



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Análisis Sísmico de Vivienda Multifamiliar de 5 Pisos, Empleando
Concreto con Ladrillo Recocho Triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate,
2019”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Jimenez Pachapuma, Olenka Fiorella (ORCID: [0000-0002-9264-8685](https://orcid.org/0000-0002-9264-8685))

Jiron Carhuamaca, Luis Angel (ORCID: [0000-0003-4584-6686](https://orcid.org/0000-0003-4584-6686))

ASESORES:

Dra. García Álvarez, María Ysabel (ORCID: 0000-0001-8529-878X)

Mg. Paccha Rufasto, Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2019

Dedicatoria

La presente investigación está dedicada a mis padres Roberto Jiménez y Mónica Pachapuma, a mis hermanas Zulema y Paloma, que siempre me brindaron su apoyo incondicional, amor, respeto y confianza.

A mi abuelito Félix Jiménez al cual recuerdo con mucho cariño y sé que desde el cielo me protege y acompaña en todo momento.

Olenka Jimenez Pachapuma

Dedico la presente tesis a mis padres Jorge Luis Jirón Nolazco y Ana Carhuamaca; por apoyarme siempre.

A mi abuelita Sabina Nolazco Yactayo que es como mi segunda madre, pues me cuidaste desde muy pequeño dándome todo tu amor.

A mis abuelos Eustaquio Girón y Amancio Carhuamaca, que desde el cielo me cuidan; es para ustedes este primer objetivo logrado y sé que se sienten orgullosos de su nieto.

Luis Angel Jiron Carhuamac

Agradecimiento

La presente tesis es el resultado del esfuerzo, trabajo y dedicación de las personas que aportamos para su elaboración. Por todo ello agradezco a Dios por darnos salud, paz, tranquilidad y la oportunidad de ser cada vez mejores.

A nuestros familiares por la confianza depositada en nosotros.

Al Ing. Luis Alberto Torres del Solar, por darnos la oportunidad de realizar nuestras prácticas pre profesionales en su empresa y también por brindarnos su apoyo y enseñanza.

A nuestros asesores y docentes por la enseñanza brindada durante toda nuestra formación académica la cual fue de vital importancia.

Página del Jurado

Página del Jurado

Declaratoria de autenticidad

Nosotros, Jimenez Pachapuma Olenka Fiorella con DNI N° 72144963 y Jiron Carhuamaca Luis Angel, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación es veraz y auténtica. Asimismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 20 de diciembre del 2019



.....
JIMENEZ PACHAPUMA OLENKA



.....
JIRON CARHUAMACA LUIS ANGEL

Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	vi
Índice	vii
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xiii
Resumen	xvii
Abstract	xviii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	25
2.1 Método de la investigación	26
2.1.1 Orientación	26
2.1.2 Enfoque	26
2.1.3 Recolección de datos	26
2.2 Nivel de la investigación	26
2.3 Diseño de Investigación	27
2.3.1 Estudio del diseño	27
2.4 Variables, Operacionalización	27
2.4.1 Variable Independiente	27
2.4.2 Variable Dependiente	27
2.4.3 Operacionalización de Variables	28
2.5 Población y muestra	29
2.5.1 Población	29

2.5.2	Muestra	29
2.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
2.6.1	Técnicas	30
2.6.2	Instrumentos	30
2.6.3	Recolección de datos de los materiales (ensayos físicos)	30
2.6.4	Validez	31
2.6.5	Confiabilidad	31
2.7	Métodos de análisis de datos	31
2.8	Aspectos Éticos	31
2.8.1	Respeto	32
2.8.2	Honestidad	32
III.	RESULTADOS	33
3.1	Materiales	34
3.1.1	Cemento	34
3.1.2	Agregado Grueso	35
3.1.3	Agregado Fino	35
3.1.4	Ladrillo triturado con exceso de cocción	36
3.1.5	Agua	38
3.2	Ensayo de Peso Unitario en agregados	38
3.2.1	Ensayo de Peso unitario en Agregado Grueso (piedra chancada)	39
3.2.2	Ensayo de Peso unitario en Agregado Grueso (ladrillo triturado)	40
3.2.3	Ensayo de Peso unitario en Agregado Fino (arena gruesa)	41
3.2.4	Cálculo del Peso Unitario de los agregados	42
3.3	Ensayo de Peso Específico en agregados	44
3.3.1	Ensayo de Peso Específico del agregado grueso (piedra chancada)	44
3.3.2	Ensayo de Peso Específico del ladrillo recocho triturado	45
3.3.3	Ensayo de Peso Específico del agregado fino (arena gruesa)	46

3.3.4	Cálculo del Peso Específico de los Agregados gruesos	48
3.3.5	Cálculo del Peso Específico del Agregado Fino	49
3.4	Porcentaje de Absorción	50
3.5	Granulometría de los agregados	51
3.5.1	Granulometría del agregado fino (arena gruesa)	51
3.5.2	Granulometría del agregado grueso (ladrillo recocho triturado)	54
3.5.3	Granulometría del agregado grueso (piedra chancada)	57
3.6	Diseño de mezcla	60
3.6.1	Diseño de mezcla Patrón	60
3.6.2	Diseño de mezcla con 10% de reemplazo	62
3.6.3	Diseño de mezcla con 20% de reemplazo	64
3.6.4	Diseño de mezcla con 30% de reemplazo	65
3.7	Curado de probetas de concreto de 4" x 8" (ASTM C31)	67
3.8	Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión	67
3.8.1	Resistencia a la Compresión de concreto endurecido (7 días)	68
3.8.2	Resistencia a la Compresión de concreto endurecido (14 días)	74
3.8.3	Resistencia a la Compresión de concreto endurecido (28 días)	80
3.9	Método de prueba estándar para el módulo de rotura	86
3.10	Peso específico del concreto	89
3.11	Módulo de Elasticidad	89
3.12	Predimensionamiento Estructural	90
3.12.1	Predimensionamiento de columnas	90
3.12.2	Predimensionamiento de Vigas	92
3.12.3	Predimensionamiento de la Losa	94
3.13	Estudio de Suelos	95
3.13.1	Cálculo de la capacidad admisible	96
3.14	Sismicidad	97

3.15	Modelamiento en ETABS	98
3.16	Metrado de Cargas	116
3.16.1	Carga por Peso Propio	116
3.16.2	Carga Viva	119
3.16.3	Cargas por Sismos	120
3.16.4	Peso total de la Edificación	120
3.17	Análisis Estático	120
3.17.1	Fuerza Cortante en la Base	120
3.17.2	Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura	121
3.17.3	Período Fundamental de Vibración	123
3.17.4	Excentricidad Accidental	123
3.18	Análisis Dinámico Modal Espectral	124
3.18.1	Modos de Vibración	124
3.18.2	Aceleración Espectral	133
3.19	Metrados	134
3.19.1	Cálculo de concreto en vigas	134
3.19.2	Cálculo de concreto en columnas	136
3.19.3	Cálculo de concreto en losas	137
3.20	Análisis de Precios Unitarios	140
3.20.1	Análisis de Precios Unitarios de Columnas	140
3.20.2	Análisis de Precios Unitarios de Vigas	142
3.20.3	Análisis de Precios Unitarios de Losas	144
IV.	DISCUSIÓN	146
V.	CONCLUSIONES	149
VI.	RECOMENDACIONES	152
	REFERENCIAS	154
	ANEXOS	162

Índice de tablas

Tabla 1. Peralte de vigas (1er Criterio)	15
Tabla 2. Peralte de vigas (2do Criterio)	15
Tabla 3. Peso (Kg/m ²), según su categoría	16
Tabla 4. Factores de Zona “Z”	19
Tabla 5. Factor de Suelo “S”- RNE	20
Tabla 6. Períodos “T _P ” y “T _L ” - RNE	20
Tabla 7. Operacionalización de las Variables	28
Tabla 8. Cantidad de probetas cilíndricas	29
Tabla 9. Cantidad de vigas de concreto	30
Tabla 10. Peso y volumen de recipiente cilíndrico para agregado grueso	38
Tabla 11. Característica de peso y volumen de recipiente para agregado fino	39
Tabla 12. Peso unitario suelto y compactado de la piedra chancada	40
Tabla 13. Peso unitario suelto y compactado del ladrillo recocho triturado	41
Tabla 14. Peso unitario suelto y compactado de la arena gruesa	42
Tabla 15. Cálculo del Peso Unitario de los Agregados	43
Tabla 16. Cálculo del Peso específico de los agregados gruesos	48
Tabla 17. Cálculo del Peso específico del agregado fino	50
Tabla 18. Cálculo del porcentaje de absorción de los agregados	51
Tabla 19. Análisis Granulométrico del agregado fino	52
Tabla 20. Resumen de características físicas del agregado fino	54
Tabla 21. Análisis Granulométrico del ladrillo recocho triturado	55
Tabla 22. Resumen de características físicas del ladrillo recocho	57
Tabla 23. Análisis Granulométrico del agregado grueso	58
Tabla 24. Resumen de características físicas del agregado grueso	60
Tabla 25. Resumen de la proporción de materiales por 1m ³ de mezcla Patrón	61
Tabla 26. Proporción de materiales para tanda de prueba de mezcla patrón	61
Tabla 27. Proporción de materiales por 1m ³ de mezcla con 10% de reemplazo	62
Tabla 28. Proporción para tanda de prueba de mezcla con 10% de reemplazo	63
Tabla 29. Proporción de materiales por 1m ³ de mezcla con 20% de reemplazo	64
Tabla 30. Proporción para tanda de prueba de mezcla con 20% de reemplazo	64

Tabla 31. Proporción de materiales por 1m ³ de mezcla con 30% de reemplazo	65
Tabla 32. Proporción para tanda de prueba de mezcla con 30% de reemplazo	66
Tabla 33. Resultados a los 7 días de rotura de probetas de concreto	68
Tabla 34. Resultados a los 14 días de rotura de probetas de concreto	74
Tabla 35. Resultados a los 28 días de rotura de probetas de concreto	80
Tabla 36. Resultados a los 28 días del ensayo a flexión	87
Tabla 37. Peso del Concreto (Kg)	89
Tabla 38. Peso Propio de la Losa según E-020	95
Tabla 39. Cálculo del Peso Propio de las Vigas	116
Tabla 40. Resumen del Peso Propio Total de las Vigas	117
Tabla 41. Cálculo del Peso Propio de las Columnas	117
Tabla 42. Resumen del Peso Propio Total de las Columnas	118
Tabla 43. Cálculo del Peso Propio de la Losa	118
Tabla 44. Resumen del Peso Propio de la Losa	119
Tabla 45. Resumen del Peso Propio de la Edificación	119
Tabla 46. Resumen de la Carga Viva	119
Tabla 47. Resumen de la Carga Sísmica	120
Tabla 48. Resumen Peso Total de la Edificación	120
Tabla 49. Resumen de Valores de Sismicidad	120
Tabla 50. Aceleración Espectral sin considerar gravedad	133
Tabla 51. Cálculo de concreto para vigas	135
Tabla 52. Cálculo total de concreto para vigas de la edificación	136
Tabla 53. Cálculo de concreto para columnas	136
Tabla 54. Cálculo total de concreto para columnas de la edificación	137
Tabla 55. Cálculo de concreto para losas	137
Tabla 56. Cálculo total de concreto para losas de la edificación	139
Tabla 57. Comparativo de precios concreto convencional vs ladrillo recocho	145

Índice de figuras

Figura 1. Ladrillo recocho antes y después de ser triturado	8
Figura 2. Formas de los agregados	9
Figura 3. Tamaño de tamices ASTM para ensayo granulométrico	9
Figura 4. Tamices granulométricos	10
Figura 5. Muestra de agregado grueso para ensayo de peso unitario	11
Figura 6. Peso específico del agregado grueso (piedra chancada) en laboratorio	12
Figura 7. Zonas Sísmicas.....	18
Figura 8. Categoría de las Edificaciones – Factor “U”.....	19
Figura 9. Coeficientes básicos de reducción del Sistema Estructural	21
Figura 10. Ficha técnica de CEMENTO APU	34
Figura 11. Agregado Grueso (piedra chancada).....	35
Figura 12. Agregado Fino (arena gruesa).....	35
Figura 13. Ladrillera "Ñoño"	36
Figura 14. Ubicación Ladrillera "Ñoño"	36
Figura 15. Recolección de Ladrillo Recocho	37
Figura 16. Ladrillo Recocho triturado	37
Figura 17. Uso de Agua Potable.....	38
Figura 18. Recipiente cilíndrico para ensayo de peso unitario.....	38
Figura 19. Recipiente cilíndrico de menor altura para ensayo de peso unitario.....	39
Figura 20. Ensayo de peso unitario suelto de la piedra chancada	39
Figura 21. Ensayo de peso unitario compactado de la piedra chancada.....	40
Figura 22. Ensayo de peso unitario suelto del ladrillo recocho triturado	40
Figura 23. Ensayo de peso unitario compactado del ladrillo recocho triturado	41
Figura 24. Ensayo de peso unitario suelto de la arena gruesa	41
Figura 25. Ensayo de peso unitario compactado de la arena gruesa	42
Figura 26. Piedra chancada sometida a saturación por 24 horas	44
Figura 27. Secado superficial de la piedra chancada.....	44
Figura 28. Peso de la piedra chancada en el agua de la muestra saturada.....	45
Figura 29. Ladrillo recocho triturado sometida a saturación por 24 horas.....	45
Figura 30. Secado superficial del ladrillo recocho triturado	46
Figura 31. Peso del picnómetro y la muestra de agregado fino.....	47

Figura 32. Picnómetro más Agregado fino y agua	47
Figura 33. Ensayo de granulometría de agregado fino.....	51
Figura 34. Curva granulométrica del agregado fino ASTM C33	53
Figura 35. Ensayo de granulometría de ladrillo recocho triturado.....	54
Figura 36. Curva granulométrica del ladrillo recocho ASTM C33.....	56
Figura 37. Ensayo de granulometría del agregado grueso (piedra chancada).....	57
Figura 38. Curva granulométrica del agregado grueso.....	59
Figura 39. Preparación del concreto patrón.....	62
Figura 40. Preparación del concreto con 10% de reemplazo	63
Figura 41. Preparación del concreto con 20% de reemplazo	65
Figura 42. Preparación del concreto con 30% de reemplazo	66
Figura 43. Curado de probetas de concreto de 4" x 8"	67
Figura 44. Ensayo de resistencia a la compresión.....	67
Figura 45. Resultados de resistencia a la compresión (7 días)	69
Figura 46. Resultados de $f'c$ de la mezcla Patrón (7 días)	70
Figura 47. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 10% de reemplazo (7 días)	71
Figura 48. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 20% de reemplazo (7 días)	72
Figura 49. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 30% de reemplazo (7 días)	73
Figura 50. Resultados de resistencia a la compresión (14 días)	75
Figura 51. Resultados de $f'c$ de la mezcla Patrón (14 días)	76
Figura 52. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 10% de reemplazo (14 días)	77
Figura 53. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 20% de reemplazo (14 días)	78
Figura 54. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 30% de reemplazo (14 días)	79
Figura 55. Resultados de resistencia a la compresión (28 días)	81
Figura 56. Resultados de $f'c$ de la mezcla Patrón (28 días)	82
Figura 57. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 10% de reemplazo (28 días)	83
Figura 58. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 20% de reemplazo (28 días)	84
Figura 59. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 30% de reemplazo (28 días)	85
Figura 60. Ensayo de flexión a los tercios de la luz	86
Figura 61. Resultados de resistencia a la flexión (28 días)	88
Figura 62. Predimensionamiento de las Columnas	90
Figura 63. Área Tributaria de las columnas	91
Figura 64. Predimensionamiento de Vigas.....	92

Figura 65. Plano con Vigas y Columnas Predimensionadas	93
Figura 66. Predimensionamiento de la Losa	94
Figura 67. Cálculo de la Capacidad Admisible del suelo.....	96
Figura 68. Cálculo del Período fundamental de vibración	97
Figura 69. Propiedades del Concreto 239 kg/cm ² en Etabs.....	99
Figura 70. Sección de Columna de 30 x 30 de concreto 239 kg/cm ² en Etabs	99
Figura 71. Sección de Viga de 25 x 40 de concreto 210 kg/cm ² en Etabs	100
Figura 72. Losa Aligerada de 20 cm de espesor en modelado Etabs	100
Figura 73. Empotrado en la base de la estructura en Etabs	101
Figura 74. Aplicación de cargas a la estructura en Etabs	101
Figura 75. Diafragma de la Edificación en Etabs	102
Figura 76. Auto Mesh de la edificación en Etabs.....	102
Figura 77. Espectro de Diseño.....	103
Figura 78. Ingreso del espectro en Etabs.....	103
Figura 79. Asignación de los modos de vibración	104
Figura 80. Ingreso del espectro en Etabs.....	104
Figura 81. Verificación del modelo de Etabs	105
Figura 82. Grados de libertad del modelo de Etabs.....	105
Figura 83. Deformada en “x” “y” - Etabs.....	106
Figura 84. Columnas que deben cambiar de dimensión - Etabs.....	107
Figura 85. Distorsión del entrepiso (derivas) - Etabs	107
Figura 86. Cambio de columnas en Etabs (40cm x 40cm).....	108
Figura 87. Modelado con cambio de columnas a 40 cm x 40 cm en Etabs.....	109
Figura 88. Límites para distorsión del entrepiso en Etabs.....	110
Figura 89. Gráfica de la cortante en la base - Etabs	111
Figura 90. Propiedades del Concreto 210 kg/cm ² en Etabs.....	112
Figura 91. Sección de columna de 40 x 40 con concreto 210 kg/cm ² en Etabs	112
Figura 92. Sección de viga de 40 x 40 con concreto 210 kg/cm ² en Etabs	113
Figura 93. Sección de losa aligerada con concreto 210 kg/cm ² en Etabs.....	113
Figura 94. Verificación de las secciones con concreto 210 kg/cm ² - Etabs	114
Figura 95. Límites para distorsión del entrepiso en “x” (concreto 210 kg/cm ²)	115
Figura 96. Límites para distorsión del entrepiso en “y” (concreto 210 kg/cm ²)	115
Figura 97. Valores para calcular la Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura.....	121

Figura 98. Cálculo de la Fuerza Sísmica en Altura	122
Figura 99. Fuerzas Sísmicas Horizontales.....	123
Figura 100. Matriz de masa y rigidez concentrada.....	124
Figura 101. Cálculo de la rigidez al corte.....	124
Figura 102. Ecuación del equilibrio Dinámico.....	124
Figura 103. Desarrollo de la ecuación del equilibrio Dinámico.....	125
Figura 104. Polinomio Característico y sus raíces	126
Figura 105. Cálculo del periodo (t)	127
Figura 106. Cálculo de la frecuencia (f)	127
Figura 107. Cálculo del Primer modo de Vibración.....	128
Figura 108. Cálculo del Segundo modo de Vibración.....	129
Figura 109. Cálculo del Tercer modo de Vibración	130
Figura 110. Cálculo del Cuarto modo de Vibración.....	131
Figura 111. Cálculo del Quinto modo de Vibración	132
Figura 112. Análisis de Precios Unitarios Columnas $f'c=210\text{kg/cm}^2$	140
Figura 113. Análisis de Precios Unitarios Columnas $f'c=239\text{kg/cm}^2$	141
Figura 114. Análisis de Precios Unitarios Vigas $f'c=210\text{kg/cm}^2$	142
Figura 115. Análisis de Precios Unitarios Vigas $f'c=239\text{kg/cm}^2$	143
Figura 116. Análisis de Precios Unitarios Losas Aligeradas $f'c=210\text{kg/cm}^2$	144
Figura 117. Análisis de Precios Unitarios Losas Aligeradas $f'c=239\text{kg/cm}^2$	144

Resumen

La presente investigación titulada “Análisis sísmico de vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019” se basa en el análisis sísmico de una edificación con sistema estructural aporticado en la Urbanización Santa Teresa de Vitarte-Ate. El método de la investigación es Método Científico con orientación Aplicada y un enfoque Cuantitativo, la recolección de datos es Ambilectivo; el nivel de investigación es Descriptivo; el diseño de investigación es Cuasi Experimental que según el número de mediciones es Longitudinal y según la cronología es Prospectivo; por último, el estudio del diseño es por Cohortes.

La muestra consta de un total de 36 probetas que se someterán a ensayos de resistencia a la compresión, es decir 12 probetas patrón y con 10%, 20% y 30% de reemplazo y lo multiplicamos por 3 pues depende del curado de 7, 14 y 28 días; como también 8 muestras de vigas estándares sometidas a ensayo de flexión con carga a los tercios; la población es la totalidad de la muestra. Los instrumentos serán formatos entregados por el laboratorio donde se realizaron los ensayos hechos por profesionales calificados. Como resultado obtuvimos que el concreto con 20% de ladrillo recocho triturado, en comparación a los demás realizados tenía mejores propiedades.

En conclusión, se determinó los modos de vibración, para predecir su comportamiento y así se obtuvo un modelo matemático del comportamiento dinámico de la edificación. Se determinó su desplazamiento máximo relativo en el rango inelástico en el sistema estructural evaluado para un evento sísmico, alcanza un valor máximo de 0.004714 de deriva en la dirección X-X, de igual manera en la dirección Y-Y la deriva máxima es de 0.004002; siendo estos valores menores a la deriva máxima permisible por la Norma E.030 de 0.007 para estructuras de concreto armado.

Palabras claves: Análisis sísmico, Sistema estructural y Desplazamiento máximo relativo.

Abstract

The present investigation entitled “Seismic analysis of multifamily housing of 5 floors, using concrete with crushed brick, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019” is based on the seismic analysis of a building with structural system provided in the Urbanization Santa Teresa de Vitarte -Ate. The research method is Scientific Method with Applied orientation and a Quantitative approach, the data collection is Ambilective; the level of research is descriptive; the research design is Quasi Experimental which according to the number of measurements is Longitudinal and according to the chronology is Prospective; Finally, the study of design is by Cohortes.

The sample consists of a total of 36 test pieces that will undergo compression resistance tests, that is 12 standard test pieces and with 10%, 20% and 30% replacement and we multiply it by 3 because it depends on curing of 7, 14 and 28 days; as well as 8 samples of standard beams subjected to bending test with load to thirds; The population is the entire sample. The instruments will be formats delivered by the laboratory where the tests carried out by qualified professionals were performed. As a result, we obtained that the concrete with 20% crushed brick, compared to the others made, had better properties.

In conclusion, the vibration modes were determined, to predict their behavior and thus a mathematical model of the dynamic behavior of the building was obtained. Its relative maximum displacement in the inelastic range in the structural system evaluated for a seismic event was determined, it reaches a maximum value of 0.004714 of drift in the X-X direction, in the same way in the Y-Y direction the maximum drift is 0.004002; these values being lower than the maximum allowable drift by Standard E.030 of 0.007 for reinforced concrete structures.

Keywords: Seismic analysis, Structural system and Relative maximum displacement

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el Perú está pasando por cambios que forman parte del desarrollo continuo y permanente en el ámbito de la construcción. La construcción ha estado incluida en el crecimiento y adelanto tecnológico en todo el mundo. Lo que más destaca de la industria de la construcción es que continúa interviniendo en la actividad económica, la cual moviliza un cuantioso número de insumos y fomenta una gran demanda de empleos directos e indirectos.

Con el pasar de los años la demanda de ladrillos ha ido incrementando, en paralelo con el crecimiento del campo de la construcción. La elaboración de ladrillos artesanales es muy popular en nuestro país; pues las hay diversas plantas de fabricación ubicadas en los Departamentos de Puno, Cajamarca, la Libertad, Lambayeque, Piura, Ayacucho, Lima, Tacna, Arequipa y Cusco. Muchas de estas ladrilleras no tienen un plan consolidado de la depuración de sus residuos sólidos, ya que las prácticas se realizan de manera incorrecta y por ende se desencadena en fallas en los procesos productivos artesanales. Todo ello ha servido de estímulo para que más investigadores se sientan atraídos por el tema y brinden soluciones para el correcto manejo de estos residuos. La aplicación de residuos al concreto como reemplazo de agregados naturales no es una novedad, con el pasar del tiempo se han investigado distintos materiales para sustituir el clásico agregado grueso, es decir la piedra chancada; y con tal insumo realizar una mezcla óptima y con excelentes propiedades mecánicas, lo cual influiría positivamente en el comportamiento estructural de las viviendas; brindando mayor seguridad y economizando en agregados.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) al año 2018; informó que, de acuerdo con las estimaciones y proyecciones de población, de los 43 distritos que comprenden la Provincia de Lima, uno de los más poblados es Ate con 678 mil habitantes. De acuerdo con Luis Rodríguez, ex asesor de la Municipalidad de Lima en el proyecto Barrio Mío (2011-2014), son 13 los distritos con laderas donde se registra la mayor demanda de vivienda: Ate, Carabaylo, Chorrillos, Comas, El Agustino, Independencia, Pachacamac, Puente Piedra, Rímac, San Juan de Lurigancho, San Juan de Miraflores, Villa El Salvador y Villa María del Triunfo. Al año 2017, según el INEI, alrededor del 40% de estos vecinos ya reside en las partes altas.

