

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil



EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO MONOLÍTICO
DEL CONCRETO ADHERIDO CON LECHADA
CEMENTICIA EMPLEANDO CEMENTO
PORTLAND TIPO I, ICO Y MS A DIFERENTES
EDADES DE CURADO, TRUJILLO 2019

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Edilberto Manuel Bulnes Reyna
Diego Paul Chávez Sánchez

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por permitirme llegar a cumplir una de mis tantas metas, por darme salud a lo largo de toda mi vida universitaria, por darme fuerzas en cada obstáculo que tuve hasta llegar a este punto y por guiarme día a día hacia mis objetivos.

A mis padres Edilberto Manuel Bulnes Cárdenas y Aurestela Reyna Lavado, a mis cinco hermanos, por sus consejos, sus valores, su apoyo incondicional y sobre todo la motivación constante que me permitieron llegar a este momento tan feliz de mi vida.

A Angie Flores, persona muy especial para mí, que me brindó su apoyo incondicional, que siempre confió en mí y siempre me motivo para lograr esta meta.

Edilberto Manuel Bulnes Reyna

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada para mis padres Yanet Rocío Sánchez Tolentino y Rolando Ernesto Chávez Carranza que siempre me han apoyado en todo. También dedicarles esta tesis a mis dos hermanos que siempre me corregían y aconsejaban en todo, a mi abuela, a mis tíos y primos. Pero en especial esto va dedicado para mi madre que luchó conmigo en las buenas y en las malas, que supo ser un hombro para mí cuando ya no podía dar más, esto es para ella.

Esta tesis va dedicada también a una persona muy especial que partió hace no mucho, a mi tía Luz María Sánchez Tolentino, persona muy especial para mí que a pesar de su carácter era una persona y profesional digna de admirar. Ahora me guiarás desde el cielo junto a mi abuelo.

Y, por último, dedicarles este bonito logro a mis amigos de toda la vida y a los que conocí en mi camino universitario, a los que me apoyaron y a los que criticaban también.

Diego Paul Chávez Sánchez

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, darle gracias a Dios por permitirnos llegar a este punto tan importante de mi vida y poder cumplir una de nuestras tantas metas, además, por darnos mucha salud a lo largo de toda nuestra vida universitaria, por darnos fuerzas en cada obstáculo que tuvimos en nuestro camino y por saber guiarnos por el lado correcto cuando quizás no pudo haber sido así.

Agradecimiento especial a nuestro asesor Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz, por brindarnos sus enseñanzas y conocimientos para ser posible esta investigación.

Agradecer a todos nuestros docentes de ingeniería civil UPN, por brindarme sus enseñanzas y conocimientos, sin eso no hubiera sido posible llegar hasta este punto de mi carrera universitaria.

Agradecer a nuestra universidad que nos brindó todos los recursos posibles para la obtención de este logro.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	13
RESUMEN.....	14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Justificación	18
1.4. Objetivos	19
1.4.1. Objetivo General.....	19
1.4.2. Objetivos Específicos	19
1.5. Hipótesis.....	19
1.5.1. Hipótesis general	19
1.5.2. Hipótesis específicas	20
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	21
2.1. Tipo de investigación	21
2.2. Población y muestra	21
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	24
2.3.1. Procedimiento.....	28
2.3.2. Materiales	29
2.3.2.1. Cemento	29
2.3.2.1.1. Propiedades del cemento.....	29
2.3.2.1.2. Tipos De Cemento.....	33
2.3.2.2. Agregados.....	39
2.3.2.2.1. Agregado Fino.....	40
2.3.2.2.2. Agregado Grueso	40
2.3.2.3. Agua.....	41
2.3.2.4. Concreto	41
2.3.2.4.1. Definición	41
2.3.2.4.2. Características del concreto.....	41
2.3.2.4.3. Propiedades del concreto	43
2.3.2.4.3.1. Propiedades del concreto Fresco	43

2.3.2.4.3.2. Propiedades del concreto Endurecido.....	45
2.3.2.5. Junta Fría	48
2.3.3. Ensayos de Agregados	49
2.3.3.1. Ensayo Granulométrico del Agregado Fino Según NTP 400.012/ASTMC136...	49
2.3.3.2. Ensayo Granulométrico del Agregado Grueso (NTP 400.012/ASTM C136)	51
2.3.3.3. Contenido de Humedad del Agregado Fino y Grueso (NTP 339.185/ASTM C566)	53
2.3.3.4. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso (NTP 400.017/ASTM C29)	55
2.3.3.5. Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022/ASTM C128)	56
2.3.3.6. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021/ASTM C127)...	58
2.3.3.7. Diseño de Mezcla (ACI 211).....	59
2.3.3.8. Lechada De Cemento.....	60
2.3.4. Ensayo de Probetas Endurecidas	62
2.3.4.1. Resistencia a la Compresión ASTM C39	62
2.3.4.2. Resistencia a la Adherencia ASTM C882	62
2.3.4.3. Determinación de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral ASTM C496-96	63
2.3.5. Análisis Estadístico	64
2.3.5.1. Prueba de normalidad	64
2.3.5.2. Prueba de Homogeneidad de Varianza.....	64
2.3.5.3. Prueba de Hipótesis (ANOVA)	64
2.3.5.4. Prueba de Tukey.....	64
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	65
3.1. Caracterización de Agregados.....	65
3.1.1. Agregado Fino	65
3.1.2. Agregado Grueso	65
3.1.3. Propiedades Físicas de los Agregados.....	66
3.2. Diseño de Mezcla	66
3.3. Resistencia a la Compresión.....	69
3.4. Resistencia a la Adherencia.....	70
3.5. Resistencia a la Tracción	71
3.6. Resultados Estadísticos Del Análisis De Datos.....	72
3.6.1. Prueba de Hipótesis para ensayos de resistencia a la compresión.....	72
3.6.1.1. Prueba de Normalidad	76
3.6.1.2. Prueba de Homogeneidad de Varianza	77
3.6.1.3. Prueba de Hipótesis (ANOVA)	80
3.6.1.4. Prueba de Tukey	82
3.6.2. Prueba de Hipótesis para ensayos de resistencia a la tracción	85
3.6.2.1. Análisis de Resistencia a la Tracción	85
3.6.2.2. Análisis de resultados descriptivos.....	86
3.6.2.3. Prueba de Normalidad	89
3.6.2.4. Prueba de Homogeneidad de Varianza	90

3.6.2.5. Prueba de Hipótesis (ANOVA)	93
3.6.2.6. Prueba de Tukey	94
3.6.3. Análisis de Resistencia a la Adherencia	98
3.6.3.1. Análisis de resultados descriptivos.....	99
3.6.3.2. Prueba de Normalidad	100
3.6.3.3. Prueba de Homogeneidad de Varianza	101
3.6.3.4. Prueba de Hipótesis (ANOVA)	102
3.7. Análisis de Costo.....	103
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	104
4.1. Discusión	104
4.1.1. Análisis Granulométrico:.....	104
4.1.1.1. Agregado Fino:	104
4.1.1.2. Agregado Grueso:	107
4.1.2. Resistencia a la Compresión:.....	110
4.1.3. Resistencia a la Tracción:.....	113
4.1.4. Resistencia a la Adherencia:.....	116
4.2. Conclusiones	119
4.3. Recomendaciones.....	121
REFERENCIAS.....	122
ANEXOS	126
Anexo 1: Caracterización de los agregados.....	126
Anexo 2: Resultados de los ensayos en estado endurecidos	138
Anexo 3: Ficha técnica cemento portland tipo Ico.....	170
Anexo 4: Ficha técnica cemento portland tipo MS.....	171
Anexo 5: Ficha técnica cemento portland tipo I.....	172
Anexo 6: Precios de cemento	173
Anexo 7: Norma técnica peruana NTP 400.012	174
Anexo 8: Norma Técnica Peruana NTP 400.021.....	175
Anexo 9: Norma Técnica Peruana NTP 400.017.....	176
Anexo 10: Norma Técnica Peruana NTP 339.185.....	177
Anexo 11: Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto	178
Anexo 12: ASTM C881	179
Anexo 13: Panel fotográfico.....	180

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Precisión del ensayo de compresión en cilindros elaborados de concreto correctamente mezclado	22
Tabla N° 2: Valor de la Distribución Normal Estandarizada (Z).....	23
Tabla N° 3: Muestra de tesis	23
Tabla N° 4: Cantidad de Especímenes de Contrastación para Muestra Patrón, Lecha de cemento 2/1 y lechada de cemento 3/1	24
Tabla N° 5: Total de especímenes	24
Tabla N° 6: Abreviaturas de Oxido de cemento	30
Tabla N° 7: Compuestos principales del cemento	30
Tabla N° 8: Formación de la pasta de cemento	32
Tabla N° 9: Tamaño máximo nominal.....	40
Tabla N° 10: Características y aspectos del concreto.....	42
Tabla N° 11: Análisis Granulométrico Agregado Fino.....	50
Tabla N° 12: Límites Granulométricos del Agregado Fino.....	51
Tabla N° 13: Análisis Granulométrico Agregado Grueso.....	52
Tabla N° 14: Límites de Análisis Granulométricos de Agregado Grueso.....	53
Tabla N° 15: Contenido de Humedad de Agregado Fino.....	54
Tabla N° 16: Contenido de Humedad de Agregado Grueso.....	54
Tabla N° 17: Caracterización Agregado Fino	65
Tabla N° 18: Caracterización Agregado Grueso	65
Tabla N° 19: Propiedades Físicas de los Agregados.....	66
Tabla N° 20: Asentamiento según tipo de estructura.....	66
Tabla N° 21: Agua de mezclado según TMN.....	67
Tabla N° 22: Contenido de Aire según TMN.....	67
Tabla N° 23: Esfuerzo a la compresión corregido	67
Tabla N° 24: Relación agua/cemento según esfuerzo a compresión.....	68
Tabla N° 25: Diseño de mezcla - materiales	68
Tabla N° 26: Resistencia a la Compresión Promedio - Cemento Portland Tipo I	69
Tabla N° 27: Resistencia a la Compresión Promedio - Cemento Portland Tipo Ico.....	69
Tabla N° 28: Resistencia a la Compresión Promedio - Cemento Portland Tipo MS	69
Tabla N° 29: Resistencia a la Adherencia Promedio - Cemento Portland Tipo I	70
Tabla N° 30: Resistencia a la Adherencia Promedio - Cemento Portland Tipo Ico.....	70
Tabla N° 31: Resistencia a la Adherencia Promedio - Cemento Portland Tipo MS	70
Tabla N° 32: Resistencia a la Tracción Promedio - Cemento Portland Tipo I	71
Tabla N° 33: Resistencia a la Tracción Promedio - Cemento Portland Tipo Ico.....	71
Tabla N° 34: Resistencia a la Tracción Promedio - Cemento Portland Tipo MS	71
Tabla N° 35: Resultados descriptivos de resistencia a la compresión según a la dosificación de lechada	73
Tabla N° 36: Resultados descriptivos de Resistencia a la compresión según el tiempo de curado.....	75
Tabla N° 37: Prueba de normalidad para Resistencia a la compresión según la dosificación de lechada	76
Tabla N° 38: Prueba de Normalidad para resistencia a la compresión según el tiempo de curado	77
Tabla N° 39: Prueba de Homogeneidad de varianza para Resistencia a la compresión según la dosificación de lechada.....	78
Tabla N° 40: Prueba de Homogeneidad de varianza para la resistencia a la compresión según el tiempo de curado	79
Tabla N° 41: Prueba de Hipótesis para Resistencia a la compresión según la dosificación de lechada	80
Tabla N° 42: Prueba de Hipótesis para resistencia a la compresión según el tiempo de curado.....	81
Tabla N° 43: Prueba de Tukey para Resistencia a la compresión según la dosificación de lechada.....	82
Tabla N° 44: Prueba de Tukey para resistencia a la compresión según el tiempo de curado	84
Tabla N° 45: Resultados descriptivos de resistencia a la Tracción según a la dosificación de lechada	86
Tabla N° 46: Resultados descriptivos de Resistencia a la Tracción según el tiempo de curado	88
Tabla N° 47: Prueba de normalidad para Resistencia a la Tracción según la dosificación de lechada	89
Tabla N° 48: Prueba de Normalidad para resistencia a la Tracción según el tiempo de curado	90
Tabla N° 49: Prueba de Homogeneidad de varianza para Resistencia a la Tracción según la dosificación de lechada.....	91

Tabla N° 50: Prueba de Homogeneidad de varianza para la resistencia a la compresión según el tiempo de curado	92
Tabla N° 51: Prueba de Hipótesis para Resistencia a la tracción según la dosificación de lechada.....	93
Tabla N° 52: Prueba de Hipótesis para resistencia a la Tracción según el tiempo de curado	94
Tabla N° 53: Prueba de Tukey para Resistencia a la tracción según la dosificación de lechada	95
Tabla N° 54: Prueba de Tukey para resistencia a la Tracción según el tiempo de curado.....	97
Tabla N° 55: Resultados descriptivos de resistencia a la Adherencia según a la dosificación de lechada	99
Tabla N° 56: Prueba de normalidad para Resistencia a la Adherencia según la dosificación de lechada ...	100
Tabla N° 57: Prueba de Homogeneidad de varianza para Resistencia a la Adherencia según la dosificación de lechada	101
Tabla N° 58: Prueba de Hipótesis para Resistencia a la Adherencia según la dosificación de lechada	102
Tabla N° 59: Análisis de costo	103
Tabla N° 60: Propiedades Físicas del Agregado Fino.....	104
Tabla N° 61: Propiedades Físicas del Agregado Grueso.....	109
Tabla N° 62: Peso Unitario Suelto - Agregado Fino Volumen del molde	126
Tabla N° 63: Peso Unitario Suelto - Agregado Fino Muestra 1.....	126
Tabla N° 64: Peso Unitario Suelto - Agregado Fino Muestra 2.....	126
Tabla N° 65: Peso Unitario Suelto - Agregado Fino Muestra 3.....	126
Tabla N° 66: Peso Unitario Suelto - Agregado Fino Promedio	127
Tabla N° 67: Peso Unitario Suelto - Agregado Fino Datos Estadísticos.....	127
Tabla N° 68: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso Volumen del Molde	127
Tabla N° 69: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso Muestra 1.....	128
Tabla N° 70: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso Muestra 2.....	128
Tabla N° 71: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso Muestra 3.....	128
Tabla N° 72: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso Promedio	128
Tabla N° 73: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso Datos Estadísticos.....	129
Tabla N° 74: Peso Unitario Compactado - Agregado Fino Volumen del Molde.....	129
Tabla N° 75: Peso Unitario Compactado - Agregado Fino Muestra 1	129
Tabla N° 76: Peso Unitario Compactado - Agregado Fino Muestra 2.....	129
Tabla N° 77: Peso Unitario Compactado - Agregado Fino Muestra 3.....	130
Tabla N° 78: Peso Unitario Compactado - Agregado Fino Promedio.....	130
Tabla N° 79: Peso Unitario Compactado - Agregado Fino Datos Estadísticos	130
Tabla N° 80: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso Volumen del Molde.....	130
Tabla N° 81: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso Muestra 1	131
Tabla N° 82: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso Muestra 2	131
Tabla N° 83: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso Muestra 3.....	131
Tabla N° 84: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso Promedio.....	131
Tabla N° 85: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso Datos Estadísticos	132
Tabla N° 86: Peso Específico - Agregado Fino Muestras	132
Tabla N° 87: Peso Específico Agregado Fino - resultados y sus promedios	132
Tabla N° 88: Peso Específico - Agregado Grueso Muestras	133
Tabla N° 89: Peso Específico Agregado Grueso - resultados y sus promedios	133
Tabla N° 90: Contenido de Humedad - Agregado Fino	134
Tabla N° 91: Contenido de Humedad - Agregado Grueso	134
Tabla N° 92: Contenido de Humedad Datos Estadísticos	134
Tabla N° 93: Granulometría Agregado Fino - muestra 1	135
Tabla N° 94: Granulometría Agregado Fino - muestra 2	135
Tabla N° 95: Granulometría Agregado Fino - muestra 3	136
Tabla N° 96: Granulometría Agregado Grueso - muestra 1	136
Tabla N° 97: Granulometría Agregado Grueso - muestra 2	137
Tabla N° 98: Granulometría Agregado Grueso - muestra 3	137
Tabla N° 99: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo I- 7 días	138
Tabla N° 100: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo I- 21 días	138
Tabla N° 101: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo I- 28 días	138
Tabla N° 102: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo I- Datos Estadísticos ...	139
Tabla N° 103: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo I- 7 días	139
Tabla N° 104: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo I- 21 días	139
Tabla N° 105: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo I- 28 días	140

Tabla N° 106: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo I- Datos estadísticos	140
Tabla N° 107: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo I- 7 días	140
Tabla N° 108: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo I- 21 días	141
Tabla N° 109: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo I- 28 días	141
Tabla N° 110: Resistencia a la compresión probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo I- Datos Estadísticos	141
Tabla N° 111: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo Ico - 7 días	142
Tabla N° 112: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo Ico - 21 días	142
Tabla N° 113: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo Ico - 28 días	142
Tabla N° 114: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo Ico - Datos Estadísticos	143
Tabla N° 115: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo Ico - 7 días....	143
Tabla N° 116: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo Ico - 21 días..	143
Tabla N° 117: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo Ico - 28 días..	144
Tabla N° 118: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo Ico - Datos Estadísticos	144
Tabla N° 119: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo Ico - 7 días....	144
Tabla N° 120: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo Ico - 21 días..	145
Tabla N° 121: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo Ico - 28 días..	145
Tabla N° 122: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo Ico - Datos Estadísticos	145
Tabla N° 123: Resistencia a la Compresión de probetas patrón con cemento tipo Ms - 7 días	146
Tabla N° 124: Resistencia a la Compresión de probetas patrón con cemento tipo Ms - 21 días	146
Tabla N° 125: Resistencia a la Compresión de probetas patrón con cemento tipo Ms - 28 días	146
Tabla N° 126: Resistencia a la Compresión de probetas patrón con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos	147
Tabla N° 127: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 7 días	147
Tabla N° 128: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 21 días ..	147
Tabla N° 129: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 28 días ..	148
Tabla N° 130: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos	148
Tabla N° 131: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 7 días	148
Tabla N° 132: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 21 días ..	149
Tabla N° 133: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 28 días ..	149
Tabla N° 134: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos	149
Tabla N° 135: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo I – 7 días	150
Tabla N° 136: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo I - 21 días	150
Tabla N° 137: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo I - 28 días	150
Tabla N° 138: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo I - Datos Estadísticos	151
Tabla N° 139: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - 7 días	151
Tabla N° 140: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - 21 días	151
Tabla N° 141: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - 28 días	152
Tabla N° 142: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - Datos Estadísticos	152
Tabla N° 143: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - 7 días	152
Tabla N° 144: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - 21 días	153
Tabla N° 145: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - 28 días	153
Tabla N° 146: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - Datos Estadísticos	153
Tabla N° 147: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ico - 7 días	154
Tabla N° 148: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ico - 21 días	154
Tabla N° 149: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ico - 28 días	154
Tabla N° 150: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ico - Datos Estadísticos	155
Tabla N° 151: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - 7 días	155
Tabla N° 152: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - 21 días	155
Tabla N° 153: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - 28 días	156
Tabla N° 154: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - Datos Estadísticos	156
Tabla N° 155: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - 7 días	156

Tabla N° 156: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - 21 días	157
Tabla N° 157: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - 28 días	157
Tabla N° 158: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - Datos Estadísticos	157
Tabla N° 159: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ms - 7 días	158
Tabla N° 160: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ms - 21 días	158
Tabla N° 161: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ms - 28 días	158
Tabla N° 162: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos	159
Tabla N° 163: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 7 días	159
Tabla N° 164: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 21 días	159
Tabla N° 165: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 28 días	160
Tabla N° 166: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos	160
Tabla N° 167: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 7 días	160
Tabla N° 168: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 21 días	161
Tabla N° 169: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 28 días	161
Tabla N° 170: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos	161
Tabla N° 171: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - 7 días.....	162
Tabla N° 172: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - 21 días.....	162
Tabla N° 173: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - 28 días.....	162
Tabla N° 174: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - Datos estadísticos	163
Tabla N° 175: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - 7 días.....	163
Tabla N° 176: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - 21 días.....	163
Tabla N° 177: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - 28 días.....	164
Tabla N° 178: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - Datos Estadísticos	164
Tabla N° 179: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - 7 días	164
Tabla N° 180: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - 21 días ...	165
Tabla N° 181: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - 28 días ...	165
Tabla N° 182: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - Datos Estadísticos	165
Tabla N° 183: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - 7 días	166
Tabla N° 184: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - 21 días ...	166
Tabla N° 185: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - 28 días ...	166
Tabla N° 186: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - Datos Estadísticos	167
Tabla N° 187: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 7 días	167
Tabla N° 188: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 21 días ...	167
Tabla N° 189: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 28 días ...	168
Tabla N° 190: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos	168
Tabla N° 191: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 7 días	168
Tabla N° 192: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 21 días ...	169
Tabla N° 193: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 28 días ...	169
Tabla N° 194: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Modelo de probeta con junta de Lechada Cementicia	22
Figura N° 2: Ensayo de Compresión	25
Figura N° 3: Cemento Portland	29
Figura N° 4: Cemento Portland Tipo I.....	35
Figura N° 5: Cemento Portland Tipo Ico	37
Figura N° 6: Cemento Portland Tipo MS	39
Figura N° 7: Agregado Grueso.....	40
Figura N° 8: Ensayo de Asentamiento.....	43
Figura N° 9: Rociado de Cal para curado de probetas	48
Figura N° 10: Granulometría de agregado fino	49
Figura N° 11: Lechada de Cemento 1/2.....	61
Figura N° 12: Lechada de Cemento 1/3.....	61
Figura N° 13: Curva Granulométrica de Agregado Fino	105
Figura N° 14: Curva Granulométrica Agregado Grueso.....	108
Figura N° 15: Resistencia a la compresión de probetas con cemento tipo I.....	111
Figura N° 16: Resistencia a la compresión de probetas con cemento tipo ICO.....	111
Figura N° 17: Resistencia a la compresión de probetas con cemento tipo MS.....	112
Figura N° 18: Resistencia a la tracción de probetas con cemento tipo I.....	113
Figura N° 19: Resistencia a la tracción de probetas con cemento tipo ICO	114
Figura N° 20: Resistencia a la tracción de probetas con cemento tipo MS	115
Figura N° 21: Resistencia a la adherencia de probetas con cemento tipo I.....	116
Figura N° 22: Resistencia a la adherencia de probetas con cemento tipo ICO	117
Figura N° 23: Resistencia a la adherencia de probetas con cemento tipo MS	118

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N° 1: Tamaño de Muestra	22
Ecuación N° 2: Media Aritmética	25
Ecuación N° 3: Varianza.....	26
Ecuación N° 4: Desviación Estándar	26
Ecuación N° 5: Coeficiente de Variación	27
Ecuación N° 6: Módulo de Finura Agregado Fino	49
Ecuación N° 7: Contenido de Humedad	53
Ecuación N° 8: Peso unitario suelto	55
Ecuación N° 9: Peso unitario compactado	55
Ecuación N° 10: Densidad seca.....	57
Ecuación N° 11: Densidad saturada superficialmente seca del agregado fino	57
Ecuación N° 12: Densidad aparente del agregado fino.....	57
Ecuación N° 13: Absorción del agregado fino	57
Ecuación N° 14: Densidad seca agregado grueso.....	58
Ecuación N° 15: Densidad saturada superficialmente seca del agregado grueso	58
Ecuación N° 16: Densidad aparente agregado grueso	58
Ecuación N° 17: Absorción agregado grueso.....	58
Ecuación N° 18: Esfuerzo a la Compresión	62
Ecuación N° 19: Resistencia a la Adherencia	63
Ecuación N° 20: Resistencia a la Tracción	63

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte de la ciudad de Trujillo, en la cual se estudió el desempeño monolítico de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ adherido con lechada cementicia a diferentes edades de curado, Trujillo, La Libertad; con la finalidad de determinar la influencia de la lechada cementicia en las propiedades mecánicas del concreto (desempeño monolítico).

La metodología empleada es de tipo experimental con un muestreo probabilístico, y para el análisis de los datos obtenidos se empleó la inferencia estadística.

Luego de analizar los datos de los ensayos realizados a los agregados para conocer sus propiedades y características de acuerdo a la Norma Técnica Peruana, respecto al diseño de mezcla se realizó de acuerdo a la Norma ACI 211 con una relación agua/cemento de 0.558; se realizó ensayos de compresión, tracción y adherencia a 270 especímenes totales, de los cuales 90 son probetas patrón, 90 son probetas con lecha 1:2 y 90 más para lechada 1:3.

Se realizó ensayo a compresión a 135 especímenes bajo norma ASTM C39 a 7, 21 y 28 días de curado, con 3 tipos de cemento: Tipo I, Ico y MS, obteniendo como resultados más óptimos 259.18 kg/cm^2 a 28 días con lechada 1:2 para tipo I, 278.86 kg/cm^2 a 28 días con lechada 1:2 para tipo Ico y 289.28 kg/cm^2 a 28 días con lechada 1:2 para tipo MS. Así mismo se realizó para ensayo a tracción bajo norma ASTM C 496 obteniendo como resultados óptimos 17.63 kg/cm^2 a 28 días con lechada 1:2 para tipo I, 17.25 kg/cm^2 a 28 días con lechada 1:2 para tipo Ico y 16.34 kg/cm^2 a 21 días con lechada 1:2 para tipo MS. Bajo norma ASTM C882 se realizó de igual manera la resistencia a la adherencia obteniendo como resultados óptimos 94.40 kg/cm^2 a 28 días con lechada 1:2 para tipo I, 101.73 kg/cm^2 a 28 días con lechada 1:2 para tipo Ico y 104.28 kg/cm^2 a 21 días con lechada 1:2 para tipo MS.

Palabras clave: adherencia, monolítico, lechada.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el Perú se construyen a diario, estructuras que en su mayoría no incluyen aditivos epóxicos en su presupuesto o si lo hacen son muy pocos. Pero eso no quiere decir que estos aditivos sean siempre necesarios, pues pueden ser reemplazados de otra forma por agua y cemento en gran concentración. Hoy en día existen diversos aditivos epóxicos, naturalmente utilizados en obras de gran envergadura que cuentan con alto presupuesto y disponibilidad para adquirirlos con facilidad; pero ¿Qué pasa en obras con poco presupuesto?, la respuesta más utilizada es la lechada de cemento, que es la más utilizada en estas obras, por el bajo costo y facilidad para realizar en obra, sin tener que salir de obra o retrasarla por ir a buscar algún aditivo. En obras de bajo presupuesto se da la iniciativa por utilizar lechadas de cemento en reemplazo de aditivos, sin hacerse un análisis previo en las construcciones. En la mayoría de los casos las lechadas son soluciones rápidas a la hora unir concreto endurecido a concreto endurecido o concreto fresco. La lechada de cemento es utilizada en muchos casos para impermeabilizar muros agrietados o fisuras, pero se busca hacer mucho más que eso, disminuyendo costos y tiempo en obras de bajo presupuesto.

García (2017) nos dice que, al realizar juntas frías se tiene como objetivo proporcionar continuidad estructural entre un concreto endurecido y uno fresco

Al hablar de junta fría, Parra (2011) sostiene lo siguiente: Las juntas frías se producen generalmente cuando se interrumpe la producción y colocación del concreto por un periodo de tiempo tal que el mismo inicia el proceso de fraguado antes de que el proceso de mezclado continúe. También puede producirse por causas de fuerza mayor como por ejemplo debido a fallas en los equipos, condiciones climáticas desfavorables, retraso en el llegado del concreto premezclado, entre otros.

Los siguientes autores, Torres, A., Ramos-Cañón, A., Prada-Sarmiento, F., Botía-Díaz, M. (2016), nos indican en su investigación que las lechadas deberán presentar una resistencia aceptable comparada con las probetas patrón que se trabaje ya que hasta ahora no se ha podido estimar una resistencia ideal de concreto unido con lechada cementicia. Se deben bombear con facilidad y alcanzar la resistencia a compresión requerida. Considerando la extensión del uso de la inyección de lechada en todo el mundo, es notable la escasez de información que se encuentra disponible sobre el particular. Probablemente esto se debe al hecho de que las técnicas y la ciencia de la inyección de lechada de cemento han surgido en un campo donde tantas personas con conocimientos prácticos se han tenido que enfrentar con gran cantidad de dificultades inesperadas, teniendo que trabajar con mucha frecuencia en situaciones de emergencia. La utilización de lechada, viene desde tiempos atrás dándose en campo, muchas veces sin tener un diseño de mezcla adecuado para su uso, sin embargo, era una manera rápida y fácil para solucionar problemas en obra. En el presente trabajo se realizarán pruebas de laboratorio, que determinen las características de la lechada de cemento utilizada como adherente para la unión de concreto fresco con concreto endurecido. Asimismo, responder a la pregunta: ¿Cuál sería el desempeño monolítico del concreto empleando como puente de adherencia la lechada de cemento a diferentes edades?

Según, Terán, E. (2013) nos indica que: Las juntas frías afectan directamente a la resistencia de la estructura, lo cual podría generar pérdidas económicas en la construcción, es por ello que muchas empresas recomiendan el uso de adhesivos para que así la estructura tenga mayor monolitismo.

Archila (2007) nos indica que, en los últimos años, en el Perú, se ha incrementado la actividad del sector construcción principalmente por programas de vivienda, los cuales son promovidos por el estado y la inversión de empresas privadas, tanto nacionales como extranjeras. No obstante, este crecimiento no indica que las construcciones tengan un crecimiento óptimo. Un problema cotidiano en la mayoría de las construcciones son las juntas frías, están afectan directamente a la resistencia de la estructura, es por eso que diferentes empresas proponen el uso de adhesivos mayormente epóxicos para devolverle el monolitismo a la estructura. Hoy en día para combatir este tipo de circunstancias, el tratamiento más común desarrollado en la práctica constructiva es picar la base y retirar las practicas débiles, después para aplicar la lechada, primero se debe vaciar el nuevo concreto. Existen diferentes procesos en los cuales se aplican estos productos, uno de ellos es cuando se desea pilotes con zapatas o cabezales, cuando se desea realizar sistema de muros estructurales en dos direcciones, modificaciones o reparaciones.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida afecta el desempeño monolítico del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ adherido con lechada cementicia empleando cemento portland tipo I, ICO y MS a diferentes edades de curado, Trujillo 2019?

1.3. Justificación

Con la finalidad de dar solución a uno de los inconvenientes y problemas más significativos en la construcción dentro de Perú, sobre todo a las pequeñas construcciones, se propone sustituir cualquier aditivo epóxico por lechada cementicia, no solo por el valor monetario sino también teniendo en cuenta la facilidad de adquisición, elaboración y alcance.

El concreto adherido con lechada cementicia debe ser estudiado en nuestro país, ya que estamos sometidos a diferentes tipos de movimientos sísmicos y se busca la mejora estructural para el país en lo que a edificaciones concierne. Se busca una alternativa con esta investigación, además se busca sustituir el uso de aditivos epóxicos por lechada cementicia, ya que está al alcance de manera inmediata en una obra y es más sencilla de obtener.

Se demostrará la resistencia a diferentes ensayos y diferentes tiempos de curado, los cuales reflejaran que la utilización de lechada cementicia es óptima en la construcción y abrirá un nuevo concepto en juntas frías, ya que hasta ahora solo se sabe de epóxicos. Por último, esta investigación servirá para futuros estudiantes y/o colegas que querrán realizar investigaciones futuras sobre el tema de juntas frías adheridas con lechada cementicia, además de reforzar los conocimientos adquiridos hasta el día de hoy y que serán completados con estudios futuros.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el desempeño monolítico del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adherido con lechada de cemento portland tipo I, ICO y MS a diferentes edades de curado.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la óptima resistencia a la compresión con cemento tipo I, ICO y MS, bajo norma ASTM C39, de los especímenes de concreto patrón y elaborados con lechada cementicia de proporción 1:2 y 1:3.
- Determinar la óptima resistencia a la tracción con cemento tipo I, ICO y MS, bajo norma ASTM C496, de los especímenes de concreto patrón y elaborados con lechada cementicia de proporción 1:2 y 1:3.
- Determinar la óptima resistencia a la adherencia con cemento tipo I, ICO y MS, bajo norma ASTM C882, de los especímenes elaborados con lechada cementicia de proporción 1:2 y 1:3.
- Determinar la edad de mejor desempeño para la adherencia de la lechada de cemento.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

- La aplicación de lechada cementicia influye significativamente en el desempeño monolítico de las probetas de concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a base de cemento portland tipo I, ICO y MS a diferentes edades de curado tanto en tracción como en compresión, ensayado en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La aplicación de lechada cementicia influye significativamente en el desempeño monolítico de las probetas sometidas a ensayo de compresión bajo norma ASTM C39.
- La aplicación de lechada cementicia influye significativamente en el desempeño monolítico de las probetas sometidas a ensayo de tracción bajo norma ASTM C496.
- La aplicación de lechada cementicia influye significativamente en el desempeño monolítico de las probetas sometidas a ensayo de adherencia según norma ASTM C882.
- Las probetas de concreto a 28 días de curado, en su mayoría, se adhirieron mejor a la lechada de cemento e incremento sus propiedades mecánicas.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

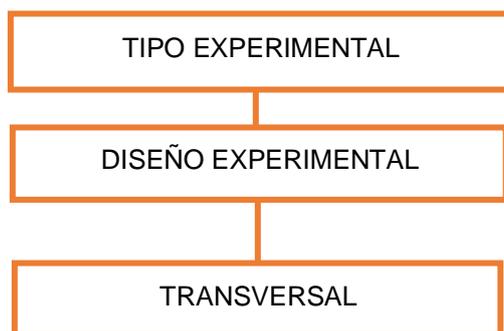
2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental.

La presente investigación tiene como diseño experimental, porque las variables se pueden manipular directamente.

Esta investigación es transversal porque es de un solo tiempo, no se realizará en diferentes años.

