



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL**

**T E S I S**

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE  
F'C 210 kg/cm<sup>2</sup> MEDIANTE EL EMPLEO DE ADITIVO  
SUPERPLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA -  
MOQUEGUA, 2019**

**PRESENTADA POR**

**BACHILLER EDWIN MOISES CAHUI PARILLO**

**ASESOR**

**DR. ALBERTO CRISTÓBAL FLORES QUISPE**

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

**MOQUEGUA – PERÚ**

**2021**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
Página de jurado .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Contenido .....	iv
RESUMEN.....	xxiii
INTRODUCCIÓN .....	xxv

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción de la realidad del problema.....	1
1.2 Definición del problema.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problemas específicos. ....	5
1.3 Objetivos de la investigación .....	5
1.3.1. Objetivo general. ....	5
1.3.2. Objetivos específicos. ....	5
1.4 Justificación.....	6
1.4.1. Estructural. ....	6
1.4.2. Económica.....	6
1.4.3. Tecnológica. ....	6
1.4.4. Social.....	6
1.4.5. Académica.....	6

1.5 Alcances y límites .....	7
1.5.1. Alcances. ....	7
1.5.2. Limites. ....	7
1.6 Variables .....	7
1.6.1. Operacionalización de variables. ....	7
1.7 Hipótesis de investigación .....	8
1.7.1. Hipótesis general. ....	8
1.7.2. Hipótesis específicos. ....	8

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes de la investigación .....	9
2.2 Marco teórico .....	10
2.2.1. Tipos de concreto. ....	10
2.2.2. Propiedades del concreto. ....	11
2.3.3. Componentes del concreto. ....	12
2.3.4. Control de calidad en el concreto. ....	19

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODO**

3.1 Tipo de investigación .....	23
3.2 Diseño de la investigación .....	23
3.3 Población y muestra .....	23
3.3.1. Población. ....	23
3.3.2. Muestra. ....	24

3.4 Descripción de instrumentos para recolección de datos .....	26
3.4.1. Registro de datos del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	26

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1 Presentación de resultados .....	27
4.1.1. Procedimiento de adquisición de materiales y lugar.....	27
4.1.2. Procedimiento en estado endurecido.....	31
4.1.3. Procedimiento en estado fresco.....	35
4.1.4. Análisis realizados en laboratorio. ....	39
4.1.5. Diagrama de flujo del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> con y sin aditivo.....	58
4.1.6. Diseño de mezclas de concreto ACI f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	59
4.1.7. Resumen de la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> sin aditivo. ....	68
4.1.8. Resumen de la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> con 0,5 % aditivo.....	69
4.1.9. Cuadros comparación de resistencia axial con aditivo y sin aditivo.....	74
4.2 Contrastación de hipótesis .....	77
4.2.1. Validación de datos de ensayo a compresión axial.....	77
4.2.2. Costo unitario de materiales de concreto. ....	163
4.3 Discusión de resultados.....	166

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones .....	168
------------------------	-----

5.2 Recomendaciones.....	170
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	171
APÉNDICES.....	170
MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	222
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	223

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Operación de Variables .....	8
Tabla 2 Características técnicas según la norma de resistencia a la compresión. ....	13
Tabla 3 Porcentaje típicos de los compuestos químicos principales del cemento. ....	14
Tabla 4 Sustancias permisibles en el agua. ....	15
Tabla 5 Hundimientos recomendados para varios tipos de construcción. ....	21
Tabla 6 Cantidad de testigos de concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> Con aditivo sikament <sup>R</sup> 306 .....	24
Tabla 7 Cantidad de testigos de concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> Sin aditivo .....	24
Tabla 8 Medida de la Muestra.....	40
Tabla 9 Cantidad Mínima de Muestra de Agregado Grueso.....	40
Tabla 10 Peso Mínimo para la Muestra de Ensayo.....	41
Tabla 11 Granulometría agregado fino para el diseño ASTM C 136 .....	46
Tabla 12 Datos para la determinación del peso específico y la absorción del agregado fino ASTM C 128 .....	48
Tabla 13 Datos para el cálculo de Absorción.....	49
Tabla 14 Datos obtenidos en laboratorio para determinar el contenido de humedad .....	50
Tabla 15 Datos de laboratorio para determinar el peso unitario del agregado. ....	51
Tabla 16 Granulometría agregado grueso para el diseño ASTM C 136.....	52

Tabla 17 Datos para la determinación del peso específico y la absorción del agregado fino ASTM C 127 .....	54
Tabla 18 Datos para el cálculo de Absorción.....	55
Tabla 19 Datos obtenidos en laboratorio para determinar el contenido de humedad .....	56
Tabla 20 Datos de laboratorio para determinar el peso unitario del agregado. ....	57
Tabla 21 Resultados de laboratorio que se usaran para el diseño de mezclas .....	59
Tabla 22 Peso específico de Cementos de Perú .....	60
Tabla 23 Condiciones del factor de seguridad requerido.....	61
Tabla 24 Dosificación en peso del concreto patrón para un metro cuadrado de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	61
Tabla 25 Docificación del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 0,5 % de aditivo Sikament 306 para 1m <sup>3</sup> .....	62
Tabla 26 Docificación del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 1 % de aditivo Sikament 306 para 1m <sup>3</sup> .....	62
Tabla 27 Docificación del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 1,5 % de aditivo Sikament 306 para 1m <sup>3</sup> .....	63
Tabla 28 Docificación del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 2 % de aditivo Sikament 306 para 1m <sup>3</sup> .....	63
Tabla 29 Docificación del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 3% de aditivo Sikament 306 para 1m <sup>3</sup> .....	64
Tabla 30 Análisis por briquetas.....	65

Tabla 31 Cantidad de material para 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> sin aditivo sikament 306 superplastificante .....	66
Tabla 32 Cantidad de material para unos 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> con 0,5 % de aditivo sikament 306 superplastificante .....	66
Tabla 33 Cantidad de material para unos 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> con 1,0 % de aditivo sikament 306 superplastificante .....	66
Tabla 34 Cantidad de material para unos 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> con 1,5 % de aditivo sikament 306 superplastificante .....	67
Tabla 35 Cantidad de material para unos 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> con 2,0 % de aditivo sikament 306 superplastificante .....	67
Tabla 36 Cantidad de material para unos 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> con 3,0 % de aditivo sikament 306 superplastificante .....	67
Tabla 37 Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos sin aditivo en kg/cm <sup>2</sup> .....	68
Tabla 38 Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con aditivo 0,5 % del peso del cemento .....	69
Tabla 39 Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con aditivo 1 % del peso del cemento .....	70
Tabla 40 Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con aditivo 1,5 % del peso del cemento .....	71
Tabla 41 Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con aditivo 2 % del peso del cemento .....	72
Tabla 42 Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con aditivo 3 % del peso del cemento .....	73

Tabla 43 Cantidad de pruebas de revenimiento para obtener de 4" de slump .....	76
Tabla 44 Resistencia promedio concreto sin aditivo.....	78
Tabla 45 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	79
Tabla 46 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con sin aditivo.....	79
Tabla 47 Resistencia promedio concreto con 0,5 % de aditivo sikament 306.....	81
Tabla 48 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	81
Tabla 49 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 0,5 % de aditivo.....	82
Tabla 50 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 0,5 % de aditivo a los 7 días .....	83
Tabla 51 Resistencia promedio concreto con 1 % de aditivo sikament 306.....	85
Tabla 52 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	85
Tabla 53 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 0,5 % de aditivo.....	86
Tabla 54 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1 % de aditivo a los 7 días .....	87
Tabla 55 Resistencia promedio concreto con 1,5 % de aditivo sikament 306.....	89
Tabla 56 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	89
Tabla 57 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 1,5 % de aditivo.....	89

Tabla 58 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1,5 % de aditivo a los 7 días .....	91
Tabla 59 Resistencia promedio concreto con 2 % de aditivo sikament 306.....	92
Tabla 60 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	93
Tabla 61 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 2 % de aditivo.....	93
Tabla 62 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 2 % de aditivo a los 7 días .....	94
Tabla 63 Resistencia promedio concreto con 3 % de aditivo sikament 306.....	96
Tabla 64 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	96
Tabla 65 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 3 % de aditivo.....	97
Tabla 66 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 3 % de aditivo a los 7 días .....	98
Tabla 67 Resistencia promedio concreto con 0,5 % de aditivo sikament 306.....	100
Tabla 68 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	100
Tabla 69 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.....	100
Tabla 70 Resistencia promedio concreto con 0,5 % de aditivo sikament 306.....	102
Tabla 71 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	102
Tabla 72 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.....	102

Tabla 73 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 0,5 % de aditivo a los 7 días .....	104
Tabla 74 Resistencia promedio concreto con 1 % de aditivo sikament 306.....	106
Tabla 75 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	106
Tabla 76 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.....	107
Tabla 77 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1 % de aditivo a los 7 días .....	108
Tabla 78 Resistencia promedio concreto con 1,5 % de aditivo sikament 306.....	110
Tabla 79 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	110
Tabla 80 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.....	110
Tabla 81 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1,5 % de aditivo a los 7 días .....	112
Tabla 82 Resistencia promedio concreto con 2 % de aditivo sikament 306.....	113
Tabla 83 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	114
Tabla 84 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 2 % de aditivo.....	114
Tabla 85 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 2 % de aditivo a los 14 días .....	115
Tabla 86 Resistencia promedio concreto con 3 % de aditivo sikament 306.....	117
Tabla 87 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	117

Tabla 88 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 3 % de aditivo.....	117
Tabla 89 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 3 % de aditivo a los 7 días .....	119
Tabla 90 Resistencia promedio concreto con 0,5 % de aditivo sikament 306.....	120
Tabla 91 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	121
Tabla 92. Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.....	121
Tabla 93 Resistencia promedio concreto con 0,5 % de aditivo sikament 306.....	122
Tabla 94 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	122
Tabla 95 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.....	123
Tabla 96 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 0.5 % de aditivo a los 7 días .....	124
Tabla 97 Resistencia promedio concreto con 1 % de aditivo sikament 306.....	126
Tabla 98 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	127
Tabla 99 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.....	127
Tabla 100 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1 % de aditivo a los 21 días .....	128

Tabla 101 Resistencia promedio concreto con 1,5 % de aditivo sikament 306.....	130
Tabla 102. Datos estadísticos para la prueba t Student.....	130
Tabla 103 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.....	131
Tabla 104 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1,5 % de aditivo a los 7 días .....	132
Tabla 105 Resistencia promedio concreto con 2 % de aditivo sikament 306.....	134
Tabla 106 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	134
Tabla 107 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 2 % de aditivo.....	134
Tabla 108 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 2 % de aditivo a los 21 días .....	135
Tabla 109 Resistencia promedio concreto con 3 % de aditivo sikament 306.....	137
Tabla 110 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	137
Tabla 111 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 3 % de aditivo.....	138
Tabla 112 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 3 % de aditivo a los 21 días .....	139
Tabla 113 Resistencia promedio de concreto con aditivo sikament 306 .....	141
Tabla 114 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	141

Tabla 115 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 0,5 % de aditivo.....	141
Tabla 116 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 0,5 % de aditivo a los 7 días .....	143
Tabla 117 Resistencia promedio concreto con 0,5 % de aditivo sikament 306.....	145
Tabla 118 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	145
Tabla 119 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.....	146
Tabla 120 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 0,5 % de aditivo a los 7 días .....	147
Tabla 121 Resistencia promedio concreto con 1 % de aditivo sikament 306.....	149
Tabla 122 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	150
Tabla 123 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.....	150
Tabla 124 Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1 % de aditivo a los 28 días .....	151
Tabla 125 Resistencia promedio concreto con 1,5 % de aditivo sikament 306.....	153
Tabla 126 Datos estadísticos para la prueba t Student.....	153
Tabla 127 Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.....	153

Tabla 128	Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1,5 % de aditivo a los 28 días .....	155
Tabla 129	Resistencia promedio concreto con 2 % de aditivo sikament 306.....	156
Tabla 130	Datos estadísticos para la prueba t Student.....	157
Tabla 131	Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 2 % de aditivo.....	157
Tabla 132	Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 2 % de aditivo a los 28 días .....	158
Tabla 133	Resistencia promedio concreto con 3 % de aditivo sikament 306.....	160
Tabla 134	Datos estadísticos para la prueba t Student.....	160
Tabla 135	Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 3 % de aditivo.....	160
Tabla 136	Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 3 % de aditivo a los 7 días .....	162
Tabla 137	Costo de materiales por unidad de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> sin aditivo.....	163
Tabla 138	Costo de materiales por unidad de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 0,5 % de aditivo.....	164
Tabla 139	Costo de materiales por unidad de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 1 % de aditivo.....	164
Tabla 140	Costo de materiales por unidad de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 1,5 % de aditivo.....	164

Tabla 141 Costo de materiales por unidad de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 2 % de aditivo .....	164
Tabla 142 Costo de materiales por unidad de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con 3 % de aditivo .....	165
Tabla 143 Porcentaje de materiales de la tanda de prueba con respecto a la tandacon aditivo sikament 306.....	165
Tabla 144 Porcentaje de materiales de la tanda de prueba con respecto a la tandacon aditivo sikament 306.....	165
Tabla 145 Porcentaje de materiales de la tanda de prueba con respecto a la tandacon aditivo sikament 306.....	166

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación del departamento de moquegua.....	1
Figura 2. Ubicación del predio cantera marón de investigación .....	2
Figura 3. Vivienda de auto construccion .....	4
Figura 4. Comparación de tipo de cemento de acuerdo a la hoja técnica .....	13
Figura 5. Cemento Portad Puzolánico Yura IP .....	14
Figura 6. Presentación del aditivo Sikament – 306 plastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad .....	17
Figura 7. Ensayo de slump en el concreto fresco.....	21
Figura 8. Ensayo de compresión axial en el concreto endurecido .....	22
Figura 9. Tipos de fallas de en la prueba de laboratorio .....	22
Figura 10. Agregado grueso cantera marón .....	28
Figura 11. Agregado fino cantera marón .....	28
Figura 12. Aditivo sicament 306 en cilindros de 1000 litros .....	29
Figura 13. Tienda de aditivos de sika Av. Balta Moquegua .....	30
Figura 14. Cemento que se usa para el diseño yura 1p .....	30
Figura 15. Laboratorio de suelos concreto y asfalto Sergeo .....	31
Figura 16. Curado de probetas en agua en 7, 14, 21 y 28. Días.....	32
Figura 17. Curado de testigos de concreto con 0,5 % 1 % 1,5 % 2 % 3 % más el concreto patrón.....	32
Figura 18. Rotura de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	33
Figura 19. Visualización de compresion en distintyas edades del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	33

Figura 20. Visualizacion de rotura de acuerdo alas edades planteadas del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> y determinación de fallas.....	34
Figura 21. Prueba de revenimiento de 3" a 4" .....	35
Figura 22. Llenado de probetas de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> con y sin aditivo, ASTM C 172 - 08.....	36
Figura 23. Preparación de los testigos de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	36
Figura 24. Se verifica el contenido de aire siguiendo las normas del NTP y ASTM.....	37
Figura 25. El contenido de aire de la muestra de concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	37
Figura 26. Ensayo para determinar el peso unitario del concreto siguiendo las normas astm C 138 - 09 .....	38
Figura 27. Se observa la toma de temperatura en estado fresco del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	38
Figura 28. Cuarteo del agregado grueso en laboratorio .....	39
Figura 29. Se observa el proseso de granulometria siguiendo las normas ASTM.....	45
Figura 30. Curva granulométrica del agregado fino .....	47
Figura 31. Curva granulométrica del agregado grueso .....	53
Figura 32. Diagrama de flujo del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	58
Figura 33. Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos sin aditivo.....	68
Figura 34. Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con 1 % de aditivo.....	69

Figura 35. Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con 2 % de aditivo .....	70
Figura 36. Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con 1,5 % de aditivo .....	71
Figura 37. Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con 4 % de aditivo .....	72
Figura 38. Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con 0,3 % de aditivo .....	73
Figura 39. Resumen de comparación de resistencias con y sin aditivo de concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	74
Figura 40. Resumen de comparación de resistencias con y sin aditivo de concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	74
Figura 41. Resumen de comparación de resistencias con y sin aditivo de concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	75
Figura 42. Resumen de comparación de resistencias con y sin aditivo de concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	75
Figura 43. Resumen de comparación de resistencias con y sin aditivo de concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	76

## ÍNDICE DE APÉNDICES

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Tablas del diseño de mezclas del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	174
Apéndice B. Figuras de resultados del diseño de mezclas 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	180
Apéndice C. Fotografías de norma técnica campana de gaus y proceso de elaboración del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	199

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de mejorar la resistencia del concreto  $f'c$  210  $kg/cm^2$  para optimizar los trabajos en auto construcción evaluando el concreto fresco y endurecido con el cemento Yura 1P tipo 1 para el diseño se realiza mediante el método ACI 211, Con la utilización del aditivo sikament<sup>R</sup> 306 superplastificante, al adicionando en el concreto  $f'c$  210  $kg/cm^2$  las siguientes proporciones de aditivo con respecto al peso de cemento como son. 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 %, y 3 % para luego hacer una comparación de su resistencia en distintas edades de curado como son 7, 14, 21 y 28 días, se evaluara 80 con aditivo y 16 sin aditivo, los testigos de concreto  $f'c$  210  $kg/cm^2$  curado en temperatura donde no afecte a la resistencia, dicho procedimiento se tomó de la NTP 339,183 y la ASTM C 39, los testigos se rompieron a compresión y se comparó la resistencia, por otro lado se realizó el análisis estadístico y análisis de costo, En los resultados se ve que incrementa la resistencia del concreto el uso de aditivo en porcentajes siendo el 2 % alcanzando una resistencia igual a  $f'c$  331,00  $kg/cm^2$  de resistencia promedio siendo el máximo a los 28 días y progresivamente en las distintas edades planteadas, al 3 % no gana tanta resistencia en todas sus edades.

Palabra Clave: Aditivo Sikament<sup>R</sup> 306, Concreto  $f'c$  210  $kg/cm^2$ , evaluación, comparación, Resistencia.

## ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of improving the resistance of the concrete  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> to optimize the works in self-construction evaluating the fresh and hardened concrete with the Yura 1P type 1 cement for the design is carried out by means of the ACI 211 method, With the use of the sikamentR 306 superplasticizer additive, by adding the following proportions of additive to the concrete  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> with respect to the weight of cement as they are. 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 %, and 3 % to then make a comparison of their resistance at different curing ages such as 7, 14, 21 and 28 days, 80 with additive and 16 without additive, the concrete witnesses  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> cured at a temperature where it does not affect the resistance, this procedure was taken from the NTP 339,183 and the ASTM C 39, the witnesses were broken in compression and the resistance was compared, On the other hand, statistical analysis and cost analysis were performed. In the results it is seen that the resistance of the concrete increases the use of additive in percentages being 2 % reaching a resistance equal to  $f'c$  331.00 kg/cm<sup>2</sup> of average resistance being the maximum at 28 days and progressively in the different ages. raised, at 3 % it does not gain as much resistance in all its ages.

Keywords: SikamentR 306 Additive, Concrete  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, evaluation, comparison, Resistance

## INTRODUCCIÓN

El empleo de aditivos químicos en la etapa de preparación del concreto es muy conveniente, ya que permite alcanzar las propiedades deseadas. En este caso la presente investigación plantea aplicar el aditivo Sikamet<sup>R</sup> N° 306 Súper plastificante reductor de alto rango que mantiene la trabajabilidad en el concreto, el cual proporciona: alta resistencia inicial, reducción de relación a/c e incremento del peso unitario.

La investigación consistirá en la elaboración de testigos de concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , los cuales dieciséis serán sin aditivo y ochenta con aditivo, los y serán curados a los veintiocho días sumergidos en agua de acuerdo a la NTP 339,183, posterior a ello se efectuará los ensayos de compresión axial y se realizará la comparación de resultados, a fin de determinar la influencia producida por el aditivo mencionado líneas arriba, en el concreto.

Utilizando aditivos para concreto tendremos menos problemas evitaremos problemas o daños posteriores y que el costo beneficio se ve compensado en la obra. También en la mezcla del concreto se usa aditivos para acelerar retardar el fragado y endurecimiento para mejorar o modificar las propiedades del concreto

Se puede incorporar a la mezcla aditivos como puzolana, cenizas y la escoria asiendo mas económico el concreto, también para mejorar las propiedades del concreto y su comportamiento a ataque alcalina por sulfatos de reacción en los agregados.

El concreto es un material más usado a nivel regional y mundial. Tiene dos cualidades que hace diferente al resto de materiales puede ser preparado al momento por los mismos ingenieros de obra en una planta de pre mezclado, dosificando los materiales a mesclar; y también debe de cumplir con los requisitos fresco y endurecido, el primero de consistencia y cohesión, y el segundo de resistencia y durabilidad.

## CAPÍTULO I

### PRANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Descripción de la realidad del problema

Moquegua es región en la cual se presentan deficiencias en la construcción de edificaciones, en la figura 1 se detalla la ciudad de investigación:



Figura 1. Ubicación del departamento de moquegua

En la figura 2 se detalla la ubicación de la predio (cantera maron - moquegua) con el cual se efectuara la presente investigación:

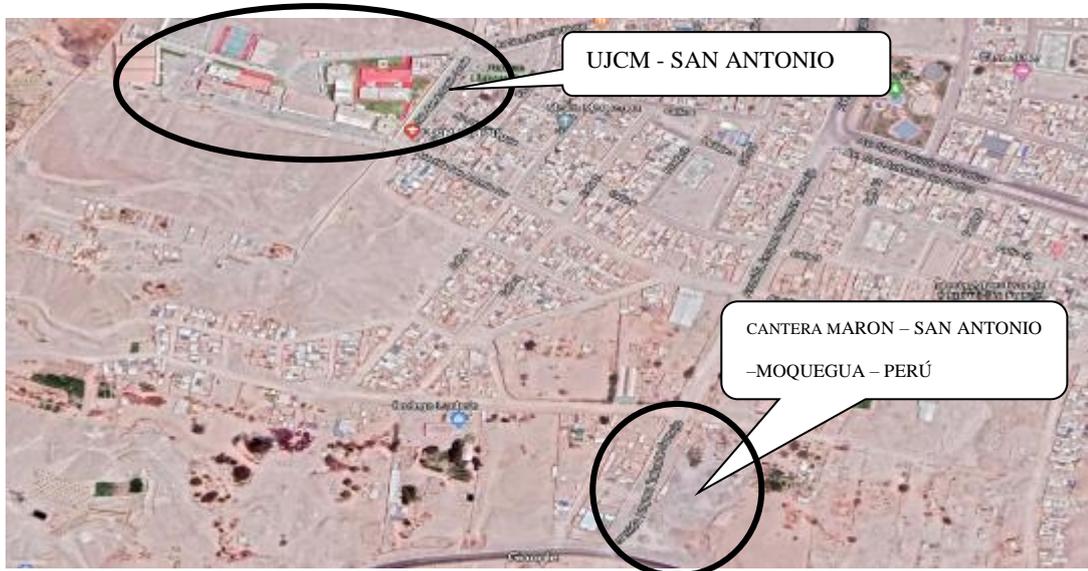


Figura 2. Ubicación del predio cantera marón de investigación

Fuente: google, 2020

El concreto en el mundo es el más usado para la construcción por ser manejable y por ocupar cualquier forma que se le da. El concreto hoy en día requiere de aditivos para mejorar su calidad sin alterar su producto.

“hace unos 20 años, y desde la irrupción de los rascacielos dentro del paisaje urbano, la estructura metálica ha sido la tipología fundamental por lo que se refiere al material constituyente de la misma. Sin embargo, el empleo del concreto como material base en las estructuras de los edificios altos se ha incrementado notablemente en los últimos años” Huincho (2011)

En el peru el concreto es usado en grandes cantidades por el crecimiento poblacional y debido a eso cada vez construyen obras entre viviendas carreteras puentes, viviendas informales, entre otros.

En Moquegua genera alta demanda de construcción a causa del crecimiento poblacional como son las migraciones de personas de otros departamentos entre otro. Debido a esto el concreto. El aditivo es usado para dar seguridad y bienestar. Al emplear al concreto y que cumplan las grandes exigencias del mercado a corto como largo plazo.

La tecnología hizo que aparezcan los aditivos con el fin de mejorar las propiedades de la concreto en estado fresco como en estado endurecido, con la adición de aditivo es posible tener buenos beneficios. Que con su uso se tiene impacto en el medio ambiente. Con el empleo de este aditivo no existen deterioros ni imperfecciones tempranas al usarlas en edificaciones, carreteras y otros. Por ya haber sido usado por distintas entidades.

“Los concretos de hoy requieren en su composición la incorporación de aditivos y adiciones con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas y de durabilidad” Huincho (2011).

Existe diferentes factores que contribuyen a que se presentes problemas en las construcciones de edificaciones, por ello se mencionan las más importantes:

El incremento de autoconstrucción de edificaciones, se constituye en un problema ya que no se consideran aspectos técnicos, mucho menos son supervisados por especialistas. “La producción habitacional es mayoritariamente informal en nuestro país, está ajena a las formalidades administrativas y exigencias tecnocráticas. Como ya se ha indicado, durante el período intercensal 1981 – 1993, se han construido en promedio 121.249 viviendas” (Quispe, 2005, p.29).

La omisión de aditivos químicos en la etapa de mezclado del concreto, ya que dichos aditivos tienen muchas bondades, dentro de ellas mejorar las propiedades, tanto en estado fresco y/o endurecido. “Los aditivos son modificadores y mejoradores de las mezclas de concreto. Son productos solubles en agua, con el propósito de producir una modificación en el comportamiento del concreto en estado fresco o en condiciones de trabajo” (Construcción y Tecnología, 2010, p.24)

Construcción y tecnología (2010) afirma que “La importancia de los aditivos es que, entre otras acciones, permiten la producción de concretos con características diferentes a los tradicionales y han dado un creciente impulso a la construcción” (p.24).