Por otro lado, el presidente de la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco), Enrique Espinosa, señaló que, el 70% de las viviendas construidas en Lima y, por consiguiente, una proporción de un poco más alta en el resto del país son construidas sin pasar por ningún proceso formal, es decir no han gestionado una licencia de construcción, no han sido

construidas por un profesional y no han tenido ningún proceso de supervisión por ninguna autoridad.

El sector Construcción incrementó sus cifras a 13,63% en junio de este año, gracias al aumento del avance físico de obras públicas en 20,34% debido a la mayor inversión en obras públicas en el Gobierno Nacional (37,2%), Regional (17,4%) y Local (12,0%), según informe publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Entonces frente a esta realidad hemos optado por analizar el comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos empleando concreto adicionado con ladrillo artesanal King Kong macizo con exceso de cocción, es decir recolectaremos los residuos de las ladrilleras, pues este material no es vendido por tal motivo son desechados; y estos serán sometidos a ensayos de laboratorio; se utilizará el porcentaje de reemplazo que sea más ventajoso y posterior a ello determinar la influencia de este concreto, al comportamiento sísmico del sistema estructural establecido, utilizando nuestros resultados e ingresando nuestros valores al Software de Diseño, en nuestro caso el ETABS; como también realizar cálculos en hojas de Excel para realizar el análisis estático y dinámico.

En la presente investigación se analizó el comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar empleando un concreto de reemplazo, con distintos porcentajes de material reciclado como los ladrillos de arcilla provenientes de ladrilleras artesanales, entre otros materiales. Para sustentar este proyecto de investigación se indagó y recopiló como antecedentes, múltiples estudios e investigaciones realizadas. Entre los cuales mencionaremos:

Masías (2018) en su investigación “Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso” tuvo como objetivo, evaluar experimentalmente las propiedades del concreto fresco y endurecido cuando se reemplaza el agregado grueso por ladrillo triturado, evaluando las diferencias cuando proceden de dos ladrilleras artesanales de la región Piura. Para cumplir con este objetivo, se usó ladrillo triturado procedente de La Huaca y de Cerro Mocho en estado seco, con tres reemplazos parciales del agregado grueso en peso 5%, 10% y 20% en un tamaño comprendido de 1” hasta el tamiz #8. Se evaluó la trabajabilidad, el peso unitario y el contenido de aire en el concreto fresco; y la resistencia a la compresión, a la tracción y; a la flexión por tracción y la absorción en el concreto endurecido a los 28 días. Como resultado de la investigación se obtuvo que el reemplazo

parcial del agregado por ladrillo triturado en estado seco mejora las propiedades mecánicas del concreto endurecido, aunque disminuye severamente la trabajabilidad. Se verificó una diferencia significativa entre las dos canteras, observándose un mejor comportamiento con el ladrillo de Cerro Mocho que tiene mayor dureza y capacidad de absorción que el de La Huaca, tanto en concreto fresco como endurecido.

Huapaya (2017) en su investigación “Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal” tuvo como objetivo, evaluar los indicadores del comportamiento sísmico: sobre resistencia y ductilidad para edificios aporticados de concreto armado a través del método estático no lineal con un software estructural. Para esto se sometió a evaluación edificios de 3, 6, 9, 12, 15 y 18 pisos. Los resultados de esta investigación mostraron que a medida que el periodo fundamental de una estructura aumenta, la sobre resistencia aumenta también, más no se puede plantear una tendencia clara. En el caso de la ductilidad hay una tendencia polinómica clara para cada eje del edificio: a medida que el periodo fundamental aumenta la ductilidad disminuye.

Rosas (2018) en su trabajo de investigación “Uso de ladrillo de arcilla con exceso de cocción como agregado grueso en concretos hidráulicos” tuvo como objetivo, evaluar los efectos del ladrillo triturado en el concreto como reemplazo del agregado grueso, considerando las características particulares del ladrillo con exceso de cocción y en las condiciones de fabricación de la Región de Piura. Para llegar a cumplir con este objetivo, se elaboraron 5 mezclas de concreto, una mezcla patrón sin ladrillo y 4 mezclas con reemplazo de 20%, 30%, 40%, y 50% de agregado natural por ladrillo triturado, sin modificar la granulometría de la grava natural, todas diseñadas con relación a/c de 0.52. El ladrillo triturado se usó en dos condiciones distintas de humedad: seco al aire y saturado con superficie seca, para observar el efecto de la humedad del ladrillo en la relación a/c y en las propiedades del concreto fresco (trabajabilidad, peso unitario y contenido de aire) y endurecido (resistencia a la compresión). Se concluye que el ladrillo recocho puede ser usado como agregado grueso, siempre y cuando el porcentaje de reemplazo no sea mayor al 30% y se encuentre en saturado con superficie seca.

Calcina (2017) en su trabajo de investigación “Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de once pisos utilizando análisis estático y dinámico no-lineal” tuvo como objetivo, evaluar el desempeño Sísmico de un Edificio de 11 pisos utilizando un análisis estático y un análisis dinámico no-lineal, con la finalidad de identificar el nivel de desempeño de las

edificaciones frente a una demanda específica inducida por el sismo. Con estos análisis se pudieron analizar rotulas o zonas en los elementos estructurales del edificio, las cuales, ante la ocurrencia de un sismo, podrían llegar a producir daños y con esto dejar de funcionar. Además, con la aplicación de estas dos metodologías se pudieron conocer las zonas débiles de esta edificación.

Barrueto (2019) en su trabajo de investigación “Análisis sísmico comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción de un edificio de viviendas multifamiliares del distrito de Surquillo”, tuvo como objetivo ejecutar un estudio comparativo del comportamiento sísmico entre un edificio de viviendas multifamiliares construido principalmente con concreto armado y otro que mezcla elementos de albañilería confinada con concreto armado. Para llegar a cumplir con este objetivo, se evaluaron los parámetros sísmicos y las respuestas inelásticas de ambas estructuras, así como descubrir cuál de los modelos de edificios sufriría menos deterioro ante cargas sísmicas. Para poner a prueba lo planteado se ha realizado un modelo tridimensional de ambas estructuras en el software estructural ETABS 2016, teniendo como principales datos de salida los periodos, los desplazamientos y las derivas máximas. Los resultados indican que si bien es cierto que el sistema estructural de concreto armado tiene menor periodo y se encuentra más lejos de los límites exigidos por la Norma sismorresistente E.030, el sistema estructural de albañilería confinada no se encuentra tan alejado de su contrincante, hasta incluso tiene derivas mucho menores a la máxima permitida. Por este motivo se llega a la conclusión principal que los edificios de albañilería confinada pueden ser tan resistentes a cargas sísmicas como lo son los edificios de concreto armado.

Vásquez (2015) en su investigación “Análisis del desempeño sísmico del edificio Peña, aplicando la norma ecuatoriana de la construcción 2011 vigente en el distrito metropolitano de Quito en el año 2015” tuvo como objetivo, analizar el desempeño sísmico del edificio Peña aplicando la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 vigente en el Distrito Metropolitano de Quito en el año 2015. Para cumplir con este objetivo, se introdujo todos sus cálculos preliminares y parámetros al software de diseño y analizarlos. El desempeño sísmico del Edificio Peña es excelente, debido a su simetría y a la buena disposición de elementos que pueden interferir en la torsión del mismo, como son los habitáculos de ascensores y escaleras. Tanto para el cálculo estructural realizado con El código Ecuatoriano

de la Construcción 2002 y con la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 los parámetros obtenidos son aceptables.

Ramón & Palacios (2016) en su tesis “Evaluación del comportamiento sísmico en sistemas losa columna, fabricados en concreto con fibras de acero” tuvo como objetivo, evaluar el comportamiento sísmico de un nudo en un sistema losa columna, fabricado en concreto con y sin fibras de acero. Para cumplir con este objetivo, se realizaron los ensayos de laboratorio pertinentes para saber las propiedades de sus agregados y se realizó un diseño de un modelo experimental, en donde se simularon las condiciones a las que se somete un nudo en un sistema losa columna bajo efectos cíclicos. En conclusión, la inclusión de fibras en el concreto genera un menor desprendimiento de bloques de concreto en el momento de la falla, la presencia de fibras en la matriz del concreto, junto a una buena adherencia debida a los ganchos, refleja una clara contribución en la etapa de post-Fisuración del concreto, permitiéndole al sistema seguir resistiendo esfuerzos punzantes cíclicos mayores a los soportados por los sistemas convencionales sin armadura de punzonamiento en el momento de falla.

Ruiz et. al (2017) en su artículo “Reusing the Coconut Clay (Brick) as Construction Material”, tuvo como objetivo de encontrar una alternativa para la fabricación de concreto, basada en el reciclaje de escombros de construcción y demolición de obras, en particular la reutilización de los bloques de arcilla (ladrillo). Para cumplir con este objetivo, se prepararon diferentes muestras de cilindros hechos de manera convencional, se preparó el polvo de ladrillo, después de ser triturado usando la máquina de ángeles y luego tamizado para usar el material de acuerdo con el tamaño de partícula en la mezcla sustituyendo 5, 10 y 15% del cemento con polvo de ladrillo, el mismo que fue diseñado para obtener un concreto de tipo estructural, con una resistencia de 210 kg / cm^2 (21MPa) para esto se utilizaron en laboratorio las técnicas de observación y experimentación. Con los resultados obtenidos se concluyó que se puede fabricar un hormigón de tipo estructural para la fabricación de vigas, columnas, losas, reemplazando solo hasta el 5% del cemento en una mezcla de concreto. Si se reemplaza el 10 o 15% del cemento, se puede usar para la producción de concreto no estructural, para la fabricación de pisos, aceras y bordillos, bloques, entre otros.

Quinde & Reinoso (2016) en su investigación “Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la ciudad de Cuenca” tuvo como objetivo, estudiar los diferentes modelos de atenuación, los mismos que son necesarios para conocer las

intensidades en cualquier punto de interés. En cuanto a los resultados de la propuesta de espectros de diseño, se podría tomar como un modelo para desarrollar estudios de peligro sísmico para otras ciudades del país, ya que como se mostró en los resultados obtenidos, los valores de respuestas espectrales que se podrían alcanzar superan de manera considerable a los establecidos en la normativa ecuatoriana, por lo que estudios de efectos locales serían una prioridad en el desarrollo de una normativa más detallada para el Ecuador.

Cáceres (2015) en su trabajo de investigación “Estudio del hormigón simple elaborado con ladrillo reciclado y su incidencia en el peso específico y resistencia a compresión” tuvo como objetivo, estudiar como el hormigón simple elaborado a base de ladrillo reciclado incide en el peso específico y resistencia a compresión. Para cumplir con este objetivo, se realizaron 11 cilindros de hormigón para una resistencia a la compresión de 180 kg/cm^2 , 11 muestras de igual manera para una resistencia de 240 kg/cm^2 para el hormigón elaborado a base de ladrillo reciclado prensado, y ladrillo artesanal. Adicionalmente se tomaron 10 muestras elaboradas a base de hormigón convencional para las resistencias indicadas anteriormente. El total de muestras realizadas para este proyecto es de 64 probetas. En conclusión, se demostró por medio de la presente investigación que los escombros pueden ser reutilizados, ya que esto es muy beneficioso para el medio ambiente debido que en la ciudad no existe un lugar específico donde se arrojen estos residuos de construcciones.

Tenemos algunos conceptos teóricos que nos ayudarán a desarrollar mejor nuestro trabajo de investigación, tales como me muestra a continuación:

Uso de residuos sólidos en el concreto

Los residuos sólidos, son materiales descartados porque consideran que ya no tienen utilidad, y que en la mayoría de casos el costo es cero. Dichos residuos provienen de las diferentes actividades que realiza el hombre.

Según el INEI (2013), los residuos provenientes de la construcción representan un 4.5% del total de residuos sólidos en el Perú, y va en aumento conforme transcurren los años y es muy preocupante. El paulatino desarrollo urbano como la necesidad de innovación en cuanto a obras de ingeniería, mantenimiento constante y sustitución de la infraestructura que ha cumplido con su tiempo de utilidad, conlleva a problemas de sobre explotación y abuso de recursos, por ende, generan grandísimas cantidades de material desperdiciado y escombros que son dirigidos a espacios o terrenos abandonados, lo cual repercute en el ambiente.

Uso de ladrillo recocho triturado

La industria de la construcción consume una gran cantidad de recursos renovables y no renovables, donde cada año se produce toneladas de residuos sólidos en todo el mundo, provenientes de la construcción, demoliciones y un porcentaje considerable es el ladrillo King Kong macizo con exceso de cocción, que tiene alta resistencia a la compresión, pero es excluido por fallas de las ladrilleras.

Figura 1. Ladrillo recocho antes y después de ser triturado



Fuente: Elaboración Propia

Ladrilleras en Lima (HUACHIPA – 2019)

Para el desarrollo de nuestro trabajo de investigación se utilizó el ladrillo recocho, es decir los que tienen exceso de cocción, muchas empresas de ladrillos los desechan debido a estar muy cocido. Existen una gama de ladrilleras que ofrecen el ladrillo que escogimos para nuestra investigación, la gran mayoría están ubicadas en la Urbanización La Capitana y Santa María de Huachipa. Algunos de estas son: Ladrillera Ñoño, Ladrillera Inca, Ladrillera Sagitario, entre otras menos formales

Propiedades físicas de los agregados

Forma y textura superficial: Según lo que indica la NTP 400.011 es que, los agregados tienden a ser de forma geométrica irregular, su silueta es al azar por partes redondeadas y

otras angulares. En términos descriptivos las formas de los agregados son redondeada, sub redondeada, muy redondeada, angular y sub angular.



Figura 2. Formas de los agregados

Fuente: Elaboración Propia

Granulometría

El tamaño de las partículas de un material se puede distribuir mediante el análisis granulométrico, que consiste en determinar la cantidad del agregado empleando tamices estándares que deben estar ordenados del mayor a menor tamiz, lo cual nos permite determinar los requerimientos de nuestro concreto, es decir, la proporción de la mezcla y la relación agua/cemento (a/c) pues debemos lograr un concreto trabajable.

El volumen de los tamaños de los agregados es muy importante, para que los agregados se acomoden a la pasta y no genere espacios vacíos.

	Designación ASTM del tamiz	Tamaño nominal de la apertura tamiz	
		mm	pulgadas
Agregado Grueso	3 pulgadas	75	3
	2 1/2 pulgadas	63	2.5
	2 pulgadas	50	2
	1 1/2 pulgadas	37.5	1.5
	1 pulgadas	25	1
	3/4 pulgadas	19	0.75
	1/2 pulgadas	12.5	0.5
	3/8 pulgadas	9.5	0.375
Agregado Fino	No 4	4.75	0.187
	No 8	2.36	0.0937
	No 16	1.18	0.0469
	No 30	0.6	0.0234
	No 50	0.3	0.0124
	No 100	0.15	0.0059

Figura 3. Tamaño de tamices ASTM para ensayo granulométrico

Fuente: American Society for Testing and Materials

El tamiz tiene como objetivo un control preciso que separa partes finas de gruesas según la clasificación de los tamices separando a los agregados en según su dimensión, diámetro, altura. Para nuestra investigación vamos a utilizar los tamices llamados analíticos, de tipo industrial para tamizar en mediciones milimétricas los agregados.



Figura 4. Tamices granulométricos

Fuente: Elaboración Propia

Contenido de humedad

Es una relación que existe entre el peso en estado natural y el peso de la muestra después de haberlo introducido a secado en el horno; ya que existe agua absorbida hacia el interior de las partículas por los agregados. La cantidad de agua que es necesario para los agregados puede afectar las necesidades de hidratación del cemento y podría traer como consecuencia que el concreto pierda su trabajabilidad y en otro caso aminoraría la resistencia del concreto. Por ello es importante conocer el estado de humedad de los agregados antes de hacer la pasta de concreto.

Porosidad y absorción

La porosidad de un cuerpo sólido es la relación del volumen de vacíos entre su volumen total incluyendo los vacíos, y se expresa como porcentaje. Todos los agregados de peso normal son porosos en menor o mayor grado, aunque algunas tienen un sistema de poros que incluyen gran cantidad de vacíos relativamente considerables que se observan mediante el microscopio, estas en su mayoría se encuentran interconectados, por ende, son permeables.

Ensayo de Peso unitario

El peso unitario, sirve para medir el volumen que ocupa el agregado para el concreto e incluye las partículas sólidas y los espacios vacíos; también interviene en la elaboración del concreto porque nos permite calcular el porcentaje de vacíos que tendrán los agregados al momento de ser mezclados con los demás materiales, por ello es de suma importancia conocer la existencia de vacíos en la mezcla de concreto.



Figura 5. Muestra de agregado grueso para ensayo de peso unitario

Fuente: Elaboración Propia

Hay dos opciones para medirlo:

Ensayo Peso unitario suelto: Añadir poco a poco el agregado fino o grueso y la varilla de acero de 5/8" pasarlo al ras para quitar el exceso, luego llevarlo a una balanza para poder calcular su peso.

Ensayo Peso unitario compactado: Se añade el agregado fino o grueso en 3 capas con su respectiva compactación de cada una, dando 25 golpes por todo el recipiente.

Ensayo Peso específico

En el caso de los agregados, la determinación que se emplea para evaluar el atributo de su densidad, corresponde a la determinada como gravedad específica de masa, que es el cociente resultante de dividir el peso en el aire de un cierto volumen de agregados en condición saturada y superficialmente seca, entre el peso en el aire de un volumen igual de agua destilada libre de aire, a la misma temperatura (Masías, 2018)

El resultado obtenido nos sirve de guía para la incidencia del peso del mismo, sobre el total del peso actuante del concreto. Estos valores nos ayudan a que al momento de realizar los cálculos de dosificación nos sea más sencillo, pues la dosificación de la mezcla tendría un óptimo resultado.



Figura 6. Peso específico del agregado grueso (piedra chancada) en laboratorio

Fuente: Elaboración Propia

Propiedades del concreto fresco

Trabajabilidad: Según la NTP 339.045, la trabajabilidad del concreto en estado fresco es muy importante para la productividad del ensayo, debe ser compactado adecuadamente para no tener exceso de segregación ni oxidación, la trabajabilidad de la mezcla se medirá por el método del Slump.

Propiedades del concreto endurecido

Resistencia a la compresión: Este ensayo se ejecuta en laboratorios de mecánica de materiales y es la manera habitual o convencional de evaluar el concreto, tanto la homogeneidad como también la resistencia.

Para obtener óptimos resultados debemos obedecer el siguiente procedimiento, según lo establecido en la NTP 339.034

- El ensayo se efectuará en los testigos (probetas en forma de cilindros pequeños), una vez acabado la edad de curado que sea necesario, debe ser extraído de la cámara de humedad y proceder a realizar el ensayo lo más pronto posible.

- Se ubica el bloque de rotura inferior, encima del cabezal del dispositivo de ensayo, y el bloque de rotura superior ubicado bajo la rótula del cabezal. Se procede a limpiar las caras de contacto de los bloques y también la probeta; colocar el cilindro sobre el bloque inferior de rotura. Alinear prudentemente los ejes del testigo, exactamente en la parte central del empuje de la rótula del bloque.
- Se dispone a aplicar una velocidad de carga continua e ininterrumpida hasta que el testigo llegue al punto de rotura.
- La carga será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de $0,25 \pm 0,05$ Mpa/s. la velocidad de movimiento diseñada será mantenida al menos durante la mitad final de la fase de carga anticipada (Salazar, 2018, p.42)
- Por último, se toma nota de los resultados adquiridos y nos dirigimos a gabinete para comenzar con el cálculo, utilizando fórmulas matemáticas.

Resistencia a la tracción

El concreto como sabemos tiene una resistencia a la tracción mínima, las tensiones originadas tienen importancia en el agrietamiento, debido a la restricción de la contracción y la disminución de la temperatura por falta de agua. Si la resistencia a la compresión disminuye también afecta a la resistencia de la tracción que disminuye es posible mejorar la resistencia a la tracción cuando se le añade el ladrillo recocho.

Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión es muy importante, ya que el ensayo sirve para ver la deformación de una viga y determinar la calidad del concreto.

El Módulo de Rotura oscila entre un 10% al 20% de la resistencia a compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado (Masías, 2018)

Elementos Estructurales

Losas: Las primordiales funciones de estos elementos son las que se mencionan a continuación:

- La primera está asociada a cargas por gravedad, porque transfiere a las vigas, las cargas propias de la losa, la sobrecarga, tabiquería, entre otros apoyados sobre ellos.

- La segunda está ligada a cargas de sísmicas que está sometida la estructura, con la finalidad de que tenga en cada nivel un comportamiento uniforme.

Vigas: Son las encargadas de transmitir las cargas que resiste la losa, y las cargas se distribuyen hacia las columnas y placas o muros, en conjunto forman los pórticos. Las vigas dependiendo de su diseño, pueden ser chatas las cuales se pueden esconder en la losa de entrepiso o también pueden ser vigas peraltadas eso quiere decir que tienen una altura mayor al espesor de la losa.

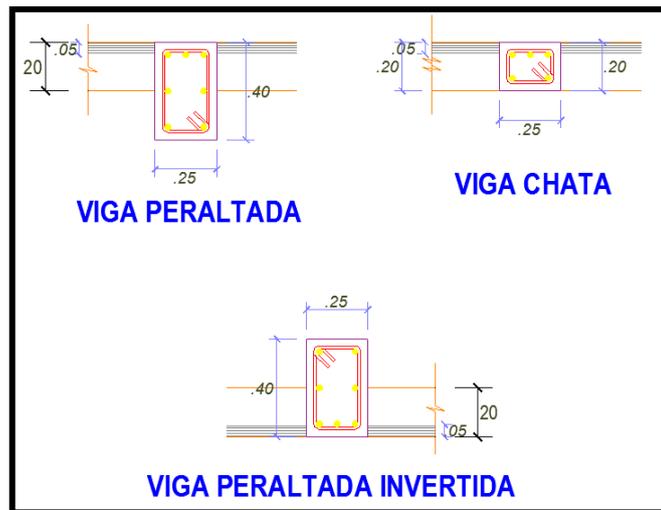


Figura 7. Secciones de Vigas

Fuente: Elaboración Propia

Columnas:

Son elementos verticales que soportan las cargas que transmiten la losa y las vigas, que finalmente son soportadas por la cimentación.

Las columnas pueden variar según su sección, es decir, circular, cuadrada y rectangulares; al menos estas son las más empleadas en la construcción, porque el armado del encofrado para estos casos es más fácil, comparándolos con otro tipo de secciones. Para definir y ubicar las columnas en el plano tenemos que tener en cuenta la arquitectura y respetar algunas normas y espacios de las áreas correspondientes, estas columnas deben estar posicionadas continuamente desde el nivel de la cimentación hasta el nivel superior a techar con finalidad de transmitir las cargas adecuadamente.

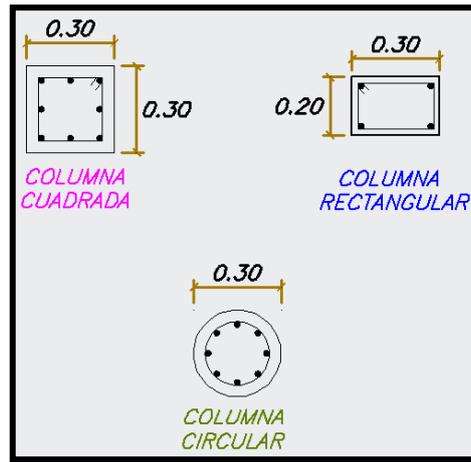


Figura 8. Secciones de Columnas

Fuente: Elaboración Propia

Predimensionamiento de Vigas

Para poder calcular las dimensiones de las vigas hay que tener en consideración las cargas que está sometido dicha estructura. Hay algunos criterios prácticos toma en cuenta las acciones combinada de cargas verticales.