Esta es una investigación experimental porque se analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.



2.2. Población y muestra

La Población está conformada por el concreto estructural de 210 Kg/cm² en Trujillo, departamento de La Libertad.

La siguiente investigación requiere muestras de concreto, el cual se realizará con cemento portland tipo I, ICO y MS de la empresa Pacasmayo, arena, piedra, agua y adhesivo, en este caso el adhesivo es la lechada de cemento.

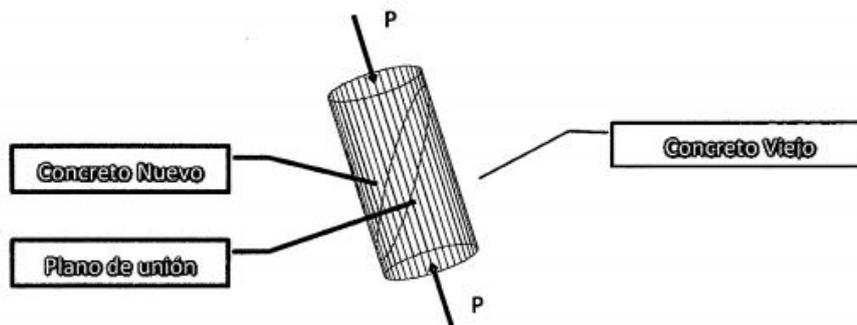


Figura N° 1: Modelo de probeta con junta de Lechada Cementicia

La muestra de la investigación se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$n_0 = \frac{Z^2 S^2}{E^2}$$

Ecuación N° 1: Tamaño de Muestra

Donde:

- n_0 = Tamaño de la muestra
- Z = Valor en base al nivel de confianza
- S = Desviación estándar de la variable de estudio (en este caso asumiremos que es igual a E)
- E = Porcentaje de precisión o error.

Tabla N° 1: Precisión del ensayo de compresión en cilindros elaborados de concreto correctamente mezclado

	Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencia de Cilindros Individuales	
		2 cilindros	3 cilindros
6 por 12 in. (150 por 300 mm)			
Condiciones de laboratorio	2.4%	6.6%	7.8%
4 por 8 in. (100 por 200 mm)			
Condiciones de laboratorio	3.2%	9.0%	10.6%

Fuente: ASTM C39 (2008)

Tabla N° 2: Valor de la Distribución Normal Estandarizada (Z)

VALORES DE LA DISTRIBUCION NORMAL ESTANDERIZADA		
(Z)		
Nivel de confianza	Nivel de	Valor $Z_{\alpha/2}$
(1- α)	significancia (α)	Bilateral
90% = 0.9	10% = 0.10	1.64
95% = 0.95	5% = 0.05	1.96
99% = 0.99	1% = 0.01	2.58

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 3: Muestra de tesis

	210.76
	211.65
	210.22
Resultados (kg/cm2)	213.34
	209.72
Promedio	211.14
Desviación estándar	4.73

Fuente: Influencia de productos adherentes para juntas frías en concreto de diferentes edades sobre sus propiedades mecánicas, Lau. J Trujillo 2018

Z=95% (según la tabla numero 2 esto es igual a 1.96)

E= 2% (211.14) = 4.22 (se tomó el 2% del promedio del esfuerzo a la compresión de la tabla

3)

$$n_0 = \frac{Z^2 S^2}{E^2}$$

$$n_0 = \frac{1.96^2 4.73^2}{4.22^2}$$

$$n_0 = 4.82 \approx 5$$

Entonces se tomarán 5 especímenes

Tabla N° 4: Cantidad de Especímenes de Contrastación para Muestra Patrón, Lecha de cemento 2/1 y lechada de cemento 3/1

Tiempo de Rotura (días)	Resistencia a la compresión (Und)	Resistencia a la Tracción (Und)	Contrastación (Und)
7	5	5	
21	5	5	30
28	5	5	
Total	15	15	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5: Total de especímenes

MUESTRA PATRON	LECHADA DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, ICO Y MS		
Especímenes Patrón (Und), 30 por cada tipo de cemento.	Especímenes con lechada de cemento 2/1 (Und), 30 por cada tipo de cemento.	Especímenes con lechada de cemento 3/1 (Und), 30 por cada tipo de cemento.	Total de Probetas (Und)
90	90	90	270

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

a) Pruebas de Compresión.

Someter a los especímenes de concreto a esfuerzos de compresión. Norma Técnica Peruana NTP 339.034 1999 Hormigón. Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto. ASTM C39/C39M Método de prueba estándar para Resistencia a la Compresión de probetas cilíndricas de concreto.

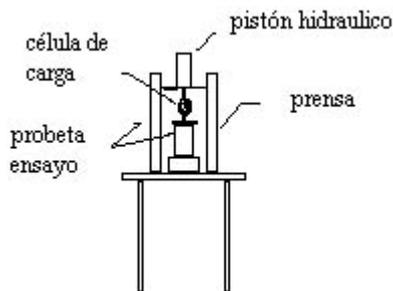


Figura N° 2: Ensayo de Compresión

b) Registro de Datos.

De acuerdo a Norma Técnica Peruana NTP 339.034 1999 Hormigón. Método de ensayo para el Esfuerzo a la Compresión de muestras cilíndricas de concreto. ASTM C39/C39M Método de prueba estándar para Resistencia a la Compresión de probetas cilíndricas de concreto. ASTM-C882-C882M 12 Método de Prueba Estándar para Resistencia de Adherencia de los Sistemas de Resinas Epoxi Utilizado con Concreto por Cizallamiento.

c) Media Aritmética

Para realizar la media aritmética se suman los datos de cada ensayo, se denota en la siguiente formula:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Ecuación N° 2: Media Aritmética

Donde:

Σ = Sumatoria

\bar{x} = Media Aritmética

x_i = Observación de la muestra

n= Tamaño de la muestra.

d) Varianza

Se listará los datos hallados en los ensayos, si se utilizó o no lechada de cemento y edad de curado, para poder hallar la varianza, a través de la siguiente formula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Ecuación N° 3: Varianza

Donde:

σ^2 = Varianza

Σ = Sumatoria

\bar{x} = Media Aritmética

x_i = Observación de la muestra

n= Tamaño de la muestra.

e) Desviación Estándar

Se utilizan los resultados de la varianza para hallar la desviación estándar con la siguiente formula:

$$DS = \sqrt{a^2}$$

Ecuación N° 4: Desviación Estándar

Donde:

DS= Desviación estándar

σ^2 = Varianza

f) Coeficiente de Variación

El coeficiente de variación se halla a través de la desviación estándar, para lo cual se emplea la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{DS}{\bar{x}} * 100$$

Ecuación N° 5: Coeficiente de Variación

Donde:

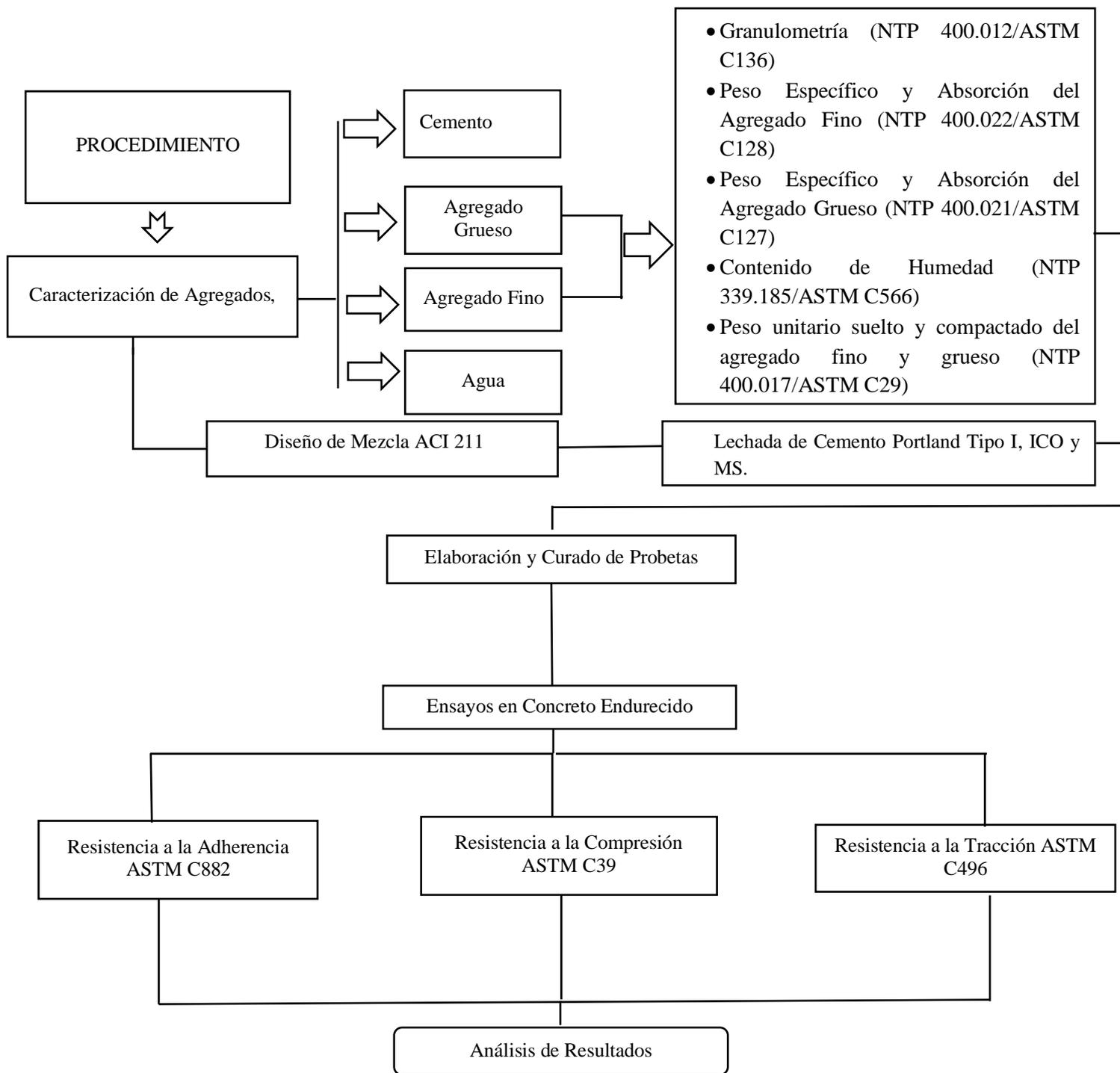
CV = Coeficiente de variación

DS = Desviación estándar

\bar{x} = Media aritmética

2.3.1. Procedimiento

El circuito experimental se detalla en la siguiente tabla:



2.3.2. Materiales

2.3.2.1. Cemento

Según Novoa (2005) nos indica en su investigación que: el cemento es un material con propiedades adhesivas y cohesivas, las cuales dan la capacidad de juntar otros ingredientes para obtener un todo, macizo y compacto. Años atrás en los países de Egipto, Grecia e Italia, optaron por combinar arena, agua y piedra machacada, es por eso que se considera como el primer concreto. El cemento se consigue a partir de la combinación de elementos arcillosos y calcáreos, además de otros que comprendan sílice, aluminio y óxido de fierro. Es un mineral menudamente triturado, normalmente de color gris extraído de rocas calizas, que se chancan hasta obtenerlo en polvo y sea combinado con agua, adquiriendo este el dominio de endurecer



Figura N° 3: Cemento Portland

2.3.2.1.1. Propiedades del cemento

El estudio de las propiedades del cemento, permite conocer algunos aspectos de su bondad como material cementante. Estas propiedades son de carácter químico, físico y mecánico y dependen de la categoría en la cual se halle (Niño, 2010).

a) Propiedades Químicas

El desarrollo de clinkerización del cemento implica la transformación de los elementos primas a productos más engorrosos, por medio de reacciones en estado sólido. Razón por la cual, la química del cemento consecuentemente usa un modelo cimentado en abreviaturas para las fórmulas químicas de los óxidos más frecuentes, tal como se ilustra en la tabla N° 2. Los cuatro compuestos principales del cemento se forman a partir de estos óxidos, son los que se enumeran en la tabla N° 3 (Niño, 2010).

Tabla N° 6: Abreviaturas de Oxido de cemento

FÓRMULA	NO	ABREVIATURA
CaO	Óxido de Calcio “Cal”	A
SiO₂	Dióxido de Sílice “Silicato”	S
Al₂O₃	Óxido de Aluminio	A
Fe₂O₃	Óxido de Hierro “Hierro”	F

Fuente: Niño, 2010

Tabla N° 7: Compuestos principales del cemento

NOMBRE	ABREVIATURA
Silicato tricálcico	C₃S
Silicato dicálcico	C₂S
Aluminato tricálcico	C₃A
Ferroaluminato tetracálcico	C₄Af

Fuente: Niño, 2010

Estas composiciones, llamadas potenciales, no se presentan aisladas. Se puede hablar de “fases”, que las contienen en una gran proporción junto con algunas impurezas, por lo cual no son verídicos compuestos en el cemento químico, pero las raciones halladas de ellos exponen valiosa información, en cuanto a las propiedades del cemento (Niño, 2010).

De esta manera se habla de las fases: alita, con alto contenido de C3S, la belita, a base de C2S, el aluminato, rica en C3A y el ferrito, solución sólida compuesta por ferritos y aluminatos de calcio. (Niño, 2010).

a.1. Hidratación del Cemento

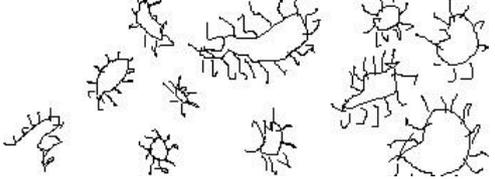
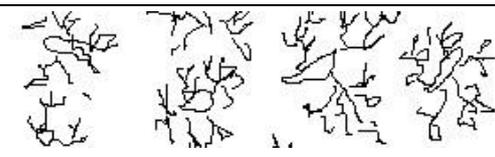
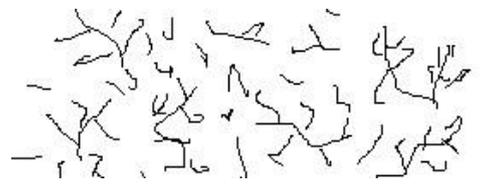
La repulsión mediante la cual el cemento Portland se convierte en un agente de enlace, se origina por los desarrollos químicos responsables de la creación de compuestos durante la hidratación, los cuales nos darán propiedades mecánicas provechosas en las aplicaciones estructurales. El cemento al ingresar en fricción con el agua forma una pasta y se establece un progreso pausado de estructuras cristalinas cementantes (figura N° 1) (Niño, 2010).

a.2. Formación de la pasta de cemento

En términos generales, puede decirse que se realiza como consecuencia de las reacciones químicas del cemento con el agua. Dependiendo de la composición del cemento y de los requisitos de hidratación (temperatura, humedad, etc.), lo cual genera que la pasta sea un proceso dinámico que evoluciona con el tiempo, obteniendo un conjunto engorroso de beneficios de hidratación (Niño, 2010).

En la tabla N° 4 se presenta una descripción simplificada de los procesos de formación de pasta de cemento (Niño, 2010).

Tabla N° 8: Formación de la pasta de cemento

<p>1. INICIO</p> <p>Dispersión fina del cemento en el agua.</p>	
<p>2. Dos minutos después gel inestable.</p>	
<p>3. Dos horas después gel estable.</p>	
<p>4. Dos días después</p> <p>Desarrollo de las propiedades mecánicas.</p>	

Fuente: Niño, 2010

b) Propiedades Físicas

Las propiedades físicas más relevantes del cemento son: densidad, finura.

b.1. Densidad del Cemento

Es la relación entre la masa de una cantidad dada y el volumen absoluto de esa masa. Su valor varía muy poco, y en un cemento portland normal, suele estar muy cercano a 3.15 g/cm^3 .

En realidad, la densidad del cemento no señala inmediatamente la calidad de la misma, pero comenzando de ella se consigue deducir otras singularidades cuando se analiza en grupo con otras propiedades.

Esta opción es primordial en el control y diseño de mezclas de concreto, en donde se necesita conocer cuánto volumen ocupara dicha masa de cemento. Esto se hace ejecutando la ecuación que propone que la densidad de un elemento es idéntica a su masa fraccionada por su volumen (Niño, 2010)

b.2. Finura del Cemento

El desarrollo de pulverización del Clinker y yeso nos origina la esbeltez del cemento que es el tamaño de las partes de cemento. La delgadez es una de las peculiaridades físicas más relevantes del cemento, ya que está particularmente asociada con la velocidad de hidratación, proceso de calor, retracción e incremento de la resistencia.

Posición en la que la hidratación de los granos de cemento se empieza desde el área hacia el interior, el área superficial total de las partes de cemento contiene un parámetro concluyente para organizar la velocidad de hidratación. Así, un cemento con partes de bastante área particular, o sea, de alta delgadez, endurece con mucha mejor velocidad y tiene un proceso rápido de resistencia (Niño, 2010).

Por otro ámbito, los cementos con partes muy gruesas se hidratan y endurecen muy despacio, lo que puede originar exudación de agua por su poca capacidad para conservarla (Niño, 2010).

2.3.2.1.2. Tipos De Cemento

En la actualidad se fabrican diferentes tipos de cemento portland para aplicaciones específicas. Estos se producen de acuerdo con las especificaciones normativas según el país que corresponda. En el caso de nuestro país contamos con las NTP (Normativa Técnica Peruana) NTP 334.009, 2014.

a) Cemento Portland Tipo I

El cemento Tipo I es un cemento de uso global en las construcciones, que se aplican en proyectos que no necesitan propiedades únicas. El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la pulverización conjunta de Clinker Tipo I y yeso, que dan mayor resistencia al inicio y menos tiempos de fraguado. Su uso se aplica a obras de concreto y de concreto armado en general, estructuras que requieren un rápido desencofrado, concreto en clima frío, productos prefabricados, pavimentos y cimentaciones. (Pacasmayo, 2016).

Su composición contiene las proporciones adecuadas de Clinker y yeso; materias primas que cumplen con los más estrictos controles de calidad para obtener un excelente producto final, el cual cumple con las exigencias especificadas según NTP 334.009 y ASTM C-150.

Presentación

- Bolsa de 42.5 Kg.

Usos y Aplicaciones

- Para obras de construcción en general cuando no se especifique un tipo de cemento especial.
- Para preparación de hormigones o concretos aligerados de elementos estructurales.
- En morteros para asentado de ladrillos, tarrajes de paredes exteriores e interiores con buenos acabados.
- Para elaboración de materiales prefabricados y estructuras que requieran un rápido desencofrado.

Ventajas

- Alta resistencia en menor tiempo:

Es usado en concretos de muchas aplicaciones por el buen desarrollo de resistencias iniciales y finales.

- Rápido desencofrado:

Tiene un buen desarrollo de resistencia a la compresión de edades tempranas, lo que permite reducir el tiempo de desencofrado.

- Mayor rendimiento:

Permite la optimización de las mezclas a emplear como consecuencia del buen desarrollo de resistencias iniciales y finales.

- Excelente acabado:

Presenta una formulación que con el uso de agregados estandarizados y agua libre de impurezas dan como resultado, estructuras con menos presencia de poros; facilitando los trabajos posteriores de acabado que se deben realizar.



Figura N° 4: Cemento Portland Tipo I

b) Cemento Portland Tipo Ico

Es un cemento Portland diseñado para su uso en todo tipo de estructuras y construcciones en general que no presenten requerimientos especiales. Presenta excelente resistencia a la compresión en el tiempo, otorgando una buena trabajabilidad y excelentes acabados.

Su composición contiene las proporciones adecuadas de Clinker, yeso y adiciones especiales (caliza); materias primas, que cumplen con los más estrictos controles de calidad para obtener un excelente producto final, el cual cumple con las exigencias especificadas según NTP 334.090 y ASTM C-595.

Presentación

- Bolsa de 42.5 Kg.

Usos y Aplicaciones

- Para obras de construcción en general cuando no se especifique un tipo de cemento especial.
- Para preparación de hormigones o concretos aligerados de elementos estructurales.
- En morteros para asentado de ladrillos, tarrajeos de paredes exteriores e interiores con acabados finos y normales, y para otros materiales densos o normales.

Ventajas

- Extra resistencia a la compresión: Es usado en diferentes aplicaciones de concreto, ya que presenta un buen desarrollo de sus resistencias a la compresión a edades iniciales.

- Excelente trabajabilidad y plasticidad:

Debido a la buena selección de nuestras materias primas, mejora su trabajabilidad otorgando buenos acabados y minimizando el ingreso de agentes externos.

- Moderada resistencia al ataque de los sulfatos y cloruros:

Debido al uso correcto de materias primas seleccionadas y una adecuada formulación, nos permite obtener una protección moderada al ataque de los sulfatos y a otros agentes nocivos.



Figura N° 5: Cemento Portland Tipo Ico

c) **Cemento Portland Tipo MS**

es un cemento Portland especializado, diseñado para todo tipo de estructuras y construcciones en general que requieran una alta resistencia a los sulfatos.

Su composición contiene las proporciones adecuadas de Clinker, yeso y adiciones especiales; materias primas, que cumplen con los más estrictos controles de calidad para obtener un excelente producto final, el cual cumple con las exigencias especificadas según NTP 334.082 y ASTM C-1157.

Presentación

- Bolsa de 42.5 Kg.

Usos y Aplicaciones

- Para obras que requieran protección a la formación de salitre y la humedad, cuya exposición severa a los sulfatos solubles de agua y a los cloruros sea del orden de 1,500 a 10,000 ppm. Ideal para todo tipo de suelos.
- Recomendado para construcciones en zona costera, piscinas, plantas industriales, obras portuarias e hidráulicas, acueductos, tubos de alcantarillado, canales, así como en edificaciones que deben soportar ciertos ataques químicos.
- Para construcciones de concreto con alta exposición a la humedad.

Ventajas

- Mayor resistencia al ataque de los sulfatos:

El empleo de puzolana natural, disminuye la fase de C3A y fija el hidróxido de calcio libre, dando como resultado una matriz con menor porosidad capilar. Lo cual genera una superficie específica mucho más resistente al ataque de los sulfatos, suelos húmedos y al agua de mar.

- Mayor impermeabilidad y resistencia a los cloruros:

El empleo de puzolana natural, contribuye a la formación de una matriz de cemento con menor porosidad capilar, dando como resultado un incremento de la impermeabilidad del concreto; esto evita el ingreso de agentes externos (sulfatos, cloruros y otros agentes nocivos).

- Alta resistencia a la compresión:

Debido a la adición activa que se emplea en su formulación (puzolana natural), desarrolla en el tiempo un incremento de resistencia por encima de los 28 días; el cual se mantiene hasta después de 1 o más años.

- Moderado calor de hidratación:

Los beneficios que brinda la adición activa permiten que el uso de este tipo de cemento, minimice la presencia de fisuras en vaciados de gran volumen de concreto, así como también en obras de climas calurosos.



Figura N° 6: Cemento Portland Tipo MS

2.3.2.2. Agregados

Según (Quiroz & Salamanca, 2006) aproximadamente el 75% del total del volumen del concreto está conformado por agregados, tales como arena y grava. Es así como estos componentes contribuyen con el desarrollo de las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido; para ello depende mucho de las propiedades de los agregados como es el peso específico, capacidad de absorción, humedad; las cuales ayudaran a determinar la calidad del concreto.

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 400.011) los agregados se clasifican en dos tipos, agregado fino y agregado grueso; los cuales se definen a través de los ensayos de granulometría de acuerdo a la Norma Técnica Peruana. (NTP 400.037, 2014)

2.3.2.2.1. Agregado Fino

Según Norma Técnica Peruana (NTP 400.037, 2014) todo agregado fino se le denomina a la arena o piedra triturada y debe cumplir con la siguiente característica: pasar el tamiz 9.5 mm (3/8") y queda retenido en la malla N° 200.

Tabla N° 9: Tamaño máximo nominal

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3
1/2 "	2.5
3/4 "	2
1 "	1.5
1 1/2 "	1
2 "	0.5
3 "	0.3
6 "	0.2

Fuente: N.T.P 400.037, 2014

2.3.2.2.2. Agregado Grueso

Se considera agregado grueso aquel que queda retenido en el tamiz N° 4. Estos agregados son provenientes de la desintegración de rocas, que a su vez se puede clasificar como piedra chancada y grava. (NTP 400.037, 2014). De preferencia el agregado grueso debe estar constituido por partículas puras, de forma angular o semi angular, deben ser duras, macizas y resistentes. (Abanto, 1999)



Figura N° 7: Agregado Grueso

2.3.2.3. Agua

Según (Rivera, 2013) el agua en la mezcla de concreto tiene dos funciones: hidratar el cemento para obtener todas sus propiedades y hacer la mezcla trabajable. El agua necesaria para la hidratación del cemento varía entre 25% y 30% de la masa de este, pero en ese punto la mezcla no es trabajable por eso se recomienda como mínimo una cantidad del 40 % de la masa del cemento, siempre se debe tratar de utilizar la menor cantidad de agua posible, pero teniendo en cuenta la trabajabilidad del concreto.

El agua que se utilizara en la mezcla debe estar libre de materiales como: aceites, sedimentos, arcilla, hojas y otros residuos orgánicos; ya que estos residuos pueden ser perjudiciales a la hora de realizar concreto, esto generaría baja resistencia del concreto endurecido y variación en sus propiedades. (Rivera, 2013)

2.3.2.4. Concreto

2.3.2.4.1. Definición

El concreto es la mezcla de agregado fino, cemento portland, agregado grueso, aire y agua en raciones coherentes para la obtención de propiedades prefijadas, para ser exactos, la resistencia (Roque, 2012).

2.3.2.4.2. Características del concreto

A manera de resumen, en la siguiente tabla se relacionen las más importantes características de los agregados y los correspondientes ámbitos del comportamiento del concreto en que tienen mayor influencia, para el caso del concreto recién mezclado, así como para el estado endurecido (Roque, 2012).

Tabla N° 10: Características y aspectos del concreto

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS	ASPECTOS INFLUIDOS EN EL CONCRETO	
	CONCRETO FRESCO	CONCRETO ENDURECIDO
	Manejabilidad	Resistencia mecánica
Granulometría	Requerimiento de agua	Cambios volumétricos
Limpieza (materia orgánica, limo, arcilla y otros finos)	Sangrado Requerimientos de agua	Economía Durabilidad
Densidad (gravedad)	Contracción plástica Peso unitario	Resistencia mecánica Peso unitario
Sanidad	Requerimiento de agua	Durabilidad
Absorción y porosidad	Pérdida de revenimiento	Durabilidad
	Contracción plástica Manejabilidad	permeabilidad Resistencia mecánica
Forma de partículas	Requerimiento de agua	Cambios volumétricos
	sangrado Manejabilidad	Economía Durabilidad
Textura superficial	Requerimiento de agua Segregación	Resistencia al desgaste Resistencia mecánica
Tamaño máximo	Peso unitario	Cambios volumétricos
Reactividad con los álcalis	Requerimiento de agua	Peso unitario Durabilidad
Módulo de elasticidad		Módulo de elasticidad
Resistencia a la abrasión		Cambios volumétricos Resistencia a la abrasión
Resistencia mecánica (por aplastamiento)		Durabilidad Resistencia mecánica
Partículas friables y terrones de arcillas	Contracción plástica	Resistencia a la abrasión Durabilidad

Fuente: Roque, 2012

2.3.2.4.3. Propiedades del concreto

2.3.2.4.3.1. Propiedades del concreto Fresco

Según Reyes y Rodríguez, 2010, se tiene:

a) Trabajabilidad o manejabilidad

Es el trabajo interno que se encarga de vencer la fricción interna o componentes del concreto para obtener una compactación adecuada, es decir, la capacidad que tiene el concreto para ser colocado y compactado correctamente sin producir deficiencias de sus propiedades en estado fresco.

b) Ensayo de asentamiento

Este ensayo es el más utilizado para medir la manejabilidad del concreto fresco durante la realización de los especímenes, ya que es muy sencillo de realizar y facilita el control del asentamiento y trabajabilidad de la mezcla a efectuarse con respecto a lo estipulado en el diseño de mezcla.



Figura N° 8: Ensayo de Asentamiento

c) Segregación

Es considerada una propiedad del concreto fresco, así como, se puede considerar también como un aspecto relevante de la trabajabilidad al ser definida como una consecuencia de separación de las partículas gruesas del mortero del concreto, esto se debe en gran parte a la diferencia de densidades, el tamaño y forma de las partículas, el mal mezclado, el exceso de vibración en la compactación, el arrojar el concreto desde alturas mayores a 1m, para evitar la segregación la ACI – 304 recomienda realizar lo inverso a lo anteriormente descrito.

d) Exudación o sangrado

Es un tipo de segregación donde el agua de la mezcla tiende a elevarse a la superficie de una mezcla de concreto fresco. Este fenómeno es normal en tasas bajas, ya que al ser alta produce debilitamiento en la parte superior del concreto, mayor porosidad, fisuras de retracción, menor resistencia a la abrasión y al ataque de agentes agresivos del ambiente, y como consecuencia genera una disminución en la resistencia de la mezcla.

e) Masa unitaria

Consiste en llenar tres capas de igual altura las cuales se compactan con una varilla compactadora 25 veces cada una de éstas y a la vez se vibra entre 10 a 15 veces con un martillo de goma para eliminar al máximo las burbujas atrapadas de aire.

f) Contenido de aire

El aire es atrapado de manera natural durante el proceso de mezclado y en algunos casos el contenido de aire aumenta en consecuencia de una mala colocación o compactación. El alto grado de vacíos puede ocasionar en las mezclas de concreto una reducción en su resistencia, secciones efectivas de los elementos y mal aspecto visual término arquitectónico.

g) Contenido de agua y de cemento

Esta propiedad es determinante para el desempeño del concreto, ya que cuando el concreto está en estado endurecido y presenta variaciones desfavorables en sus propiedades, estas se deban principalmente a un cambio en el contenido de agua, por ello, es importante asegurar la cantidad estipulada en el diseño de mezcla.

2.3.2.4.3.2. Propiedades del concreto Endurecido

Según Reyes y Rodríguez, 2010, se tiene:

a) Relación agua –cemento

Se describe como la cantidad de agua en masa, sin incluir el agua absorbida por los agregados sobre la cantidad de cemento en masa, es de vital importancia mantener una buena relación, ya que al haber una mayor cantidad de agua que generan poros en la pasta cementante del concreto, este se ve afectado al disminuir su resistencia.

b) Edad del concreto

Para los concretos convencionales la máxima resistencia se alcanza a los 28 días, después de este tiempo el aumento de la resistencia es muy mínimo. Los concretos considerados de alta y ultra alta resistencia alcanzan su máxima resistencia entre los 56 y 90 días porque el aumento después de los 28 días es considerable, aunque estos son de gran densidad, impermeabilidad y resistencia, son más propensos al agrietamiento debido a la mayor contracción por fraguado y menor extensibilidad.

c) Resistencia a la tracción

Esta propiedad no se tiene en cuenta en la mayoría de los casos de estructuras normales, ya que la tracción es una propiedad donde el concreto tiene una resistencia bastante débil. Esta tiene que ver con el agrietamiento a causa de la contracción inducida por el fraguado o por cambios de temperatura que generan esfuerzos internos de tracción.

d) Resistencia a la Compresión

Esta propiedad es la más importante dentro de todas, ya que es la que se le practica en la mayoría de ensayos para estructuras de concreto. Esta se realiza a especímenes cilíndricos de concreto en su estado endurecido de diversas medidas, y para ello se utiliza la máquina de rotura a compresión. Con este ensayo podemos determinar qué tan factible es una estructura de concreto a soportar pesos grandes.

e) Resistencia a la flexión

Este agente es de gran importancia en estructuras de concreto simple, donde estos elementos subyugados a flexión tienen una parte sometida a compresión y otra zona donde predomina el esfuerzo a tracción. Este se refiere al módulo de rotura, donde se realizan ensayos en vigas de concreto para determinar el mayor esfuerzo a flexión.

f) Resistencia a cortante

Esta resistencia es tomada en cuenta por los códigos de diseño estructural, aunque el concreto presente baja resistencia frente al mismo; este tipo de esfuerzos son importantes al diseñar vigas y zapatas donde se presentan valores superiores a la resistencia del concreto.

g) Curado

El curado se define como el proceso de controlar y mantener un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable en el concreto, durante la hidratación de los materiales cementantes, de manera que se desarrollen en el concreto las propiedades deseadas.

En términos generales, existen cuatro grandes formas de curar el concreto o grupos de métodos de curado para el concreto:

- Métodos que mantienen un ambiente húmedo mediante la aplicación continua o frecuente de agua.

- Métodos que mantienen la presencia de parte del agua de mezclado en el concreto durante el periodo inicial de endurecimiento.
- Métodos que aceleran la ganancia de resistencia.

La inundación es el procedimiento ideal para mantener el concreto saturado, o tan saturado como sea posible, con el fin de garantizar una correcta

hidratación de los materiales cementantes, es la inundación (inmersión) total de la pieza terminada de concreto en agua con cal.

Este fue el método utilizado en la tesis.



Figura N° 9: Rociado de Cal para curado de probetas

2.3.2.5. Junta Fría

Según (Torres, Ramos-Cañón, Prada-Sarmiento y Botía-Díaz, 2016) una junta fría lisa en el concreto es un plano débil causado por la interrupción de suministro de mezcla en el vaciado.