*Figura 3.* Vivienda de auto construcción  
Fuente: Romero, 2012

## **1.2 Definición del problema**

### **1.2.1. Problema general.**

PG ¿Cómo Comparara la resistencia del concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua - Moquegua, 2019?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

PE<sub>1</sub> ¿Cómo relacionara el costo del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua - Moquegua, 2019?

PE<sub>2</sub> ¿Cómo verificara el curado de los testigos de concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua - Moquegua, 2019?

PE<sub>3</sub> ¿Cómo determinará las proporciones del concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua - Moquegua, 2019?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general.**

OG Comparar la resistencia del concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua - Moquegua, 2019.

### **1.3.2. Objetivos específicos.**

OE<sub>1</sub> relacionar el costo del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua - Moquegua, 2019

OE<sub>2</sub> verificar el curado de los testigos de concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua - Moquegua, 2019.

OE<sub>3</sub> Determinar las proporciones del concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua - Moquegua, 2019.

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1. Estructural.**

El presente trabajo de investigación busca preservar las edificaciones en condiciones óptimas, para ello plantea la adición de aditivos químicos en la etapa de elaboración del concreto, a fin de que el comportamiento estructural de dichas edificaciones sea adecuado.

### **1.4.2. Económica.**

La investigación plantea el uso de aditivos químicos en proporciones requeridas, es decir no se utilizará más de lo debido, se evaluará el costo de material y de esta forma se optimiza el uso de dichos aditivos.

### **1.4.3. Tecnológica.**

Las construcciones hoy en día son más eficientes con la aparición de los aditivos y así evitar deterioros e imperfecciones tempranas del concreto.

### **1.4.4. Social.**

Con el crecimiento de la población, hay mayor demanda de construcción y el uso del concreto con aditivo superplastificante tiene criterios de diseño que cumple las exigencias del mercado.

### **1.4.5. Académica.**

Se recolecta de información de distintos lugares con el fin de dar solución a la evaluación del concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante siguiendo las normas del NTP y ASTM tanto en concreto fresco como en concreto endurecido.

## **1.5 Alcances y límites**

### **1.5.1. Alcances.**

Se cuenta con información referida al tema de investigación, por ello se seleccionará las que guarden mayor relación. Así mismo cabe señalar que el aditivo planteado emplear en la investigación es de fabricación nacional.

### **1.5.2. Límites.**

En algunos casos no se encontraron los equipos necesarios.

El traslado de agregados (arena gruesa y piedra de 3/4")

## **1.6 Variables**

Son objetos medibles de la investigación se dividen en grupos distintos de acuerdo a su origen si es cualitativa o cuantitativa, se optó por estudiar las siguientes variables.

- Variable independiente: Evaluación del concreto y su influencia.
- Variable dependiente: Empleo del aditivo súper plastificante reductor de alto rango que mantiene la trabajabilidad.
- Variable interviniente. Evaluación de la resistencia

### **1.6.1. Operacionalización de variables.**

Variable independiente: A través de la utilización del aditivo súper plastificante reductor de alto rango que mantienen la trabajabilidad en la etapa de elaboración del concreto.

Variable dependiente: A través de ensayos de laboratorio en los cuales se hallará la resistencia a compresión de los testigos de concreto.

**Tabla 1**  
*Operación de Variables*

Variable	Indicadores	Valores Finales	Tipo de Variable
Variable Independiente			
Aditivo	Dosificación en porcentajes de aditivo 0,5 % a 3 %	Con respecto al peso de cemento 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 %, 3 %	Numérica, Discreta
Variable Dependiente			
Concreto	Evaluar la dureza del concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	Edades en días 7, 14, 21 y 28	Numérica, Continua

*Nota:* en la siguiente tabla se muestra el proceso de trabajo de operación de las variables

## 1.7 Hipótesis de investigación

La hipótesis es de causalidad se presenta por presentar variable dependiente y variable independiente (causa efecto)

### 1.7.1. Hipótesis general.

HG Con la comparación del concreto con aditivo súper plastificante reductor de agua mejorara la resistencia - Moquegua, 2019.

### 1.7.2. Hipótesis específicos.

HE<sub>1</sub> Con la relación de los componentes reducirá el costo del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua - Moquegua, 2019

HE<sub>2</sub> Con la verificación del curado de los testigos de concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua, ganara resistencia - Moquegua, 2019.

HE<sub>3</sub> Con la determinación de las proporciones del concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el empleo de aditivo superplastificante reductor de agua abra incremento de resistencia - Moquegua, 2019.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Se efectuó una revisión de fuentes bibliográficas, las cuales se describen a continuación:

Coapaza y Cahui (2018) desarrolló la tesis titulada “Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno” esta tesis analiza la adición de aditivo en viviendas de auto construcción en el concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Es de tipo correlacional y su nivel es explicativo. Mejora las propiedades del concreto, obtimizacion de costo en materiales.

Garay y Quispe (2016) desarrolló la tesis titulada “Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango)” en la ciudad de Lima, cuyo objetivo de estudio fue el comportamiento del concreto producido en la autoconstrucción. Para ello se analizaron muestras del concreto, sin realizar ningún cambio en su producción; y también muestras del concreto con aditivo superplastificante, éstos últimos fueron entregados a los constructores con

La finalidad de modificar las propiedades del concreto. Al usar el aditivo se redujo la cantidad de agua de mezcla y, por lo tanto, se mejoró la calidad del concreto.

Huarcaya (2014) desarrolló la tesis titulada “Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional sikament 290 y aditivo súper plastificante de alto desempeño sika viscoflow 20e” en la ciudad de Lima”, cuyo objetivo fue diseñar concretos que mantengan su fluidez por varias horas, incrementando el tiempo de trabajabilidad y también se estudia el comportamiento del asentamiento del concreto usando dos tipos de aditivos: 19 - Aditivo polifuncional para concreto (Sikament 290N). - Aditivo súper plastificante de alto desempeño y retenedor de trabajabilidad para concreto (Viscoflow 20E).

Anicama (2020) desarrollo la siguiente tesis “Aplicación de aditivo microsílíce, y superplastificante para el diseño de mezclas de concreto de alto desempeño, Lima, 2019” debido al crecimiento de las edificaciones analiza la resistencia en el concreto con aditivo superplastificante y microcilice para mejorar la adición de los aditivos en el concreto.

## **2.2 Marco teórico**

El concreto es el producto de la aleación de materiales como el cemento, agregados, agua y aditivos, el cual es bastante utilizado en las construcciones del país.

### **2.2.1. Tipos de concreto.**

- Concreto de baja permeabilidad
- Concreto Autocompactable
- Concreto Ligero
- Concreto Relleno fluido
- Concreto Permeable

## **2.2.2. Propiedades del concreto.**

La mezcla de concreto presente propiedades en estado fresco y endurecido se describen los:

### **2.2.2.1 En estado fresco.**

#### *2.2.2.1.1 Trabajabilidad.*

Es el comportamiento que presenta el concreto fresco para ser mezclado, la Resistencia al corte tiene el comportamiento de rotar los agregados sobre la pasta, la cohesión el modo de pegado entre la pasta de cemento y los agregados.

#### *2.2.2.1.2 La viscosidad.*

La viscosidad es las capas de la pasta del cemento, es lo proporcional entre la fuerza y gradiente, la coesion es adherencia del pegado de la paste y el agregado, la resistencia interna al corte tiene la habilida de desplazarse dentro de la misma.

#### *2.2.2.1.3 Segregación.*

Es la descomposición del agregado grueso del mortero en el concreto fresco, perjudicial por que se descompone el concreto fresco.

#### *2.2.2.1.4 Exudación.*

Es cuando los solidad se asientan dentro del agua o masa plástica, el agua sube Asia arriba.

### **2.2.2.2 En estado endurecido.**

#### *2.2.2.2.1 Resistencia.*

No se puede probar en estado plástico el procedimiento es en tomar muestras durante el mezclado curarlo y luego llevarlo al laboratorio para someterlo a pruebas de compresión.

#### *2.2.2.2.2 Durabilidad.*

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, desgaste y acción de productos químicos, a los cuales estará sometido en el servicio.

### **2.3.3. Componentes del concreto.**

#### *2.3.3.1 Cemento.*

Su nombre deriva del latín caementum, porque los romanos llamaban opuscaementitium (obra cementicia), es uno de los materiales que más se produce en el mundo con más de 1800 millones de toneladas al año, gracias a sus propiedades de composición químicas tienen. Mucha durabilidad en estos tiempos.

El cemento que se usará será portland puzolánico yura IP de alta durabilidad su fabricación es certificado mediante un sistema de calidad con la iso 9001 y de gestión ambiental iso 14001 sus componentes y tecnología en su fabricación protegen ala abrasión u otros tipos de deterioros.

Puede ser usado en obras de alta exigencia de durabilidad, resiste ante el medio ambiente por lo tanto alarga su vida útil.

#### *2.3.3.1.1 Indicaciones del cemento Yura IP.*

Mantener en ambiente seco separado del suelo y paredes, proteger contra la humedad o corriente de aire húmedo, cubrir el cemento con polietileno en caso de almacenamiento, no apilar a más de 10 bolsas, se recomienda usar el cemento antes

de los 60 días, Según la norma técnica peruana NTP 334.090 cemento portland tipo IP.

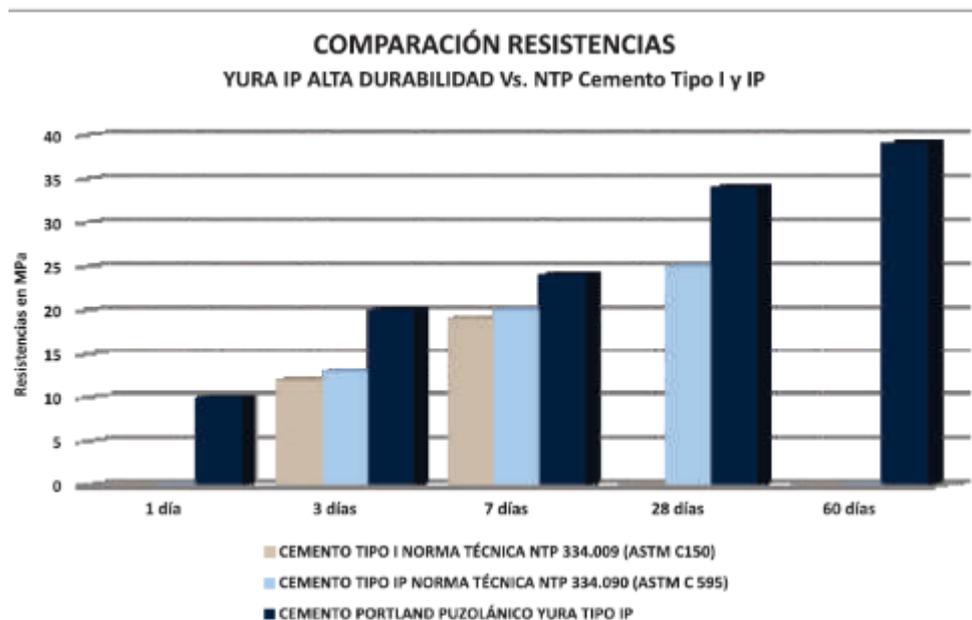
**Tabla 2**

*Características técnicas según la norma de resistencia a la compresión.*

Cemento Portland Yura Ip.			ASTM C 595	ASTM C 595
Resistencia a la compresión	kgf/cm <sup>2</sup>	mpa	kgf/cm <sup>2</sup>	mpa
1 días	104	10	-	-
3 días	199	20	133 min	13
7 días	247	24	104 min	20
28 días	342	34	255 min	25
60 días	397	39	-	-
Resistencia a los sulfatos	Cemento IP yura	-	-	-
% de expansión a los 14 días	0,018	-	-	-

Fuente: Yura, S. A., 2017

*Nota:* en la siguiente tabla nos habla de cómo gana resistencia el concreto con el cemento yura de tipo IP en diferentes días.



*Figura 4.* Comparación de tipo de cemento de acuerdo a la hoja técnica

Fuente: Yura, S. A., 2017.

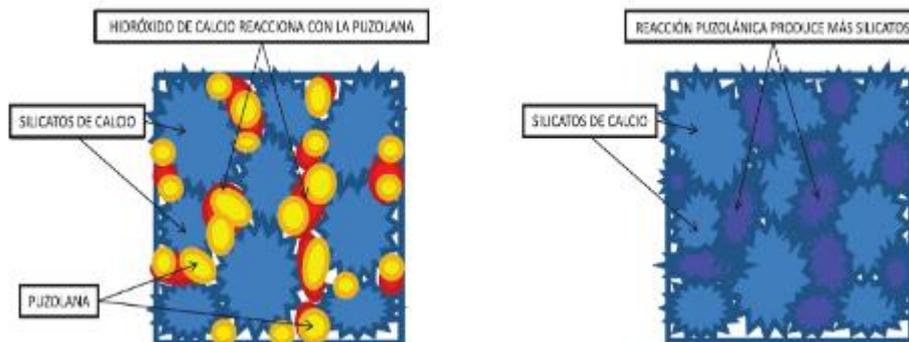


Figura 5. Cemento Portad Puzolánico Yura IP  
Fuente: Yura, S. A., 2021.

*Nota:* La puzolana que tiene el cemento yura reacciona con el hidróxido de calcio y produce más silicatos de calcio. Esto produce mayor resistencia y sella los poros lo cual ase más impermeable.

**Tabla 3**  
*Porcentaje típicos de los compuestos químicos principales del cemento.*

Designación	Fórmula	Abreviatura	Porcentaje
Silicato tricálcico	$3 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S	30 % a 50 %
Silicato dicálcico	$2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S	15 % a 30 %
Aluminato tricálcico	$3 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A	4 % a 12 %
Ferro aluminato tetracálcico	$4 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF	8 % a 13 %
Cal libre		CaO	
Magnesia libre (Periclusa)		MgO	

Fuente: Yura, S. A., 2017.

### 2.3.3.2 Agua.

Las indicaciones del agua debe ser fresca y limpia sin residuos de asidos, sulfatos material organico entre otras sutancia extensas, el agua deberá ser pura y que cumpla las condiciones químicamente y que no afecte en la resistencia de la mezclado del concreto.

Los límites de sustancia concentradas para el agua máximos permisibles son los siguientes.

**Tabla 4**  
*Sustancias permisibles en el agua.*

<b>Sustancias</b>	<b>Límite máximo</b>
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	200 ppm
Sales de magnesio	125 ppm
Sales solubles	300 ppm
Sólidos en suspensión	10 ppm
Materia orgánica expresada en oxígeno consumido	0,001 ppm
Ph	< 7

Fuente: Abanto, 2017

Nota. En la siguiente tabla se muestra sustancias permisibles para el agua

### **2.3.3.3 Agregado fino.**

Es la desintegración natural y/o artificial de rocas que pasa el tamiz 3 / 8 y es retenido en tamiz N° 200 según NTP 400.011.

Las mallas utilizado para el agregado fino son: n° 4, 8, 16, 30, 50 y 100.

Setiembre del 2016 El reglamento nacional de construcciones específicas la granulometría de la arena en concordancia con las normas, ASTM diseño de mezclas.

### **2.3.3.4 Agregado grueso.**

Es el material grueso que es de la desintegración mecánica, retenido en el tamiz N° 4, según NTP 400.011

### **2.3.3.5 Aditivos.**

Son componentes orgánicos (resinas), inorgánicos que mejoran la calidad del concreto se suele presentar en polvo y líquido.

Es un componente de naturaleza orgánica o inorgánica (resinas) tiene como objeto modificar las propiedades físicas de los materiales en estado fresco y viene en estado líquido y polvo por diferentes empresas como Sika y Chema entre otros.

#### *2.3.3.5.1 Aditivo Sikament – N° 306 superplastificante.*

Este aditivo es líquido de color café, no contiene cloruros, este aditivo trabaja como plastificante y como superplastificante de acuerdo a las proporciones de aditivo, Esta de cumpliendo como superplastificante según la norma ASTM C - 494, ASTM C - 1017 y NTC 1299, tipo G.

##### *2.3.3.5.1.1 Instrucciones de aplicación.*

Mezclar los concretos y morteros por 5 minutos removidos para obtener una mezcla

##### *2.3.3.5.1.2 Ventajas en el concreto fresco.*

- Mayor trabajabilidad sin aumentar agua. (Aumenta 30 % de agua el aditivo)
- Poca agua mayor trabajabilidad. (con esto evitara segregación y cangrejas.)
- Puede hacer más lento o más rápido el tiempo de fraguado inicial. (de acuerdo al % de aditivo que se usara de acuerdo al porcentaje del cemento).

##### *2.3.3.5.1.3 Ventajas en estado endurecido.*

- Lento es el calor de hidratación durante el endurecimiento.
- aumenta la resistencia del concreto. (Hasta un 40 % la resistencia inicial y final del concreto a diferentes edades).
- Aumenta el pegado del concreto, acero de refuerzo (por el slump incrementado).

- baja el costo unitario del concreto (en el incremento de resistencia con el aditivo por lo tanto se puede reducir el cemento en climas templados y fríos).



*Figura 6.* Presentación del aditivo Sikament – 306 plastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad

Fuente: Sika S.A. peru, 2020

#### *2.3.3.5.2 Modificadores de la reología.*

Son aditivos que cambia el comportamiento del concreto en estado fresco, tal como la docilidad, consistencia, etc.

#### *2.3.3.5.3 Modificadores del fraguado.*

Son aquellos que retrasan o adelantan el fraguado o sus condiciones.

Los componentes básicos del hormigón son cemento, agua y áridos, otros componentes que se pueden agregar como adiciones, aditivos, fibras, cargas y pigmentos.

Hay aditivos que incrementan la fluidez del concreto asiendo más manejable los aditivos acelerante es para un lugar con condiciones climatológicas de se evita un curado rápido.

El aditivo retardante son usado en donde el concreto fragua rápidamente o en donde tiene que viajar por mucho tiempo.

#### *2.3.3.6.1 Clasificación de aditivos.*

##### *2.3.3.6.1.1 Según la norma técnica ASTM – C494.*

- Categoría A: Reductor de Agua (Plastificante).
- Categoría B: Retardante
- Categoría C: Acelerante
- Categoría D: Reductor de Agua Retardante
- Categoría E: Reductor de Agua Acelerante
- Categoría F: Súper Reductor de Agua
- Categoría G: Súper Reductor de Agua Retardante

##### *2.3.3.5.3 Reductor de agua (Plastificantes).*

###### *2.3.3.5.3.1 Reductor de agua y Retardante.*

El plastificante hace que el concreto se vuelva más líquido, con mayor fluidez permite disminuir el agua, por tanto, aumenta su resistencia en estado endurecido.

Los plastificantes y/o reductores de agua da al concreto un menor costo y un mejor desempeño.

#### *2.3.3.5.4 Super reductor de agua retardante y super retardante de agua.*

Los super plastificantes se emplean cuando los plastificantes han llegado a su máximo, en los concretos con alto asentamiento slump o trabajabilidad de 6” a mayores.

##### *2.3.3.5.4.1 Retardante.*

Cuando la temperatura del concreto es muy elevada se reduce el calor de hidratación del concreto este aditivo permite regular los tiempos de fraguados.

Este aditivo permite cambiar el ritmo de hidratación.

##### *2.3.3.5.5 Acelerante y reductor de agua acelerante.*

Este acelerante es adicionado al concreto con el fin de disminuir los tiempos de fraguado, incrementar la resistencia en tiempos cortos de fraguado, aumentar las resistencias en edades tempranas, en estado fresco y en estado endurecido se usa acelerantes.

#### ***2.3.3.6 Según el comité 212 del ACI.***

- Aditivos acelerantes
- Aditivos introductores de aire
- Aditivo reductor de agua y reguladores de fraguado
- Aditivos minerales finamente divididos
- Aditivos miscelánea

#### **2.3.4. Control de calidad en el concreto.**

Se define como el conjunto de acciones y decisiones que se toman para comprobar el cumplimiento de requisitos exigidos del concreto.

Ensayo del revenimiento o asentamiento según MTC E705 (Slump)

El ensayo se realiza para ver la consistencia de una muestra de concreto y estricto control de materiales de concreto fresco. En condiciones de laboratorio que tiene poco contenido de agua sin que produzca un cambio de volumen.

Según Ruíz (2006), la consistencia se define como la capacidad de la mezcla de mantenerse homogénea con una permanencia en un estado determinado en función del tiempo. Se mide mediante el ensayo de Asentamiento o Slump, utilizando el cono de Abrahms.

De acuerdo al ICG el asentamiento del cono de Abrams se da los siguientes pasos

- Durante el proceso del llenado de concreto debe realizarse cada hora una prueba en el mínimo recomendable.
- Equipo requerido, cono limpio, varilla de acero de 24" de largo 5 / 8" de diámetro de extremos redondeados
- Colocar una plancha de metal y luego el cono la superficie tiene que ser limpia y ligera.
- Afirmary el cono parándose en las orejas
- Llenar el cono de tercios, chuseando 25 veces con la varilla de acero. La operación de llenado debe efectuarla otra persona.
- Enrasar la superficie.
- Limpiar la superficie de asiento particularmente en los bordes del cono.
- Se tiene que alzar el cono verticalmente.
- Se asentará la mezcla
- Se procede a medir el asentamiento
- Medir el slump (asentamiento).

El hundimiento aumenta proporcionalmente con la cantidad de agua. En la figura 3 se aprecia la ejecución del ensayo de revenimiento:



Figura 7. Ensayo de slump en el concreto fresco

Se puede usar la siguiente tabla como referencia en caso de no estar especificado el asentamiento como referencia:

**Tabla 5**

*Hundimientos recomendados para varios tipos de construcción.*

<b>Tipos de construcción</b>	<b>Slump Máximo (pulg.)</b>	<b>Mínimo (pulg.)</b>
Zapatas y muros de cimentación reforzada	3	1
Zapatas simples, caissons y muros de subestructura	3	1
Vigas y muros reforzados	4	1
Columnas de edificios	4	1
Pavimentos y losas	3	1
Concreto masivo	2	1

Fuente: capeco, 2010

*Nota:* en la siguiente tabla nos muestra los asentamientos para diferentes tipos de concreto.

#### ***2.3.4.1 Ensayo de compresión.***

Es la resistencia mediante el ensayo de laboratorio de un material o deformación ante un esfuerzo de compresión, se verá en el testigo de concreto (hormigón).



Figura 8. Ensayo de compresión axial en el concreto endurecido

#### 2.3.4.1.1 Tipos de fallas en testigos de concreto.

Las fallas producidas en los testigos de concreto son diferentes, las cuales se presentan debido a algunos factores. En la figura 5 se detallan los tipos de fallas más comunes:

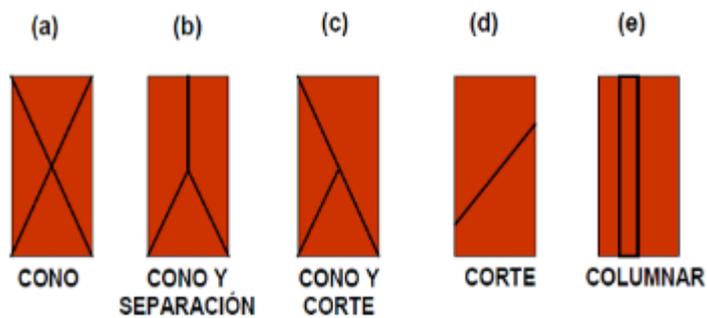


Figura 9. Tipos de fallas de en la prueba de laboratorio

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODO**

El método utiliza los conocimientos de la investigación para traer beneficios a la sociedad.

#### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación es de tipo correlacional su fin es de relacionar las características del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> (resistencia y costo unitario).

#### **3.2 Diseño de la investigación**

El Diseño de la investigación Se adoptará a un diseño cuasiexperimental, ya que, permite manipular la variable independiente para verificar el efecto y relación en la variable dependiente.

#### **3.3 Población y muestra**

##### **3.3.1. Población.**

La población estará constituida por el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Con relación a esta investigación se tiene una población de briquetas sometidas para los siguientes ensayos de laboratorio mediante distintas proporciones y a diferentes días de curado con aditivo y sin aditivo. Lo cual se especificará en la siguiente tabla 6 y 7.

### 3.3.2. Muestra.

Es un sub conjunto de la población, la muestra debe ser representativa de acuerdo a sus generalizaciones de la población.

Es importante tomar mayor cantidad muestras de concreto en briquetas y así poder comprobar mediante ensayo que la resistencia este cada vez más aceptable. Según lo planteado, La investigación realizara 96 testigos (briquetas cilíndricas) de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (D = 6"; H = 12"), de los cuales 16 serán sin aditivo y 80 con aditivo de acuerdo a la ASTM c39 que se verá en la siguiente Tabla a continuación.

**Tabla 6**  
*Cantidad de testigos de concreto  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  Con aditivo sikament<sup>R</sup> 306*

Porcentaje de aditivo	Días	7	14	21	28
0,5 %	Testigos	4	4	4	4
1 %	Testigos	4	4	4	4
1,5 %	Testigos	4	4	4	4
2 %	Testigos	4	4	4	4
3 %	Testigos	4	4	4	4
Cantidad por testigos de concreto		20	20	20	20
Total		80 testigos de concreto			

*Nota:* en la siguiente tabla se observa la cantidad de testigos de concreto que se usaran a diferentes edades de curado con el empleo de aditivo

**Tabla 7**  
*Cantidad de testigos de concreto  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  Sin aditivo*

Días	7	14	21	28
Testigos	4	4	4	4
Total	16 testigos			

*Nota:* Muestra por selección internacional de acuerdo al investigador.

La muestra será probabilístico, sistematico por que se usara una formula para deteminaarlo de acuerdo al lo grupos de estudio.

Se tendrá un margen de error del 3 % y cuyo nivel de confianza sea del 95 %.