Peralte (H)

Primer Criterio: Por Categorías de edificación:

Tabla 1. Peralte de vigas (1er Criterio)

H =	L/10	(A)	Esenciales
H=	L/11	(B)	Importantes
H =	L/12	(C)	Comunes

Fuente: E030 Diseño Sismoresistente. del RNE

Dónde: L es la longitud más crítica o desfavorable

Segundo Criterio: Según Sobrecargas:

Tabla 2. Peralte de vigas (2do Criterio)

S/C	200	500	750	1000
h	Ln/12	Ln/10	Ln/9	Ln/8

Fuente: E030 Diseño Sismoresistente del RNE

Base (b)

Según el RNE (E 030), debe cumplir lo siguiente:

$$b = h/2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$b = \frac{\text{ANCHO TRIBUTARIO}}{20} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$b \geq 25\text{cm} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Peralte Efectivo

Teórico

$$d = h_v - \text{recubrimiento} - \varnothing \text{ estribo} - \frac{\varnothing \text{ de la barra}}{2}$$

Práctico

$$d = h - 5 \text{ cm}$$

Predimensionamiento de Losas

Primero se determina la Dirección, la cual será paralela a su menor distancia, aunque puede tener excepciones por proceso constructivo.

Se puede calcular el espesor de la losa con la siguiente fórmula:

$$e = \frac{Ln}{25}$$

Recordar que la losa puede ser de 17 cm, 20 cm, 25 cm y 30 cm.

Predimensionamiento de Columnas

El criterio que se siguió en el dimensionamiento de las columnas por carga vertical

Tabla 3. Peso (Kg/m²), según su categoría

Edificio categoría A	Norma E 030	P = 1500 kg/m ²	ESCENCIALES
Edificio categoría B	Norma E 030	P = 1250 kg/m ²	IMPORTANTES
Edificio categoría C	Norma E 030	P = 1000 kg/m ²	COMUNES

Fuente: E030 Diseño Sismoresistente del RNE

Para calcular: $P_{servicio} = P \times A \times N$

Sabiendo que:

A: área tributaria; **N:** número de pisos

Columnas Centradas

$$\text{Área de columna} = \frac{P_{servicio}}{0.45 f'_c}$$

Columnas Excéntricas y Esquinadas

$$\text{Área de columna} = \frac{P_{servicio}}{0.35 f'_c}$$

Normas Aplicables

Se considera las siguientes normativas para el análisis:

RNE E-020 “Cargas”

RNE E-030 “Diseño Sismo Resistente”

RNE E-050 “Suelos y Cimentaciones”

RNE E-060 “Concreto Armado”

Análisis de Desplazamientos

Se analizará los desplazamientos obtenidos en el programa ETABS con los valores permisibles estipulados en el Reglamento Nacional de edificaciones.

Criterio de Evaluación Estructural

Al tratarse de una edificación con un gran aporte de elementos de concreto armado en la dirección transversal y longitudinal, se realizará el análisis sísmico, proporcionado por la norma E-0.30, verificando además que las distorsiones no sean superiores a 0.007 (derivada máxima permitida para concreto armado).

Metrado de Cargas

Cargas por peso propio: Según nos indica el RNE 030, son cargas provenientes del peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y además de otros elementos que forman parte de la estructura y todo lo que sea permanente.

Cargas vivas: Para el RNE 030, las cargas que provienen de los pesos no permanentes en la estructura, que incluyen a los ocupantes, materiales, equipos muebles y otros elementos móviles estimados en la estructura.

Cargas producidas por Sismo: Análisis de cargas estáticas o dinámicas que representan un evento sísmico y están reglamentadas por la norma E.030 “Diseño Sismorresistente”

Consideraciones sísmicas

Para realizar el análisis dinámico de la edificación, las medidas adoptadas son tomadas a través de movimientos de superposición espectral; esto quiere decir, basado en el uso de modos de vibración también de periodos naturales; estos podrán ser calculados a través de, un procedimiento de análisis, que estime correctamente las propiedades de rigidez y la distribución de las masas de la estructura.

Zonificación (Z): Nuestro territorio nacional está distribuido en cuatro zonas, como se observa en la **Figura 8**, pues se trata de la división por zonas de acuerdo a la sismicidad del lugar, así como características relevantes de los movimientos sísmicos y su atenuación dependiendo de la distancia y su geotecnia brindada por los estudios científicos.

Lo mencionado anteriormente lo estipula la Norma E-0.30 de Diseño Sismorresistente, el cual asigna un factor “Z” a cada una de estas 4 zonas. Este factor puede variar en 10% de ser mayor a 50 años.



Figura 7. Zonas Sísmicas

Fuente: RNE E-030

A continuación, se muestra una tabla donde se muestran los factores a usar dependiendo de la zona en donde el proyecto se encuentre ubicado:

Tabla 4. Factores de Zona “Z”

FACTORES DE ZONA		
SISMICIDAD	ZONA	Z
MUY ALTA	4	0.45
ALTA	3	0.35
MEDIA	2	0.25
BAJA	1	0.10

Fuente: RNE E-030

Categoría de las edificaciones (U): Cada edificación tendrá un factor asignado de acuerdo a las características de sitio, su importancia y/o uso; se determina con la siguiente tabla:

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR “U”
(A) Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo.	1.5
(B) Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1.3
(C) Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
(D) Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista

Figura 8. Categoría de las Edificaciones – Factor “U”

Fuente: RNE E-030

Parámetros de Sitio (S, T_P y T_L)

Se considerará el perfil que se adapte mejor a las condiciones del terreno y dependiendo de esto, debe emplear los valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_P y T_L.

Tabla 5. Factor de Suelo "S" - RNE

ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: RNE E-030

Una vez establecido la zona y tipo de suelo con sus factores convenientes, se podrá establecer los períodos; en la siguiente tabla:

Tabla 6. Períodos "T_P" y "T_L" - RNE

	Perfil del suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T _L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: RNE E-030

Factor de Ampliación Sísmica (C)

Dependiendo de las particularidades del lugar, se determinará el factor de amplificación sísmica (C), empleando las siguientes expresiones, de acuerdo sea el caso:

- $T < T_P$ $C = 2,5$
- $T_P < T < T_L$ $C = 2,5 \times (T_P/T)$
- $T > T_L$ $C = 2,5 \times (T_P \times T_L / T^2)$

Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de reducción de las Fuerzas Sísmicas (R₀)

Dependiendo del uso de la edificación y los materiales que se empleen; también de su sistema estructural sismorresistente en relación a la dirección de análisis, tal como se indica en la siguiente tabla:

SISTEMA ESTRUCTURAL	COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN R_0
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Figura 9. Coeficientes básicos de reducción del Sistema Estructural

Fuente: RNE E-030

Análisis Estático

Fuerza Cortante en la Base

La también denominada cortante basal de la estructura, se determina dependiendo de la dirección que se le considere y se calculará mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

También se debe cumplir la siguiente expresión: $\frac{C}{R} \geq 0,125$

Período Fundamental de Vibración

Para cada dirección, se calculará con la expresión siguiente: $T = \frac{h_n}{C_T}$

Según el RNE E-030 indica que, para edificaciones con elementos resistentes en la dirección considerada sean precisamente:

Usamos $C_T = 35$, para pórticos de concreto armado sin muros de corte; como también para pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

Usamos $C_T = 45$, para pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras; como también para pórticos de acero arriostrados.

Usamos $C_T = 60$, para edificaciones de albañilería y para todos los edificios de concreto armado con sistemas duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Análisis Dinámico

En general, se analizará el comportamiento dinámico de la estructura frente a cargas sísmicas realizando el análisis espectral indicado en el RNE, con el propósito de generar un modelo matemático para finalmente realizar el análisis. Este modelo será obtenido aplicando el programa de cálculo de estructuras ETABS.

Modos de Vibración

Los modos de vibración se podrán precisar mediante el análisis apropiado que considere las características de rigidez adecuadas y la correcta distribución de las masas. Según la RNE E-030, en cada dirección se considerarán los modos de vibración cuyo resultado de la suma de masas efectivas, sea como mínimo el 90 % de la masa total, aunque deberá considerarse al menos los primeros tres modos resaltantes en la dirección de análisis.

Aceleración Espectral

Para las direcciones horizontales realizadas, se empleará un espectro inelástico de pseudoaceleraciones; se calculará con la siguiente expresión:

$$S_a = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times g$$

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿cómo influye el uso de concreto con ladrillo recocho triturado, en el comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿Cuáles son los desplazamientos laterales relativos máximos que se genera en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019?
- **PE2:** ¿Cuáles son los modos de vibración que se genera en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019?

- **PE3:** ¿Cuáles son los resultados de las secciones estructurales finales, con respecto al predimensionamiento, en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019?

La justificación relativa a esta investigación conlleva a los severos problemas ambientales que aparecen a raíz de la contaminación, es por ello que se ha planteado una alternativa de agregado grueso en nuestro caso es el ladrillo recocho triturado obtenido de los desechos de las ladrilleras artesanales; lo que servirá de reemplazo parcial para agregados de construcción, con la finalidad de tener un sustituto que nos ayude a incorporarlo al concreto y de esta manera aminorar la contaminación del ambiente, y al mismo tiempo evitar la sobreexplotación de los materiales de construcción. Pero que si es analizado sísmicamente y aplicarlo a una edificación sea óptimo su comportamiento.

Esta investigación tiene como propósito analizar un sustituto parcial de agregado grueso que sea beneficioso por lo que se ha estudiado tipos de mezclas de concreto, con el material reciclado con diferentes porcentajes; la cual permite crear nuevas tecnologías en este rubro, mejorar y/o reutilizar estas materias primas. Por otro lado, Masías (2018) recomienda “evaluar nuevas condiciones para mejorar la trabajabilidad de la mezcla de concreto con reemplazos de ladrillo triturado, como la incorporación de un aditivo plastificante que le permita a la mezcla alcanzar la trabajabilidad adecuada para que sea manejable al momento de su colocación para valores de reemplazo mayores al 20%.” (p.65). Ciertamente el estudio de nuevos agregados solo ha quedado en el aspecto tecnología de materiales, a lo cual nosotros queremos enfocar su aplicación a un sistema estructural aperturado y analizarlo sísmicamente.

La ejecución de este proyecto justificará el ámbito social ya que la implementación de un concreto empleando ladrillo recocho triturado como reemplazo parcial del agregado grueso, con ello aumentar su resistencia a compresión y luego analizarlo, así lograr mejorar el comportamiento sísmico de la edificación mediante el diseño cumpliendo con todos los parámetros establecidos en el reglamento nacional de edificaciones; y pueda ser aplicado a las edificaciones.

La hipótesis general fue el uso de concreto con ladrillo recocho triturado, influirá positivamente en el comportamiento sísmico de vivienda multifamiliar de 5 pisos, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019.

Las hipótesis específicas de la investigación fueron las siguientes:

- **HE1:** Los desplazamientos laterales relativos máximos que se genera en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019; cumplirán con lo establecido en la norma E. 030.
- **HE2:** Los modos de vibración que se genera en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019; describirá las secuencias de las vibraciones y frecuencias naturales.
- **HE3:** Las pruebas estructurales del concreto con ladrillo recocho triturado con diferentes dosificaciones serán óptimas comparado con el diseño patrón para el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, Urbanización Santa Teresa de Vitarte - Ate, 2019.

El objetivo general fue analizar el comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos con el uso de concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019.

Las hipótesis específicas de la investigación fueron las siguientes:

- **OE1:** Determinar los desplazamientos laterales relativos máximos que se genera en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019.
- **OE2:** Determinar los modos de vibración que se genera en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019.
- **OE3:** Determinar las secciones estructurales finales, con respecto al predimensionamiento, en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019.

II. MÉTODO

2.1 Método de la investigación

Con respecto al método empleado en nuestra investigación, se hizo referencia al método científico, pues es el camino trazado o la táctica para hallar las propiedades de nuestro objeto en estudio. El método científico es el desarrollo del razonamiento que no solo describe los sucesos o acontecimientos, sino también se encarga de explicarlos. Es la conjugación de la inducción con la deducción, lo cual con lleva al pensamiento reflexivo para dar solución a un problema.

2.1.1 Orientación

Nuestra investigación tiene como objetivo resolver una determinada problemática o planteamiento establecido; por lo que se utiliza para brindar respuestas, por ende, tiene orientación Aplicada.

2.1.2 Enfoque

El enfoque de la investigación es cuantitativo, porque podemos estudiar y analizar las variables que van ser medidas por medio de información cuantificada.

2.1.3 Recolección de datos

Para la presente investigación, se recabaron los datos de fuentes primarias, es decir la información se recogerá de estudios de laboratorio de acuerdo a nuestro criterio y para fines específicos de la investigación; como también de fuentes secundarias, es decir se recurre a fuentes de información existentes, registros y base de datos; por ende nuestra investigación, según la fuente de donde se recaban los datos es la combinación de Prolectivo con Retrolectivo, a esta fusión se le conoce como Ambilectivo.

2.2 Nivel de la investigación

El nivel de una investigación se determina de acuerdo a el grado de profundidad y alcance que se pretende con la investigación; es nuestro caso es Descriptivo porque interpreta realidades del hecho; que incluye descripción, registro, análisis e interpretación y naturaleza del fenómeno.

2.3 Diseño de Investigación

Debido a que el objetivo de la investigación es analizar el comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos con el uso de concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019.; por ello se someterá a ensayos de laboratorio para realizar nuestro concreto y adicional a ello se diseñará en ETABS. Entonces:

El diseño de investigación según el propósito del estudio es cuasi experimental.

El diseño de investigación según el número de mediciones es Longitudinal, ya que se medirá en varias ocasiones.

El diseño de investigación según la cronología de las observaciones es Prospectivo, debido a que la recolección se realiza luego de planificar el estudio.

2.3.1 Estudio del diseño

En vista de que, en nuestra investigación, los grupos de estudio se definen por la exposición a la causa y se vigila la aparición del efecto; es decir nosotros experimentaremos reemplazando ciertos porcentajes de agregado grueso (piedra chancada), por ladrillo recocho triturado y observaremos si es que el efecto será favorable en cuanto a sus propiedades y ello aplicarlo al análisis sísmico; por todo ello el Estudio de diseño es de cohortes.

2.4 Variables, Operacionalización

2.4.1 Variable Independiente

- ❖ Concreto con Ladrillo Recocho Triturado

2.4.2 Variable Dependiente

- ❖ Análisis Sísmico

2.4.3 Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE INDEPENDIENTE	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	
	VARIABLE INDEPENDIENTE CONCRETO CON LADRILLO RECOCHO TRITURADO	Son Ladrillos artesanales King Kong macizos, que son desechados por las ladrilleras ya que están muy cocidas; también se le denomina recocho.	El comportamiento del ladrillo artesanal triturado como agregado grueso se medirá a través de ensayos físicos en agregados (humedad, granulometría, peso específico, absorción, peso unitario suelto). El porcentaje de reemplazo es 10%, 20% y 30%.	Ensayos físicos	Humedad Granulometría Peso específico Absorción Peso unitario suelto Varillado
Propiedad mecánica del concreto				Resistencia a la compresión de probetas	
Diseño de Mezcla				Método del comité 211 del ACI Dosificación 10%, 20% y 30%	
Estudios preliminares				Estudio de suelo Capacidad Portante-Salinidad	
Predimensionamiento				RNE E.060	
Análisis Estático				Fuerza Cortante en la base Distribución de la fuerza sísmica en altura Periodo de vibración Excentricidad Accidental	
				Análisis Dinámico	Modo de Vibración Aceleración Espectral
				Requisitos de rigidez y resistencia	Desplazamiento lateral relativo admisible en Concreto Armado

La operacionalización se refiere como a la manera en la que se mide la variable, a continuación, podemos observar la siguiente tabla:

Tabla 7. Operacionalización de las Variables

Fuente: Elaboración Propia

2.5 Población y muestra

2.5.1 Población

Para Hernández, Fernández & Baptista (2003) “población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p. 174).

Según la NTP 339.183 (2013) en el ítem 5.5. indica que: “El número mínimo de especímenes elaborados es de tres (03) o más especímenes para cada edad” (p.11)

La Población de la presente investigación serán el total de las probetas cilíndricas que sean sometidas a compresión y también todas las vigas para ensayarlas a flexión.

2.5.2 Muestra

En la presente investigación la muestra, consta de probetas cilíndricas de 4” x 8”. Para la muestra patrón son 3 probetas por cada tiempo de curado, es decir serían 9 probetas; para la muestra con combinaciones de 10%, 20%, y 30% de reemplazo son 3 probetas por cada caso y eso multiplicado por los tiempos de curado, serían 27 probetas; todas estas forman un total de 36 probetas que se someterán a ensayos de resistencia a la compresión. También se realizarán 2 especímenes de vigas patrón y 6 especímenes de vigas por combinaciones (10%, 20% y 30%); dando un total de 8 especímenes que se someterán a ensayos de resistencia a la flexión con carga a los tercios.

Tabla 8. Cantidad de probetas cilíndricas

INDICADOR	MEZCLA	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	PARCIAL
PATRÓN	Concreto convencional	3	3	3	9
COMBINACIONES DE LADRILLO RECOCHO	10%	3	3	3	9
	20%	3	3	3	9
	30%	3	3	3	9
TOTAL		12	12	12	36

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Cantidad de vigas de concreto

INDICADOR	MEZCLA	28 DÍAS	PARCIAL
PATRÓN	Concreto convencional	2	2
COMBINACIONES DE LADRILLO RECOCHO	10%	2	6
	20%	2	
	30%	2	
TOTAL		8	8

Fuente: Elaboración Propia

2.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.6.1 Técnicas

La observación es la técnica a emplear en la presente investigación, ya que nos permite identificar cualquier fenómeno al realizar los ensayos de compresión y flexión de los especímenes aplicando las normas adecuadas.

2.6.2 Instrumentos

Los instrumentos son los protocolos, que son formatos estandarizados, basándose en la Norma Técnica Peruana; los cuales son certificados por un profesional especializado y nos permite recolectar información precisa, necesaria para la presentación de los resultados de nuestra investigación.

2.6.3 Recolección de datos de los materiales (ensayos físicos)

- Granulometría del agregado fino (arena gruesa)
- Granulometría del agregado grueso (piedra chancada)
- Granulometría del agregado grueso de reemplazo (ladrillo triturado)
- Peso unitario compactado (P. U. C.)
- Peso unitario suelto (P. U. S.)
- Peso específico
- Contenido de humedad
- Absorción

2.6.4 Validez

Para Valerano et al. (2015), sostienen que:

La validez se refiere a que debe tenerse cierto grado de seguridad, que lo que se está midiendo sea lo que se pretende y no otra cosa, que la técnica empleada mida el fenómeno que se supone tiene que medir o que el observador pueda clasificar un comportamiento en una categoría con cierto grado de veracidad (p.227).

La validez del trabajo de investigación será medida mediante los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a compresión del concreto con diversas edades de curado.

2.6.5 Confiabilidad

Valarino et al. (2015), sostiene que: “la confiabilidad se refiere a que el instrumento mida lo mismo cada vez que se emplea o que diferentes observadores midan lo mismo en condiciones similares y puedan llegar a acuerdos” (p.229)

En la presente investigación, la confiabilidad se basa en la experiencia del asesor metodológico y asesor temático, los cuales colaboraron en la elaboración del proyecto; así mismo la intervención del jurado especialista que se encarga de la revisión.

2.7 Métodos de análisis de datos

En nuestra investigación, el método de análisis de los datos se desarrollará conforme a los resultados que obtuvimos en lo ensayado experimentalmente (observaciones visuales), y registros del comportamiento del concreto en estado endurecido, es decir, resistencia a la compresión y flexión; el concreto en estado fresco, es decir, medición del asentamiento con el cono de Abrams (conocido como Slump); ensayos físicos en agregados, es decir, granulometría, contenido de humedad, absorción, peso unitario, peso específico, sus resultados obtenidos lo organizaremos mediante tablas, gráficos, cuadros, etc. Los testigos del concreto se realizarán según el diseño del método Bolomey.

2.8 Aspectos Éticos

Los aspectos éticos que se puede mencionar para el desarrollo del proyecto de investigación es el respeto, integridad, honestidad, la información recopilada a través de

tesis, artículos y libros, los cuales están citadas por la norma APA, garantizando una confiabilidad del proyecto de investigación.

2.8.1 Respeto

El respeto es una de los valores muy importante del ser humano que lo aplicamos en nuestra vida personal, laborales, lo cual este proyecto de investigación tiene información real y precisa, la información extraídas e artículos, tesis serán referenciadas según la norma APA.

2.8.2 Honestidad

Es un valor fundamental para las relaciones interpersonales basadas en el respeto, confianza y sinceridad del proyecto de investigación, con respecto al análisis de los datos.

III. RESULTADOS

3.1 Materiales

3.1.1 Cemento

En nuestro caso utilizamos cemento APU

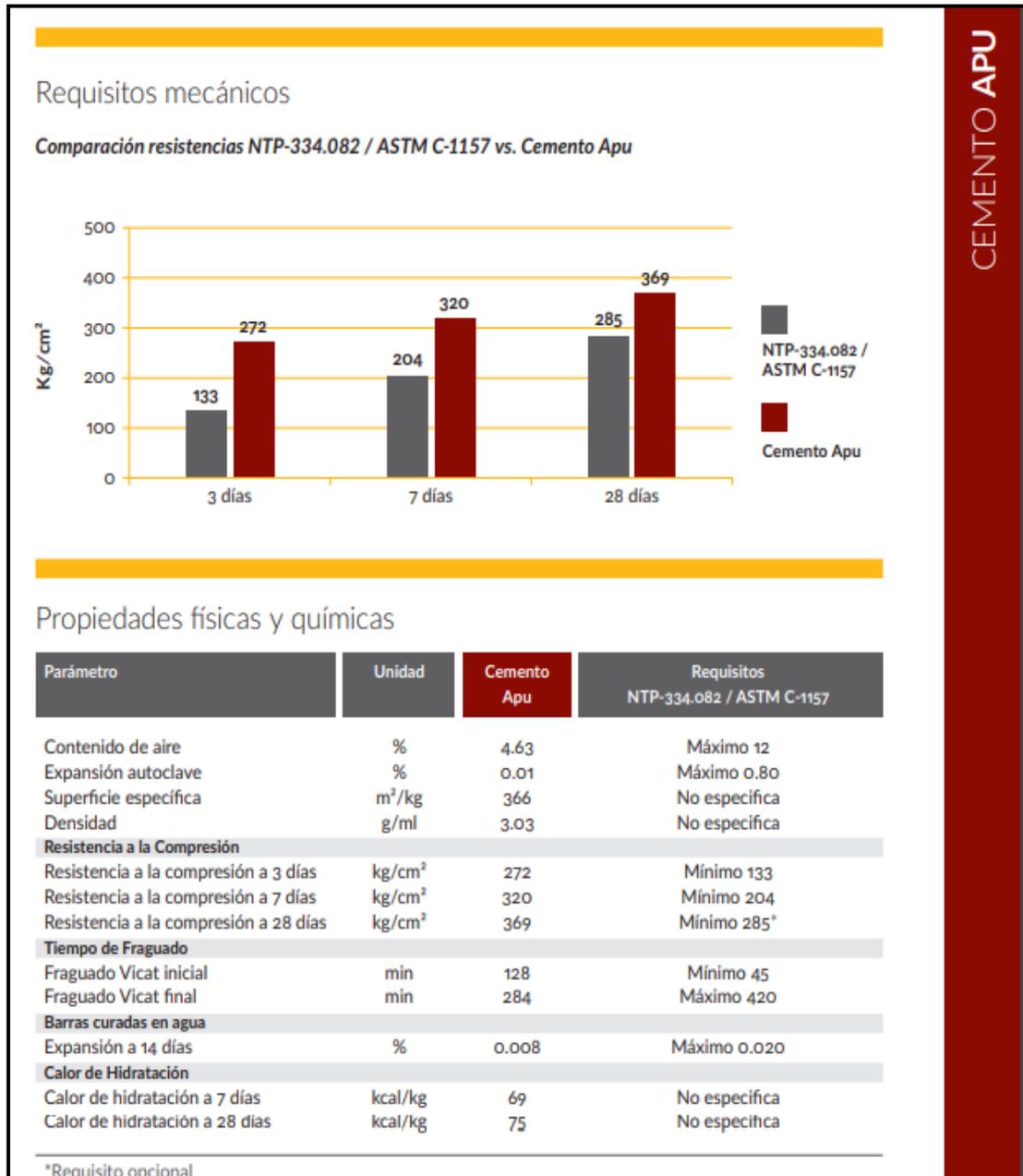


Figura 10. Ficha técnica de CEMENTO APU

Fuente: https://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2012/03/Ficha_Tecnica_Apu.pdf

3.1.2 Agregado Grueso

La procedencia del agregado se utilizó para la elaboración del concreto, proveniente de la CANTERA TRAPICHE, que se encuentra ubicado en el distrito de Carabaylo, Departamento de la Lima.