2.3.3. Ensayos de Agregados

2.3.3.1. Ensayo Granulométrico del Agregado Fino Según NTP 400.012/ASTMC136.

1. Se pesa 3 muestras de agregado fino de 1 Kg cada una de ellas, las cuales servirán para realizar el ensayo, posteriormente se pesan los tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y fondo.
2. Se coloca los tamices en forma descendente de diámetro mayor a diámetro menor, de la N°4 a la N°200, se puede colocar en la mesa vibratoria o hacerse manualmente.
3. Colocar la muestra en los tamices y prender la mesa vibratoria por 5 minutos o realizarlo manualmente por 10 minutos.
4. Luego de realizar la vibración, se procede a pesar el material retenido en cada tamiz en una balanza analítica de 0.1 gramos.
5. Este proceso se lleva a cabo para cada una de las 3 muestras, así mismo se calculará el módulo de finura de la siguiente manera:

$$MF = \frac{\sum - \%retenido\ acumulado\ en\ las\ mallas\ N^{\circ}4, 8, 16, 30, 50, 100}{100}$$

Ecuación N° 6: Módulo de Finura Agregado Fino



Figura N° 10: Granulometría de agregado fino

Tabla N° 11: Análisis Granulométrico Agregado Fino

N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso de Tamiz (gr)	Peso de Tamiz + Muestra (gr)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaj e que Pasa (%)
N° ½"	12.5						
N° 3/8"	9.5						
N° 4	4.75						
N° 8	2.36						
N° 16	1.18						
N° 30	0.6						
N° 50	0.30						
N° 100	0.15						
N° 200	0.08						
Fondo	0						
Sumatoria							
M.F.=							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 12: Límites Granulométricos del Agregado Fino

Límites Granulométricos del Agregado Fino			
Tamiz	Abertura (mm)	Límite Inferior (%)	Límite Superior (%)
N° 3/8"	9.50	100	100
N° 4	4.75	95	100
N° 8	2.36	80	100
N° 16	1.18	50	85
N° 30	0.60	25	60
N° 50	0.30	5	30
N° 100	0.15	0	10
N° 200	0.075	0	5

Fuente: NTP 400.018/ASTM C33

2.3.3.2. Ensayo Granulométrico del Agregado Grueso (NTP 400.012/ASTM C136)

1. Se pesa 3 muestras de agregado grueso, 2kg por muestra.
2. Se pesa cada tamiz, de 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°8 y fondo.
3. Se coloca los tamices en orden de diámetro mayor a diámetro menor, tanto para la mesa vibratoria como para realizarlo manualmente.
4. Se colocan los tamices en la mesa vibratoria por 5 minutos o 10 minutos manualmente.
5. Al terminar el tiempo de vibración se pesa cada tamiz con muestra retenida, este proceso se realiza para las 3 muestras.

6. Se calcula el tamaño máximo y tamaño máximo nominal según NTP 400.012 y ASTM C136.

Tabla N° 13: Análisis Granulométrico Agregado Grueso

N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso de Tamiz (gr)	Peso de Tamiz + Muestra (gr)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
N° 2	50.80						
N° 1 1/2"	38.10						
N° 1	25.40						
N° 3/4"	19.05						
N° 1/2"	12.70						
N° 3/8"	9.50						
N° 4	4.75						
N° 8	2.36						
Fondo	0						
Sumatoria							
TMN=							
TM=							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 14: Límites de Análisis Granulométricos de Agregado Grueso

Límites Granulométricos del Agregado Grueso			
Tamiz	Abertura (mm)	Límite Inferior (%)	Límite Superior (%)
N° 1 1/2"	38.10	100	100
N° 1	25.4	100	100
N° 3/4"	19.05	100	100
N° 1/2"	12.70	90	100
N° 3/8"	9.50	40	70
N° 4	4.75	0	15
N° 8	2.36	0	5

Fuente: ASTM C33

2.3.3.3. Contenido de Humedad del Agregado Fino y Grueso (NTP 339.185/ASTM C566)

1. Se pesa tres taras para colocar muestras de agregado fino de 1 Kg y se pesa otras tres taras para colocar muestras de agregado grueso de 2 Kg.
2. Se coloca cada muestra en cada tara y se toma el peso en estado natural (Ph).
3. Luego se coloca cada una de las muestras a una estufa a una temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas y se pesa, este sería el peso seco (Ps).
4. Este procedimiento se realiza para agregado fino y agregado grueso. Luego se calcula el contenido de humedad mediante la siguiente formula:

$$W\% = \left[\frac{Ph - Ps}{Ps} \right] * 100$$

Ecuación N° 7: Contenido de Humedad

Tabla N° 15: Contenido de Humedad de Agregado Fino

Material	Número	Peso de la Tara (gr)	Peso de la Tara + Muestra Natural (gr)	Peso de la Tara + Muestra Seca (gr)	Peso de la Muestra Seca (gr) “Ph”	Peso de la Muestra seca (gr) “Ps”	Humedad (%) “W”
Agregado Fino	F1						
	F2						
	F3						
Promedio							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 16: Contenido de Humedad de Agregado Grueso

Material	Número	Peso de la Tara (gr)	Peso de la Tara + Muestra Natural (gr)	Peso de la Tara + Muestra Seca (gr)	Peso de la Muestra Seca (gr) “Ph”	Peso de la Muestra seca (gr) “Ps”	Humedad (%) “W”
Agregado Grueso	G1						
	G2						
	G3						
Promedio							

Fuente: Elaboración Propia

2.3.3.4. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso (NTP 400.017/ASTM C29)

1. Esta Norma establece la determinación de la densidad de masa (Peso Unitario) del agregado en condición suelto o compactado tanto para el agregado fino como grueso, y así poder establecer las proporciones de mezclas correctas.
2. Se obtiene el peso del molde vacío.
3. Luego se vierte agua en el molde hasta llenarlo, consecutivamente se toma el peso, esto nos sirve para calcular el volumen (V) m^3 del molde.
4. Después se vierte la muestra de agregado en el molde a una altura aproximada de 15 centímetros sobre el borde superior del molde, hasta llenarlo (Para el caso del peso unitario compactado se hace en 3 capas iguales de material en el recipiente, cada capa se compacta uniformemente en todo el recipiente con una varilla normada 25 veces y con un martillo de goma de 500 gr se golpea el molde 12 veces de forma circular y se enraza la superficie). Para el peso suelto se llena el material sin compactación (estado natural).
5. Se enraza la superficie.
6. Finalmente se pesa el molde con la muestra y mediante esta fórmula se determina el peso unitario suelto y compactado.

Los resultados se calcularon con las siguientes formulas:

$$P_{USS} = \left[\frac{\text{peso agregado suelto} - \text{peso molde}}{\text{volumen molde}} \right]$$

Ecuación N° 8: Peso unitario suelto

$$P_{USC} = \left[\frac{\text{peso agregado compactado} - \text{peso molde}}{\text{volumen molde}} \right]$$

Ecuación N° 9: Peso unitario compactado

2.3.3.5. Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022/ASTM C128)

1. Este ensayo inicia con la preparación de la muestra por cuarteo, utilizando aproximadamente 1000 gr del material seleccionado, para ser sumergida en agua por 24 horas.
2. Luego se toma la muestra y se coloca en una bandeja de metal la cual se debe poner sobre una cocina pequeña para secarla uniformemente hasta llegar a un estado de seca superficialmente.
3. Después se toma el cono con diámetro inferior de 90 mm y diámetro superior de 40 mm y se rellena con tres capas iguales compactando 25 veces cada capa con el pisón de un peso de 340 gramos y con un diámetro de 25 mm. Si al quitar el cono, la muestra se derrumba 1/3 del toda la muestra desde arriba hacia abajo, esto demuestra que el agregado ha alcanzado su condición saturada superficialmente seca. Si no ocurre esto se debe volver a hacer el mismo procedimiento.
4. En el caso que se cumplan todas las condiciones anteriores, se toma el peso de la fiola con agua hasta 500 ml (B), luego se bota el agua, se coloca la muestra en la fiola, llena con agua hasta 500 ml y se procede a eliminar todas las burbujas de aire, haciendo rodar la fiola durante un minuto o el tiempo que sea necesario, sobre una superficie plana.
5. Consecutivamente se pesa la fiola con el agua y la muestra (C), se deja reposar la muestra dentro de la fiola para que esta se asentara. Después se bota el agua, la muestra se pone en una tara cuidadosamente (D) y se coloca en la estufa a 100 ° C aproximadamente 24 horas.
6. Finalmente se obtiene el peso de la muestra seca al horno (A). Y con las siguientes formulas se determina el peso específico y absorción.

Densidad seca del agregado fino

$$\text{Densidad Seca} = \left[\frac{A}{B + D - C} \right]$$

Ecuación N° 10: Densidad seca

Densidad saturada superficialmente seca del agregado fino

$$\text{Densidad Saturada Superficialmente Seca (S.S.S)} = \left[\frac{D}{B + D - C} \right]$$

Ecuación N° 11: Densidad saturada superficialmente seca del agregado fino

Densidad aparente del agregado fino

$$\text{Densidad aparente} = \left[\frac{A}{B + A - C} \right]$$

Ecuación N° 12: Densidad aparente del agregado fino

Absorción del agregado fino

$$\text{Absorción (\%)} = \left[\frac{D - A}{A} \right] \times 100(\%)$$

Ecuación N° 13: Absorción del agregado fino

Donde:

A=Peso al aire de la muestra seca (gr)

B=Peso de la fiola aforado lleno de agua (gr)

C=Peso total de la fiola con muestra y llena de agua (gr)

D=Peso de la muestra saturada, con superficie seca (gr)

Además, la ASTM C128 indica rangos específicos para la densidad de 2.5-3 g/cm³ y una absorción entre 0.2-5% para el agregado fino.

Por otro lado, la ASTM C128 exige una desviación estándar máxima de 31 g/cm³ y 0.36% para la densidad y absorción respectivamente utilizando tres valores.

2.3.3.6. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021/ASTM C127)

1. Este ensayo inicia cuando se prepara la muestra por cuarteo (2000 gr).
2. Luego se sumerge la muestra dentro del agua por un periodo de 24 horas.
3. Después se saca la muestra y se seca superficialmente, consecutivamente se tamiza por la malla No. 4 para poder eliminar material fino.
4. Se procede a pesar la muestra saturada (B).
5. Se coloca en la canasta de alambre suspendida y se procede a tomar el peso suspendido en el agua a una temperatura de 20°C (C).
6. Finalmente se seca la muestra a una temperatura de 100°C ± 5°C en el horno, para así tomar el peso seco (A).
7. La gravedad específica o peso específico y absorción se determinan con las siguientes fórmulas:

Densidad seca del agregado grueso

$$\text{Densidad Seca} = \left[\frac{A}{B - C} \right]$$

Ecuación N° 14: Densidad seca agregado grueso

Densidad saturada superficialmente seca del agregado grueso

$$\text{Densidad Saturada Superficialmente Seca (S.S.S)} = \left[\frac{B}{B - C} \right]$$

Ecuación N° 15: Densidad saturada superficialmente seca del agregado grueso

Densidad aparente del agregado grueso

$$\text{Densidad aparente} = \left[\frac{A}{A - C} \right]$$

Ecuación N° 16: Densidad aparente agregado grueso

Absorción del agregado grueso

$$\text{Absorción (\%)} = \left[\frac{B - A}{A} \right] \times 100(\%)$$

Ecuación N° 17: Absorción agregado grueso

Donde:

A: Peso en el aire de la muestra seca (gr).

B: Peso en el aire de la muestra saturada (gr).

C: Peso suspendido de la muestra (gr)

Además, la ASTM C127 indica rangos específicos para la densidad de 2.4-2.8 g/cm³ y una absorción entre 0.2-3% para el agregado grueso.

Por otro lado, la ASTM C127 exige una desviación estándar máxima de 23 g/cm³ para la densidad y no muestra un rango para la absorción utilizando tres valores.

2.3.3.7. Diseño de Mezcla (ACI 211)

Las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con dichas características con los materiales disponibles, se logra mediante el sistema de prueba y error o el sistema de ajuste y reajuste.

Dicho sistema consiste en preparar una mezcla de concreto con unas proporciones iniciales y calculadas por diferentes métodos. A la mezcla de prueba se le realizan los diferentes ensayos de control de calidad como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión.

Estos datos se comparan con la especificación y si llegan a ser diferentes o no cumplen con la expectativa de calidad se reajustan las cantidades, se elabora nuevamente la mezcla que debe cumplir todos los ensayos de control de calidad, si nuevamente no cumple los requisitos exigidos es necesario revisar los materiales, el método del diseño y nuevamente otra mezcla de concreto hasta ajustar los requisitos exigidos por la especificación.

PROCESO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

- Estudio de las especificaciones de la obra
- Definición de la resistencia Compresión/flexión
- Elección del asentamiento
- Determinar TM – TMN
- Estimación cantidad de aire
- Estimación contenida de agua
- Definir relación agua/material cementante
- Contenido de material cementante
- Verificar las granulometrías de los agregados
- Estimación de agregado grueso
- Estimación de agregado fino
- Ajuste por humedad
- Ajuste del diseño de mezcla

2.3.3.8. Lechada De Cemento

La lechada de cemento, es una mezcla de agua y cemento. Las cantidades pueden variar según el uso que se vaya a realizar. Se considerarán dos relaciones agua cemento, de la siguiente manera: 3 partes de cemento por 1 de agua y 2 partes de cemento por 1 de agua.



Figura N° 11: Lechada de Cemento 1/2



Figura N° 12: Lechada de Cemento 1/3

2.3.4. Ensayo de Probetas Endurecidas

2.3.4.1. Resistencia a la Compresión ASTM C39

Para llevar a cabo este ensayo, primero se retiran las probetas de la poza de curado y se secan sus superficies para una correcta adherencia de la capa de azufre. Posteriormente se procede a tomar las medidas del diámetro y altura de las probetas. Con el diámetro que se obtiene se puede calcular el área de la superficie de la probeta. Luego se nivelan las superficies con neopreno. Acto seguido se coloca y alinea la probeta en la máquina de compresión para el respectivo ensayo, aquí se le aplicara cargas de manera continua hasta que se produzca su rotura. Para finalizar se toma la lectura de la carga máxima soportada por la probeta en kilo Newton, para realizar el siguiente calculo:

$$F'C = \frac{F}{A}$$

Ecuación N° 18: Esfuerzo a la Compresión

Dónde:

F= carga máxima de rotura

A= área de la superficie puesta a compresión.

2.3.4.2. Resistencia a la Adherencia ASTM C882

Mediante este ensayo determinamos la resistencia del sistema de unión a base de lechada de cemento. Este ensayo se realiza con el fin de probar la vinculación de un concreto endurecido a un concreto endurecido o concreto fresco.

La resistencia de la unión se determinará mediante el uso de lechada de cemento, pues la lechada de cemento es utilizada para unir dos secciones

iguales del cilindro de concreto con dimensiones de 4 por 8 pulgadas (100 por 200 mm).

Una vez realizado el curado de la unión por lechada de cemento, la resistencia de la unión se calcula al dividir la carga transportada por la muestra en caso de falla entre el área de la superficie unida.

$$F'C = \frac{F}{A}$$

Ecuación N° 19: Resistencia a la Adherencia

Dónde:

F= carga máxima de rotura

A= área de la superficie unida.

2.3.4.3. Determinación de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral ASTM C496-96

Este método consiste en someter a compresión diametral una probeta cilíndrica, sometiéndola a una carga de manera uniforme a lo largo de dos líneas o generatrices opuestas hasta alcanzar la rotura. Esta carga se aplicará en forma continua y evitando impactos, a una velocidad constante dentro del rango de 7.13 ± 14.7 Kgf/cm²/min hasta que falle la probeta por esfuerzo a tracción por compresión diametral.

$$T = \frac{2P}{\pi LD}$$

Ecuación N° 20: Resistencia a la Tracción

Donde:

T= resistencia a la tracción por compresión diametral (Kg/cm²)

P= máxima carga aplicada (Kg)

L= longitud (m)

D= diámetro (m)

2.3.5. Análisis Estadístico

2.3.5.1. Prueba de normalidad

Esta prueba tiene la finalidad de corroborar que los datos de la variable dependiente trabajen con normalidad para toda la muestra, también señala si debe o no ser desestimada la hipótesis nula de los resultados obtenidos. (Dietrichson, 2019)

2.3.5.2. Prueba de Homogeneidad de Varianza

Se utiliza para observar la igualdad de varianzas para una variable que es calibrada de dos a mas grupos y faculta a elegir la media, mediana y media truncada. Es relevante que al momento de demostrar la homocedasticidad dependiendo si los grupos se fragmentan de forma normal o no. (Amat, 2016)

2.3.5.3. Prueba de Hipótesis (ANOVA)

Técnica utilizada para corroborar que las medias de dos poblaciones o más sean iguales, en su mayoría utiliza una sola muestra de cada población, de esta manera analiza los efectos en la varianza de una variable. (Amat, 2016)

2.3.5.4. Prueba de Tukey

Crea intervalos de confianza en las distintas parejas entre sus medias, pero a su vez mantiene la tasa de error por grupo a un nivel significativo, así se puede distinguir si los resultados obtenidos son atípicos o no. Esta prueba se utiliza en ANOVA. (Perez, 2020)

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de Agregados

3.1.1. Agregado Fino

Tabla N° 17: Caracterización Agregado Fino

Ensayo	Norma	Resultado	Rango
Análisis Granulométrico	NTP 400.012/ ASTM C136		Ver Límites Granulométricos
Módulo de Finura		2.50	2.3 – 3.1
Material más fino que pasa tamiz N°200 (%)	NTP 400.018/ ASTM C117-03	1.00	Máximo 3% para concretos sujetos a abrasión y 5% para otros concretos.
Contenido de Humedad	NTP 339.185/ ASTM C566-97	1.00	-
Peso Unitario Suelto (kg/m³/	NTP	1570	-
Peso Unitario Compactado (kg/cm³)	400.017/ASTM C29	1720	-
Peso Específico Aparente (kg/cm³)	NTP 400.022/ ASTM C128	2700	-
Absorción (%)		1.47	-
Finos Lavado (%)	ASTM C117	3.00	<5%

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Agregado Grueso

Tabla N° 18: Caracterización Agregado Grueso

Ensayo	Norma	Resultado	Rango
Análisis Granulométrico	NTP 400.012/ ASTM C136	2.50	Ver Límites Granulométricos
Material más fino que pasa tamiz N°200 (%)	NTP 400.018/ ASTM C117	0.00	Máximo 1% .
Contenido de Humedad	NTP 339.185/ ASTM C566	0.97	-
Peso Unitario Suelto (kg/m³/	NTP	1450	-
Peso Unitario Compactado (kg/cm³)	400.017/ASTM C29	1610	-
Peso Específico Aparente (kg/cm³)	NTP 400.022/ ASTM C128	2750	-
Absorción (%)		1.47	-

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Propiedades Físicas de los Agregados

Tabla N° 19: Propiedades Físicas de los Agregados

Caracterización	Agregado Fino	Agregado Grueso
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1638	1590
Peso Unitario Compacto (kg/m ³)	1808	1687
Peso Específico aparente (kg/m ³)	2730	2220
Tamaño Máximo Nominal	-	3/4"
Módulo Finura	2.60	-
Contenido de Humedad (%)	1.77	1.25
Absorción (%)	1.60	1.90

Fuente: Elaboración propia

3.2. Diseño de Mezcla

El procedimiento de diseño se realiza según al procedimiento que rige el American Concrete Institute ACI-211.

Paso 1: selección de asentamiento (pulg.) según tipo de estructura

Tabla N° 20: Asentamiento según tipo de estructura

Tipos de construcción	Asentamiento (pulg)
Muros de cimentación y zapatas	3"
Cajones de cimentación	3"
Vigas y muros	4"
Columnas	4"
Losas y pavimentos	3"
Concreto ciclópeo	2"

Fuente: ACI-211

Se consideró un asentamiento de 4".

Paso 2: Elección del tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso. Según nuestros ensayos se obtuvo un tamaño máximo nominal de 1/2".

Paso 3: Calculo del agua de mezclado según el TMN y el asentamiento establecido.

Tabla N° 21: Agua de mezclado según TMN

Asentamiento (pulg)	Agua en lts/m ³ , para TMN agregados y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2 "	2"	3"	6"
concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154

Fuente: ACI-211

Paso 4: Contenido de aire según la tabla N° 22

Tabla N° 22: Contenido de Aire según TMN

TMN (pulg)	Aire atrapado (%)
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: ACI-211

Paso 5: Definición de f'_c y f'_{cr} . Nuestra investigación se diseñó para un concreto 210 kg/cm². Se calcula el f'_{cr} (esfuerzo a la compresión corregido) según la tabla N° 23.

Tabla N° 23: Esfuerzo a la compresión corregido

f'_c	f'_{cr}
<210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
>350	$f'_c + 98$

Fuente: ACI-211

$$F'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Paso 6: Calculo de la relación agua/cemento. Se interpolan los valores que se muestra en la tabla N° 24.

Tabla N° 24: Relación agua/cemento según esfuerzo a compresión

f'c (kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.58
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43
450	0.38

Fuente: ACI-211

280----0.57

294----r a/c

300----0.55

$$R = a/c = 0.556 \rightarrow \text{cemento} = 388.48 \text{ kg/m}^3$$

Por conveniencia para los demás pasos se tomó en cuenta la siguiente tabla de Excel en el cual se obtienen las cantidades para el concreto, ya que facilita la obtención de resultados, también se tuvo que cambiar en la tabla los contenidos de humedad de los agregados cada vez que se realizaba una tanda de concreto.

Tabla N° 25: Diseño de mezcla - materiales

Dosificación del Concreto						
Materiales	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Tanda 30 L
Cemento MS - Pacasmayo	1	331		331		9.93
Filler	0	0		0		0.00
Material Cementante:		331	0.1068	331	331	9.93
Agua		184	0.1840	201	184	6.04
Agregado Fino - El Milagro		579	0.2121	585	588	17.55
Agregado Grueso - El Milagro		1048	0.4721	1053	1067	31.60
Viscocrete 1300	0	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.000
Aire Atrapado			0.0250		0.00	
Total	1.00	2142	1.0000	2171	2171	65.116

3.3. Resistencia a la Compresión

Tabla N° 26: Resistencia a la Compresión Promedio - Cemento Portland Tipo I

Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm²)				
Tiempo de Curado (días)	Monolítico	Tiempo de Curado (días)	Lechadas de Cemento	
			1/2	1/3
7	197.19	7	211.50	193.47
21	248.26	21	244.75	226.80
28	278.47	28	259.18	256.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 27: Resistencia a la Compresión Promedio - Cemento Portland Tipo Ico

Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm²)				
Tiempo de Curado (días)	Monolítico	Tiempo de Curado (días)	Lechadas de Cemento	
			1/2	1/3
7	200.84	7	228.73	200.87
21	284.90	21	253.65	245.86
28	310.54	28	278.86	241.62

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 28: Resistencia a la Compresión Promedio - Cemento Portland Tipo MS

Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm²)				
Tiempo de Curado (días)	Monolítico	Tiempo de Curado (días)	Lechadas de Cemento	
			1/2	1/3
7	236.44	7	237.87	195.78
21	323.69	21	285.18	264.90
28	304.03	28	289.28	283.03

Fuente: Elaboración propia

3.4. Resistencia a la Adherencia

Tabla N° 29: Resistencia a la Adherencia Promedio - Cemento Portland Tipo I

Resistencia a la Adherencia Promedio (kg/cm ²)		
Tiempo de Curado (días)	Lechadas de Cemento	
	1/2	1/3
7	77.77	69.61
21	90.33	81.54
28	94.40	92.52

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 30: Resistencia a la Adherencia Promedio - Cemento Portland Tipo Ico

Resistencia a la Adherencia Promedio (kg/cm ²)		
Tiempo de Curado (días)	Lechadas de Cemento	
	1/2	1/3
7	83.07	73.56
21	91.81	87.79
28	101.73	87.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 31: Resistencia a la Adherencia Promedio - Cemento Portland Tipo MS

Resistencia a la Adherencia Promedio (kg/cm ²)		
Tiempo de Curado (días)	Lechadas de Cemento	
	1/2	1/3
7	86.17	70.49
21	104.28	95.70
28	104.07	103.46

Fuente: Elaboración propia

3.5. Resistencia a la Tracción

Tabla N° 32: Resistencia a la Tracción Promedio - Cemento Portland Tipo I

Resistencia a la Tracción Promedio (kg/cm²)				
Tiempo de Curado (días)	Monolítico	Tiempo de Curado (días)	Lechadas de Cemento	
			1/2	1/3
7	14.05	7	15.19	12.83
21	17.57	21	17.63	14.80
28	18.24	28	17.63	15.58

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 33: Resistencia a la Tracción Promedio - Cemento Portland Tipo Ico

Resistencia a la Tracción Promedio (kg/cm²)				
Tiempo de Curado (días)	Monolítico	Tiempo de Curado (días)	Lechadas de Cemento	
			1/2	1/3
7	11.97	7	12.40	11.71
21	16.15	21	15.24	13.47
28	18.53	28	17.25	14.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 34: Resistencia a la Tracción Promedio - Cemento Portland Tipo MS

Resistencia a la Tracción Promedio (kg/cm²)				
Tiempo de Curado (días)	Monolítico	Tiempo de Curado (días)	Lechadas de Cemento	
			1/2	1/3
7	13.08	7	13.44	12.62
21	18.45	21	16.34	14.52
28	13.57	28	14.84	15.91

Fuente: Elaboración propia

3.6. Resultados Estadísticos Del Análisis De Datos

3.6.1. Prueba de Hipótesis para ensayos de resistencia a la compresión

La aplicación de lechada cementicia influye significativamente en el desempeño monolítico de las probetas de concreto $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$ a base de cemento portland tipo I, ICO y MS a diferentes edades de curado, tanto en tracción y compresión, ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte.

Análisis de Resistencia a la compresión

Hipótesis nula (H₀): No existe diferencia significativa entre los resultados a compresión de las muestras patrón con las dosificaciones de lechada cemento 1:2 y cemento 1:3

Hipótesis alterna (H₁): Existen diferencia significativa entre los resultados a compresión de las muestras patrón con las dosificaciones de lechada cemento 1:2 y cemento 1:3

Condición si la significancia: Si la significancia es mayor que 0.05 se acepta la Hipótesis H₀ y si esta es menor de 0.05 se acepta la H₁

H₀= mayor que 0.05 y H₁= menor que 0.05

Análisis de resultados descriptivos

Tabla N° 35: Resultados descriptivos de resistencia a la compresión según a la dosificación de lechada

		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% Del Intervalo De Confianza Para La Media		Mínimo	Máximo
						Límite Inferior	Límite Superior		
Resistencia a la compresión (cemento tipo I)	probetas patrón	15	241.3087	37.94624	9.79768	220.2947	262.3226	174.57	289.20
	lechada de cemento 1:2	15	238.4767	33.51575	8.65373	219.9163	257.0371	182.29	296.93
	lechada de cemento 1:3	15	225.4733	30.65138	7.91415	208.4992	242.4475	183.14	275.89
	total	45	235.0862	34.10463	5.08402	224.8401	245.3324	174.57	296.93
Resistencia a la compresión (cemento tipo Ico)	probetas patrón	15	265.7560	50.02393	12.91612	238.0537	293.4583	185.12	345.62
	lechada de cemento 1:2	15	253.7460	24.43869	6.31004	240.2123	267.2797	211.65	289.14

resistencia a la compresión (cemento tipo MS)	lechada de cemento 1:3	15	229.3853	25.05005	6.46790	215.5131	243.2576	189.63	275.59
	total	45	249.6291	37.68368	5.61755	238.3077	260.9505	185.12	345.62
	probetas patrón	15	288.0520	42.82459	11.05726	264.3365	311.7675	221.04	346.89
	lechada de cemento 1:2	15	270.7747	32.20426	8.31511	252.9405	288.6088	207.84	324.98
	lechada de cemento 1:3	15	247.9047	40.81781	10.53911	225.3005	270.5088	184.67	307.43
	total	45	268.9104	41.47478	6.18269	256.4500	281.3708	184.67	346.89

Tabla N° 36: Resultados descriptivos de Resistencia a la compresión según el tiempo de curado

Descriptivos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	
					Límite inferior	Límite superior			
Resistencia a la compresión (cemento Tipo I)	Curado A Los 7 Días	15	200.7193	18.78257	4.84964	190.3179	211.1208	174.57	247.14
	Curado A Los 21 Días	15	239.9393	24.18747	6.24518	226.5448	253.3339	204.59	296.56
	Curado A Los 28 Días	15	264.6000	22.22063	5.73734	252.2946	276.9054	214.28	296.93
	Total	45	235.0862	34.10463	5.08402	224.8401	245.3324	174.57	296.93
Resistencia a la compresión (cemento Tipo ICO)	Curado A Los 7 Días	15	210.4127	17.62492	4.55073	200.6523	220.1730	185.12	256.99
	Curado A Los 21 Días	15	261.4680	22.40410	5.78471	249.0610	273.8750	224.70	297.03
	Curado A Los 28 Días	15	277.0067	32.39509	8.36438	259.0669	294.9465	222.46	345.62
	Total	45	249.6291	37.68368	5.61755	238.3077	260.9505	185.12	345.62
Resistencia a la compresión (cemento Tipo MS)	Curado A Los 7 Días	15	223.3620	26.28657	6.78716	208.8050	237.9190	184.67	265.91
	Curado A Los 21 Días	15	291.2593	31.45813	8.12246	273.8384	308.6803	254.81	346.89
	Curado A Los 28 Días	15	292.1100	19.77236	5.10520	281.1604	303.0596	268.76	327.17
	Total	45	268.9104	41.47478	6.18269	256.4500	281.3708	184.67	346.89

Fuente: Software Estadístico SPSS

3.6.1.1. Prueba de Normalidad

Mediante el Software estadístico SPSS se realiza la prueba de Normalidad mediante el estadístico Shapiro Wilk, Donde se presenta dos condiciones: cuando “p” es mayor a 0.05 presentan normalidad y cuando “p” es menor a 0.05 no presentan normalidad.

Tabla N° 37: Prueba de normalidad para Resistencia a la compresión según la dosificación de lechada

Descripción		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (cemento Tipo I)	Probetas Patrón	0.926	15	0.234
	Lechada De Cemento 1:2	0.968	15	0.829
	Lechada De Cemento 1:3	0.934	15	0.309
Resistencia a la compresión (cemento Tipo ICO)	Probetas Patrón	0.883	15	0.053
	Lechada De Cemento 1:2	0.956	15	0.623
	Lechada De Cemento 1:3	0.970	15	0.860
Resistencia a la compresión (cemento Tipo MS)	Probetas Patrón	0.923	15	0.214
	Lechada De Cemento 1:2	0.937	15	0.346
	Lechada De Cemento 1:3	0.888	15	0.063

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Tabla N° 38: Prueba de Normalidad para resistencia a la compresión según el tiempo de curado

	Descripción	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (cemento Tipo I)	CURADO A LOS 7 DÍAS	0.922	15	0.208
	CURADO A LOS 21 DÍAS	0.947	15	0.477
	CURADO A LOS 28 DÍAS	0.943	15	0.427
Resistencia a la compresión (cemento Tipo ICO)	CURADO A LOS 7 DÍAS	0.902	15	0.102
	CURADO A LOS 21 DÍAS	0.968	15	0.821
	CURADO A LOS 28 DÍAS	0.974	15	0.915
Resistencia a la compresión (cemento Tipo MS)	CURADO A LOS 7 DÍAS	0.942	15	0.402
	CURADO A LOS 21 DÍAS	0.892	15	0.071
	CURADO A LOS 28 DÍAS	0.913	15	0.149

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Conclusión: Las probetas ensayadas a compresión según su dosificación de lechada y el tiempo de curado presentan una significancia porque la prueba de normalidad es mayor a 0.05.

3.6.1.2. Prueba de Homogeneidad de Varianza

Mediante el Software estadístico SPSS se realiza la prueba de Homogeneidad de Varianza mediante el estadístico de Levene, Donde se presenta dos condiciones: Cuando es mayor a 0.05 presentan Homogeneidad de Varianza y Cuando es menor a 0.05 no presentan Homogeneidad de Varianza.

Tabla N° 39: Prueba de Homogeneidad de varianza para Resistencia a la compresión según la dosificación de lechada

Descripción	Estadístico			
	de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	0.778	2	42	0.466
Se basa en la mediana	0.507	2	42	0.606
Resistencia a la compresión (cemento Tipo I)				
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.507	2	37.605	0.607
Se basa en la media recortada	0.757	2	42	0.475
Se basa en la media	8.323	2	42	0.001
Se basa en la mediana	3.053	2	42	0.058
Resistencia a la compresión (cemento Tipo ICO)				
Se basa en la mediana y con gl ajustado	3.053	2	22.082	0.068
Se basa en la media recortada	8.299	2	42	0.001
Se basa en la media	1.823	2	42	0.174
Se basa en la mediana	1.145	2	42	0.328
Resistencia a la compresión (cemento Tipo MS)				
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.145	2	41.029	0.328
Se basa en la media recortada	1.818	2	42	0.175

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Conclusión: Las probetas ensayadas a la resistencia a la compresión según la dosificación de lechada con el tipo de cemento tipo I y MS presentan una significancia porque es mayor a 0.05, Pero con el tipo de cemento ICO no presenta homogeneidad de varianza por ser menor a 0.05.

Tabla N° 40: Prueba de Homogeneidad de varianza para la resistencia a la compresión según el tiempo de curado

Descripción	Estadístico				
	de Levene	gl1	gl2	Sig.	
Resistencia a la compresión (cemento Tipo I)	Se basa en la media	0.326	2	42	0.723
	Se basa en la mediana	0.256	2	42	0.776
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.256	2	40.345	0.776
	Se basa en la media recortada	0.297	2	42	0.745
	Se basa en la media	3.217	2	42	0.050
Resistencia a la compresión (cemento Tipo ICO)	Se basa en la mediana	2.886	2	42	0.067
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2.886	2	34.315	0.069
	Se basa en la media recortada	3.327	2	42	0.046
Resistencia a la compresión (cemento Tipo MS)	Se basa en la media	3.226	2	42	0.050
	Se basa en la mediana	1.316	2	42	0.279
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.316	2	30.126	0.283
	Se basa en la media recortada	3.000	2	42	0.061

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Conclusión: Las probetas ensayadas a la resistencia a la compresión según el tiempo de curado presentan una significancia porque es mayor o igual a 0.05.

