	RESISTENCIAS 3	RESISTENCIAS 4
7	183.72	194.63
7	177.85	177.17
7	181.77	188.31
14	250.64	263.15
14	250.29	253.54
14	260.16	267.69
28	339.51	321.42
28	343.42	343.18
28	342.73	338.15

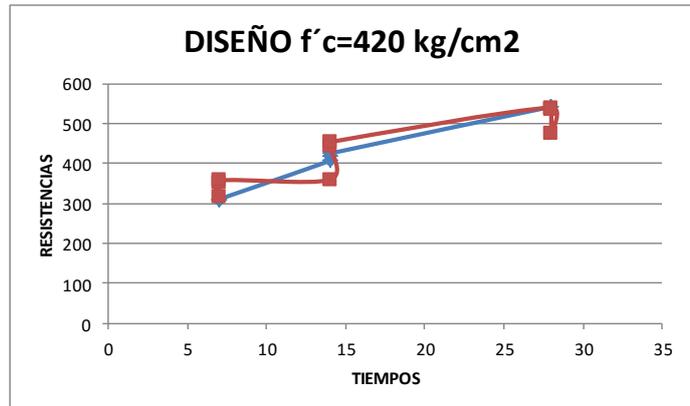


Fuente: Elaboración Propia

En la comparación, el diseño 3 se desarrolla mejor con un 3% adicional en la curva de resistencias

Tabla 90: Comparación de la Curva de Resistencia Diseño 1 y 2

	DISEÑO 5	DISEÑO 6
	S/. 384.98	S/. 365.80
TIEMPO	RESISTENCIAS 5	RESISTENCIAS 6
7	308.84	352.28
7	309.91	318.13
7	310.46	357.22
14	407.04	359.42
14	419.33	445.1
14	424.91	453.48
28	541.89	539.85
28	541.85	475.15
28	541.87	535.92



Fuente: Elaboración Propia

En la comparación, el diseño 5 se desarrolla mejor con un 6% adicional en la curva de resistencia.

En el diseño 6 la gráfica se torna discontinua en algunos puntos debido a la poca cantidad de muestras para información.

### 4.3.2. Análisis de Costos para el Enrocado

#### Análisis de Regresión Múltiple

Dispone de una ecuación con dos variables independientes adicionales:

$$Y' = a' + b_1x_1 + b_2x_2$$

Se puede ampliar para cualquier número "m" de variables independientes:

$$Y' = a' + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_mx_m$$

Para poder resolver y obtener  $a, b_1$  y  $b_2$  en una ecuación de regresión múltiple el cálculo se presenta muy tediosa porque se tiene atender 3 ecuaciones que se generan por el método de mínimo de cuadrados:

$$\sum y = na + b_1 \sum x_1 + b_2 \sum x_2$$

$$\sum x_1y = a \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_1x_2$$

$$\sum x_2y = a \sum x_2 + b_1 \sum x_1x_2 + b_2 \sum x_2^2$$

Para poder resolver se puede utilizar programas informáticos como AD+, SPSS V22 y Minitab y Excel.

El error estándar de la regresión múltiple  $(S_{\hat{y}})$

Es una medida de dispersión la estimación se hace más precisa conforme el grado de dispersión alrededor del plano de regresión se hace más pequeño.

Para medirla se utiliza la fórmula:

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{n - m - 1}}$$

Y: Valores observados en la muestra

$\hat{Y}$ : Valores estimados a partir a partir de la ecuación de regresión

n : Número de datos

m : Número de variables independientes

### **El coeficiente de determinación múltiple ( $r^2$ )**

Mide la tasa porcentual de los cambios de Y que pueden ser explicados por

$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$  , y simultáneamente.

$$r^2 = \frac{SC_{regresión}}{SCTotal}$$

### **Análisis Estadístico del Proceso constructivo del enrocado**

Aquí se analizara en qué medida el proceso del enrocado influye en el factor costo para la construcción de la rada del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde

## Método Tradicional (Método enrocado)

- I. Aquí presentamos los datos estadísticos históricos de la selección y cálculo de los costos y cantidades de uso para la construcción de la rada del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde. Ver Tabla 91

Tabla 91: Resumen de SPSS #1 Enrocado

**Resúmenes de casos<sup>a</sup>**

	Costo_Total	Cantidad_Horas_Hombre	Precio_Uniote rio_Hora_Ho mbre	Precio_Unitari o_Materiales	Cantida_De_ Equipo	Precio_Unitari o_Equipo	Cantidad_De _Materiales	
1	3.02	.08	6.00	17.00	.08	65.00	1.10	
2	44.78	.08	4.50	1.50	.13	100.00	1.00	
3	24.00	.16	3.80	.56	.10	65.00	1.00	
4	7.84	.13	6.00	1.00	.10	90.00	1.00	
5	2.42	.26	4.50	2.25	.10	28.00	1.00	
6	24.74	.26	3.80	2.15	.20	8.50	1.00	
7	1.45	.10	6.00	1.38	.10	40.00	1.00	
8	18.70	.20	4.50	30.00	.20	100.00	1.30	
9	5.20	.40	3.80	1.32	.20	23.70	1.00	
10	2.94	.20	6.00	.45	.	.	1.00	
11	3.06	.80	4.50	.65	.	.	1.00	
12	13.00	.80	3.80	.	.	.	.	
Total	N	12	12	11	9	9	11	
	Media	12.5958	.2892	4.7667	5.2964	.1344	57.8000	1.0364
	Dev. típ.	13.25189	.25532	.95853	9.47604	.05077	34.46081	.09244
	Mediana	6.5200	.2000	4.5000	1.3800	.1000	65.0000	1.0000

a. Limitado a los primeros 100 casos.

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Lo que buscamos es construir un modelo para determinar la dependencia que exista entre las diferentes variables que intervienen en costo total de la rada del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde cuya la variable dependiente es:

$Y$  : Costo total

Y las variables independientes son las que mencionamos a continuación:

- $x_1$  : Cantidad de horas hombre
- $x_2$  : Precio unitario horas hombre

- $x_3$  : Precio unitario materiales
- $x_4$  : Cantidad de equipo
- $x_5$  : Precio unitario de equipo
- $x_6$  : Cantidad de maquinaria

Se presentara la siguiente ecuación a resolver:

$$Y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5 + b_6 x_6$$

### **PRIMERA HIPÓTESIS AUXILIAR**

$$H_0: b_1 = b_2 = \dots = b_7 = 0$$

Ninguna de las variables independientes explica de manera significativa el “costo total” para la construcción de la rada del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde

$$H_1: b_i \neq 0.$$

Al menos un coeficiente es diferente de cero (Al menos una variable independiente explica de manera significativa el “costo total” para la construcción de la rada del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde

Consideramos el Nivel de Significación  $\alpha = 0.05$

### **Análisis Estadístico usando Regresión**

Utilizando las fórmulas de las ecuaciones normales a los datos obtendremos los coeficientes de regresión o utilizando Regresión de Análisis de datos, en el SPSS podemos calcular también los coeficientes de regresión:

### **SOLUCIÓN (Usando el SPSS)**

1° Ingresamos las variables (En vista de Variables)

2° Ingresamos las variables independientes y las variables dependientes.

3° Abrimos la Ventana Analizar – abrimos ventana Regresión – luego Lineales

4° Se abre una ventana en donde se debe poner la variable dependiente (en nuestro caso es Matemática Discreta) y las variables independientes son (Algoritmos, Base de Datos y Programación).

Luego en esta misma ventana vamos a Estadísticos y marcamos (Ajuste de modelo, Cambio de R cuadrado, Descriptivos, Correlaciones parciales y semi parciales y Diagnostico de Colinealidad) Además en Residuos marcamos (Dubin Watson y Diagnostico por caso (aquí debe estar marcado valores atípicos fuera {3} desviaciones típicas) y en coeficientes de regresión (estimaciones).

Luego vamos a la ventana de gráficos y llevamos \*ZPRED (en Y) y \*ZRESID (en X), luego en Gráficos de residuos Tipificados marcamos (Histograma y grafico de proba. Normal).

Luego vamos a la ventana opciones y debemos marcar en valores perdidos (Reemplazar por la media) el resto queda igual como sale la ventana. Ver Tabla 92.

Tabla 92: Resumen de SPSS #2 Enrocado

### Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación típica	N
Costo Total	14,6833	14,61245	9
Cantidad_Horas_Hombre	0,1856	0,10643	9
Precio_Uniotario_Hora_Hombre	4,7667	0,97340	9
Precio_Unitario_Materiales	6,3511	10,26442	9
Cantida_De_Equipo	0,1344	0,05077	9
Precio_Unitario_Equipo	57,8000	34,46081	9
Cantidad_De_Materiales	1,0444	0,10138	9

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

**Estas medidas estadísticas (media aritmética y la desviación típica) nos da una idea de lo que está pasando en las diferentes variables que intervienen en el **costo total** para la construcción de la rada del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde**

Aquí presentamos las correlaciones de Pearson de la Variable costo total con cada una de las variables independientes. Ver Tabla 93.

*Tabla 93: Resumen de SPSS #3 Enrocado*

		Correlaciones						
		Costo_Total	Cantidad_Horas_Hombres	Precio_Unitario_Hora_Hombre	Precio_Unitario_Materiales	Cantidad_De_Equipo	Precio_Unitario_Equipo	Cantidad_De_Materiales
Correlación de Pearson	Costo_Total	1,000	-.226	-.479	-.059	,269	,405	,003
	Cantidad_Horas_Hombres	-.226	1,000	-.669	-.125	,677	-.622	-.072
	Precio_Unitario_Hora_Hombre	-.479	-.669	1,000	,138	-.639	,320	,055
	Precio_Unitario_Materiales	-.059	-.125	,138	1,000	,260	,440	,980
	Cantidad_De_Equipo	,269	,677	-.639	,260	1,000	-.214	,345
	Precio_Unitario_Equipo	,405	-.622	,320	,440	-.214	1,000	,479
	Cantidad_De_Materiales	,003	-.072	,055	,980	,345	,479	1,000
Sig. (unilateral)	Costo_Total	.	,279	,096	,440	,242	,140	,497
	Cantidad_Horas_Hombres	,279	.	,024	,374	,023	,037	,427
	Precio_Unitario_Hora_Hombre	,096	,024	.	,362	,032	,201	,444
	Precio_Unitario_Materiales	,440	,374	,362	.	,250	,118	,000
	Cantidad_De_Equipo	,242	,023	,032	,250	.	,290	,181
	Precio_Unitario_Equipo	,140	,037	,201	,118	,290	.	,096
	Cantidad_De_Materiales	,497	,427	,444	,000	,181	,096	.
N	Costo_Total	9	9	9	9	9	9	9
	Cantidad_Horas_Hombres	9	9	9	9	9	9	9
	Precio_Unitario_Hora_Hombre	9	9	9	9	9	9	9
	Precio_Unitario_Materiales	9	9	9	9	9	9	9
	Cantidad_De_Equipo	9	9	9	9	9	9	9
	Precio_Unitario_Equipo	9	9	9	9	9	9	9
	Cantidad_De_Materiales	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Aquí presentamos un resumen del modelo a través de la Tabla 94.

Tabla 94: Resumen de SPSS #4 Enrocado

Resumen del modelo <sup>b</sup>										
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F	
1	,990 <sup>a</sup>	,979	,917	4.21042	,979	15,726	6	2	,061	2,271

a. Variables predictoras: (Constante), Cantidad\_De\_Materiales, Precio\_Uniotario\_Hora\_Hombre, Precio\_Unitario\_Equipo, Cantida\_De\_Equipo, Cantidad\_Horas\_Hombre, Precio\_Unitario\_Materiales

b. Variable dependiente: Costo\_Total

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

## Contraste de la Hipótesis

En este cuadro del análisis tomamos el Estadístico F que evalúa el ajuste general de la ecuación de regresión no es significativo (pero si es representativo por que se acerca a 0.05).

La tabla recoge el valor de  $R^2$  en cada caso, el cambio experimentado por  $R^2$  en cada paso, y el estadístico F y su significación. El estadístico F permite contrastar la hipótesis de que el cambio en  $R^2$  vale cero en la población

Al seleccionar la primera variable (Modelo 1), el valor de  $R^2$  es 0.979. Lógicamente, en el primer paso,  $R^2_{\text{cuadrado}} = R^2$ . Al contrastar la hipótesis de que el valor poblacional de  $R^2_{\text{cuadrado}}$  es 0.979 se obtiene un estadístico F de 15.726 que con 6 y 2 grados de libertad, tienen una probabilidad de 0,061 (como este valor es mayor que 0,05), pudiendo afirmar que la proporción de varianza explicada por la variable costo total es **distinta de cero**.

Por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos que Al menos un coeficiente es diferente de cero (Al menos una variable independiente explica de manera significativa el “**costo total**” para la construcción de la rada del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde

## Todo esto se corrobora al usar las estimaciones

Aquí presentamos el Anova del modelo, ver Tabla 95

Tabla 95: Resumen de SPSS #5 Enrocado

ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	1672,733	6	278,789	15,726	,061 <sup>b</sup>
Residual	35,455	2	17,728		
Total	1708,188	8			

a. Variable dependiente: Costo Total

b. Variables predictoras: (Constante), Cantidad\_De\_Materiales, Precio\_Uniotario\_Hora\_Hombre, Precio\_Unitario\_Equipo, Cantida\_De\_Equipo, Cantidad\_Horas\_Hombre, Precio\_Unitario\_Materiales

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

**Estimaciones**

Aquí presentamos las estimaciones de los coeficientes de regresión parcial no estandarizados (B) y las estandarizadas (Beta), junto con las pruebas de significación individuales para contrastar las hipótesis de que valor poblacional de estos coeficientes es 0.061. Ver Tabla 96

Tabla 96: Resumen de SPSS #6 Enrocado

Coefficientes<sup>a</sup>

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados		t	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B		Correlaciones			Estadísticos de colinealidad		
	B	Error típ.	Beta				Límite inferior	Límite superior	Orden cero	Parcial	Semiparcial	Tolerancia	FV	
1 (Constante)	226,056	98,961			2,284	,150	-199,740	651,852						
Cantidad_Horas_Hombre	-136,665	27,651	-,995		-4,943	,039	-255,637	-17,694	-,226	-,961	-,504	,256	3,908	
Precio_Uniotario_Hora_Hombre	-13,062	2,324	-,870		-5,620	,030	-23,062	-3,063	-,479	-,970	-,573	,433	2,309	
Precio_Unitario_Materiales	,915	,945	,643		,968	,435	-3,151	4,981	-,059	,565	,099	,024	42,453	
Cantida_De_Equipo	203,254	53,672	,706		3,787	,063	-27,676	434,184	,269	,937	,386	,296	3,351	
Precio_Unitario_Equipo	,198	,077	,467		2,569	,124	-,134	,530	,405	,876	,262	,314	3,188	
Cantidad_De_Materiales	-161,178	103,686	-1,118		-1,554	,260	-607,305	284,949	,003	-,740	-,158	,020	49,863	

a. Variable dependiente: Costo\_Total

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

En la columna encabezada por {Coeficientes no estandarizados} se encuentran los coeficientes  $b_i$  que forman parte de la ecuación en puntuaciones directas:

donde  $Y$ : es la velocidad Específica

$$Y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5 + b_6 x_6$$

Estos coeficientes no estandarizados se interpretan en los términos ya conocidos. Señalar que estos coeficientes no son independientes entre sí, De hecho, reciben el nombre de **coeficientes en regresión parcial** porque el valor concreto estimado para el coeficiente se ajusta teniendo en cuenta la presencia del resto de variables independientes. Conviene, por lo tanto, interpretarlos con cautela.

El signo del coeficiente de regresión parcial de una variable puede no ser el mismo que el del coeficiente de correlación simple entre esa variable y la dependiente (como es nuestro caso). Aunque existen diferentes explicaciones para justificar el cambio de signo de un coeficiente de regresión, una de la que deben de ser más seriamente consideradas es la que se refiere a la presencia de un alto grado de asociación entre alguna de las variables independientes (Colinealidad)

Ahora reemplazamos las constantes en la ecuación de regresión: cuyas variables independientes son

- $x_1$  : Cantidad de horas hombre
- $x_2$  : Precio unitario horas hombre
- $x_3$  : Precio unitario materiales
- $x_4$  : Cantidad de equipo
- $x_5$  : Precio unitario de equipo
- $x_6$  : Cantidad de maquinaria

Se presentara la siguiente ecuación a resolver:

$$Y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5 + b_6 x_6 + b_7 x_7$$

Y la variable dependiente es:  $Y$  : Costo total

Por lo tanto podemos construir la ecuación de regresión que buscamos:

$$Y = 226.056 - 136.665 x_1 - 13.062 x_2 + 0.915 x_3 + 203.254 x_4 + 0.198 x_5 - 161.178 x_6$$

### Prueba de significación individual

Podemos observar que las variables explican de una manera significativa la **velocidad específica**, **pero** la constante  $a = 226.056$  es muy alto y determinante, para poder validar lo que estamos pensando nos valemos de la prueba “t” de Student.