Los agregados de la construcción son derivados de la trituración natural o artificial de las piedras, pasando por un proceso de selección y separación lo cual se separa en distintos tamaños y usos.

El material extraído de la cantera no debe ser porosa ni tener arcilla, barro, polvo. Tiene que ser un material limpio. Para nuestro proyecto de investigación se utilizó Agregado Grueso (Piedra chancada de ½”).



Figura 11. Agregado Grueso (piedra chancada)

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3 Agregado Fino

El agregado fino se extrajo de la CANTERA TRAPICHE, ubicado en el Distrito de Carabaylo, departamento de Lima.



Figura 12. Agregado Fino (arena gruesa)

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4 Ladrillo triturado con exceso de cocción

La presente investigación se trabajó con el ladrillo recocho (alto exceso de cocción), la cual las empresas lo votan por el mismo exceso de cocción por no pasar por el control de calidad para venta de sus ladrillos estándares.



Figura 13. Ladrillera "Ñoño"

Fuente: Elaboración Propia

En Huachipa es donde se ubica una gran cantidad de ladrilleras en las zonas de La Capitana y Santa María de Huachipa, de la que obtuvimos los ladrillos recochos fue "Ñoño", donde la producción del material ladrillo King Kong macizo es usual en la zona.



Figura 14. Ubicación Ladrillera "Ñoño"

Fuente: Google Maps

Los ladrillos son de fabricación artesanal, las ladrilleras cuentan con gran cantidad de hornos.



Figura 15. Recolección de Ladrillo Recocho

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4.1 Ladrillo recocho proceso de triturado

Se procedió a golpear con una comba de 4 Libras a los ladrillos recochos y a tamizarlo para obtener el reemplazo de agregado grueso. También hay la opción de triturarlo en una chancadora.



Figura 16. Ladrillo Recocho triturado

Fuente: Elaboración Propia

3.1.5 Agua

Se utilizó agua potable de la zona de Canta Callao, en el laboratorio INGEOCONTROL para la elaboración de los ensayos requeridos para la investigación.



Figura 17. Uso de Agua Potable

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Ensayo de Peso Unitario en agregados

Es la relación del peso del agregado entre su volumen.

Para el agregado grueso se utilizará un recipiente cilíndrico con las siguientes características:



Figura 18. Recipiente cilíndrico para ensayo de peso unitario

Fuente: Elaboración Propia

Al realizar el ensayo se toma nota del peso y volumen del recipiente cilíndrico a usar, se registró los siguientes datos:

Tabla 10. *Peso y volumen de recipiente cilíndrico para agregado grueso*

PESO	VOLUMEN
2358 gr	7111 cm ³

Fuente: Elaboración Propia

Para el agregado fino se utilizará un recipiente cilíndrico con menor altura, con las siguientes características:



Figura 19. Recipiente cilíndrico de menor altura para ensayo de peso unitario

Fuente: Elaboración Propia

Al realizar el ensayo se toma nota del peso y volumen del recipiente cilíndrico a usar, se registró los siguientes datos:

Tabla 11. Característica de peso y volumen de recipiente para agregado fino

PESO	VOLUMEN
6282 gr	2127 cm ³

Fuente: Elaboración Propia

Existen 2 valores de peso unitario, los cuales son:

- Peso Unitario Suelto (PUS)
- Peso Unitario Compactado(PUC)

3.2.1 Ensayo de Peso unitario en Agregado Grueso (piedra chancada)

Se determina el peso del material en su estado suelto, colocando suavemente el agregado en el recipiente hasta el punto de derrame. Con una varilla de $\frac{5}{8}$ ", de 60 cm de largo se va quitando el excedente de material. Finalmente se pesará en una balanza.



Figura 20. Ensayo de peso unitario suelto de la piedra chancada

Fuente: Elaboración Propia

Se determina el peso del material en su estado compactado, colocando el agregado en el recipiente por capas y a cada una de ellas se le dará 25 golpes de manera helicoidal para empezar el compactado; una vez lleno se procede a eliminar con una varilla de $\frac{5}{8}$ " de 60 cm de largo, el excedente de material. Finalmente se pesará en una balanza.



Figura 21. Ensayo de peso unitario compactado de la piedra chancada

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra los resultados del peso suelto y compactado del agregado grueso (piedra chancada).

Tabla 12. Peso unitario suelto y compactado de la piedra chancada

PESO SUELTO	PESO COMPACTADO
12980 gr	14123 gr

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Ensayo de Peso unitario en Agregado Grueso (ladrillo triturado)

Se determina el peso del material en su estado suelto, colocando suavemente el agregado en el recipiente hasta el punto de derrame. Con una varilla de $\frac{5}{8}$ ", de 60 cm de largo se va quitando el excedente de material. Finalmente se pesará en una balanza.



Figura 22. Ensayo de peso unitario suelto del ladrillo recocho triturado

Fuente: Elaboración Propia

Se determina el peso del material en su estado compactado, colocando el agregado en el recipiente por capas y a cada una de ellas se le dará 25 golpes de manera helicoidal para empezar el compactado; una vez lleno se procede a eliminar con una varilla de $\frac{5}{8}$ " de 60 cm de largo, el excedente de material. Finalmente se pesará en una balanza.



Figura 23. Ensayo de peso unitario compactado del ladrillo recocho triturado

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra los resultados del peso suelto y compactado del agregado grueso (ladrillo recocho triturado).

Tabla 13. Peso unitario suelto y compactado del ladrillo recocho triturado

PESO SUELTO	PESO COMPACTADO
9473 gr	10477 gr

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3 Ensayo de Peso unitario en Agregado Fino (arena gruesa)

Se determina el peso del material en su estado suelto, colocando suavemente el agregado en el recipiente hasta el punto de derrame. Con una varilla de $\frac{5}{8}$ ", de 60 cm de largo se va quitando el excedente de material. Finalmente se pesará en una balanza.



Figura 24 Ensayo de peso unitario suelto de la arena gruesa

Fuente: Elaboración Propia

Se determina el peso del material en su estado compactado, colocando el agregado en el recipiente por capas y a cada una de ellas se le dará 25 golpes de manera helicoidal para empezar el compactado; una vez lleno se procede a eliminar con una varilla de $\frac{5}{8}$ " de 60 cm de largo, el excedente de material. Finalmente se pesará en una balanza.



Figura 25. Ensayo de peso unitario compactado de la arena gruesa

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra los resultados del peso suelto y compactado del agregado fino (arena gruesa).

Tabla 14. Peso unitario suelto y compactado de la arena gruesa

PESO SUELTO	PESO COMPACTADO
8692 gr	9384 gr

Fuente: Elaboración Propia

3.2.4 Cálculo del Peso Unitario de los agregados

- Peso del agregado

$$PA = PT - PM$$

- Peso unitario del agregado

$$PU = \frac{PA}{VM}$$

Dónde:

PM = Peso del molde

VM = Volumen del molde

PT = Peso (recipiente + agregado)

Con los datos obtenidos del ensayo de laboratorio, a continuación, hallaremos el peso unitario suelto y compactado del agregado:

Tabla 15. Cálculo del Peso Unitario de los Agregados

AGREGADO	ARENA GRUESA	LADRILLO RECOCHO TRITURADO	PIEDRA CHANCADA
PESO SUELTO	8692 gr	9473 gr	12980 gr
PESO COMPACTADO	9384 gr	10477 gr	14123 gr
PESO RECIPIENTE	6282 gr	2358 gr	2358 gr
VOLUMEN	2127 cm ³	7111 cm ³	7111 cm ³
PESO DEL AGREGADO SUELTO	8692 gr – 6282 gr = 2410 gr	9473 gr – 2358 gr = 7115 gr	12980 gr – 2358 gr = 10622 gr
PESO DEL AGREGADO COMPACTADO	9384 gr – 6282 gr = 3102 gr	10477 gr – 2358 gr = 8119 gr	14123 gr – 2358 gr = 11765 gr
PESO UNITARIO SUELTO (PUS)	$\frac{2410 \text{ gr}}{2127 \text{ cm}^3}$ = 1.133 gr/cm ³ = 1133 Kg/m ³	$\frac{7115 \text{ gr}}{7111 \text{ cm}^3}$ = 1.001 gr/cm ³ = 1001 Kg/m ³	$\frac{10622 \text{ gr}}{7111 \text{ cm}^3}$ = 1.494 gr/cm ³ = 1494 Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC)	$\frac{3102 \text{ gr}}{2127 \text{ cm}^3}$ = 1.458 gr/cm ³ = 1458 Kg/m ³	$\frac{8119 \text{ gr}}{7111 \text{ cm}^3}$ = 1.142 gr/cm ³ = 1142 Kg/m ³	$\frac{11765 \text{ gr}}{7111 \text{ cm}^3}$ = 1.654 gr/cm ³ = 1654 Kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Ensayo de Peso Específico en agregados

Peso específico es la relación que existe entre el peso y el volumen de un determinado agregado.

3.3.1 Ensayo de Peso Específico del agregado grueso (piedra chancada)

Se colocó el agregado en una tara en nuestro caso con código K-24, al cual se le incorporó agua para que el material sature por 24 horas.



Figura 26. Piedra chancada sometida a saturación por 24 horas

Fuente: Elaboración Propia

Luego de haberlo saturado se retira el agua y al agregado se le seca superficialmente.



Figura 27. Secado superficial de la piedra chancada

Fuente: Elaboración Propia

Se procede a pesar en la balanza y obtuvimos el siguiente resultado:

- Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire = 2085 gr

La muestra de piedra chancada se colocará en una canastilla y se le pesará en agua, como se muestra a continuación:



Figura 28. Peso de la piedra chancada en el agua de la muestra saturada

Fuente: Elaboración Propia

Obtuvimos el siguiente resultado:

- Peso en el agua de la muestra saturada = 1332 gr

Por último, se procede a secar el agregado en el horno y a pesar en la balanza; de lo cual se obtiene lo siguiente:

- Peso de la muestra seca en el aire = 2068 gr

3.3.2 Ensayo de Peso Específico del ladrillo recocho triturado

Se colocó el agregado en una tara en nuestro caso con código 10-C, al cual se le incorporó agua para que el material sature por 24 horas.



Figura 29. Ladrillo recocho triturado sometida a saturación por 24 horas

Fuente: Elaboración Propia

Luego de haberlo saturado se retira el agua y al agregado se le seca superficialmente.



Figura 30. Secado superficial del ladrillo recocho triturado

Fuente: Elaboración Propia

Se procede a pesar en la balanza y obtuvimos el siguiente resultado:

- Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire = 1208 gr

La muestra del ladrillo recocho triturado se colocará en una canastilla y se le pesará en agua, como se hizo con el agregado anterior.

Obtuvimos el siguiente resultado:

- Peso en el agua de la muestra saturada = 643 gr

Por último, se procede a secar el agregado en el horno y a pesar en la balanza; de lo cual se obtiene lo siguiente:

- Peso de la muestra seca en el aire = 1107 gr

3.3.3 Ensayo de Peso Específico del agregado fino (arena gruesa)

Luego de que la muestra quede totalmente homogénea y tamizar el material que no supere los 4.75 mm de tamaño (tamiz No.4).

Se procede a extraer cierta cantidad de agregado, en nuestro caso 500 gr y se colocó el agregado en una tara con código C-34.

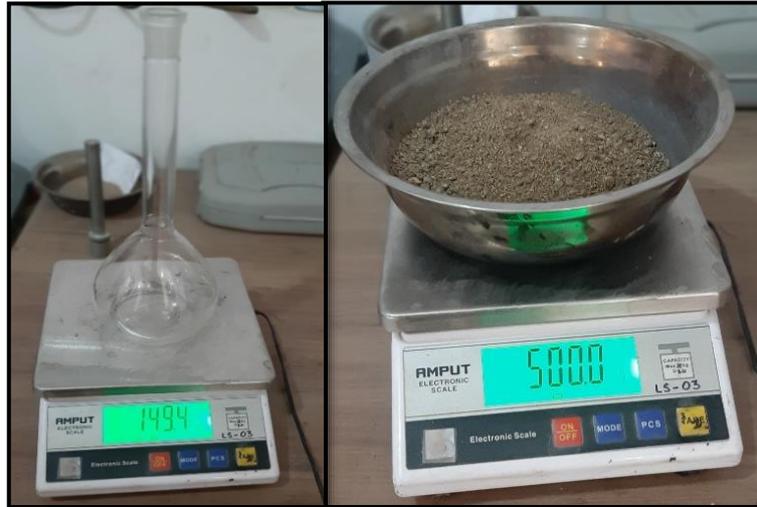


Figura 31. Peso del picnómetro y la muestra de agregado fino

Fuente: Elaboración Propia

Se procedió a colocar la muestra al interior del picnómetro y con ayuda de una piseta lograr que todo el material ingrese y no quede en la boquilla del picnómetro, se busca eliminar las burbujas de aire; se pesará el picnómetro con la muestra más el agua.



Figura 32. Picnómetro más Agregado fino y agua

Fuente: Elaboración Propia

Se extrajo los siguientes resultados:

- Peso en el aire de la muestra secada en el horno = 483.9 gr
- Peso del picnómetro lleno con agua = 649.4 gr
- Peso del picnómetro más muestra y agua = 952.5 gr
- Peso de la muestra saturada y superficialmente seca = 500 gr

3.3.4 Cálculo del Peso Específico de los Agregados gruesos

Con los datos obtenidos en el ensayo:

A: Peso de la muestra seca en el aire

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire

C: Peso en el agua de la muestra saturada

Para calcular el Peso específico de masa aparente (Pea) se utilizará la siguiente fórmula:

$$Pea = \frac{A}{(A - C)}$$

Para calcular el Peso específico de masa Seco (Pem) se utilizará la siguiente fórmula:

$$Pem = \frac{A}{(B - C)}$$

Para calcular el Peso específico de masa Saturada con superficie Seca (PeSSS) se utilizará la siguiente fórmula:

$$PeSSS = \frac{B}{(B - C)}$$

Con los datos obtenidos del ensayo de laboratorio; a continuación, calcularemos el peso específico de los agregados gruesos:

Tabla 16. Cálculo del Peso específico de los agregados gruesos

AGREGADO	PIEDRA CHANCADA	LADRILLO RECOCHO TRITURADO
PESO SECO	2068 gr	1107 gr
PESO SATURADO	2085 gr	1208 gr
PESO EN EL AGUA	1332 gr	643 gr
CÓDIGO DE TARA	K-24	10C

PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	$Pea = \frac{2068}{(2068 - 1332)}$ $Pea = 2.810 \text{ gr/cm}^3$	$Pea = \frac{1107}{(1107 - 643)}$ $Pea = 2.386 \text{ gr/cm}^3$
PESO ESPECÍFICO DE MASA SECO	$Pem = \frac{2068}{(2085 - 1332)}$ $Pea = 2.746 \text{ gr/cm}^3$	$Pem = \frac{1107}{(1208 - 643)}$ $Pea = 1.959 \text{ gr/cm}^3$
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	$Pea = \frac{2085}{(2085 - 1332)}$ $Pea = 2.769 \text{ gr/cm}^3$	$Pea = \frac{1208}{(1208 - 643)}$ $Pea = 2.138 \text{ gr/cm}^3$

Fuente: Elaboración Propia

3.3.5 Cálculo del Peso Específico del Agregado Fino

Obtuvimos los siguientes datos en el ensayo:

A: Peso en el aire de la muestra secada en el horno

B: Peso del picnómetro lleno con agua

C: Peso del picnómetro más muestra y agua hasta la marca de calibración

S: Peso de la muestra saturada y superficialmente seca

Para calcular el Peso específico de masa aparente (Pea) se utilizará la siguiente fórmula:

$$Pea = \frac{A}{B + A - C}$$

Para calcular el Peso específico de masa Seco (Pem) se utilizará la siguiente fórmula:

$$Pem = \frac{A}{B + S - C}$$

Para calcular el Peso específico de masa Saturada con superficie Seca (PeSSS) se utilizará la siguiente fórmula:

$$PeSSS = \frac{S}{B + S - C}$$

Con los datos obtenidos del ensayo de laboratorio; a continuación, calcularemos el peso específico del agregado fino:

Tabla 17. Cálculo del Peso específico del agregado fino

AGREGADO	ARENA GRUESA
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA EN EL HORNO	483.9 gr
PESO DEL PICNÓMETRO LLENO CON AGUA	649.4 gr
PESO DEL PICNÓMETRO MÁS MUESTRA Y AGUA HASTA LA MARCA DE CALIBRACIÓN	952.5 gr
PESO DE LA MUESTRA SATURADA Y SUPERFICIALMENTE SECA	500 gr
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	$Pe_a = \frac{483.9}{(649.4 + 483.9 - 952.5)}$ $Pe_a = 2.458 \text{ gr/cm}^3$
PESO ESPECÍFICO DE MASA SECO	$Pe_m = \frac{483.9}{(649.4 + 500 - 952.5)}$ $Pe_a = 2.539 \text{ gr/cm}^3$
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	$Pe_a = \frac{500}{(649.4 + 500 - 952.5)}$ $Pe_a = 2.676 \text{ gr/cm}^3$

Fuente: Elaboración Propia

3.4 Porcentaje de Absorción

Para calcular el porcentaje de absorción de los agregados, es necesario emplear la siguiente fórmula:

$$Ab(\%) = 100 \times \frac{S - A}{A}$$

Siendo:

S: Peso de la muestra saturada y superficialmente seca

A: Peso de la muestra seca en el aire

Con los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio; calcularemos el porcentaje de absorción de los agregados, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 18. Cálculo del porcentaje de absorción de los agregados

AGREGADO	ARENA GRUESA	LADRILLO RECOCHO TRITURADO	PIEDRA CHANCADA
S	500 gr	2085 gr	1208 gr
A	483.9 gr	2068 gr	1107 gr
Ab (%)	$100 \times \frac{500 - 483.9}{483.9}$ = 3.33	$100 \times \frac{2085 - 2068}{2068}$ = 0.82	$100 \times \frac{1208 - 1107}{1107}$ = 9.12

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Granulometría de los agregados

La NTP 400.011-2008 señala que tanto los agregados gruesos como finos, se diferencian mediante el uso de tamices o también denominada granulometría, nos indica que los agregados que se quedan retenidos desde la malla #4 se consideran gruesos y los agregados que pasan la malla #4 se consideran finos. (INDECOPI, 2008, pág. 7)

3.5.1 Granulometría del agregado fino (arena gruesa)

A continuación, se muestra el ensayo de granulometría realizado en el laboratorio INGEOCONTROL:



Figura 33. Ensayo de granulometría de agregado fino

Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvo como resultado la siguiente tabla:

Tabla 19. Análisis Granulométrico del agregado fino

AGREGADO FINO ASTM C33 - (ARENA GRUESA)

Malla			Peso Ret. (Gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	Lim Sup	Lim Inf
4"	101.6	mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.9	mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.2	mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.5	mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.8	mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	36.1	mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.4	mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05	mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.7	mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53	mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#4	4.75	mm	9.00	2.17	2.17	97.83	95.00	100.00
#8	2.36	mm	76.50	18.45	20.62	79.38	80.00	100.00
#16	1.18	mm	107.20	25.85	46.47	53.53	50.00	85.00
#30	0.59	mm	86.80	20.93	67.40	32.60	25.00	60.00
#50	0.3	mm	65.20	15.72	83.12	16.88	5.00	30.00
#100	0.15	mm	45.40	10.95	94.07	5.93	0.00	10.00
#200	0.07	mm	18.00	4.34	98.41	1.59	0.00	5.00
Fondo	0.01	mm	6.60	1.59	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

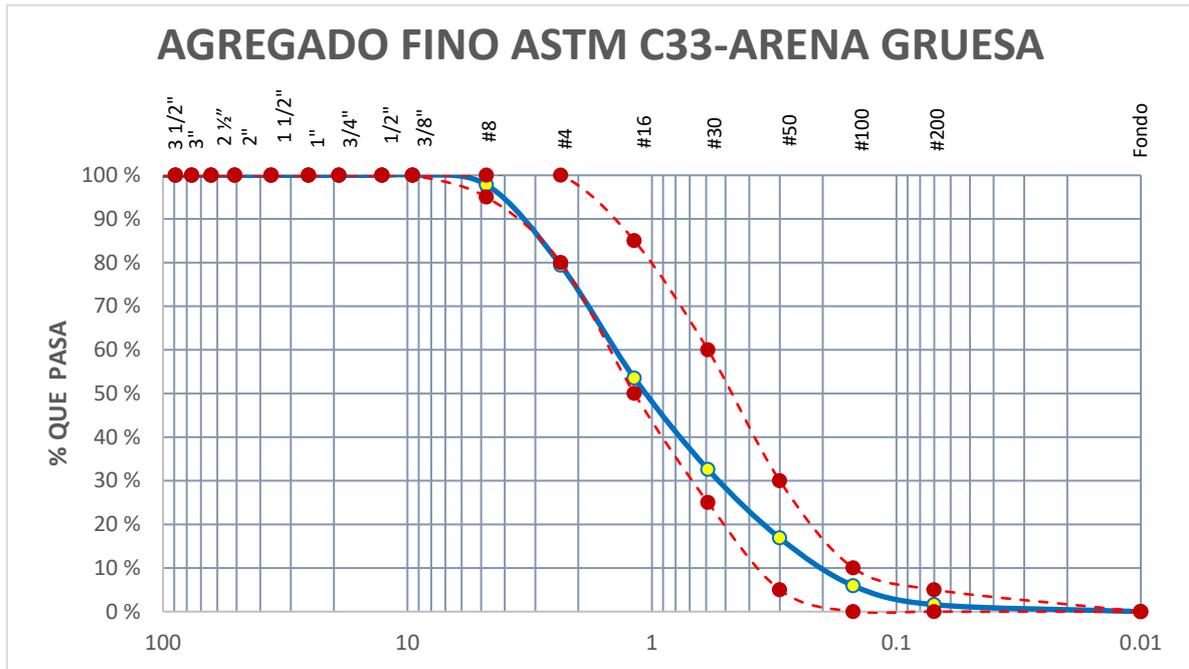


Figura 34. Curva granulométrica del agregado fino ASTM C33

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Según lo establecido en la **NTP 400.012**, se aplicó el análisis granulométrico de nuestro agregado fino de lo cual observamos que nuestra muestra está dentro de los parámetros, ya que está dentro del límite superior y límite inferior establecidos en el ASTM C33 y a su vez el **MÓDULO DE FINEZA (3.14 %)**, pero este porcentaje por un margen mínimo **NO ESTÁ DENTRO DE LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS** según la norma ASTM C33 para granulometría en agregados finos que brinda un rango de 2.5 % a 3.1%.

Una vez culminado el ensayo de granulometría en el laboratorio INGEOCONTROL, se procedió a realizar los demás ensayos físicos, tales como: peso específico, peso unitario, absorción, contenido de humedad como está especificado en la norma ASTM C33 para agregados, los resultados que obtuvimos ya han sido procesados en la presente tesis desde el ítem **3.2 ENSAYO DE PESO UNITARIO EN AGREGADOS** al ítem **3.4 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN** y a continuación en manera de resumen se muestra la **TABLA 18. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO** con los resultados mencionados anteriormente.

Tabla 20. Resumen de características físicas del agregado fino

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm³)	2.458
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm³)	2.539
P. Especif. de Masa Aparente(gr/cm³)	2.676
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1458
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1133
Humedad de absorción (%)	3.33
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza (%)	3.14
%< Malla N° 200 (0.75μm)	4.10

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Esta tabla nos muestra los resultados que nos brindaron los ensayos físicos del agregado, lo cual nos sirve para tenerlos en cuenta en el diseño de mezcla y cumplir con la norma ya que nos indica los parámetros establecidos para los agregados.