3.6.1.3. Prueba de Hipótesis (ANOVA)

Mediante el Software estadístico SPSS se realiza la prueba de Hipótesis (ANOVA)

Tabla N° 41: Prueba de Hipótesis para Resistencia a la compresión según la dosificación de lechada

Descripción	Suma de		Media			
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.	
	Entre grupos	2139.323	2	1069.662	0.916	0.408
Resistencia a la compresión (cemento Tipo I)	Dentro de grupos	49038.215	42	1167.577		
	Total	51177.539	44			
	Entre grupos	10302.538	2	5151.269	4.146	0.023
Resistencia a la compresión (cemento Tipo ICO)	Dentro de grupos	52180.078	42	1242.383		
	Total	62482.616	44			
	Entre grupos	12166.758	2	6083.379	4.022	0.025
Resistencia a la compresión (cemento Tipo MS)	Dentro de grupos	63520.161	42	1512.385		
	Total	75686.918	44			

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Conclusión: Como el valor de significancia es menor que 0.05 se acepta la variable **H1**, existe diferencias significativas entre las medias de los valores de resistencia a la compresión de los grupos con cemento ICO Y MS, excepto con el tipo de cemento tipo I que por ser mayor a 0.05 se acepta la variable H0 no existen diferencias significativas entre las medias de los valores de resistencia.

Tabla N° 42: Prueba de Hipótesis para resistencia a la compresión según el tiempo de curado

Descripción			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos			31135.482	2	15567.741	32.624	0.000
Resistencia a la compresión (cemento Tipo I)	Dentro	de	20042.057	42	477.192		
	grupos						
	Total		51177.539	44			
Entre grupos			36414.290	2	18207.145	29.334	0.000
Resistencia a la compresión (cemento Tipo ICO)	Dentro	de	26068.325	42	620.674		
	grupos						
	Total		62482.616	44			
Entre grupos			46685.295	2	23342.648	33.805	0.000
Resistencia a la compresión (cemento Tipo MS)	Dentro	de	29001.623	42	690.515		
	grupos						
	Total		75686.918	44			

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Conclusión: Como el valor de significancia es menor que 0.05 se acepta la variable **H1**, Existe diferencias significativas entre las medias de los valores de Resistencia a la compresión de los grupos de probetas con cemento topo I, Tipo ICO Y MS.

3.6.1.4. Prueba de Tukey

Mediante el Software estadístico SPSS se realiza la prueba de Tukey donde se podrá ver las diferencias significativas entre las medias de los 3 grupos. También se pudo observar las comparaciones múltiples de los ensayos de resistencia a la compresión; Donde el programa los compara en par en par para poder observar si los resultados son significativos en el nivel 0.05.

Tabla N° 43: Prueba de Tukey para Resistencia a la compresión según la dosificación de lechada

	Descripción		Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Resistencia a la compresión (cemento Tipo I)	PROBETAS PATRON	Lechada De	12.47705	0.972	-27.4809	33.1449
		Cemento 1:2				
		Lechada De	12.47705	0.420	-14.4776	46.1483
		Cemento 1:3				
	LECHADA DE CEMENTO 1:2	Probetas	12.47705	0.972	-33.1449	27.4809
		Patrón				
		Lechada De	12.47705	0.555	-17.3096	43.3163
		Cemento 1:3				
LECHADA DE CEMENTO 1:3	Probetas	12.47705	0.420	-46.1483	14.4776	
	Patrón					
	Lechada De	12.47705	0.555	-43.3163	17.3096	
	Cemento 1:2					

	PROBETAS PATRON	Lechada De Cemento 1:2	12.87055	0.623	-19.2589	43.2789
		Lechada De Cemento 1:3	12.87055	0.019	5.1017	67.6396
Resistencia a la compresión (cemento Tipo ICO)	LECHADA DE CEMENTO 1:2	Probetas Patrón	12.87055	0.623	-43.2789	19.2589
		Lechada De Cemento 1:3	12.87055	0.153	-6.9083	55.6296
	LECHADA DE CEMENTO 1:3	Probetas Patrón	12.87055	0.019	-67.6396	-5.1017
		Lechada De Cemento 1:2	12.87055	0.153	-55.6296	6.9083
	PROBETAS PATRON	Lechada De Cemento 1:2	14.20040	0.450	-17.2224	51.7771
		Lechada De Cemento 1:3	14.20040	0.019	5.6476	74.6471
Resistencia a la compresión (cemento Tipo MS)	LECHADA DE CEMENTO 1:2	Probetas Patrón	14.20040	0.450	-51.7771	17.2224
		Lechada De Cemento 1:3	14.20040	0.252	-11.6298	57.3698
	LECHADA DE CEMENTO 1:3	Probetas Patrón	14.20040	0.019	-74.6471	-5.6476
		Lechada De Cemento 1:2	14.20040	0.252	-57.3698	11.6298

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Tabla N° 44: Prueba de Tukey para resistencia a la compresión según el tiempo de curado

	Dependiente				Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
Resistencia a la compresión (cemento Tipo I)	CURADO	A	Curado A Los 21	7.97656	0.000	-58.5990	-19.8410	
	LOS 7 DÍAS		Días					
			Curado A Los 28	7.97656	0.000	-83.2597	-44.5017	
			Días					
	CURADO	A	Curado A Los 7	7.97656	0.000	19.8410	58.5990	
	LOS 21 DÍAS		Días					
		Curado A Los 28	7.97656	0.010	-44.0397	-5.2817		
		Días						
		Curado A Los 7	7.97656	0.000	44.5017	83.2597		
		Días						
		Curado A Los 21	7.97656	0.010	5.2817	44.0397		
		Días						
Resistencia a la compresión (cemento Tipo ICO)	CURADO	A	Curado A Los 21	9.09706	0.000	-73.1566	-28.9541	
	LOS 7 DÍAS		Días					
			Curado A Los 28	9.09706	0.000	-88.6953	-44.4927	
			Días					
	CURADO	A	Curado A Los 7	9.09706	0.000	28.9541	73.1566	
	LOS 21 DÍAS		Días					
		Curado a los 28	9.09706	0.214	-37.6399	6.5626		
		Días						
		Curado A Los 7	9.09706	0.000	44.4927	88.6953		
		Días						
		Curado A Los 21	9.09706	0.214	-6.5626	37.6399		
		Días						

Resistencia a la compresión (cemento Tipo MS)	CURADO	A	Curado A Los 21	9.59524	0.000	-91.2089	-44.5858
	LOS 7 DÍAS		Días				
			Curado A Los 28	9.59524	0.000	-92.0596	-45.4364
			Días				
	CURADO	A	Curado A Los 7	9.59524	0.000	44.5858	91.2089
	LOS 21 DÍAS		Días				
		Curado A Los 28	9.59524	0.996	-24.1622	22.4609	
		Días					
	CURADO	A	Curado A Los 7	9.59524	0.000	45.4364	92.0596
	LOS 28 DÍAS		Días				
			Curado A Los 21	9.59524	0.996	-22.4609	24.1622
			Días				

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

3.6.2. Prueba de Hipótesis para ensayos de resistencia a la tracción

3.6.2.1. Análisis de Resistencia a la Tracción

Hipótesis nula (H₀): No existe diferencia significativa entre los resultados a tracción de las muestras patrón con las dosificaciones de lechada cemento 1:2 y cemento 1:3

Hipótesis alterna (H₁): Existen diferencia significativa entre los resultados a tracción de las muestras patrón con las dosificaciones de lechada cemento 1:2 y cemento 1:3

Condición si la significancia: Si la significancia es mayor que 0.05 se acepta la Hipótesis H₀ y si esta es menor de 0.05 se acepta la H₁

H₀= mayor que 0.05 y **H₁**= menor que 0.05

3.6.2.2. Análisis de resultados descriptivos

Tabla N° 45: Resultados descriptivos de resistencia a la Tracción según a la dosificación de lechada

Descripción	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	
				Límite inferior	Límite superior			
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo I)	Probetas Patrón	16,6200	2,22465	0,57440	15,3880	17,8520	13,12	20,00
	Lechada De Cemento 1:2	16,7527	1,81187	0,46782	15,7493	17,7560	13,42	18,76
	Lechada De Cemento 1:3	14,4020	1,54379	0,39860	13,5471	15,2569	11,17	16,37
	Total	15,9249	2,13694	0,31856	15,2829	16,5669	11,17	20,00
	Probetas Patrón	15,5493	2,96582	0,76577	13,9069	17,1917	10,57	19,86
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo ICO)	Lechada De Cemento 1:2	14,9653	2,36821	0,61147	13,6539	16,2768	10,25	18,54
	Lechada De Cemento 1:3	13,1673	1,53675	0,39679	12,3163	14,0184	10,39	15,51
	Total	14,5607	2,52696	0,37670	13,8015	15,3199	10,25	19,86

Resistencia a la Tracción (cemento Tipo MS)	Probetas	15,0327	2,74415	0,70854	13,5130	16,5523	11,73	19,18
	Patrón							
	Lechada							
	De	14,8740	1,70630	0,44056	13,9291	15,8189	12,65	17,72
	Cemento							
	1:2							
	Lechada							
De	14,3387	1,84769	0,47707	13,3155	15,3619	11,09	17,51	
Cemento								
1:3								
Total	14,7484	2,12104	0,31619	14,1112	15,3857	11,09	19,18	

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Tabla N° 46: Resultados descriptivos de Resistencia a la Tracción según el tiempo de curado

Descripción	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	
				Límite inferior	Límite superior			
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo I)	Curado A Los 7 Días	13,9560	1,41636	0,36570	13,1716	14,7404	11,17	16,95
	Curado A Los 21 Días	16,6673	1,98615	0,51282	15,5674	17,7672	13,44	19,50
	Curado A Los 28 Días	17,1513	1,43018	0,36927	16,3593	17,9433	14,38	20,00
	Total	15,9249	2,13694	0,31856	15,2829	16,5669	11,17	20,00
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo ICO)	Curado A Los 7 Días	12,0253	1,09200	0,28195	11,4206	12,6301	10,25	13,86
	Curado A Los 21 Días	14,9527	1,54765	0,39960	14,0956	15,8097	11,44	17,09
	Curado A Los 28 Días	16,7040	2,12308	0,54818	15,5283	17,8797	13,20	19,86
	Total	14,5607	2,52696	0,37670	13,8015	15,3199	10,25	19,86
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo MS)	Curado A Los 7 Días	13,0467	1,24949	0,32262	12,3547	13,7386	11,09	14,84
	Curado A Los 21 Días	16,4267	1,94591	0,50243	15,3491	17,5043	13,08	19,18
	Curado A Los 28 Días	14,7720	1,63407	0,42191	13,8671	15,6769	12,08	17,51
	Total	14,7484	2,12104	0,31619	14,1112	15,3857	11,09	19,18

Fuente: Software Estadístico SPSS

3.6.2.3. Prueba de Normalidad

Mediante el Software estadístico SPSS se realiza la prueba de Normalidad mediante el estadístico Shapiro Wilk, Donde se presenta dos condiciones: Cuando la significancia es mayor a 0.05 presentan Normalidad y Cuando esta es menor a 0.05 no presentan Normalidad.

Tabla N° 47: Prueba de normalidad para Resistencia a la Tracción según la dosificación de lechada

Descripción	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Probetas Patrón	0,946	15	0,458	
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo I)	Lechada De Cemento 1:2	0,889	15	0,066
	Lechada De Cemento 1:3	0,939	15	0,367
	Probetas Patrón	0,941	15	0,393
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo ICO)	Lechada De Cemento 1:2	0,953	15	0,576
	Lechada De Cemento 1:3	0,967	15	0,808
	Probetas Patrón	0,889	15	0,065
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo MS)	Lechada De Cemento 1:2	0,921	15	0,197
	Lechada De Cemento 1:3	0,970	15	0,865

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Tabla N° 48: Prueba de Normalidad para resistencia a la Tracción según el tiempo de curado

Días de curado	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo I)	Curado A Los 7 Días	0,966	15	0,790
	Curado A Los 21 Días	0,927	15	0,249
	Curado A Los 28 Días	0,989	15	0,999
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo ICO)	Curado A Los 7 Días	0,952	15	0,557
	Curado A Los 21 Días	0,933	15	0,304
	Curado A Los 28 Días	0,942	15	0,406
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo MS)	Curado A Los 7 Días	0,942	15	0,402
	Curado A Los 21 Días	0,951	15	0,548
	Curado A Los 28 Días	0,967	15	0,813

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Conclusión: Las probetas ensayadas a Tracción según su dosificación de lechada y el tiempo de curado presentan una significancia porque la prueba de normalidad es mayor a 0.05.

3.6.2.4. Prueba de Homogeneidad de Varianza

Mediante el Software estadístico SPSS se realiza la prueba de Homogeneidad de Varianza mediante el estadístico de Levene, Donde se presenta dos condiciones: Cuando es mayor a 0.05 presentan Homogeneidad de Varianza y Cuando es menor a 0.05 no presentan Homogeneidad de Varianza.

Tabla N° 49: Prueba de Homogeneidad de varianza para Resistencia a la Tracción según la dosificación de lechada

Descripción		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo I)	Se basa en la media	1,528	2	42	0,229
	Se basa en la mediana	1,114	2	42	0,338
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,114	2	38,171	0,339
	Se basa en la media recortada	1,479	2	42	0,239
	Se basa en la media	2,997	2	42	0,061
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo ICO)	Se basa en la mediana	2,350	2	42	0,108
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,350	2	33,325	0,111
	Se basa en la media recortada	2,865	2	42	0,068
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo MS)	Se basa en la media	3,683	2	42	0,034
	Se basa en la mediana	2,205	2	42	0,123
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,205	2	32,977	0,126
	Se basa en la media recortada	3,568	2	42	0,037

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Conclusión: Las probetas ensayas a la resistencia a la Tracción según la dosificación de lechada con el tipo de cemento tipo I y ICO presentan una significancia porque es mayor a 0.05, Pero con el tipo de cemento MS no presenta homogeneidad de varianza por ser menor a 0.05.

Tabla N° 50: Prueba de Homogeneidad de varianza para la resistencia a la compresión según el tiempo de curado

Descripción		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo I)	Se basa en la media	2,705	2	42	0,079
	Se basa en la mediana	2,114	2	42	0,133
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,114	2	41,051	0,134
	Se basa en la media recortada	2,728	2	42	0,077
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo ICO)	Se basa en la media	4,044	2	42	0,025
	Se basa en la mediana	2,601	2	42	0,086
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,601	2	35,725	0,088
	Se basa en la media recortada	3,927	2	42	0,027
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo MS)	Se basa en la media	1,824	2	42	0,174
	Se basa en la mediana	1,737	2	42	0,188
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,737	2	40,488	0,189
	Se basa en la media recortada	1,800	2	42	0,178

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Conclusión: Las probetas ensayadas a la resistencia a la Tracción con cemento tipo I y MS según el tiempo de curado presentan una significancia porque es mayor o igual a 0.05, pero las probetas ensayas con el tipo de cemento ICO no presenta homogeneidad de varianzas por ser su significancia menor a 0.05.

3.6.2.5. Prueba de Hipótesis (ANOVA)

Mediante el Software estadístico SPSS se realiza la prueba de Hipótesis (ANOVA)

Tabla N° 51: Prueba de Hipótesis para Resistencia a la tracción según la dosificación de lechada

Descripción		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo I)	Entre grupos	52,314	2	26,157	7,392	0,002
	Dentro de grupos	148,613	42	3,538		
	Total	200,927	44			
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo ICO)	Entre grupos	46,239	2	23,119	4,137	0,023
	Dentro de grupos	234,725	42	5,589		
	Total	280,964	44			
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo MS)	Entre grupos	3,967	2	1,983	0,429	0,654
	Dentro de grupos	193,980	42	4,619		
	Total	197,947	44			

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Conclusión: Como el valor de significancia es menor que 0.05 se acepta la variable **H1**, existe diferencias significativas entre las medias de los valores de resistencia a la compresión de los grupos con cemento I Y ICO, excepto con el tipo de cemento tipo MS que por ser mayor a 0.05 se acepta la variable H0 no existen diferencias significativas entre las medias de los valores de resistencia a la tracción.

Tabla N° 52: Prueba de Hipótesis para resistencia a la Tracción según el tiempo de curado

Descripción		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo I)	Entre grupos	88,979	2	44,489	16,691	0,000
	Dentro de grupos	111,948	42	2,665		
	Total	200,927	44			
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo ICO)	Entre grupos	167,632	2	83,816	31,061	0,000
	Dentro de grupos	113,332	42	2,698		
	Total	280,964	44			
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo MS)	Entre grupos	85,695	2	42,848	16,032	0,000
	Dentro de grupos	112,252	42	2,673		
	Total	197,947	44			

Fuente: Software Estadístico SPSS

Conclusión: Como el valor de significancia es menor que 0.05 se acepta la variable **H1**, Existen diferencias significativas entre las medias de los valores de Resistencia a la Tracción de los grupos de probetas con cemento topo I, Tipo ICO Y MS.

3.6.2.6. Prueba de Tukey

Mediante el Software estadístico SPSS se realiza la prueba de Tukey donde se podrá ver las diferencias significativas entre las medias de los 3 grupos. También se pudo observar las comparaciones múltiples de los ensayos de resistencia a la tracción; Donde el programa los compara en par en par para poder observar si los resultados son significativos en el nivel 0.05.

Tabla N° 53: Prueba de Tukey para Resistencia a la tracción según la dosificación de lechada

Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo I)	Lechada De Cemento 1:2 Probetas	-0,13267	0,68687	0,980	-1,8014	1,5361
	Lechada De Cemento 1:3 Patrón	2,21800*	0,68687	0,007	0,5493	3,8867
	Lechada De Cemento 1:2 Probetas Patrón	0,13267	0,68687	0,980	-1,5361	1,8014
	Lechada De Cemento 1:3	2,35067*	0,68687	0,004	0,6819	4,0194
	Lechada De Cemento 1:3 Probetas Patrón	-2,21800*	0,68687	0,007	-3,8867	-0,5493
	Lechada De Cemento 1:2	-2,35067*	0,68687	0,004	-4,0194	-0,6819
	Lechada De Cemento 1:2 Probetas	0,58400	0,86323	0,778	-1,5132	2,6812
	Lechada De Cemento 1:3 Patrón	2,38200*	0,86323	0,023	0,2848	4,4792
	Lechada De Cemento 1:2 Probetas Patrón	-0,58400	0,86323	0,778	-2,6812	1,5132
	Lechada De Cemento 1:3	1,79800	0,86323	0,106	-0,2992	3,8952
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo ICO)	Lechada De Cemento 1:2 Probetas Patrón	-2,38200*	0,86323	0,023	-4,4792	-0,2848

Resistencia a la Tracción (cemento Tipo MS)	Cemento 1:3	Lechada De Cemento 1:2	-1,79800	0,86323	0,106	-3,8952	0,2992
	Probetas	Lechada De Cemento 1:2	0,15867	0,78474	0,978	-1,7478	2,0652
		Patrón	Lechada De Cemento 1:3	0,69400	0,78474	0,653	-1,2125
	Lechada De Cemento 1:2	Probetas Patrón	-0,15867	0,78474	0,978	-2,0652	1,7478
		Lechada De Cemento 1:3	0,53533	0,78474	0,775	-1,3712	2,4418
	Lechada De Cemento 1:3	Probetas Patrón	-0,69400	0,78474	0,653	-2,6005	1,2125
		Lechada De Cemento 1:2	-0,53533	0,78474	0,775	-2,4418	1,3712

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Tabla N° 54: Prueba de Tukey para resistencia a la Tracción según el tiempo de curado

Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
Resistencia a la Tracción (cemento Tipo I)	Curado A Los 21 Días	-2,71133*	0,59615	0,000	-4,1597	-1,2630
	Curado A Los 7 Días	-3,19533*	0,59615	0,000	-4,6437	-1,7470
	Curado A Los 28 Días	2,71133*	0,59615	0,000	1,2630	4,1597
	Curado A Los 21 Días	-0,48400	0,59615	0,698	-1,9323	0,9643
	Curado A Los 7 Días	3,19533*	0,59615	0,000	1,7470	4,6437
	Curado A Los 28 Días	0,48400	0,59615	0,698	-0,9643	1,9323
	Curado A Los 21 Días	-2,92733*	0,59982	0,000	-4,3846	-1,4701
	Curado A Los 7 Días	-4,67867*	0,59982	0,000	-6,1359	-3,2214
	Curado A Los 28 Días	2,92733*	0,59982	0,000	1,4701	4,3846
	Curado A Los 21 Días	-1,75133*	0,59982	0,015	-3,2086	-0,2941
	Curado A Los 7 Días	4,67867*	0,59982	0,000	3,2214	6,1359
	Curado A Los 28 Días	1,75133*	0,59982	0,015	0,2941	3,2086

Resistencia a la Tracción (cemento Tipo MS)	Curado A	Curado A	-3,38000*	0,59695	0,000	-4,8303	-1,9297
		Los 21 Días					
	Los 7 Días	Curado A	-1,72533*	0,59695	0,016	-3,1756	-0,2750
		Los 28 Días					
	Curado A	Curado A	3,38000*	0,59695	0,000	1,9297	4,8303
		Los 7 Días					
	Los 21 Días	Curado A	1,65467*	0,59695	0,022	0,2044	3,1050
		Los 28 Días					
	Curado A	Curado A	1,72533*	0,59695	0,016	0,2750	3,1756
		Los 7 Días					
	Los 28 Días	Curado A	-1,65467*	0,59695	0,022	-3,1050	-0,2044
		Los 21 Días					

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

3.6.3. Análisis de Resistencia a la Adherencia

Hipótesis nula (H₀): No existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la Adherencia de las muestras con las dosificaciones de lechada cemento 1:2 y cemento 1:3

Hipótesis alterna (H₁): Existen diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la Adherencia de las muestras con las dosificaciones de lechada cemento 1:2 y cemento 1:3

Condición si la significancia: Si la significancia es mayor que 0.05 se acepta la Hipótesis H₀ y si esta es menor de 0.05 se acepta la H₁

H₀= mayor que 0.05 y **H₁**= menor que 0.05

3.6.3.1. Análisis de resultados descriptivos

Tabla N° 55: Resultados descriptivos de resistencia a la Adherencia según a la dosificación de lechada

Descripción	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	
				Límite inferior	Límite superior			
Resistencia a la Adherencia (cemento Tipo I)	Lechada De Cemento 1:2	87,5007	11,84304	3,05786	80,9422	94,0591	67,80	109,24
	Lechada De Cemento 1:3	81,2213	10,86039	2,80414	75,2071	87,2356	66,16	99,67
	Total	84,3610	11,61242	2,12013	80,0248	88,6972	66,16	109,24
Resistencia a la Adherencia (cemento Tipo ICO)	Lechada De Cemento 1:2	92,2033	9,00096	2,32404	87,2188	97,1879	76,91	105,48
	Lechada De Cemento 1:3	82,7920	8,37121	2,16144	78,1562	87,4278	69,85	98,58
	Total	87,4977	9,79025	1,78745	83,8419	91,1534	69,85	105,48
Resistencia a la Adherencia (cemento Tipo MS)	Lechada De Cemento 1:2	98,1747	11,48333	2,96498	91,8154	104,5339	75,08	116,25
	Lechada De Cemento 1:3	89,8807	15,28634	3,94692	81,4154	98,3460	65,80	112,15
	Total	94,0277	13,93764	2,54465	88,8233	99,2321	65,80	116,25

Fuente: Software Estadístico SPSS

3.6.3.2. Prueba de Normalidad

Mediante el Software estadístico SPSS se realiza la prueba de Normalidad mediante el estadístico Shapiro Wilk, Donde se presenta dos condiciones: Cuando es mayor a 0.05 presentan Normalidad y Cuando es menor a 0.05 no presentan Normalidad.

Tabla N° 56: Prueba de normalidad para Resistencia a la Adherencia según la dosificación de lechada

Descripción	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Resistencia a la Adherencia (cemento Tipo I)	Lechada De Cemento 1:2	0,966	15	0,791
	Lechada De Cemento 1:3	0,947	15	0,475
Resistencia a la Adherencia (cemento Tipo ICO)	Lechada De Cemento 1:2	0,958	15	0,665
	Lechada De Cemento 1:3	0,972	15	0,888
Resistencia a la Adherencia (cemento Tipo MS)	Lechada De Cemento 1:2	0,941	15	0,394
	Lechada De Cemento 1:3	0,894	15	0,076

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Conclusión: Las probetas ensayadas a Adherencia según su dosificación de lechada y el tiempo de curado presentan una significancia porque la prueba de normalidad es mayor a 0.05.

3.6.3.3. Prueba de Homogeneidad de Varianza

Mediante el Software estadístico SPSS se realiza la prueba de Homogeneidad de Varianza mediante el estadístico de Levene, Donde se presenta dos condiciones: Cuando es mayor a 0.05 presentan Homogeneidad de Varianza y Cuando es menor a 0.05 no presentan Homogeneidad de Varianza.

Tabla N° 57: Prueba de Homogeneidad de varianza para Resistencia a la Adherencia según la dosificación de lechada

Descripción		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la Adherencia (cemento Tipo I)	Se basa en la media	0,009	1	28	0,924
	Se basa en la mediana	0,002	1	28	0,966
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,002	1	26,482	0,966
	Se basa en la media recortada	0,010	1	28	0,922
	Se basa en la media	0,046	1	28	0,832
Resistencia a la Adherencia (cemento Tipo ICO)	Se basa en la mediana	0,025	1	28	0,875
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,025	1	27,445	0,875
	Se basa en la media recortada	0,042	1	28	0,839
	Se basa en la media	2,974	1	28	0,096
Resistencia a la Adherencia (cemento Tipo MS)	Se basa en la mediana	1,474	1	28	0,235
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,474	1	26,940	0,235
	Se basa en la media recortada	2,921	1	28	0,098

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Conclusión: Las probetas ensayadas a la resistencia a la Adherencia según la dosificación de lechada con el tipo de cemento tipo I, ICO y MS presentan Homogeneidad de Varianza porque tienen una significancia mayor a 0.05-

3.6.3.4. Prueba de Hipótesis (ANOVA)

Mediante el Software estadístico SPSS se realiza la prueba de Hipótesis (ANOVA)

Tabla N° 58: Prueba de Hipótesis para Resistencia a la Adherencia según la dosificación de lechada

Descripción		Suma de		Media		
		cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Resistencia a la Adherencia (cemento Tipo I)	Entre grupos	295,725	1	295,725	2,291	0,141
	Dentro de grupos	3614,879	28	129,103		
	Total	3910,604	29			
Resistencia a la Adherencia (cemento Tipo ICO)	Entre grupos	664,299	1	664,299	8,793	0,006
	Dentro de grupos	2115,320	28	75,547		
	Total	2779,619	29			
Resistencia a la Adherencia (cemento Tipo MS)	Entre grupos	515,928	1	515,928	2,823	0,104
	Dentro de grupos	5117,548	28	182,770		
	Total	5633,477	29			

Fuente: *Software Estadístico SPSS*

Conclusión: En los casos de probetas con cemento tipo I y MS el valor de significancia es mayor que 0.05 se acepta la variable **H0**, no existe diferencias significativas entre las medias de los valores de resistencia a la Adherencia de los grupos. Para el caso de probetas con cemento ICO que por ser menor a 0.05 se acepta la variable H1 existen diferencias significativas entre las medias de los valores de resistencia a la Adherencia.

3.7. Análisis de Costo

Tabla N° 59: Análisis de costo

Puente de Adherencia	Cantidad de agua en kg por cada 30 probetas	Cantidad de cemento en kg por cada 30 probetas	Costo promedio por kg de cemento (S/)	Área de adherencia de probetas cilíndricas (m2)	Costo por lechada cementicia (s/)(cemento + agua)	Costo por m2 de lechada cementicia (S/)	Costo por m2 de epóxico Sikadur 32 (S/)
Lechada Cementicia 1:2	0.3	0.6	0.52	0.011	0.31	0.95	17.85
Lechada Cementicia 1:3	0.2	0.6	0.52	0.011	0.31	0.95	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

4.1.1. Análisis Granulométrico:

4.1.1.1. Agregado Fino:

Es importante realizar la caracterización del agregado fino para obtener un adecuado diseño de mezcla, en la Tabla N°54 se muestran los resultados obtenidos con los requisitos mínimos que exige la Norma Técnica Peruana para que el material sea utilizado en un diseño de mezcla de un concreto.

Tabla N° 60: Propiedades Físicas del Agregado Fino

PROPIEDADES FÍSICAS AGREGADO FINO	
Caracterización	Resultado
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1630
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1820
Peso Específico Seco (kg/m ³)	2730
Peso Específico S. S.S. (kg/m ³)	2770
Peso Específico Aparente (kg/m ³)	2850
Módulo de Finura	2.63
Contenido de Humedad (%)	1.8
Absorción (%)	1.6

Fuente: Elaboración propia

La granulometría del agregado fino es muy importante dentro del diseño de mezcla para el concreto, ya que la graduación de las partículas es primordial, pues si las partículas son de la misma dimensión o tamaño no se obtendría las resistencias del concreto.

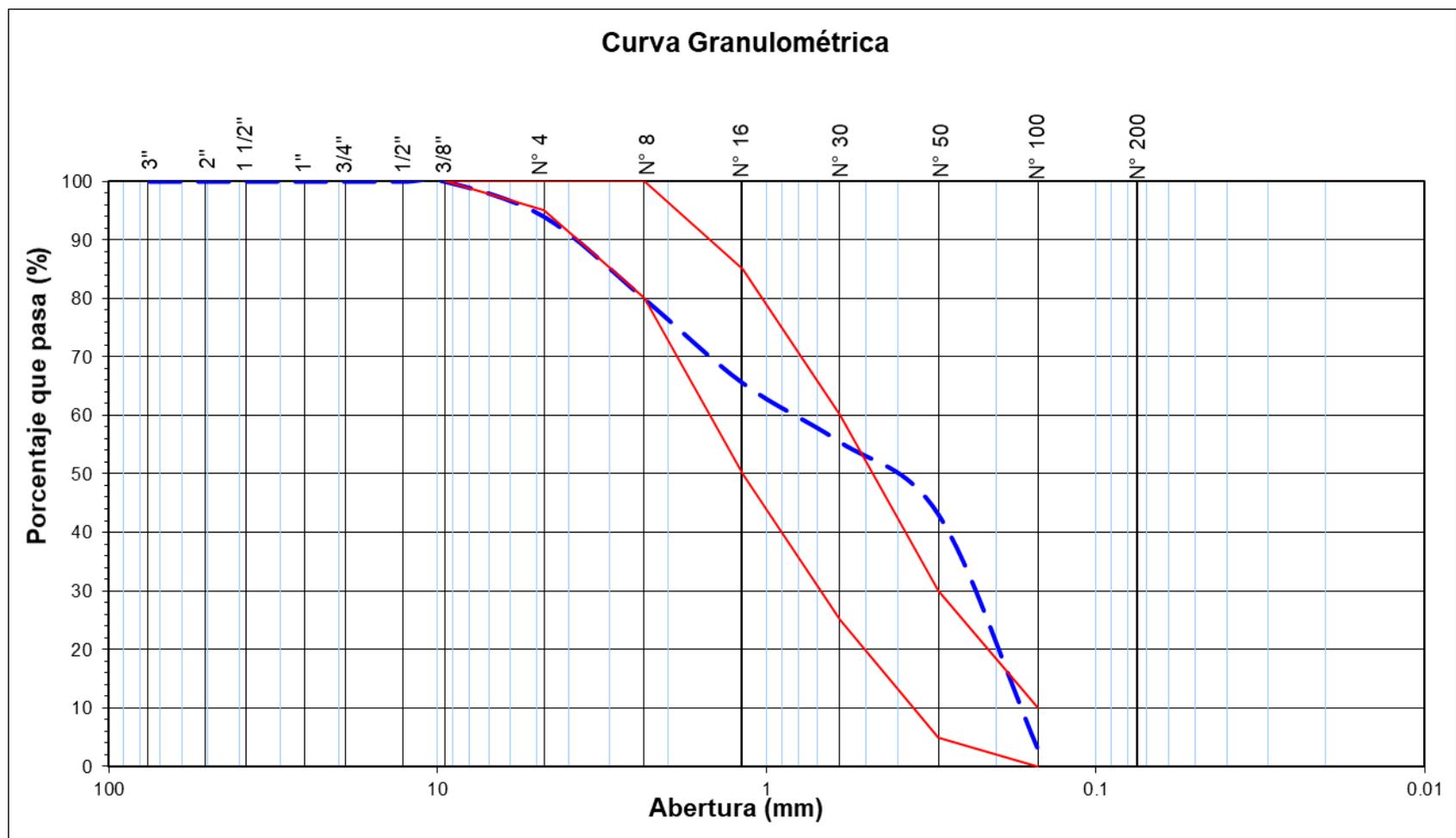


Figura N° 13: Curva Granulométrica de Agregado Fino

*Según la NTP 400.037.2014 nos indica que se puede utilizar este agregado aun teniendo esta graduación ya que produce el concreto requerido para esta investigación.

En la figura N°13, se observa que el agregado fino presenta una buena graduación por lo que es apto para ser utilizado en el diseño de mezcla para el concreto, cumple con los requisitos de la norma ASTM C33 y NTP 400.037.

Se obtuvo un módulo de finura para el agregado fino de 2.63, el cual está dentro del parámetro de 2.3 como mínimo y 3.1 como máximo, según NTP 400.037. El módulo de finura nos describe la proporción de finos o gruesos que se tiene en las partículas que los conforman, en el caso que el módulo de finura sea menor a 2.3 presentara más finos y esto puede requerir más agua al diseño de mezcla ya que presentarán mayor superficie específica, en este caso cumple los parámetros para ser utilizado en nuestra investigación.

4.1.1.2. Agregado Grueso:

Al igual que el agregado fino, la caracterización del agregado fino es muy importante para el diseño de mezcla y la conformación del concreto. Los resultados son comparados con los requerimientos exigidos en la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 y la ASTM C33.

En la tabla N°55 se observa que el tamaño máximo nominal es ½”, con ese resultado se obtendrá un óptimo diseño de mezcla y concreto, ya que el agregado grueso se acomoda mejor teniendo un menor tamaño.