Para determinar que las variables independientes explican de manera significativa la velocidad específica, realizamos las pruebas individuales a cerca de los “B” empleados en la prueba “t” de Student.

De la tabla de coeficientes observamos que todas las variables tienen un nivel de significación mayor a 0.005, menos la **contante “a”** que tiene una significación de 0.000 esto es  $0.15 > 0.005$  esto nos dice que la **contante “a”** no es determinante en el modelo.

Los que son determinantes en el modelo son las variables:

Precio unitario de horas hombre  $0.03 < 0.005$  este valor si es determinante.

VARIABLE EXCLUIDA: No hay

### **COLINEALIDAD**

Tabla 97: Resumen de SPSS #7 Enrocado

Diagnósticos de colinealidad <sup>a</sup>										
Modelo	Dimensión	Autovalores	Índice de condición	Proporciones de la varianza						
				(Constante)	Cantidad_Horas_Hombre	Precio_Unitario_Hora_Hombre	Precio_Unitario_Materiales	Cantida_De_Equipo	Precio_Unitario_Equipo	Cantidad_De_Materiales
1	1	5,839	1,000	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	2	,688	2,913	,00	,01	,00	,02	,00	,01	,00
	3	,355	4,057	,00	,05	,00	,01	,00	,07	,00
	4	,081	8,493	,00	,02	,07	,01	,06	,36	,00
	5	,030	13,925	,00	,73	,00	,00	,60	,17	,00
	6	,007	29,434	,01	,17	,96	,00	,23	,11	,01
	7	9,122E-005	253,016	,99	,02	,03	,97	,10	,27	,99

a. Variable dependiente: Costo\_Total

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

El SPSS nos ofrece la posibilidad de obtener algunos estadísticos que nos puede ayudar a diagnosticar la presencia de Colinealidad.

Debemos observar que el modelo presenta un serio problema de Colinealidad porque al evaluar el autovalor más grande la de la constante “a” con las otras variables “Precio unitario Equipo” se tiene:

$$\sqrt{\frac{5.839}{0.007}} = 28.8815314 .$$

En condiciones de no-Colinealidad, estos índices no deben superar el valor de 15. Índices mayores de 15 indican un posible problema, índices mayores que 30 informan un serio problema de Colinealidad, como es en nuestro caso con las variables: Cantidad de materiales. En estos casos, debemos excluir las variables redundantes (variables que correlacionan muy alto con otras) quedando con las que se consideran más importantes.

**Observación: En nuestro caso el propósito es ver el rendimiento del costo total en las variables independientes.**

### **Residuos: Durbin-Watson**

El análisis de los residuos proporciona información crucial sobre el cumplimiento de varios supuestos del modelo de regresión lineal: Independencia, homocedasticidad, normalidad y linealidad.

El estadístico de Durbin-Watson (1951) proporciona información sobre el grado de independencia existente entre ellos:

El estadístico Durbin-Watson oscila entre 0 y 4, cuando toma el valor 2 son independientes, los valores menos de 2 indican autocorrelación positiva y los mayores que 2 autocorrelación negativa. Se puede asumir independencia entre los residuos cuando  $1,5 \leq DW \leq 2,5$

En nuestro caso  $DW = 2.271$  se tiene autocorrelación negativa y son independientes.

### El Error Estándar de Regresión Múltiple ( $S_{x,y}$ )

Mediante esta medida de dispersión se hace más preciso el grado de dispersión alrededor del plano de regresión, se hace más pequeño.

Para calcularla se utiliza la formula siguiente:  $S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum(Y - \hat{Y})^2}{n - m - 1}}$

En los resultados en el SPSS se llama **error típico** y para explicar la relación del **costo total** con el resto de variables independientes que se viene desarrollando es de **4.21042**

### El coeficiente de determinación múltiple ( $r^2$ )

Utilizaremos para determinar la tasa porcentual de Y para ser explicados las variables múltiples, utilizando la siguiente formula:

$$1. \quad r^2 = \frac{SC_{regresión}}{SC_{Total}}$$

2.

$$r^2 = \frac{1672.733}{1708.188} = 0.97924409$$

### Estadísticas de la Regresión:

Coefficientes de la correlación múltiple: 0.97924409

Coefficiente de determinación  $R^2$ : 0.979

$R^2$  ajustado: 0.917

Error Típico: 4.917

Observaciones: 12

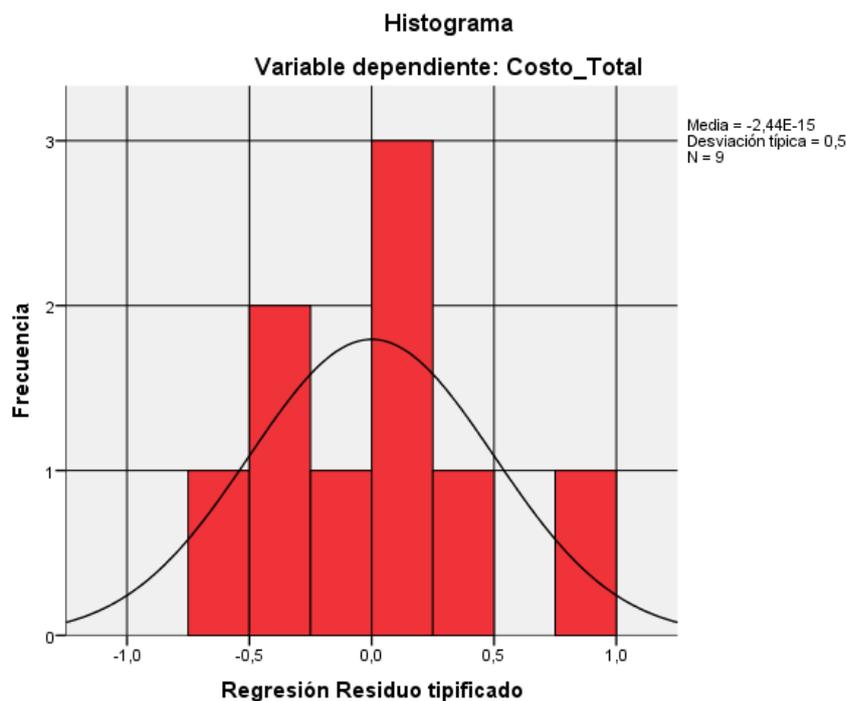


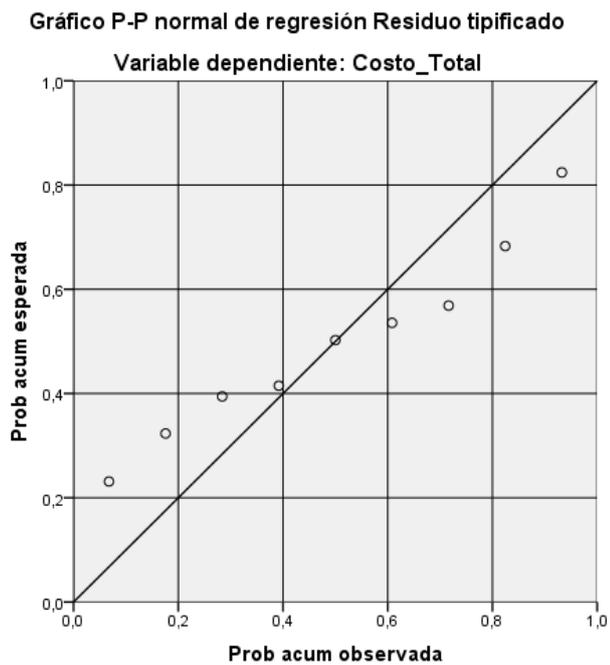
Ilustración 36: Histograma de Costos

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

La curva se construye tomando una media de cero y una desviación típica de 0.5. La distribución es algo simétrica. La distribución de los residuos parece seguir el modelo de probabilidad normal. Ver Ilustración 36.

### Gráfico de Residuos Tipificados

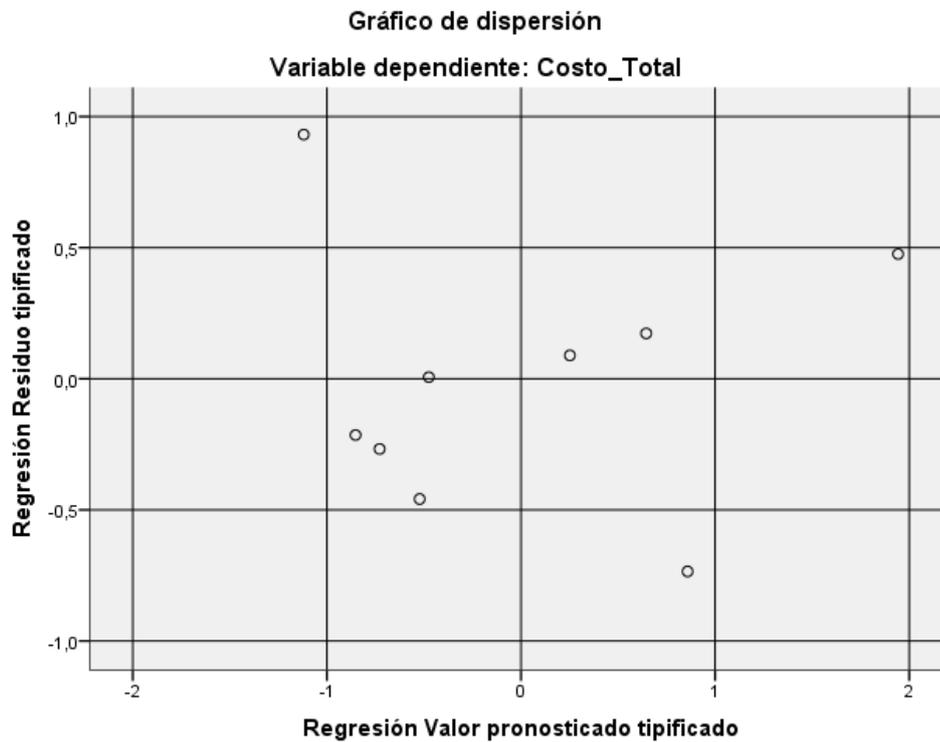
Permite obtener un diagrama de probabilidad normal. En el eje de abscisas está representada la probabilidad normal. En el eje de abscisas está representada la probabilidad acumulada que corresponde a cada residuo tipificado. El de ordenadas representa la probabilidad acumulada teórica que corresponde a cada desviación típica de una curva normal  $N(0,1)$



*Ilustración 37: Gráfico P-P normal de regresión*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

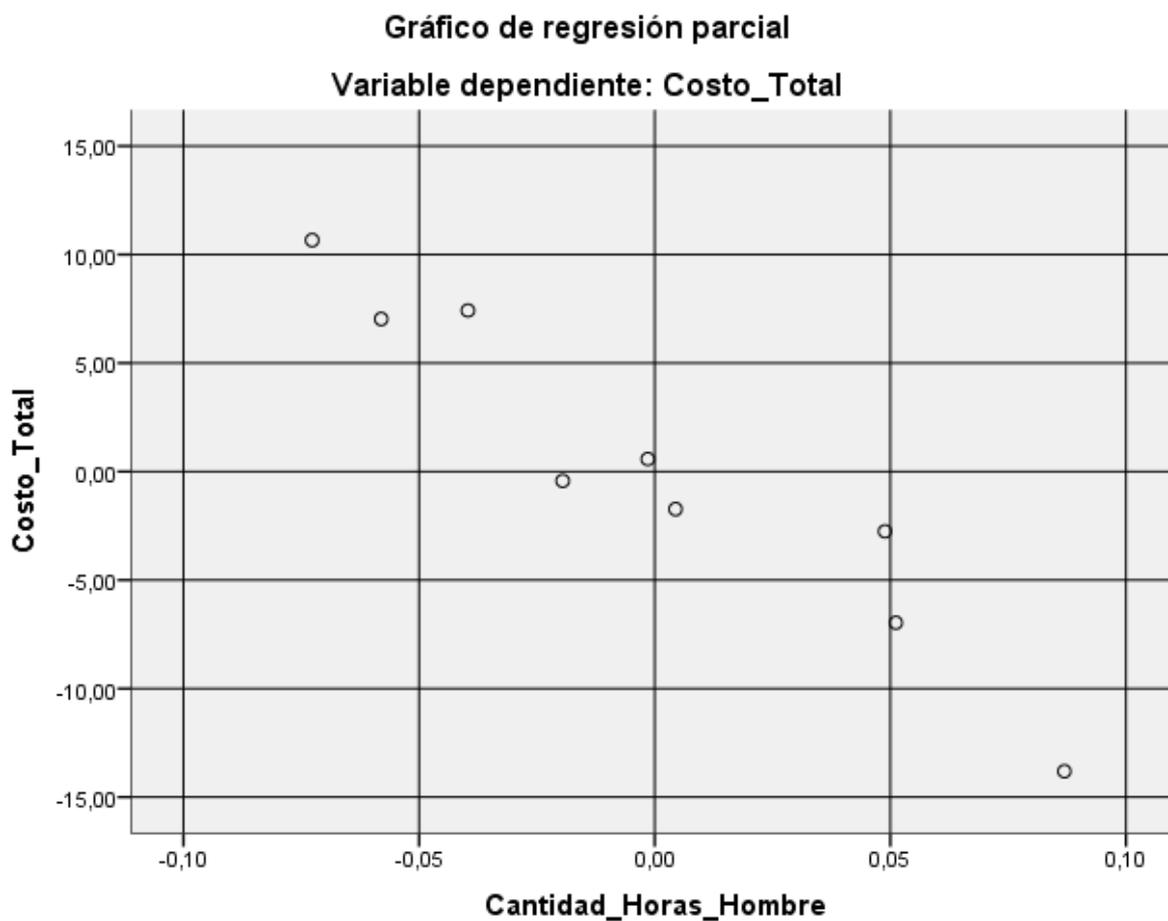
Los puntos no se encuentran alineados sobre la diagonal del gráfico (Ilustración 37), indicando el posible incumplimiento del supuesto de normalidad.



*Ilustración 38: Gráfico de dispersión*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

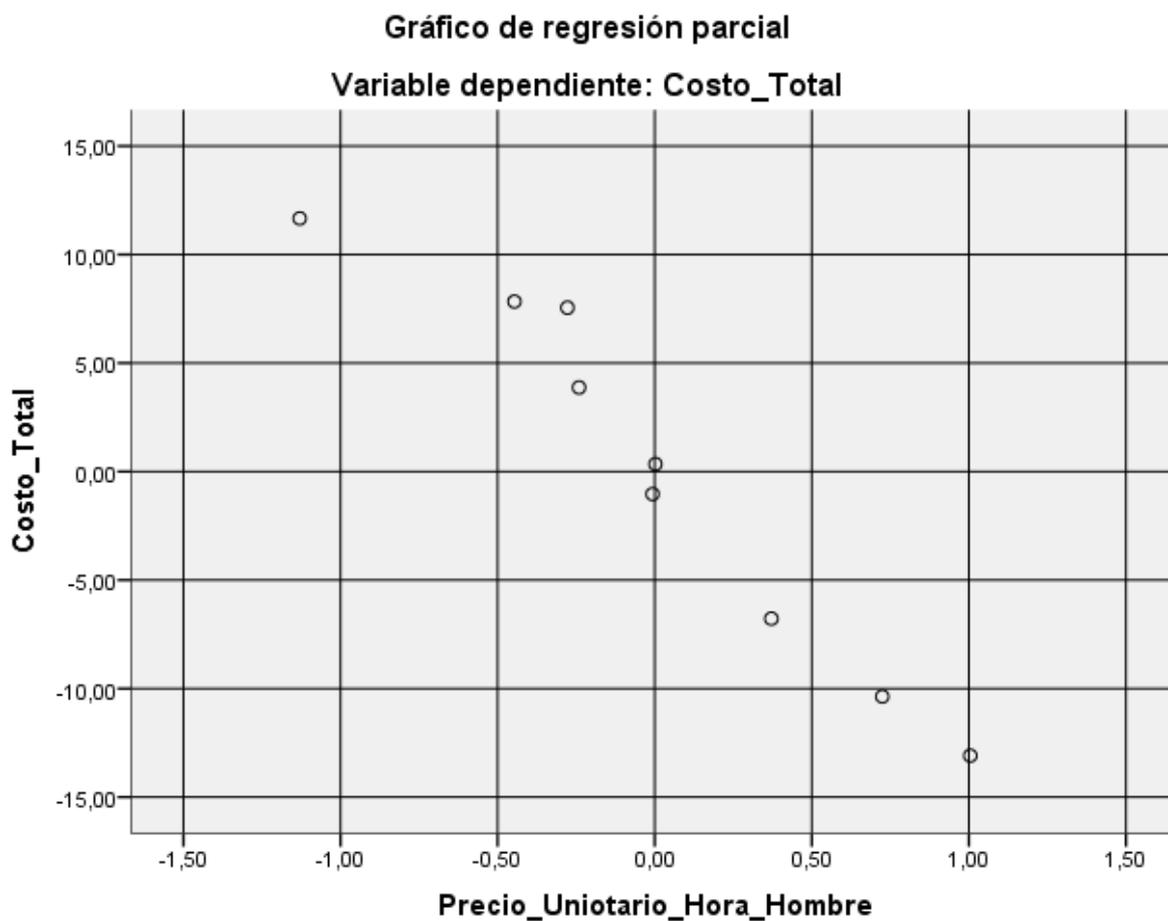
En el gráfico de valores observados (Ilustración 38) frente a los predichos (DEPENDNT, ZPRED), los valores deben alinearse en la diagonal del cuadrante, si hubiera mucha dispersión, implicaría que no se verifican las hipótesis de homocedasticidad (En nuestro caso no hay homocedasticidad)



*Ilustración 39: Grafico de regresión Parcial 1*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Observando este gráfico (Ilustración 39), la nube de puntos es dispersa (pero se podría imaginar en comportamiento lineal de pendiente negativa).