3.5.2 Granulometría del agregado grueso (ladrillo recocho triturado)

A continuación, se muestra el ensayo de granulometría realizado en el laboratorio INGEOCONTROL:



Figura 35. Ensayo de granulometría de ladrillo recocho triturado

Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvo como resultado la siguiente tabla:

Tabla 21. Análisis Granulométrico del ladrillo recocho triturado

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56								
(LADRILLO RECOCHO TRITURADO)								
Malla			Peso Ret.(gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	Lím Sup	Lím Inf
4"	101.6	mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100
3 1/2"	88.9	mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100
3"	76.2	mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100
2 1/2"	63.5	mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100
2"	50.8	mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100
1 1/2"	36.1	mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100
1"	25.4	mm	13	0.72	0.72	99.28	90.00	100.00
3/4"	19.05	mm	606	33.46	34.18	65.52	40.00	85.00
1/2"	12.7	mm	761	42.02	76.20	23.80	10.00	40.00
3/8"	9.53	mm	232	12.61	89.01	10.99	0.00	15.00
#4	4.75	mm	161	8.89	97.90	2.10	0.00	5.00
#8	2.36	mm		0.00	97.90	2.10	0.00	0.00
#16	1.18	mm		0.00	97.90	2.10	0.00	0.00
#30	0.59	mm		0.00	97.90	2.10	0.00	0.00
#50	0.3	mm		0.00	97.90	2.10	0.00	0.00
#100	0.15	mm		0.00	97.90	2.10	0.00	0.00
#200	0.07	mm		0.00	97.90	2.10	0.00	0.00
Fondo	0.01	mm	38	2.10	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

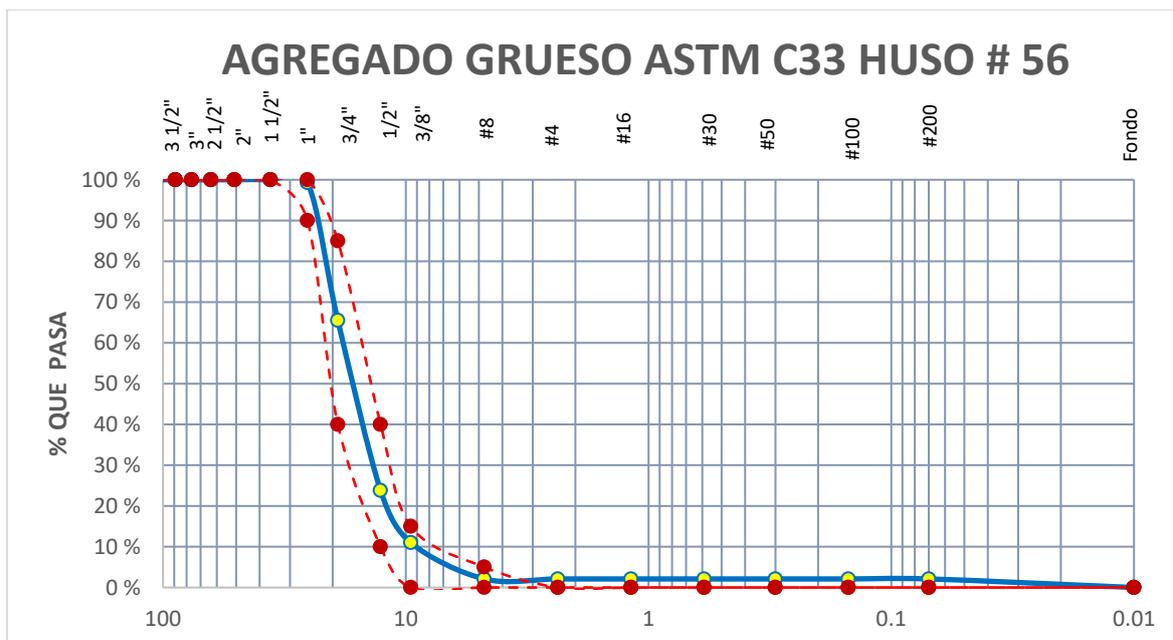


Figura 36. Curva granulométrica del ladrillo recocho ASTM C33

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Según lo establecido en la NTP 400.012, se aplicó el análisis granulométrico de nuestro agregado grueso de reemplazo, del cual observamos que nuestra muestra está dentro de los parámetros en gran parte, con una excepción de 38 gr los cuales quedaron en el fondo de 0.01 mm y esto se debe a que el ladrillo al momento del triturado tiene cierta cantidad de finos, existen los límites superior e inferior que están establecidos en el ASTM C33 y a su vez calculamos el **MÓDULO DE FINEZA (7.11 %)**.

Una vez culminado el ensayo de granulometría en el laboratorio INGEOCONTROL, se procedió a realizar los demás ensayos físicos, tales como: peso específico, peso unitario, absorción, contenido de humedad como está especificado en la norma ASTM C33 para agregados, los resultados que obtuvimos ya han sido procesados en la presente tesis desde el ítem **3.2 ENSAYO DE PESO UNITARIO EN AGREGADOS** al ítem **3.4 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN** y a continuación en manera de resumen se muestra la **TABLA 20. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO (LADRILLO RECOCHO TRITURADO)** con los resultados mencionados anteriormente.

Tabla 22. Resumen de características físicas del ladrillo recocho

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm³)	1.959
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm³)	2.138
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm³)	2.366
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1142
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1001
Humedad de absorción (%)	9.12
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.11
% < Malla N° 200 (0.75µm)	0.00

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Esta tabla nos muestra los resultados que nos brindaron los ensayos físicos del agregado, lo cual nos sirve para tenerlos en cuenta en el diseño de mezcla pues el ladrillo recocho triturado posee un porcentaje de absorción mayor al del agregado grueso convencional y por tanto repercute en el diseño de mezcla para cumplir con la norma, pues nos indica los parámetros establecidos para analizar los agregados y lograr una mezcla óptima.

3.5.3 Granulometría del agregado grueso (piedra chancada)

A continuación, se muestra el ensayo de granulometría realizado en el laboratorio INGEOCONTROL:



Figura 37. Ensayo de granulometría del agregado grueso (piedra chancada)

Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvo como resultado la siguiente tabla:

Tabla 23. Análisis Granulométrico del agregado grueso

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56								
(PIEDRA CHANCADA)								
Malla			Peso Ret.(gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.6	mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.9	mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.2	mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.5	mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.8	mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	36.1	mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.4	mm	162	4.53	4.53	95.47	90.00	100.00
3/4"	19.05	mm	2700	75.50	80.03	19.97	20.00	55.00
1/2"	12.7	mm	685	19.16	99.19	0.81	0.00	10.00
3/8"	9.53	mm	26	0.73	99.92	0.08	0.00	5.00
#4	4.75	mm		0.00	99.92	0.08	0.00	0.00
#8	2.36	mm		0.00	99.92	0.08	0.00	0.00
#16	1.18	mm		0.00	99.92	0.08	0.00	0.00
#30	0.59	mm		0.00	99.92	0.08	0.00	0.00
#50	0.3	mm		0.00	99.92	0.08	0.00	0.00
#100	0.15	mm		0.00	99.92	0.08	0.00	0.00
#200	0.07	mm		0.00	99.92	0.08	0.00	0.00
Fondo	0.01	mm	3	0.08	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. Resumen de características físicas del agregado grueso

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm³)	2.746
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm³)	2.769
P. Especif. de Masa aparente (gr/cm³)	2.81
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1654
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1494
Humedad de absorción (%)	0.82
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1"
Módulo de Fineza	7.79
% < Malla N° 200 (0.75µm)	0.10

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Esta tabla nos muestra los resultados que nos brindaron los ensayos físicos del agregado, lo cual nos sirve para tenerlos en cuenta en el diseño de mezcla pues el ladrillo recocho triturado posee un porcentaje de absorción mayor al del agregado grueso convencional y por tanto repercute en el diseño de mezcla para cumplir con la norma, pues nos indica los parámetros establecidos para analizar los agregados y lograr una mezcla óptima.

3.6 Diseño de mezcla

Se realizaron los diseños de mezclas con la finalidad que cumplan la resistencia a compresión de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, se sometieron los agregados a ensayos físicos para que el cálculo sea correcto y óptimo, luego se procederá a realizar los ensayos de compresión de 7, 14 y 28 días.

3.6.1 Diseño de mezcla Patrón

Se elaboró el Diseño de mezcla tomando como referencia el ACI 211, fue realizado por el laboratorio INGEOCONTROL, se detalla en los anexos.

Tabla 25. Resumen de la proporción de materiales por 1m³ de mezcla Patrón

DESCRIPCIÓN	PROPORCIÓN		CORRECCIÓN	
	AGREGADO SECO		POR HUMEDAD	
AGREGADO GRUESO	IDA910	kg	912	kg
AGREGADO GRUESO (LADRILLO)	0	kg	0	kg
AGREGADO FINO	722	kg	756	kg
AGUA	-	-	232	L

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar los ensayos requeridos y determinar las propiedades mecánicas del concreto patrón que sirve como guía y posterior a ello realizar nuestro diseño estructural seleccionando el concreto de reemplazo con mejores propiedades. Se realizaron 9 probetas de concreto para someterlas a compresión y 2 vigas para someterlas a flexión. Por ende, se necesitó 0.048 m³ como volumen de tanda; a continuación, se muestra la tabla con la proporción de cada material:

Tabla 26. Proporción de materiales para tanda de prueba de mezcla patrón

DESCRIPCIÓN	TANDA DE PRUEBA (0.048m ³)	
AGREGADO GRUESO	43.8	kg
AGREGADO GRUESO (LADRILLO)	0	kg
AGREGADO FINO	36.3	kg
CEMENTO APU TIPO I	17.98	kg
AGUA	11.15	L

Fuente: Elaboración Propia

Se procedió a realizar la mezcla patrón y a llenar las probetas cilíndricas de 4" x 8", como también las vigas estandarizadas. Como se muestra a continuación:



Figura 39. Preparación del concreto patrón

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2 Diseño de mezcla con 10% de reemplazo

Se elaboró el Diseño de mezcla tomando como referencia el ACI 211, fue realizado por el laboratorio INGEOCONTROL, se detalla en los anexos.

Tabla 27. Proporción de materiales por 1m³ de mezcla con 10% de reemplazo

DESCRIPCIÓN	PROPORCIÓN		CORRECIÓN	
	AGREGADO SECO		POR HUMEDAD	
AGREGADO GRUESO	IDA738	kg	740	kg
AGREGADO GRUESO (LADRILLO)	123	kg	123	kg
AGREGADO FINO	722	kg	756	kg
AGUA	-	-	242	L

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar los ensayos requeridos y determinar las propiedades mecánicas del concreto con reemplazo de 10% del agregado grueso, que sirve como guía y posterior

a ello realizar nuestro diseño estructural seleccionando el concreto de reemplazo con mejores propiedades. Se realizaron 9 probetas de concreto para someterlas a compresión y 2 vigas para someterlas a flexión. Por ende, se necesitó 0.048 m³ como volumen de tanda; a continuación, se muestra la tabla con la proporción de cada material:

Tabla 28. Proporción para tanda de prueba de mezcla con 10% de reemplazo

DESCRIPCIÓN	TANDA DE PRUEBA (0.048m ³)	
AGREGADO GRUESO	35.5	kg
AGREGADO GRUESO (LADRILLO)	5.9	kg
AGREGADO FINO	36.3	kg
CEMENTO APU TIPO I	17.98	kg
AGUA	11.62	L

Fuente: Elaboración Propia

Se procedió a realizar la mezcla patrón y a llenar las probetas cilíndricas de 4" x 8", como también las vigas estandarizadas. Como se muestra a continuación:

Figura 40. Preparación del concreto con 10% de reemplazo



Fuente: Elaboración Propia

3.6.3 Diseño de mezcla con 20% de reemplazo

Se elaboró el Diseño de mezcla tomando como referencia el ACI 211, fue realizado por el laboratorio INGEOCONTROL, se detalla en los anexos.

Tabla 29. Proporción de materiales por 1m³ de mezcla con 20% de reemplazo

DESCRIPCIÓN	PROPORCIÓN		CORRECIÓN	
	AGREGADO SECO		POR HUMEDAD	
AGREGADO GRUESO	IDA567	kg	568	kg
AGREGADO GRUESO (LADRILLO)	245	kg	246	kg
AGREGADO FINO	722	kg	756	kg
AGUA	-	-	242	L

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar los ensayos requeridos y determinar las propiedades mecánicas del concreto con reemplazo de 20% del agregado grueso, que sirve como guía y posterior a ello realizar nuestro diseño estructural seleccionando el concreto de reemplazo con mejores propiedades. Se realizaron 9 probetas de concreto para someterlas a compresión y 2 vigas para someterlas a flexión. Por ende, se necesitó 0.048 m³ como volumen de tanda; a continuación, se muestra la tabla con la proporción de cada material:

Tabla 30. Proporción para tanda de prueba de mezcla con 20% de reemplazo

DESCRIPCIÓN	TANDA DE PRUEBA (0.048m ³)	
AGREGADO GRUESO	27.3	kg
AGREGADO GRUESO (LADRILLO)	11.8	kg
AGREGADO FINO	36.3	kg
CEMENTO APU TIPO I	17.98	kg
AGUA	12.09	L

Fuente: Elaboración Propia

Se procedió a realizar la mezcla patrón y a llenar las probetas cilíndricas de 4" x 8", como también las vigas estandarizadas. Como se muestra a continuación:

Figura 41. Preparación del concreto con 20% de reemplazo



Fuente: Elaboración Propia

3.6.4 Diseño de mezcla con 30% de reemplazo

Se elaboró el Diseño de mezcla tomando como referencia el ACI 211, fue realizado por el laboratorio INGEOCONTROL, se detalla en los anexos.

Tabla 31. Proporción de materiales por 1m³ de mezcla con 30% de reemplazo

DESCRIPCIÓN	PROPORCIÓN		CORRECIÓN	
	AGREGADO SECO		POR HUMEDAD	
AGREGADO GRUESO	IDA395	kg	396	kg
AGREGADO GRUESO (LADRILLO)	368	kg	268	kg
AGREGADO FINO	722	kg	756	kg
AGUA	-	-	262	L

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar los ensayos requeridos y determinar las propiedades mecánicas del concreto con reemplazo de 30% del agregado grueso, que sirve como guía y posterior a ello realizar nuestro diseño estructural seleccionando el concreto de reemplazo con mejores propiedades. Se realizaron 9 probetas de concreto para someterlas a compresión y 2 vigas para someterlas a flexión. Por ende, se necesitó 0.048 m³ como volumen de tanda; a continuación, se muestra la tabla con la proporción de cada material:

Tabla 32. Proporción para tanda de prueba de mezcla con 30% de reemplazo

DESCRIPCIÓN	TANDA DE PRUEBA (0.048m ³)	
AGREGADO GRUESO	19.0	kg
AGREGADO GRUESO (LADRILLO)	17.7	kg
AGREGADO FINO	36.3	kg
CEMENTO APU TIPO I	17.98	kg
AGUA	12.57	L

Fuente: Elaboración Propia

Se procedió a realizar la mezcla patrón y a llenar las probetas cilíndricas de 4" x 8", como también las vigas estandarizadas. Como se muestra a continuación:

Figura 42. Preparación del concreto con 30% de reemplazo



Fuente: Elaboración Propia

3.7 Curado de probetas de concreto de 4" x 8" (ASTM C31)

Los cilindros deben estar sumergidos en una tina. Las probetas una vez ya estén fraguadas se proceden a desmoldarlo, aproximadamente después de 24 horas de haber sido vaciadas; se debe introducir a la poza y que permanezcan en condiciones de humedad, recomendación el agua una cantidad pequeña de cal. El agua debe tapar las probetas, a continuación, se observa que se está acomodando para que estén totalmente sumergidas.



Figura 43. Curado de probetas de concreto de 4" x 8"

Fuente: Elaboración Propia

3.8 Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión del concreto es la forma más común de medir el desempeño de éste y que es de gran utilidad para diseñar edificios u otras estructuras, pues deben cumplir con los requerimientos establecidos en la norma. Los testigos cilíndricos se someten a dicho ensayo de acuerdo a ASTM C39, "Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto".



Figura 44. Ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración Propia

3.8.1 Resistencia a la Compresión de concreto endurecido (7 días)

Se obtuvieron los siguientes resultados, al someter nuestras probetas de concreto con curado de 7 días al ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 33. Resultados a los 7 días de rotura de probetas de concreto

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO						
ASTM C39						
EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA/DIÁMETRO	IDENTIFICACIÓN	ESFUERZO	UND	% f 'c
7	2	1.97	N°01 PATRÓN	206	kg/cm ²	98.2
7	2	1.94	N°02 PATRÓN	195	kg/cm ²	93.1
7	2	1.95	N°03 PATRÓN	210	kg/cm ²	100.2
7	5	1.96	N°01 (10% DE LADRILLO TRITURADO)	179	kg/cm ²	85.4
7	2	1.94	N°02 (10% DE LADRILLO TRITURADO)	189	kg/cm ²	90
7	5	1.97	N°03 (10% DE LADRILLO TRITURADO)	159	kg/cm ²	75.7
7	2	1.97	N°01 (20% DE LADRILLO TRITURADO)	202	kg/cm ²	96.4
7	5	1.96	N°02 (20% DE LADRILLO TRITURADO)	199	kg/cm ²	94.6
7	3	1.94	N°03 (20% DE LADRILLO TRITURADO)	213	kg/cm ²	101.4
7	6	1.94	N°01 (30% DE LADRILLO TRITURADO)	197	kg/cm ²	93.9
7	6	1.94	N°02 (30% DE LADRILLO TRITURADO)	175	kg/cm ²	83.1
7	2	1.97	N°03 (30% DE LADRILLO TRITURADO)	202	kg/cm ²	96.2

Fuente: Elaboración Propia

Con los resultados anteriores, se realizó el siguiente gráfico de barras:

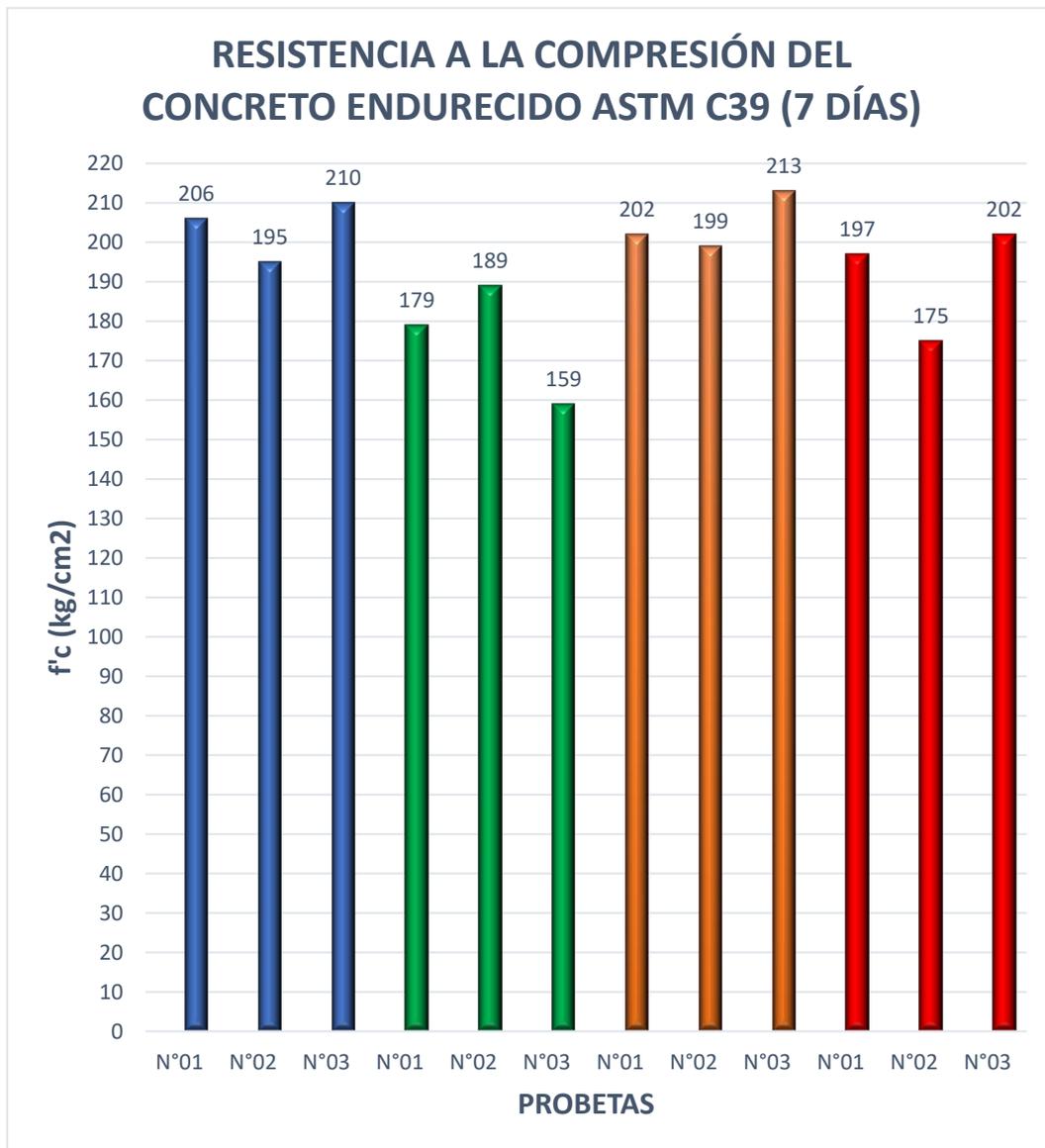


Figura 45. Resultados de resistencia a la compresión (7 días)

Fuente: Elaboración Propia

Cada mezcla tiene un determinado color, a continuación, se muestra su leyenda:

- Patrón 
- 10% de reemplazo 
- 20% de reemplazo 
- 30% de reemplazo 

Se desglosarán e interpretarán los resultados obtenidos en laboratorio, en este caso de la Mezcla Patrón y calcularemos el promedio del $f'c$:

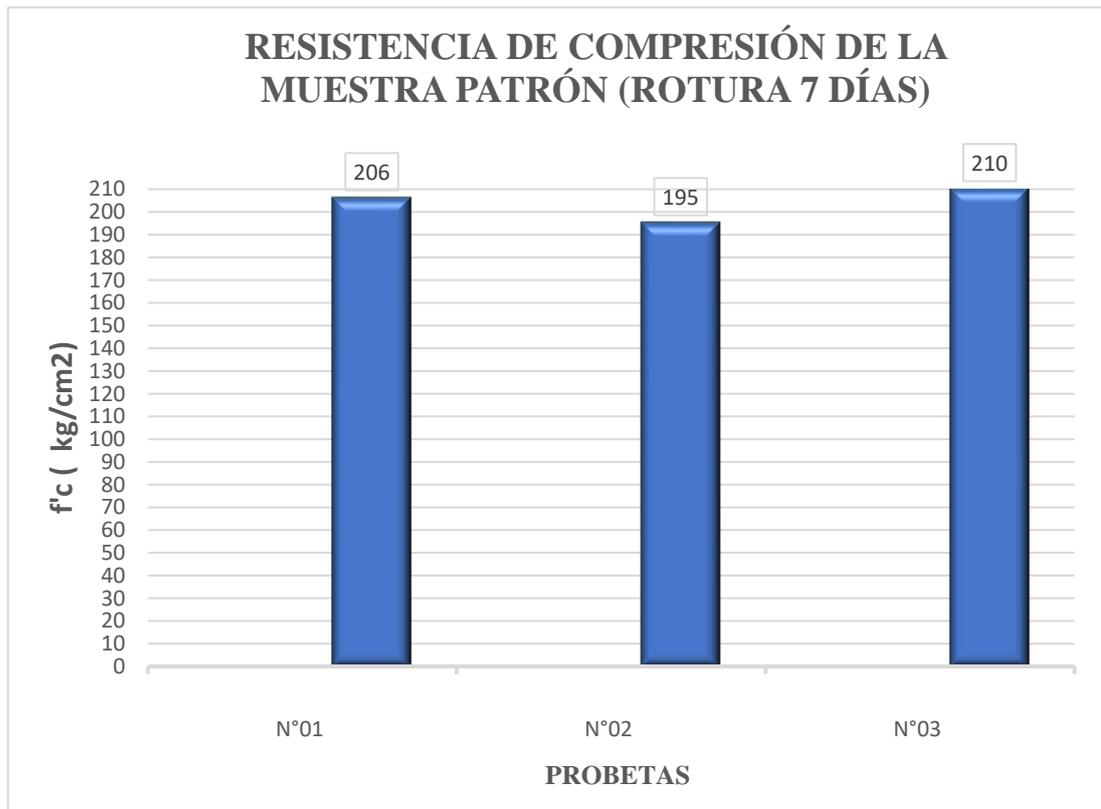


Figura 46. Resultados de $f'c$ de la mezcla Patrón (7 días)

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Con los resultados de la probeta patrón N° 01 con una fuerza de compresión de 206 kg/cm² se llegó a un 98.2% de resistencia; la probeta patrón N° 02 con una fuerza de compresión de 195kg/cm² se llegó a un 93.1% de resistencia y la probeta patrón N° 03 con una fuerza de compresión de 210kg/cm² se llegó a un 100.2% de resistencia. De los cuales se ha calculado el promedio para obtener la resistencia del concreto a los 7 días de la rotura de la muestra patrón.

$$\therefore \bar{x} f'c = \frac{206 \text{ kg/cm}^2 + 195 \text{ kg/cm}^2 + 210 \text{ kg/cm}^2}{3} = 203.7 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, la resistencia promedio a los 7 días de rotura es de 203.7 kg/cm², con lo cual se obtiene el 97% de fuerza de compresión de la probeta (patrón).