$D = 0,03$  (error de muestreo 3/100)

$Z = 1,96$  (valor de z para el nivel de confianza 95 %)

Primer acercamiento al tamaño de muestra será por no conocer la población

$$n_0 = \frac{Z^2 * P * Q}{d^2} \quad [\text{Ecuación 1}]$$

Ecuación 1. Tamaño de la población.

*Nota:* se hallará el tamaño de la población de estudio de investigación.

Por no saber los valores P y Q utilizamos 0.5

Siendo así:

$$n_0 = ( [1,96]^2 * 0,5 * 0,5) / [0,03]^2 = 1067,11$$

Y el tamaño de la muestra será:

$$n = 1067,11 / (1 + (1067,11 - 1) / 96) = 96 \text{ und. (Probetas de concreto)}$$

$N = 96$  (tamaño de población)

Descripción de instrumentos para recopilación de datos

La presente investigación utilizará el software Excel 2016 para elaborar tablas, en las cuales se registrará lo siguiente:

- Obtención de testigos de concreto.
- Curado de testigos de concreto (Sumergidos en agua por 28 días).
- Ensayos de compresión axial.

Asimismo, la presente investigación utilizara cuadros estadísticos de elaboración propia (curvas comparativas) como recurso o herramienta, en el cual plasmara los resultados obtenidos.

### **3.4 Descripción de instrumentos para recolección de datos**

La presente investigación recurrió a la utilización de software Excel – 2016, para la creación y tablas, a fin de registrar los datos:

#### **3.4.1. Registro de datos del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.**

- Obtención de testigos de concreto con porcentaje de aditivo
- Ensayos de resistencia del concreto 2010 kg/cm<sup>2</sup>
- Distribución del Aditivo super plastificante reductor de agua de alto rango sika ment 306 en 0,5 % 1 % 1,5 % 2 % 3 %

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 Presentación de resultados**

##### **4.1.1. Procedimiento de adquisición de materiales y lugar.**

Los ensayos se desarrollaron de acuerdo al manual de ensayos de materiales del MTC, NTP, ASTM. Por lo tanto, se realizó los ensayos como siguen a continuación.

Primero. Se escogió los materiales de una cantera cuyas propiedades cumplen con la granulometría o como especifica en la ASTM C 136 para agregado fino y grueso, Los agregados fueron tomados de la cantera marón por lo que los agregados que tiene son, agregado grueso de chasqui soy y agregado fino de la cantera congós.

Aguilar (2015) Menciona en su tesis “La cual está representada en las curvas granulométricas que proporciona una visión objetiva de la distribución. El agregado deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma NTP400.037 o la Norma ASTM C - 33” y se muestra en la ilustración 9 y 10 el agregado fino y grueso.



*Figura 10. Agregado grueso cantera marón*



*Figura 11. Agregado fino cantera marón*

Segundo. Se obtuvo el aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad, de la tienda autorizada Pamer Perú (especialista en aditivos para la construcción y minería) ubicado en av. Balta n° 849 - B Mariscal Nieto Moquegua dicho aditivo cumple con la norma ASTM C 494.



*Figura 12.* Aditivo sikament 306 en cilindros de 1000 litros



*Figura 13.* Tienda de aditivos de sika Av. Balta Moquegua

Tercero. Se adquirió el cemento yura tipo 1P, de tienda autorizada. Ferrilux que queda en la av. San Antonio de Padua Mza. A.



*Figura 14.* Cemento que se usa para el diseño yura 1p

Cuarto. Ser utilizado el laboratorio que cuenta con licencia de funcionamiento que está bajo condiciones de seguridad de Covid 19, cuya empresa llamado SERGEO servicios geotécnicos). Ubicado en APV. San Carlos calle 7 MZA. L1 lote 14 CPM San Antonio.



*Figura 15.* Laboratorio de suelos concreto y asfalto Sergio

Quinto. Se analizó las propiedades, el diseño de mezclas por el método ACI del comité 211 y las proporciones de aditivo. De acuerdo a las normas para el diseño.

#### **4.1.2. Procedimiento en estado endurecido.**

Primero. Se realizó la elaboración de las probetas con el procedimiento adecuado por las normas establecidas, para obtener la resistencia en distintas edades para ello se sigue los procedimientos indicado por la norma C 39 y NTP 339,034



*Figura 16.* Curado de probetas en agua en 7, 14, 21 y 28. Días



*Figura 17.* Curado de testigos de concreto con 0,5 % 1 % 1,5 % 2 % 3 % más el concreto patrón

Segundo: Rotura de probetas de acuerdo a la ASTM C 39



Figura 18. Rotura de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

Tercero. Diagrama de la maquina

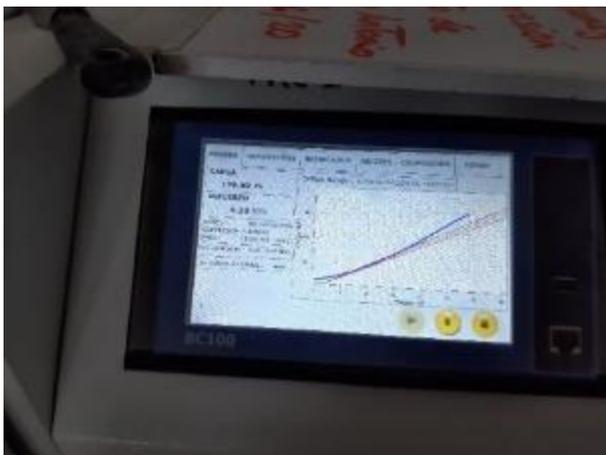


Figura 19. Visualización de compresion en distintas edades del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Cuarto.** Tipo de falla a compresión axial del concreto en probetas en distintas edades de curado



*Figura 20.* Visualización de rotura de acuerdo a las edades planteadas del concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  y determinación de fallas

#### 4.1.3. Procedimiento en estado fresco.

Primero. Se realizará las comparaciones de resistencia con distintas proporciones de aditivo para cada edad con respecto al diseño patrón de concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, por lo que se trabajará con un solo slump para todos los diseños NTP 339,035: 2009 y a la norma ASTM C 143 - 12



Figura 21. Prueba de revenimiento de 3" a 4"

Segundo. Vaciado de probetas de concreto  $f'c 210$  kg/cm<sup>2</sup> con y sin aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306 de acuerdo al procedimiento NTP 339,036 y a ASTM C 172 - 08



Figura 22. Llenado de probetas de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con y sin aditivo, ASTM C 172 - 08



Figura 23. Preparación de los testigos de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

Tercero. Contenido de aire según la norma NTP 339,080 y ASTM C 231 - 14



Figura 24. Se verifica el contenido de aire siguiendo las normas del NTP y ASTM



Figura 25. El contenido de aire de la muestra de concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

Cuarto. Peso unitario y rendimiento del concreto fresco. NTP 339,046 y ASTM C 138 - 09



Figura 26. Ensayo para determinar el peso unitario del concreto siguiendo las normas astm C 138 - 09

Quinto. Temperatura de la mezcla NTP 339,184 y ASTM C 1064 - 12



Figura 27. Se observa la toma de temperatura en estado fresco del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### ***4.1.3.1 Análisis estadístico.***

Para el análisis estadístico se usará, El análisis de la t de studen. Que servirá para comprobar la hipótesis si es nula o alternativa.

#### **4.1.3.2 Clima.**

Es de clima templado y se caracteriza por su uniformidad durante el año la temperatura varía entre 14 c° agosto y 28 c° febrero

**Altitud** Moquegua está a una Altitud de 1410 msnm pero varía en la parte alta y está conformado por 3 provincias mariscal General Sánchez cerro, Ilo, mariscal nieta, las coordenadas geográficas están entre 15° 17” y 17° 23” de latitud sur

#### **4.1.4. Análisis realizados en laboratorio.**

El procedimiento de análisis de la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua de alto rango. Que mantiene la trabajabilidad, con lo siguiente.

##### **4.1.4.1 Cuarteo del agregado grueso.**

Es la división del agregado grueso en 4 partes iguales que llega de cantera en estado natural para el cuarteo se tomó 2 baldes de agregado con un volumen de 0,0468 m<sup>3</sup> se extendió y se dividió la piedra chancada es de  $\frac{3}{4}$  y se obtuvo mezclas para ver si cumplen las condiciones de calidad en los ensayos”.



*Figura 28.* Cuarteo del agregado grueso en laboratorio

#### 4.1.4.2 Toma de muestras agregado grueso.

Se tomó muestras de 6 kilo, 4 kilos y bandeja llena de agregado de lados distintos del cuarteo de acuerdo al MTC E 201 muestras para materiales de construcción, del manual de ensayos de materiales.

Cuyas muestras se extraen de las siguientes tablas como referencia para el procedimiento del diseño.

**Tabla 8**  
*Medida de la Muestra.*

Tamaño máximo nominal del agregado	Masa mínima aproximada para la muestra de campo kg <sup>B</sup>
Agregado fino	
2,36 mm	10
4,76 mm	10
Agregado grueso	
9,5 mm	10
12,5 mm	15
19,0 mm	25
25,0 mm	50
37,5 mm	75
50,00 mm	100
63,00 mm	125
75,00 mm	150
90,00 mm	175

Nota: se tomara de acuerdo al tamaño máximo nominal para el diseño de mezclas 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 9**  
*Cantidad Mínima de Muestra de Agregado Grueso.*

Tamaño máximo nominal abertura cuadrada	Cantidad mínima de muestra de ensayo	
Mm	(pulg)	kg
9,5	(3/8)	1
12,5	(1/2)	2

19,0	(3/4)	5
25,0	(1)	10
37,5	(1 ½)	15
50,0	(2)	20
63,0	(2 ½)	35
75,0	(3)	60
90,0	(3 ½)	100
100,0	(4)	150
125,0	(5)	300

Nota: se tomara de acuerdo al tamaño máximo nominal para el diseño de mezclas 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 10**

Peso Mínimo para la Muestra de Ensayo

Tamaño máximo nominal mm (pulg.)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb)	
12,5	(1/2) amenos	2 (4,4)
19,0	(3/4)	3 (6,6)
25,0	(1)	4 (8,8)
37,5	(1 ½)	5 (11)
50,0	(2)	8 (18)
63,0	(2 ½)	12 (26)
75,0	(3)	18 (40)
90,0	(3 ½)	25 (55)
100,0	(4)	40 (88)
112,0	(4 ½)	50 (110)
125,0	(5)	75 (165)
150,0	(6)	125 (275)

Nota: se tomara de acuerdo al tamaño máximo nominal para el diseño de mezclas 210 kg/cm<sup>2</sup>

Para la muestra de 6 kilos

Se pesa 6 kilos de piedra chancada, se llevar al horno a temperatura 110 + - 5 c° de 18 a 24 horas y se pesa, se saca la granulometría por las siguientes mallas 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1" ¾", ½", 3/8", n°4, fondo, Se halla el % de humedad (w), de acuerdo a la ASTM C 556.

$$\% h. = \% w = \frac{h-s}{s} * 100$$

[Ecuación 2]

Ecuación 2. Porcentaje de humedad.

Nota: porcentaje de humedad se hallará para el diseño de mezclas.

Donde:

h = peso del agregado húmedo.

s = peso del agregado en condición seca.

Para la muestra de 4 kilos

La muestra se lleva agua de 18 a 24 horas, con una temperatura de  $23 \pm 2 \text{ c}^\circ$ , luego se seca con franela hasta obtener el saturado y parcialmente seco Con (sss), tamisar por la malla # 4 y se pesa, se introduce a la canastilla sumergida en agua se pesa (dentro del agua), y agrega agregado grueso y se pesa dentro del agua, se lleva al horno de 18 a 24 horas se obtiene el peso seco. Para luego obtener % de absorción (a), de acuerdo a ASTM C 127 correspondiente a la grava y ASTM C 128 correspondiente a la arena

$$\% a = \frac{d-s}{s} * 100 \quad \text{[Ecuación 3]}$$

Ecuación 3. Porcentaje de absorción.

Nota: le porcentaje de absorción se hará mediante ensayos de laboratorio con el tamiz #4.

Donde:

d = peso del agregado y superficialmente seco.

S = peso del agregado en condición seca.

#### 4.1.4.2.1 Bandeja.

la bandeja se lleva a la cocina de 18 a 24 horas como promedio (no debe humedecerse con el aire), En una olla de  $d = 25,05 \text{ cm}$  por  $h = 23 \text{ cm}$  se llena en tres capas con un cuchara de 5cm de alto y dejar caer /la olla debe estar full de

agregado, se llena en tres etapas y se golpea 25 golpes cada capa, se pesa 3 veces el llenado de agregado y se saca el promedio de los 3 pesos, luego se saca el volumen de la ollas, Para obtener el peso unitario suelto y para el compactado los mismos procedimientos pero la segunda olla es de  $d = 20,05\text{cm}$   $h = 22$ . Este procedimiento es de acuerdo a la ASTM C 29 tanto para el agregado fino como para el agregado grueso.

$$p. u. a. f. s. = \frac{\text{peso prom.seco de a.g.+molde}}{\text{volumen del recipiente}} \quad [\text{Ecuación 4}]$$

Ecuación 4. Peso unitario del agregado fino suelto.

Nota: con el promedio de 3 pesos entre el volumen del recipiente se hallará el p.u.s.f.s.

$$p. u. a. f. c. = \frac{\text{peso prom.seco de a.g.+molde}}{\text{volumen del recipiente}} \quad [\text{Ecuación 5}]$$

Ecuación 5. Peso unitario del agregado fino compactado

Nota: con el promedio de 3 pesos entre el volumen del recipiente se hallará el p.u.s.f.c.

#### **4.1.4.3 Cuarteo del agregado fino.**

Es la división del agregado grueso en 4 partes iguales que llega de cantera en estado natural para el cuarteo se tomó 2 baldes de agregado con un volumen de  $0,0468 \text{ m}^3$  se extendió y se en cerro y se dividió luego se tomó una parte y se volvió en cerro y se realizó un segundo cuarteo. Para verificar si cumplen las condiciones de calidad.

Toma de muestras., se tomó muestras de 800 gramos, 800 gramos, 2,500k y bandeja llena de agregado.

Para la muestra de 800 gramos, al horno a  $110 \text{ c}^\circ + - 5\text{c}^\circ$  de 18 a 24 horas luego lo pesamos, la muestra, lo lavamos en la malla número 200 después al horno a  $110 \text{ c}^\circ$

+ - 5c° lo pesamos y le sacamos su granulometría, Lugo sacamos el % de humedad.

De acuerdo a la norma ASTM C 556.

$$\%h = \%w = \frac{h-s}{s} * 100 \quad \text{[Ecuación 6]}$$

Ecuación 6. Porcentaje de humedad

Nota: después de llevarlo al horno lavaremos por la malla # 200

Donde:

h = peso del agregado húmedo.

s = peso del agregado en condición seca.

Para la muestra de 2,500 kilos

al agua de 18 a 24 horas con una temperatura de 23 + - 2c° luego sacar el agua con mucho cuidado de que salgan los fino con manguera, se seca en el sol hasta que esté en estado SSS para eso se prueba con el cono más pisón y cuchara con 25 golpes, tiene que caerse la arena, Lugo se pesa dos muestras de 250 gramos que uno se va al horno y el otro con la fiola de 500 g/ se pesa con agua más fiola y se pesa la muestra luego se saca el agua hasta la mitad y se echa el agregado con embudo tiene que estar hasta la línea que está marcado y se deja 24 horas para que salga las burbujas y se pesa, la otra muestra del horno se pesas y se saca la muestra seca, se saca el porcentaje de absorción (a).

a la cocina de 18 a 24 horas como promedio/ En una olla de d = 25,05 cm por h = 23 cm se llena en tres capas con un cuchara de 5cm de alto y dejar caer /la olla debe estar full de agregado / se pesa 3 veces y se saca el promedio de los 3 pesos/ luego se saca el volumen de la ollas /Para obtener el peso unitario suelto/ y para el compactado lo mismo pero en el llenado se da 25 golpes cada capa /y se saca el peso unitario compacto.

#### ***4.1.4.4 Granulometría para agregados.***

El procedimiento se realiza de acuerdo a la norma ASTM C 136 tanto para el agregado grueso como para el agregado fino. Para eso se tomó las muestras respectivas al diseño y luego se tamiza por las mallas respectivas y se obtuvo los siguientes resultados en la tabla 9.



*Figura 29.* Se observa el proceso de granulometria siguiendo las normas ASTM

**Tabla 11***Granulometría agregado fino para el diseño ASTM C 136*

<b>Designación Alternativa Tamiz</b>	<b>Designación Estándar (mm)</b>	<b>Masa Ret. (g)</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Acumulado</b>	<b>% Acum. dos Tamices Consecutivos</b>	<b>% Pasante</b>	<b>Especificación Astm C 33</b>
3 in	75,00	-	-	-	-	100,0	-
2 ½ in	63,00	-	-	-	-	100,0	-
2 in	50,00	-	-	-	-	100,0	-
1 ½ in	38,10	-	-	-	-	100,0	-
1 in	25,00	-	-	-	-	100,0	-
¾ in	19,00	-	-	-	-	100,0	-
½ in	12,50	-	-	-	-	100,0	-
3/8 in	9,500	2,7	0,2	0,2	0,2	99,8	100
No. 4	4,750	73,2	4,7	4,9	4,9	95,1	95 - 100
No. 8	2,360	437,9	28,0	32,8	32,7	67,2	80 - 100
No. 16	1,180	311,7	19,9	52,8	47,9	47,2	50 - 85
No. 30	0,600	239,6	15,3	68,1	35,2	31,9	25 - 60
No. 50	0,300	183,1	11,7	79,8	27,0	20,2	5 - 30
No. 100	0,150	142,6	9,1	88,9	20,8	11,1	0 - 10
No. 200	0,075	73,7	4,7	93,6	13,8	6,4	-

Nota: con la siguiente granulometría obtenida por los tamices se realizarán el cálculo.

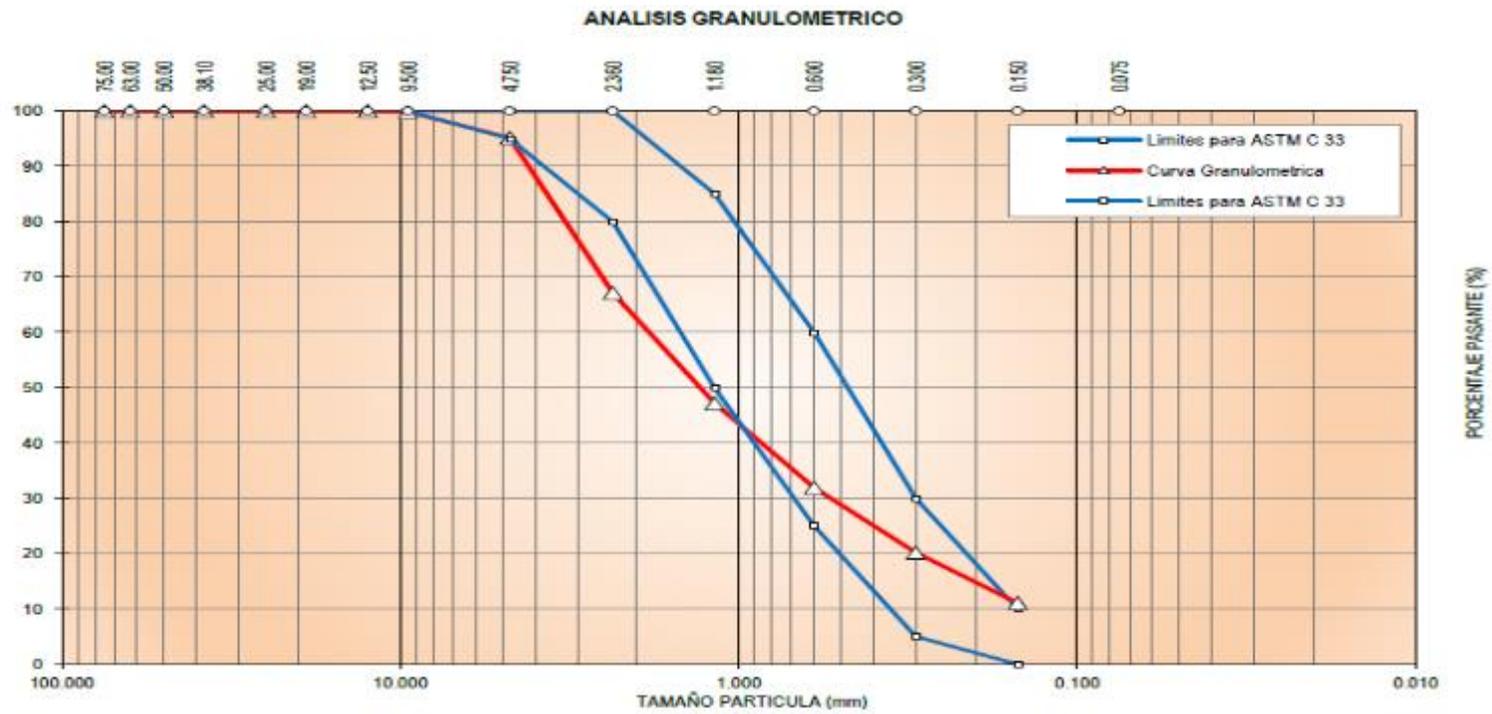


Figura 30. Curva granulométrica del agregado fino

$$MFaf = \frac{3+1\ 1/2'' + 3/4'' + 3/8'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

[Ecuación 7]

Donde:

MFaf = modulo de finesa del agregado fino.

**Tabla 12**

*Datos para la determinación del peso específico y la absorción del agregado fino ASTM C 128*

Num.	Datos obtenidos en laboratorio	Unid	Peso
1	Masa de la muestra ensayada secada en el horno	g	490,42 (b)
2	Masa matraz + agua	g	663,43 (c)
3	Masa matraz + agua + muestra	g	970,30 (d)
4	Masa de la muestra saturado y superficialmente seca	g	500,00 (a)

Peso específico saturado superficialmente seco (ss) ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) representado por (E)

tal como se especifica en la siguiente ecuación.

$$E = \frac{a}{(a + c - d)} \quad \text{[Ecuación 8]}$$

Donde:

a = Masa de la muestra saturado y superficialmente seca (g)

c = Masa matraz + agua (g)

d = Masa matraz + agua + muestra (g)

$$E = \frac{500,00}{(500,00+663,43-970,30)} = 2,5889 \text{ g}/\text{cm}^3$$

$$E = 2,59 \text{ g}/\text{cm}^3$$

Aparente (gsa) ( $\text{g/cm}^3$ ) representado por “F” tan como se muestra en la siguiente formula.

$$F = \frac{b}{(b + c - d)} \quad \text{[Ecuación 9]}$$

Donde:

b = Masa de la muestra ensayada secada en el horno (g)

$$F = 2,67 \text{ g/cm}^3$$

**Tabla 13**

*Datos para el cálculo de Absorción.*

<b>Datos obtenidos de laboratorio</b>		
Masa material saturado y superficialmente seco (g)	500,00	(h)
Masa material seco (g)	490,42	(s)

Porcentaje de absorción representa por la siguiente formula

$$\% G = \frac{h - s}{s} \quad \text{[Ecuación 10]}$$

Donde:

h = Masa material saturado y superficialmente seco (g)

S = Masa material seco (g)

$$\% G = \% a = \frac{500,00 - 490,42}{490,42} * 100 = 1,95 \%$$

$$\% G = 2 \%$$

Ensayo para determinar el contenido de humedad ASTM C 566

**Tabla 14**

*Datos obtenidos en laboratorio para determinar el contenido de humedad*

<b>Datos de obtenido en laboratorio</b>	
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	622,36 (a)
Masa recipiente + suelo seco (g)	607,93 (b)
Masa del recipiente (g)	39,03 (c)

Peso del agua se manifiesta con la siguiente formula.

$$D = a - b \quad \text{[Ecuación 11]}$$

Donde:

a = Masa recipiente + suelo húmedo (g)

b = Masa recipiente + suelo seco (g)

$$D = 622,36 - 607,93 = 14,43 \text{ g}$$

Peso del suelo seco (g) se representa por la siguiente formula.

$$E = b - c \quad \text{[Ecuación 12]}$$

Donde:

c = Masa del recipiente (g)

$$E = 607,93 - 39,03 = 568,90 \text{ g}$$

El porcentaje de humedad se manifiesta de la siguiente formula.

$$F = \frac{d}{e} * 100 \quad \text{[Ecuación 13]}$$

Donde:

d = peso del agua (g)

e = Peso del suelo seco (g)

$$F = \frac{14,43}{568,90} * 100 = 2,5 \%$$

Ensayo para determinar el peso unitario del agregado ASTM C 29

**Tabla 15**

*Datos de laboratorio para determinar el peso unitario del agregado.*

<b>Datos obtenidos en laboratorio</b>	
Masa molde + muestra seca (g)	20189 (a)
Masa molde (g)	5665 (b)
Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	9260 (c)

Masa muestra seca (g) se representa con la siguiente formula.

$$D = a - b \quad \text{[Ecuación 14]}$$

Donde:

a = Masa molde + muestra seca (g)

b = Masa molde (g)

$$D = 20189 - 5665 = 14524 \text{ g}$$

Peso unitario (g/cm<sup>3</sup>) se representa con la siguiente formula.

$$F = \frac{d}{c} \quad \text{[Ecuación 15]}$$

Donde:

C = Volumen molde (cm<sup>3</sup>)

$$F = \frac{14524}{9260} = 1,568 \text{ cm}^3$$

**Tabla 16***Granulometría agregado grueso para el diseño ASTM C 136.*

<b>Designación Alternativa Tamiz</b>	<b>Designación Estándar (mm)</b>	<b>Masa Ret. (G)</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Acumulado</b>	<b>% Acum. dos Tamices Consecutivos</b>	<b>% Pasante</b>	<b>Especificación Astm C 33</b>
3 in	75,00	-	-	-	-	100,0	-
2 ½ in	63,00	-	-	-	-	100,0	-
2 in	50,00	-	-	-	-	100,0	-
1 ½ in	38,10	-	-	-	-	100,0	100
1 in	25,00	-	-	-	-	100,0	90 - 100
¾ in	19,00	3396,0	28,0	28,0	28,0	72,0	40 - 85
½ in	12,50	6697,0	55,2	83,2	83,2	16,8	10 - 40
3/8 in	9,500	1440,0	11,9	95,2	67,1	4,9	0 - 15
No. 4	4,750	531,0	4,8	99,9	16,7	0,1	0 - 5
No. 8	2,360	8,3	0,1	100,0	4,9	0,0	-
No. 16	1,180	3	0,0	100,0	0,1	0,0	-
No. 30	0,600	-	-	100,0	-	0,0	56
No. 50	0,300	-	-	100,0	-	0,0	1" @ 3/8"
No. 100	0,150	-	-	100,0	-	0,0	-
No. 200	0,075	-	-	100,0	-	0,0	-
		100,0	806,24	-	100,00	<b>Módulo de fineza</b>	8,06

Nota: con la siguiente granulometría obtenida por los tamices se realizarán el cálculo.