*Ilustración 40: Grafico de regresión Parcial 2*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

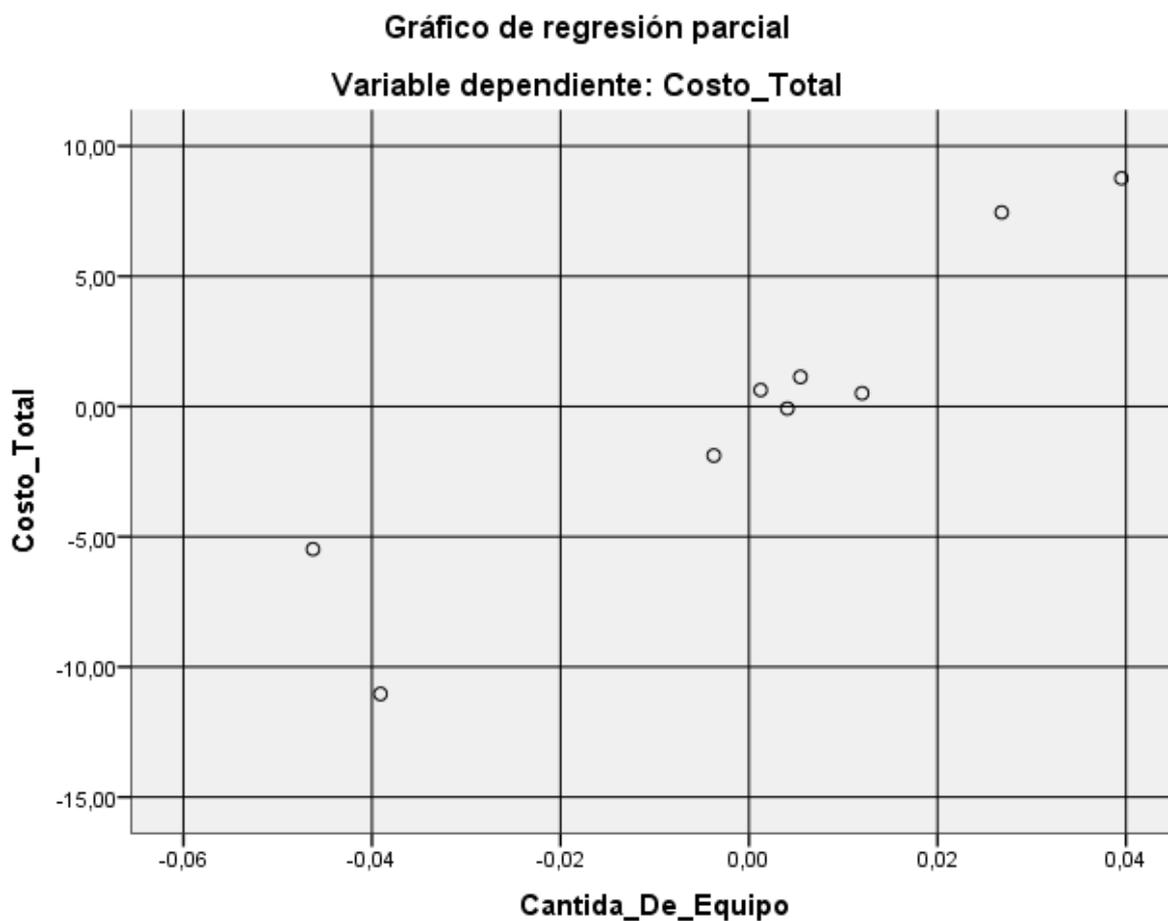
Observando este gráfico (Ilustración 40), la nube de puntos está ligeramente dispersa (pero se podría imaginar en comportamiento lineal de pendiente negativa).



*Ilustración 41: Grafico de regresión Parcial 3*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

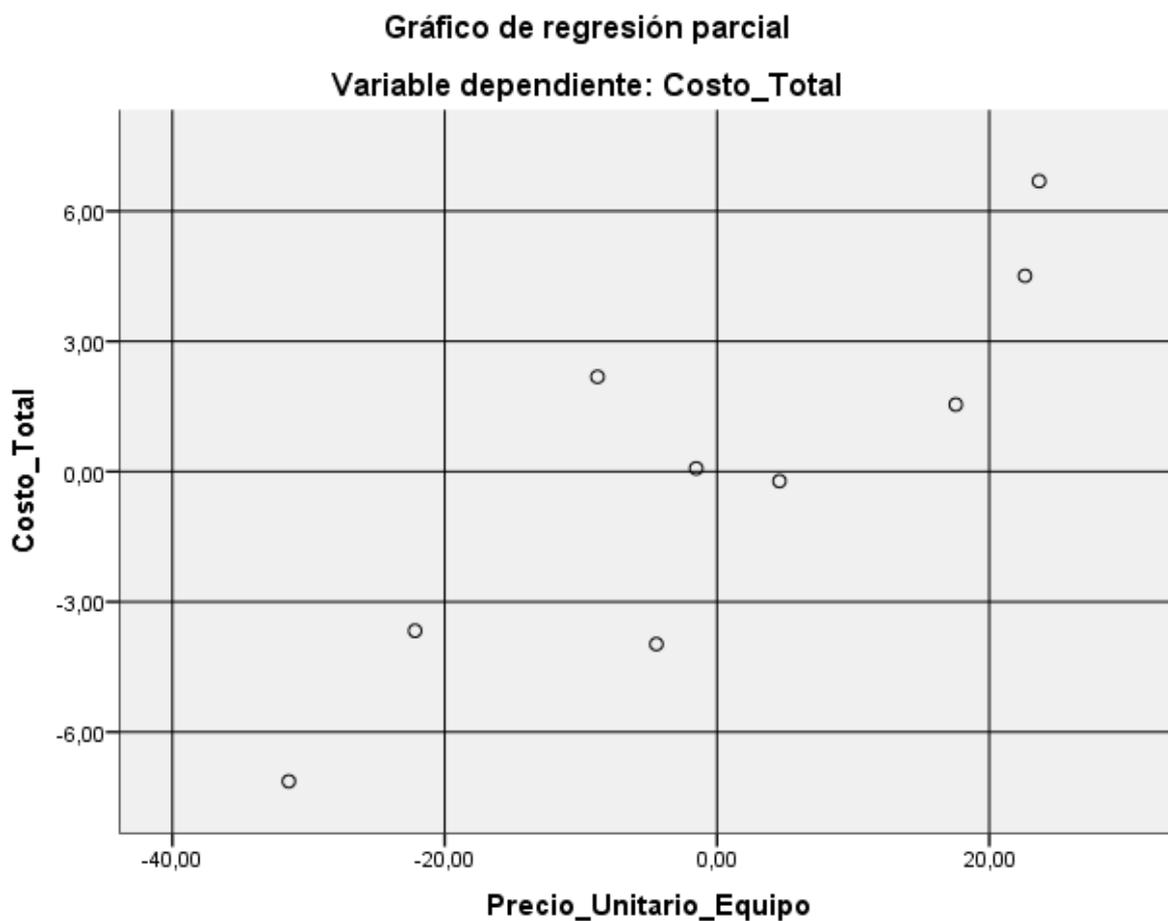
Observando este gráfico (Ilustración 41), la nube de puntos es muy dispersa (pero se podría imaginar en comportamiento lineal de pendiente positiva).



*Ilustración 42: Grafico de regresión Parcial 4*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

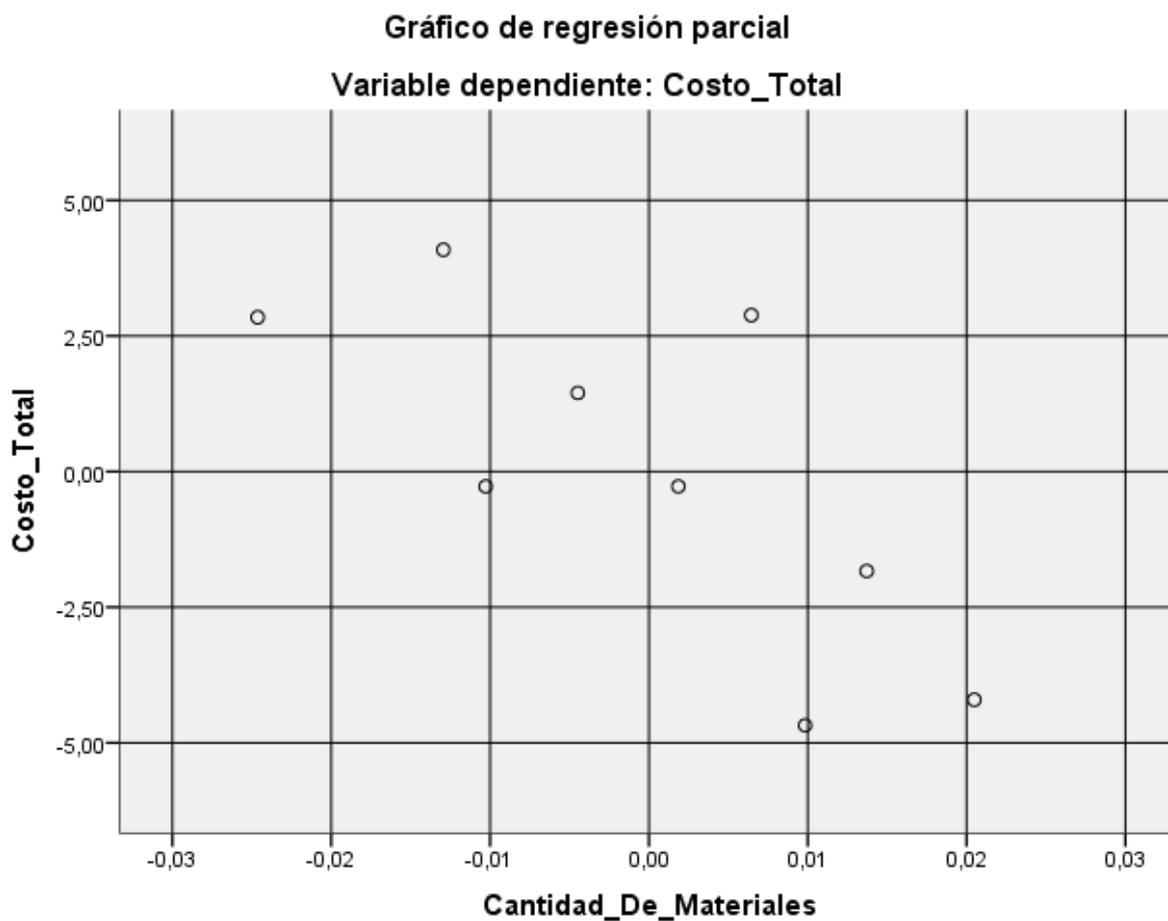
Observando este gráfico (Ilustración 42), la nube de puntos es dispersa (pero se podría imaginar en comportamiento lineal de pendiente positiva).



*Ilustración 43: Grafico de regresión Parcial 5*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Observando este gráfico (Ilustración 43), la nube de puntos es dispersa (pero se podría imaginar en comportamiento lineal de pendiente positiva).



*Ilustración 44: Grafico de regresión Parcial 6*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Observando este gráfico (Ilustración 44), la nube de puntos es dispersa (pero se podría imaginar en comportamiento lineal de pendiente negativa).

### 4.3.3. Tiempo entre Enrocado y Bolsacreto

#### Procesamiento estadístico y análisis de los datos.

Para el procesamiento de la información y análisis de los datos del tiempo de ejecución de la obra se ha procedido de la siguiente manera:

Primero hemos observado el desempeño de cada sistema de protección y lo hemos medido en el tiempo de ejecución en forma de tiempo real y tiempo en bruto de ejecución de la obra para cada sistema investigado.

Para evaluar en forma global cuál de los sistemas es más óptimo usaremos la prueba estadística Chi-Cuadrado de Pearson.

#### Chi-Cuadrado de Pearson

Es una prueba no paramétrica, la más popular entre todas ellas, se le usa para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre frecuencias relativas, es decir, entre proporciones o entre porcentajes. Esta prueba no considera a la media aritmética; las mediciones son nominales, o en otro nivel inicialmente, pero al final convertidas al nivel nominal.

También es utilizada como una prueba de independencia, es decir, para determinar si existe relación entre dos variables.

$$X_o^2 = \sum \frac{(f_o \cdot f_e)^2}{f_e}$$

$f_o$ : Frecuencia observada

$f_e$ : Frecuencia esperada

gl:  $(r-1)(c-1)$

r: Número de reglones o filas

c: Número de columnas

Fórmula para tablas de  $2 \times 2$

$$X_o^2 = \frac{n \left[ \left| ad - bc \right| \cdot \frac{n}{2} \right]^2}{(a+c)(b+d)(c+d)(a+b)}$$

$$X_o^2 = \frac{n(ad \cdot bc)^2}{(a+c)(b+d)(c+d)(a+b)}$$

Para analizar la hipótesis general de la investigación usaremos la prueba Chi cuadrado.