A continuación, calcularemos el promedio del $f'c$ de las mezclas con 10% de reemplazo:

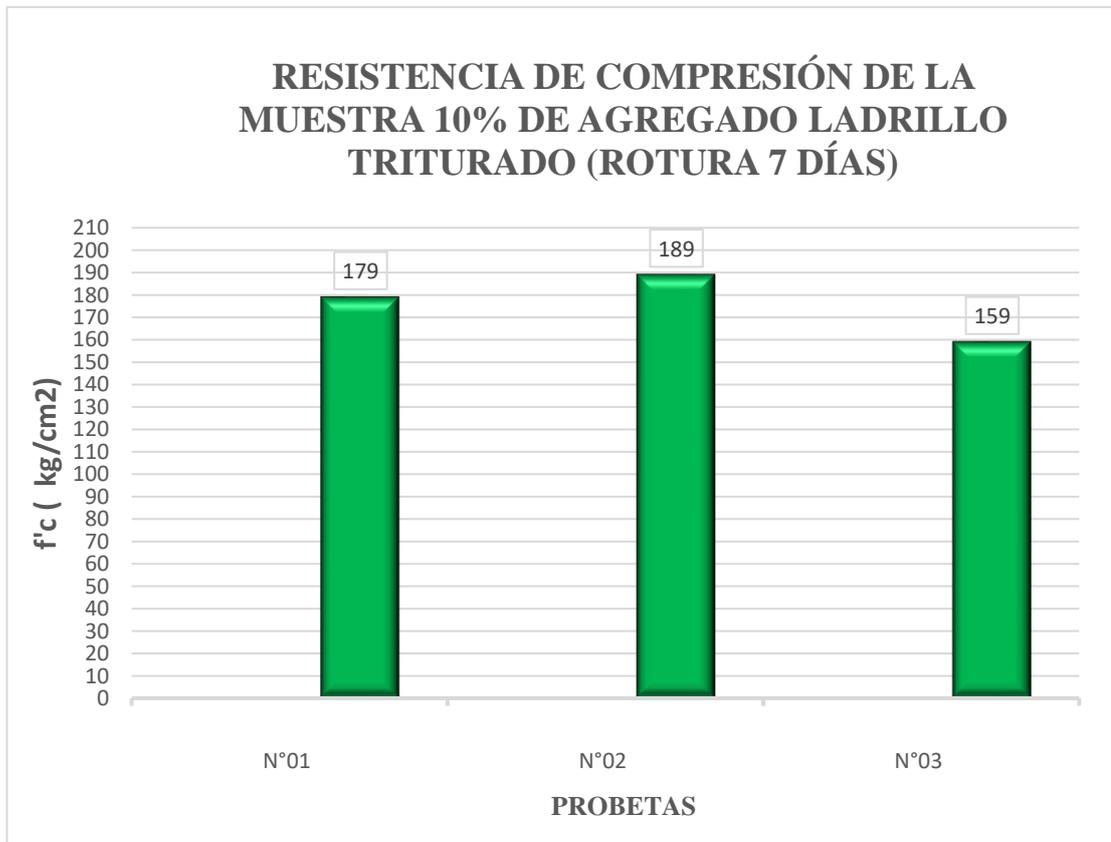


Figura 47. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 10% de reemplazo (7 días)

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Con los resultados de la probeta N° 01 (10% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 179 kg/cm² se llegó a un 85.4% de resistencia; la probeta N° 02 (10% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 189kg/cm² se llegó a un 90% de resistencia y la probeta N° 03 (10% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 159kg/cm² se llegó a un 75.7% de resistencia requerida. De los cuales se ha calculado el promedio para obtener la resistencia del concreto a los 7 días de la rotura de la muestra de 10% de ladrillo triturado de alta cocción.

$$\therefore \bar{x} f'c = \frac{179 \text{ kg/cm}^2 + 189 \text{ kg/cm}^2 + 159 \text{ kg/cm}^2}{3} = 175.7 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, la resistencia promedio a los 7 días de rotura es de 175.7 kg/cm², con lo cual se obtiene el 84% de fuerza de compresión de las probetas con 10% de ladrillo triturado de alta cocción.

A continuación, calcularemos el promedio del f' c de las mezclas con 20% de reemplazo:



Figura 48. Resultados de f' c de la mezcla con 20% de reemplazo (7 días)

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Con los resultados de la probeta N° 01 (20% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 202 kg/cm² se llegó a un 96.4% de resistencia; la probeta N° 02 (20% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 199kg/cm² se llegó a un 94.6% de resistencia y la Probeta N°03 (20% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 213kg/cm² se llegó a un 101.4% de resistencia. De los cuales se ha calculado el promedio para obtener la resistencia del concreto a los 7 días de la rotura de la muestra de 20% de ladrillo triturado de alta cocción.

$$\therefore \bar{x} f'c = \frac{202 \text{ kg/cm}^2 + 199 \text{ kg/cm}^2 + 213 \text{ kg/cm}^2}{3} = 204.7 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, la resistencia promedio a los 7 días de rotura es de 204.7 kg/cm², con lo cual se obtiene el 97% de fuerza de compresión de las probetas con 20% de ladrillo triturado de alta cocción.

A continuación, calcularemos el promedio del f ' c de las mezclas con 30% de reemplazo:



Figura 49. Resultados de f ' c de la mezcla con 30% de reemplazo (7 días)

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Con los resultados de la probeta N° 01 (30% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 197 kg/cm² se llegó a un 93.9% de resistencia, la probeta N° 02 (30% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 175kg/cm² se llegó a un 83.1% de resistencia y la probeta N° 03 (30% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 202kg/cm² se llegó a un 96.2% de resistencia. De los cuales se ha calculado el promedio para obtener la resistencia del concreto a los 7 días de la rotura de la muestra de 30% de ladrillo triturado de alta cocción.

$$\therefore \bar{x} f'c = \frac{197kg/cm^2 + 175kg/cm^2 + 202kg/cm^2}{3} = 191.3kg/cm^2$$

Entonces, la resistencia promedio a los 7 días de rotura es de 191.3 kg/cm², con lo cual se obtiene el 91% de fuerza de compresión de la probeta (30% de ladrillo triturado de alta cocción).

3.8.2 Resistencia a la Compresión de concreto endurecido (14 días)

Se obtuvieron los siguientes resultados, al someter nuestras probetas de concreto con curado de 14 días al ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 34. Resultados a los 14 días de rotura de probetas de concreto

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO						
ASTM C39						
EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA/DIÁMETRO	IDENTIFICACIÓN	ESFUERZO	UND	% f 'c
14	5	1.99	N°01 PATRÓN	224	kg/cm ²	106.7
14	3	1.98	N°02 PATRÓN	244	kg/cm ²	116.4
14	2	1.97	N°03 PATRÓN	233	kg/cm ²	110.8
14	6	1.99	N°01 (10% DE LADRILLO TRITURADO)	196	kg/cm ²	93.3
14	3	1.96	N°02 (10% DE LADRILLO TRITURADO)	197	kg/cm ²	93.8
14	1	1.96	N°03 (10% DE LADRILLO TRITURADO)	196	kg/cm ²	93.3
14	2	2.02	N°01 (20% DE LADRILLO TRITURADO)	245	kg/cm ²	116.7
14	5	1.92	N°02 (20% DE LADRILLO TRITURADO)	220	kg/cm ²	105
14	5	1.94	N°03 (20% DE LADRILLO TRITURADO)	226	kg/cm ²	107.8
14	3	1.97	N°01 (30% DE LADRILLO TRITURADO)	226	kg/cm ²	107.4
14	2	1.93	N°02 (30% DE LADRILLO TRITURADO)	222	kg/cm ²	105.7
14	1	1.97	N°03 (30% DE LADRILLO TRITURADO)	228	kg/cm ²	108.7

Fuente: Elaboración Propia

Con los resultados anteriores, se realizó el siguiente gráfico de barras:

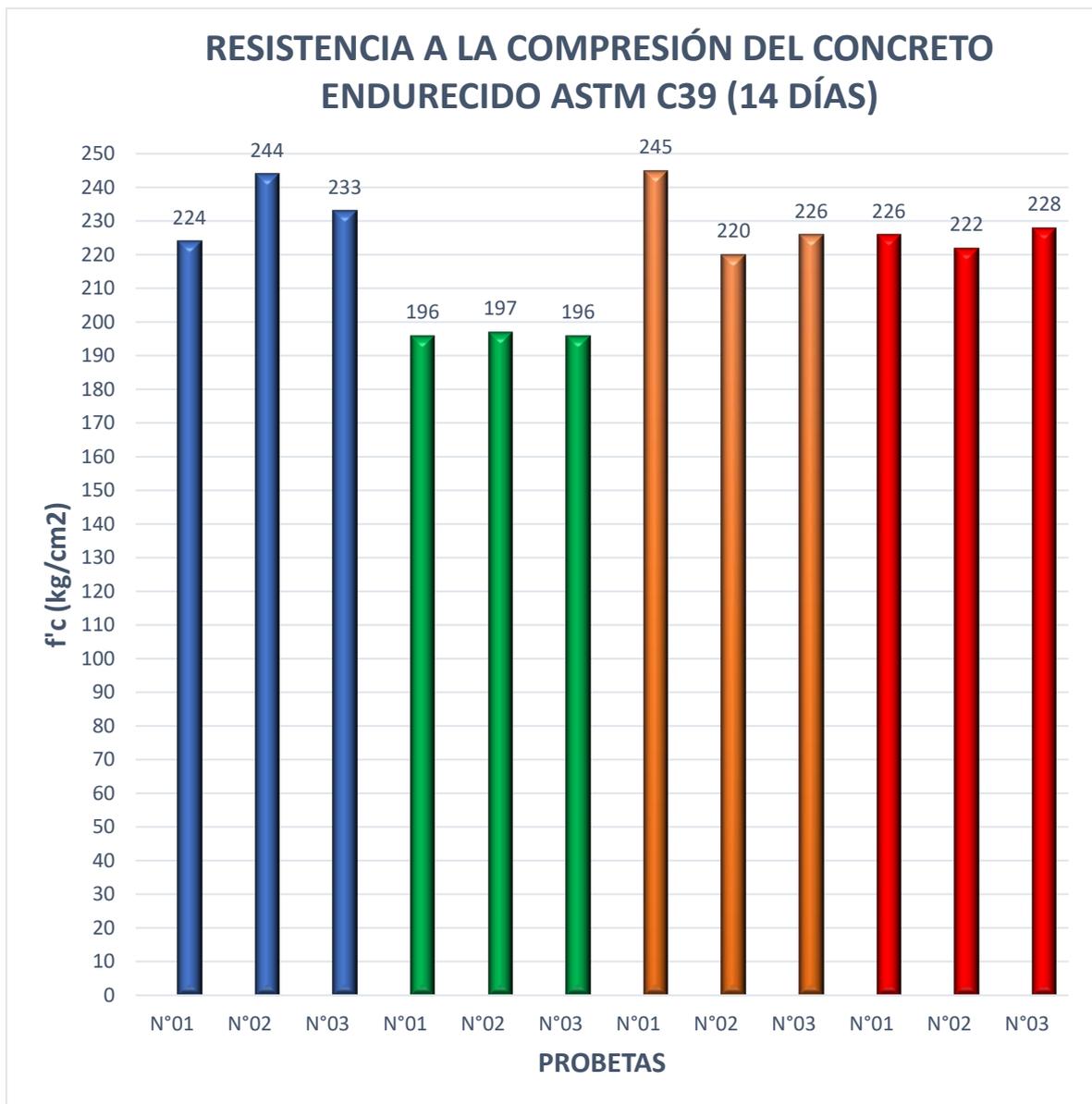


Figura 50. Resultados de resistencia a la compresión (14 días)

Fuente: Elaboración Propia

Cada mezcla tiene un determinado color; a continuación, se muestra su leyenda:

- Patrón 
- 10% de reemplazo 
- 20% de reemplazo 
- 30% de reemplazo 

Se desglosarán e interpretarán los resultados obtenidos en laboratorio, en este caso de la Mezcla Patrón y calcularemos el promedio del $f'c$:

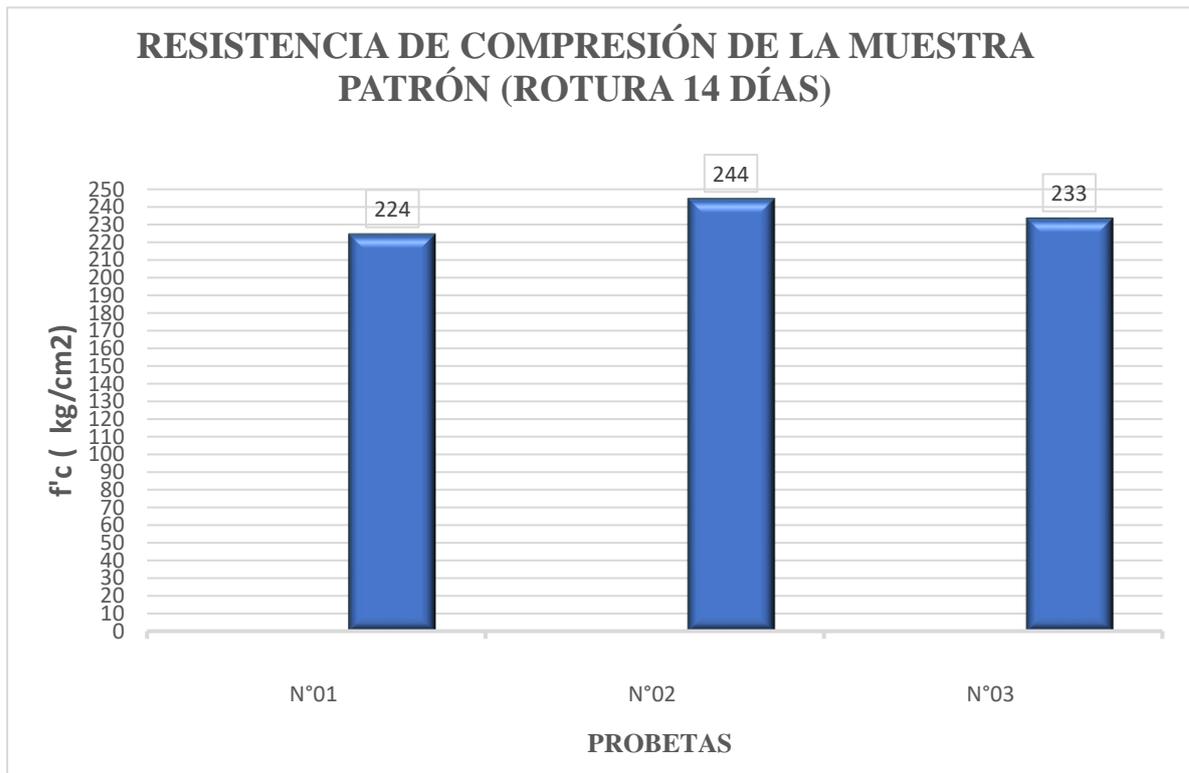


Figura 51. Resultados de $f'c$ de la mezcla Patrón (14 días)

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Con los resultados de la probeta patrón N° 01 con una fuerza de compresión de 224 kg/cm² se llegó a un 106.7% de resistencia; la probeta patrón N° 02 con una fuerza de compresión de 244kg/cm² se llegó a un 116.4% de resistencia y la probeta patrón N° 03 con una fuerza de compresión de 233kg/cm² se llegó a un 110.8% de resistencia. De los cuales se ha calculado el promedio para obtener la resistencia del concreto a los 14 días de la rotura de la muestra patrón.

$$\therefore \bar{x} f'c = \frac{224 \text{ kg/cm}^2 + 244 \text{ kg/cm}^2 + 233 \text{ kg/cm}^2}{3} = 233.7 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, la resistencia promedio a los 14 días de rotura es de 233.7 kg/cm², con lo cual se obtiene el 111% de fuerza de compresión de la probeta (patrón).

A continuación, calcularemos el promedio del $f'c$ de las mezclas con 10% de reemplazo:

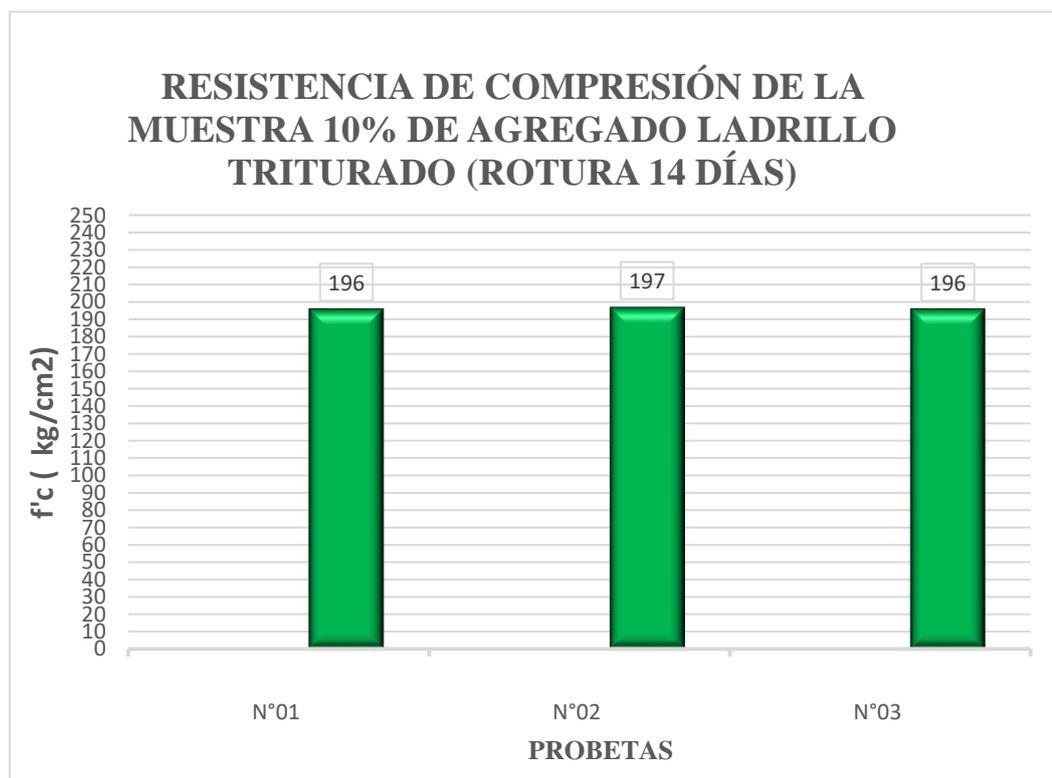


Figura 52. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 10% de reemplazo (14 días)

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Con los resultados de la probeta N° 01 (10% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 196 kg/cm^2 se llegó a un 93.3% de resistencia, la probeta N° 02 (10% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 197 kg/cm^2 se llegó a un 93.8% de resistencia y la probeta N° 03 (10% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 196 kg/cm^2 se llegó a un 93.3% de resistencia. De los cuales se ha calculado el promedio para obtener la resistencia del concreto a los 14 días de la rotura de la muestra de 10% de ladrillo triturado de alta cocción.

$$\therefore \bar{x} f'c = \frac{196 \text{ kg/cm}^2 + 197 \text{ kg/cm}^2 + 196 \text{ kg/cm}^2}{3} = 196.3 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, la resistencia promedio a los 14 días de rotura es de 196.3 kg/cm^2 , con lo cual se obtiene el 93% de fuerza de compresión de la probeta (10% de ladrillo triturado de alta cocción).

A continuación, calcularemos el promedio del $f'c$ de las mezclas con 20% de reemplazo:

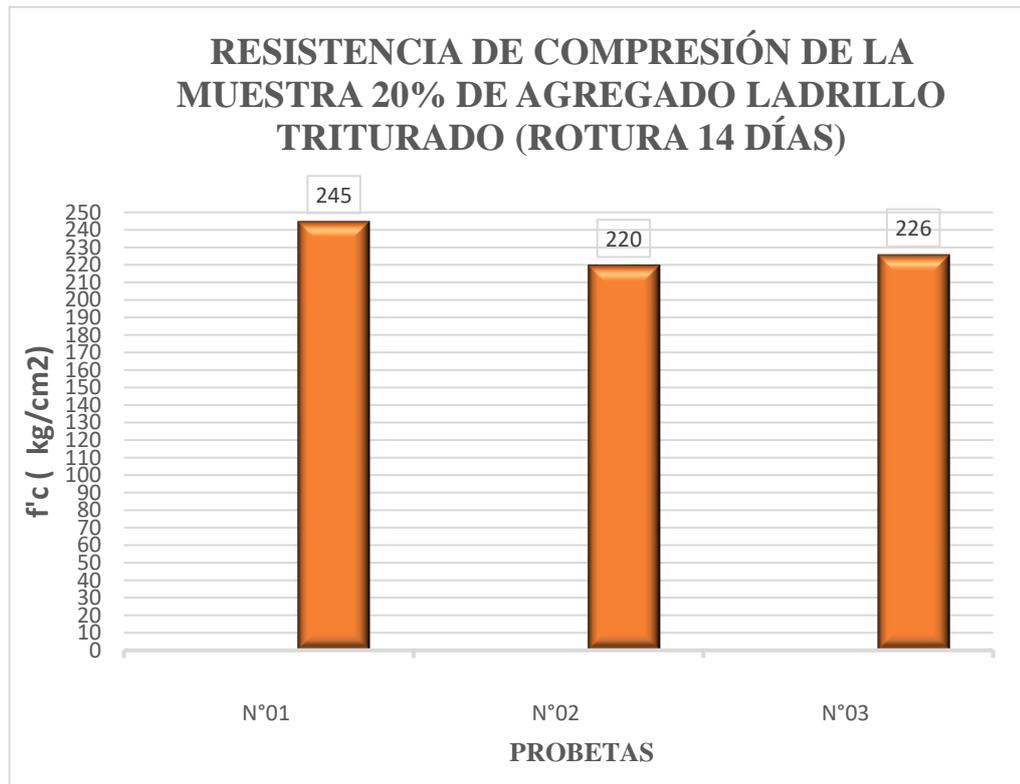


Figura 53. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 20% de reemplazo (14 días)

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Con los resultados de la probeta N° 01 (20% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 245 kg/cm² se llegó a un 116.7% de resistencia, la probeta N° 02 (20% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 220kg/cm² se llegó a un 105% de resistencia y la probeta N° 03(20% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 226kg/cm² se llegó a un 107.8% de resistencia. De los cuales se ha calculado el promedio para obtener la resistencia del concreto a los 14 días de la rotura de la muestra de 20% de ladrillo triturado de alta cocción.

$$\therefore \bar{x} f'c = \frac{245 \text{ kg/cm}^2 + 220 \text{ kg/cm}^2 + 226 \text{ kg/cm}^2}{3} = 230.3 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, la resistencia promedio a los 14 días de rotura es de 230.3 kg/cm², con lo cual se obtiene el 110% de fuerza de compresión de la probeta (20% de ladrillo triturado de alta cocción).