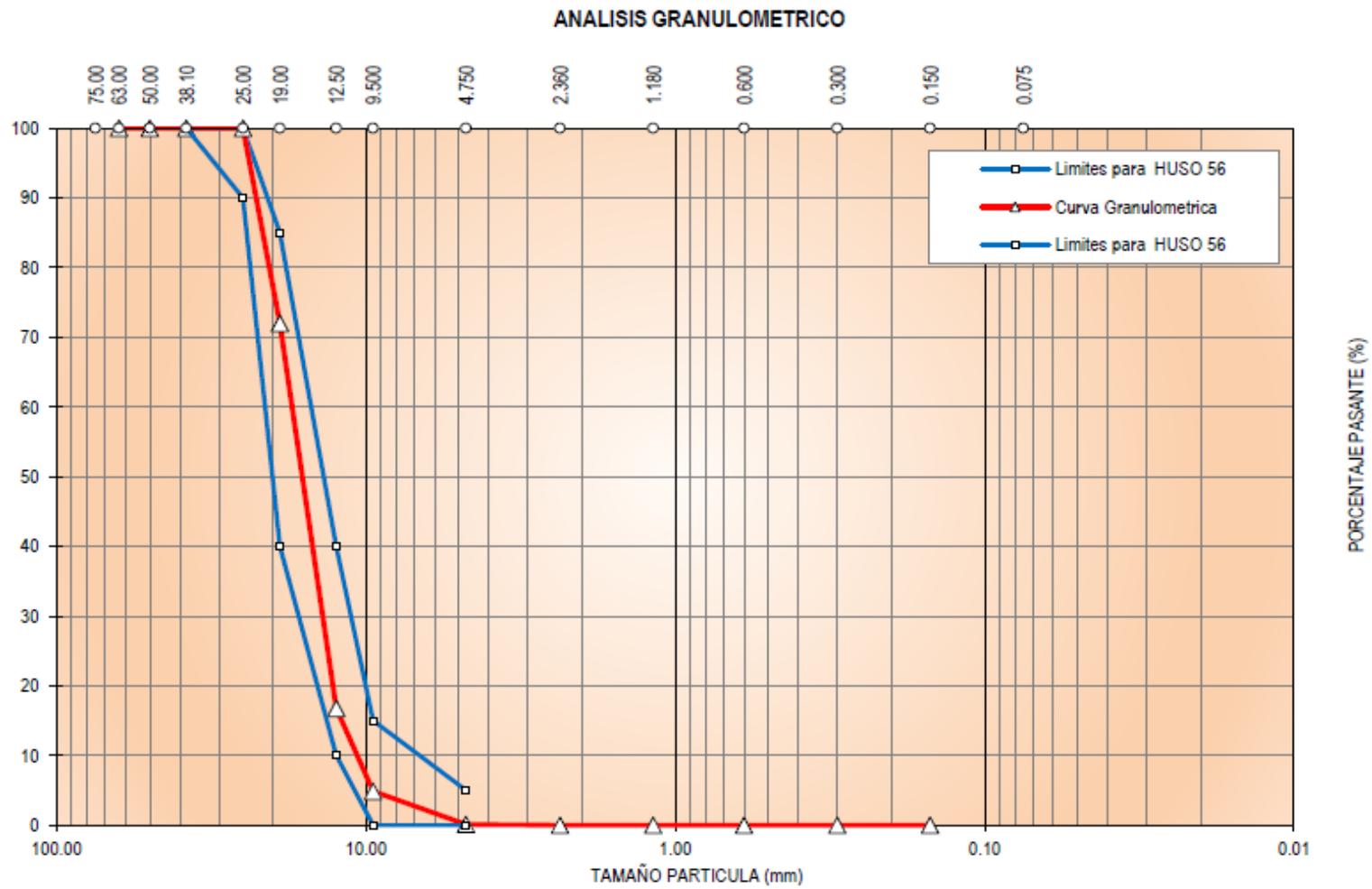


Figura 31. Curva granulométrica del agregado grueso

$$MFg = \frac{3+1\ 1/2'' + 3/4'' + 3/8'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

[Ecuación 16]

Donde:

MFg = modulo de finesa del agregado grueso

**Tabla 17**

*Datos para la determinación del peso específico y la absorción del agregado fino ASTM C 127*

**Datos obtenidos en laboratorio**

Masa de la muestra ensayada secada en el horno (g)	5490	(c)
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	5566	(b)
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	3394	(a)

Peso específico saturado superficialmente seco (ss) ( $g/cm^3$ ) representado por (E) tal como se especifica en la siguiente ecuación.

$$D = \frac{b}{(b - a)} \quad [Ecuación 17]$$

Donde:

b = Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)

a = Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)

$$D = \frac{5566}{(5566 - 3394)} = 2,56\ g/cm^3$$

Aparente (gsa) ( $g/cm^3$ ) representado por “F” tan como se muestra en la siguiente formula.

$$F = \frac{c}{(c - a)} \quad \text{[Ecuación 18]}$$

Donde:

C = Masa de la muestra ensayada secada en el horno (g)

$$D = \frac{5490}{(5490 - 3394)} = 2,62 \text{ g/cm}^3$$

**Tabla 18**

*Datos para el cálculo de Absorción.*

<b>Datos obtenidos de laboratorio</b>	
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	5566
Masa de la muestra ensayada secada en el horno (g)	5490

Porcentaje de absorción representa por la siguiente formula

$$\%E = \frac{(b - c)}{c} * 100 \quad \text{[Ecuación 19]}$$

Donde:

b = Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)

c = Masa de la muestra ensayada secada en el horno (g)

$$\%E = \frac{5566-5490}{5490} * 100 = 1,38 = 1,4 \%$$

Ensayo para determinar el contenido de humedad ASTM C 566

**Tabla 19***Datos obtenidos en laboratorio para determinar el contenido de humedad*

<b>Datos de obtenido en laboratorio</b>	
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	4425 (a)
Masa recipiente + suelo seco (g)	4414 (b)
Masa del recipiente (g)	338 (c)

Peso del agua se manifiesta con la siguiente formula.

$$D = a - b \quad \text{[Ecuación 20]}$$

Donde:

a = Masa recipiente + suelo húmedo (g)

b = Masa recipiente + suelo seco (g)

$$D = 4425 - 4414 = 11 \text{ g}$$

Peso del suelo seco (g) se representa por la siguiente formula.

$$E = b - c \quad \text{[Ecuación 21]}$$

Donde:

c = Masa del recipiente (g)

$$E = 4414 - 338 = 4076 \text{ g}$$

El porcentaje de humedad se manifiesta de la siguiente formula.

$$F = \frac{d}{e} * 100 \quad \text{[Ecuación 22]}$$

Donde:

d = peso del agua (g)

e = Peso del suelo seco (g)

$$F = \frac{11}{4076} * 100 = 0,3 \%$$

Ensayo para determinar el peso unitario del agregado ASTM C 29

**Tabla 20**

*Datos de laboratorio para determinar el peso unitario del agregado.*

<b>Datos obtenidos en laboratorio</b>	
Masa molde + muestra seca (g)	19937 (a)
Masa molde (g)	5665 (b)
Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	9260 (c)

Masa muestra seca (g) se representa con la siguiente formula.

$$D = a - b \quad \text{[Ecuación 23]}$$

Donde:

a = Masa molde + muestra seca (g)

b = Masa molde (g)

$$D = 19937 - 5665 = 14272 \text{ g}$$

Peso unitario (g/cm<sup>3</sup>) se representa con la siguiente formula.

$$F = \frac{d}{c} \quad \text{[Ecuación 24]}$$

Donde:

C = Volumen molde (cm<sup>3</sup>)

$$F = \frac{14272}{9260} = 1,568 \text{ cm}^3$$

#### 4.1.5. Diagrama de flujo del concreto $f'c$ 210 kg/cm<sup>2</sup> con y sin aditivo.

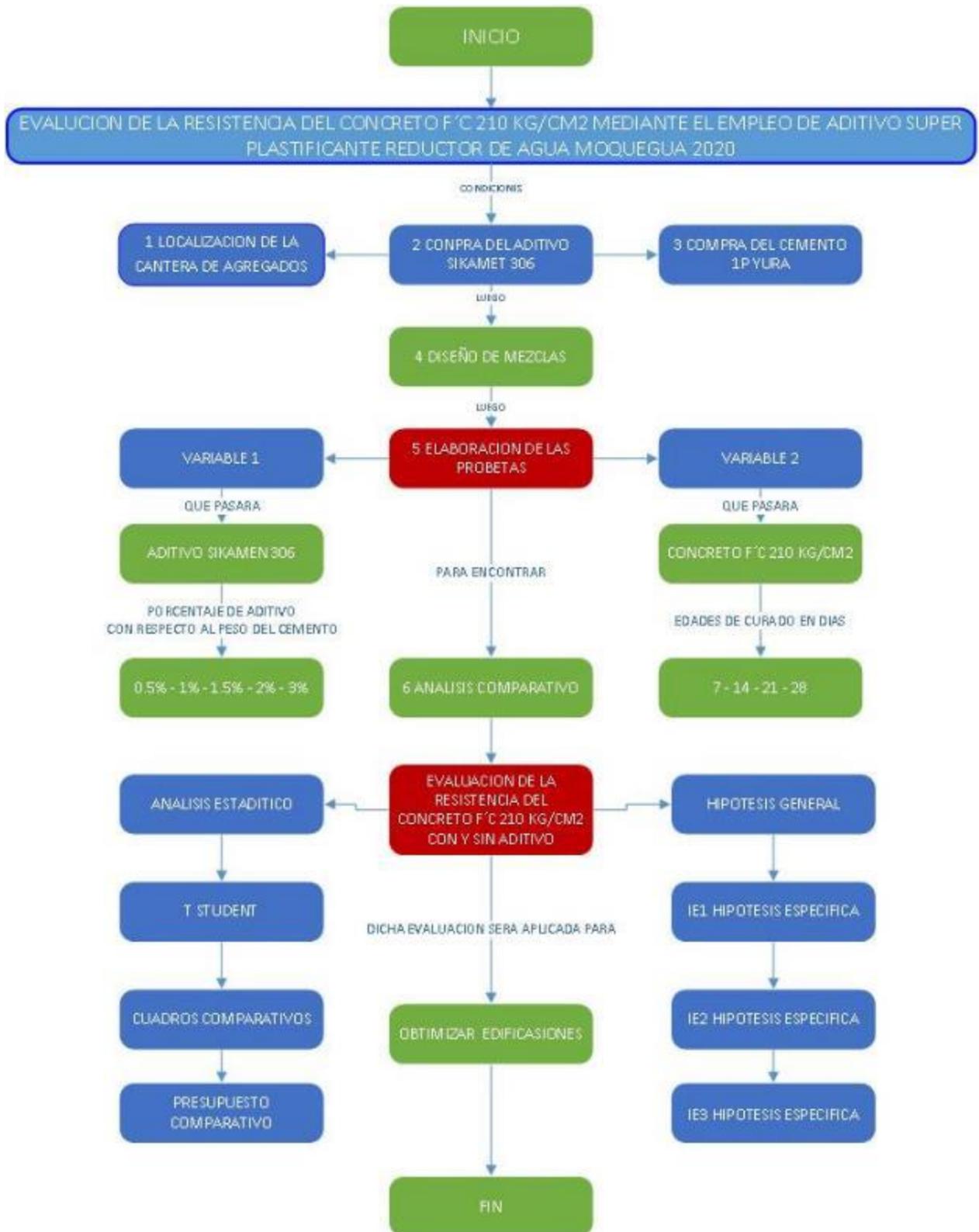


Figura 32. Diagrama de flujo del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### 4.1.6. Diseño de mezclas de concreto ACI $f'c$ 210 kg/cm<sup>2</sup>.

##### Especificaciones

**Tabla 21**

*Resultados de laboratorio que se usaran para el diseño de mezclas*

Datos iniciales de la mezcla		Propiedades físicas	Agregado grueso	Agregado fino
Tipo de Cemento Yura	IP	Procedencia	-	-
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2,87	Peso Unitario Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	1,428	1,568
Slump Seleccionado (Pulgada)	3" a 4"	Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1,541	-
Tam. Max. Nominal Agreg. Grueso (Pulgada)	1"	Peso Específico S.S.S. (g/cm <sup>3</sup> )	2,563	2,589
Contenido de Aire incorporado (%)	1,50	Absorción (%)	1,384	1,953
Relación Agua/Cemento	0,558	Humedad Natural (%)	0,290	2,540
Volumen Agregado Grueso	0,623	Módulo de Fineza	8,062	3,275

*Nota:* con la siguiente tabla se ara el diseño de mesclas del  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

El tipo de cemento que se usara en el diseño de mezclas es Yura 1p por ser comercial en el mercado moqueguano, es importante conocer el tipo y marca de cemento que se empleara su peso específico del cemento, peso específico del material puzolánico cemento adicionado en caso que se combine la superficie especifica del cemento y de los materiales, en la siguiente tabla se observa los detalles de resultados obtenido en el laboratorio de ensayo de materiales de la universidad nacional de ingeniería.

**Tabla 22***Peso específico de Cementos de Perú*

<b>Marca</b>	<b>Tipo</b>	<b>Peso Especifico</b>	<b>Superficie Especifica (cm<sup>2</sup>/g)</b>
Sol	I	3,11	3500
Atlas	1P	2,97	5000
Andino	I	3,12	3300
Andino	II	3,17	3300
Andino	V	3,15	3300
Pacasmayo	I	3,11	3100
Yura	1P	3,06	3600
Yura	IPM	3,09	3500
Rumi	IPM	...	3800

Peso específico. El peso específico ya se calculó con anterioridad

Tamaño máximo será el 15 % o más por el agregado más grueso de la malla que retiene.  $TM = 1 \frac{1}{2}$  “Según idea del ingeniero chileno Belisario Maldonado

El tamaño máximo nominal Sera el menor del tamaño máximo de acuerdo a fórmulas de granulometría Según idea del ingeniero chileno Belisario Maldonado

$TMN = 1$ ”

#### ***4.1.6.1 Diseño de Concreto ACI – 211 ASTM D 4318, AASHTO T 89.***

Para el diseño de mezclas de concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

Determino la resistencia del diseño requerido según la NTP E 0 60 – ACI 211.

$$f_{cr} = f_c + F_s \quad \text{[Ecuación 125]}$$

Donde:

$F_s$ . = factor de seguridad

$F'c$ . = resistencia en kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 23***Condiciones del factor de seguridad requerido***Norma de NTP E 0 60 – ACI 211 para el factor de seguridad**

si	$f'c < 210 \text{ kg/cm}^2$ $fcr = f'c + 70 \text{ kg/cm}^2$
si	$f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2 < 350 \text{ kg/cm}^2$ $fcr = f'c + 84 \text{ kg/cm}^2$
si	$f'c \geq 350$ $fcr = f'c + 98 \text{ kg/cm}^2$

$$fcr = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Control de resistencia de diseño por estadística

$$S=59$$

$$1 \text{ } fcr = f'c + 1,34 s \quad 289,06 \text{ fcr (kg/cm}^2\text{)}$$

$$2 \text{ } fcr = f'c + 2,33 s - 35 \quad 312,47 \text{ fcr (kg/cm}^2\text{)}$$

Desviación estándar

$$269 \text{ fcr (kg/cm}^2\text{)}$$

**Tabla 24***Dosificación en peso del concreto patrón para un metro cuadrado de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>*

Materiales	G. Esp. Kg/cm <sup>3</sup>	Hum. %	Abs. %	Masa Seca Kg/M <sup>3</sup>	Vol.	Masa (Kg).S.S.	Corrección Por Humeda	Volumen Suelto (M <sup>3</sup> )
Cemento tipo 1P	2870	-	-	390,68	0,136	390,68	390,68	0,260
Agua	1000	-	-	218,00	0,218	244,25	224,60	0,225
Arena	2588,93	2,540	1,953	664,09	0,257	664,09	680,96	0,424
Grava huso 56 TMN 1"	2562,62	0,290	1,384	959,34	0,374	659,34	962,13	0,672
Sikament 306	-	-	-	-	-	-	-	-
Aire	-	-	-	1,5 %	0,015	-	-	-
Total	-	-	-	-	1,000	2258,37	2258,37	1,580

**Tabla 25***Dosificación del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con 0,5 % de aditivo Sikament 306 para 1m<sup>3</sup>*

<b>Materiales</b>	<b>G. Esp. kg/cm<sup>3</sup></b>	<b>Hum. %</b>	<b>Abs. %</b>	<b>Masa Seca kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Vol.</b>	<b>Masa (kg).s.s.</b>	<b>Corrección Por Humeda</b>	<b>Volumen Suelto (m<sup>3</sup>)</b>
Cemento tipo 1P	2870	-	-	349,46	0,122	349,46	309,46	0,233
Agua	1000	-	-	195,00	0,195	223,11	201,04	0,201
Arena	2588,93	2,540	1,953	759,26	0,293	759,26	778,54	0,484
Grava huso 56 TMN 1"	2562,62	0,290	1,384	959,34	0,374	959,34	962,13	0,672
Sikament 306	1220	-	-	0,74	0,001	0,74	0,74	0,001
Aire	-	-	-	1,5 %	0,015	-	-	-
<b>Total</b>	-	-	-	-	1,000	2291,91	2291,91	1,591

**Tabla 26***Dosificación del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con 1 % de aditivo Sikament 306 para 1m<sup>3</sup>*

<b>Materiales</b>	<b>G. Esp. kg/cm<sup>3</sup></b>	<b>Hum. %</b>	<b>Abs. %</b>	<b>Masa Seca kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Vol.</b>	<b>Masa (kg).s.s.</b>	<b>Corrección Por Humeda</b>	<b>Volumen Suelto (m<sup>3</sup>)</b>
Cemento tipo 1P	2870	-	-	340,50	0,119	340,50	340,50	0,227
Agua	1000	-	-	190,00	0,190	218,49	195,93	0,196
Arena	2588,93	2,540	1,953	778,78	0,301	778,78	778,56	0,497
Grava huso 56 TMN 1"	2562,62	0,290	1,384	959,34	0,374	959,34	962,13	0,672
Sikament 306	1220	-	-	1,45	0,001	1,45	1,45	0,001
Aire	-	-	-	1,5 %	0,015	-	-	-
<b>Total</b>	-	-	-	-	1,000	2298,56	2298,56	1,593

**Tabla 27***Dosificación del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con 1,5 % de aditivo Sikament 306 para 1m<sup>3</sup>*

<b>Materiales</b>	<b>G. Esp. kg/cm<sup>3</sup></b>	<b>Hum. %</b>	<b>Abs. %</b>	<b>Masa Seca kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Vol.</b>	<b>Masa (kg).s.s.</b>	<b>Corrección Por Humeda</b>	<b>Volumen Suelto (m<sup>3</sup>)</b>
Cemento tipo 1P	2870	-	-	331,54	0,116	331,54	331,54	0,221
Agua	1000	-	-	185,00	0,185	213,88	190,82	0,191
Arena	2588,93	2.540	1.953	778,40	0,308	798,40	818,68	0,509
Grava huso 56 TMN 1''	2562,62	0.290	1.384	959,34	0,374	959,34	962,13	0,672
Sikament 306	1220	-	-	2,11	0,002	2,11	2,11	0,002
Aire	-	-	-	1,5 %	0,015	-	-	-
<b>Total</b>	-	-	-	-	1,000	2305,27	2305,27	1,595

**Tabla 28***Dosificación del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con 2 % de aditivo Sikament 306 para 1m<sup>3</sup>*

<b>Materiales</b>	<b>G. Esp. kg/cm<sup>3</sup></b>	<b>Hum. %</b>	<b>Abs. %</b>	<b>Masa Seca kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Vol.</b>	<b>Masa (kg).s.s.</b>	<b>Corrección Por Humeda</b>	<b>Volumen Suelto (m<sup>3</sup>)</b>
Cemento tipo 1P	2870	-	-	322,58	0,112	322,58	322,58	0,215
Agua	1000	-	-	180,00	0,180	209,26	185,70	0,186
Arena	2588,93	2,540	1,953	818,09	0,316	818,09	838,86	0,522
Grava huso 56 TMN 1''	2562,62	0,290	1,384	959,34	0,374	959,34	962,13	0,672
Sikament 306	1220	-	-	2,74	0,002	2,74	2,74	0,002
Aire	-	-	-	1,5 %	0,015	-	-	-
<b>Total</b>	-	-	-	-	1,000	2305,27	2312,01	1,597

**Tabla 29***Dosificación del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con 3% de aditivo Sikament 306 para 1m<sup>3</sup>*

<b>Materiales</b>	<b>G. Esp. kg/cm<sup>3</sup></b>	<b>Hum. %</b>	<b>Abs. %</b>	<b>Masa Seca kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Vol.</b>	<b>Masa (kg).s.s.</b>	<b>Corrección Por Humeda</b>	<b>Volumen Suelto (m<sup>3</sup>)</b>
Cemento tipo 1P	2870	-	-	304,66	0,106	304,66	304,66	0,203
Agua	1000	-	-	170,00	0,170	200,04	175,47	0,175
Arena	2588,93	2,540	1,953	857,72	0,331	857,72	879,50	0,547
Grava huso 56 TMN 1"	2562,62	0,290	1,384	959,34	0,374	959,34	962,13	0,672
Sikament 306	1220	-	-	3,88	0,003	3,88	3,88	0,003
Aire	-	-	-	1,5 %	0,015	-	-	-
<b>Total</b>	-	-	-	-	1,000	2325,64	2325,64	1,601

Cantidad y volumen de testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> sin aditivo y con aditivo sikament<sup>R</sup> 306.