Primero presentamos un cuadro de resultados globales de cada sistema. Ver Tabla 98

*Tabla 98: Tabulación del Tiempo del Enrocado vs Bolsacreto*

**Tiempo\*Sistema tabulación cruzada**

Recuento

		Sistema		Total
		Sistema Enrocado	Sistema Bolsacreto	
Tiempo	Tiempo en Bruto	747	483	1230
	Tiempo Real	601	323	924
Total		1348	806	2154

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Ahora pasamos a analizar la hipótesis general de nuestra investigación:

H<sub>0</sub>: No existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de tiempo de ejecución de los sistemas de protección medido en forma de tiempo real y tiempo en bruto de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

H<sub>1</sub>: Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de tiempo de ejecución de los sistemas de protección medido en forma de tiempo real y tiempo en bruto de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

Tabla 99: Ch-Cuadrado de Tiempos de Enrocado y Bolsacreto

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	4,189 <sup>a</sup>	1	0,041		
Corrección de continuidad	4,007	1	0,045		
Razón de verosimilitud	4,200	1	0,040		
Prueba exacta de Fisher				0,043	0,023
Asociación lineal por lineal	4,187	1	0,041		
N de casos válidos	2154				

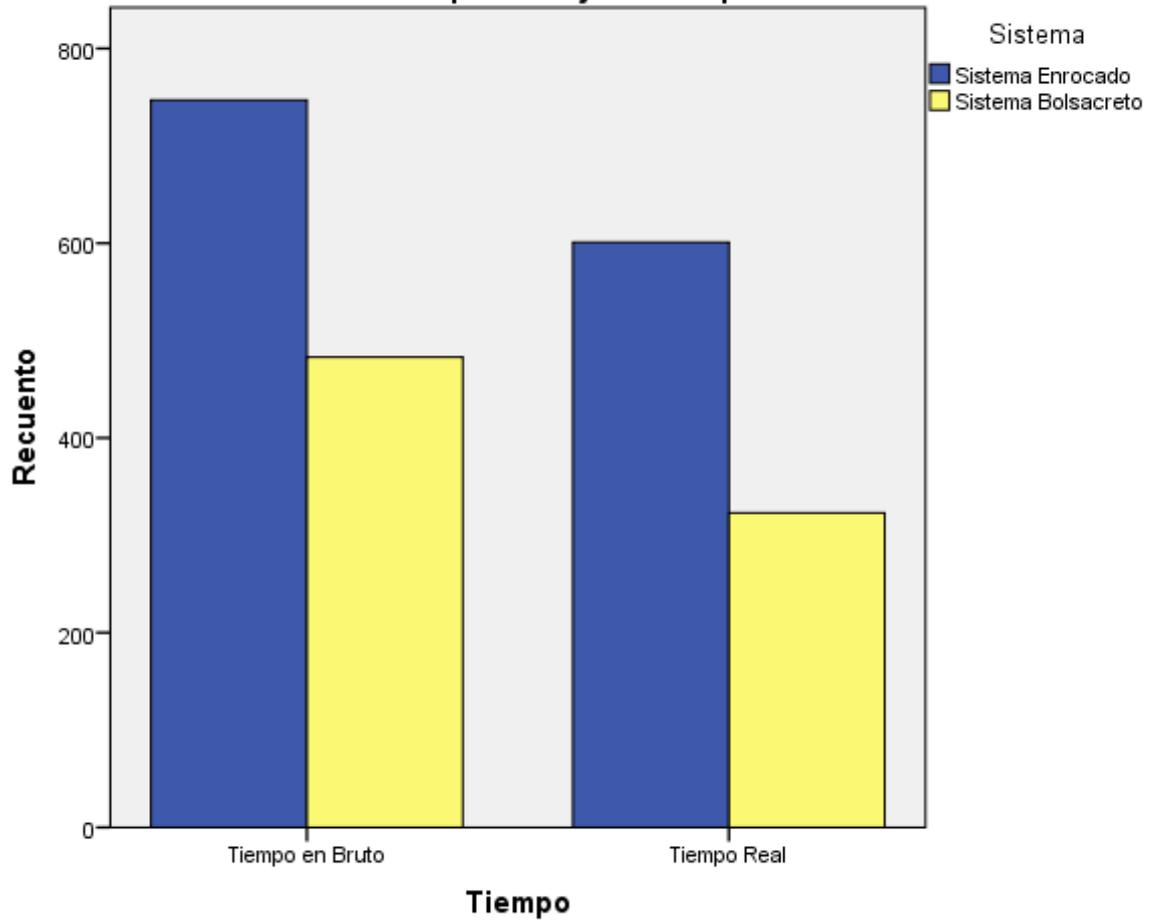
a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 345,75.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Aquí el nivel de significación de la prueba Chi cuadrado (p-valor)  $p = 0.041$  el cual es menor que 0.05 que es el nivel de significación propuesta con un 95% de confianza, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna: **“Si existen diferencias estadísticamente significativas entre las proporciones de tiempo de ejecución de los sistemas de protección medido en forma de tiempo real y tiempo en bruto de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado”**

**Grafico de Barras de los tiempos de ejecución para los Sistemas de Protección**



*Ilustración 45: Grafico de Barras de los Tiempos de Enrocado vs Bolsacreto*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Observación: Gráficamente podemos observar la diferencia significativa de los tiempos de ejecución de los sistemas de protección validando nuestra hipótesis plateada desde un inicio de nuestra investigación en donde el Sistema de Bolsacreto es más eficiente que el Sistema de Enrocado. Ver Ilustración 45.

#### 4.3.4. Costo entre Enrocado y Los Diseños

##### 4.3.4.1. Diseño 1 vs Enrocado

###### Procesamiento estadístico y análisis de los datos.

Para el procesamiento de la información y análisis de los datos del costo de ejecución de la obra se ha procedido de la siguiente manera:

Primero hemos observado el costo de Enrocado es mayor que el Sistema Bolsacreto con el Diseño 1

Para evaluar en forma global cuál de los sistemas es más óptimo usaremos la prueba estadística Chi-Cuadrado de Pearson.

###### Chi-Cuadrado de Pearson

Es una prueba no paramétrica, la más popular entre todas ellas, se le usa para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre frecuencias relativas, es decir, entre proporciones o entre porcentajes. Esta prueba no considera a la media aritmética; las mediciones son nominales, o en otro nivel inicialmente, pero al final convertidas al nivel nominal.

También es utilizada como una prueba de independencia, es decir, para determinar si existe relación entre dos variables.

$$X_o^2 = \sum \frac{(f_o \cdot f_e)^2}{f_e}$$

$f_o$ : Frecuencia observada

$f_e$ : Frecuencia esperada

gl:  $(r-1)(c-1)$

r: Número de reglones o filas

c: Número de columnas

Fórmula para tablas de  $2 \times 2$

$$X_o^2 = \frac{n(ad \cdot bc)^2}{(a+c)(b+d)(c+d)(a+b)}$$
$$X_o^2 = \frac{n \left[ \left| ad \cdot bc \right| \cdot \frac{n}{2} \right]^2}{(a+c)(b+d)(c+d)(a+b)}$$

Para analizar la hipótesis general de la investigación usaremos la prueba Chi cuadrado.

Primero presentamos un cuadro de resultados globales de cada sistema. Ver Tabla 100.

*Tabla 100: Tabulación del Costo del Enrocado vs Bolsacreto Diseño 1*

**Sistema\*Costos tabulación cruzada**

Recuento

		Costos		Total
		Suministro y Colocación de Material de Núcleo	Partidas Restantes	
Sistema	Bolsacreto Diseño 1	819983	530809	1350792
	Enrocado	686010	1080546	1766556
Total		1505993	1611355	3117348

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Ahora pasamos a analizar la hipótesis general de nuestra investigación:

H<sub>0</sub>: No existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

H<sub>1</sub>: Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

Tabla 101: Chi-Cuadrado de Costos Enrocado y Bolsacreto Diseño 1

**Pruebas de chi-cuadrado**

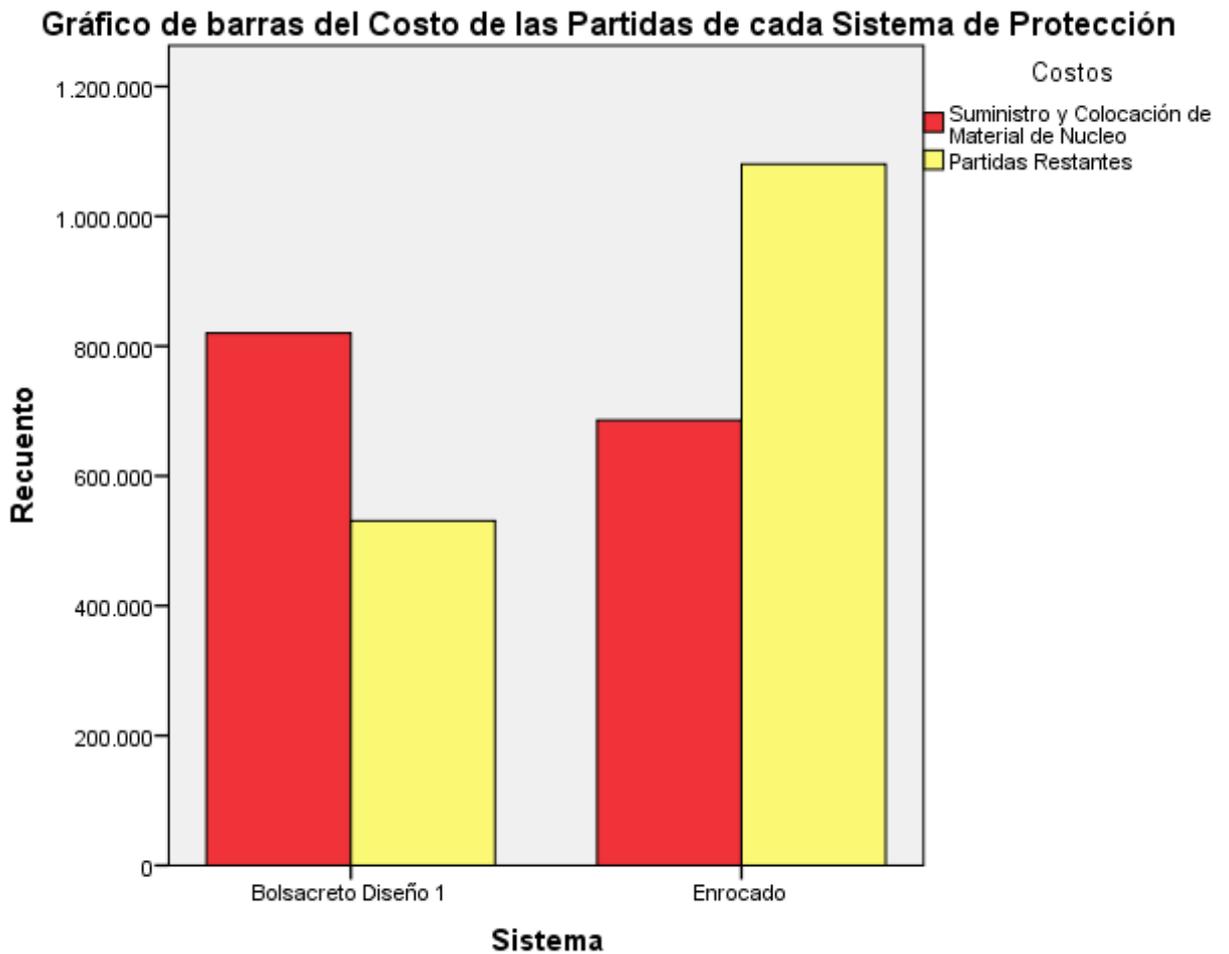
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	146626,212 <sup>a</sup>	1	0,000		
Corrección de continuidad	146625,336	1	0,000		
Razón de verosimilitud	147687,296	1	0,000		
Prueba exacta de Fisher				0,000	0,000
Asociación lineal por lineal	146626,165	1	0,000		
N de casos válidos	3117348				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 652568,56.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Fuente: *Elaboración Propia con el programa SPSS*

Aquí el nivel de significación de la prueba Chi cuadrado (p-valor)  $p = 0.000$  el cual es menor que 0.05 que es el nivel de significación propuesta con un 95% de confianza, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna: “Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.”



*Ilustración 46: Grafico de Barras de los Costos del Enrocado vs Diseño 1*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Observación: Gráficamente podemos observar la diferencia significativa de los costos de ejecución de los sistemas de protección validando nuestra hipótesis plateada desde un inicio de nuestra investigación en donde el Sistema de Bolsacreto Diseño 1 es más económico que el Sistema de Enrocado. Ver Ilustración 46.

#### 4.3.4.2. Diseño 2 vs Enrocado

Para analizar la hipótesis general de la investigación usaremos la prueba Chi cuadrado.

Primero presentamos un cuadro de resultados globales de cada sistema. Ver Tabla 102.

*Tabla 102: Tabulación del Costo del Enrocado vs Bolsacreto Diseño 1*

##### Sistema\*Costos tabulación cruzada

Recuento

		Costos		Total
		Suministro y Colocación de Material de Núcleo	Partidas Restantes	
Sistema	Bolsacreto Diseño 2	819983	534872	1354855
	Enrocado	686010	1080546	1766556
Total		1505993	1615418	3121411

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Ahora pasamos a analizar la hipótesis general de nuestra investigación:

H<sub>0</sub>: No existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

H<sub>1</sub>: Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

Tabla 103: Chi-Cuadrado de Costos Enrocado y Bolsacreto Diseño 2

Pruebas de chi-cuadrado

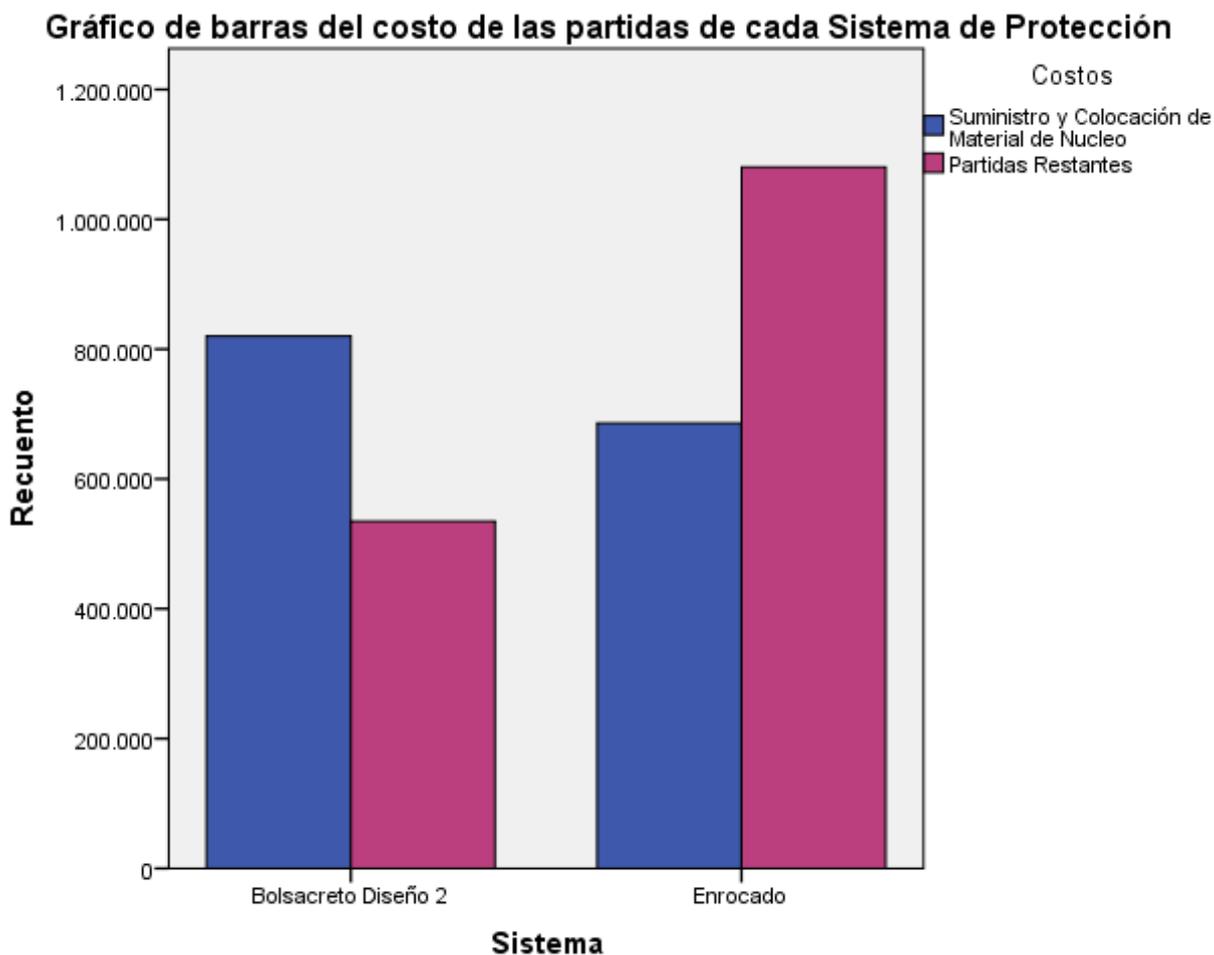
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	144453,459 <sup>a</sup>	1	0,000		
Corrección de continuidad	144452,590	1	0,000		
Razón de verosimilitud	145473,529	1	0,000		
Prueba exacta de Fisher				0,000	0,000
Asociación lineal por lineal	144453,412	1	0,000		
N de casos válidos	3121411				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 653679,42.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Fuente: *Elaboración Propia con el programa SPSS*

Aquí el nivel de significación de la prueba Chi cuadrado (p-valor)  $p = 0.000$  el cual es menor que 0.05 que es el nivel de significación propuesta con un 95% de confianza, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna: “Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.”



*Ilustración 47: Gráfico de Barras de los Costos del Enrocado vs Diseño 2*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Observación: Gráficamente podemos observar la diferencia significativa de los costos de ejecución de los sistemas de protección validando nuestra hipótesis planteada desde un inicio de nuestra investigación en donde el Sistema de Bolsacreto Diseño 2 es más económico que el Sistema de Enrocado. Ver Ilustración 47.

#### 4.3.4.3. Diseño 3 vs Enrocado

Para analizar la hipótesis general de la investigación usaremos la prueba Chi cuadrado.

Primero presentamos un cuadro de resultados globales de cada sistema. Ver Tabla 104.