A continuación, calcularemos el promedio del $f'c$ de las mezclas con 30% de reemplazo:

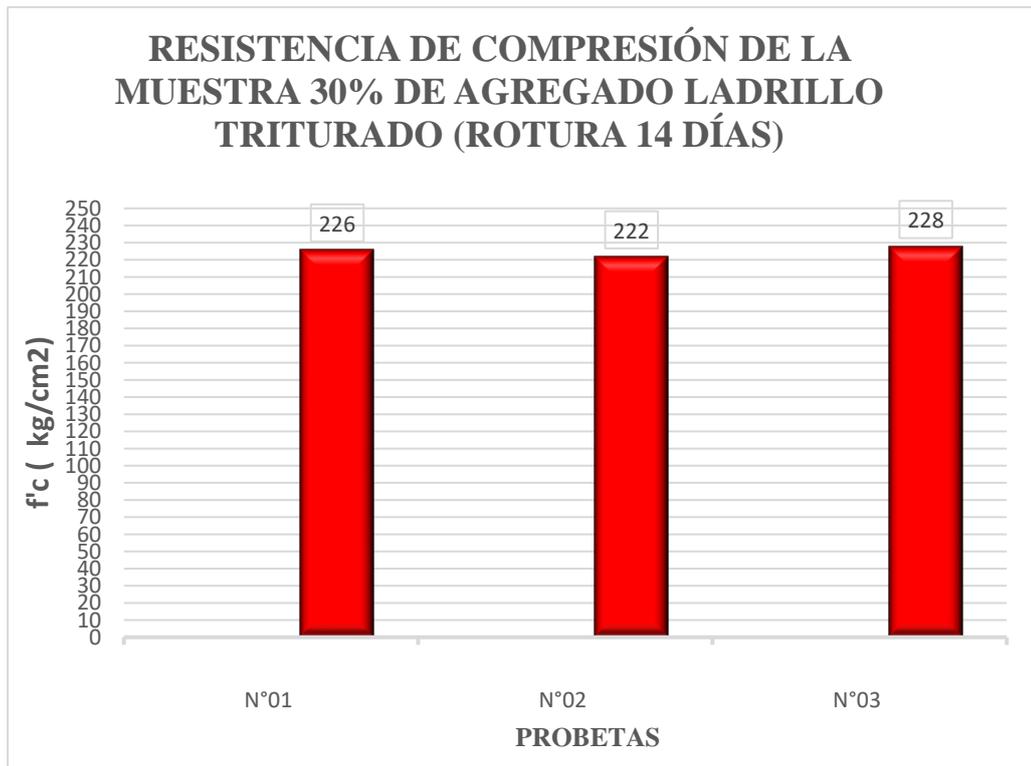


Figura 54. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 30% de reemplazo (14 días)

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Con los resultados de la probeta N° 01(30% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 226 kg/cm² se llegó a un 107.4% de resistencia; la probeta N° 02 (30% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 222kg/cm² se llegó a un 105.7% de resistencia y la probeta N° 03 (30% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 228kg/cm² se llegó a un 108.7% de resistencia. De los cuales se ha calculado el promedio para obtener la resistencia del concreto a los 14 días de la rotura de la muestra de 30% de ladrillo triturado de alta cocción.

$$\therefore \bar{x} f'c = \frac{226kg/cm^2 + 222kg/cm^2 + 228kg/cm^2}{3} = 225.3kg/cm^2$$

Entonces, la resistencia promedio a los 14 días de rotura es de 225.3 kg/cm², con lo cual se obtiene el 107% de fuerza de compresión de la probeta (30% de ladrillo triturado de alta cocción).

3.8.3 Resistencia a la Compresión de concreto endurecido (28 días)

Se obtuvieron los siguientes resultados, al someter nuestras probetas de concreto con curado de 28 días al ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 35. Resultados a los 28 días de rotura de probetas de concreto

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO						
ASTM C39						
EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA/DIÁMETRO	IDENTIFICACIÓN	ESFUERZO	UND	% f 'c
28	5	1.99	N°01 PATRÓN	248	kg/cm ²	118.1
28	3	1.98	N°02 PATRÓN	251	kg/cm ²	119.6
28	2	1.97	N°03 PATRÓN	244	kg/cm ²	116.4
28	6	1.95	N°01 (10% DE LADRILLO TRITURADO)	202	kg/cm ²	96.2
28	3	1.96	N°02 (10% DE LADRILLO TRITURADO)	207	kg/cm ²	98.6
28	1	1.96	N°03 (10% DE LADRILLO TRITURADO)	202	kg/cm ²	96.3
28	2	1.95	N°01 (20% DE LADRILLO TRITURADO)	240	kg/cm ²	114.3
28	5	1.95	N°02 (20% DE LADRILLO TRITURADO)	237	kg/cm ²	113
28	5	1.96	N°03 (20% DE LADRILLO TRITURADO)	240	kg/cm ²	114.4
28	3	1.97	N°01 (30% DE LADRILLO TRITURADO)	232	kg/cm ²	110.5
28	2	1.97	N°02 (30% DE LADRILLO TRITURADO)	221	kg/cm ²	105.1
28	1	1.96	N°03 (30% DE LADRILLO TRITURADO)	225	kg/cm ²	107.2

Fuente: Elaboración Propia

Con los resultados anteriores, se realizó el siguiente gráfico de barras:

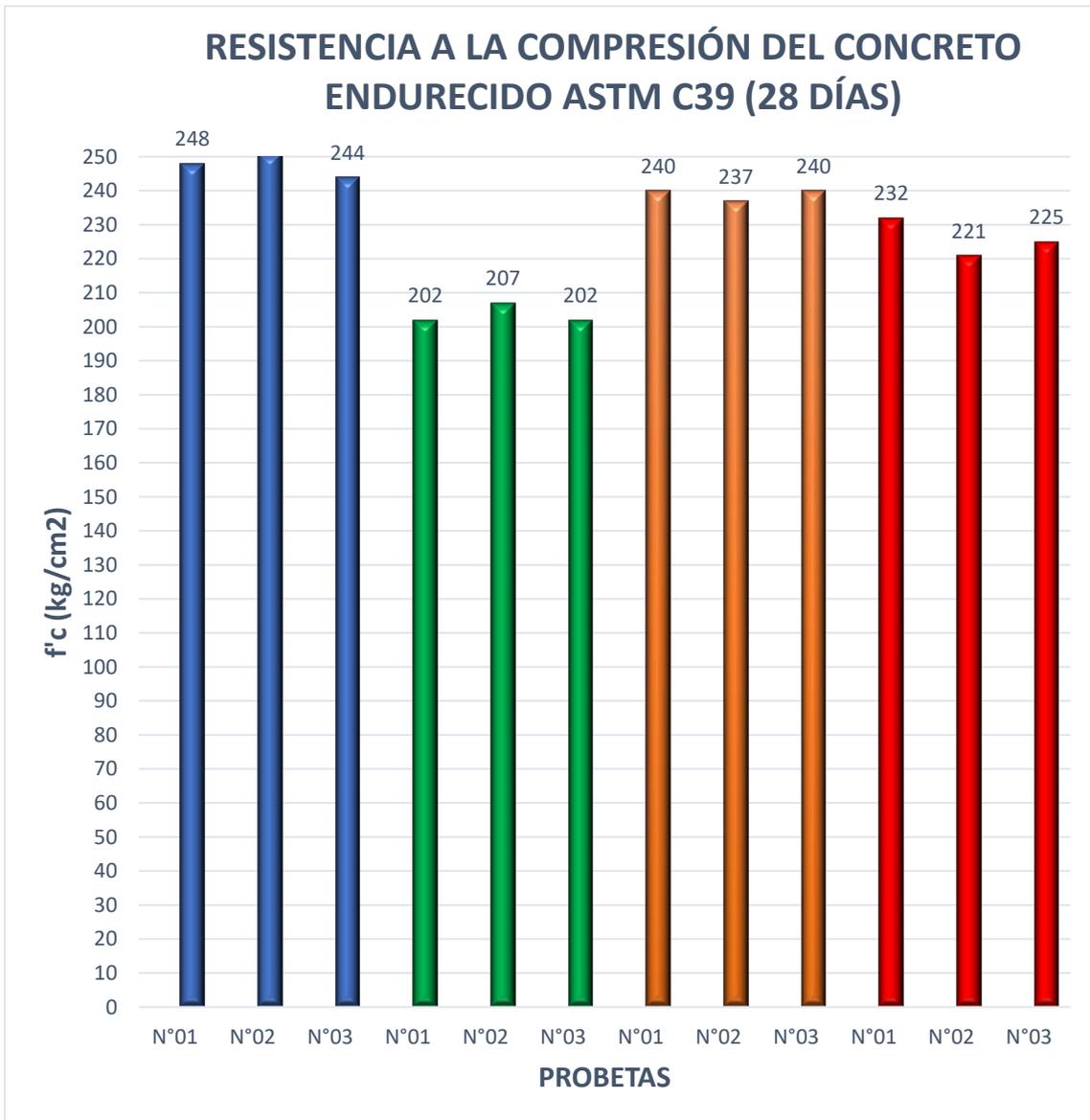


Figura 55. Resultados de resistencia a la compresión (28 días)

Fuente: Elaboración Propia

Cada mezcla tiene un determinado color, a continuación, se muestra su leyenda:

- Patrón
- 10% de reemplazo
- 20% de reemplazo
- 30% de reemplazo

Se desglosarán e interpretarán los resultados obtenidos en laboratorio, en este caso de la Mezcla Patrón y calcularemos el promedio del $f'c$:

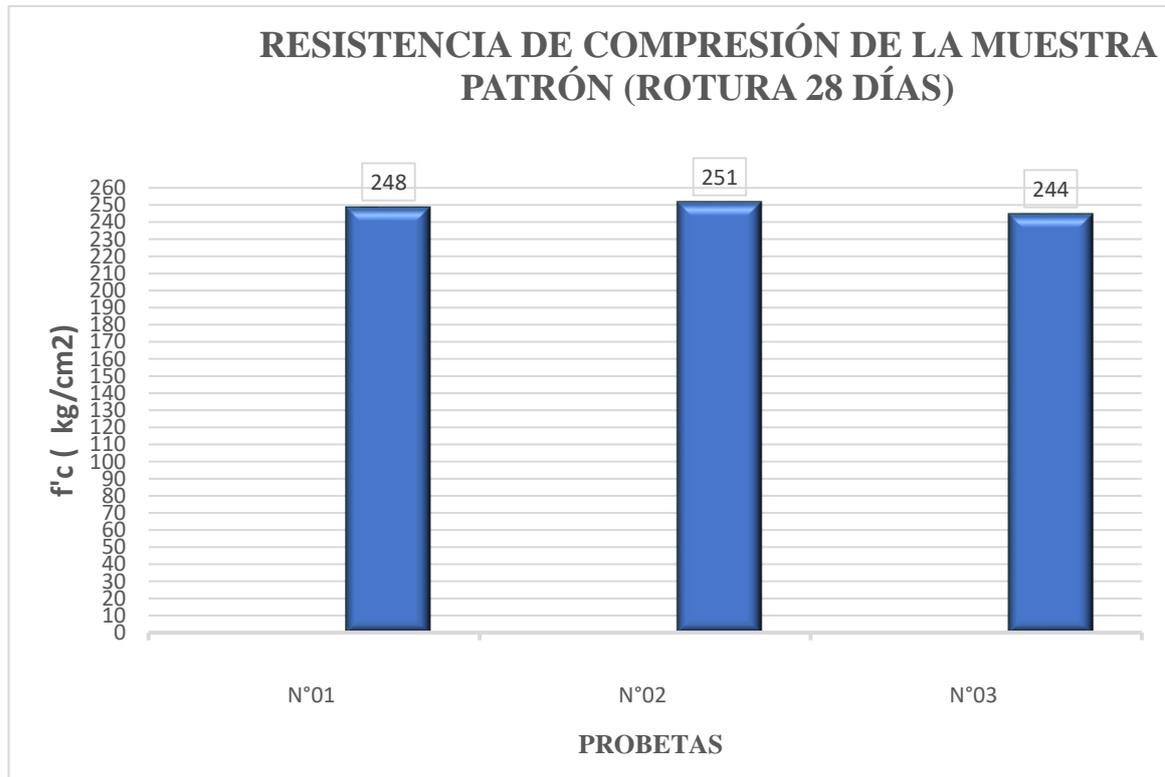


Figura 56. Resultados de $f'c$ de la mezcla Patrón (28 días)

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Con los resultados de la probeta patrón N° 01 con una fuerza de compresión de 248 kg/cm² se llegó a un 118.1% de resistencia, la probeta N° 02 con una fuerza de compresión de 251kg/cm² se llegó a un 119.6% de resistencia y la probeta N° 03 con una fuerza de compresión de 244kg/cm² se llegó a un 116.4% de resistencia. De los cuales se ha calculado el promedio para obtener la resistencia del concreto a los 28 días de la rotura de la muestra patrón.

$$\therefore \bar{x} f'c = \frac{248 \text{ kg/cm}^2 + 251 \text{ kg/cm}^2 + 244 \text{ kg/cm}^2}{3} = 247.7 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, la resistencia promedio a los 28 días de rotura es de 247.7kg/cm², con lo cual se obtiene el 118% de fuerza de compresión de la probeta (patrón).

A continuación, calcularemos el promedio del $f'c$ de las mezclas con 10% de reemplazo:

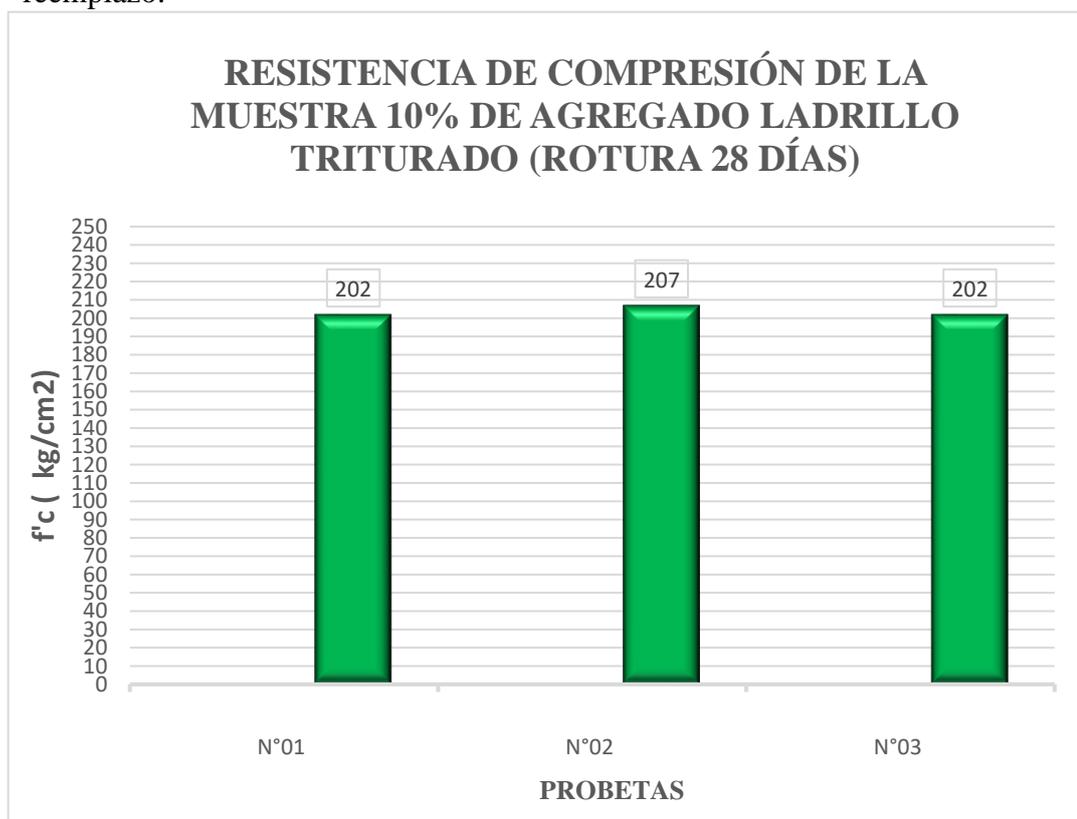


Figura 57. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 10% de reemplazo (28 días)

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Con los resultados de la probeta patrón N° 01(10% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 202 kg/cm² se llegó a un 96.2% de resistencia, la probeta N° 02 (10% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 207 kg/cm² se llegó a un 98.6% de resistencia y la probeta N° 03 (10% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 202kg/cm² se llegó a un 96.3% de resistencia. De los cuales se ha calculado el promedio para obtener la resistencia del concreto a los 28 días de la rotura de la muestra de 10% de ladrillo triturado de alta cocción.

$$\therefore \bar{x} f'c = \frac{202 \text{ kg/cm}^2 + 207 \text{ kg/cm}^2 + 202 \text{ kg/cm}^2}{3} = 203.7 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, la resistencia promedio a los 28 días de rotura es de 203.7 kg/cm², con lo cual se obtiene el 97% de fuerza de compresión de la probeta (10% de ladrillo triturado de alta cocción).

A continuación, calcularemos el promedio del $f'c$ de las mezclas con 20% de reemplazo:

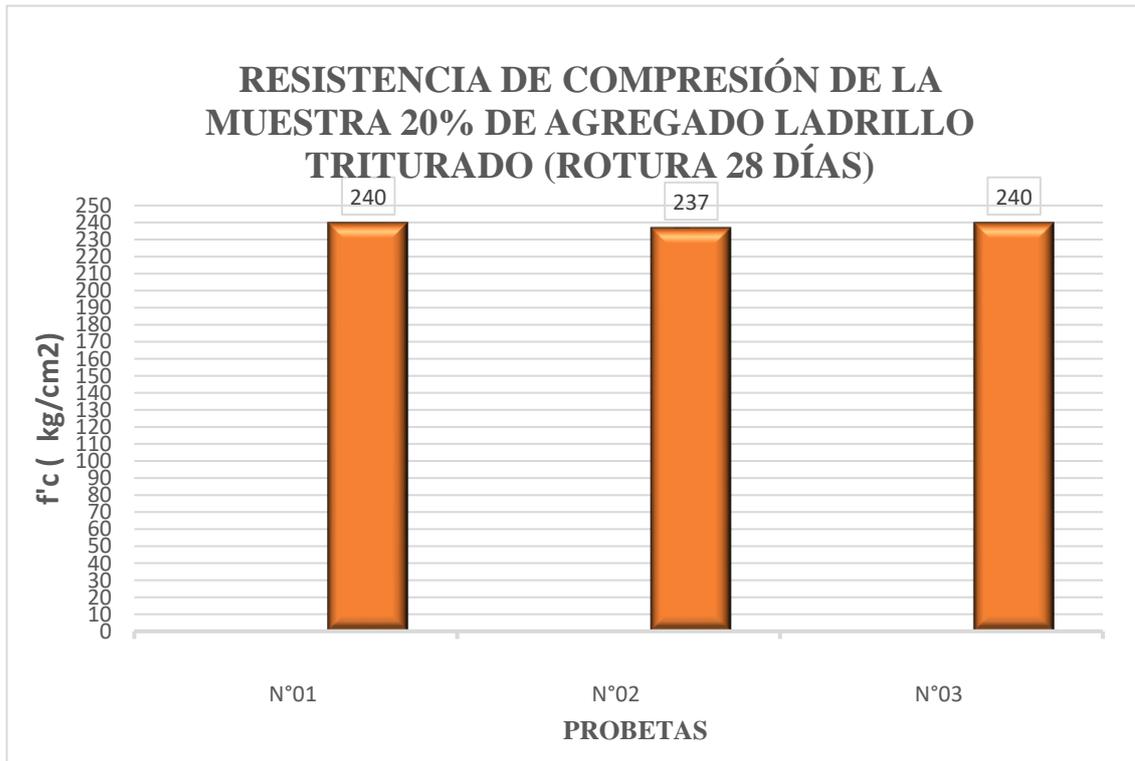


Figura 58. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 20% de reemplazo (28 días)

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Con los resultados de la probeta N° 01 (20% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 240 kg/cm^2 se llegó a un 114.3% de resistencia; la probeta N° 02 (20% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 237 kg/cm^2 se llegó a un 113% de resistencia y la probeta N° 03 (20% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 240 kg/cm^2 se llegó a un 114.4% de resistencia. De los cuales se ha calculado el promedio para obtener la resistencia del concreto a los 28 días de la rotura de la muestra de 20% de ladrillo triturado de alta cocción.

$$\therefore \bar{x} f'c = \frac{240 \text{ kg/cm}^2 + 237 \text{ kg/cm}^2 + 240 \text{ kg/cm}^2}{3} = 239 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, la resistencia promedio a los 28 días de rotura es de 239 kg/cm^2 , con lo cual se obtiene el 114% de fuerza de compresión de la probeta (20% de ladrillo triturado de alta cocción).

A continuación, calcularemos el promedio del $f'c$ de las mezclas con 20% de reemplazo:

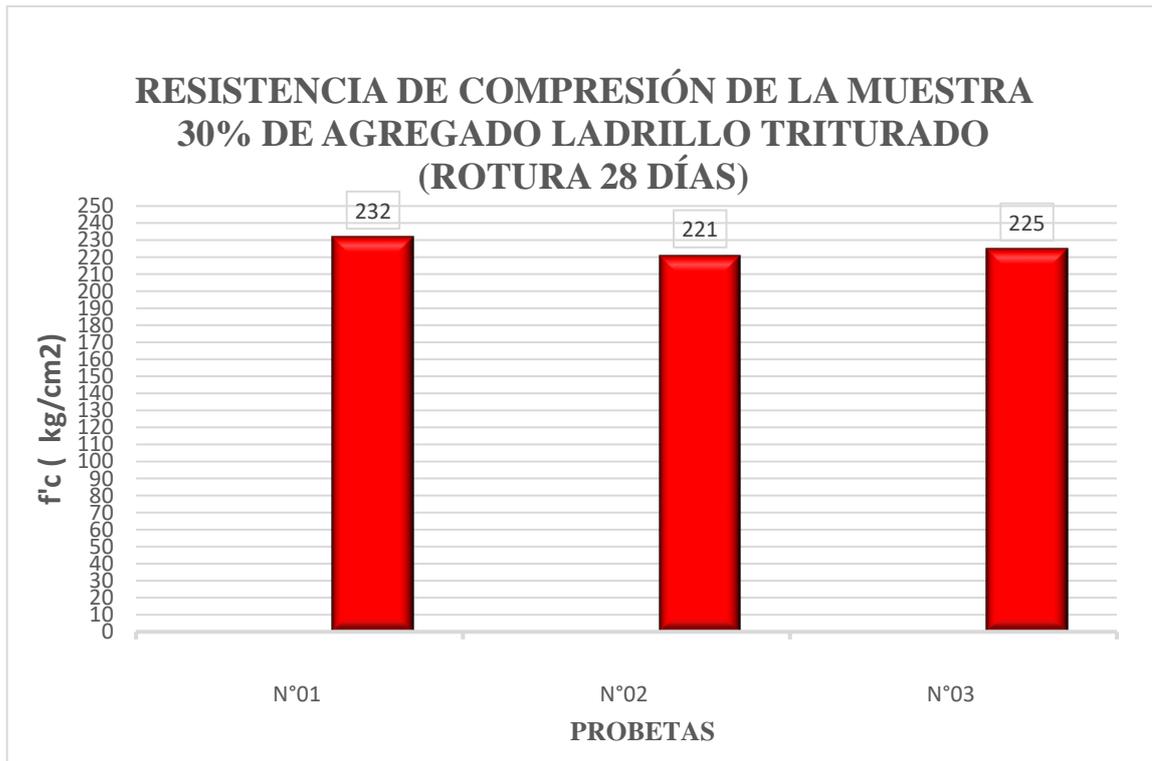


Figura 59. Resultados de $f'c$ de la mezcla con 30% de reemplazo (28 días)

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

Con los resultados de la probeta N° 01 (30% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 232 kg/cm² se llegó a un 110.5% de resistencia; la probeta N° 02 (30% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 221 kg/cm² se llegó a un 105.1% de resistencia y la probeta N° 03 (30% de ladrillo recocho) con una fuerza de compresión de 225 kg/cm² se llegó a un 107.2% de resistencia. De los cuales se ha calculado el promedio para obtener la resistencia del concreto a los 28 días de la rotura de la muestra de 30% de ladrillo triturado de alta cocción.

$$\therefore \bar{x} f'c = \frac{232kg/cm^2 + 221kg/cm^2 + 225kg/cm^2}{3} = 226kg/cm^2$$

Entonces, la resistencia promedio a los 14 días de rotura es de 226 kg/cm², con lo cual se obtiene el 108% de fuerza de compresión de la probeta (30% de ladrillo triturado de alta cocción).