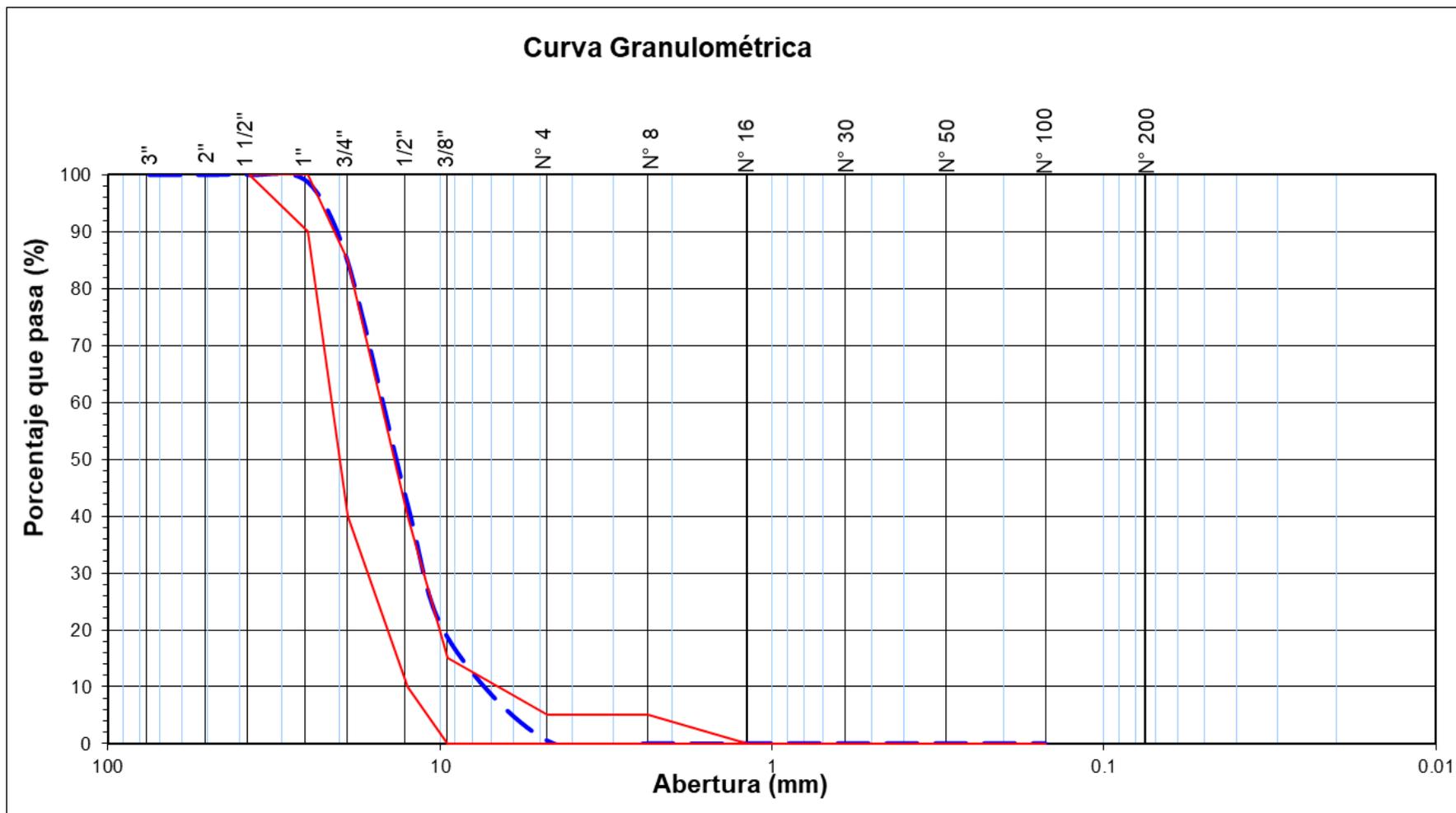


Figura N° 14: Curva Granulométrica Agregado Grueso

Como se puede observar en la figura N°14 el agregado cumple con los estándares establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 400.037, la cual en el uso 7 nos brinda las curvas con las especificaciones mínimas para agregado grueso de ½ “, esta nos indica que tiene una distribución óptima.

Tabla N° 61: Propiedades Físicas del Agregado Grueso

PROPIEDADES FÍSICAS AGREGADO GRUESO	
Caracterización	Resultado
Peso Unitario Suelto (kg/cm ²)	1590
Peso Unitario Compactado (kg/cm ²)	1680
Peso Específico Seco (kg/cm ²)	2220
Peso Específico S. S.S. (kg/cm ²)	2260
Peso Específico Aparente (kg/cm ²)	2320
Tamaño Máximo Nominal	1/2"
Contenido de Humedad (%)	1.3
Absorción (%)	1.9

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Resistencia a la Compresión:

Las probetas cilíndricas elaborados para ser sometidos a ensayos de resistencia a la compresión bajo la ASTM C39.

Las mezclas de concreto se pueden diseñar de tal manera que tengan propiedades mecánicas y sobre todo que cumplan los requerimientos de diseño estructural.

Todo dependerá de la relación agua/cemento, tamaño de los agregados, tipo de cemento, adiciones de aditivos, tiempo de curado y la manera en que se lleva a cabo la mezcla.

El principal componente del concreto es el cemento, pues es el que brinda la resistencia requerida, y dependiendo de la cantidad que se adicione puede aumentar la resistencia a la compresión.

Las dimensiones de los especímenes sometidos a los ensayos son de 4" de diámetro y 8" de altura según norma ASTM C 39.

La resistencia a la compresión diseñada fue de 210 kg/cm^2 , con un factor de seguridad de $+84 \text{ kg/cm}^2$.

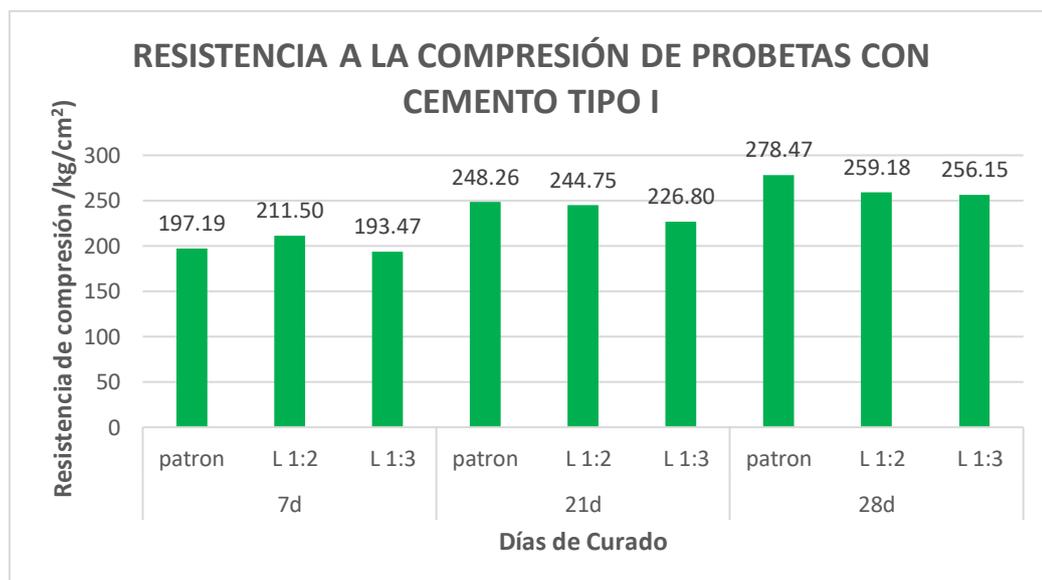


Figura N° 15: Resistencia a la compresión de probetas con cemento tipo I

Los resultados indican que las probetas patrón, lechada 1:2 y 1:3 en ese orden alcanzaron una resistencia de 197.19 kg/cm², 211.50 kg/cm² y 193.47 kg/cm² a los 7 días de curado en las muestras con cemento portland tipo I. Así mismo, a los 21 días de curado obtuvieron una resistencia de 248.26 kg/cm², 244.75 kg/cm² y 226.80 kg/cm² en las muestras con cemento portland tipo I. Y finalmente a los 28 días de curado obtuvieron una resistencia de 278.47 kg/cm², 259.18 kg/cm² y 256.15 kg/cm² en las muestras con cemento portland tipo I. A los 7 días la muestra con lechada 1:2 mostro una resistencia mayor, a los 21 y 28 días el espécimen patrón supero a los otros dos obteniendo una mayor resistencia a la compresión.

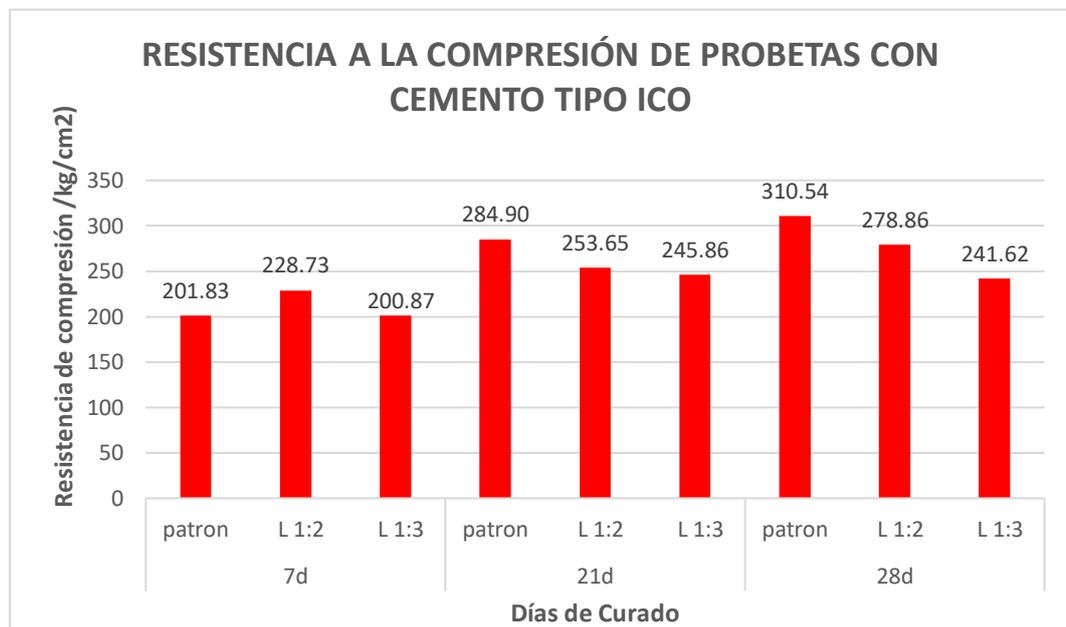


Figura N° 16: Resistencia a la compresión de probetas con cemento tipo ICO

Las probetas patrón, lechada 1:2 y 1:3 en ese orden, alcanzaron una resistencia de 201.83 kg/cm², 228.73 kg/cm² y 200.87 kg/cm² a los 7 días de curado en las muestras con cemento portland tipo ICO. Así mismo, a los 21 días de curado

obtuvieron una resistencia de 284.90 kg/cm^2 , 253.65 kg/cm^2 y 245.86 kg/cm^2 en las muestras con cemento portland tipo ICO. Y finalmente a los 28 días de curado obtuvieron una resistencia de 310.54 kg/cm^2 , 278.86 kg/cm^2 y 241.62 kg/cm^2 en las muestras con cemento portland tipo ICO.

A los 7 días el espécimen con lechada cementicia 1:2 mostró una resistencia mayor, a los 21 y 28 días los especímenes patrón superaron a los otros dos pudiendo obtener una mayor resistencia a la compresión.

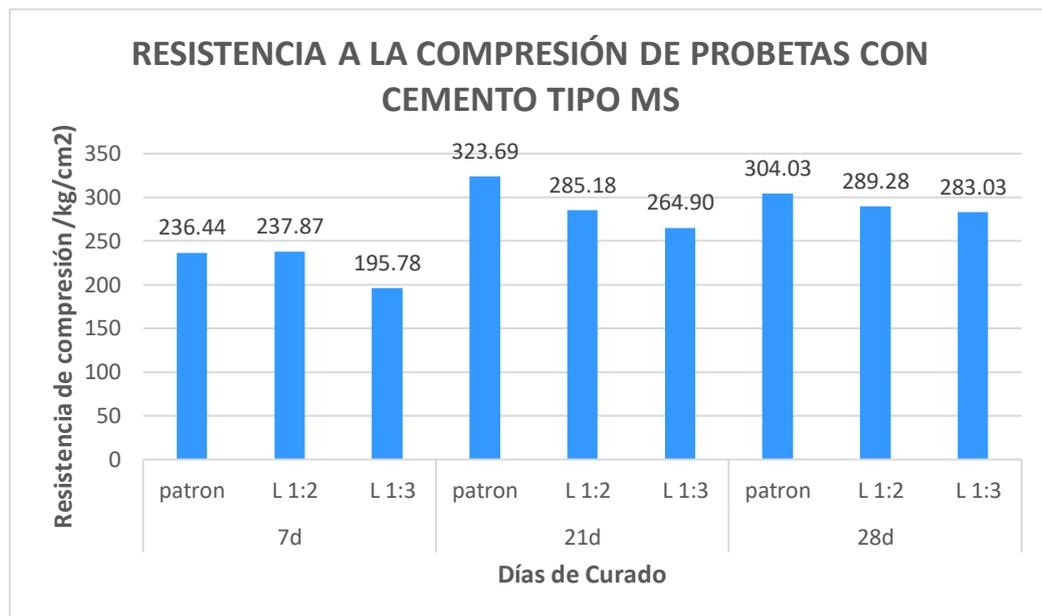
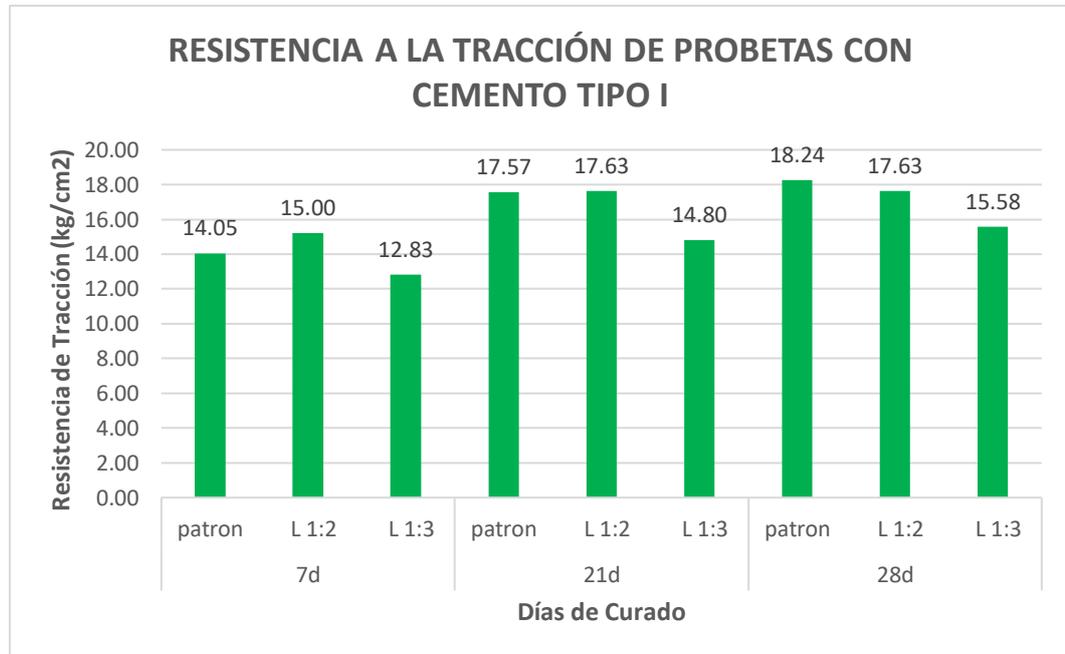


Figura N° 17: Resistencia a la compresión de probetas con cemento tipo MS

Los resultados indican que las probetas patrón, lechada 1:2 y 1:3 en ese orden alcanzaron una resistencia de 236.44 kg/cm^2 , 237.87 kg/cm^2 y 195.78 kg/cm^2 a los 7 días de curado en las muestras con cemento portland tipo MS. Así mismo, a los 21 días de curado obtuvieron una resistencia de 323.69 kg/cm^2 , 285.18 kg/cm^2 y 264.90 kg/cm^2 en las muestras con cemento portland tipo MS. Y finalmente a los 28 días de curado obtuvieron una resistencia de 304.03 kg/cm^2 , 289.28 kg/cm^2 y 283.03 kg/cm^2 en las muestras con cemento portland tipo MS.

A los 7 días el espécimen con lechada cementicia 1:2 mostró una resistencia mayor, a los 21 y 28 días los especímenes patrón superaron a los otros dos pudiendo obtener una mayor resistencia a la compresión.

4.1.3. Resistencia a la Tracción:



Los resultados indican que las probetas patrón, lechada 1:2 y 1:3 en ese orden alcanzaron una resistencia de 14.05 kg/cm², 15.00 kg/cm² y 12.83 kg/cm² a los 7 días de curado en las muestras con cemento portland tipo I. Así mismo, a los 21 días de curado obtuvieron una resistencia de 17.57 kg/cm², 17.63 kg/cm² y 14.80 kg/cm² en las muestras con cemento portland tipo I. Y finalmente a los 28 días de curado obtuvieron una resistencia de 18.24 kg/cm², 17.63 kg/cm² y 15.58 kg/cm² en las muestras con cemento portland tipo I.

A los 7 días la muestra con lechada 1:2 mostro una resistencia mayor, a los 21 días de curado la muestra con lechada cementicia 1:2 obtuvo la mayor

resistencia a la tracción y, por último, a los 28 días de curado el espécimen patrón supero a los otros dos obteniendo una mayor resistencia a la tracción.

La falla de triple rendimiento, se produce cuando el espécimen se divide en 4 partes de igual tamaño, en este caso las fallas son aceptables, ya que según la norma ASTM C496 (inspección del concreto visualmente después de ensayar), si en el ensayo se presenta una falla por compresión o corte, provocaría el descarte de la prueba.

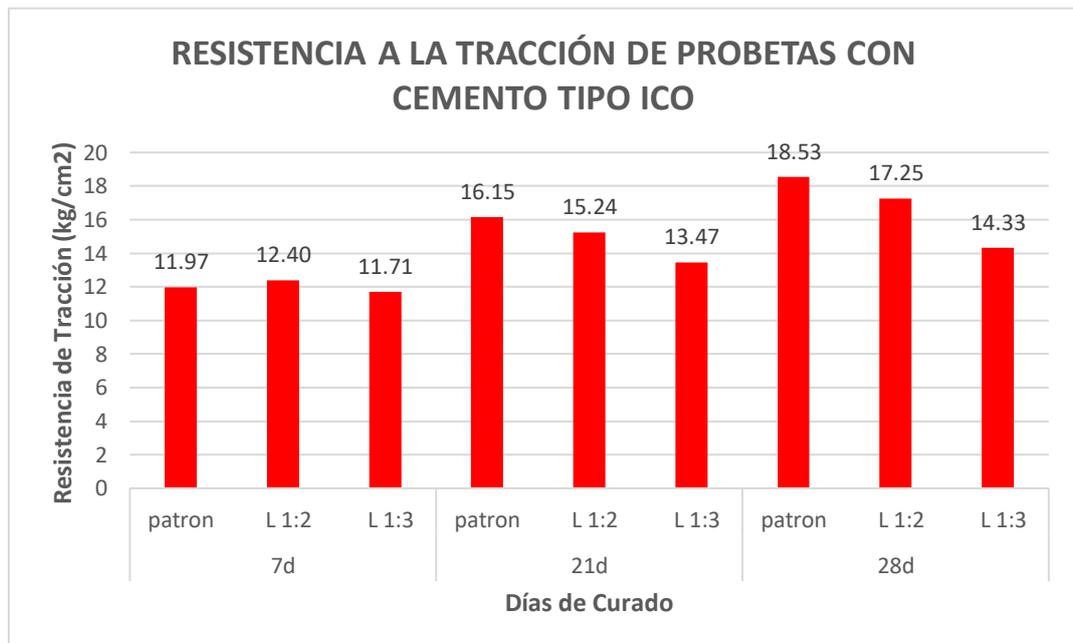


Figura N° 19: Resistencia a la tracción de probetas con cemento tipo ICO

Las probetas patrón, lechada 1:2 y 1:3 en ese orden, alcanzaron una resistencia de 11.97 kg/cm², 12.40 kg/cm² y 11.71 kg/cm² a los 7 días de curado en las probetas con cemento portland tipo ICO. Así mismo, a los 21 días de curado obtuvieron una resistencia de 16.15 kg/cm², 15.24 kg/cm² y 13.47 kg/cm² en las probetas con cemento portland tipo ICO. Y finalmente a los 28 días de curado

obtuvieron una resistencia de 18.53 kg/cm^2 , 17.25 kg/cm^2 y 14.33 kg/cm^2 en las probetas con cemento portland tipo ICO.

A los 7 días, la probeta con lechada cementicia 1:2 mostró una resistencia mayor, a los 21 y 28 días los especímenes patrón superaron a los otros dos pudiendo obtener una mayor resistencia a la tracción.

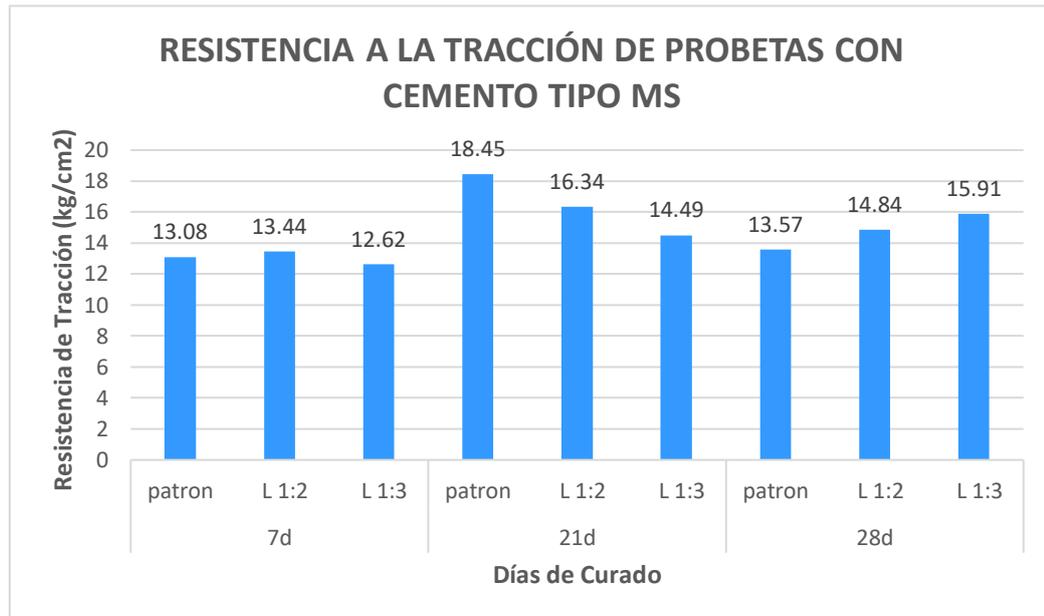


Figura N° 20: Resistencia a la tracción de probetas con cemento tipo MS

Los resultados indican que las probetas patrón, lechada 1:2 y 1:3 en ese orden alcanzaron una resistencia de 13.08 kg/cm^2 , 13.44 kg/cm^2 y 12.62 kg/cm^2 a los 7 días de curado en las muestras con cemento portland tipo MS. Así mismo, a los 21 días de curado obtuvieron una resistencia de 18.45 kg/cm^2 , 16.34 kg/cm^2 y 14.49 kg/cm^2 en las muestras con cemento portland tipo MS. Y finalmente a los 28 días de curado obtuvieron una resistencia de 13.57 kg/cm^2 , 14.84 kg/cm^2 y 15.91 kg/cm^2 en las muestras con cemento portland tipo MS.

A los 7 días el espécimen con lechada cementicia 1:2 mostró una resistencia mayor, a los 21 días de curado la muestra patrón obtuvo la mayor resistencia a la tracción y finalmente, a los 28 días de curado la probeta con lechada

cementicia 1:3 superó a las otras dos pudiendo obtener una mayor resistencia a la tracción.

4.1.4. Resistencia a la Adherencia:

La propiedad a través de la cual dos superficies se unen siendo de igual o diferente sustancia cuando entran en contacto es la adhesión, a su vez esta propiedad permite que ambas superficies se mantengan juntas por fuerzas intermoleculares.

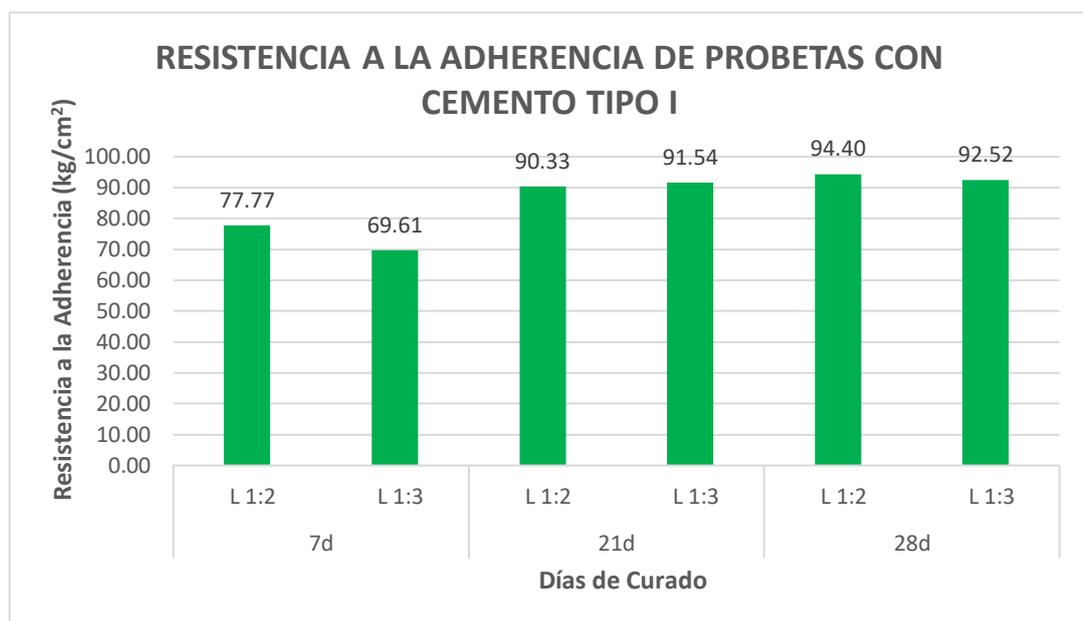


Figura N° 21: Resistencia a la adherencia de probetas con cemento tipo I

Como se puede observar en la figura N°21, las probetas con lechada 1:2 y 1:3 alcanzaron una resistencia la adherencia de 77.77 kg/cm² y 69.61 kg/cm² a los 7 días de curado respectivamente. A los 21 días de curado para probetas con lechada 1:2 y 1:3 obtuvieron una resistencia a la adherencia de 90.33 kg/cm² y 91.54 kg/cm² respectivamente en las probetas con cemento tipo I. Por último, a los 28 días de curado alcanzaron una resistencia la adherencia de 94.40 kg/cm² y 92.52 kg/cm² en las probetas con cemento tipo I.

A los 7 días el espécimen con lechada cementicia 1:2 mostró una resistencia a la adherencia mayor, a los 21 días de curado la muestra con lechada 1:3 obtuvo la mayor resistencia a la adherencia y finalmente, a los 28 días de curado la probeta con lechada cementicia 1:2 superó a la otra pudiendo obtener una mayor resistencia a la adherencia.

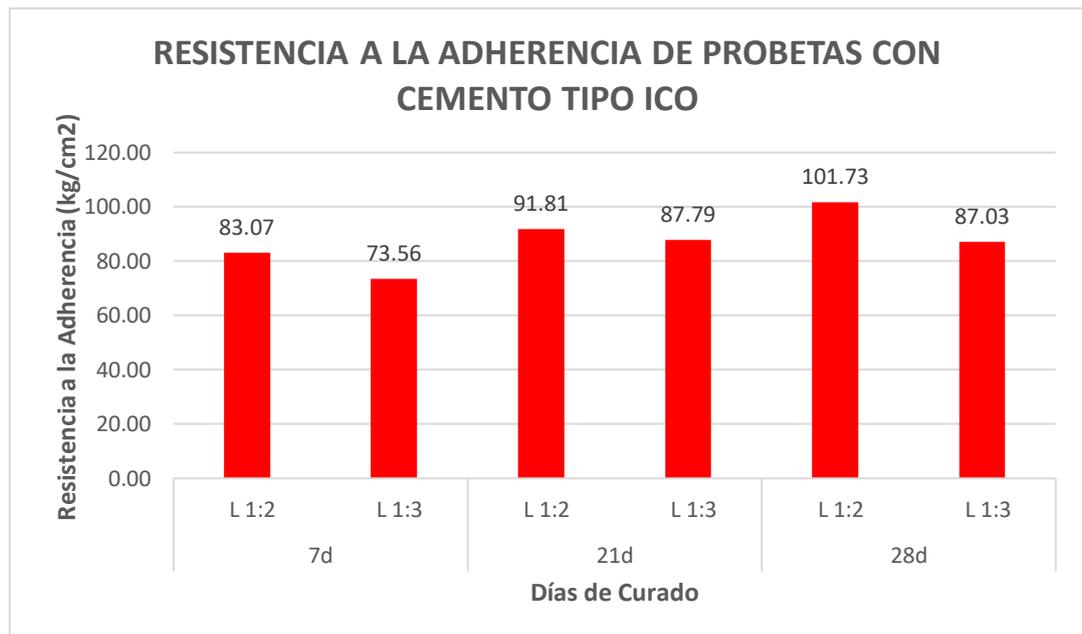


Figura N° 22: Resistencia a la adherencia de probetas con cemento tipo ICO

Como se puede observar en la figura N°22, las probetas con lechada 1:2 y 1:3 alcanzaron una resistencia la adherencia de 83.07 kg/cm² y 73.56 kg/cm² a los 7 días de curado respectivamente. A los 21 días de curado para probetas con lechada 1:2 y 1:3 obtuvieron una resistencia a la adherencia de 91.81 kg/cm² y 87.79 kg/cm² respectivamente en las probetas con cemento tipo ICO. Por último, a los 28 días de curado alcanzaron una resistencia la adherencia de 101.73 kg/cm² y 87.03 kg/cm² en las probetas con cemento tipo ICO.

A los 7, 21 y 28 días los especímenes con lechada cementicia 1:2 mostraron una resistencia a la adherencia mayor.

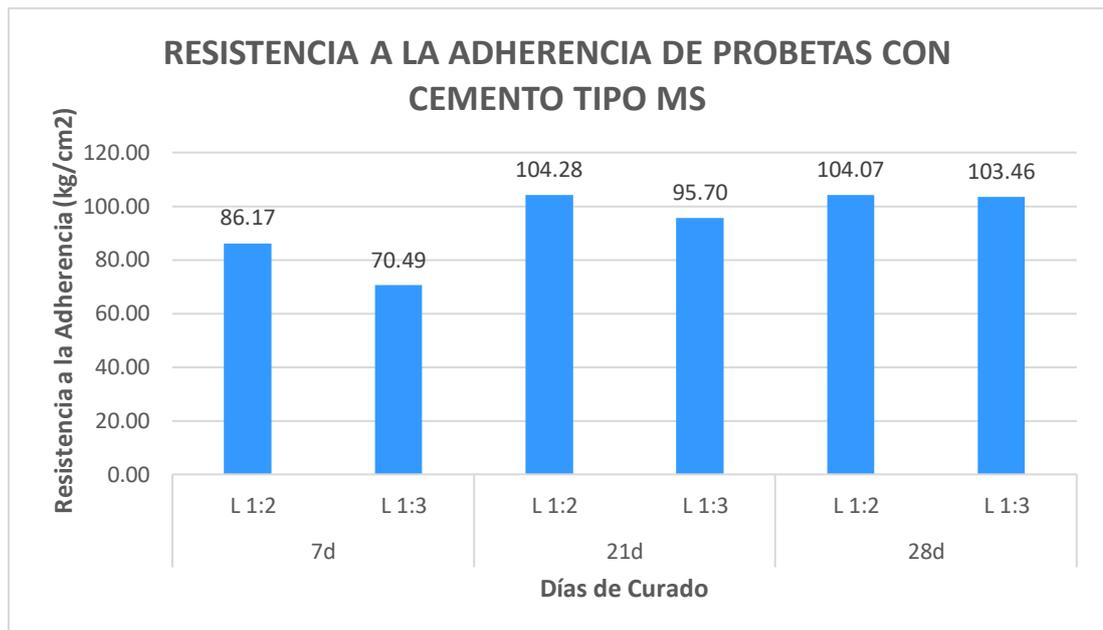


Figura N° 23: Resistencia a la adherencia de probetas con cemento tipo MS

Como se puede observar en la figura N°23, las probetas con lechada 1:2 y 1:3 alcanzaron una resistencia la adherencia de 86.17 kg/cm² y 70.49 kg/cm² a los 7 días de curado respectivamente. A los 21 días de curado para probetas con lechada 1:2 y 1:3 obtuvieron una resistencia a la adherencia de 104.28 kg/cm² y 95.70 kg/cm² respectivamente en las probetas con cemento tipo MS. Por último, a los 28 días de curado alcanzaron una resistencia la adherencia de 104.07 kg/cm² y 103.46 kg/cm² en las probetas con cemento tipo MS.

A los 7, 21 y 28 días los especímenes con lechada cementicia 1:2 mostraron una resistencia a la adherencia mayor.