Tabla 104: Tabulación del Costo del Enrocado vs Bolsacreto Diseño 3

##### Sistema\*Costos tabulación cruzada

Recuento

		Costos		Total
		Suministro y Colocación de Material de Núcleo	Partidas Restantes	
Sistema	Bolsacreto Diseño 3	819983	534473	1354456
	Enrocado	686010	1080546	1766556
Total		1505993	1615019	3121012

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Ahora pasamos a analizar la hipótesis general de nuestra investigación:

H<sub>0</sub>: No existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

H<sub>1</sub>: Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

Tabla 105: Chi-Cuadrado de Costos Enrocado y Bolsacreto Diseño 3

**Pruebas de chi-cuadrado**

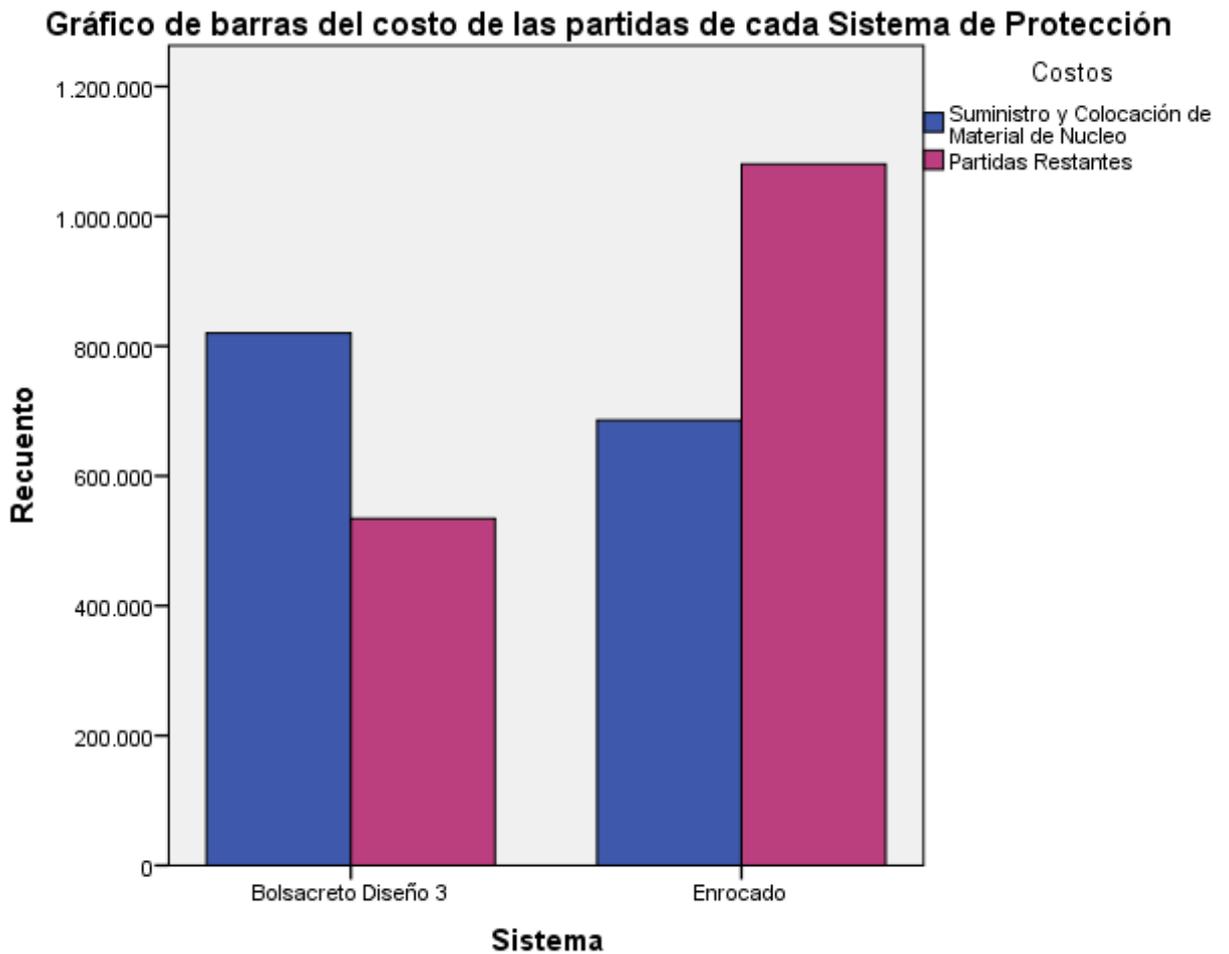
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	144665,677 <sup>a</sup>	1	0,000		
Corrección de continuidad	144664,808	1	0,000		
Razón de verosimilitud	145689,705	1	0,000		
Prueba exacta de Fisher				0,000	0,000
Asociación lineal por lineal	144665,631	1	0,000		
N de casos válidos	3121012				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 653570,46.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Fuente: *Elaboración Propia con el programa SPSS*

Aquí el nivel de significación de la prueba Chi cuadrado (p-valor)  $p = 0.000$  el cual es menor que 0.05 que es el nivel de significación propuesta con un 95% de confianza, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna: “Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.”



*Ilustración 48: Grafico de Barras de los Costos del Enrocado vs Diseño 3*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Observación: Gráficamente podemos observar la diferencia significativa de los costos de ejecución de los sistemas de protección validando nuestra hipótesis plateada desde un inicio de nuestra investigación en donde el Sistema de Bolsacreto Diseño 3 es más económico que el Sistema de Enrocado. Ver Ilustración 48.

#### 4.3.4.4. Diseño 4 vs Enrocado

Para analizar la hipótesis general de la investigación usaremos la prueba Chi cuadrado.

Primero presentamos un cuadro de resultados globales de cada sistema. Ver Tabla 106.

Tabla 106: Tabulación del Costo del Enrocado vs Bolsacreto Diseño 4

##### Sistema\*Costos tabulación cruzada

Recuento

		Costos		Total
		Suministro y Colocación de Material de Núcleo	Partidas Restantes	
Sistema	Bolsacreto Diseño 4	819983	538467	1358450
	Enrocado	686010	1080546	1766556
Total		1505993	1619013	3125006

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Ahora pasamos a analizar la hipótesis general de nuestra investigación:

H<sub>0</sub>: No existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

H<sub>1</sub>: Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

Tabla 107: Chi-Cuadrado de Costos Enrocado y Bolsacreto Diseño 4

Pruebas de chi-cuadrado

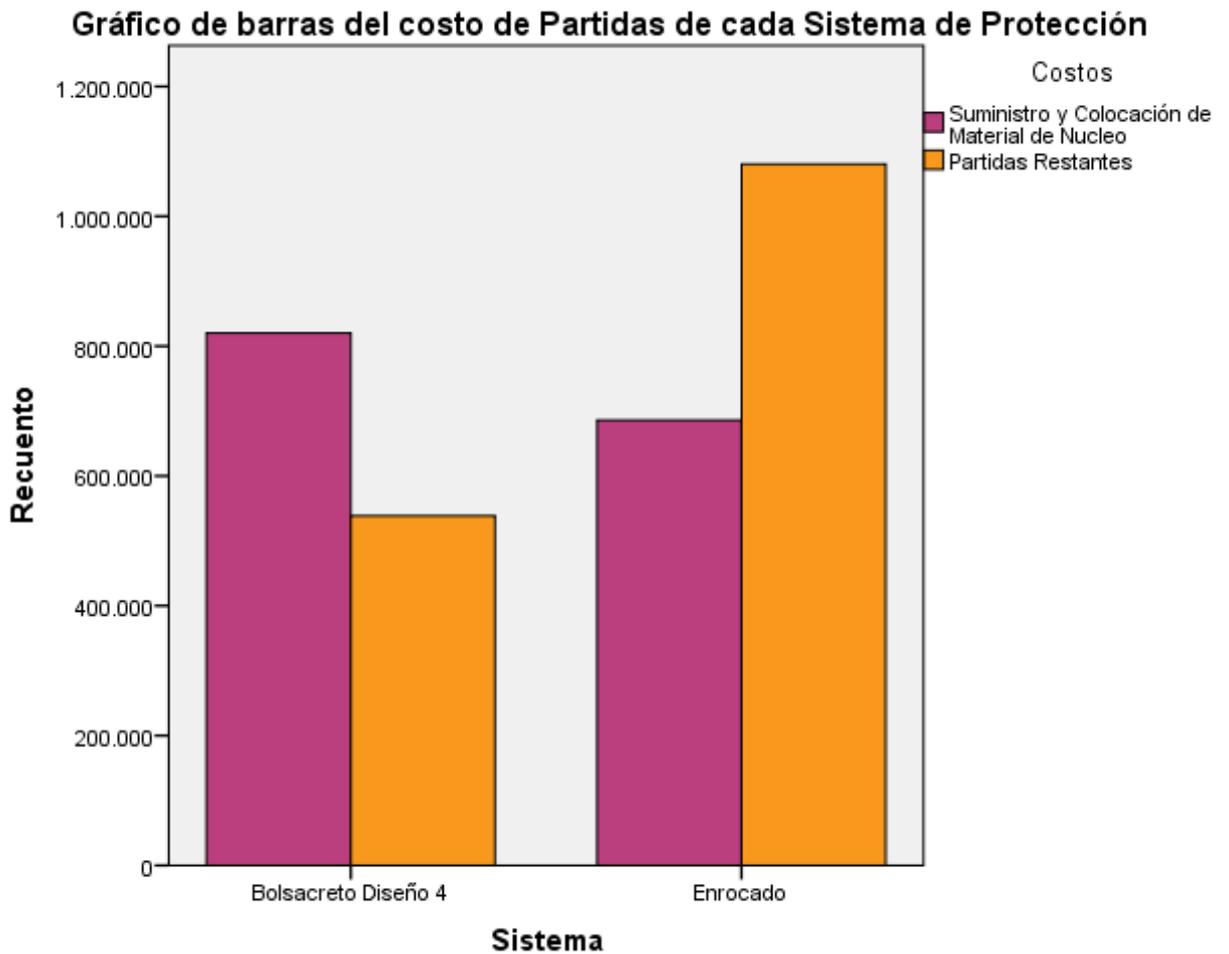
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	142552,607 <sup>a</sup>	1	0,000		
Corrección de continuidad	142551,745	1	0,000		
Razón de verosimilitud	143537,697	1	0,000		
Prueba exacta de Fisher				0,000	0,000
Asociación lineal por lineal	142552,561	1	0,000		
N de casos válidos	3125006				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 654659,92.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Aquí el nivel de significación de la prueba Chi cuadrado (p-valor)  $p = 0.000$  el cual es menor que 0.05 que es el nivel de significación propuesta con un 95% de confianza, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna: “Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.”



*Ilustración 49: Grafico de Barras de los Costos del Enrocado vs Diseño 4*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Observación: Gráficamente podemos observar la diferencia significativa de los costos de ejecución de los sistemas de protección validando nuestra hipótesis plateada desde un inicio de nuestra investigación en donde el Sistema de Bolsacreto Diseño 4 es más económico que el Sistema de Enrocado. Ver Ilustración 49.

#### 4.3.4.5. Diseño 5 vs Enrocado

Para analizar la hipótesis general de la investigación usaremos la prueba Chi cuadrado.

Primero presentamos un cuadro de resultados globales de cada sistema. Ver Tabla 108.

Tabla 108: Tabulación del Costo del Enrocado vs Bolsacreto Diseño 5

##### Sistema\*Costos tabulación cruzada

Recuento

		Costos		Total
		Suministro y Colocación de Material de Núcleo	Partidas Restantes	
Sistema	Bolsacreto Diseño 5	819983	700270	1520253
	Enrocado	686010	1080546	1766556
Total		1505993	1780816	3286809

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Ahora pasamos a analizar la hipótesis general de nuestra investigación:

H<sub>0</sub>: No existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

H<sub>1</sub>: Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

Tabla 109: Chi-Cuadrado de Costos Enrocado y Bolsacreto Diseño 5

Pruebas de chi-cuadrado

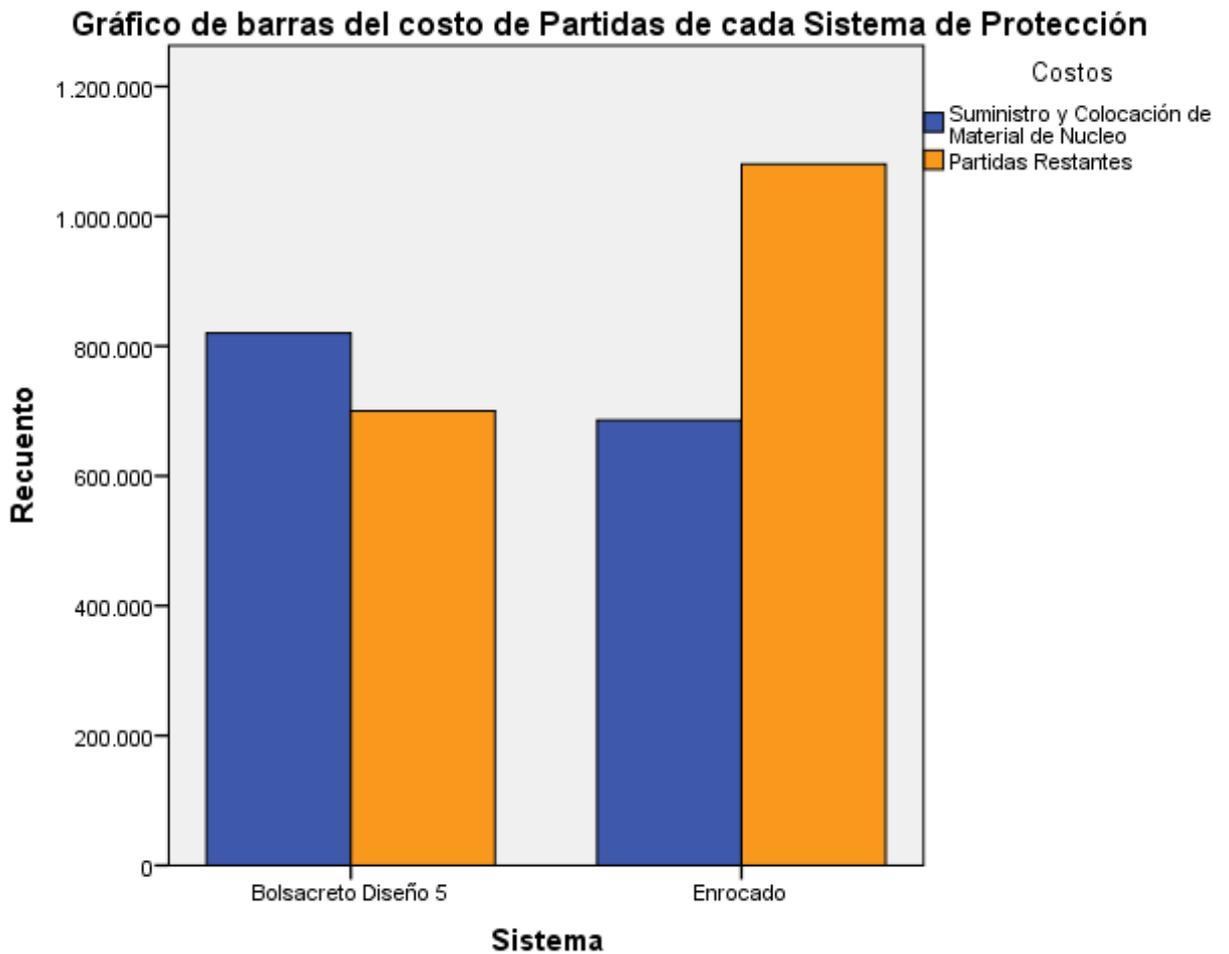
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	75086,971 <sup>a</sup>	1	0,000		
Corrección de continuidad	75086,363	1	0,000		
Razón de verosimilitud	75292,459	1	0,000		
Prueba exacta de Fisher				0,000	0,000
Asociación lineal por lineal	75086,948	1	0,000		
N de casos válidos	3286809				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 696569,34.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Aquí el nivel de significación de la prueba Chi cuadrado (p-valor)  $p = 0.000$  el cual es menor que 0.05 que es el nivel de significación propuesta con un 95% de confianza, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna: “Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.”



*Ilustración 50: Grafico de Barras de los Costos del Enrocado vs Diseño 5*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Observación: Gráficamente podemos observar la diferencia significativa de los costos de ejecución de los sistemas de protección validando nuestra hipótesis plateada desde un inicio de nuestra investigación en donde el Sistema de Bolsacreto Diseño 5 es más económico que el Sistema de Enrocado. Ver Ilustración 50.

#### 4.3.4.6. Diseño 6 vs Enrocado

Para analizar la hipótesis general de la investigación usaremos la prueba Chi cuadrado.

Primero presentamos un cuadro de resultados globales de cada sistema. Ver Tabla 110.