Se Usarán 96 unidades de Testigos de Concreto de f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, cuyos moldes tienen una medida de 12" X 6" pulgadas las probetas de concreto.

$$vu = \pi * r^2 * h$$

[Ecuación 26]

Ecuación 24. Volumen unitario por molde

Nota: la cantidad a evaluar será 96 testigos esto se multiplicará al volumen unitario por molde

**Donde:**

$\pi = pi \text{ radian}$

$h = \text{altura de la probeta o molde}$

$r = \text{radio de la probeta o molde}$

$H = 12'' = 0,3048 \text{ m}$

$D = 6'' = 0,1524 \text{ m}$

$R = 3'' = 0,2762 \text{ m}$

Pi radian = 3,1415

$$v = 3,1415 * 0,0762^2 * 0,3048 = 0,0056 \text{ m}^3$$

Volumen total de las 96 briquetas o moldes de elaboración del concreto a usar en el laboratorio

$$vt = (v * \#m) + \%d \quad \text{[Ecuación 27]}$$

Ecuación 25. Volumen total

Nota: se sumará el porcentaje con respecto al total que representa el desperdicio más el volumen

Donde:

V = volumen de molde

# m = número de moldes

% d = porcentaje de desperdicio del volumen total

$$vt = (0,0056 * 96) + 5\%d = 0,5338 \text{ m}^3$$

**Tabla 30**

*Análisis por briquetas*

Medidas del molde	Para un Molde	Para Tres Molde	Para seis Molde
(m)	(kg.)	(04) (kg)	(24) (kg)
0,5356	2,03	8,12	48,72
0,30	4,82	19,28	115,68
Volumen-m.	5,35	21,4	128,4
0,005556	1,11	4,44	26,64

Cantidad en volumen a preparar

### **Cantidad de Testigos de Concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> a Usar**

Se usarán 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> y 80 testigos de concreto con aditivo Sikament<sup>R</sup> 306 en proporciones de acuerdo al peso del cemento las proporciones serán de 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 %, 3 %. Se realiza el diseño de mezclas para el caso por lo tanto su volumen será

$$vt = (0,005556 * 96) + 5 \% d = 0,53376 \text{ m}^3$$

Se usarán las siguientes proporciones

$$vt = (0,0056 * 16) + 5 \% d = 0,0896 \text{ m}^3 \quad \text{[Ecuación 28]}$$

**Tabla 31**

*Cantidad de material para 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> sin aditivo sikament 306 superplastificante*

<b>Materiales</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Total</b>	<b>Und</b>	<b>Desperdicio 5 %</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Und</b>
Cemento tipo 1P	390,68	0,089	34,755	KG	1,05	36,493	KG
Agua	224,60	0,089	19,980	KG	1,05	20,979	KG
Arena	680,96	0,089	60,578	KG	1,05	63,607	KG
Grava huso 56 TMN 1"	962,13	0,089	85,591	KG	1,05	89,871	KG
Sikament 306							
<b>Total</b>	<b>2258,37</b>		<b>200,905</b>			<b>210,950</b>	

**Tabla 32**

*Cantidad de material para unos 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con 0,5 % de aditivo sikament 306 superplastificante*

<b>Materiales</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Total</b>	<b>Und</b>	<b>Desperdicio 5 %</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Und</b>
Cemento tipo 1P	349,46	0,089	31,088	KG	1,05	32,642	KG
Agua	201,04	0,089	17,885	KG	1,05	18,779	KG
Arena	778,54	0,089	69,259	KG	1,05	72,722	KG
Grava huso 56 TMN 1"	962,13	0,089	85,591	KG	1,05	89,871	KG
Sikament 306	0,74	0,089	0,066	KG	1,05	0,069	KG
<b>Total</b>	<b>2291,91</b>		<b>203,888</b>			<b>214,083</b>	

**Tabla 33**

*Cantidad de material para unos 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con 1,0 % de aditivo sikament 306 superplastificante*

<b>Materiales</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Total</b>	<b>Und</b>	<b>Desperdicio 5 %</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Und</b>
Cemento tipo 1P	340,50	0,089	30,291	kg	1,05	31,805	kg
Agua	195,93	0,089	17,430	kg	1,05	18,301	kg
Arena	798,56	0,089	71,040	kg	1,05	74,592	kg
Grava huso 56 TMN 1"	962,13	0,089	85,591	kg	1,05	89,871	kg
Sikament 306	1,45	0,089	0,129	kg	1,05	0,135	kg
<b>Total</b>	<b>2298,57</b>		<b>204,481</b>			<b>214,705</b>	

**Tabla 34**

*Cantidad de material para unos 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con 1,5 % de aditivo sikament 306 superplastificante*

<b>Materiales</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Total</b>	<b>Und</b>	<b>Desperdicio 5 %</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Und</b>
Cemento tipo 1P	331,54	0,089	29,494	kg	1,05	30,968	kg
Agua	190,82	0,089	16,975	kg	1,05	17,824	kg
Arena	818,68	0,089	72,830	kg	1,05	76,471	kg
Grava huso 56 TMN 1"	962,13	0,089	85,591	kg	1,05	89,871	kg
Sikament 306	2,11	0,089	0,188	kg	1,05	0,197	kg
<b>Total</b>	<b>2305,28</b>		<b>205,078</b>			<b>215,332</b>	

**Tabla 35**

*Cantidad de material para unos 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con 2,0 % de aditivo sikament 306 superplastificante*

<b>Materiales</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Total</b>	<b>Und</b>	<b>Desperdicio 5 %</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Und</b>
Cemento tipo 1P	322,58	0,089	28,697	kg	1,05	30,132	kg
Agua	185,70	0,089	16,520	kg	1,05	17,346	kg
Arena	838,86	0,089	74,625	kg	1,05	78,356	kg
Grava huso 56 TMN 1"	962,13	0,089	85,591	kg	1,05	89,871	kg
Sikament 306	2,74	0,089	0,244	kg	1,05	0,256	kg
<b>Total</b>	<b>2312,01</b>		<b>205,676</b>			<b>215,960</b>	

**Tabla 36**

*Cantidad de material para unos 16 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con 3,0 % de aditivo sikament 306 superplastificante*

<b>Materiales</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Total</b>	<b>Und</b>	<b>Desperdicio 5 %</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Und</b>
cemento tipo 1p	304,66	0,089	27,103	kg	1,05	28,458	kg
agua	175,47	0,089	15,610	kg	1,05	16,390	kg
arena	879,50	0,089	78,240	kg	1,05	82,152	kg
grava huso 56 tmn 1"	962,13	0,089	85,591	kg	1,05	89,871	kg
sikament 306	3,88	0,089	0,345	kg	1,05	0,362	kg
<b>total</b>	<b>2325,64</b>		<b>206,889</b>			<b>217,233</b>	

En el siguiente punto se mostrará los cuadros de elaboración del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el método ACI en el laboratorio de suelos y concreto de la UJCM.

#### 4.1.7. Resumen de la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> sin aditivo.

**Tabla 37**

*Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos sin aditivo en kg/cm<sup>2</sup>*

Edad	7 días	14 días	21 días	28 días
Resistencia de las	207,02 kg/cm <sup>2</sup>	246,34 kg/cm <sup>2</sup>	284,12 kg/cm <sup>2</sup>	290,79 kg/cm <sup>2</sup>
probetas de	209,08 kg/cm <sup>2</sup>	248,09 kg/cm <sup>2</sup>	279,33 kg/cm <sup>2</sup>	302,65 kg/cm <sup>2</sup>
concreto	206,91 kg/cm <sup>2</sup>	245,00 kg/cm <sup>2</sup>	281,90 kg/cm <sup>2</sup>	301,94 kg/cm <sup>2</sup>
210kg/cm <sup>2</sup>	208,10 kg/cm <sup>2</sup>	246,21 kg/cm <sup>2</sup>	281,68 kg/cm <sup>2</sup>	293,37 kg/cm <sup>2</sup>
Promedio	207,78 kg/cm <sup>2</sup>	246,41 kg/cm <sup>2</sup>	281,76 kg/cm <sup>2</sup>	297,19 kg/cm <sup>2</sup>
Porcentaje (%)	70,67 %	83,81 %	95,84 %	101,08 %

Nota: se observa los resultados a compresión axial de los testigos de concreto sin aditivo.

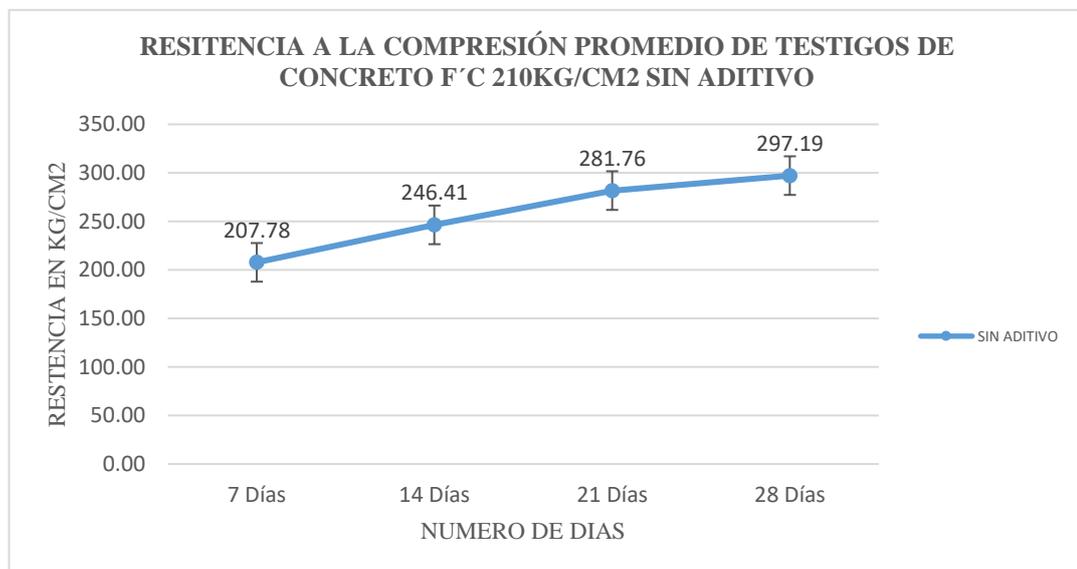


Figura 33. Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos sin aditivo

#### 4.1.8. Resumen de la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con 0,5 % aditivo.

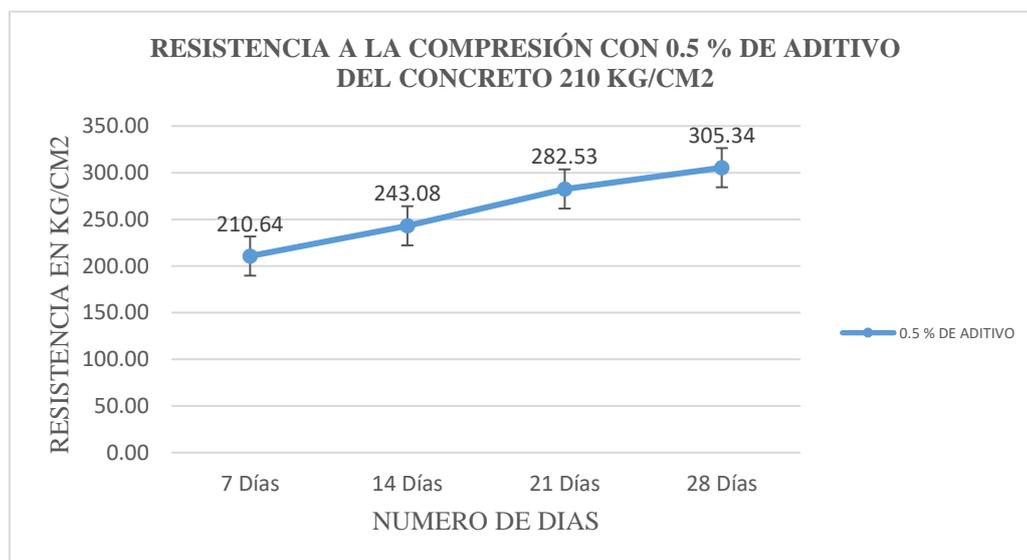
Resumen de la resistencia a compresión axial de los testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>. Con 0,5 % de aditivo siment 306 superplastificantes reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad.

**Tabla 38**

*Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con aditivo 0,5 % del peso del cemento.*

Edad	7 días	14 días	21 días	28 días
Resistencia de	213,05 kg/Cm <sup>2</sup>	243,29 kg/Cm <sup>2</sup>	279,40 kg/Cm <sup>2</sup>	303,43 kg/Cm <sup>2</sup>
La Muestra del	210,22 kg/Cm <sup>2</sup>	243,26 kg/Cm <sup>2</sup>	282,25 kg/Cm <sup>2</sup>	305,38 kg/Cm <sup>2</sup>
Concreto F'c	211,00 kg/Cm <sup>2</sup>	243,99 kg/Cm <sup>2</sup>	285,45 kg/Cm <sup>2</sup>	307,29 kg/Cm <sup>2</sup>
210 Kg/Cm <sup>2</sup>	208,30 kg/Cm <sup>2</sup>	241,77 kg/Cm <sup>2</sup>	283,01 kg/Cm <sup>2</sup>	305,24 kg/Cm <sup>2</sup>
Promedio	210,64 kg/Cm <sup>2</sup>	243,08 kg/Cm <sup>2</sup>	282,53 kg/Cm <sup>2</sup>	305,34 kg/Cm <sup>2</sup>
% de				
Resistencia	71,65 %	82,68 %	96,10 %	103,86 %

Nota: de detalla los resultados con 1 % de aditivo sikament 306 superplastificantes reductor de agua.

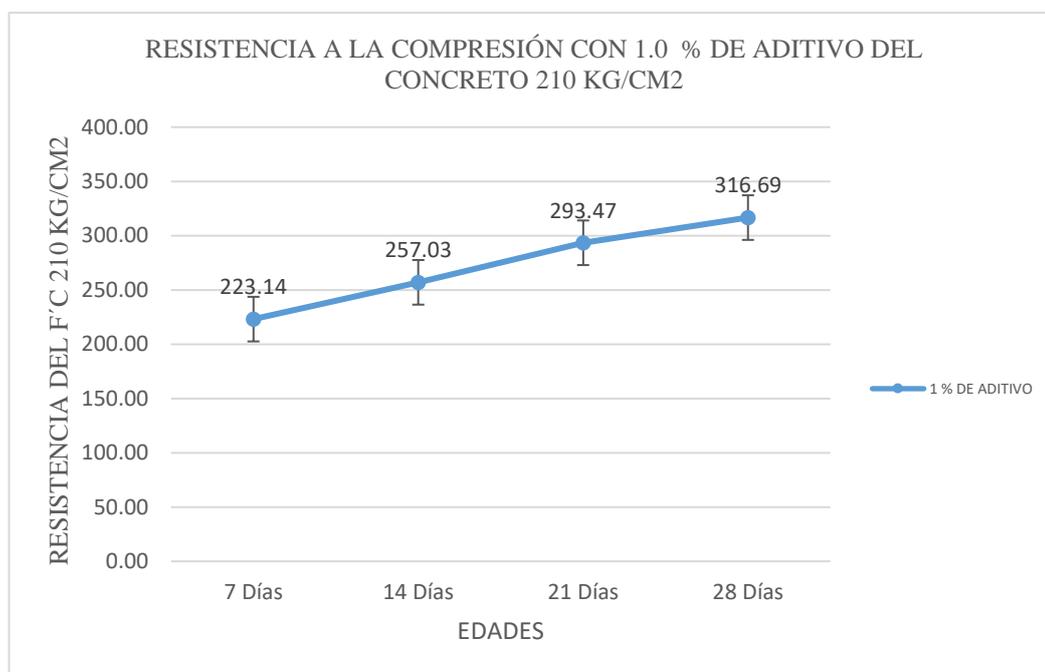


*Figura 34. Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con 1 % de aditivo*

**Tabla 39***Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con aditivo 1 % del peso del cemento*

Edad	7 días	14 días	21 días	28 días
Resistencia de la Muestra del Concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	223,74 kg/cm <sup>2</sup>	257,39 kg/cm <sup>2</sup>	294,41 kg/cm <sup>2</sup>	318,79 kg/cm <sup>2</sup>
	222,18 kg/cm <sup>2</sup>	256,06 kg/cm <sup>2</sup>	293,33 kg/cm <sup>2</sup>	315,56 kg/cm <sup>2</sup>
	222,31 kg/cm <sup>2</sup>	258,60 kg/cm <sup>2</sup>	292,52 kg/cm <sup>2</sup>	317,40 kg/cm <sup>2</sup>
	224,34 kg/cm <sup>2</sup>	256,07 kg/cm <sup>2</sup>	293,64 kg/cm <sup>2</sup>	315,00 kg/cm <sup>2</sup>
Promedio	223,14 kg/cm <sup>2</sup>	257,03 kg/cm <sup>2</sup>	293,47 kg/cm <sup>2</sup>	316,69 kg/cm <sup>2</sup>
% de Resistencia	75,90 %	87,43 %	99,82 %	107,72 %

*Nota:* de detalla los resultados con 2 % de aditivo sikament 306 superplastificantes reductor de agua.



*Figura 35.* Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con 2 % de aditivo

**Tabla 40**

Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con aditivo 1,5 % del peso del cemento

Edad	7 días	14 días	21 días	28 días
Resistencia de la Muestra del Concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	235,75 kg/cm <sup>2</sup> 234,13 kg/cm <sup>2</sup> 231,40 kg/cm <sup>2</sup> 233,13 kg/cm <sup>2</sup>	263,10 kg/cm <sup>2</sup> 263,84 kg/cm <sup>2</sup> 261,77 kg/cm <sup>2</sup> 265,09 kg/cm <sup>2</sup>	303,37 kg/cm <sup>2</sup> 301,53 kg/cm <sup>2</sup> 301,47 kg/cm <sup>2</sup> 301,54 kg/cm <sup>2</sup>	325,94 kg/cm <sup>2</sup> 322,78 kg/cm <sup>2</sup> 320,92 kg/cm <sup>2</sup> 323,85 kg/cm <sup>2</sup>
Promedio	233,60 kg/cm <sup>2</sup>	263,45 kg/cm <sup>2</sup>	301,98 kg/cm <sup>2</sup>	323,37 kg/cm <sup>2</sup>
% de Resistencia	79,46 %	89,61 %	102,71 %	109,99 %

Nota: de detalla los resultados con 3 % de aditivo sikament 306 superplastificantes reductor de agua.

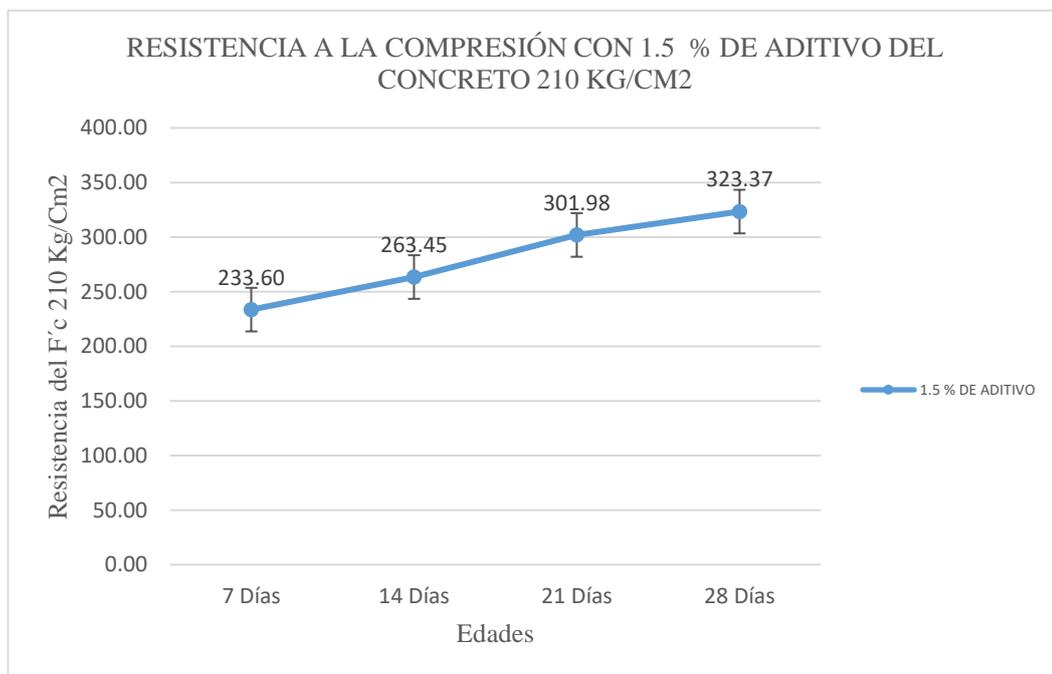


Figura 36. Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con 1,5 % de aditivo

**Tabla 41**

Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con aditivo 2 % del peso del cemento

Edad	7 días	14 días	21 días	28 días
Resistencia de la Muestra del Concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	242,39 kg/cm <sup>2</sup>	276,75 kg/cm <sup>2</sup>	312,93 kg/cm <sup>2</sup>	333,51 kg/cm <sup>2</sup>
	243,07 kg/cm <sup>2</sup>	273,74 kg/cm <sup>2</sup>	307,31 kg/cm <sup>2</sup>	329,99 kg/cm <sup>2</sup>
	244,58 kg/cm <sup>2</sup>	275,22 kg/cm <sup>2</sup>	310,08 kg/cm <sup>2</sup>	330,90 kg/cm <sup>2</sup>
Promedio	243,51 kg/cm <sup>2</sup>	271,70 kg/cm <sup>2</sup>	312,05 kg/cm <sup>2</sup>	329,59 kg/cm <sup>2</sup>
	243,39 kg/cm <sup>2</sup>	274,35 kg/cm <sup>2</sup>	310,59 kg/cm <sup>2</sup>	331,00 kg/cm <sup>2</sup>
% de Resistencia	82,79 %	93,32 %	105,64 %	112,58 %

Nota: de detalla los resultados con 4 % de aditivo sikament 306 superplastificantes reductor de agua.

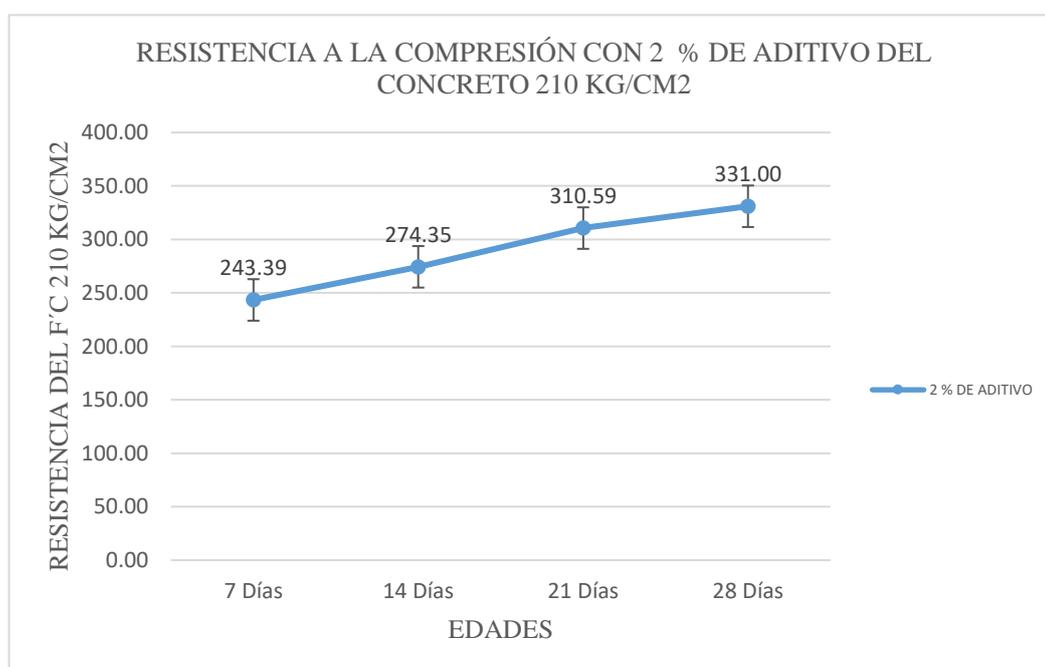


Figura 37. Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con 4 % de aditivo

**Tabla 42**

Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con aditivo 3 % del peso del cemento.

Edad	7 días	14 días	21 días	28 días
Resistencia de la Muestra del Concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	218,96	254,12	297,53	310,13
Promedio	222,94	253,40	282,45	314,56
% de Resistencia	225,00	257,85	285,33	315,86
	156,35	256,44	283,31	314,57
	205,81	255,45	287,16	313,78
	70,00 %	86,89 %	97,67 %	106,73 %

Nota: de detalla los resultados con 4 % de aditivo sikament 306 superplastificantes reductor de agua.

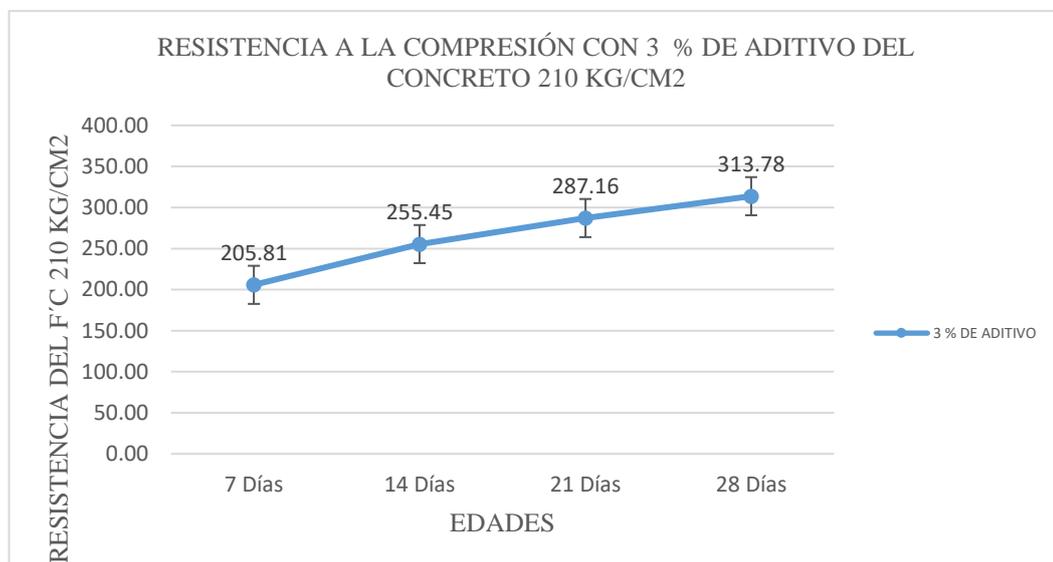


Figura 38. Resumen de resistencia a la compresión axial de los testigos con 0,3 % de aditivo

#### 4.1.9. Cuadros comparación de resistencia axial con aditivo y sin aditivo.

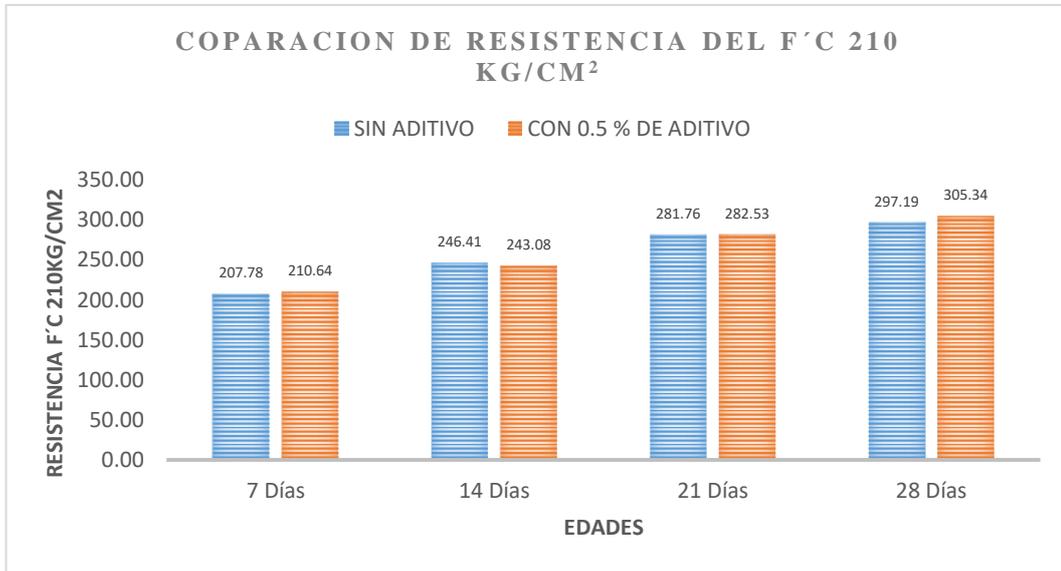


Figura 39. Resumen de comparación de resistencias con y sin aditivo de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>