4.2. Conclusiones

La resistencia más óptima a compresión con cemento tipo I para probetas patrón, con lechada 1:2 y 1:3 fueron 278.47 kg/cm^2 , 259.18 kg/cm^2 y 256.15 kg/cm^2 respectivamente, bajo norma ASTM C39. En segundo plano, la resistencia más óptima a compresión con cemento tipo ICO para probetas patrón, con lechada 1:2 y 1:3 fueron, 310.54 kg/cm^2 , 278.86 kg/cm^2 y 245.86 kg/cm^2 respectivamente, bajo norma ASTM C39. Por último, la resistencia más óptima a compresión con cemento tipo MS para probetas patrón, con lechada 1:2 y 1:3 fueron 323.69 kg/cm^2 , 289.28 kg/cm^2 y 283.03 kg/cm^2 respectivamente, bajo norma ASTM C39.

La resistencia más óptima a tracción con cemento tipo I para probetas patrón, con lechada 1:2 y 1:3 fueron 18.24 kg/cm^2 , 17.63 kg/cm^2 y 15.58 kg/cm^2 respectivamente según la norma ASTM C496. En segundo plano, la resistencia más óptima a tracción con cemento tipo ICO para probetas patrón, con lechada 1:2 y 1:3 fueron, 18.53 kg/cm^2 , 17.25 kg/cm^2 y 14.33 kg/cm^2 respectivamente según la norma ASTM C496. Por último, la resistencia más óptima a tracción con cemento tipo MS para probetas patrón, con lechada 1:2 y 1:3 fueron 18.45 kg/cm^2 , 16.34 kg/cm^2 y 15.91 kg/cm^2 respectivamente según la norma ASTM C496.

La resistencia más óptima a la adherencia con cemento tipo I para probetas con lechada 1:2 y 1:3 fueron 94.40 kg/cm^2 y 92.52 kg/cm^2 respectivamente según la norma ASTM C882. En segundo plano, la resistencia más óptima a la adherencia con cemento tipo ICO para probetas con lechada 1:2 y 1:3 fueron 101.73 kg/cm^2 y 87.79 kg/cm^2 respectivamente según la norma ASTM C882. Por último, la resistencia más óptima a la adherencia con cemento tipo MS para probetas con

lechada 1:2 y 1:3 fueron 104.28 kg/cm^2 y 103.46 kg/cm^2 respectivamente según la norma ASTM C882.

La mejor edad de desempeño para la adherencia tanto en cemento tipo I, ICO y MS fue la de 28 días de curado.

4.3. Recomendaciones

- Se recomienda ubicar el cemento y los agregados en un área fresca y libre de humedad para que el material se mantenga en todo momento tal y como se realizó la caracterización y por ende no varié el diseño de mezcla.
- Se recomienda que cada vez que se vaya a realizar mezcla de concreto, se realice ensayo de humedad tanto para el agregado fino como grueso, ya que pueden variar y cambiar el diseño de mezcla.
- Se recomienda realizar reducción de agua para diseño de mezcla para cemento tipo I, eso mejorara la trabajabilidad del concreto.
- Se recomienda usar la lechada cementicia 1:2 como junta fría en obra, ya que es la más óptima.
- Se recomienda usar la misma marca de cemento.
- Se propone realizar investigaciones futuras a diferentes resistencias del concreto (175 kg/cm^2 , 350 kg/cm^2 y 420 kg/cm^2)

REFERENCIAS

- Abanto, C. F. (2009). Tecnología del concreto: Teoría y problemas. Recuperado el 10 de mayo del 2015, de <https://es.scribd.com/doc/306087568/Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto>.
- Amat, J. (2016). ANOVA análisis de varianza para comparar múltiples medias. Obtenido de https://www.cienciadedatos.net/documentos/19_anova
- Archila, G. (2007). Evaluación Sobre Adherencia Entre Concreto Antiguo y Concreto Nuevo, con Dos Tipos de Epóxicos (Para obtener la Licenciatura). Universidad de San Carlo de Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2751_C.pdf
- Carrillo, S. S. (2003). Estudio comparativo entre tecnologías de producción de concreto: Mixer y Dispensador. (Tesis de titulación). Universidad de Piura, Perú.
- Dietrichson, A. (2019). Bookdown. Obtenido de <https://bookdown.org/dietrichson/metodos-cuantitativos/>
- Juárez, C.A. (2002). Concretos base Cemento Portland Reforzados con Fibras Naturales (Agave, Lechuguilla), como materiales para construcción en México. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Lau, J. (2018). Influencia de Productos Adherentes para Juntas Frías en Concreto de Diferentes Edades sobre sus Propiedades Mecánicas (para obtener el título de ingeniero civil). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Recuperado de
- López, J (2015). Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Manzano, G. F. (2011). Ejecución de fábricas de cara vista. Recuperado el 12 de Mayo del 2015, de <https://books.google.com.pe/books?id=TMFWi6RqkcEC&pg=PT132&lpg=PT132&dq=Agu+a+de+amasado+++%09Participa+en+las+reacciones+de+hidratación+del+cemento+++%09Confiere>

- Mendoza, J. & Vásquez, A. & Villa, M. (2012). Análisis del esfuerzo residual en concreto para pavimento rígido reforzado con fibras metálicas y sintéticas. Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.
- Niño, H. J. (2010). Tecnología de concreto: Materiales, propiedades y Diseño de mezclas. Recuperado el 03 de mayo del 2015, de <https://es.scribd.com/doc/234779446/Tecnologia-Del-Concreto-Tomo-1>
- Norma NTP 339.047. (2006). HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados para concreto. 2a. ed.
- Norma NTP 339.083. (2003). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco, por el método de presión.
- Norma NTP 339.034. (2008). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.
- Norma NTP 339.035. (1999). HORMIGÓN. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams. 2a. ed.
- Norma NTP 339.079. (2001). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro del tramo. 2a. ed.
- Norma NTP 339.185. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
- Norma NTP 400.012. (2001). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 2a. ed.
- Norma NTP 400.017. (1999). AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. 2a. ed.
- Norma NTP 400.019. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. 2a. ed.

- Norma NTP 400.021. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. 2a. ed.
- Norma NTP 400.022. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. 2a. ed.
- Norma NTP 400.037. (2002). AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto). 2a. ed.
- Novoa, C. M., (2005). Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de fibra de coco y cemento. (Tesis de Máster). Universidad de Colima, México.
- Núñez, J. (2016). Análisis comparativo de la Resistencia a compresión del Hormigón común con el hormigón adicionado fibras de nylon, utilizando agregados existentes en la provincia de Pastaza. Universidad técnica de Ambato, Ecuador.
- Pacasmayo. Productos y servicios. [En línea] Recuperado el 20 de mayo de 2016, de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/productos/>
- Parra, A. (2011). Evaluación del Comportamiento Mecánico de la Unión de Concreto Fresco a Concreto Endurecido, Utilizando Adherentes Epóxicos y la Inclusión de un Plano Irregular a la Superficie de Contacto (Para obtener Título de Ingeniero Civil). Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. Recuperado de <http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/11000/1/T.E.G.%20ANDREA%20PARRA.pdf>
- Paulino, J & Espino, R. (2017). Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.
- Pérez, R. (2020). Prueba de Tukey. Obtenido de <https://www.lifeder.com/prueba-de-tukey/>
- Reyes, B. J y Rodríguez P. Y. (2010). Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de mezcla. (Tesis de titulación). Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Bolivia.
- Rojas, H. (2015). Concreto reforzado con fibra natural de origen animal (plumas de aves). Universidad Ricardo Palma, Perú.

- Roque, C. G. (2012). Tecnología del concreto. Recuperado el 03 de Mayo del 2015, de <https://es.scribd.com/doc/219291936/TECNOLOGIA-DEL-CONCRETO-MONOGRAFIA#scribd>
- Sifuentes, J. (2016). Resistencia a compresión uniaxial de concreto $f'_c=175$ kg/cm² de agregados de cerro con la adición de fibras de polipropileno, UPN – 2016. Universidad Privada del Norte, Perú.
- Silva, A. (2016). Introducción de fibra de nylon a la industria de la construcción por medio de la empresa geoconcret s.a. Universidad del Pacifico, Ecuador.
- Sotil, A & Zegarra, J. (2017). Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.
- Terán, E. (2013). Juntas Frías y Juntas de Construcción. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/94359686/Juntas-Frias-y-Juntas-de-Construccion>
- Torres, A., Ramos-Cañón, A., Prada-Sarmiento, F., Botía-Díaz, M. (2016). *Comportamiento Mecánico de las Juntas Frías Lisas de concreto*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. COLOMBIA. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732016000300001
- Valencia, E. (2013). Evaluación de la Resistencia a Compresión de Especímenes de Concreto Usando Aditivo Adherente “Chema Epox Adhesivo 32” en Juntas Frías en el Distrito de Cajamarca (Para obtener la Licenciatura). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/448/T%20693.5%20V152e%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- YMCYC. (2007). El concreto en la obra problemas, causas y soluciones. México: Instituto mexicano del concreto.

ANEXOS

Anexo 1: Caracterización de los agregados

Peso Unitario Suelto - Agregado Fino

Tabla N° 62: Peso Unitario Suelto - Agregado Fino Volumen del molde

Muestra	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Agua (kg)	Peso del Agua (kg)	Factor de Calibración del Agua (kg/m ³)	Volumen del Molde (m ³)
Volumen del Molde	5.51	19.595	14.085	1000	0.01409

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 63: Peso Unitario Suelto - Agregado Fino Muestra 1

Muestra 1	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Arena (kg)	Peso del Arena (kg)	Volumen del Molde (m ³)	Peso Unitario Suelto (kg/m ³)
PUS 1	5.51	28.580	23.070	0.01409	1637.91

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 64: Peso Unitario Suelto - Agregado Fino Muestra 2

Muestra 2	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Arena (kg)	Peso del Arena (kg)	Volumen del Molde (m ³)	Peso Unitario Suelto (kg/m ³)
PUS 2	5.51	28.480	22.970	0.01409	1630.81

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 65: Peso Unitario Suelto - Agregado Fino Muestra 3

Muestra 3	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Arena (kg)	Peso del Arena (kg)	Volumen del Molde (m ³)	Peso Unitario Suelto (kg/m ³)
PUS 3	5.51	28.480	22.970	0.01409	1630.81

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 66: Peso Unitario Suelto - Agregado Fino Promedio

<i>Peso Unitario Suelto 1</i>	1637.91
<i>Peso Unitario Suelto 2</i>	1630.81
<i>Peso Unitario Suelto 3</i>	1630.81
PROMEDIO	1633.18

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 67: Peso Unitario Suelto - Agregado Fino Datos Estadísticos

Peso Unitario Suelto (kg/m³)		
<i>Estadística</i>	<i>desviación estándar</i>	<i>coeficiente de variación</i>
Agregado fino	4.10	0.25

Fuente: Elaboración propia

Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso

Tabla N° 68: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso Volumen del Molde

Muestra	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Agua (kg)	Peso del Agua (kg)	Factor de Calibración del Agua (kg/m³)	Volumen del Molde (m³)
Volumen del Molde	5.510	19.595	14.085	1000	0.01409

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 69: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso Muestra 1

Muestra 1	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Piedra (kg)	Peso del Piedra (kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario Suelto (kg/m3)
PUS 1	5.510	27.905	22.395	0.01409	1589.99

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 70: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso Muestra 2

Muestra 2	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Piedra (kg)	Peso del Piedra (kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario Suelto (kg/m3)
PUS 2	5.510	27.605	22.095	0.01409	1568.69

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 71: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso Muestra 3

Muestra 3	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Piedra (kg)	Peso del Piedra (kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario Suelto (kg/m3)
PUS 3	5.510	28.045	22.535	0.01409	1599.93

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 72: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso Promedio

<i>Peso Unitario Suelto 1</i>	1589.99
<i>Peso Unitario Suelto 2</i>	1568.69
<i>Peso Unitario Suelto 3</i>	1599.93
PROMEDIO	1586.20

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 73: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso Datos Estadísticos

Peso Unitario Suelto (kg/m³)		
<i>Estadística</i>	<i>desviación estándar</i>	<i>coeficiente de variación</i>
Agregado grueso	15.96	1.01

Fuente: Elaboración propia

Peso Unitario Compactado - Agregado Fino

Tabla N° 74: Peso Unitario Compactado - Agregado Fino Volumen del Molde

Muestra	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Agua (kg)	Peso del Agua (kg)	Factor de Calibración del Agua (kg/m³)	Volumen del Molde (m³)
Volumen del Molde	5.51	19.595	14.085	1000	0.01409

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 75: Peso Unitario Compactado - Agregado Fino Muestra 1

Muestra 1	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Arena (kg)	Peso del Arena (kg)	Volumen del Molde (m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)
PUC 1	5.51	30.975	25.465	0.01409	1807.95

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 76: Peso Unitario Compactado - Agregado Fino Muestra 2

Muestra 2	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Arena (kg)	Peso del Arena (kg)	Volumen del Molde (m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)
PUC 2	5.51	31.090	25.580	0.01409	1816.12

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 77: Peso Unitario Compactado - Agregado Fino Muestra 3

Muestra 3	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Arena (kg)	Peso del Arena (kg)	Volumen del Molde (m ³)	Peso Unitario Compactado (kg/m ³)
PUC 3	5.51	31.195	25.685	0.01409	1823.57

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 78: Peso Unitario Compactado - Agregado Fino Promedio

<i>Peso Unitario Compactado 1</i>	1807.95
<i>Peso Unitario Compactado 2</i>	1816.12
<i>Peso Unitario Compactado 3</i>	1823.57
PROMEDIO	1815.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 79: Peso Unitario Compactado - Agregado Fino Datos Estadísticos

Peso Unitario Compactado (kg/m³)		
<i>Estadística</i>	<i>desviación estándar</i>	<i>coeficiente de variación</i>
Agregado fino	7.81	0.43

Fuente: Elaboración propia

Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso

Tabla N° 80: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso Volumen del Molde

Muestra	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Agua (kg)	Peso del Agua (kg)	Factor de Calibración del Agua (kg/m ³)	Volumen del Molde (m ³)
Volumen del Molde	5.510	19.595	14.085	1000	0.01409

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 81: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso Muestra 1

Muestra 1	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Piedra (kg)	Peso del Piedra (kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario Compactado (kg/m3)
PUC 1	5.510	29.275	23.765	0.01409	1687.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 82: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso Muestra 2

Muestra 2	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Piedra (kg)	Peso del Piedra (kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario Compactado (kg/m3)
PUC 2	5.510	29.205	23.695	0.01409	1682.29

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 83: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso Muestra 3

Muestra 3	Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Piedra (kg)	Peso del Piedra (kg)	Volumen del Molde (m3)	Peso Unitario Compactado (kg/m3)
PUC 3	5.510	29.195	23.685	0.01409	1681.58

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 84: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso Promedio

<i>Peso Unitario Compactado 1</i>	1687.26
<i>Peso Unitario Compactado 2</i>	1682.29
<i>Peso Unitario Compactado 3</i>	1681.58
PROMEDIO	1683.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 85: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso Datos Estadísticos

Peso Unitario Compactado (kg/m³)		
<i>Estadística</i>	<i>desviación estándar</i>	<i>coeficiente de variación</i>
Agregado grueso	7.81	0.43

Fuente: Elaboración propia

Peso Específico - Agregado Fino

Tabla N° 86: Peso Específico - Agregado Fino Muestras

	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
<i>P. FIOLA (g)</i>	173.2	166.3	173.2
<i>P. SSS (g)</i>	500.0	500.0	500.0
<i>P. F+M+A (g)</i>	990.5	985.0	989.0
<i>P. F+A (g)</i>	670.8	664.1	670.8
<i>P. SECO (g)</i>	493.5	496.2	487.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 87: Peso Específico Agregado Fino - resultados y sus promedios

	Pem	Pss	Pea	Abs
MUESTRA 1	2737.10	2773.16	2839.47	1.32
MUESTRA 2	2770.52	2791.74	2830.58	0.77
MUESTRA 3	2680.42	2750.28	2881.73	2.61
PROMEDIO	2729.35	2771.72	2850.59	1.56
redondeado	2730	2770	2850	

Fuente: Elaboración propia

Peso Específico - Agregado grueso

Tabla N° 88: Peso Específico - Agregado Grueso Muestras

	PESO SUM. (g)	PESO SSS (g)	PESO SECO (g)
P1	1280.0	2150.0	2115.0
P2	1080.0	2345.0	2298.0
P3	1320.0	2215.0	2175.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 89: Peso Específico Agregado Grueso - resultados y sus promedios

	Pem	Psss	Pea	Abs
P1	2431.03	2471.26	2532.93	1.65
P2	1816.60	1853.75	1886.70	2.05
P3	2430.17	2474.86	2543.86	1.84
PROMEDIO	2225.93	2266.63	2321.16	1.85
redondeado	2220	2260	2320	

Fuente: Elaboración propia

Contenido de Humedad - Agregado Fino

Tabla N° 90: Contenido de Humedad - Agregado Fino

Agregado Fino		Seco (24h)				Humedad (%)		
	Peso (gr)		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)			
Tara 1	275.0	Material h. 1	1000	T+M 1	1265.0	Muestra s. 1	990.0	1.010
Tara 2	51.5	Material h. 2	727.5	T+M 2	763.4	Muestra s. 2	711.9	2.191
Tara 3	137.0	Material h. 3	777.0	T+M 3	898.0	Muestra s. 3	761.0	2.102
							PROMEDIO	1.768

Fuente: Elaboración propia

Contenido de Humedad - Agregado Fino

Tabla N° 91: Contenido de Humedad - Agregado Grueso

Agregado Grueso		Seco (24h)				Humedad (%)		
	Peso (gr)		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)			
Tara 1	210.0	Material h. 1	1000	T+M 1	1205.0	Muestra s. 1	995.0	0.503
Tara 2	303.5	Material h. 2	1034.0	T+M 2	1320.0	Muestra s. 2	1016.5	1.722
Tara 3	344.0	Material h. 3	1094.5	T+M 3	1422.0	Muestra s. 3	1078.0	1.531
							PROMEDIO	1.252

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 92: Contenido de Humedad Datos Estadísticos

Contenido de Humedad (%)		
Estadística	desviación estándar	coeficiente de variación
Agregado Fino	0.54	24.51
Agregado Grueso	0.54	34.98

Fuente: Elaboración propia

Granulometría - Agregado Fino

Tabla N° 93: Granulometría Agregado Fino - muestra 1

N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso de Tamiz (gr)	Peso de Tamiz + Muestra (gr)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
N° ½"	12.5	530.0	530.0	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 3/8"	9.5	525.0	525.0	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	510.0	585.0	75.0	7.5	7.5	92.5
N° 8	2.36	475.0	605.0	130.0	13.0	20.5	79.5
N° 16	1.18	405.0	545.0	140.0	14.0	34.5	65.5
N° 30	0.6	375.0	470.0	95.0	9.5	44.0	56.0
N° 50	0.3	340.0	425.0	85.0	8.5	52.5	47.5
N° 100	0.15	330.0	770.0	440.0	44.0	96.5	3.5
Fondo	0	435.0	470.0	35.0	3.5	100.0	0.0
Sumatoria				1000.0	100		
M.F.=	2.56						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 94: Granulometría Agregado Fino - muestra 2

N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso de Tamiz (gr)	Peso de Tamiz + Muestra (gr)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
N° ½"	12.5	530.0	550.0	20.0	2.0	2.0	98.0
N° 3/8"	9.5	525.0	530.0	5.0	0.5	2.5	97.5
N° 4	4.75	510.0	570.0	60.0	6.0	8.5	91.5
N° 8	2.36	475.0	615.0	140.0	14.0	22.5	77.5
N° 16	1.18	405.0	540.0	135.0	13.5	36.0	64.0
N° 30	0.6	375.0	470.0	95.0	9.5	45.5	54.5
N° 50	0.3	340.0	500.0	160.0	16.0	61.5	38.5
N° 100	0.15	330.0	690.0	360.0	36.0	97.5	2.5
Fondo	0	435.0	460.0	25.0	2.5	100.0	0.0
Sumatoria				1000.0	100.0		
M.F.=	2.74						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 95: Granulometría Agregado Fino - muestra 3

N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso de Tamiz (gr)	Peso de Tamiz + Muestra (gr)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
N° 1/2"	12.5	530.0	530.0	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 3/8"	9.5	525.0	525.0	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	510.0	570.0	60.0	6.0	6.0	94.0
N° 8	2.36	475.0	615.0	140.0	14.0	20.0	80.0
N° 16	1.18	405.0	550.0	145.0	14.5	34.5	65.5
N° 30	0.6	375.0	475.0	100.0	10.0	44.5	55.5
N° 50	0.3	340.0	465.0	125.0	12.5	57.0	43.0
N° 100	0.15	330.0	730.0	400.0	40.0	97.0	3.0
Fondo	0	435.0	465.0	30.0	3.0	100.0	0.0
Sumatoria				1000.0	100.0		
M.F.=	2.59						

Fuente: Elaboración propia

Granulometría - Agregado Grueso

Tabla N° 96: Granulometría Agregado Grueso - muestra 1

N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso de Tamiz (gr)	Peso de Tamiz + Muestra (gr)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
N° 2	50.8	535.0	535.0	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1 1/2"	38.1	565.0	565.0	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1	25.4	535.0	715.0	180.0	9.0	9.0	91.0
N° 3/4"	19.05	545.0	815.0	270.0	13.5	22.5	77.5
N° 1/2"	12.7	530.0	1175.0	645.0	32.3	54.8	45.3
N° 3/8"	9.5	525.0	930.0	405.0	20.3	75.0	25.0
N° 4	4.75	510.0	985.0	475.0	23.8	98.8	1.3
N° 8	2.36	475.0	500.0	25.0	1.3	100.0	0.0
Fondo	0	435.0	435.0	0.0	0.0	100.0	0.0
Sumatoria				2000.0	100.0		
TMN=	1"						
TM=	2"						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 97: Granulometría Agregado Grueso - muestra 2

N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso de Tamiz (gr)	Peso de Tamiz + Muestra (gr)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
N° 2	50.8	535.0	535.0	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1 1/2"	38.1	565.0	565.0	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1	25.4	535.0	560.0	25.0	1.3	1.3	98.8
N° 3/4"	19.05	545.0	820.0	275.0	13.8	15.0	85.0
N° 1/2"	12.7	530.0	1390.0	860.0	43.0	58.0	42.0
N° 3/8"	9.5	525.0	990.0	465.0	23.3	81.3	18.8
N° 4	4.75	510.0	875.0	365.0	18.3	99.5	0.5
N° 8	2.36	475.0	485.0	10.0	0.5	100.0	0.0
Fondo	0	435.0	435.0	0.0	0.0	100.0	0.0
Sumatoria				2000	100.0		
TMN=	3/4"						
TM=	2"						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 98: Granulometría Agregado Grueso - muestra 3

N° Tamiz	Abertura (mm)	Peso de Tamiz (gr)	Peso de Tamiz + Muestra (gr)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
N° 2	50.8	535.0	535.0	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1 1/2"	38.1	565.0	565.0	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1	25.4	535.0	560.0	25.0	1.3	1.3	98.8
N° 3/4"	19.05	545.0	1050.0	505.0	25.3	26.5	73.5
N° 1/2"	12.7	530.0	1335.0	805.0	40.3	66.8	33.3
N° 3/8"	9.5	525.0	880.0	355.0	17.8	84.5	15.5
N° 4	4.75	510.0	800.0	290.0	14.5	99.0	1.0
N° 8	2.36	475.0	490.0	15.0	0.8	99.8	0.3
Fondo	0	435.0	440.0	5.0	0.3	100.0	0.0
Sumatoria				2000.0	100.0		
TMN=	1"						
TM=	2"						

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Resultados de los ensayos en estado endurecidos

Ensayos de Compresión:

Cemento Tipo I-Patrón

Tabla N° 99: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo I- 7 días

7 DÍAS <i>(23-10-19)</i>		Cemento TIPO I - Patrón			
<i>Compresión (Kg/cm2)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)
I1	10.05	79.33	165.35	16855.78	212.48
I2	10.00	78.54	144.60	14740.52	187.68
I3	10.05	79.33	161.20	16432.73	207.15
I4	10.10	80.12	160.40	16351.18	204.09
I5	10.10	80.12	137.20	13986.17	174.57

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 100: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo I- 21 días

21 DÍAS <i>(06-11-19)</i>		Cemento TIPO I - Patrón			
<i>Compresión (Kg/cm2)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)
I6	10.00	78.54	196.85	20066.89	255.50
I7	10.00	78.54	195.56	19935.39	253.82
I8	9.95	77.76	210.30	21437.98	275.71
I9	10.00	78.54	169.15	17243.15	219.55
I10	10.00	78.54	182.40	18593.86	236.74

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 101: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo I- 28 días

28 DÍAS <i>(13-11-19)</i>		Cemento TIPO I - Patrón			
<i>Compresión (Kg/cm2)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)
I11	10.00	78.54	201.00	20489.94	260.89
I12	10.00	78.54	211.25	21534.83	274.19
I13	10.15	80.91	229.55	23400.33	289.20
I14	10.00	78.54	219.50	22375.83	284.90
I15	10.05	79.33	220.35	22462.48	283.16

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 102: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo I- Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Compresión Monolítica			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Compresión (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	197.19	15.68	7.95
21	248.26	21.18	8.53
28	278.47	11.25	4.04

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo I- Lechada 1:2

Tabla N° 103: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo I- 7 días

7 DÍAS (02-11-19)					
Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:2					
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
I16	10.2	81.71	198.10	20194.31	247.14
I17	10.15	80.91	181.05	18456.24	228.10
I18	10.45	85.77	165.85	16906.75	197.12
I19	10.35	84.13	167.40	17064.76	202.83
I20	10.35	84.13	150.45	15336.87	182.29

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 104: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo I- 21 días

21 DÍAS (16-11-19)					
Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:2					
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
I21	10.25	82.52	181.70	18522.50	224.47
I22	10.15	80.91	187.80	19144.33	236.60
I23	10.45	85.77	194.75	19852.82	231.47
I24	10.30	83.32	242.40	24710.26	296.56
I25	10.40	84.95	195.55	19934.37	234.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 105: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo I- 28 días

28 DÍAS (23-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:2			
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
I26	10.25	82.52	173.45	17681.49	214.28
I27	10.25	82.52	240.35	24501.28	296.93
I28	10.23	82.19	217.40	22161.76	269.63
I29	10.23	82.19	212.40	21652.06	263.42
I30	10.25	82.52	203.70	20765.18	251.65

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 106: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo I- Datos estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Compresión – Lechada 1:2			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Compresión (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	211.50	25.89	12.24
21	244.75	29.33	11.98
28	259.18	30.10	11.61

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo I- Lechada 1:3

Tabla N° 107: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo I- 7 días

7 DÍAS (05-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:3			
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
I31	10.20	81.71	147.80	15066.73	184.39
I32	10.10	80.12	154.65	15765.02	196.77
I33	10.25	82.52	159.50	16259.43	197.05
I34	10.15	80.91	163.50	16667.19	205.99
I35	10.20	81.71	146.80	14964.79	183.14

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 108: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo I- 21 días

21 DÍAS (19-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:3			
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
I36	10.00	78.54	191.40	19511.32	248.43
I37	10.33	83.81	168.20	17146.31	204.59
I38	10.15	80.91	193.15	19689.71	243.34
I39	10.20	81.71	166.10	16932.23	207.22
I40	10.23	82.19	185.80	18940.45	230.43

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 109: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo I- 28 días

28 DÍAS (26-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:3			
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
I41	10.2	81.71	221.15	22544.03	275.89
I42	10.20	81.71	212.80	21692.83	265.48
I43	10.2	81.71	209.05	21310.56	260.80
I44	10.15	80.91	198.80	20265.67	250.46
I45	10.25	82.52	184.65	18823.22	228.12

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 110: Resistencia a la compresión probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo I- Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Compresión – Lechada 1:3			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Compresión (Kg/cm ²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	193.47	9.61	4.97
21	226.80	20.20	8.90
28	256.15	18.14	7.06

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ico – Patrón

Tabla N° 111: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo Ico - 7 días

7 DÍAS (11-10-19)					
Cemento TIPO ICO - Patrón					
<i>Compresión (Kg/cm2)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)
R1	9.95	77.76	141.2	14393.93	185.12
R2	10.05	79.33	160.30	16340.98	205.99
R3	9.95	77.76	154.80	15780.31	202.95
R4	10.05	79.33	160.30	16340.98	205.99
R5	10.05	79.33	158.85	16193.17	204.13

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 112: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo Ico - 21 días

21 DÍAS (27-10-19)					
Cemento TIPO ICO - Patrón					
<i>Compresión (Kg/cm2)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)
R6	10.05	79.33	223.20	22753.01	286.82
R7	10.00	78.54	228.85	23328.97	297.03
R8	10.10	80.12	228.85	23328.97	291.18
R9	10.10	80.12	220.80	22508.35	280.94
R10	10.05	79.33	208.95	21300.36	268.51

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 113: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo Ico - 28 días

28 DÍAS (03-11-19)					
Cemento TIPO ICO - Patrón					
<i>Compresión (Kg/cm2)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)
R11	10.00	78.54	238.35	24297.40	309.36
R12	10.00	78.54	240.85	24552.25	312.61
R13	10.10	80.12	230.55	23502.27	293.34
R14	10.10	80.12	229.30	23374.84	291.75
R15	10.05	79.33	268.95	27416.76	345.62

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 114: Resistencia a la compresión de probetas patrón con cemento Tipo Ico - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Compresión Monolítica			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Compresión (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	200.84	8.88	4.42
21	284.90	10.89	3.82
28	310.54	21.71	6.99

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ico – Lechada 1:2

Tabla N° 115: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo Ico - 7 días

7 DÍAS (13-11-19)					
Cemento TIPO Ico - Lechada de Cemento 1:2					
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
R16	10.23	82.19	183.55	18711.09	227.64
R17	10.23	82.19	175.05	17844.60	217.10
R18	10.25	82.52	186.40	19001.62	230.28
R19	10.20	81.71	206.00	20999.64	256.99
R20	10.23	82.19	170.65	17396.06	211.65

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 116: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo Ico - 21 días

21 DÍAS (27-11-19)					
Cemento TIPO Ico - Lechada de Cemento 1:2					
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
R21	10.20	81.71	215.3	21947.68	268.59
R22	10.20	81.71	194.95	19873.20	243.21
R23	10.25	82.52	207.05	21106.68	255.79
R24	10.20	81.71	206.30	21030.22	257.37
R25	10.20	81.71	195.00	19878.30	243.27

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 117: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo Ico - 28 días

28 DÍAS (04-12-19)					
Cemento TIPO Ico - Lechada de Cemento 1:2					
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
R26	10.27	82.84	214.45	21861.03	263.90
R27	10.25	82.52	234.05	23859.06	289.14
R28	10.23	82.19	229.00	23344.26	284.01
R29	10.23	82.19	221.25	22554.23	274.40
R30	10.27	82.84	229.85	23430.91	282.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 118: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento Tipo Ico - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Compresión – Lechada 1:2			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Compresión (Kg/cm ²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	228.73	17.53	7.66
21	253.65	10.71	4.22
28	278.86	9.90	3.55

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ico – Lechada 1:3

Tabla N° 119: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo Ico - 7 días

7 DÍAS (16-11-19)					
Cemento TIPO Ico - Lechada de Cemento 1:3					
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
R31	10.20	81.71	162.00	16514.28	202.10
R32	10.30	83.32	162.10	16524.47	198.32
R33	10.20	81.71	166.55	16978.11	207.78
R34	10.30	83.32	155.00	15800.70	189.63
R35	10.35	84.13	170.45	17375.67	206.52

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 120: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo Ico - 21 días

21 DÍAS <i>(30-11-19)</i>		Cemento TIPO Ico - Lechada de Cemento 1:3			
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
R36	10.15	80.91	218.75	22299.38	275.59
R37	10.15	80.91	206.65	21065.90	260.35
R38	10.15	80.91	178.35	18181.00	224.70
R39	10.15	80.91	188.45	19210.59	237.42
R40	10.10	80.12	181.75	18527.60	231.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 121: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo Ico - 28 días

28 DÍAS <i>(07-12-19)</i>		Cemento TIPO Ico - Lechada de Cemento 1:3			
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
R41	10.20	81.71	200.60	20449.16	250.26
R42	10.18	81.31	177.45	18089.25	222.46
R43	10.18	81.31	199.50	20337.03	250.11
R44	10.18	81.31	192.90	19664.23	241.83
R45	10.20	81.71	195.15	19893.59	243.46

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 122: Resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento Tipo Ico - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Compresión – Lechada 1:3			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Compresión (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	200.87	7.31	3.64
21	245.86	21.37	8.69
28	241.62	11.37	4.71

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ms – Patrón

Tabla N° 123: Resistencia a la Compresión de probetas patrón con cemento tipo Ms - 7 días

7 DÍAS (11-10-19)					
Cemento TIPO MS - Patrón					
Compresión (Kg/cm²)					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
M1	10.00	78.54	177.05	18048.48	229.80
M2	9.95	77.76	168.60	17187.08	221.04
M3	9.95	77.76	195.05	19883.40	255.71
M4	9.95	77.76	187.00	19062.78	245.16
M5	9.95	77.76	175.80	17921.05	230.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 124: Resistencia a la Compresión de probetas patrón con cemento tipo Ms - 21 días

21 DÍAS (25-10-19)					
Cemento TIPO MS - Patrón					
Compresión (Kg/cm²)					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
M6	9.90	76.98	210.15	21422.69	278.30
M7	9.70	73.90	235.40	23996.68	324.73
M8	9.95	77.76	264.60	26973.32	346.89
M9	10.00	78.54	261.25	26631.83	339.09
M10	9.95	77.76	251.30	25617.52	329.46

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 125: Resistencia a la Compresión de probetas patrón con cemento tipo Ms - 28 días

28 DÍAS (03-11-19)					
Cemento TIPO MS - Patrón					
Compresión (Kg/cm²)					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
M11	10.05	79.33	254.6	25953.92	327.17
M12	10.15	80.91	228.70	23313.68	288.13
M13	10.05	79.33	229.35	23379.94	294.73
M14	10.00	78.54	243.05	24776.52	315.46
M15	10.00	78.54	227.00	23140.38	294.63