Tabla 110: Tabulación del Costo del Enrocado vs Bolsacreto Diseño 6

**Sistema\*Costos tabulación cruzada**

Recuento

		Costos		Total
		Suministro y Colocación de Material de Núcleo	Partidas Restantes	
Sistema	Bolsacreto Diseño 6	819983	672638	1492621
	Enrocado	686010	1080546	1766556
Total		1505993	1753184	3259177

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Ahora pasamos a analizar la hipótesis general de nuestra investigación:

H<sub>0</sub>: No existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

H<sub>1</sub>: Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.

Tabla 111: Chi-Cuadrado de Costos Enrocado y Bolsacreto Diseño 6

**Pruebas de chi-cuadrado**

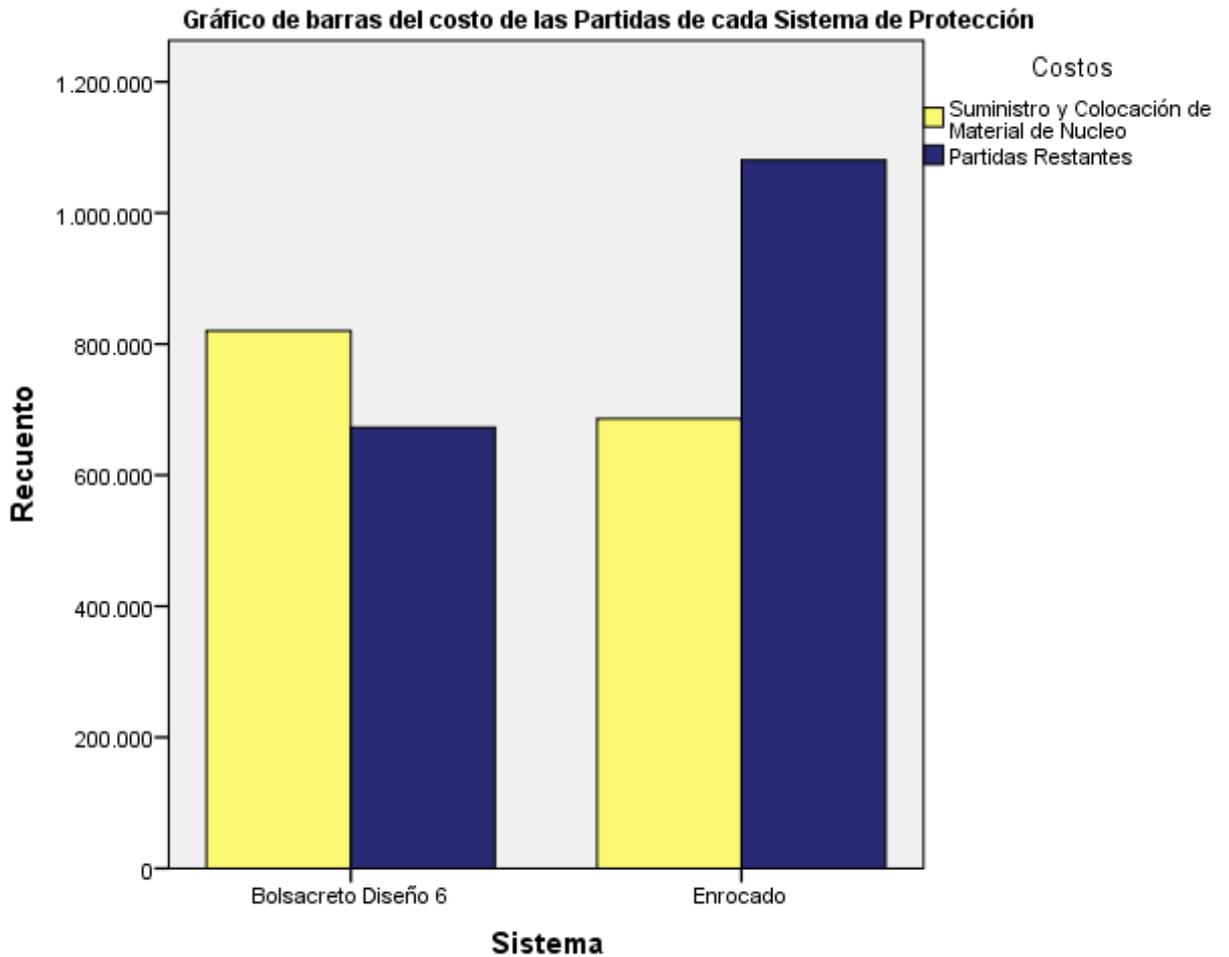
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	84396,825 <sup>a</sup>	1	0,000		
Corrección de continuidad	84396,177	1	0,000		
Razón de verosimilitud	84664,567	1	0,000		
Prueba exacta de Fisher				0,000	0,000
Asociación lineal por lineal	84396,799	1	0,000		
N de casos válidos	3259177				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 689706,87.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS

Aquí el nivel de significación de la prueba Chi cuadrado (p-valor)  $p = 0.000$  el cual es menor que 0.05 que es el nivel de significación propuesta con un 95% de confianza, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna: “Si existen diferencias estadísticamente significativas **entre las proporciones** de costo de ejecución de los sistemas de protección medido en precio neto entre partidas de la obra Lima Marina Club para cada sistema investigado.”



*Ilustración 51: Grafico de Barras de los Costos del Enrocado vs Diseño 6*

*Fuente: Elaboración Propia con el programa SPSS*

Observación: Gráficamente podemos observar la diferencia significativa de los costos de ejecución de los sistemas de protección validando nuestra hipótesis plateada desde un inicio de nuestra investigación en donde el Sistema de Bolsacreto Diseño 6 es más económico que el Sistema de Enrocado. Ver Ilustración 51.

#### 4.4. DISCUSIÓN

1. El uso de micro sílice MASTER LIFE SC 100 y de aditivo LD GAIA, hicieron producir hormigones de alta resistencia y capaces de ser colados bajo agua; optimizando su durabilidad debido a su baja relación agua/cementante de 0.45 y 0.41.
2. Los ensayos de granulometría de los agregados resultaron correctos, el módulo de fineza del agregado fino fue de 3.05 y el módulo de fineza del agregado grueso fue de 6.51; los puntos analizados entraron dentro de los límites granulométricos, encontrándose en la serie HUSO 67, tamaño máximo nominal 3/8".

3. Los mejores procedimientos de mezclado fueron:

DISEÑO 1: Al cual se le añadió un peso correspondiente de cemento Andino tipo V de 340 kg, piedra chancada con un peso correspondiente de 844.94 kg, arena gruesa con un peso correspondiente de 912.87 kg, agua potable con un peso correspondiente de 212.25 kg, y aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) con un peso correspondiente de 4.93 kg.

DISEÑO 2: Al cual se le añadió un peso correspondiente de cemento Andino tipo V de 340 kg, piedra chancada con un peso correspondiente de 843.91 kg, arena gruesa con un peso correspondiente de 911.76 kg, agua potable con un peso correspondiente de 212.25 kg, y aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) con un peso correspondiente de 5.78 kg.

DISEÑO 3: Al cual se le añadió un peso correspondiente de cemento Andino tipo V de 340 kg, piedra chancada con un peso correspondiente de 832.47 kg, arena gruesa con un peso correspondiente de 901.13 kg, agua potable con un peso correspondiente de 223.97 kg, y aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) con un peso correspondiente de 5.78 kg.

DISEÑO 4: Al cual se le añadió un peso correspondiente de cemento Andino tipo V de 340 kg, piedra chancada con un peso correspondiente de 798.43 kg, arena gruesa con un peso correspondiente de 936.76kg,

agua potable con un peso correspondiente de 224.03 kg, y aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) con un peso correspondiente de 4.59 kg.

DISEÑO 5: Al cual se le añadió un peso correspondiente de cemento Andino tipo V de 340 kg, piedra chancada con un peso correspondiente de 844.94 kg, arena gruesa con un peso correspondiente de 912.87 kg, agua potable con un peso correspondiente de 212.25 kg, y aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) con un peso correspondiente de 4.93 kg.

DISEÑO 6: Al cual se le añadió un peso correspondiente de cemento Andino tipo V de 340 kg, piedra chancada con un peso correspondiente de 844.94 kg, arena gruesa con un peso correspondiente de 912.87 kg, agua potable con un peso correspondiente de 212.25 kg, y aditivo súper plastificante W-73 (1.45%) con un peso correspondiente de 4.93 kg.

4. La resistencia de los diseños aditivado nos dan una gran trabajabilidad e incrementaron muy bien a los 28 días y en adelante.
5. Mediante los diagrama de flujos de ambos procesos nos damos cuenta como primera impresión de la diferencia en tiempos de construcción, esto nos acerca desde el primer paso a la veracidad de nuestra hipótesis
6. Los tiempos de construcción varían en relación 2 a 1 entre el sistema por enrocado y el sistema Bolsacreto, esto se debe a evidentes factores de equipos y materiales de ambos.

## CONCLUSIONES

1. El sistema Bolsacreto influye en gran medida en la construcción de la rada interior del proyecto, ya que los tiempos y costos del mismo reducen enormemente; además también se alarga la vida útil del mismo. Por lo tanto se aprueba la hipótesis general donde se establece que el sistema Bolsacreto es más eficiente.
2. El sistema Bolsacreto tuvo un tiempo de construcción final de 323 días y el sistema por enrocado tuvo un tiempo final de 601 días. Por lo tanto se aprueba la hipótesis donde se establece que el sistema Bolsacreto es más óptimo.
3. El costo final para el sistema por enrocado fue de S/. 7 004,046.42 Nuevos Soles y para los seis diseños del sistema por Bolsacreto fueron: S/.5 200,358.56 Nuevos Soles para el diseño 1, S/.5 216,466.86 Nuevos Soles para el diseño 2, S/.5 214,886.23 Nuevos Soles para el diseño 3, S/.5 230,723.53 Nuevos Soles para el diseño 4, S/.5 200,358.56 Nuevos Soles para el diseño 5, S/.5 872,237.42 Nuevos Soles para el diseño 5, S/.5 762,685.09 Nuevos Soles para el diseño 6. Por lo tanto se aprueba la hipótesis donde se establece que el sistema Bolsacreto es el más económico.
4. Para la prueba de resistencia a la compresión tuvimos un aumento del 13% en el diseño 2 con respecto al diseño 1, un aumento de 6% en el diseño 3 con respecto al diseño 4 y un aumento de 3% en el diseño 5 con respecto al diseño 6.
5. Para tener un sistema de protección de costas más eficiente, se debe de tener una reducción en los tiempos y costos teniendo cuidado en la erosión y permeabilidad; y el sistema Bolsacreto demuestra a gran escala tener estas cualidades, según VEGA CRESPO (2004).

## RECOMENDACIONES

1. La permeabilidad en el diseño de mezcla están mejorados en los diseños 5 y 6, ya que estos están hechos mediante un diseño TREMIE; diseño especial para trabajos de colado bajo el agua con mezclas relativamente ricas (mínimo 350 kg cemento/m<sup>3</sup>) y relación agua/cementante en el índice de 0.4.  
Esto podría ser un gran aporte para los diseños de Bolsacreto en el futuro, ya que se podrían usar textiles tejidos convencionales para la construcción.
2. Se aconseja tener mucho cuidado con las dimensiones de los geotextiles a elegir, ya que los tamaños dependen de tipo de obra a construir.
3. Cuando estamos en una zona con abundancia de cantera y buenos accesos el enrocado es una buena solución, siempre y cuando el proyecto necesite necesariamente un rompeolas, ya que por el tamaño de las rocas se disipa mejor el ataque del oleaje, la superficie lisa del Bolsacreto podría asemejarse a una rampa y no tendría función de rompeolas.
4. Este sistema sería muy rentable para proyectos ribereños, en momentos de fenómeno del niño en nuestro país se podría lograr una gran ayuda de defensa ya que no solo se pueden llenar con concreto sino también con arena. Esto reduciría su costo enormemente y protegería mucho en las zonas de desastres naturales.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### 1. Referencias Bibliográficas

**Bonilla, R. y Salinas L. (1979).** Apuntes de Modelos Hidráulicos de la ESIA (Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura)

**Chavarría, L. (2015).** Dosificación de Hormigones de Alta Resistencia con Adiciones y Aditivos.

**Fuentes, C. (2001)** Obras portuarias en el Perú.

**Guerrero, A., Hoyos, M., Reyes, E. (2003)** Impacto ambiental generado por erosión costera en la zona litoral de Buenos Aires Norte, distrito de Víctor Larco Herrera, La Libertad, Peru.

**Jiménez, J. (2004)** Ingeniería marítima y costera.

**McDonel, G., Pindter, J., Herrejón, L. (1999)** Ingeniería Marítima y Portuaria.

**Mora, Y. (2010)** Geotextiles, subdrenaje y bioingeniería.

**Ramírez, J. (2009)** Estudio experimental de rompeolas superficiales permeables con ampliación de bermas.

**Rocha, A. (1998)** Introducción a la hidráulica fluvial.

**Sánchez, E. (2009)** Diseño de protección costera del malecón de la Libertad, provincia de Guayas.

**Serra, J., Bautista, R., Maia, L., Montori, C. (1999)** Sistema de protección de costas: drenaje de playas (bms). Experiencia del sistema en el delta del Ebro.

**Vega, E. (2004)** Cámara mexicana de la industria de la construcción - construcción de rompeolas, escolleras y rocas in situ mediante el sistema flexible bolsacreto.

## 2. Referencias Electrónicas

[https://es.wikipedia.org/wiki/Hidrograf%C3%ADa del Per%C3%BA](https://es.wikipedia.org/wiki/Hidrograf%C3%ADa_del_Per%C3%BA)  
<http://www.apiperu.com.pe/Presentaciones/hidraulica/7-FLUVIAL/H-Hidraulica.pdf>

<http://es.slideshare.net/VictorHugoDiazVivanco/defensa-riberea-con-espigones>

<http://www.pavco.com.co/2111/proyecto-proteccion-quebrada-chiguaza-bolsacretos/791/i/791>

<http://www.pavco.com.co/2111/proyecto-proteccion-puente-paranapura-bolsacretos/794/i/794>

<http://www.webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/nbelandria/materias/geotecnia/Geotextiles.pdf>

<http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/Geo25/Art48.pdf>

<http://marienco.com/doc/Bolsacretos.pdf>

## ANEXO 1 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

### ANALISIS COMPARATIVO DEL ENROCADO Y DEL SISTEMA BOLSACRETO EN LA CONSTRUCCION DE LA RADA INTERIOR DEL PROYECTO LIMA MARINA CLUB –COSTA VERDE