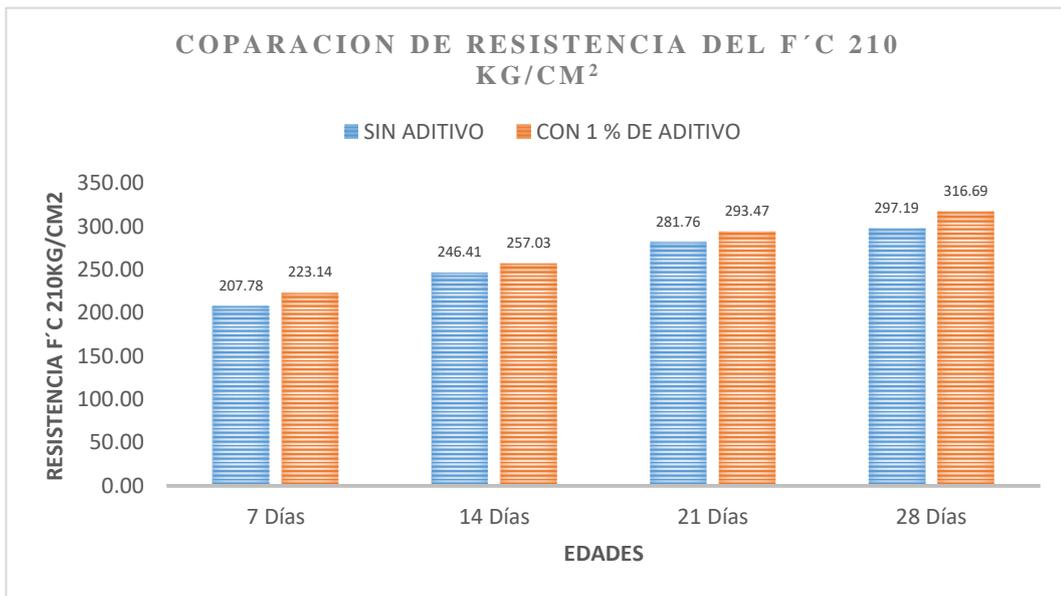


Figura 40. Resumen de comparación de resistencias con y sin aditivo de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>

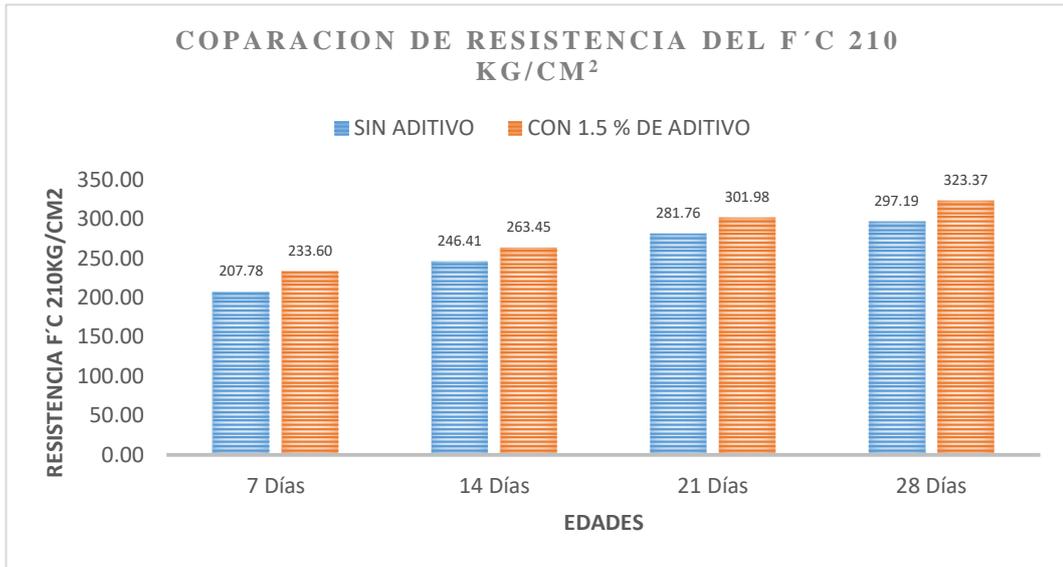


Figura 41 Resumen de comparación de resistencias con y sin aditivo de concreto f'c 210 kg/cm²

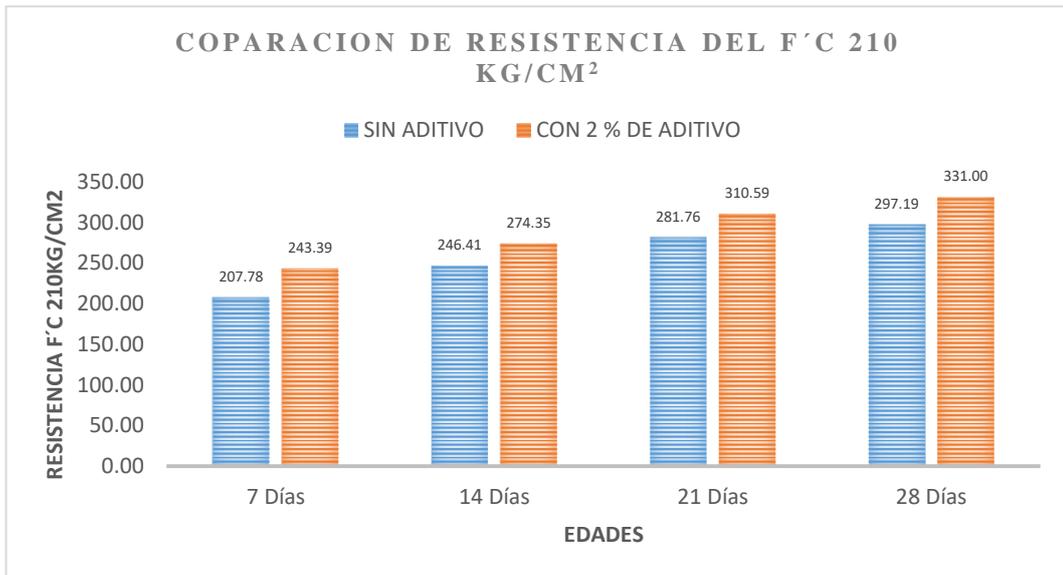


Figura 42. Resumen de comparación de resistencias con y sin aditivo de concreto f'c 210 kg/cm²

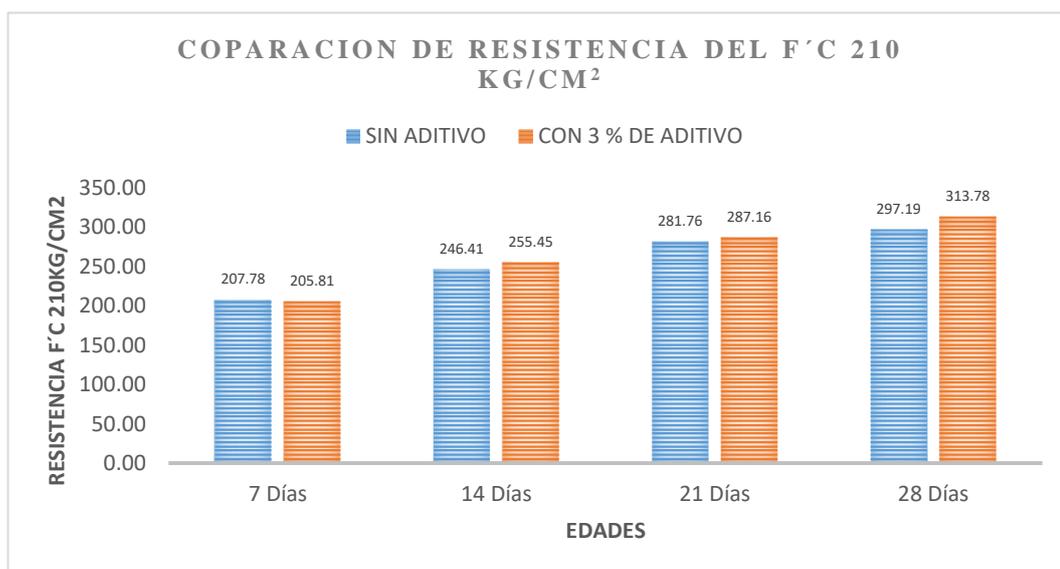


Figura 43. Resumen de comparación de resistencias con y sin aditivo de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### Determinación de la Trabajabilidad

Para la determinación de la trabajabilidad se realizarán pruebas de laboratorio mediante el cono de abrams 4 con aditivo y sin aditivo asiendo un total de 24 muestras de 7 días será igual para los 14 días, 21 días, 28 días. Siendo un total de 96 muestras.

**Tabla 43**

*Cantidad de pruebas de revenimiento para obtener de 4" de slump*

Porcentaje de aditivo	P 1	P 2	P 3	N° de pruebas
sin aditivo	1	1	1	1
Concreto + 0,5 %	1	1	1	1
Concreto + 1 %	1	1	1	1
Concreto + 1,5 %	1	1	1	1
Concreto + 2 %	1	1	1	1
Concreto + 3 %	1	1	1	1
Cantidad total de pruebas				18

Figura 1. Resumen de comparación de slump con y sin aditivo de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

## **4.2 Contrastación de hipótesis**

CHG. Al adicionar el 2 % aditivo sikament<sup>R</sup> 306 superplastificante reductor de agua que mantiene la trabajabilidad al concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> nos damos cuenta que la hipótesis cumple porque aumenta la resistencia con un incremento máximo del 12,58 % a los 28 días como también se nota el aumento con cada proporción empleado.

CHE<sub>1</sub>. Al adicionar aditivo sikament<sup>R</sup> 306 superplastificante reductor de agua que mantiene la trabajabilidad al concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en distintas proporciones, mediante estudios de laboratorio se evidencia que la resistencia aumenta del testigo a diferentes edades 7 días, 14 días, 21 días, 28 días con respecto al concreto sin aditivo. Por lo tanto, la hipótesis cumple.

CHE<sub>2</sub>. La comparación de resultados de los testigos de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, indican el desarrollo de resistencia a compresión axial mediante ensayos de laboratorio se observa los resultados por lo tanto la hipótesis si cumple.

CHE<sub>3</sub> con la proporción del aditivo superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad en proporciones de 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 % y 3 %, del peso del cemento en la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en distintas edades mejora la resistencia por lo tanto la hipótesis si cumple.

### **4.2.1. Validación de datos de ensayo a compresión axial.**

#### ***4.2.1.1 Análisis estadístico t student.***

##### *4.2.1.1.1 Concreto sin aditivo a los 7 días.*

#### **Pruebas.**

**Tabla 44**  
*Resistencia promedio concreto sin aditivo*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	207,02
02	C. A.	209,08
03	C. A.	206,91
04	C. A.	208,10
Suma total		207,78

4.2.1.1.1.2 Resolución.

Se aprecia en la siguiente ecuación el rango de prueba

$$R_x = X_{\max} - X_{\min} \dots \dots \dots \quad [\text{Ecuación 29}]$$

Donde:

$X_{\max}$  = la resistencia mayor de las pruebas

$X_{\min}$  = la resistencia menor de las pruebas

$$K = 1 + 3,3 * \log N \quad [\text{Ecuación 30}]$$

Donde:

N = Número de testigos

El ancho de clase se muestra en la siguiente ecuación.

$$C = \frac{R_x}{K} \dots \dots \dots \quad [\text{Ecuación 31}]$$

Donde:

$R_x$  = Rango de datos

K = Constante

**Tabla 45**  
*Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	=	4
	Xmax	=	209,08
	Xmin	=	206,91
Rango de pruebas	Rx	=	2,16
Cantidad de intervalos de clase	K	=	2,99 = 3,00
Ancho de clase	C	=	0,72 = 1,00
	Rx	=	3
Alcance de pruebas	Li	=	206,91
	Ls	=	209,91

### Gráfico de frecuencias

**Tabla 46**  
*Intervalos estadísticos para el análisis de t student con sin aditivo.*

li	ls	Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2
206,91	- 207,91	> 207,41	1	1	207,41	-1,25	1,56	1,56
207,91	- 208,91	> 208,41	1	2	208,41	-0,25	0,06	0,06
208,91	- 209,91	> 209,41	2	4	418,83	0,75	0,56	1,13
Total			4		834,66		2,19	2,75

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$834,66 / 4 = 208,66$$

**Mediana**

$$Me = Lm + \frac{\frac{N}{2} - Fm-1}{fm} * Cm \dots\dots\dots [Ecuación 32]$$

**Donde:**

Lm = límite inferior

N = número de muestras

Fm - 1 = frecuencia por debajo

fm = frecuencia

Cm = límite superior – límite inferior

Me = 208,915

**Moda**

$$Mo = lo + \frac{fm - fm - 1}{(fm - fm - 1) + (fm - fm + 1)} * Co \dots\dots\dots [Ecuación 33]$$

Donde:

Fm = frecuencia absoluta

Lo = límite superior

Co = límite superior – límite inferior

fm - 1 = frecuencia debajo

fm + 1 = frecuencia encima

mo = 209,9146

**Varianza**

$$\sqrt{^2} = \frac{\sum(Xi - u^2) * fi}{n - 1} \dots\dots\dots [Ecuación 34]$$

Donde:

Xi - U<sup>2</sup> = medida de tendencia

fi = frecuencia

n = número de muestras

√<sup>2</sup> = 0,73

**Desviación estándar**

De = raíz de la varianza

De = 0,85

### **Coefficiente de variación**

Cv = desviación entre la media aritmética

Cv = 0,41

4.2.1.1.2 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días más el 0,5 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 47**

*Resistencia promedio concreto con 0,5 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	213,05
02	C. A.	210,22
03	C. A.	211,00
04	C. A.	208,30
	Suma total	207,78

**Tabla 48**

*Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	=	4
	Xmax	=	213,05
	Xmin	=	208,30
Rango de pruebas	Rx	=	4,75
Cantidad de intervalos de clase	K	=	2,99 = 3,00
Ancho de clase	C	=	1,59 = 2,00
	Rx	=	6,00
Alcance de pruebas	Li	=	208,30
	Ls	=	214,30

**Tabla 49***Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 0,5 % de aditivo.*

li	ls	Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2
208,30	- 210,30	> 209,30	1,00	1,00	209,30	0,64	0,41	0,41
210,30	- 212,30	> 211,30	1,00	2,00	211,30	2,64	6,97	6,97
212,30	- 214,30	> 213,30	2,00	4,00	426,61	4,64	21,52	43,05
Total			4,00		847,22		28,90	50,42

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$847,22 / 4 = 211,80$$

**Mediana****Donde:**

$$Lm = 210,30$$

$$Cm = 2,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me} = 212,304$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 212,30$$

$$Co = 2,00 \quad \mathbf{Mo} = 214,30$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \quad V = 9,63$$

$$\mathbf{Desviación estándar} \quad De = 3,104$$

**Coefficiente de variación**  $Cv = 1,46$

### **Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 0,5 % de Aditivo**

**Tabla 50**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 0,5 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 0,5 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	208,91	212,30
Varianza	$\sqrt{^2}$	0,73	9,63

#### **Hipótesis comparativa a los 7 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 0,5 % de aditivo

#### **Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 7 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $Ho$   $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

#### **Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $Ha$   $u1 < u2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$x = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n1 + n2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$Tc = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

$$\sqrt{2}p = \frac{(n1-1)*\sqrt{-2}1 - (n2-1)*\sqrt{-2}2}{(n1-1)+(n2-1)} \dots\dots\dots [Ecuación 35]$$

**Donde:**

N1 = muestra 1

N2 = muestra 3

$\sqrt{-2}1$  = varianza 1

$\sqrt{-2}2$  = varianza 2

$$\sqrt{2}p = 5,181$$

$$T0 = \frac{(u1)-(u2)}{\sqrt{\sqrt{2}p (\frac{1}{n1} - \frac{1}{n1})}} \dots\dots\dots [Ecuación 36]$$

**Donde:**

U1 = media aritmética

U2 = media aritmética

$\sqrt{p}$  = factor de reemplazo

$T_0 = t$  student

$T_0 = -3,18$

Condición

Cuando  $H_0 u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

**4.2.1.1.3 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días más el 1 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.**

**Tabla 51**

*Resistencia promedio concreto con 1 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	223,74
02	C. A.	222,18
03	C. A.	222,31
04	C. A.	224,34
Suma total		207,78

**Tabla 52**

*Datos estadísticos para la prueba t Student*

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u) <sup>2</sup>	fi.(Xi - u) <sup>2</sup>
222,18	-	223,18 >	222,683	1	1	222,68	14,02	196,51	196,51
223,18	-	224,18 >	223,683	1	2	223,68	15,02	225,55	225,55
224,18	-	225,18 >	224,683	2	4	449,37	16,02	256,59	513,18
Total				4		895,73		678,65	935,24

**Tabla 53**

Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 0,5 % de aditivo

<b>Datos</b>	<b>Símbolos</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Redondeo</b>
Cantidad de probetas	N	= 4,00	
	Xmax	= 224,34	
	Xmin	= 222,18	
Rango de pruebas	Rx	= 2,15	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 0,72	= 1,00
	Rx	= 3,00	
Alcance de pruebas	Li	= 222,18	
	Ls	= 225,18	

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$847,22 / 4 = 211,80$$

**Mediana**

**Donde:**

$$Lm = 223,18$$

$$Cm = 1,00$$

$$Fm = 1 \quad Me = 224,183$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 224,18$$

$$Co = 1,00 \quad Mo = 225,1829477$$

$$fm -1 = 1$$

$$f_{m+1} = 2$$

**Varianza**  $V = 226,22$

**Desviación estándar**  $De = 15,04$

**Coefficiente de variación**  $Cv = 6,71$

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 1 % de Aditivo**

**Tabla 54**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 1% de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	208,915	224,183
Varianza	$\sqrt{2}$	0,73	226,22

**Hipótesis comparativa a los 7 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 1 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 7 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ho  $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_a$   $u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$\alpha = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$T_c = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$$\sqrt{2}p = 5,181 \text{ tamaños de cada uno de las muestras.}$$

$$T_o = - 3,18 \text{ Estadísticas t}$$

Condición

Cuando  $H_o$   $u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a$   $u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo la hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

4.2.1.1.4 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días más el 1,5 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 55**

*Resistencia promedio concreto con 1,5 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	235,75
02	C. A.	234,13
03	C. A.	231,40
04	C. A.	233,13
Suma total		207,78

**Tabla 56**

*Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4,00	
	Xmax	= 235,75	
	Xmin	= 231,40	
Rango de pruebas	Rx	= 4,35	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 1,45	= 2,00
	Rx	= 6,00	
Alcance de pruebas	Li	= 231,40	
	Ls	= 237,40	

**Tabla 57**

*Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 1,5 % de aditivo.*

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u) <sup>2</sup>	fi.(Xi - u) <sup>2</sup>
231,40	- 233,40	>	232,41	1	1	232,40	23,74	563,60	563,60
233,40	- 235,40	>	234,41	1	2	234,40	25,74	662,56	662,56
235,40	- 237,40	>	236,41	2	4	472,81	27,74	769,52	1539,05
Total				4		939,62		1995,69	2765,21

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$847,22 / 4 = 234,90$$

**Mediana**

**Donde:**

$$Lm = 233,40$$

$$Cm = 2,00$$

$$Fm = 1 \qquad \mathbf{Me} = 235,405$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 235,40$$

$$Co = 2,00 \qquad \mathbf{Mo} = 237,405$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \qquad V = \qquad 665,23$$

$$\mathbf{Desviación estándar} \qquad De = \qquad 25,792$$

$$\mathbf{Coeficiente de variación} \qquad Cv = \qquad 10,96$$

## Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 1,5 % de Aditivo

**Tabla 58**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1,5 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 1 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	208,915	235,405
Varianza	$\sqrt{2}$	0,73	665,23

### Hipótesis comparativa a los 7 días

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 1,5 % de aditivo

### Hipótesis nula Ho.

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 7 días con la incorporación del 1,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ho  $u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

### Hipótesis alternativa Ha.

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 1,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ha  $u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

### Nivel de significancia o porcentaje de error.

El dato será de utilidad para la tabla "t"

$$\alpha = 0,05$$

### Grado de libertad.

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n1 + n2 - 2 = 6$$

Tablas “t” resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$Tc = 1,943$$

### Calculo estadístico “t”

Donde:

$$\sqrt{2}p = 332,980 \text{ tamaños de cada uno de las muestras.}$$

$$T_o = - 8,77 \text{ Estadísticas t}$$

Condición

Cuando  $H_o u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a u1 < u2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 1,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

4.2.1.1.5 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días más el 2 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 59**

*Resistencia promedio concreto con 2 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	242,39
02	C. A.	243,07
03	C. A.	244,58
04	C. A.	243,51
	Suma total	207,78

**Tabla 60***Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 244,58	
	Xmin	= 242,39	
Rango de pruebas	Rx	= 2,19	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 0,73	= 1,00
	Rx	= 3	
Alcance de pruebas	Li	= 242,39	
	Ls	= 245,39	

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Tabla 61***Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 2 % de aditivo.*

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2
242,39	- 243,39	>	242,89	1	1	242,89	34,23	1171,67	1171,67
243,39	- 244,39	>	243,89	1	2	243,89	35,23	1241,12	1241,12
244,39	- 245,39	>	244,89	2	4	489,79	36,23	1312,58	2625,17
Total				4		976,58		3725,37	5037,96

**Media**

$$847,22 / 4 = 244,14$$

**Mediana****Donde:**

$$Lm = 243,39$$

$$Cm = 1,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me} = 244,394$$

$$Fm-1 = 1$$

### Moda

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 244,39$$

$$Co = 1,00 \quad Mo = 245,394$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\text{Varianza} \quad V = 1241,79$$

$$\text{Desviación estándar} \quad De = 35,239$$

$$\text{Coeficiente de variación} \quad Cv = 14,42$$

### Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 2 % de Aditivo

**Tabla 62**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 2 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 2 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	208,915	244,394
Varianza	$\sqrt{2}$	0,73	1241,79

### Hipótesis comparativa a los 7 días

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 2 % de aditivo

### Hipótesis nula Ho.

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 7 días con la incorporación del 2 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_0 \mu_1 \geq \mu_2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa  $H_a$ .**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_a \mu_1 < \mu_2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$\alpha = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$T_c = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$\sqrt{2}p = 621,26$  Tamaño de cada uno de las muestras.

$$T_o = - 10,05 \text{ Estadísticas } t$$

Condición

Cuando  $H_0: u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a: u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 2 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

4.2.1.1.6 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días más el 3 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 63**

*Resistencia promedio concreto con 3 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	218,96
02	C. A.	222,94
03	C. A.	225,00
04	C. A.	156,35
Suma total		207,78

**Tabla 64**

*Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4,00	
	Xmax	= 225,00	
	Xmin	= 156,35	
Rango de pruebas	Rx	= 68,64	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 22,98	= 23,00
	Rx	= 9,00	
Alcance de pruebas	Li	= 156,35	
	Ls	= 165,35	

**Tabla 65***Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 3 % de aditivo.*

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2	
156,35	-	159,35	>	157,85	1	1	157,85	-50,81	2581,92	2581,92
159,35	-	162,35	>	160,85	1	2	160,85	-47,81	2286,04	2286,04
162,35	-	165,35	>	163,85	2	4	327,70	-44,81	2008,17	4016,34
Total					4		646,41		6876,13	8884,30

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 161,60$$

**Mediana****Donde:**

$$Lm = 159,35$$

$$Cm = 3,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me} = 162,352$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 162,35$$

$$Co = 3,00 \quad \mathbf{Mo} = 165,35$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \quad V = 2292,04$$

**Desviación estándar** De = 47,875  
**Coefficiente de variación** Cv = 29,49

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 3 % de Aditivo**

**Tabla 66**  
*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 3 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 3 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	208,915	162,352
Varianza	$\sqrt{2}$	0,73	2292,04

**Hipótesis comparativa a los 7 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 3 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 7 días con la incorporación del 3 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $Ho$   $u1 > = u2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 3 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_a u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$x = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$T_c = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$$\sqrt{2}p = 1146,39 \text{ Tamaño de cada uno de las muestras.}$$

$$T_o = 11,32 \text{ Estadística t}$$

Condición

Cuando  $H_o u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210  $kg/cm^2$  aumenta a los 7 días con la incorporación del 3 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

4.2.1.1.7 Concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días sin aditivo sikament 306

**superplastificante reductor de agua.**

**Tabla 67**

*Resistencia promedio concreto con 0,5 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	246,34
02	C. A.	248,09
03	C. A.	245,00
04	C. A.	246,21
Suma total		207,78

**Tabla 68**

*Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4,00	
	Xmax	= 248,09	
	Xmin	= 245,00	
Rango de pruebas	Rx	= 3,09	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 1,03	= 2,00
	Rx	= 3,00	
Alcance de pruebas	Li	= 245,00	
	Ls	= 248,00	

**Tabla 69**

*Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.*

li	ls	Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u) <sup>2</sup>	fi.(Xi - u) <sup>2</sup>
245,00	- 246,00	> 245,5	1	1	245,50	-1,25	1,56	1,56
246,00	- 247,00	> 246,5	1	2	246,50	-0,25	0,06	0,06
247,00	- 248,00	> 247,5	2	4	495,00	0,75	0,56	1,13
Total			4		987,01		2,19	2,75

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 246,75$$

**Mediana**

Donde:

$$Lm = 246,00$$

$$Cm = 1,00$$

$$Fm = 1 \qquad \mathbf{Me = 247,002}$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 247,00$$

$$Co = 1,00 \qquad \mathbf{Mo = 248,00}$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \qquad V = \qquad 0,73$$

$$\mathbf{Desviación estándar} \qquad De = \qquad 0,85$$

$$\mathbf{Coeficiente de variación} \qquad Cv = \qquad 0,35$$

4.2.1.1.8 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días más el 0,5 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 70**