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 126: Resistencia a la Compresión de probetas patrón con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Compresión Monolítica			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Compresión (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	236.44	13.82	5.82
21	323.69	26.79	8.28
28	304.03	16.54	5.44

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ms – Lechada 1:2

Tabla N° 127: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 7 días

7 DÍAS (20-11-19)					
Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:2					
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
M16	10.13	80.60	201.60	20551.10	254.99
M17	10.20	81.71	166.60	16983.20	207.84
M18	10.20	81.71	213.15	21728.51	265.91
M19	10.23	82.19	201.85	20576.59	250.34
M20	10.33	83.81	172.85	17620.33	210.24

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 128: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 21 días

21 DÍAS (04-12-19)					
Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:2					
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
M21	10.27	82.84	245.55	25031.37	302.17
M22	10.27	82.84	221.50	22579.71	272.58
M23	10.25	82.52	251.10	25597.13	310.21
M24	10.27	82.84	223.10	22742.81	274.54
M25	10.25	82.52	215.65	21983.36	266.41

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 129: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 28 días

28 DÍAS (11-12-19)		Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:2			
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
M26	10.15	80.91	257.95	26295.42	324.98
M27	10.20	81.71	236.35	24093.52	294.86
M28	10.20	81.71	220.35	22462.48	274.89
M29	10.15	80.91	222.50	22681.65	280.32
M30	10.20	81.71	217.50	22171.95	271.34

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 130: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Compresión – Lechada 1:2			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Compresión (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	237.87	26.93	11.32
21	285.18	19.62	6.88
28	289.28	21.88	7.56

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ms – Lechada 1:3

Tabla N° 131: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 7 días

7 DÍAS (22-11-19)		Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:3			
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
M31	10.20	81.71	165.15	16835.39	206.03
M32	10.20	81.71	161.30	16442.92	201.23
M33	10.13	80.60	146.00	14883.24	184.67
M34	10.23	82.19	152.80	15576.43	189.51
M35	10.15	80.91	156.75	15979.10	197.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 132: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 21 días

21 DÍAS <i>(06-12-19)</i>		Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:3			
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
M36	10.20	81.71	218.65	22289.18	272.77
M37	10.20	81.71	207.95	21198.42	259.43
M38	10.20	81.71	205.55	20953.77	256.43
M39	10.20	81.71	204.25	20821.25	254.81
M40	10.20	81.71	225.30	22967.08	281.07

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 133: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 28 días

28 DÍAS <i>(14-12-19)</i>		Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:3			
<i>Compresión (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
M41	10.25	82.52	217.55	22177.05	268.76
M42	10.25	82.52	217.90	22212.73	269.19
M43	10.3	83.32	242.95	24766.32	297.23
M44	10.25	82.52	220.60	22487.96	272.53
M45	10.25	82.52	248.85	25367.77	307.43

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 134: Resistencia a la Compresión de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Compresión – Lechada 1:3			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Compresión (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	195.78	8.67	4.43
21	264.90	11.48	4.33
28	283.03	18.04	6.38

Fuente: Elaboración propia

Ensayos de Tracción:

Cemento Tipo I – Patrón

Tabla N° 135: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo I – 7 días

7 DÍAS (23-10-19)						
Cemento TIPO I - Patrón						
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
I46	10.00	20.45	642.46	86.80	8848.39	13.77
I47	10.05	20.35	642.51	82.70	8430.44	13.12
I48	10.10	20.35	645.71	98.60	10051.28	15.57
I49	10.05	20.40	644.09	89.60	9133.82	14.18
I50	10.10	20.50	650.47	86.75	8843.30	13.60

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 136: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo I - 21 días

21 DÍAS (06-11-19)						
Cemento TIPO I - Patrón						
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
I51	10.00	20.3	637.74	110.65	11279.66	17.69
I52	10.00	20.20	634.60	115.65	11789.36	18.58
I53	10.10	20.4	647.30	123.80	12620.17	19.50
I54	10.00	20.40	640.89	100.15	10209.29	15.93
I55	10.00	20.30	637.74	100.95	10290.84	16.14

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 137: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo I - 28 días

28 DÍAS (13-11-19)						
Cemento TIPO I - Patrón						
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
I56	9.30	20.3	593.10	116.35	11860.72	20.00
I57	9.80	20.30	624.99	115.30	11753.68	18.81
I58	9.95	20.2	631.43	109.50	11162.43	17.68
I59	9.80	20.30	624.99	104.10	10611.95	16.98
I60	9.90	20.20	628.26	109.40	11152.24	17.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 138: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo I - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Tracción - Patrón			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Tracción (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	14.05	0.93	6.62
21	17.57	1.54	8.77
28	18.24	1.18	6.46

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo I – Lechada 1:2

Tabla N° 139: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - 7 días

7 DÍAS (02-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:2				
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Tracción (Kg/cm²)			Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
			Área Lateral (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	
I61	10.20	19.80	634.48	87.8	8950.33	14.11
I62	10.20	20.10	644.09	107.10	10917.77	16.95
I63	10.20	20.00	640.89	93.25	9505.91	14.83
I64	10.20	20.00	640.89	90.65	9240.86	14.42
I65	10.20	20.10	644.09	98.95	10086.96	15.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 140: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - 21 días

21 DÍAS (16-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:2				
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Tracción (Kg/cm²)			Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
			Área Lateral (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	
I66	10.25	20.10	647.25	91.3	9307.12	14.38
I67	10.25	20.10	647.25	118.35	12064.60	18.64
I68	10.20	20.15	645.69	118.25	12054.41	18.67
I69	10.15	20.00	637.74	117.35	11962.66	18.76
I70	10.30	20.10	650.41	112.95	11514.12	17.70

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 141: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - 28 días

28 DÍAS (23-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:2				
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Tracción (Kg/cm²)			Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
			Área Lateral (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	
I71	10.25	19.90	640.81	114.95	11718.00	18.29
I72	10.30	20.10	650.41	107.50	10958.55	16.85
I73	10.15	20.00	637.74	108.60	11070.68	17.36
I74	10.25	20.00	644.03	113.80	11600.77	18.01
I75	10.20	19.90	637.68	110.50	11264.37	17.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 142: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Tracción – Lechada 1:2			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Tracción (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	15.19	1.14	7.54
21	17.63	1.87	10.59
28	17.63	0.56	3.19

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo I – Lechada 1:3

Tabla N° 143: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - 7 días

7 DÍAS (05-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:3				
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Tracción (Kg/cm²)			Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
			Área Lateral (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	
I76	10.35	20.00	650.31	88.8	9052.27	13.92
I77	10.30	19.90	643.93	86.35	8802.52	13.67
I78	10.10	20.10	637.78	82.65	8425.34	13.21
I79	10.30	20.00	647.17	77.20	7869.77	12.16
I80	10.20	19.90	637.68	69.85	7120.51	11.17

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 144: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - 21 días

21 DÍAS (19-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:3				
Tracción (Kg/cm ²)						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
I81	10.20	20.00	640.89	84.5	8613.93	13.44
I82	10.20	20.20	647.30	95.05	9689.40	14.97
I83	10.25	20.10	647.25	87.20	8889.17	13.73
I84	10.30	20.10	650.41	100.20	10214.39	15.70
I85	10.20	20.00	640.89	101.70	10367.30	16.18

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 145: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - 28 días

28 DÍAS (26-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:3				
Tracción (Kg/cm ²)						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
I86	10.30	19.90	643.93	90.85	9261.25	14.38
I87	10.30	20.00	647.17	97.75	9964.64	15.40
I88	10.20	20.00	640.89	99.35	10127.74	15.80
I89	10.30	20.00	647.17	101.15	10311.23	15.93
I90	10.25	20.00	644.03	103.45	10545.69	16.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 146: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Tracción – Lechada 1:3			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Tracción (Kg/cm ²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	12.83	1.15	8.94
21	14.80	1.20	8.08
28	15.58	0.75	4.84

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ico – Patrón

Tabla N° 147: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ico - 7 días

7 DÍAS <i>(11-10-19)</i>		Cemento TIPO ICO - Patrón			
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm²)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
R46	9.95	20.40	637.68	6738.00	10.57
R47	10.00	20.30	637.74	8839.00	13.86
R48	10.00	20.40	640.89	8047.00	12.56
R49	10.00	20.50	644.03	7033.00	10.92
R50	10.05	20.40	644.09	7685.00	11.93

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 148: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ico - 21 días

21 DÍAS <i>(27-10-19)</i>		Cemento TIPO ICO - Patrón				
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
R51	10.10	20.55	652.05	100.65	10260.26	15.74
R52	10.10	20.20	640.95	107.45	10953.45	17.09
R53	10.05	20.25	639.35	99.45	10137.93	15.86
R54	10.15	20.45	652.09	100.20	10214.39	15.66
R55	10.05	20.30	640.93	103.10	10510.01	16.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 149: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ico - 28 días

28 DÍAS <i>(03-11-19)</i>		Cemento TIPO ICO - Patrón				
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
R56	9.80	20.20	621.91	117.35	11962.66	19.24
R57	9.80	20.30	624.99	107.85	10994.23	17.59
R58	9.70	20.20	615.57	111.90	11407.09	18.53
R59	9.70	20.20	615.57	105.25	10729.19	17.43
R60	9.70	20.20	615.57	119.95	12227.70	19.86

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 150: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ico - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Tracción – Patrón			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Tracción (Kg/cm ²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	11.97	1.32	11.05
21	16.15	0.60	3.71
28	18.53	1.05	5.64

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ico – Lechada 1:2

Tabla N° 151: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - 7 días

7 DÍAS (13-11-19)		Cemento TIPO ICO - Lechada de Cemento 1:2				
Tracción (Kg/cm ²)						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm ²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
R61	10.00	19.90	625.18	81.30	8287.72	13.26
R62	10.20	20.10	644.09	79.50	8104.23	12.58
R63	10.25	20.1	647.25	82.20	8379.47	12.95
R64	10.25	20.10	647.25	65.05	6631.20	10.25
R65	10.30	20.00	647.17	82.35	8394.76	12.97

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 152: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - 21 días

21 DÍAS (27-11-19)		Cemento TIPO ICO - Lechada de Cemento 1:2				
Tracción (Kg/cm ²)						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm ²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
R66	10.20	20.00	640.89	83.50	8511.99	13.28
R67	10.25	20.00	644.03	97.85	9974.83	15.49
R68	10.20	20.00	640.89	104.60	10662.92	16.64
R69	10.25	20.00	644.03	96.25	9811.73	15.23
R70	10.25	19.90	640.81	97.90	9979.93	15.57

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 153: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - 28 días

28 DÍAS (04-12-19)		Cemento TIPO ICO - Lechada de Cemento 1:2				
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Tracción (Kg/cm ²)			Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
			Área Lateral (cm ²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	
R71	10.20	20.10	644.09	116.35	11860.72	18.41
R72	10.17	20.00	639.00	95.55	9740.37	15.24
R73	10.30	19.90	643.93	107.70	10978.94	17.05
R74	10.23	20.10	645.99	107.85	10994.23	17.02
R75	10.23	20.15	647.59	117.80	12008.53	18.54

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 154: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Tracción – Lechada 1:2				
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Tracción (Kg/cm ²)	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación	
7	12.40	1.23	9.91	
21	15.24	1.22	8.01	
28	17.25	1.34	7.75	

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ico – Lechada 1:3

Tabla N° 155: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - 7 días

7 DÍAS (16-11-19)		Cemento TIPO ICO - Lechada de Cemento 1:3				
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Tracción (Kg/cm ²)			Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
			Área Lateral (cm ²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	
R76	10.35	20.10	653.56	75.25	7670.99	11.74
R77	10.30	20.10	650.41	75.30	7676.08	11.80
R78	10.20	20.00	640.89	77.00	7849.38	12.25
R79	10.35	20.00	650.31	78.80	8032.87	12.35
R80	10.30	20.10	650.41	66.30	6758.62	10.39

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 156: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - 21 días

21 DÍAS (30-11-19)		Cemento TIPO ICO - Lechada de Cemento 1:3				
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
R81	10.15	20.00	637.74	92.30	9409.06	14.75
R82	10.10	20.00	634.60	71.20	7258.13	11.44
R83	10.10	20.10	637.78	91.60	9337.70	14.64
R84	10.15	20.10	640.93	85.60	8726.06	13.61
R85	10.15	20.20	644.12	81.45	8303.01	12.89

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 157: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - 28 días

28 DÍAS (07-12-19)		Cemento TIPO ICO - Lechada de Cemento 1:3				
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
R86	10.20	20.01	641.21	97.55	9944.25	15.51
R87	10.20	20.00	640.89	83.00	8461.02	13.20
R88	10.25	20.00	644.03	89.70	9144.02	14.20
R89	10.20	20.00	640.89	83.25	8486.51	13.24
R90	10.20	20.01	641.21	97.50	9939.15	15.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 158: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Tracción – Lechada 1:3			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Tracción (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	11.71	0.78	6.69
21	13.47	1.37	10.17
28	14.33	1.14	7.98

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ms – Patrón

Tabla N° 159: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ms - 7 días

7 DÍAS (11-10-19)		Cemento TIPO MS - Patrón			
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>					
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm²)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
M46	10.00	20.50	644.03	8778.00	13.63
M47	10.05	20.60	650.41	7631.00	11.73
M48	10.10	20.60	653.64	9658.00	14.78
M49	9.95	20.30	634.56	7590.00	11.96
M50	10.00	20.40	640.89	8517.00	13.29

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 160: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ms - 21 días

21 DÍAS (27-10-19)		Cemento TIPO MS - Patrón				
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
M51	10.00	20.20	634.60	111.55	11371.41	17.92
M52	9.90	20.60	640.70	120.55	12288.87	19.18
M53	10.00	20.60	647.17	118.50	12079.89	18.67
M54	10.00	20.30	637.74	119.80	12212.41	19.15
M55	10.10	20.40	647.30	110.00	11213.40	17.32

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 161: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ms - 28 días

28 DÍAS (03-11-19)		Cemento TIPO MS - Patrón				
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
M56	9.70	20.40	621.66	132.60	8778.00	14.12
M57	9.70	20.40	621.66	101.15	7631.00	12.28
M58	9.70	20.30	618.61	121.25	9658.00	15.61
M59	9.80	20.40	628.07	115.20	7590.00	12.08
M60	9.70	20.30	618.61	135.20	8517.00	13.77

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 162: Resistencia a la Tracción de probetas patrón con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Tracción – Patrón			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Tracción (Kg/cm ²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	13.08	1.25	9.59
21	18.45	0.81	4.39
28	13.57	1.45	10.67

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ms – Lechada 1:2

Tabla N° 163: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 7 días

7 DÍAS (20-11-19)						
Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:2						
Tracción (Kg/cm ²)						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm ²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
M61	10.25	20.10	647.25	91.30	9307.12	14.38
M62	10.25	20.10	647.25	80.30	8185.78	12.65
M63	10.30	20.10	650.41	80.90	8246.95	12.68
M64	10.30	20.10	650.41	80.85	8241.85	12.67
M65	10.30	20.00	647.17	94.20	9602.75	14.84

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 164: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 21 días

21 DÍAS (04-12-19)						
Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:2						
Tracción (Kg/cm ²)						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm ²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
M66	10.23	20.10	645.99	102.00	10397.88	16.10
M67	10.25	20.00	644.03	111.95	11412.18	17.72
M68	10.25	20.10	647.25	104.80	10683.31	16.51
M69	10.25	20.10	647.25	109.10	11121.65	17.18
M70	10.27	20.00	645.28	89.85	9159.31	14.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 165: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 28 días

28 DÍAS (11-12-19)		Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:2				
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm ²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
M71	10.20	20.01	641.21	91.55	9332.61	14.55
M72	10.20	20.00	640.89	93.45	9526.29	14.86
M73	10.15	20.00	637.74	99.95	10188.90	15.98
M74	10.23	20.01	642.78	79.85	8139.91	12.66
M75	10.20	20.00	640.89	101.50	10346.91	16.14

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 166: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Tracción – Lechada 1:2				
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Tracción (Kg/cm ²)	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación	
7	13.44	1.08	8.01	
21	16.34	1.35	8.27	
28	14.84	1.40	9.42	

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ms – Lechada 1:3

Tabla N° 167: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 7 días

7 DÍAS (22-11-19)		Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:3				
<i>Tracción (Kg/cm²)</i>						
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Lateral (cm ²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
M76	10.30	20.00	647.17	79.80	8134.81	12.57
M77	10.25	20.00	644.03	70.05	7140.90	11.09
M78	10.30	20.10	650.41	71.40	7278.52	11.19
M79	10.40	20.10	656.72	88.45	9016.59	13.73
M80	10.25	20.00	644.03	91.70	9347.90	14.51

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 168: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 21 días

21 DÍAS <i>(06-12-19)</i>		Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:3				
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Tracción (Kg/cm²)			Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
			Área Lateral (cm²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	
M81	10.18	20.01	639.64	88.85	9057.37	14.16
M82	10.20	20.01	641.21	82.25	8384.57	13.08
M83	10.20	20.01	641.21	97.25	9913.67	15.46
M84	10.20	20.00	640.89	96.80	9867.79	15.40
M85	10.20	20.01	641.21	90.35	9210.28	14.36

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 169: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 28 días

28 DÍAS <i>(14-12-19)</i>		Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:3				
Muestra	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Tracción (Kg/cm²)			Resistencia a la Tracción (kg/cm²)
			Área Lateral (cm²)	Carga en (KN)	Carga en (Kg/f)	
M86	10.30	20.00	647.17	89.15	9087.95	14.04
M87	10.30	20.00	647.17	107.15	10922.87	16.88
M88	10.25	20.10	647.25	101.00	10295.94	15.91
M89	10.35	20.20	656.81	97.85	9974.83	15.19
M90	10.35	20.20	656.81	112.85	11503.93	17.51

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 170: Resistencia a la Tracción de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Tracción – Lechada 1:3			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Tracción (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	12.62	1.52	12.03
21	14.49	0.99	6.80
28	15.91	1.37	8.62

Fuente: Elaboración propia

Ensayos de Adherencia:

Cemento Tipo I – Lechada 1:2

Tabla N° 171: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - 7 días

7 DÍAS (02-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:2				
Adherencia (Kg/cm ²)						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm ²)
I16	7.2	5	226.20	198.10	20194.31	89.28
I17	7.2	5	226.20	181.05	18456.24	81.59
I18	7.2	5	226.20	165.85	16906.75	74.74
I19	7.2	5	226.20	167.40	17064.76	75.44
I20	7.2	5	226.20	150.45	15336.87	67.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 172: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - 21 días

21 DÍAS (16-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:2				
Adherencia (Kg/cm ²)						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm ²)
I21	7.2	5	226.20	181.70	18522.50	81.89
I22	7.2	5	226.20	187.80	19144.33	84.64
I23	7.2	5	226.20	194.75	19852.82	87.77
I24	7.2	5	226.20	242.40	24710.26	109.24
I25	7.2	5	226.20	195.55	19934.37	88.13

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 173: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - 28 días

28 DÍAS (23-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:2				
Adherencia (Kg/cm ²)						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm ²)
I26	7.2	5	226.20	173.45	17681.49	78.17
I27	7.2	5	226.20	240.35	24501.28	108.32
I28	7.2	5	226.20	217.40	22161.76	97.98
I29	7.2	5	226.20	212.40	21652.06	95.72
I30	7.2	5	226.20	203.70	20765.18	91.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 174: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo I - Datos estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Adherencia - Lechada 1:2			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Adherencia (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	77.77	8.08	10.39
21	90.33	10.87	12.04
28	94.40	10.94	11.59

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo I – Lechada 1:3

Tabla N° 175: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - 7 días

7 DÍAS (05-11-19)						
Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:3						
Adherencia (Kg/cm²)						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm²)
I31	7.2	5	226.20	147.80	15066.73	66.61
I32	7.2	5	226.20	154.65	15765.02	69.70
I33	7.2	5	226.20	159.50	16259.43	71.88
I34	7.2	5	226.20	163.50	16667.19	73.68
I35	7.2	5	226.20	146.80	14964.79	66.16

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 176: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - 21 días

21 DÍAS (19-11-19)						
Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:3						
Adherencia (Kg/cm²)						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm²)
I36	7.2	5	226.20	191.40	19511.32	86.26
I37	7.2	5	226.20	168.20	17146.31	75.80
I38	7.2	5	226.20	193.15	19689.71	87.05
I39	7.2	5	226.20	166.10	16932.23	74.86
I40	7.2	5	226.20	185.80	18940.45	83.73

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 177: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - 28 días

28 DÍAS (26-11-19)		Cemento TIPO I - Lechada de Cemento 1:3				
Adherencia (Kg/cm ²)						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm ²)
I41	7.2	5	226.20	221.15	22544.03	99.67
I42	7.2	5	226.20	212.80	21692.83	95.90
I43	7.2	5	226.20	209.05	21310.56	94.21
I44	7.2	5	226.20	198.80	20265.67	89.59
I45	7.2	5	226.20	184.65	18823.22	83.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 178: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo I - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Adherencia - Lechada 1:3			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Adherencia (Kg/cm ²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	69.61	3.27	4.69
21	81.54	5.81	7.12
28	92.52	6.33	6.85

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ico – Lechada 1:2

Tabla N° 179: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - 7 días

7 DÍAS (13-11-19)		Cemento TIPO Ico - Lechada de Cemento 1:2				
Adherencia (Kg/cm ²)						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm ²)
R16	7.2	5	226.20	183.55	18711.09	82.72
R17	7.2	5	226.20	175.05	17844.60	78.89
R18	7.2	5	226.20	186.40	19001.62	84.01
R19	7.2	5	226.20	206.00	20999.64	92.84
R20	7.2	5	226.20	170.65	17396.06	76.91

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 180: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - 21 días

21 DÍAS <i>(27-11-19)</i>		Cemento TIPO Ico - Lechada de Cemento 1:2				
<i>Adherencia (Kg/cm²)</i>						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm ²)
R21	7.2	5	226.20	215.3	21947.68	97.03
R22	7.2	5	226.20	194.95	19873.20	87.86
R23	7.2	5	226.20	207.05	21106.68	93.31
R24	7.2	5	226.20	206.30	21030.22	92.97
R25	7.2	5	226.20	195.00	19878.30	87.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 181: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - 28 días

28 DÍAS <i>(04-12-19)</i>		Cemento TIPO Ico - Lechada de Cemento 1:2				
<i>Adherencia (Kg/cm²)</i>						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm ²)
R26	7.2	5	226.20	214.45	21861.03	96.65
R27	7.2	5	226.20	234.05	23859.06	105.48
R28	7.2	5	226.20	229.00	23344.26	103.20
R29	7.2	5	226.20	221.25	22554.23	99.71
R30	7.2	5	226.20	229.85	23430.91	103.59

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 182: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ico - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Adherencia - Lechada 1:2			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Adherencia (Kg/cm ²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	83.07	6.16	7.42
21	91.81	3.93	4.28
28	101.73	3.52	3.46

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ico – Lechada 1:3

Tabla N° 183: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - 7 días

7 DÍAS <i>(16-11-19)</i>		Cemento TIPO Ico - Lechada de Cemento 1:3				
<i>Adherencia (Kg/cm²)</i>						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm ²)
R31	7.2	5	226.20	162.00	16514.28	73.01
R32	7.2	5	226.20	162.10	16524.47	73.05
R33	7.2	5	226.20	166.55	16978.11	75.06
R34	7.2	5	226.20	155.00	15800.70	69.85
R35	7.2	5	226.20	170.45	17375.67	76.82

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 184: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - 21 días

21 DÍAS <i>(30-11-19)</i>		Cemento TIPO Ico - Lechada de Cemento 1:3				
<i>Adherencia (Kg/cm²)</i>						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm ²)
R36	7.2	5	226.20	218.75	22299.38	98.58
R37	7.2	5	226.20	206.65	21065.90	93.13
R38	7.2	5	226.20	178.35	18181.00	80.38
R39	7.2	5	226.20	188.45	19210.59	84.93
R40	7.2	5	226.20	181.75	18527.60	81.91

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 185: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - 28 días

28 DÍAS <i>(07-12-19)</i>		Cemento TIPO Ico - Lechada de Cemento 1:3				
<i>Adherencia (Kg/cm²)</i>						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm ²)
R41	7.2	5	226.20	200.60	20449.16	90.40
R42	7.2	5	226.20	177.45	18089.25	79.97
R43	7.2	5	226.20	199.50	20337.03	89.91
R44	7.2	5	226.20	192.90	19664.23	86.93
R45	7.2	5	226.20	195.15	19893.59	87.95

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 186: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ico - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Adherencia - Lechada 1:3			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Adherencia (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	73.56	2.61	3.54
21	87.79	7.79	8.87
28	87.03	4.19	4.82

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ms – Lechada 1:2

Tabla N° 187: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 7 días

7 DÍAS (20-11-19)						
Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:2						
Adherencia (Kg/cm²)						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm²)
M16	7.2	5	226.20	201.60	20551.10	90.86
M17	7.2	5	226.20	166.60	16983.20	75.08
M18	7.2	5	226.20	213.15	21728.51	96.06
M19	7.2	5	226.20	201.85	20576.59	90.97
M20	7.2	5	226.20	172.85	17620.33	77.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 188: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 21 días

21 DÍAS (04-12-19)						
Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:2						
Adherencia (Kg/cm²)						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm²)
M21	7.2	5	226.20	245.55	25031.37	110.66
M22	7.2	5	226.20	221.50	22579.71	99.82
M23	7.2	5	226.20	251.10	25597.13	113.16
M24	7.2	5	226.20	223.10	22742.81	100.55
M25	7.2	5	226.20	215.65	21983.36	97.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 189: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - 28 días

28 DÍAS (11-12-19)		Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:2				
<i>Adherencia (Kg/cm²)</i>						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm ²)
M26	7.2	5	226.20	257.95	26295.42	116.25
M27	7.2	5	226.20	236.35	24093.52	106.52
M28	7.2	5	226.20	220.35	22462.48	99.31
M29	7.2	5	226.20	222.50	22681.65	100.27
M30	7.2	5	226.20	217.50	22171.95	98.02

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 190: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:2 con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Adherencia - Lechada 1:2			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Adherencia (Kg/cm ²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	86.17	9.14	10.61
21	104.28	7.14	6.84
28	104.07	7.55	7.26

Fuente: Elaboración propia

Cemento Tipo Ms – Lechada 1:3

Tabla N° 191: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 7 días

7 DÍAS (22-11-19)		Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:3				
<i>Adherencia (Kg/cm²)</i>						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm ²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm ²)
M31	7.2	5	226.20	165.15	16835.39	74.43
M32	7.2	5	226.20	161.30	16442.92	72.69
M33	7.2	5	226.20	146.00	14883.24	65.80
M34	7.2	5	226.20	152.80	15576.43	68.86
M35	7.2	5	226.20	156.75	15979.10	70.64

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 192: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 21 días

21 DÍAS <i>(06-12-19)</i>		Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:3				
<i>Adherencia (Kg/cm²)</i>						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm²)
M36	7.2	5	226.20	218.65	22289.18	98.54
M37	7.2	5	226.20	207.95	21198.42	93.72
M38	7.2	5	226.20	205.55	20953.77	92.64
M39	7.2	5	226.20	204.25	20821.25	92.05
M40	7.2	5	226.20	225.30	22967.08	101.54

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 193: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - 28 días

28 DÍAS <i>(14-12-19)</i>		Cemento TIPO MS - Lechada de Cemento 1:3				
<i>Adherencia (Kg/cm²)</i>						
Muestra	RADIO MAYOR (CM)	RADIO MENOR (CM)	Área (cm²)	Carga (KN)	Carga en (Kg/f)	Resistencia a la Adherencia (kg/cm²)
M41	7.2	5	226.20	217.55	22177.05	98.04
M42	7.2	5	226.20	217.90	22212.73	98.20
M43	7.2	5	226.20	242.95	24766.32	109.49
M44	7.2	5	226.20	220.60	22487.96	99.42
M45	7.2	5	226.20	248.85	25367.77	112.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 194: Resistencia a la Adherencia de probetas con lechada 1:3 con cemento tipo Ms - Datos Estadísticos

Control Estadístico de la Resistencia a la Adherencia - Lechada 1:3			
Días de Curado	Resistencia Promedio a la Adherencia (Kg/cm²)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
7	70.49	3.36	4.76
21	95.70	4.15	4.33
28	103.46	6.80	6.58

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Ficha técnica cemento portland tipo Ico



Cemento Portland compuesto tipo ICo. Requisitos Normalizados

NTP 334.090 / Resultado promedio de nuestros productos.

Propiedades Químicas

QUÍMICOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
MgO (%)	6.0 máx.	2.2
SO ₃ (%)	4.0 máx.	2.3

Propiedades Físicas

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Contenido de aire del mortero (Volumen %)	12 máx.	5
Superficie específica (cm ² /g)	A	5920
Retenido M325 (%)	A	1.7
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.07
Contracción en autoclave (%)	0.20 máx.	0.00
Densidad (g/mL)	A	2.94
Resistencia a la compresión min, (MPa)		
1 día	A	9.8
3 días	13.0	22.1
7 días	20.0	29.7
28 días	25.0	37.9
Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	123
Final, no mayor que:	420	252

A No específica.

Anexo 4: Ficha técnica cemento portland tipo MS



Cemento Portland tipo MS(MH) Requisitos Normalizados

NTP 334.082 / Resultado promedio de nuestros productos.

Propiedades Físicas

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Contenido de aire del mortero (Volumen %)	12 máx.	6
Superficie específica (cm ² /g)	A	4820
Retenido M325 (%)	A	1.7
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.06
Contracción en autoclave (%)	0.20 máx.	0.00
Densidad (g/mL)	A	2.99
Resistencia a la compresión min. (MPa)		
1 día	A	9.3
3 días	11	22.3
7 días	18	32.5
28 días ⁽¹⁾	28	44.1
Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	155
Final, no mayor que:	420	279

Propiedades de desempeño

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Expansión de la barra de mortero (%) ⁽²⁾	0.020 máx.	0.007
Resistencia a la expansión de sulfatos (%) a 6 meses ⁽³⁾	0.10 máx.	0.04
Calor de hidratación a 7 días (kcal/kg) ⁽⁴⁾	70 máx.	63

A No específica.

(1) Requisito opcional.

(2) Método de ensayo NTP 334.093

(3) Método de ensayo NTP 334.094

(4) Método de ensayo NTP 334.064

Anexo 5: Ficha técnica cemento portland tipo I



Cemento Portland tipo I

Requisitos Normalizados

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

Resultado promedio de nuestros productos.

Propiedades Químicas

QUÍMICOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
MgO (%)	6.0 máx.	2.2
SO ₃ (%)	3.0 máx.	2.7
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	3.1
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.7

Propiedades Físicas

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Contenido de aire del mortero (Volumen %)	12 máx.	6
Superficie específica (cm ² /g)	2600 mín.	3810
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.12
Densidad (g/ml)	A	3.12
Resistencia a la compresión min. (MPa)		
1 día	A	15.8
3 días	12.0	30.3
7 días	19.0	37.0
28 días ⁽¹⁾	28.0	42.1
Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	110
Final, no mayor que:	375	238

A No especifica.

(1) Requisito opcional.

Anexo 6: Precios de cemento

The screenshot shows the MAESTRO website interface. At the top, there is a search bar with the text 'cemento pacasmayo' and a magnifying glass icon. To the right of the search bar is a yellow box with the text 'FONOCOMPRAS 6310-310' and a mobile phone icon. Below the search bar is a navigation menu with the following items: 'PRODUCTOS', 'HAZLO CON MAESTRO', 'TIENDAS', 'TALLERES', 'CATÁLOGO', and 'SUSCRÍBETE'. On the left side, there is a 'CATEGORÍAS' button. The main content area is titled 'Resultados en Productos:' and displays four product listings:

Product Name	Price	SKU	Price Unit
CEMENTO PACASMAYO TICOEXTRAF	S/19.43	sku: 1132792	Precio en: Plura
CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALIT	S/23.64	sku: 1132806	Precio en: Plura
Cemento pacasmayo portland tipo v	S/35.37	sku: 1347934	Precio en: Plura
Cemento pacasmayo tipo i	S/23.80	sku: 1402579	Precio en: Cajamarca

Anexo 7: Norma técnica peruana NTP 400.012

NORMA TÉCNICA	NTP 400.012
PERUANA	2013
Comisión de Normalización y de Fiscalización de Bienes Comerciales no Armados - INDECOPI	
Calle de La Prota 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145	
	Lima, Perú

**AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado
fino, grueso y global**

AGGREGATES. Standard test method for sieve analysis of fine, coarse and global aggregates.

2013-01-16
3ª Edición

R.0006-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2013-02-01. Precio basado en 15 páginas.
I.C.S.: 91.100.30. ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptor: agregado, agregado grueso, agregado fino, serie, gradación, análisis por tamizado, análisis
granulométrico

© INDECOPI 2013

Anexo 8: Norma Técnica Peruana NTP 400.021

NORMA TECNICA	NTP 400.021
PERUANA	2002
Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI	
Calle de La Prom. 138, San Borja (Lima 41) Agrarado 145	
	Lima, Peru

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

AGGREGATES. Standard test method for specific gravity and absorption of coarse aggregate

2002-05-16
2ª Edición

R.0046-2002-INDECOPI-CRT. Publicada el 2002-05-30 Precio basado en 08 páginas
I.C.S.: 91.100.30 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptores: absorción, agregado, agregado grueso, peso específico

Anexo 9: Norma Técnica Peruana NTP 400.017

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 400.017 1999
Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145	Lima, Perú

**AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso
unitario del agregado**

AGGREGATE. Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate

1999-04-21
2ª Edición

R.0021-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 99-04-29 Precio basado en 16 páginas
I.C.S.: 91.100.30 ESTÁ NORMA ES RECOMENDABLE
Descripciones: Hormigón, Método de ensayo, Probetas cilíndricas, curado de la probeta

Anexo 10: Norma Técnica Peruana NTP 339.185

NORMA TÉCNICA NTP 339.185
PERUANA 2013

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para
contenido de humedad total evaporable de agregados por
secado

CONCRETE. Standard test method for total evaporable moisture content of aggregate by drying

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la norma ASTM C 566-13
Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying. Derecho de autor
de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por
autorización de ASTM International

2013-08-07
2ª Edición

R.0024-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2013-08-24. Precio basado en 08 páginas
I.C.S.: 91.100.30. ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptores: Agregados, secado, contenido de humedad
© ASTM 2013 - © INDECOPI 2013

Anexo 11: Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto

ASTM Internacional ha autorizado la traducción de esta norma pero no es responsable por la exactitud técnica o lingüística de la traducción. Sólo la edición inglesa que ASTM publicó y protege por la propiedad literaria debe ser considerada la versión oficial.
This Spanish standard is based on ASTM C 39/C 39M¹, Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens¹, 2008. Copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. Translated and reprinted pursuant to license agreement with ASTM International.
Esta norma en español está basada en la norma ASTM C 39/C 39M¹, Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto¹, 2008, esta norma está protegida por los derechos de autor de la ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. Traducida y reimpresa según el acuerdo de licencia con ASTM International.