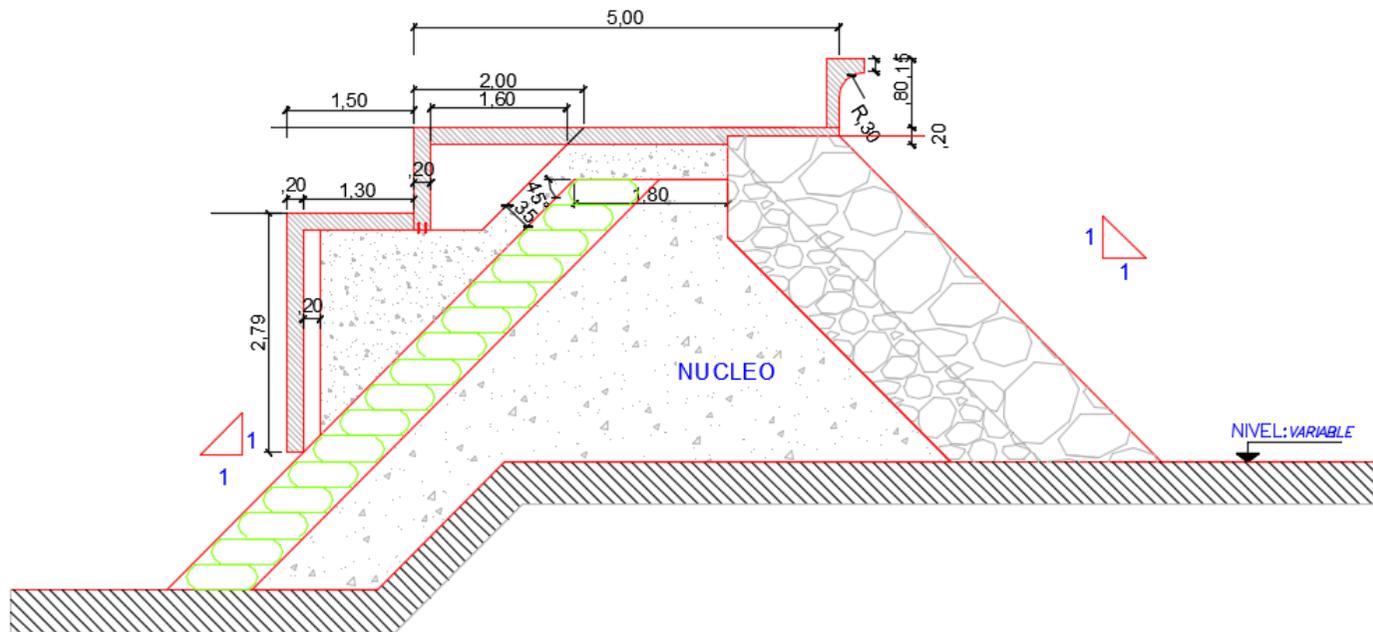
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES			INSTRUMENTO	DISEÑO METODOLOGICO
			VARIABLES	INDICADORES	INDICES		TIPO DE INVESTIGACION:
<p><b>Problema principal.</b> - ¿Cómo influyen los sistemas de protección por enrocado y el sistema bolsacreto para hacer eficiente la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde?</p>	<p><b>Objetivo principal:</b> Determinar como influyen los sistemas de protección por enrocados y el sistema bolsacreto para hacer eficiente la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> Al determinar la influencia entre el sistema por enrocados y el sistema bolsacreto para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde, se establece cuál de los sistemas es más eficiente</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Sistemas De Protección</p>	Sistema por Enrocado	Explicación de la Planificación del Proceso Constructivo de la Rada Interior del sistema por enrocado Determinar el Personal ,equipos y materiales para elaborar un enrocado	Tesis, fuentes y libros Data propia de Perusa Piling SRL	<p><b>CUANTITATIVA:</b> ya que lo que trata es de cuantificar la frecuencia y porcentajes la medición de variables</p>
				Sistema Bolsacreto	Explicación del Cálculo de Volumen y transporte de Materiales Planificación del Proceso Constructivo de la Rada interior por el sistema bolsacreto Cálculo de Volumen de concreto y colocación del bolsacreto		Fichas tecnicas de Pavco y Mexichen Data propia de Perusa Piling
					Determinar el Personal equipos y materiales para elaborar el sistema bolsacreto		
<p><b>Problemas Específicos</b> - ¿En qué medida el sistema por enrocado y el sistema bolsacreto influyen en el factor tiempo para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde? - ¿En qué medida el sistema por enrocado y el sistema bolsacreto influyen en el factor costo para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club – Costa Verde?</p>	<p><b>Objetivos específicos.</b> - Determinar cómo influye el factor tiempo para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde, con el sistema por enrocado y el sistema bolsacreto. - Determinar cómo influye el factor costo para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde, con el sistema por enrocado y el sistema bolsacreto</p>	<p><b>Hipótesis Secundarias</b> - Al determinar la influencia en los tiempos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde, se establece que el sistema bolsacreto es más óptimo. - Al determinar la influencia en los costos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde, se establece que el sistema bolsacreto es más económico.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Eficiencia en la construcción de la rada interior</p>	Factor Tiempo	Determinar los tiempos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde, con el sistema por enrocado Determinar los tiempos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde, con el sistema bolsacreto	Análisis de producción proporcionados por Perusa Piling Programa Microsoft Excel SPSS	<p><b>TRANSVERSAL:</b> porque los datos son recolectados en un solo momento y en un tiempo unico y el proposito es describir las variables y analizar su incidencia e interrelacion en el momento dado</p>
					Comparación de los tiempos de ambos sistemas		
				Factor Costo	Determinar los costos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde, con el sistema por enrocado. Determinar los costos para la construcción de la rada interior del proyecto Lima Marina Club - Costa Verde, con el sistema bolsacreto.	Análisis de Precios Unitarios proporcionados por Perusa Piling Programa Microsoft Excel SPSS	<p><b>COMPARATIVA:</b> porque mediremos el nivel y grado de relacion entre las variables dependientes e independientes</p>





ESPIÇON SUR





**ESPIGON ESTE**

## ANEXO 3 – FOTOS

### PROTECCIÓN DE TALUD URBANIZACIÓN VERACRUZ

**PROBLEMA:** En época de invierno la Quebrada Dosquebradas hace que la agresividad de sus aguas socave la margen derecha de ésta con el límite de la Urbanización Veracruz



**SOLUCION:** Se adelantó la construcción de una obra de protección marginal con **Bolsacretos** para proteger la base de un empinado talud, con el fin de lograr el control de erosión de la orilla derecha de la quebrada en la zona de influencia de la Urbanización Veracruz.





**RECUPERACIÓN COSTADO OCCIDENTAL QUEBRADA YOMASA –  
BOGOTA, COLOMBIA**

**PROBLEMA:** En época de invierno, la quebrada incrementa su cauce y genera erosión en el costado occidental de la vía que comunica el municipio de Usme con Bogotá. Específicamente en el sector de los Soches.



**SOLUCION:** Se determinó utilizar un muro flexible con **Bolsacretos** de referencias 1101 y 1102, para proteger un muro en concreto rígido que fue concebido dentro del diseño inicial del proyecto.



**CONTROL DE EROSIÓN - PROTECCIÓN QUEBRADA CHIGUAZA  
BOGOTÁ - CUNDINAMARCA, COLOMBIA**

**PROBLEMA:** En la margen izquierda de la Quebrada Chiguaza, se estaba formando una socavación del material debido a la disposición de agua sin control por medio de una tubería a la Quebrada, afectando el sendero peatonal y vial para el mantenimiento de la Quebrada, ubicada en el Barrio Molinos, junto a la Cárcel Picota de Bogotá.



**SOLUCION** : Conformación de un **muro en Bolsacretos**, realizando un corte en forma escalonada en la parte posterior del talud, para posteriormente instalar los Bolsacretos procurando que la inclinación no superara los  $60^\circ$ . Adicionalmente, en la parte superior se conformó un filtro longitudinal para abatir los flujos de agua por infiltración para la cimentación de los Bolsacretos se recomendó reconformar el área y realizar una cimentación con concreto ciclópeo.



## CONTROL DE EROSIÓN - PROTECCIÓN PUENTE PARANAPURA YURIMAGUAS - LORETO, PERÚ

**PROBLEMA:** Durante la construcción de los estribos del Puente Paranapura, ubicado en el Km 4,350 de la obra "Acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas", se encontraron problemas de erosión en el talud a causa del Río Paranapura.



**SOLUCION:** El uso de **BOLSACRETOS 1401**, ofreció la seguridad necesaria para terminar de construir los estribos del Puente Paranapura y evitar que avance la erosión, con lo cual se cumplió el cronograma de obra sin registrar pérdidas o demoras en la culminación del trabajo.



**FOTOS DEL PROCESO DEL ENROCADO**



**DRAGADO DE FONDO MARINO 1**



**DRAGADO DE FONDO MARINO 2**



**DRAGADO DE FONDO MARINO 3**



**DRAGADO Y COLOCACION DE CORAZA**



**COLOCACION DE CORAZA ESPIGON OESTE**



**INTERSECCION DE ESPIGONES SUR Y OESTE**



**RADA DE AGUAS TRANQUILAS**



**TERRENO GANADO AL MAR**



**ACOPIO DE ROCA DE CORAZA**



**TALUD DE ESPIGON SUR**



**ENTRABE UÑA CORAZA ESPIGON SUR**



**MANIOBRA PARA COLOCACION DE CORAZA**



**JAIBA ORANGE PEEL**



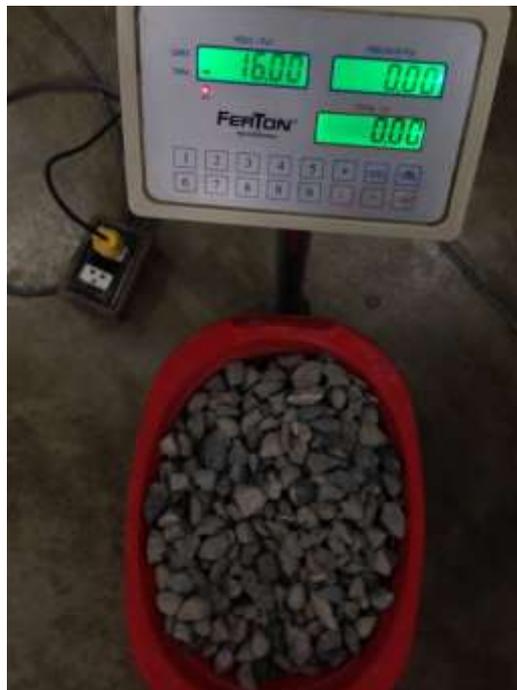
**RADA DE AGUA TRANQUILAS**



**VISTA DESDE ESPIGON OESTE**

**ENSAYOS DE LABORATORIO.**

**GRANULOMETRIA DE LO AGREGADOS**



**AGREGADO GRUESO HUSO 67**



AGREGADO FINO



TAMIZADO AGREGADO GRUESO

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**



**PESO UNITARIO SUELTO**

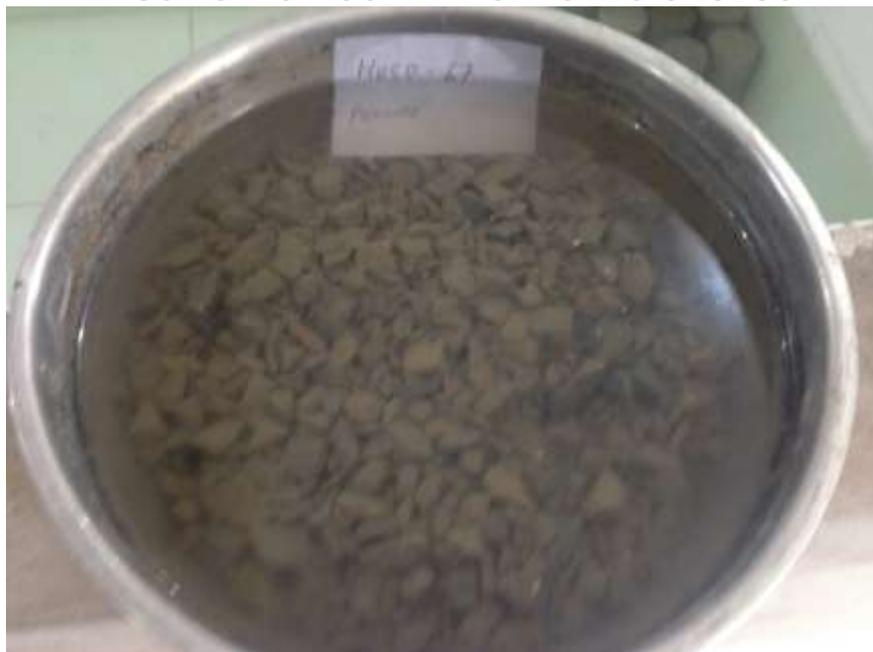


**PESO UNITARIO COMPACTADO**

**PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION**



**PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO**



**ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**



ABSORCION DEL AGREGADO FINO



PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO – FIOLA



FIOLA DE LAS MUESTRAS



SECADO DE MUESTRAS PARA ABSORCION DEL FINO

**PORCENTAJE DE HUMEDAD**



AGREGADO GRUESO EN ESTADO NATURAL



AGREGADO FINO EN ESTADO NATURAL



HORNILLAS SECANDO AGREGADO GRUESO

**MATERIAL QUE PASA POR LA MALLA #200**



LAVADO DEL AGREGADO FINO PARA PASAR POR LA MALLA #200



LAVADO DEL AGREGADO GRUESO



SECADO DE AGREGADOS

## DISEÑOS DE MEZLA



HUMEDECIMIENTO DE TROMPO PARA ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO



PESADE DE AGREGADOS, CEMENTO Y ADITIVO



MEZCLADO DE MATERIALES DE DISEÑO



EJECUCION DE PRUEBA DE ASENTAMIENTO – SLUMP FLOW



SLUMP FLOW



SLUMP > 4"



ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE W-73 ULMEN S.A.



ETIQUETANDO TESTIGOS EN POSA DE CURADO



CONCRETO ADITIVADO SUMERJIDO COMPLETAMENTE PARA FRAGUADO



FRAGUADO NO LOGRADO CON CONCRETO SUMERGIDO EN AGUA



METODO DE DISEÑO TREMIE CON ADITIVO LD GAIA Y MICRO SILICE



CHUSEO DE CONCRETO EN TUBO TREMIE



MEZCLA FRAGUADA Y ENDURECIDA EN 24 HORAS PARA DISEÑO  
TREMIE



PARTICULAS DISTRIBUIDAS EN DISEÑO TREMIE

# **ANEXO 4**

# **FICHAS TÉCNICAS**

# MasterLife® SF 100

## Microsílica compactada

Rheomac® SF 100\*

### Descripción

MasterLife SF 100 es un aditivo mineral de microsilica compactada formulada para producir concreto extremadamente resistente y durable.

MasterLife SF 100 cumple con los requisitos de la norma ASTM C 1240, Especificación estándar para microsilica usada en concreto y mortero para cemento hidráulico.

### Usos recomendados

Se recomienda para uso en:

- Estructuras de concreto reforzado con acero o aplicaciones de concreto lanzado vía húmeda expuestos a sales para deshielo o sales marinas transportadas por el viento. Cualquier proyecto de construcción que requiera la protección que da un concreto altamente durable y de baja permeabilidad
- Proyectos que requieran un concreto de alta resistencia/ alto desempeño
- Concreto Green Sense®

### Características

- Mayor cohesividad
- Menor exudación
- Desempeño mejorado

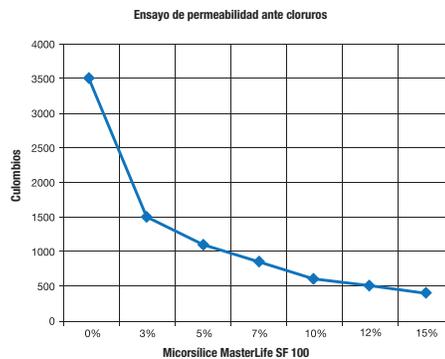
### Beneficios

- Aumento de la vida de servicio
- Mayor resistencia
- Mayor módulo de elasticidad
- Menor permeabilidad aumentando la durabilidad
- Mayor resistencia al ataque de sulfatos
- Mayor resistencia a la reacción álcali-silice

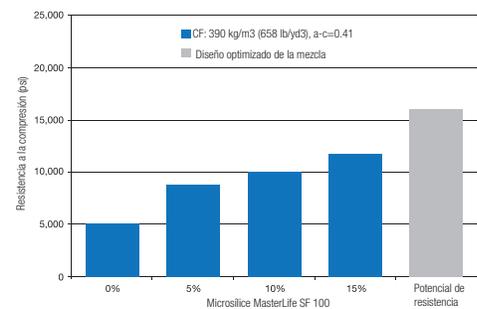
### Desempeño

**Permeabilidad:** MasterLife SF 100 es un material de micro-llenado que físicamente llena los espacios entre las partículas de cemento; disminuye dramáticamente la permeabilidad y reduce el tamaño y número de capilares que permiten la entrada de contaminantes a la matriz.

#### Permeabilidad rápida a cloruros



#### Resistencia a la compresión típica



**Resistencia a la compresión:** Siendo una pozolana, la microsíllice MasterLife SF 100 reacciona químicamente dentro de la matriz cementicia para incrementar la cantidad del silicato de calcio hidratado (gel CSH) que se forma. El gel de CSH es el agente adherente que mantiene unida la matriz de una mezcla cementicia en su estado endurecido. El gel adicional de CSH incrementa la resistencia y disminuye la permeabilidad.

**Gravedad específica:** La gravedad específica de MasterLife SF 100 es 2.2.

## Recomendaciones de uso

**Dosificación:** Se recomienda usar MasterLife SF 100 para aplicaciones de concreto o concreto lanzado vía húmeda en un rango de dosificación de 5 a 15% por peso de material cementicio.

**Forma de dosificar y mezclar:** Para el concreto y concreto lanzador vía húmeda, MasterLife SF 100 se dosifica y adiciona en la planta productora de concreto en forma similar al cemento u otros materiales cementicios como las cenizas volantes. Puede dosificarse en una mezcladora central o camión revolvedor. Siga el procedimiento indicado en la norma ASTM C 94, Especificación estándar para concreto premezclado o consulte el Manual del usuario de la Asociación de Microsílica para obtener instrucciones específicas de dosificación y mezclado.

## Consideraciones

**Corrosividad, No contiene Cloruros, No Corrosivo:** El aditivo MasterLife SF 100 no iniciará ni promoverá la corrosión del acero de refuerzo embebido en el concreto, en concreto preesforzado o concreto colocado en sistemas de techos y pisos de acero galvanizado. En la manufactura de MasterLife SF 100 no se ha añadido cloruro de calcio ni ingredientes a base de cloruro adicionados intencionalmente.