Resistencia promedio concreto con 0,5 % de aditivo sikament 306

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	243,29
02	C. A.	243,26
03	C. A.	243,99
04	C. A.	241,77
Suma total		207,78

**Tabla 71**

Datos estadísticos para la prueba t Student

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 243,99	
	Xmin	= 241,77	
Rango de pruebas	Rx	= 2,22	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 0,74	= 1,00
	Rx	= 3	
Alcance de pruebas	Li	= 241,77	
	Ls	= 244,77	

**Tabla 72**

Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.

li	ls	Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u) <sup>2</sup>	fi.(Xi - u) <sup>2</sup>
241,77	- 242,77	> 242,27	1,00	1,00	242,27	- 4,48	20,09	20,09
242,77	- 243,77	> 243,27	1,00	2,00	243,27	-3,48	12,12	12,12
243,77	- 244,77	> 244,27	2,00	4,00	488,54	-2,48	6,16	12,32
Total			4,00		974,08		38,37	44,52

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$847,22 / 4 = 243,52$$

**Mediana**

Donde:

$$Lm = 242,77$$

$$Cm = 1,00$$

$$Fm = 1 \qquad \mathbf{Me = 243,770}$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 243,77$$

$$Co = 1,00 \qquad \mathbf{Mo = 244,77}$$

$$fm -1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \qquad V = 12,79$$

$$\mathbf{Desviación estándar} \qquad De = 3,57613$$

$$\mathbf{Coeficiente de variación} \qquad Cv = 1,47$$

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 0,5 % de Aditivo**

**Tabla 73**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 0,5 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 0,5 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	247,00	243,77
Varianza	$\sqrt{2}$	0,73	12,79

**Hipótesis comparativa a los 7 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 0,5 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 14 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ho  $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 14 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ha  $u1 < u2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$x = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$Gl = n1 + n2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$Tc = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

$$\sqrt{2}p = \frac{(n1-1)*\sqrt{-2}1 - (n2-1)*\sqrt{-2}2}{(n1-1)+(n2-1)} \dots\dots\dots [Ecuación 38]$$

**Donde:**

N1 = muestra 1

N2 = muestra 3

$\sqrt{-2}1$  = varianza 1

$\sqrt{-2}2$  = varianza 2

$$\sqrt{2}p = 6.759$$

$$T0 = \frac{(u1)-(u2)}{\sqrt{\sqrt{2}p (\frac{1}{n1} - \frac{1}{n1})}} \dots\dots\dots [Ecuación 39]$$

**Donde:**

U1 = media aritmética

U2 = media aritmética

$\sqrt{p}$  = factor de reemplazo

T0 = t student

$$T0 = 2,83$$

Condición

Cuando  $H_0: u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a: u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 14 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

4.2.1.1.9 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días más el 1 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 74**  
Resistencia promedio concreto con 1 % de aditivo sikament 306

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	257,39
02	C. A.	256,06
03	C. A.	258,60
04	C. A.	256,07
Suma total		207,78

**Tabla 75**  
Datos estadísticos para la prueba t Student

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4,00	
	Xmax	= 258,60	
	Xmin	= 256,06	
Rango de pruebas	Rx	= 2,54	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 0,85	= 1,00
	Rx	= 3,00	
Alcance de pruebas	Li	= 256,06	
	Ls	= 259,06	

**Tabla 76***Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.*

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2	
256,06	-	257,06	>	256,561	1	1	256,56	9,81	96,21	96,21
257,06	-	258,06	>	257,561	1	2	257,56	10,81	116,82	116,82
258,06	-	259,06	>	258,561	2	4	517,12	11,81	139,44	278,88
Total					4		1031,24		352,47	491,92

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 257,81$$

**Mediana****Donde:**

$$Lm = 257,06$$

$$Cm = 1,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me = 258,061}$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 258,06$$

$$Co = 1,00 \quad \mathbf{Mo = 259,061}$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \quad \mathbf{V = 117,49}$$

$$\mathbf{Desviación estándar} \quad \mathbf{De = 10,84}$$

**Coefficiente de variación**       $Cv =$       4,20

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 1 % de Aditivo**

**Tabla 77**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 1% de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	247,002	258,061
Varianza	$\sqrt{2}$	0,73	117,49

**Hipótesis comparativa a los 7 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 1 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 14 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $Ho$   $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 14 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $Ha$   $u1 < u2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$x = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n1 + n2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$Tc = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$\sqrt{2}p = 59,110$  tamaños de cada uno de las muestras.

$$T_o = -5,6402 \text{ Estadísticas } t$$

Condición

Cuando  $H_o u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a u1 < u2$  si simple la hipótesis

Concluyendo la hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210  $kg/cm^2$  aumenta a los 14 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

4.2.1.1.10 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días más el 1,5 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 78**

Resistencia promedio concreto con 1,5 % de aditivo sikament 306

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	263,10
02	C. A.	263,84
03	C. A.	261,77
04	C. A.	265,09
Suma total		207,78

**Tabla 79**

Datos estadísticos para la prueba t Student

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 265,09	
	Xmin	= 261,77	
Rango de pruebas	Rx	= 3,31	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 1,11	= 1,00
	Rx	= 6	
Alcance de pruebas	Li	= 261,77	
	Ls	= 267,77	

**Tabla 80**

Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.

li	ls	Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u) <sup>2</sup>	fi.(Xi - u) <sup>2</sup>
261,77	- 262,77	> 262,272	1	1	262,27	15,52	240,87	240,87
262,77	- 263,77	> 263,272	1	2	263,27	16,52	272,91	272,91
263,77	- 264,77	> 264,272	2	4	528,54	17,52	306,95	613,89
Total			4		1054,09		820,72	1127,66

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 263,52$$

**Mediana**

**Donde:**

$$Lm = 262,77$$

$$Cm = 1,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me = 263,772}$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 263,77$$

$$Co = 1,00 \quad \mathbf{Mo = 264,772}$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \quad V = \quad 273,57$$

$$\mathbf{Desviación estándar} \quad De = \quad 16,54$$

$$\mathbf{Coeficiente de variación} \quad Cv = \quad 6,27$$

## Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 1,5 % de Aditivo

**Tabla 81**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1,5 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 1% de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	247,002	263,772
Varianza	$\sqrt{2}$	0,73	273,57

### Hipótesis comparativa a los 7 días

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 1,5 % de aditivo

### Hipótesis nula Ho.

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 14 días con la incorporación del 1,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ho  $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

### Hipótesis alternativa Ha.

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 14 días con la incorporación del 1,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ha  $u1 < u2$  si simple la hipótesis

### Nivel de significancia o porcentaje de error.

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$\alpha = 0,05$$

### Grado de libertad.

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n1 + n2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$Tc = 1,943$$

### Calculo estadístico “t”

**Donde:**

$\sqrt{2}p = 137,151$  tamaños de cada uno de las muestras.

$$T_o = - 6,93 \text{ Estadísticas } t$$

Condición

Cuando  $H_o u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a u1 < u2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 14 días con la incorporación del 1,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

*4.2.1.1.11 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días más el 2 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.*

**Tabla 82**

*Resistencia promedio concreto con 2 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	276,75
02	C. A.	273,74
03	C. A.	275,22
04	C. A.	271,70
	Suma total	207,78

**Tabla 83***Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 276,75	
	Xmin	= 271,70	
Rango de pruebas	Rx	= 5,05	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 1,69	= 2,00
	Rx	= 6	
Alcance de pruebas	Li	= 271,70	
	Ls	= 277,70	

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Tabla 84***Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 2 % de aditivo.*

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2
271,70	- 273,70	>	272,7	1	1	272,70	25,95	673,31	673,31
273,70	- 275,70	>	274,7	1	2	274,70	27,95	781,10	781,10
275,70	- 277,70	>	276,7	2	4	553,40	29,95	896,90	1793,79
Total				4		1100,80		2351,31	3248,21

**Media**

$$847,22 / 4 = 275,20$$

**Mediana****Donde:**

$$Lm = 273,70$$

$$Cm = 2,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me = 275,700}$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$\begin{aligned}
 F_m &= 2,00 \\
 L_o &= 275,70 \\
 C_o &= 2,00 & M_o &= 277,700 \\
 f_m - 1 &= 1 \\
 f_m + 1 &= 2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Varianza} & & V &= & 783,77 \\
 \text{Desviación estándar} & & D_e &= & 27,9959 \\
 \text{Coeficiente de variación} & & C_v &= & 10,15
 \end{aligned}$$

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 2 % de Aditivo**

**Tabla 85**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 2 % de aditivo a los 14 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 2 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	247,002	275,700
Varianza	$\sqrt{2}$	0,73	783,77

**Hipótesis comparativa a los 7 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 2 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 7 días con la incorporación del 2 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_o u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_a$   $u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$\alpha = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$T_c = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$$\sqrt{2}p = 392,25 \text{ Tamaño de cada uno de las muestras.}$$

$$T_o = - 9,1197 \text{ Estadísticas t}$$

Condición

Cuando  $H_o$   $u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a$   $u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 14 días con la incorporación del 2 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

4.2.1.1.12 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días más el 3 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 86**  
Resistencia promedio concreto con 3 % de aditivo sikament 306

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	254,12
02	C. A.	253,40
03	C. A.	257,85
04	C. A.	256,44

**Tabla 87**  
Datos estadísticos para la prueba t Student

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4,00	
	Xmax	= 257,85	
	Xmin	= 253,40	
Rango de pruebas	Rx	= 4,45	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 1,49	= 2,00
	Rx	= 6,00	
Alcance de pruebas	Li	= 253,40	
	Ls	= 259,40	

**Tabla 88**  
Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 3 % de aditivo.

li	ls	Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u) <sup>2</sup>	fi.(Xi - u) <sup>2</sup>
253,40	- 255,40	> 254,398	1	1	254,40	7,65	58,46	58,46
255,40	- 257,40	> 256,398	1	2	256,40	9,65	93,04	93,04
257,40	- 259,40	> 258,398	2	4	516,80	11,65	135,62	271,25
Total			4		1027,59		287,12	422,75

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 256,90$$

**Mediana**

**Donde:**

$$Lm = 255,40$$

$$Cm = 2,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me} = 257,398$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 257,40$$

$$Co = 2,00 \quad Mo = 259,40$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \quad V = 95,71$$

$$\mathbf{Desviación estándar} \quad De = 9,78305$$

$$\mathbf{Coeficiente de} \quad Cv = 3,80$$

**variación**

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 3 % de Aditivo**

**Tabla 89***Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 3 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 3 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	247,002	257,398
Varianza	$\sqrt{2}$	0,73	95,71

**Hipótesis comparativa a los 14 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 3 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 14 días con la incorporación del 3 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ho  $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 14 días con la incorporación del 3 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ha  $u1 < u2$  si simple la hipótesis**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$\alpha = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$T_c = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$$\sqrt{2}p = 48,22 \text{ Tamaño de cada uno de las muestras.}$$

$$T_o = -5,5792 \text{ Estadísticas t}$$

Condición

Cuando  $H_o u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 14 días con la incorporación del 3 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

### **Concreto $f'c$ 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días sin aditivo**

**Tabla 90**

*Resistencia promedio concreto con 0,5 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	284,12
02	C. A.	279,33
03	C. A.	281,90
04	C. A.	281,68
	Suma total	207,78

**Tabla 91**  
*Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4,00	
	Xmax	= 284,12	
	Xmin	= 279,33	
Rango de pruebas	Rx	= 4,79	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 1,60	= 2,00
	Rx	= 3,00	
Alcance de pruebas	Li	= 279,33	
	Ls	= 282,33	

**Tabla 92.**  
*Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.*

li	ls	Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2
279,33	- 281,33	> 280,33	1	1	280,33	-2,50	6,25	6,25
281,33	- 283,33	> 282,33	1	2	282,33	-0,50	0,25	0,25
283,33	- 285,33	> 284,33	2	4	568,66	1,50	2,25	4,50
Total			4		1131,33		8,75	11,00

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 282,83$$

**Mediana**

Donde:

$$Lm = 281,33$$

$$Cm = 2,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me = 283,331}$$

$$Fm-1 = 1$$

### Moda

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 283,33$$

$$Co = 2,00 \quad Mo = 285,33$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\text{Varianza} \quad V = 2,92$$

$$\text{Desviación estándar} \quad De = 1,71$$

$$\text{Coeficiente de variación} \quad Cv = 0,60$$

4.2.1.1.13 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días más el 0,5 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 93**

Resistencia promedio concreto con 0,5 % de aditivo sikament 306

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	279,40
02	C. A.	282,25
03	C. A.	285,45
04	C. A.	283,01
Suma total		207,78

**Tabla 94**

Datos estadísticos para la prueba t Student

li	ls	Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u) <sup>2</sup>	fi.(Xi - u) <sup>2</sup>
279,40	- 281,40	> 280,40	1,00	1,00	280,40	-2,43	5,93	5,93
281,40	- 283,40	> 282,40	1,00	2,00	282,40	-0,43	0,19	0,19
283,40	- 285,40	> 284,40	2,00	4,00	568,79	1,57	2,45	4,90
Total			4,00		1131,59		8,57	11,02

**Tabla 95***Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4,00	
	Xmax	= 285,45	
	Xmin	= 279,40	
Rango de pruebas	Rx	= 6,06	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 2,03	= 2,00
	Rx	= 6,00	
Alcance de pruebas	Li	= 279,40	
	Ls	= 285,40	

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

### Media

$$M = 847,22 / 4 = 282,90$$

### Mediana

Donde:

$$Lm = 281,40$$

$$Cm = 2,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me = 283,397}$$

$$Fm-1 = 1$$

### Moda

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 283,40$$

$$Co = 2,00 \quad \mathbf{Mo = 285,40}$$

$$fm -1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

<b>Varianza</b>	V =	2,86
<b>Desviación estándar</b>	De =	1,6898
<b>Coefficiente de variación</b>	Cv =	0,60

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 0,5 % de Aditivo**

**Tabla 96**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 0.5 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 0.5 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	283,33	283,40
Varianza	$\sqrt{2}$	2,92	2,86

**Hipótesis comparativa a los 21 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 0,5 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 21 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ho  $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 21 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_a: \mu_1 < \mu_2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$\alpha = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$T_c = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

$$t_p = \frac{(n_1 - 1) * \sqrt{s_1^2} - (n_2 - 1) * \sqrt{s_2^2}}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} \quad \text{[Ecuación 40]}$$

**Donde:**

$n_1$  = muestra 1

$n_2$  = muestra 3

$\sqrt{s_1^2}$  = varianza 1

$\sqrt{s_2^2}$  = varianza 2

$$t_p = 2,886$$

$$T_o = \frac{(u1) - (u2)}{\sqrt{\sqrt{2}p \left(\frac{1}{n1} - \frac{1}{n1}\right)}}$$

[Ecuación 41]

Donde:

U1 = media aritmética

U2 = media aritmética

$\sqrt{p}$  = factor de reemplazo

$T_o$  = t student

$T_o = -0,07$

Condición

Cuando  $H_o u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a u1 < u2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 21 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

*4.2.1.1.14 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días más el 1 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.*

**Tabla 97**  
*Resistencia promedio concreto con 1 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	294,41
02	C. A.	293,33
03	C. A.	292,52
04	C. A.	293,64
Suma total		207,78

**Tabla 98**  
*Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 294,41	
	Xmin	= 292,52	
Rango de pruebas	Rx	= 1,89	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 0,63	= 1,00
	Rx	= 3	
Alcance de pruebas	Li	= 292,52	
	Ls	= 295,52	

**Tabla 99**  
*Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.*

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2
292,52	- 293,52	>	293,021	1	1	293,02	10,19	103,82	103,82
293,52	- 294,52	>	294,021	1	2	294,02	11,19	125,20	125,20
294,52	- 295,52	>	295,021	2	4	590,04	12,19	148,58	297,16
Total				4		1177,08		377,60	526,18

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 294,27$$

**Mediana**

**Donde:**

$$Lm = 293,52$$

$$Cm = 1,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me} = 294,521$$

$$Fm-1 = 1$$

### Moda

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 294,52$$

$$Co = 1,00 \quad Mo = 295,521$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\text{Varianza} \quad V = 125,87$$

$$\text{Desviación estándar} \quad De = 11,22$$

$$\text{Coeficiente de variación} \quad Cv = 3,81$$

### Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 1 % de Aditivo

**Tabla 100**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1 % de aditivo a los 21 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 1% de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	281,331	294,521
Varianza	$\sqrt{2}$	4,67	125,87

### Hipótesis comparativa a los 21 días

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 1 % de aditivo

### Hipótesis nula Ho.

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 21 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_0: u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa  $H_a$ .**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 21 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_a: u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$\alpha = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$T_c = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$\sqrt{2}p = 65,266$  tamaños de cada uno de las muestras.

$$T_o = - 6,562 \text{ Estadísticas } t$$

Condición

Cuando  $H_0: u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a: u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo la hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210  $kg/cm^2$  aumenta a los 7 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

4.2.1.1.15 Concreto  $f'c$  210  $kg/cm^2$  a los 21 días más el 1,5 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 101**  
*Resistencia promedio concreto con 1,5 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	303,37
02	C. A.	301,53
03	C. A.	301,47
04	C. A.	301,54
Suma total		207,78

**Tabla 102**  
*Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 303,37	
	Xmin	= 301,47	
Rango de pruebas	Rx	= 1,90	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 0,63	= 2,00
	Rx	= 6	
Alcance de pruebas	Li	= 301,47	
	Ls	= 307,47	

**Tabla 103***Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.*

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2
301,47	- 302,47	>	301,97	1	1	301,97	19,14	366,27	366,27
302,47	- 303,47	>	302,97	1	2	302,97	20,14	405,55	405,55
303,47	- 304,47	>	303,97	2	4	607,94	21,14	446,83	893,65
Total				4		1212,88		1218,65	1665,48

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 303,22$$

**Mediana**

**Donde:**

$$Lm = 302,47$$

$$Cm = 1,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me = 303,470}$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 303,47$$

$$Co = 1,00 \quad \mathbf{Mo = 304,47}$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

**Varianza**  $V = 406,22$

Desviación estándar      De =      20,1548

Coefficiente de variación      Cv =      6,64

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 1,5 % de Aditivo**

**Tabla 104**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1,5 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 1% de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	281,331	303,470
Varianza	$\sqrt{2}$	4,67	406,22

**Hipótesis comparativa a los 21 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 1,5 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 21 días con la incorporación del 1,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ho  $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 21 días con la incorporación del 1,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ha  $u1 < u2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$x = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n1 + n2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$Tc = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$\sqrt{2}p = 205,442$  tamaños de cada uno de las muestras.

$$T_o = - 8,27 \text{ Estadísticas } t$$

Condición

Cuando  $H_o u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a u1 < u2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 21 días con la incorporación del 1,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

*4.2.1.1.16 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días más el 2 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.*

**Tabla 105***Resistencia promedio concreto con 2 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	312,93
02	C. A.	307,31
03	C. A.	310,08
04	C. A.	312,05
Suma total		207,78

**Tabla 106***Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 312,93	
	Xmin	= 307,31	
Rango de pruebas	Rx	= 5,62	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 1,88	= 1,00
	Rx	= 3	
Alcance de pruebas	Li	= 307,31	
	Ls	= 310,31	

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Tabla 107***Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 2 % de aditivo.*

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u) <sup>2</sup>	fi.(Xi - u) <sup>2</sup>
307,31	- 308,31	>	307,807	1	1	307,81	24,98	623,76	623,76
308,31	- 309,31	>	308,807	1	2	308,81	25,98	674,72	674,72
309,31	- 310,31	>	309,807	2	4	619,61	26,98	727,67	1455,33
Total				4		1236,23		2026,15	2753,81

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 309,06$$

**Mediana**

**Donde:**

$$Lm = 308,31$$

$$Cm = 1,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me} = 309,307$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 309,31$$

$$Co = 1,00 \quad \mathbf{Mo} = 310,307$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \quad V = \quad 675,38$$

$$\mathbf{Desviación estándar} \quad De = \quad 25,9881$$

$$\mathbf{Coeficiente de variación} \quad Cv = \quad 8,40$$

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 2 % de Aditivo****Tabla 108***Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 2 % de aditivo a los 21 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	con 2 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	281,331	309,307
Varianza	$\sqrt{2}$	4,67	675,38

**Hipótesis comparativa a los 21 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 2 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 21 días con la incorporación del 2 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ho  $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 21 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ha  $u1 < u2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$\alpha = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n1 + n2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$Tc = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$$\sqrt{2}p = 340,02 \text{ Tamaño de cada uno de las muestras.}$$

$T_0 = -9,213$  Estadísticas t

Condición

Cuando  $H_0: u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a: u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 2 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

4.2.1.1.17 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días más el 3 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 109**

*Resistencia promedio concreto con 3 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	297,53
02	C. A.	282,45
03	C. A.	285,33
04	C. A.	283,31
	Suma total	207,78

**Tabla 110**

*Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 297,53	
	Xmin	= 282,45	
Rango de pruebas	Rx	= 15,08	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 5,05	= 5,00
	Rx	= 15	
Alcance de pruebas	Li	= 282,45	
	Ls	= 297,45	

**Tabla 111***Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 3 % de aditivo.*

li	ls	Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2
282,45	- 287,45	> 284,948	1	1	284,95	2,12	4,48	4,48
287,45	- 292,45	> 289,948	1	2	289,95	7,12	50,65	50,65
292,45	- 297,45	> 294,948	2	4	589,90	12,12	146,81	293,62
Total			4		1164,79		201,94	348,75

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 291,20$$

**Mediana****Donde:**

$$Lm = 287,45$$

$$Cm = 5,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me = 292,448}$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 292,45$$

$$Co = 5,00 \quad \mathbf{Mo = 297,45}$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

<b>Varianza</b>	V =	67,31
<b>Desviación estándar</b>	De =	8,2044
<b>Coefficiente de variación</b>	Cv =	2,81

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 3 % de Aditivo**

**Tabla 112**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 3 % de aditivo a los 21 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 3 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	281,331	292,448
Varianza	$\sqrt{2}$	4,67	67,31

**Hipótesis comparativa a los 21 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 3 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 21 días con la incorporación del 3 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ho  $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 21 días con la incorporación del 3 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_a u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$x = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$T_c = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$$\sqrt{2}p = 35,99 \text{ Tamaño de cada uno de las muestras.}$$

$$T_o = - 6,419 \text{ Estadísticas t}$$

Condición

Cuando  $H_o u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 21 días con la incorporación del 3 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

## Concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días sin aditivo

**Tabla 113**

*Resistencia promedio de concreto con aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	290,79
02	C. A.	302,65
03	C. A.	301,94
04	C. A.	293,37
Suma total		207,78

**Tabla 114**

*Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 302,65	
	Xmin	= 290,79	
Rango de pruebas	Rx	= 11,86	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 3,97	= 4,00
	Rx	= 12	
Alcance de pruebas	Li	= 290,79	
	Ls	= 302,79	

**Tabla 115**

*Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 0,5 % de aditivo.*

li	ls	Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u) <sup>2</sup>	fi.(Xi - u) <sup>2</sup>
290,79	- 294,79	> 292,79	1	1	292,79	-5,00	25,00	25,00
294,79	- 298,79	> 296,79	1	2	296,79	-1,00	1,00	1,00
298,79	- 302,79	> 300,79	2	4	601,58	3,00	9,00	18,00
Total			4		1191,16		35,00	44,00

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 297,79$$

**Mediana**

Donde:

$$Lm = 294,79$$

$$Cm = 4,00$$

$$Fm = 1 \qquad \mathbf{Me} = 298,790$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 298,79$$

$$Co = 4,00 \qquad \mathbf{Mo} = 302,79$$

$$fm -1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \qquad V = \qquad 11,67$$

$$\mathbf{Desviación estándar} \qquad De = \qquad 3,42$$

$$\mathbf{Coeficiente \ de} \qquad Cv = \qquad 1,14$$

**variación**

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 0,5 % de Aditivo**

**Tabla 116**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 0,5 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 0,5 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	208,91	212,30
Varianza	$\sqrt{2}$	0,73	9,63

**Hipótesis comparativa a los 7 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 0,5 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 7 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ho  $u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando Ha  $u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$x = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n1 + n2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$Tc = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

$$\sqrt{2}p = \frac{(n1-1)*\sqrt{2}1 - (n2-1)*\sqrt{2}2}{(n1-1)+(n2-1)} \dots\dots\dots [Ecuación 42]$$

**Donde:**

N1 = muestra 1

N2 = muestra 3

$\sqrt{2}1$  = varianza 1

$\sqrt{2}2$  = varianza 2

$$\sqrt{2}p = 5,181$$

$$T0 = \frac{(u1)-(u2)}{\sqrt{\sqrt{2}p (\frac{1}{n1} - \frac{1}{n1})}} \dots\dots\dots [Ecuación 43]$$

**Donde:**

U1 = media aritmética

U2 = media aritmética

$\sqrt{p}$  = factor de reemplazo

T0 = t student

$$T0 = -3,18$$

Condición

Cuando  $H_0: u_1 \geq u_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a: u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 7 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

*4.2.1.1.18 Concreto  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días más el 0,5 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.*

**Tabla 117**

*Resistencia promedio concreto con 0,5 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	303,43
02	C. A.	305,38
03	C. A.	307,29
04	C. A.	305,24
	Suma total	305,34

**Tabla 118**

*Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 307,29	
	Xmin	= 303,43	
Rango de pruebas	Rx	= 3,86	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 1,29	= 2,00
	Rx	= 6	
Alcance de pruebas	Li	= 303,43	
	Ls	= 309,43	

**Tabla 119***Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.*

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2
303,43	- 305,43	>	304,43	1,00	1,00	304,43	6,64	44,08	44,08
305,43	- 307,43	>	306,43	1,00	2,00	306,43	8,64	74,64	74,64
307,43	- 309,43	>	308,43	2,00	4,00	616,86	10,64	113,20	226,39
Total				4,00		1227,72		231,92	345,12