Designación: C 39/C 39M – 05¹

Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto¹

Esta norma ha sido publicada bajo la designación fija C 39/C 39M; el número inmediatamente siguiente a la designación indica el año de adopción inicial o, en el caso de una revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reprobación. Una épsilon (ϵ) como superíndice un cambio de la editorial desde la última revisión o reprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su utilización por las agencias del Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

¹ NOTA—La nota 1 fue corregida editorialmente en setiembre de 2008.

1. Alcance²

1.1 Este método de ensayo trata sobre la determinación de la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindros moldeados y núcleos perforados. Se encuentra limitado al concreto que tiene un peso unitario mayor que 50 lb/ft³ [800 kg/m³].

1.2 Los valores indicados en unidades pulgada-libra o en unidades SI deben ser considerados como los estándares. Dentro del texto, las unidades SI se muestran entre corchetes. Los valores indicados en cada sistema no son exactamente equivalentes; por eso, cada sistema debe ser utilizado independientemente del otro. La combinación de valores de los dos sistemas puede resultar en una no conformidad con esta especificación.

1.3 Esta norma no pretende tener en cuenta todo lo relativo a seguridad. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias previo al uso. (Peligro—Deben ser provistos los medios para contener los fragmentos de concreto durante la rotura repentina de especímenes. La tendencia a una rotura repentina se incrementa con el aumento de la resistencia del concreto y es más probable cuando la máquina de ensayo es relativamente flexible. Las precauciones de seguridad dadas en el *Manual of Aggregate and Concrete Testing* son recomendadas.)

1.4 El texto de las notas de referencia de esta norma proveen material explicativo. Estas notas no serán consideradas como requerimientos de la norma.

2. Documentos citados

2.1 Normas ASTM²

- C 31/C 31M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field
- C 42/C 42M Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete
- C 192/C 192M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory
- C 617 Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens

² Este método de ensayo se encuentra bajo la jurisdicción del Comité C09 de ASTM sobre Concreto y Agregados de Concreto y es responsabilidad directa del Subcomité C09.01 sobre Ensayos de Resistencia de Concreto.

ASTM C881

Adhesives

Epoxy Resin Systems for Civil Engineering Applications

ASTM C881

“Standard Specification for Epoxy-Resin Based Bonding Systems for Concrete”

Replace or Repair? A restoration project properly executed and using the correct repair products can add years to the service life of a structure. The cost to properly repair a structure is often significantly less than the cost of replacement or further deterioration. However, a poorly designed repair project using the wrong products can result in a continuing, expensive headache. The American Society for Testing and Materials developed ASTM C881 to assist engineers, architects and contractors select resin systems best suited for a particular application.

This specification defines a classification system for epoxy resins and is routinely referenced in civil engineering projects. Seven **Types** are listed, based on application and physical properties such as compressive strength, modulus and bond strength. For each **Type** of epoxy system, the specification describes three **Grades** according to viscosity and sag resistance.

- Grade 1:** Low Viscosity (2,000 cps max.)
- Grade 2:** Medium Viscosity (2,000 – 10,000 cps)
- Grade 3:** Non-Sag (1/4" sag resistance)

The epoxy systems are further characterized by **Class**, which indicates the temperature range in which the epoxy can be applied. As an example, Class A products are designed for use below 40 degrees F., Class B products are for use between 40-60 degrees F., and Class C products are for use above 60 degrees F. **Epoxy Chemicals, Inc.** provides epoxy curing agents used to formulate the **Types, Grades and Classes** commonly used in civil engineering applications.

Epoxy Chemicals amine curing agents, A-6 Polyamine, FB-31 Polyamine, and FS-290 Polyamine, are used in the formulation of the following ASTM C881 epoxies:

- Type I – Bonding hardened concrete to hardened concrete (non-load bearing).**
- Type II – Bonding fresh concrete to hardened concrete (non-load bearing)**
- Type III – Bonding skid resistant materials to hardened concrete (low modulus)**
- Type IV – Bonding hardened concrete to hardened concrete (load bearing)**
- Type V – Bonding fresh concrete to hardened concrete (load bearing)**
- Type VI – Bonding and sealing segmental pre-cast elements with internal tendons and span by span erection.**
- Type VII – Sealing segmental pre-cast elements.**

Anexo 13: Panel fotográfico



Fotografía N° 1: Granulometría de Agregado Fino



Fotografía N° 2: Granulometría de Agregado Grueso



Fotografía N° 3: Peso Unitario Suelto Agregado Fino



Fotografía N° 4: Peso Unitario Suelto Agregado grueso



Fotografía N° 5: Peso Unitario Compactado de Agregado Fino



*Fotografía N° 6: Peso Unitario Compactado de
agregado grueso*



Fotografía N° 7: Contenido de Humedad del Agregado Fino



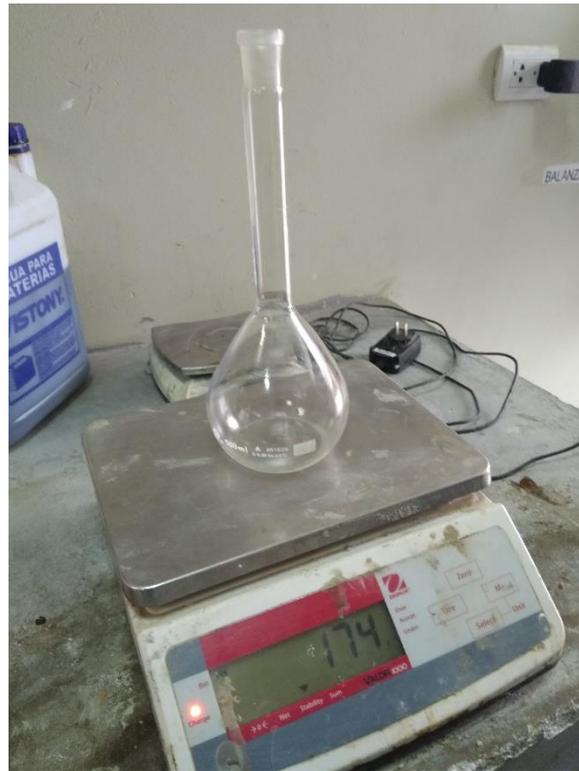
Fotografía N° 8: Contenido de Humedad Agregado Grueso



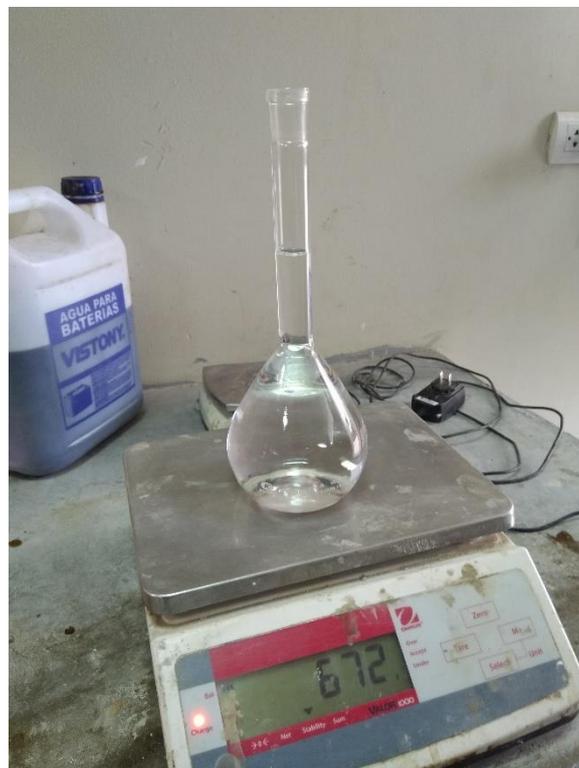
Fotografía N° 9: ensayo para humedad superficial



*Fotografía N° 10: Agregado fino en condición saturada
superficialmente seca*



Fotografía N° 11: Peso de Fiola



Fotografía N° 12: Peso de Fiola más agua



Fotografía N° 13: Peso de agregado para la Fiola



Fotografía N° 14: Peso de Fiola más muestra



Fotografía N° 15: Pesaje de Agregado grueso para peso específico



Fotografía N° 16: Peso Sumergido del Agregado Grueso



*Fotografía N° 17: Moldes 4x8" para
probetas patrón*



Fotografía N° 18: Molde cortados transversalmente



Fotografía N° 19: Rociado de cal a la fosa de curado



Fotografía N° 20: Cono de Abrahams



Fotografía N° 21: Cono de Abrahams - Asentamiento 4"



Fotografía N° 22: Mezcla de Concreto en Trompo Mezclador



Fotografía N° 23: Vaciado y encofrado de probetas patrón



Fotografía N° 24: Vaciado y llenado de probetas patrón - 2



Fotografía N° 25: Vaciado y llenado de probetas cortadas transversalmente – primera mitad



Fotografía N° 26: Encofrado de la primera mitad de probetas para las lechadas



Fotografía N° 27: Preparación de lechada cementicia



Fotografía N° 28: Primera mitad de probeta con lechada cementicia



Fotografía N° 29: Vaciado y llenado de probetas - segunda mitad



Fotografía N° 30: Probeta con lechada cementicia desencofrada



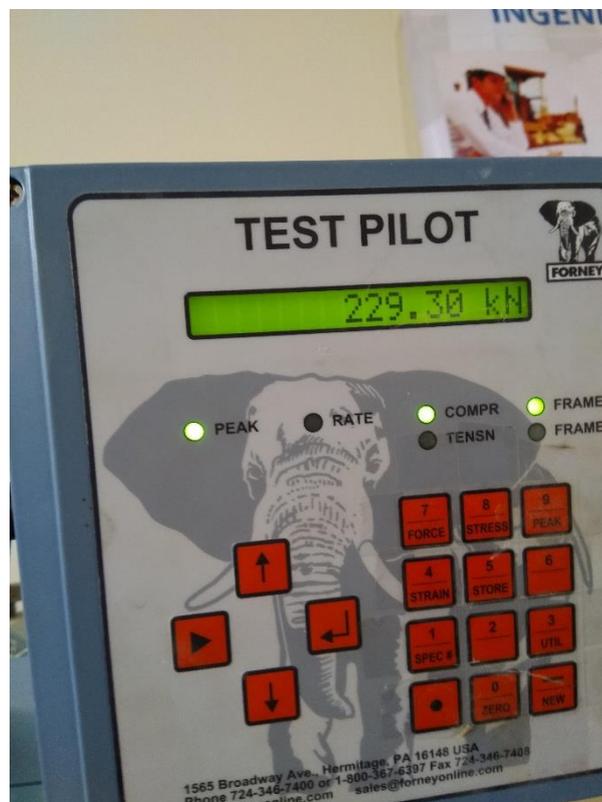
Fotografía N° 31: Probeta con lechada cementicia desencofrada



Fotografía N° 32: Probeta patrón sometida a ensayo de compresión



Fotografía N° 33: Probeta patrón después de haber sido sometida a compresión



Fotografía N° 34: Resultado de probeta patrón sometida a compresión



Fotografía N° 35: Probeta con lechada cementicia sometida ensayo de compresión



Fotografía N° 36: Probeta con lechada cementicia después de ser sometida a ensayo de compresión



Fotografía N° 37: Resultados de probeta con lechada cementicia sometida a ensayo de compresión



Fotografía N° 38: Probeta patrón sometida a ensayo de tracción



Fotografía N° 39: Probeta patrón después de ser sometida a ensayo de tracción



Fotografía N° 40: Resultado de Probeta patrón después de ser sometida a ensayo de tracción



Fotografía N° 41: Probeta con lechada cementicia sometida a fuerza de tracción



Fotografía N° 42: Probeta con lechada cementicia después de haber sido sometida a tracción



Fotografía N° 43: Resultado de probeta con lechada cementicia sometida a tracción



Fotografía N° 44: Vista interna de probeta patrón sometida a tracción



Fotografía N° 45: Vista interna de probeta con lechada cementicia sometida a tracción



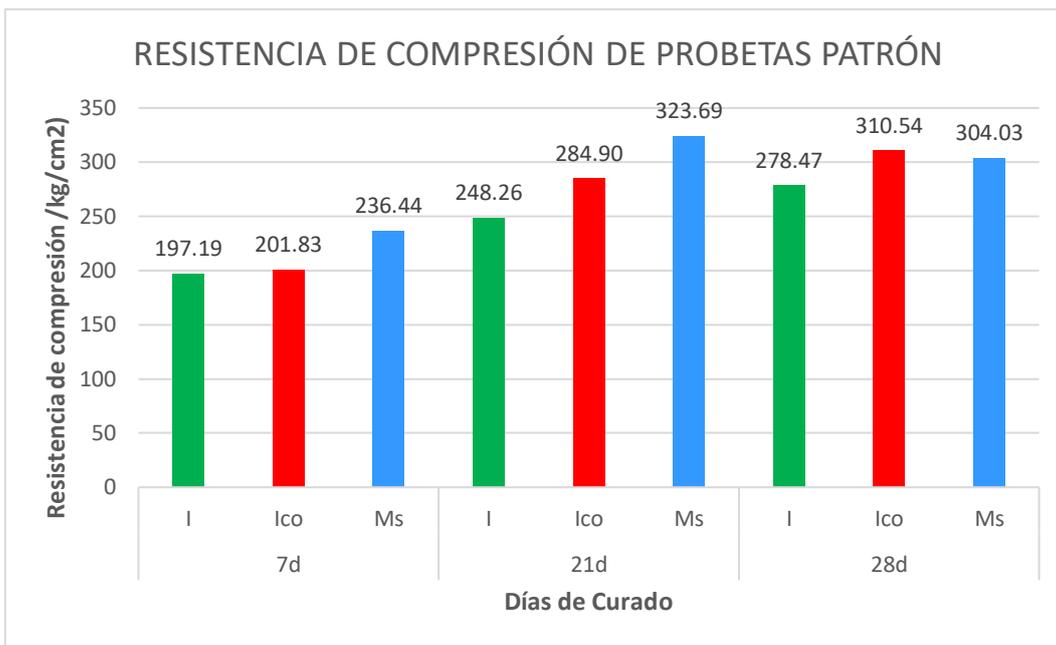
Fotografía N° 46: Probeta sometida al curado



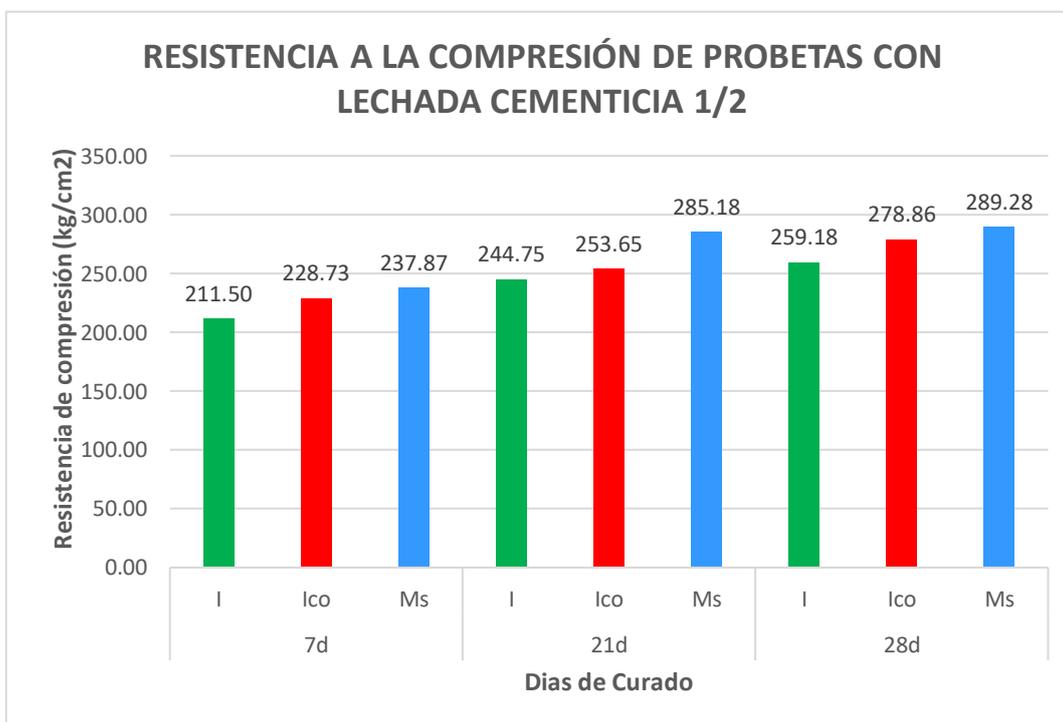
Fotografía N° 47: Rotulado de probetas para ser sometidas a ensayo de compresión



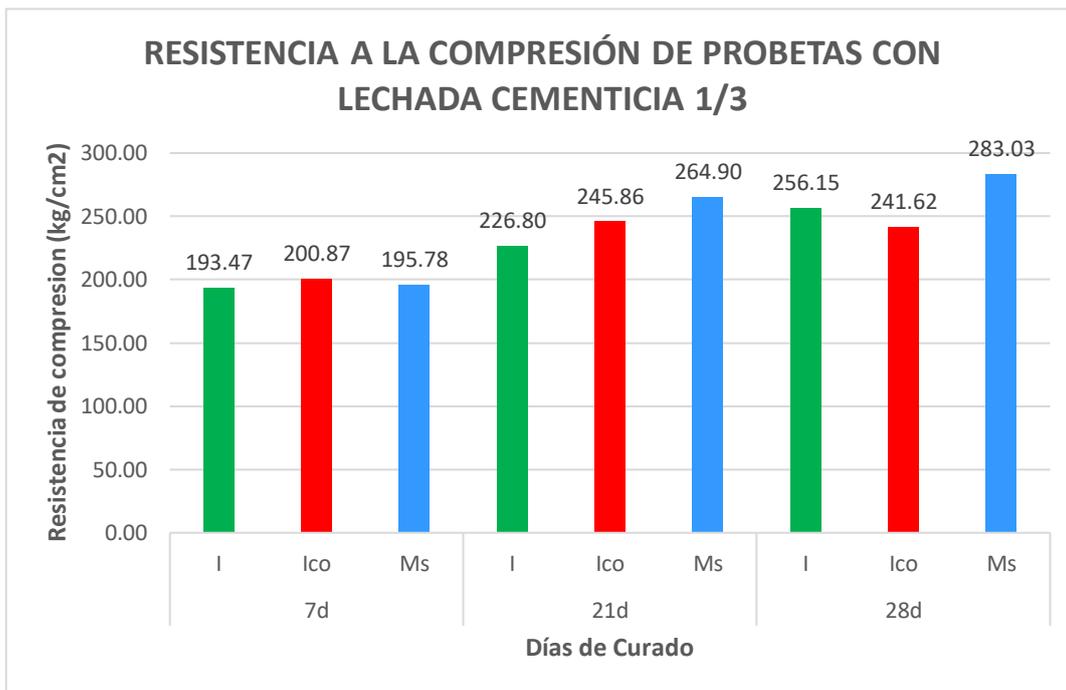
Fotografía N° 48: Señalización de probetas para ensayo de tracción



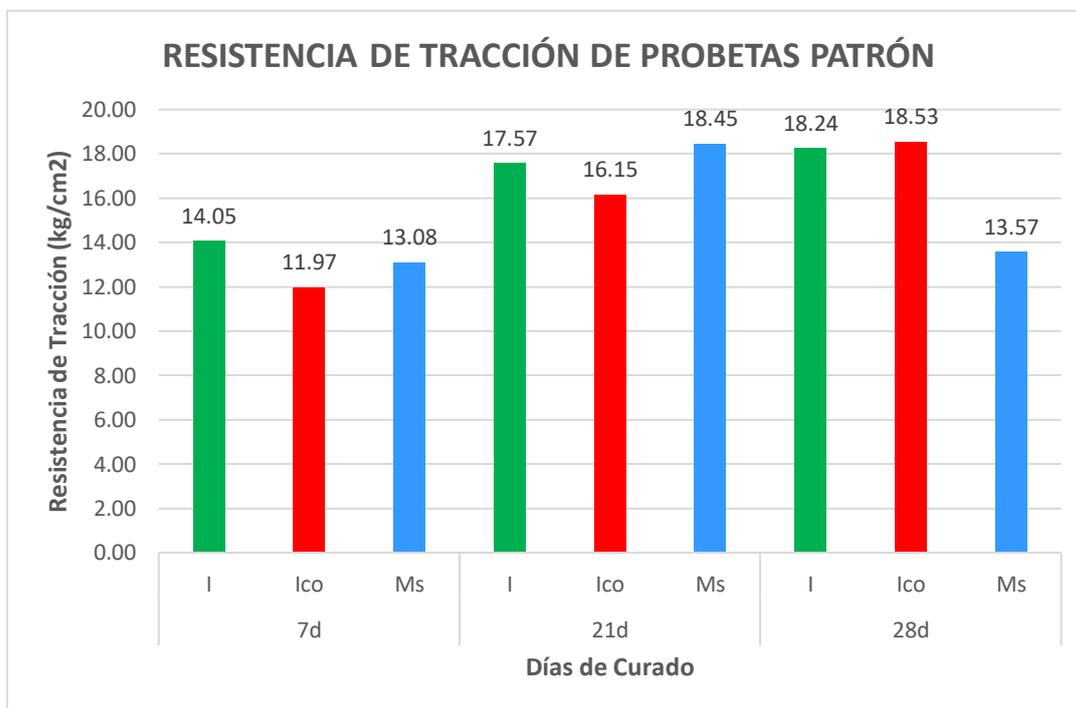
Fotografía N° 49: Gráfica comparativa de resistencia a la compresión de probetas patrón con su respectivo cemento a diferentes edades de curado



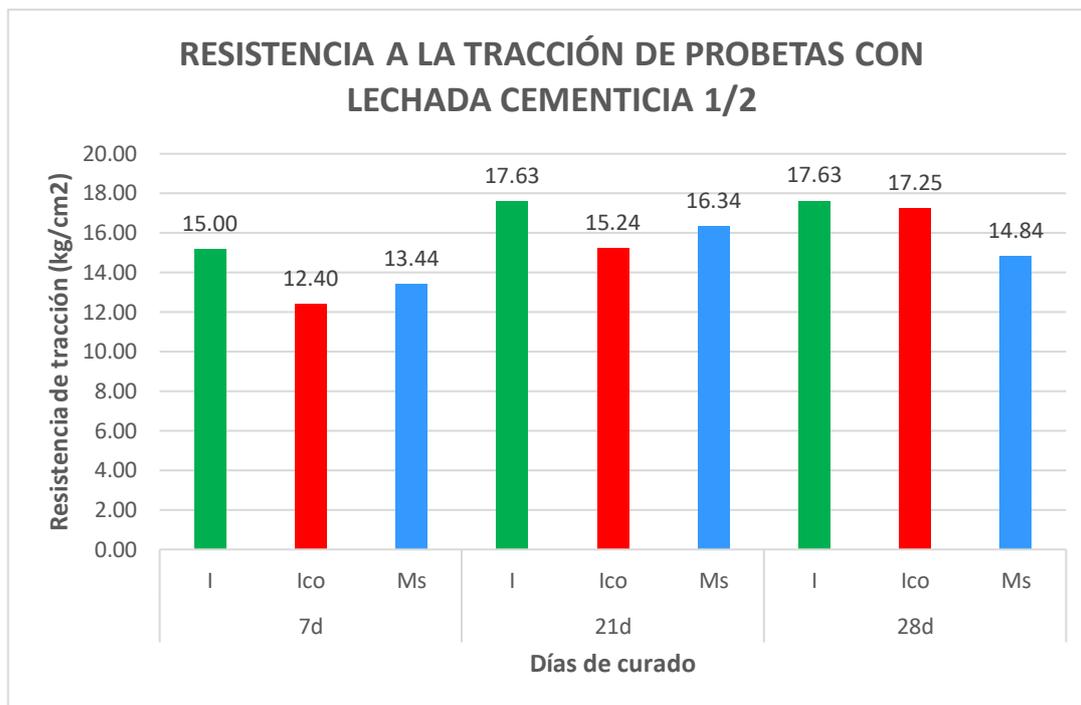
Fotografía N° 50: Gráfica comparativa de resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:2 con su respectivo cemento a diferentes edades de curado



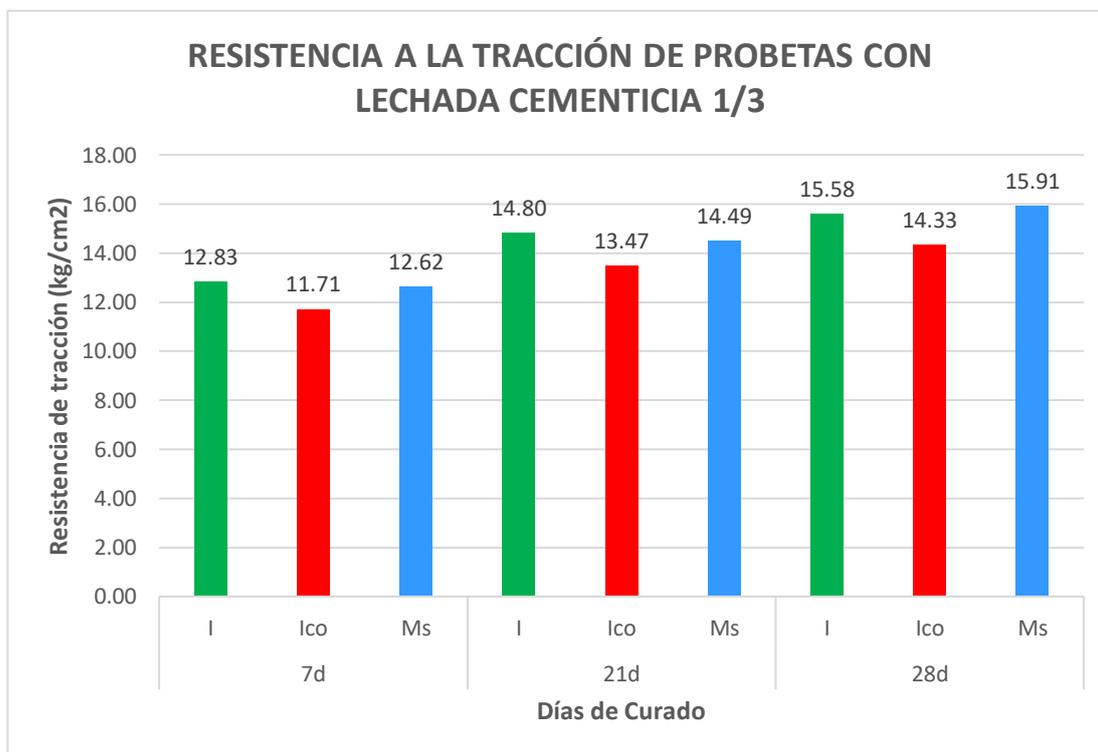
Fotografía N° 51: Gráfica comparativa de resistencia a la compresión de probetas con lechada 1:3 con su respectivo cemento a diferentes edades de curado



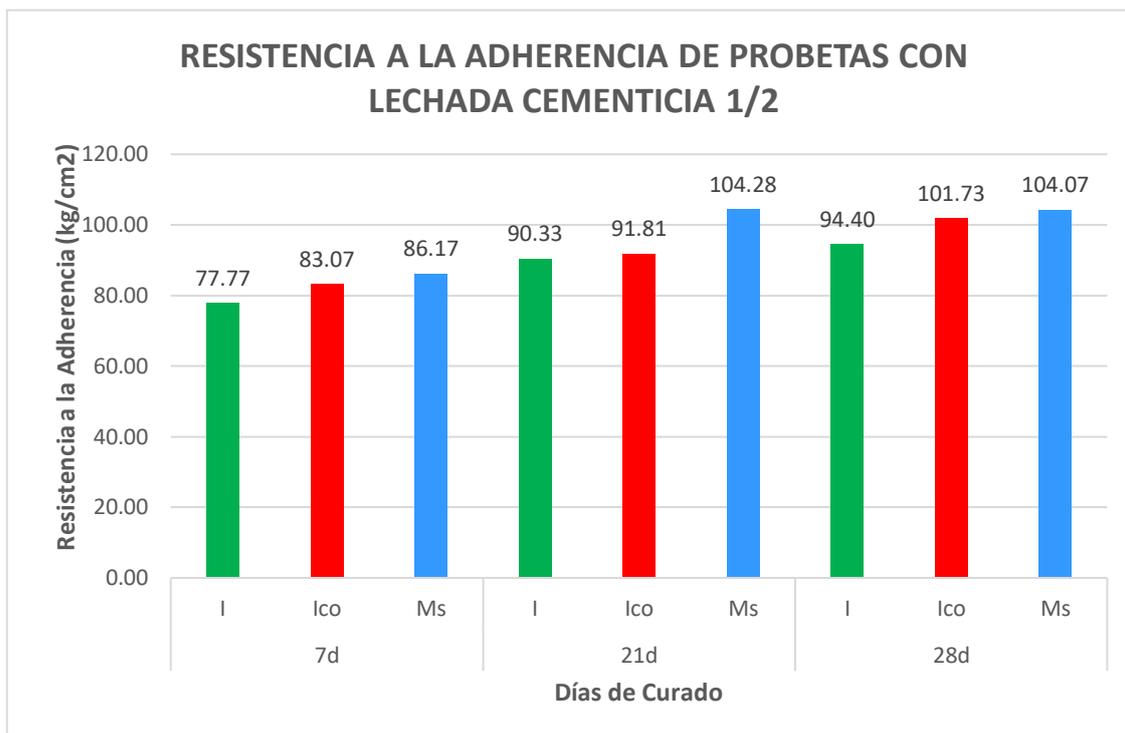
Fotografía N° 52: Gráfica comparativa de resistencia a la tracción de probetas patrón con su respectivo cemento a diferentes edades de curado



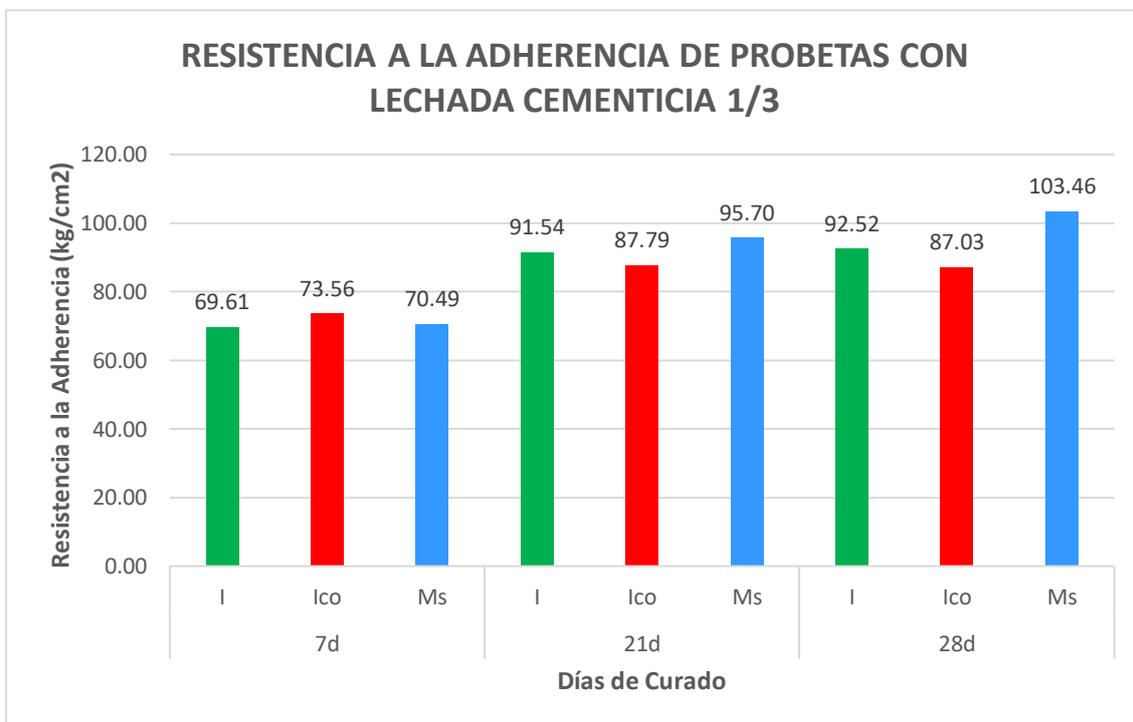
Fotografía N° 53: Gráfica comparativa de resistencia a la tracción de probetas con lechada 1:2 con su respectivo cemento a diferentes edades de curado



Fotografía N° 54: Gráfica comparativa de resistencia a la tracción de probetas con lechada 1:3 con su respectivo cemento a diferentes edades de curado



Fotografía N° 55: Gráfica comparativa de resistencia a la adherencia de probetas con lechada 1:2 con su respectivo cemento a diferentes edades de curado



Fotografía N° 56: Gráfica comparativa de resistencia a la adherencia de probetas con lechada 1:3 con su respectivo cemento a diferentes edades de curado