**Compatibilidad:** El aditivo MasterLife SF 100 puede ser usado con cementos portland aprobados bajo las especificaciones ASTM, AASHTO o CRD. Es compatible con la mayoría de los aditivos para concreto, incluyendo todos los aditivos de BASF. Se recomienda el uso de MasterLife SF 100 con aditivos reductores de agua de alto rango, tales como la línea MasterGlenium®, para obtener la máxima trabajabilidad, manteniendo la relación baja de agua-materiales cementicios.

## Almacenamiento y manejo

MasterLife SF 100 se almacena, maneja y dosifica en forma similar al cemento o cenizas volantes. Puede almacenarse en silos cuando está a granel. Consulte el Manual del usuario de la Asociación de Microsílica para obtener información en relación a la configuración del bombeado y manejo de microsíllica en los silos. El aditivo MasterLife SF 100 envasado debe almacenarse en un área seca. El aditivo de microsíllica MasterLife SF 100 no requiere un equipo especial para dosificar.

**Vida útil:** MasterLife SF 100 tiene una vida útil mínima de 24 meses. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, la vida útil puede ser mayor que la estipulada. Por favor entre en contacto con su representante de ventas de BASF para obtener recomendaciones en relación a uso y dosificación adecuados en caso de que MasterLife SF 100 haya excedido su vida útil.

## Presentación

MasterLife SF 100 se suministra en bolsas hidrosolubles de 11.6 kg (25 lb), en supersacos de 907 kg (2,000 lb) o a granel.

## Documentos Relacionados

Hoja de Datos de Seguridad (SDS): El Manual del usuario de la Asociación de Microsílica, aditivo de microsíllica MasterLife SF 100

## Información Adicional

Para obtener información adicional sobre el aditivo MasterLife SF 100 o su uso en el desarrollo de mezclas de concreto con características de desempeño especiales, entre en contacto con su representante de ventas de BASF.

*La división de Construction Chemicals de BASF es el proveedor líder en soluciones para mejorar las características de colocación, bombeo, acabado y apariencia del concreto de alto desempeño usado en los mercados de premezclados, prefabricados, productos manufacturados de concreto, construcción subterránea y de pavimentos. Por más de 100 años hemos ofrecido productos confiables y tecnologías innovadoras y ahora conectamos a través de la marca Master Builders Solutions el conocimiento y experiencia mundial de profesionales en muchos campos para proporcionar soluciones sustentables a la industria de la construcción.*

## Notificación de garantía limitada

BASF garantiza que este producto está exento de defectos de fabricación y cumple con todas las propiedades técnicas contenidas en la Hoja Técnica vigente, si el mismo se usa como se instruye dentro de su vida útil. Resultados satisfactorios dependen no solamente de la calidad del producto sino también de muchos factores fuera del control de BASF. BASF NO EXTIENDE NINGUNA OTRA GARANTÍA, O AVAL, EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUYENDO GARANTIAS DE COMERCIALIZACIÓN O ADECUACIÓN PARA UN FIN PARTICULAR CON RESPECTO A SUS PRODUCTOS. La única y exclusiva compensación del Comprador por cualquier reclamo relacionado a este producto, incluyendo pero sin limitarse a, reclamos relacionados con incumplimiento de garantía, negligencia, responsabilidad objetiva u otra causa, es el envío al comprador de un producto equivalente a la cantidad de producto que no cumple esta garantía o el reembolso de el precio original de compra del producto que no cumple esta garantía, a decisión exclusiva de BASF. Cualquier reclamo relacionado a este producto debe recibirse por escrito dentro de un (1) año de la fecha del envío y cualquier reclamo que no sea presentado dentro de ese período constituirá una renuncia por parte del Comprador a realizar algún reclamo y la aceptación expresa de la calidad del producto. BASF NO SERÁ RESPONSABLE POR NINGUN DAÑO ESPECIAL, INCIDENTAL, CONSECUENTE (INCLUYENDO LUCRO CESANTE) O PUNIBLE DE NINGÚN TIPO.

El Comprador debe determinar la idoneidad de los productos para el uso previsto y asume todo riesgo y responsabilidad asociada con ello. Esta información y toda recomendación técnica adicional están basadas en el conocimiento y experiencia actuales de BASF. Sin embargo, BASF no asume ninguna responsabilidad por proporcionar tal información y recomendación, incluida la medida en que tal información y recomendación pueda estar relacionada a derechos intelectuales existentes de terceros, derechos de patente, tampoco se establecerá ninguna relación legal por o surgirá de, proporcionar tal información y recomendación. BASF se reserva el derecho de hacer cualquier cambio debido a progreso tecnológico o desarrollos futuros. El Comprador de este Producto(s) debe realizar una prueba de este producto(s) para determinar la idoneidad para la aplicación prevista del producto(s). El desempeño del producto descrito aquí debe verificarse por medio de prueba que debe realizarse por profesionales calificados.

\*A partir del 1° de enero de 2014, Rheomac® SF 100 pasa a ser MasterLife® SF 100 como parte de la marca Master Builders Solutions.

© BASF Corporation 2014 - 01/14 ® Marca registrada de BASF en muchos países

**BASF Corporation**  
Construction Chemicals

México  
Tel: (55) 2122 2200

[www.master-builders-solutions.basf.com.mx](http://www.master-builders-solutions.basf.com.mx)

Costa Rica  
Tel: 506-2440-9110

[www.master-builders-solutions.centroamerica.basf.com](http://www.master-builders-solutions.centroamerica.basf.com)

Panamá  
Tel: 507 301 0970

Puerto Rico  
Tel: 1-787-258-2737

[www.master-builders-solutions.caribbean.basf.com](http://www.master-builders-solutions.caribbean.basf.com)



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

# BOLSACRETO

## FORMALETA FLEXIBLE

Las formaletas flexibles son elaboradas a partir de cintas planas de polipropileno que forman un textil de excelentes características de ingeniería y se fabrican de acuerdo con las dimensiones y especificaciones establecidas por el cliente para optimizar el manejo, uso e instalación en obra. El tipo de tejido permite la salida del agua de amasado con facilidad, favoreciendo así el fraguado inicial de la mezcla. Los poros tienen un tamaño óptimo para retener la pasta de cemento de la mezcla, sin que se presente pérdidas de cemento.

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	1101 / 1102	1401/1402
Resistencia a la Tensión	ASTM D 4632	470 N	650 N
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D 4833	300 N	390 N
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D 4533	250 N	260 N
Resistencia al Estallido - Método Mullen Burst	ASTM D 3786	1730 kPa	2285 kPa

PROPIEDADES HIDRÁULICAS	NORMA	1101 / 1102	1401/1402
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D 4751	0.30 mm (Tamiz No. 50)	0.30 mm (Tamiz No. 50)
Permitividad	ASTM D 4491	0.31 s <sup>-1</sup>	0.30 s <sup>-1</sup>

PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	1101 / 1102	1401/1402
Tipo de Polímero	Medido	Polipropileno	Polipropileno
Ancho de Válvula de Llenado	Medido	35 cm	35 cm
Largo Válvula de Llenado	Medido	50 cm	50 cm
Abertura Válvula de Llenado	Medido	22 cm	22 cm
Costura de Bolsacreto	Medido	Doble	Doble
Capacidad Aproximada	Medido	1 m <sup>3</sup> / 2 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup> / 2 m <sup>3</sup>
Dimensiones	Medido	(1.20 x 2.40) m / (1.85 x 2.70) m	(1.20 x 2.40) m / (1.85 x 2.70) m

CAMPOS DE APLICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obras de protección de márgenes y riberas de ríos.</li> <li>• Protección de taludes contra la erosión.</li> <li>• Construcción de estructuras como: Espolones - rompeolas - diques - presas taludes - pilares - muros - realces.</li> </ul>

VENTAJAS Y BENEFICIOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formaleta flexible de alta permeabilidad y flexibilidad porque se acomoda en el proceso de llenado a la superficie del terreno.</li> <li>• Permeable y liviana de fácil manejo y transporte a lugares de difícil acceso.</li> <li>• Sellado automático.</li> </ul>

**Importante:** Los valores enunciados corresponden a los promedios estadísticos de los lotes de producción (Valores Típicos) Los Bolsacretos se podrán fabricar bajo pedido en caso de requerir otras dimensiones y especificaciones

Una vez definidos los procedimientos de instalación, es importante determinar el tipo de Bolsacreto a usar según cada referencia.

La presente ficha técnica está vigente a partir de Agosto de 2011. Geosistemas PAVCO se reserva el derecho de introducir las modificaciones de especificaciones que considere necesarias para garantizar la óptima calidad y funcionalidad de sus productos sin previo aviso. La información aquí contenida se ofrece gratis y es cierta y exacta a nuestro leal saber y entender; no obstante, todas las recomendaciones y sugerencias están hechas sin garantía, puesto que las condiciones de uso están fuera de nuestro control.

AGOSTO 2011

COLOMBIA Oficina principal: Autopista Sur N.º 71 - 75 Bogotá D. C., Colombia • Tels.: (57-1) 782 5100 Fax: (57-1) 782 5013  
 Servicio al Cliente Bogotá: (57-1) 782 5100 Exts.: 3301 / 02 / 03 / 04 / 05 Todo el País: 01 8000 912 286 - 01 8000 972 826  
 Medellín: (57-4) 325 6660 • Cali: (57-1) 442 3444 • Barranquilla: (57-5) 375 8100  
 E-mail: [ingenieriageosinteticos.amco@pavco.com.co](mailto:ingenieriageosinteticos.amco@pavco.com.co) • [www.pavco.com.co](http://www.pavco.com.co)  
 PERÚ Av. Separadora Industrial 2557, Ate • Tels.: (51-1) 627 6038 / 39 • Fax: (51-1) 627 6039 Lima, Perú  
 E-mail: [geosperu@mexichem.com](mailto:geosperu@mexichem.com)

Geosistemas  
**PAVCO**

**Mexichem.**  
 SOLUCIONES INTEGRALES



# W-73

Fecha de Emisión: Junio 6,12  
Revisión: 2  
Fecha de Revisión: Feb 25,15  
Pagina 1 de 1

## Aditivo Rango Medio

### DESCRIPCIÓN

Es un reductor de agua de rango medio, aditivo especial para cementos siderúrgicos que incorpora materias primas de alta tecnología, permitiendo un mejor control del concreto.

No contiene cloruros, no es toxico ni inflamable.

No requiere cuidados ni precauciones especiales y se trata como cualquier aditivo convencional.

### PROPIEDADES

Reduce la razón agua cemento sin alterar la plasticidad del concreto.

Mantiene la fluidez del concreto fresco sin alterar negativamente las resistencias mecánicas.

### CAMPO DE APLICACIÓN

Es adecuado para hormigones bombeables, fluidos, premezclados y pretensados.

### INFORMACIÓN TÉCNICA

Aspecto	: Líquido levemente viscoso.
Color	: Café claro
Densidad	: $1,05 \pm 0,02$ g/mL
Viscosidad	: $14 \pm 1$ (s)
pH	: $6 \pm 1$
Sólidos	: $20 \pm 3$
Envase	: Cilindro de 230 kg. o Contenedor retornable de 1.100 kg.

### USO Y DOSIS

Se agrega directamente sobre el hormigón en dosis que varían entre 0,5 y 1% del peso del cemento. La dosis más adecuada se determina con ensayos de prueba específicos.

### Duración

6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001



Las Vertientes Mza C-1 Lt 2F. Villa Salvador Tel. (51-1) 7194126

Lima-Perú

[www.cognoscibletechnologies.com](http://www.cognoscibletechnologies.com)

[www.ulmen.cl](http://www.ulmen.cl)

[atencionalcliente@ulmen.cl](mailto:atencionalcliente@ulmen.cl)



# GAIA Nanosílice

Adicionante a cementos para  
concretos de altas prestaciones

Fecha de Emisión: Mar 10, 05  
Revisión: 7  
Fecha de Revisión: May 14, 10  
Pagina 1 de 1

Ulmen S.A. Adicionante a Cementos

## Descripción

GAIA Nanosílice es el primer adiconante base nanosílice generado durante 2004 por la sinergia Scitech Cognoscible / Ulmen.

Pertenece a la línea GAIA NANOSILICE, donde las reacciones químicas en el hormigón convierten las nanopartículas de sílice en nanopartículas de cemento.

## Aspectos Técnicos

Elimina el total de la sílice en polvo en cualquiera de sus alternativas, y también los superplastificantes, reduciendo al mínimo los reductores plastificantes.

Con GAIA Nanosílice se obtiene concretos de alto rendimiento : 70 MPa a R28.

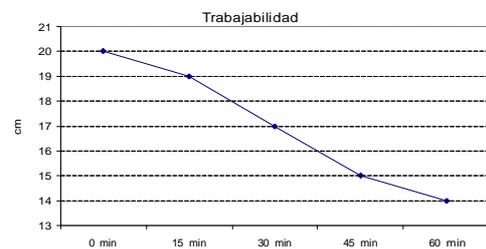
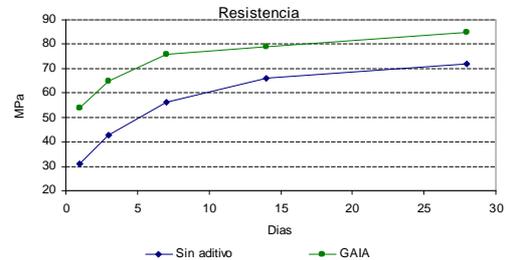
Ideal para concretos tipo "Fast Track", a usar dentro de las 24 horas posteriores al vaciado, con adecuadas dosificaciones, que permiten obtener hormigones impermeables según norma DIN 1048 o Nch 2262.

## Propiedades

Consecuencia de la menor actividad operacional, menor flujo de material con la consiguiente reducción de inventario, y - - -  
- - es líquido, amigable con el medio ambiente y la salud de los trabajadores.

## Duración

6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001



H-70 con 1,5% de GAIA

## Dosis

Se recomienda su uso en dosis de 0,5 a 3% en base al peso del cemento. Para dosis fuera de este rango, contacte al equipo técnico ULMEN.

## Presentación

Bidón plástico de 230 Kg.  
Contenedor retornable de 1.000 kg

## Propiedades Físicas

Aspecto : Líq. levemente viscoso.  
Color : café claro  
Densidad :  $1.030 \pm 0.02$  g/mL  
pH :  $5 \pm 1$   
Viscosidad :  $13 \pm 2$  (s) (C.Ford N°4)



Santa Margarita 01667 – Tel. (56-2) 8542830 – Fax (56-2) 8541296 – San Bernardo  
Santiago – Chile

[www.cognoscibletechnologies.com](http://www.cognoscibletechnologies.com)

[www.ulmen.cl](http://www.ulmen.cl)

[atencionalcliente@ulmen.cl](mailto:atencionalcliente@ulmen.cl)



# SP-4

Aditivo Superplastificante

Fecha de Emisión: Jul 06, 09  
Revisión: 1  
Fecha de Revisión: May 14, 11  
Pagina 1 de 1

Ulmen S.A. Adicionante a Cementos

## Descripción

SP-4 es un SUPERPLASTIFICANTE, que facilita el transporte y vaciado del concreto, prolongando su trabajabilidad. Reduce la relación A/C, ayudando a mejorar las resistencias a todas las edades.

Es exento de cloruros. Por tanto NO ES OXIDANTE de metales.

## Aspectos Técnicos

RAZÓN AGUA CEMENTO la reduce sin alterar la plasticidad del hormigón.

TRABAJABILIDAD del hormigón mejora.

RESISTENCIAS MECÁNICAS aumentan.

TIEMPO DE TRABAJABILIDAD lo prolonga.

IMPERMEABILIDAD del hormigón aumenta.

RIESGO DE FISURACIÓN por retracción disminuye.

## Duración

6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001



## Dosis

Recomendamos dosis de 1 a 2% sobre peso del cemento. Lo ideal es contactar el servicio técnico ULMEN para optimizar su uso. Vía e-mail es suficiente

## Presentación

En cilindro plástico de 220 kg  
En dispenser retornable de 1.100 kg

## Propiedades Físicas

Apariencia : Líquido  
Color : Café oscuro  
Densidad :  $1,22 \pm 0,02$  g/mL  
pH :  $11 \pm 1$   
Viscosidad :  $14 \pm 2$  (s) (C. Ford No. 4)

Las Vertientes Mza O Lt 8B. Villa Salvador Tel. (51-1) 7194126  
Lima-Perú

[www.cognoscibletechnologies.com](http://www.cognoscibletechnologies.com)

[www.ulmen.cl](http://www.ulmen.cl)

[atencionalcliente@ulmen.cl](mailto:atencionalcliente@ulmen.cl)