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 306,93$$

**Mediana**

Donde:

$$Lm = 305,43$$

$$Cm = 2,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me = 307,429}$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 307,43$$

$$Co = 2,00 \quad \mathbf{Mo = 309,43}$$

$$fm -1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \quad V = 77,31$$

$$\mathbf{Desviación estándar} \quad De = 8,7924$$

**Coefficiente de variación**  $Cv = 2,86$

### **Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 0,5 % de Aditivo**

**Tabla 120**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 0,5 % de aditivo a los 7 días*

<b>Datos</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Concreto sin aditivo</b>	<b>C, con 0,5 % de aditivo</b>
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	298,79	307,43
Varianza	$\sqrt{2}$	11,67	77,31

#### **Hipótesis comparativa a los 28 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 0,5 % de aditivo

#### **Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 28 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $Ho$   $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

#### **Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 28 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_a: u_1 < u_2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$\alpha = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$T_c = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

$$\sqrt{2}p = \frac{(n_1 - 1) * \sqrt{2}^2_1 - (n_2 - 1) * \sqrt{2}^2_2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} \quad [\text{Ecuación 44}]$$

**Donde:**

$N_1$  = muestra 1

$N_2$  = muestra 3

$\sqrt{2}^2_1$  = varianza 1

$\sqrt{2}^2_2$  = varianza 2

$$\sqrt{2}p = 44,486$$

$$T_o = \frac{(u_1) - (u_2)}{\sqrt{\sqrt{2}p \left( \frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right)}} \dots \dots \dots [\text{Ecuación 45}]$$

Donde:

U1 = media aritmética

U2 = media aritmética

$\sqrt{p}$  = factor de reemplazo

T<sub>o</sub> = t student

T<sub>o</sub> = - 4,73

Condición

Cuando H<sub>o</sub> u1 > = u2 no cumple la hipótesis

Cuando H<sub>a</sub> u1 < u2 si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 28 días con la incorporación del 0,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

*4.2.1.1.19 Concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días más el 1 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.*

**Tabla 121**

*Resistencia promedio concreto con 1 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	318,79
02	C. A.	315,56
03	C. A.	317,40
04	C. A.	315,00
	Suma total	207,78

**Tabla 122***Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 318,79	
	Xmin	= 315,00	
Rango de pruebas	Rx	= 3,79	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 1,27	= 1,00
	Rx	= 3	
Alcance de pruebas	Li	= 315,00	
	Ls	= 318,00	

**Tabla 123***Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.*

li	ls	Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2
315,00	- 316,00	> 315,5	1	1	315,50	17,71	313,71	313,71
316,00	- 317,00	> 316,5	1	2	316,50	18,71	350,13	350,13
317,00	- 318,00	> 317,5	2	4	635,00	19,71	388,56	777,11
Total			4		1267,01		1052,40	1440,95

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 316,75$$

**Mediana**

**Donde:**

$$Lm = 316,00$$

$$Cm = 1,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me = 317,001}$$

$$Fm-1 = 1$$

### Moda

$$F_m = 2,00$$

$$L_o = 317,00$$

$$C_o = 1,00 \quad M_o = 318,001$$

$$f_{m-1} = 1$$

$$f_{m+1} = 2$$

$$\text{Varianza} \quad V = 350,80$$

$$\text{Desviación estándar} \quad D_e = 18,73$$

$$\text{Coeficiente de variación} \quad C_v = 5,91$$

### Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 1 % de Aditivo

**Tabla 124**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1 % de aditivo a los 28 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 1% de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	292,790	317,001
Varianza	$\sqrt{2}$	30,92	350,80

### Hipótesis comparativa a los 28 días

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 1 % de aditivo

### Hipótesis nula Ho.

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 28 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_0 \mu_1 \geq \mu_2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa  $H_a$ .**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 28 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_a \mu_1 < \mu_2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$\alpha = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$T_c = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$$\sqrt{2}p = 190,858 \text{ tamaños de cada uno de las muestras.}$$

$$T_o = - 9,2122 \text{ Estadísticas t}$$

Condición

Cuando  $H_0 \mu_1 \geq \mu_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a \mu_1 < \mu_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo la hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210  $kg/cm^2$  aumenta a los 28 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

4.2.1.1.20 Concreto  $f'c$  210  $kg/cm^2$  a los 28 días más el 1,5 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 125**

*Resistencia promedio concreto con 1,5 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	325,94
02	C. A.	322,78
03	C. A.	320,92
04	C. A.	323,85
Suma total		207,78

**Tabla 126**

*Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 325,94	
	Xmin	= 320,92	
Rango de pruebas	Rx	= 5,02	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 1,68	= 2,00
	Rx	= 6	
Alcance de pruebas	Li	= 320,92	
	Ls	= 326,92	

**Tabla 127**

*Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 5 % de aditivo.*

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u) <sup>2</sup>	fi.(Xi - u) <sup>2</sup>
320,92	- 322,92	>	321,92	1	1	321,92	24,13	582,49	582,49
322,92	- 324,92	>	323,92	1	2	323,92	26,13	683,03	683,03
324,92	- 326,92	>	325,92	2	4	651,85	28,13	791,57	1583,15
Total				4		1297,70		2057,10	2848,68

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 324,42$$

**Mediana**

**Donde:**

$$Lm = 322,92$$

$$Cm = 2,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me} = 324,925$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 324,92$$

$$Co = 2,00 \quad \mathbf{Mo} = 326,925$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \quad V = 685,70$$

$$\mathbf{Desviación estándar} \quad De = 26,1859$$

$$\mathbf{Coeficiente de variación} \quad Cv = 8,06$$

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 1,5 % de Aditivo**

**Tabla 128**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 1,5 % de aditivo a los 28 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 1% de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	292,790	324,925
Varianza	$\sqrt{2}$	30,92	685,70

**Hipótesis comparativa a los 28 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 1,5 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 28 días con la incorporación del 1,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $Ho$   $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 28 días con la incorporación del 1,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $Ha$   $u1 < u2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$\alpha = 0,05$$

### Grado de libertad.

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n1 + n2 - 2 = 6$$

Tablas “t” resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$Tc = 1,943$$

### Calculo estadístico “t”

Donde:

$$\sqrt{2}p = 358,309 \text{ tamaños de cada uno de las muestras.}$$

$$T_o = -10,45 \text{ Estadísticas t}$$

Condición

Cuando  $H_o u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a u1 < u2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 28 días con la incorporación del 1,5 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

*4.2.1.1.21 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días más el 2 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.*

**Tabla 129**

*Resistencia promedio concreto con 2 % de aditivo sikament 306*

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	333,51
02	C. A.	329,99
03	C. A.	330,90
04	C. A.	329,59
	Suma total	207,78

**Tabla 130***Datos estadísticos para la prueba t Student*

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 333,51	
	Xmin	= 329,59	
Rango de pruebas	Rx	= 3,92	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 1,31	= 2,00
	Rx	= 3	
Alcance de pruebas	Li	= 329,59	
	Ls	= 332,59	

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Tabla 131***Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 2 % de aditivo.*

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u)^2	fi.(Xi - u)^2
329,59	- 331,59	>	330,59	1	1	330,59	32,80	1075,97	1075,97
331,59	- 333,59	>	332,59	1	2	332,59	34,80	1211,18	1211,18
333,59	- 335,59	>	334,59	2	4	669,18	36,80	1354,39	2708,78
Total				4		976,58		3725,37	5037,96

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 333,09$$

**Mediana****Donde:**

$$Lm = 331,59$$

$$Cm = 2,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me = 333,592}$$

$$Fm-1 = 1$$

### Moda

$$F_m = 2,00$$

$$L_o = 333,59$$

$$C_o = 2,00 \quad M_o = 335,592$$

$$f_{m-1} = 1$$

$$f_{m+1} = 2$$

$$\text{Varianza} \quad V = 1213,85$$

$$\text{Desviación estándar} \quad D_e = 34,8403$$

$$\text{Coeficiente de variación} \quad C_v = 10,44$$

### Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 2 % de Aditivo

**Tabla 132**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 2 % de aditivo a los 28 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 2 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	292,790	333,592
Varianza	$\sqrt{2}$	30,92	1213,85

### Hipótesis comparativa a los 28 días

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 2 % de aditivo

### Hipótesis nula Ho.

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 28 días con la incorporación del 2 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_0 \mu_1 \geq \mu_2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa  $H_a$ .**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 28 días con la incorporación del 1 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $H_a \mu_1 < \mu_2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$\alpha = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$T_c = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$$\sqrt{2}p = 622,38 \text{ Tamaño de cada uno de las muestras.}$$

$$T_o = - 11,55267 \text{ Estadísticas t}$$

Condición

Cuando  $H_0 \mu_1 \geq \mu_2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a \mu_1 < \mu_2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 28 días con la incorporación del 2 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

4.2.1.1.22 Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días más el 3 % de aditivo sikament 306 superplastificante reductor de agua.

**Tabla 133**  
Resistencia promedio concreto con 3 % de aditivo sikament 306

Ítem.	Probetas	Kg/cm <sup>2</sup> (x)
01	C. A.	310,13
02	C. A.	314,56
03	C. A.	315,86
04	C. A.	314,57
Suma total		207,78

**Tabla 134**  
Datos estadísticos para la prueba t Student

Datos	Símbolos	Respuesta	Redondeo
Cantidad de probetas	N	= 4	
	Xmax	= 315,86	
	Xmin	= 310,13	
Rango de pruebas	Rx	= 5,73	
Cantidad de intervalos de clase	K	= 2,99	= 3,00
Ancho de clase	C	= 1,92	= 2,00
	Rx	= 9	
Alcance de pruebas	Li	= 310,13	
	Ls	= 319,13	

**Tabla 135**  
Intervalos estadísticos para el análisis de t student con 3 % de aditivo.

li	ls		Xi	fi	Fi	Xi * fi	Xi - u	(Xi - u) <sup>2</sup>	fi.(Xi - u) <sup>2</sup>
310,13	- 312,13	>	311,13	1	1	311,13	13,34	177,91	177,91
312,13	- 314,13	>	313,13	1	2	313,13	15,34	235,26	235,26
314,13	- 316,13	>	315,13	2	4	630,26	17,34	300,62	601,23
Total				4		1254,51		713,79	1014,40

**Media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.**

**Media**

$$M = 847,22 / 4 = 313,63$$

**Mediana**

**Donde:**

$$Lm = 312,13$$

$$Cm = 2,00$$

$$Fm = 1 \quad \mathbf{Me} = 314,128$$

$$Fm-1 = 1$$

**Moda**

$$Fm = 2,00$$

$$Lo = 314,13$$

$$Co = 2,00 \quad Mo = 316,13$$

$$fm - 1 = 1$$

$$fm + 1 = 2$$

$$\mathbf{Varianza} \quad V = 237,93$$

$$\mathbf{Desviación estándar} \quad De = 15,425$$

$$\mathbf{Coeficiente de variación} \quad Cv = 4,91$$

**Prueba de Hipótesis T - Student en siete días del concreto Patrón vs el concreto con 3 % de Aditivo**

**Tabla 136**

*Datos para el cálculo del t student entre concreto sin aditivo y con 3 % de aditivo a los 7 días*

Datos	Símbolo	Concreto sin aditivo	C, con 3 % de aditivo
Numero de muestras	N	4	4
Media aritmética	u	292,790	314,128
Varianza	$\sqrt{2}$	30,92	237,93

**Hipótesis comparativa a los 7 días**

U1 = media sin aditivo

U2 = media con 3 % de aditivo

**Hipótesis nula Ho.**

La hipótesis alternativa nula afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye a los 28 días con la incorporación del 3 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $Ho$   $u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

**Hipótesis alternativa Ha.**

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 28 días con la incorporación del 3 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

Condición

Cuando  $Ha$   $u1 < u2$  si simple la hipótesis

**Nivel de significancia o porcentaje de error.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$x = 0,05$$

**Grado de libertad.**

El dato será de utilidad para la tabla “t”

$$n1 + n2 - 2 = 6$$

**Tablas “t”** resulta entre el grado de libertad y el nivel de significancia.

$$Tc = 1,943$$

**Calculo estadístico “t”**

**Donde:**

$$\sqrt{2}p = 134,42 \text{ Tamaño de cada uno de las muestras.}$$

$$T_o = - 8,862492 \text{ Estadísticas t}$$

Condición

Cuando  $H_o u1 \geq u2$  no cumple la hipótesis

Cuando  $H_a u1 < u2$  si simple la hipótesis

Concluyendo

La hipótesis alternativa afirma que la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> aumenta a los 28 días con la incorporación del 3 % de aditivo superplastificante sikament<sup>R</sup> 306

**4.2.2. Costo unitario de materiales de concreto.**

Se verifica el costo de materiales al concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo y sin aditivo

**Tabla 137**

*Costo de materiales por unidad de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> sin aditivo*

<b>Materiaes</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Cemento yura 1p	bol	9,193	21,50	197,6495
A. Fino.	m <sup>3</sup>	0,424	33,00	13,992
A. Grueso.	m <sup>3</sup>	0,672	33,00	22,176
Aditivo sikament 306	lt	-	14,00	-
Agua	m <sup>3</sup>	0,225	2,00	0,45
Costo total				S/. 234,27

**Tabla 138***Costo de materiales por unidad de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con 0,5 % de aditivo*

<b>Materiaes</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Cemento yura 1p	bol	8,223	21,50	176,7945
A. Fino.	m <sup>3</sup>	0,484	33,00	15,972
A. Grueso.	m <sup>3</sup>	0,672	33,00	22,176
Aditivo sikament 306	lt	0,066	14,00	0,924
Agua	m <sup>3</sup>	0,221	2,00	0,442
Costo total				S/. 216,31

**Tabla 139***Costo de materiales por unidad de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con 1 % de aditivo*

<b>Materiaes</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Cemento yura 1p	bol	8,012	21,50	172,258
A. Fino.	m <sup>3</sup>	0,497	33,00	16,401
A. Grueso.	m <sup>3</sup>	0,672	33,00	22,176
Aditivo sikament 306	lt	0,130	14,00	1,82
Agua	m <sup>3</sup>	0,196	2,00	0,392
Costo total				S/. 213,05

**Tabla 140***Costo de materiales por unidad de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con 1,5 % de aditivo*

<b>Materiaes</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Cemento yura 1p	bol	7,801	21,50	167,7215
A. Fino.	m <sup>3</sup>	0,509	33,00	16,797
A. Grueso.	m <sup>3</sup>	0,672	33,00	22,176
Aditivo sikament 306	lt	0,190	14,00	2,66
Agua	m <sup>3</sup>	0,191	2,00	0,382
Costo total				S/. 209,74

**Tabla 141***Costo de materiales por unidad de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con 2 % de aditivo*

<b>Materiaes</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Total</b>
Cemento yura 1p	bol	7,590	21,50	163,185
A. Fino.	m <sup>3</sup>	0,522	33,00	17,226
A. Grueso.	m <sup>3</sup>	0,672	33,00	22,176
Aditivo sikament 306	lt	0,247	14,00	3,458
Agua	m <sup>3</sup>	0,225	2,00	0,45
Costo total				S/. 206,50

**Tabla 142***Costo de materiales por unidad de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con 3 % de aditivo*

Materiales	Con 1 % de Aditivo				Con 1,5 % de Aditivo			
	vol.	kg	% vol.	% kg.	vol.	kg	% vol.	% kg.
Cemento tipo 1P	0,119	37,455	87,50 %	87,16 %	0,116	36,47	85,29 %	84,86 %
Agua	0,19	21,552	87,16 %	87,23 %	0,185	20,99	84,86 %	84,96 %
Arena	0,301	87,841	117,12 %	117,27 %	0,308	90,055	119,8 %	120,2 %
Grava huso 56 TMN 1"	0,374	105,834	100,00 %	100,00 %	0,374	105,834	100,0 %	100,0 %
Sikament 306	0,001	0,15918			0,002	0,23195		
Aire	0,015	-	100,00 %		0,015	-	100,0 %	
Total	1	252,842	100,00 %	101,78 %	1	253,58	100,0 %	102,0 %

**Tabla 143***Porcentaje de materiales de la tanda de prueba con respecto a la tanda con aditivo sikament 306*

Materiales	Sin Aditivo				Con 0,5 % de Aditivo			
	vol.	kg	% vol.	% kg.	vol.	kg	% vol.	% kg.
Cemento tipo 1P	0,136	42,975	100 %	100 %	0,122	38,441	0,28 %	89,45 %
Agua	0,218	24,706	100 %	100 %	0,195	22,115	0,79 %	89,51 %
Arena	0,257	74,906	100 %	100 %	0,293	85,64	0,39 %	114,33 %
Grava huso 56 TMN 1"	0,374	105,834	100 %	100 %	0,374	105,834	0,35 %	100,00 %
Sikament 306	-	-	100 %	100 %	0,001	0,0811		
Aire	0,015	-	100 %	100 %	0,015	-		
Total	1	248,42	100 %	100 %	1	252,11	0,40 %	101,48 %

**Tabla 144***Porcentaje de materiales de la tanda de prueba con respecto a la tanda con aditivo sikament 306*

Materiales	Und	Cantidad	P.U.	Total
Cemento yura 1p	bol	7,168	21,50	154,112
A. Fino.	m <sup>3</sup>	0,547	33,00	18,051
A. Grueso.	m <sup>3</sup>	0,672	33,00	22,176
Aditivo sikament 306	lt	0,350	14,00	4,9
Agua	m <sup>3</sup>	0,175	2,00	0,35
Costo total				S/. 199,59

**Tabla 145***Porcentaje de materiales de la tanda de prueba con respecto a la tanda con aditivo sikament 306*

Materiales	Con 2 % de Aditivo				Con 3 % de Aditivo			
	vol.	kg	% vol.	% kg.	vol.	kg	% vol.	% kg.
Cemento tipo 1P	0,112	35,484	82,35 %	82,57 %	0,106	33,513	77,94 %	0,779
Agua	0,18	20,427	82,57 %	82,68 %	0,17	19,301	77,98 %	0,781
Arena	0,316	92,275	122,9 %	123,2 %	0,331	96,745	128,79 %	1,291
Grava huso 56 TMN 1"	0,374	105,834	100,0 %	100,0 %	0,374	105,83	100,00 %	1
Sikament 306	0,002	0,30161			0,003	0,4272		
Aire	0,015	-	100,0 %		0,015	-	100,00 %	
Total	1	254,321	100,0 %	102,4 %	1	255,82	100,00 %	1,029

### 4.3 Discusión de resultados

En la siguiente tesis se observa el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados como también los resultados de resistencia a la compresión axial de los testigos de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia de acuerdo a la norma ASTM C39

De acuerdo al análisis de la cantera maron se obtuvo que cumple los requisitos de acuerdo a N.T.P. 400,037 / ASTM C 033 obteniendo los siguientes resultados a discusión.

Se realizó la comparación de los testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días con aditivo sikament<sup>R</sup> 306 superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad con y sin aditivo y se obtuvo mediante cuadros estadístico la siguiente variación de resistencia en porcentaje.

Se realizó la comparación de los testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días con aditivo sikament<sup>R</sup> 306 superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad y sin aditivo y se obtuvo mediante cuadros estadístico la siguiente variación de resistencia en porcentaje.

Se realizó la comparación de los testigos de concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días con aditivo sikament<sup>R</sup> 306 superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad y sin aditivo y se obtuvo mediante cuadros estadístico la siguiente variación de resistencia en porcentaje.

Se realizó la comparación de los testigos de concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días con aditivo sikament<sup>R</sup> 306 superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad con y sin aditivo y se obtuvo mediante cuadros estadístico la siguiente variación de resistencia en porcentaje.

Para los testigos de concreto se ha logrado una resistencia máxima a los 7 días, 14 días, 21 días, 28 días y se obtuvo una resistencia de  $f'c$  243,39 kg/cm<sup>2</sup>.  $f'c$  274,35 kg/cm<sup>2</sup>,  $f'c$  310,59 kg/cm<sup>2</sup>.  $f'c$  331,00 kg/cm<sup>2</sup> y se obtuvo una resistencia máxima a los 28 días

Al adicionar aditivo sikament 306<sup>R</sup> superplastificante reductor de agua que mantiene la trabajabilidad al concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> nos damos cuenta que la hipótesis cumple porque aumenta la resistencia eficazmente.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Con la obtención de testigos de concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo en el laboratorio según la NTP 339,183 en octubre del 2019 en la ciudad de Moquegua

**Primera.** Se concluyó realizando la comparación de resultado obtenido en los testigos de concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo sikament<sup>R</sup> 306 superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad y existe incremento de resistencia a los 28 días con aditivo de 0,5 % gana 3,86 %, con 1,0 % gana 7,72 %, con 1,5 % gana 9,99 %, con 2 % gana 12,58 %, con 3 % gana 3,73 % de incremento de resistencia con relación al diseño paron especificado, sin producir segregación.

**Segunda.** De la comparación del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo sikament<sup>R</sup> 306 aditivo superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad el máximo incremento de resistencia fue 12,58 % a los 28 días con 2 % de aditivo por lo que se verifico y se tiene la norma ASTM C39.

**Tercera.** Del resultado de los agregados físicos y mecánico de la cantera marón, se obtuvo de la norma N.T.P. – 400,037 ASTM – C 136, ASTM C 128, ASTM C 127 ASTM C 566, ASTM C 29 se ve que son aceptables por la norma teniendo módulo de finesa 3,27 en el agregado fino y 8,06 en el agregado grueso, contenido de humedad 2,5 y en el grueso 3,0 peso específico seco 2,59 y en el grueso 2,56 que se obtuvieron en ensayos de laboratorio.

**Cuarta.** El análisis fue por el método ACI del comité 211 y se consiguió la relación de mezclas 1: 2.314: 2,622 0,533  $\text{lt/m}^3$ . Con el cual se diseñó el concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$ . A dicho cálculo se añadió aditivo en 0,5 % 1 % 1,5 % 2 % 3 % con respecto al peso del cemento como guía la hoja técnica del aditivo que esta normado por la norma ASTM C 494.

## 5.2 Recomendaciones

Los equipos que se utilizarán en el laboratorio deberán estar calibrados y operativos para garantizar los resultados de ensayos.

**Primera.** Se recomienda verificar la calidad de los materiales a usarse en el diseño de mezclas para así garantizar una resistencia adecuada para los vaciados de concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y otros.

**Segunda.** Se recomienda llevar un tiempo de curado adecuado y de temperatura del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> para que no afecte a su resistencia del concreto.

**Tercera.** Se recomienda llevar una buena dosificación en las mezclas y llevar un buen control de proporciones de aditivo para llegar a la resistencia ideal.

**Cuarta.** Se recomienda realizar ensayo de laboratorio para garantizar la resistencia adecuada, además los instrumentos deberían estar certificados para garantizar un buen trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2017). *Tecnología del concreto*. Lima, Perú: San Marcos.
- Aguilar, J. (2015). *Fabricacion y evaluacion de concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante y silices con cemento portland tipo IP en la ciudad de tacna. (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. Recuperado de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/unjbg/2813>
- Anicama, L. C. (2020). *Aplicación de aditivo microsílíce, y superplastificante para el diseño de mezclas de concreto de alto desempeño, Lima, 2019. (tesis de pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo, Lima. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60795>
- Capeco . (2010). *Costos y presupuestos de edificación*. Lima, Peru: Coleccion del Constructor
- Coapaza, H., & Cahui, R. A. (2018). *Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto  $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$  como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno. (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional del Altiplano, puno. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/unap/7352>
- Construcción y Tecnología. (2010). *El concreto del tercer milenio*. Recuperado de <http://www.revistacyt.com.mx/images/portada/2010/pdf/julio.pdf>
- Garay, L. Y., & Quispe, C. E. (2016). *Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua*

- de alto rango*). (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Recuperado de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/7625/gara\\_y\\_lisandra\\_concreto\\_vaciados\\_techo\\_superplastificante.pdf?sequence=1&isallowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/7625/gara_y_lisandra_concreto_vaciados_techo_superplastificante.pdf?sequence=1&isallowed=y)
- Google. (2020). *Mieducativo.com: Instituciones educativas nacionales*. Recuperado de [https://www.mieducativo.com/2019/11/ubicacion-geografica-de-san-antonio\\_64.html](https://www.mieducativo.com/2019/11/ubicacion-geografica-de-san-antonio_64.html)
- Huarcaya, C. I. (2014). *Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional sikament 290N y aditivo super platificante de alto desempeño Sika viscoflow 2de*. (tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima. Recuperado de [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/432/huarcaya\\_c.pdf?sequence=1&isallowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/432/huarcaya_c.pdf?sequence=1&isallowed=y)
- Huincho, E. (2011). *Concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante, microsílíce y nanosílíce con cemento pórtland tipo I*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. recuperado de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/record/uuni\\_7c433126d6f62e2f41415beae7844c5b](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/record/uuni_7c433126d6f62e2f41415beae7844c5b)
- Quispe, J. (2005). *El problema de la vivienda en Perú, c*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/258/25805303.pdf>
- Romero, E. (2012). *Rpp/edgar romero: Autoconstrucción de viviendas*. Recuperado de <https://rpp.pe/economia/economia/autoconstruccion-de-viviendas-alcanza-el-80-en-conos-de-lima-noticia-507729>

Ruíz, P. A. (2006). *Influencia de los métodos comunes de curado en los especímenes de concreto de alto desempeño. (tesis de pregrado).*

Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Recuperado de

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/record/uuni\\_8dd4e78a9e8807c1105fc7f575047db](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/record/uuni_8dd4e78a9e8807c1105fc7f575047db)

Sika Perú S.A.C. (2020). *Hoja técnica impermeabilizante.* Recuperado de

[https://per.sika.com/content/dam/dms/pe01/3/sikament\\_-306.pdf](https://per.sika.com/content/dam/dms/pe01/3/sikament_-306.pdf)

Yura S.A. (2017). *Ficha técnica cemento portland tipo IP.* Recuperado de

<http://www.yura.com.pe/productos/index.html>