3.9 Método de prueba estándar para el módulo de rotura

Se someterán las vigas patrón, con 10% de reemplazo, con 20% de reemplazo y con 30% de reemplazo del agregado grueso por ladrillo triturado de alta cocción. Se muestra a continuación, como se efectúa:



Figura 60. Ensayo de flexión a los tercios de la luz

Fuente: Elaboración Propia

Se observará el momento de agrietamiento, conocido también como el momento crítico de agrietamiento, ya que es el momento límite que pasa el hormigón al agrietarse por las cargas ejercidas.

Según el ASTM C78, las cargas deben ser aplicadas a los tercios de la longitud; se somete al espécimen en forma de viga estándar. Se procede a hacerle un trazo al eje de la viga y marcar 7.5 cm a cada lado, quedando así 15 cm centrales y luego marcamos los dos extremos a 2.5cm; teniendo como apoyos a los 45 cm.

Se sometió al ensayo y obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 36. Resultados a los 28 días del ensayo a flexión

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78			
IDENTIFICACIÓN	EDAD	MÓDULO DE ROTURA	UND
N°01 Patrón	28	30	kg/cm ²
N°02 Patrón	28	31	kg/cm ²
N°01 (10% reemplazo)	28	29	kg/cm ²
N°02 (10% reemplazo)	28	24	kg/cm ²
N°01 (20% reemplazo)	28	25	kg/cm ²
N°02 (20% reemplazo)	28	27	kg/cm ²
N°01 (30% reemplazo)	28	32	kg/cm ²
N°02 (30% reemplazo)	28	22	kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN:

En esta tabla podemos visualizar los resultados del ensayo realizado a los 28 días con distintas vigas (patrón, 10%, 20% y 30%). La cual nos ayuda a interpretar su comportamiento y nos brinda su módulo de rotura.

Se procedió a representarlo con el gráfico de barras que se observa a continuación:

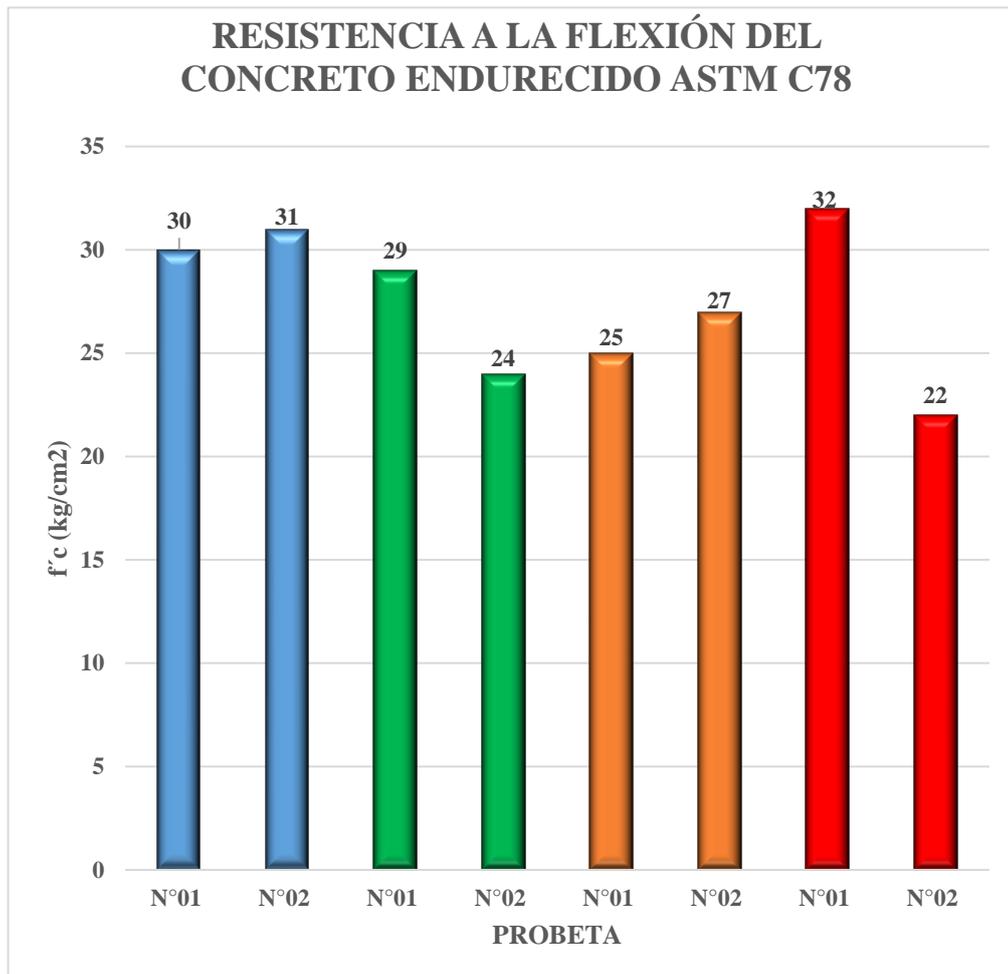


Figura 61. Resultados de resistencia a la flexión (28 días)

Fuente: Elaboración Propia

Cada mezcla tiene un determinado color, a continuación, se muestra su leyenda:

- Patrón 
- 10% de reemplazo 
- 20% de reemplazo 
- 30% de reemplazo 

3.10 Peso específico del concreto

Se realizó un aspa simple entre peso específico y peso real de las probetas; ya que se realizó un promedio de las 3 probetas patrón y el promedio de las 3 probetas con 20% de reemplazo y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 37. *Peso del Concreto (Kg)*

Descripción	Peso específico	Peso (Kg)
Concreto 210 kg/cm ²	2400 kg/m ³	3.77
Concreto con 20% de reemplazo f 'c=239 kg/cm ²	“x” kg/m ³	3.64

Fuente: Elaboración Propia

Al calcularlo se obtuvo:

Peso Específico del Concreto f 'c=210 kg/cm²

$$\rightarrow 2400 \text{ kg/m}^3 = 2.4 \text{ ton/m}^3$$

Peso Específico del Concreto con 20% de reemplazo f 'c=239 kg/cm²

$$\rightarrow 2320 \text{ kg/m}^3 = 2.32 \text{ ton/m}^3$$

3.11 Módulo de Elasticidad

Se calculará mediante la siguiente fórmula, que está indicada en el RNE E-060 de Concreto Armado:

$$15000\sqrt{f'c}$$

Y reemplazamos el f 'c= 239 kg/cm²

$$15000\sqrt{239} = 231894.372506104 \text{ kg/cm}^2$$

Trabajaremos con ton/m², así que se realiza la conversión:

$$231894.372506104 \text{ ton/m}^2$$

3.12 Predimensionamiento Estructural

3.12.1 Predimensionamiento de columnas

Se calculó con los parámetros establecidos en la E 030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, nos indica el Peso (Kg/m²) dependiendo de la edificación.

Figura 62. Predimensionamiento de las Columnas

$P_{servicio} = P \times A \times N$													
Columnas Centradas													
$\text{Área de columna} = \frac{P_{servicio}}{0.45 f'_c}$													
Columnas Excéntricas y Esquinadas													
$\text{Área de columna} = \frac{P_{servicio}}{0.35 f'_c}$													
EJES	Tipo Columna	Área trib.(m2)	Peso (kg/m2)	Nº Pisos	P servicio (kg)	f'c (kg/cm2)	Coef. Tipo Columna	Área Columna (cm2)	Área Min.Column. (cm2)	Verificación "si" cumple o "no"	Lado columna (cm)	Sección	
ESQUINADA	A-5	C1	3.48	1000	5	17400	239	0.35	208.009564	625	NO CUMPLE	14.42	30 x 30
ESQUINADA	D-5	C2	3.19	1000	5	15950	239	0.35	190.675433	625	NO CUMPLE	13.81	30 x 30
ESQUINADA	A-5	C3	3.55	1000	5	17750	239	0.35	212.193664	625	NO CUMPLE	14.57	30 x 30
ESQUINADA	D-1	C4	3.26	1000	5	16300	239	0.35	194.859534	625	NO CUMPLE	13.96	30 x 30
CENTRADA	B-4	C5	14.02	1000	5	70100	239	0.45	651.789865	625	SI CUMPLE	25.53	30 x 30
CENTRADA	C-4	C6	13.53	1000	5	67650	239	0.45	629.009763	625	SI CUMPLE	25.08	30 x 30
CENTRADA	B-3	C7	13.17	1000	5	65850	239	0.45	612.273361	625	NO CUMPLE	24.74	30 x 30
CENTRADA	C-3	C8	12.71	1000	5	63550	239	0.45	590.887959	625	NO CUMPLE	24.31	30 x 30
CENTRADA	B-2	C9	14.36	1000	5	71800	239	0.45	667.596467	625	SI CUMPLE	25.84	30 x 30
CENTRADA	C-2	C10	13.86	1000	5	69300	239	0.45	644.351464	625	SI CUMPLE	25.38	30 x 30
EXCÉNTRICA	B-5	C11	7.52	1000	5	37600	239	0.35	449.491931	625	NO CUMPLE	21.2	30 x 30
EXCÉNTRICA	C-5	C12	7.26	1000	5	36300	239	0.35	433.950986	625	NO CUMPLE	20.83	30 x 30
EXCÉNTRICA	A-4	C13	6.48	1000	5	32400	239	0.35	387.328153	625	NO CUMPLE	19.68	30 x 30
EXCÉNTRICA	A-3	C14	6.08	1000	5	30400	239	0.35	363.419008	625	NO CUMPLE	19.06	30 x 30
EXCÉNTRICA	A-2	C15	6.63	1000	5	33150	239	0.35	396.294082	625	NO CUMPLE	19.91	30 x 30
EXCÉNTRICA	B-1	C16	7.69	1000	5	38450	239	0.35	459.653317	625	NO CUMPLE	21.44	30 x 30
EXCÉNTRICA	C-2	C17	7.43	1000	5	37150	239	0.35	444.112373	625	NO CUMPLE	21.07	30 x 30
EXCÉNTRICA	D-2	C18	6.09	1000	5	30450	239	0.35	364.016736	625	NO CUMPLE	19.08	30 x 30
EXCÉNTRICA	D-3	C19	5.58	1000	5	27900	239	0.35	333.532576	625	NO CUMPLE	18.26	30 x 30
EXCÉNTRICA	D-4	C20	5.59	1000	5	27950	239	0.35	334.130305	625	NO CUMPLE	18.28	30 x 30

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó una hoja de cálculo en Excel para obtener el predimensionamiento de las columnas, se utilizó como Peso 1000 kg/m² ya que es una edificación Común según las categorías establecidas en la E 030; por ende, al calcular obtuvimos las dimensiones de 30 cm x 30 cm con las áreas tributarias mayores, entonces lo estandarizamos.

Como se observa en la siguiente figura, se calculó el área tributaria y luego se colocó en la hoja de cálculo de Excel.

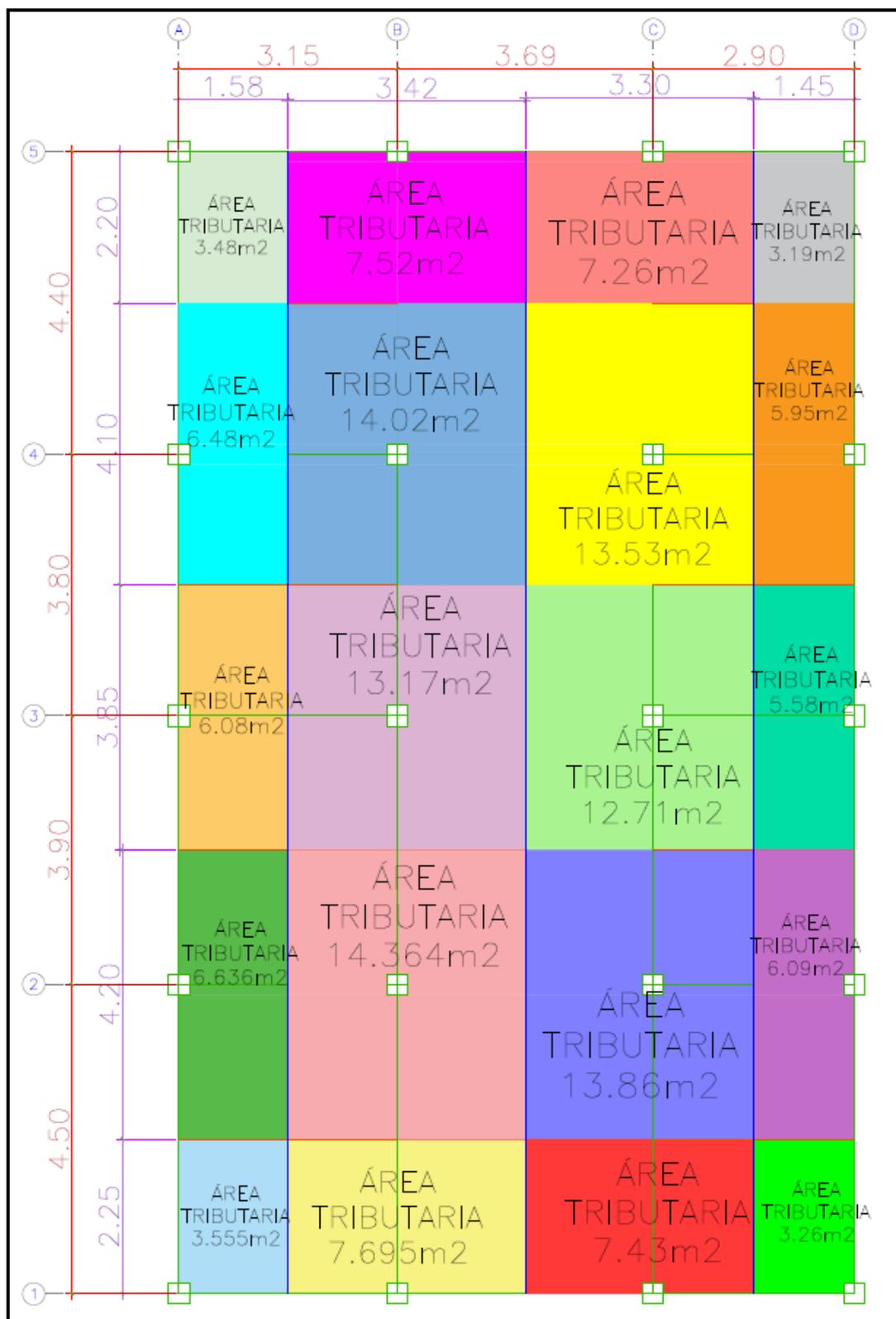


Figura 63. Área Tributaria de las columnas

Fuente: Elaboración Propia

3.12.2 Predimensionamiento de Vigas

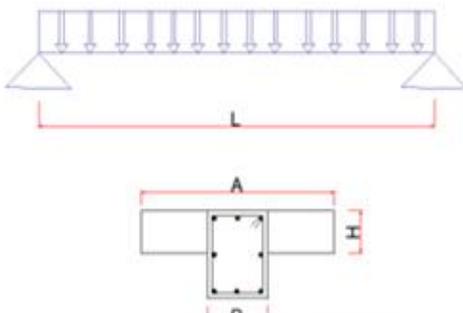
Se calculó mediante la siguiente fórmula las dimensiones de nuestras vigas:

Donde :

L : Luz libre de la viga

H : Peralte de la viga

B : Base de la viga



Peralte: $h = \frac{L}{8} \leq \frac{a}{12}$

Escogemos: $\frac{h}{12}$

Base $b = \frac{h}{2} \leq \frac{h}{3}$

Escogemos: $\frac{h}{2}$

DIRECCIÓN	EJE	EJES	Luz Libre	h (cm)	Usar h (cm)	b (cm)	usar b (cm)
Horizontal	5	A-B	3.15	0.26	0.3	0.13	0.25
Horizontal	5	B-C	3.69	0.31	0.4	0.15	0.25
Horizontal	5	C-D	2.9	0.24	0.3	0.12	0.25
Horizontal	4	A-B	3.15	0.26	0.3	0.13	0.25
Horizontal	4	B-C	3.69	0.31	0.4	0.15	0.25
Horizontal	4	C-D	2.9	0.24	0.3	0.12	0.25
Horizontal	3	A-B	3.15	0.26	0.3	0.13	0.25
Horizontal	3	B-C	3.69	0.31	0.4	0.15	0.25
Horizontal	3	C-D	2.9	0.24	0.3	0.12	0.25
Horizontal	2	A-B	3.15	0.26	0.3	0.13	0.25
Horizontal	2	B-C	3.69	0.31	0.4	0.15	0.25
Horizontal	2	C-D	2.9	0.24	0.3	0.12	0.25
Horizontal	1	A-B	3.15	0.26	0.3	0.13	0.25
Horizontal	1	B-C	3.69	0.31	0.4	0.15	0.25
Horizontal	1	C-D	2.9	0.24	0.3	0.12	0.25
Vertical	A	4-5	4.4	0.37	0.4	0.18	0.25
Vertical	A	3-4	3.8	0.32	0.4	0.16	0.25
Vertical	A	2-3	3.9	0.33	0.4	0.16	0.25
Vertical	A	1-2	4.5	0.38	0.4	0.19	0.25
Vertical	B	4-5	4.4	0.37	0.4	0.18	0.25
Vertical	B	3-4	3.8	0.32	0.4	0.16	0.25
Vertical	B	2-3	3.9	0.33	0.4	0.16	0.25
Vertical	B	1-2	4.5	0.38	0.4	0.19	0.25
Vertical	C	4-5	4.4	0.37	0.4	0.18	0.25
Vertical	C	3-4	3.8	0.32	0.4	0.16	0.25
Vertical	C	2-3	3.9	0.33	0.4	0.16	0.25
Vertical	C	1-2	4.5	0.38	0.4	0.19	0.25
Vertical	D	4-5	4.4	0.37	0.4	0.18	0.25
Vertical	D	3-4	3.8	0.32	0.4	0.16	0.25
Vertical	D	2-3	3.9	0.33	0.4	0.16	0.25
Vertical	D	1-2	4.5	0.38	0.4	0.19	0.25

SE ESCOGIÓ LA LONGITUD MÁS DESFAVORABLE

0.4 X 0.25

SE ESCOGIÓ LA LONGITUD MÁS DESFAVORABLE

0.4 X 0.25

Figura 64. Predimensionamiento de Vigas

Fuente: Elaboración Propia

Se determinó que para uniformizar las vigas y no queden desniveladas unas de otras, se estandarizó ya que es recomendable usar la más crítica; es decir, la de mayor luz libre.

Con lo calculado se empezó a armar un plano del predimensionamiento tanto de vigas como de columnas, se puede observar en la siguiente figura:

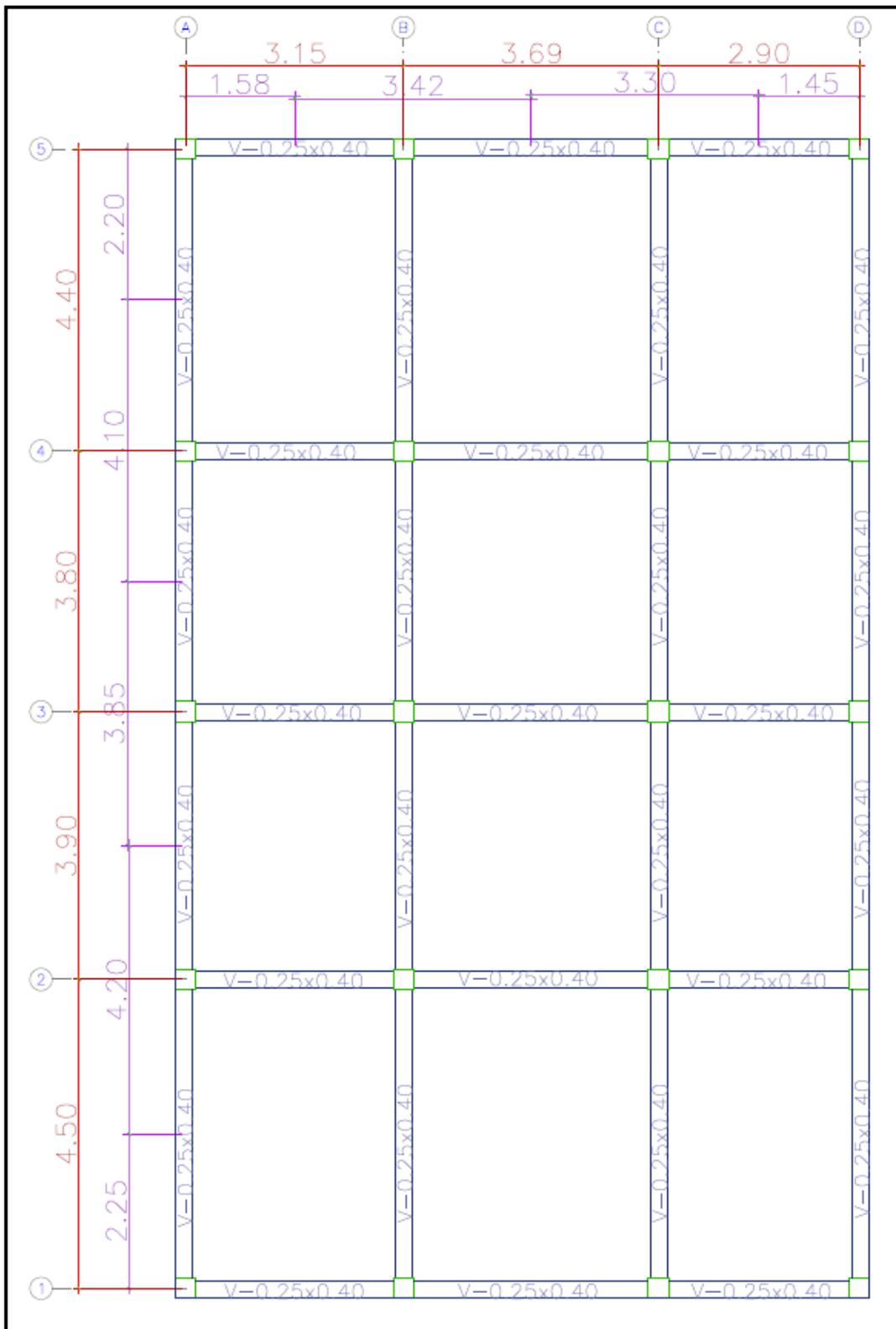


Figura 65. Plano con Vigas y Columnas Predimensionadas

Fuente: Elaboración Propia

3.12.3 Predimensionamiento de la Losa

Se realizó una hoja de cálculo, para determinar el espesor de la losa aligerada y también su dirección.

Dirección y predimensionamiento de la Losa Aligerada

Como se sabe la dirección de la losa será paralela a su menor distancia, aunque tiene excepciones dependiendo del proceso constructivo.

Se puede calcular el espesor con la siguiente fórmula:

$$e = \frac{Ln}{25} = \frac{4.5}{25} = 0.18 \text{ m}$$

e = 0.20 m

SI CUMPLE CON LO ESTIPULADO EN LA NORMA

Determinación de la Viga Principal, Secundaria y Dirección de la Losa

MÁX. VALOR EJE "X"	3.69	VS
MÁX. VALOR EJE "Y"	4.5	VP

PARA 1 DIRECCIÓN

$$1D = \frac{L \text{ MAYOR}}{L \text{ MENOR}} < = 2$$

$$1D = \frac{4.5}{3.69} = 0.82$$

PARA 2 DIRECCIÓN

$$2D = \frac{L \text{ MAYOR}}{L \text{ MENOR}} > = 2$$

$$2D = \frac{4.5}{3.69} = 0.82$$

SI CUMPLE

NO CUMPLE

Figura 66. Predimensionamiento de la Losa

Fuente: Elaboración Propia

Entonces:

El RNE en la norma E-020, establece lo siguiente:

Tabla 38. Peso Propio de la Losa según E-020

ESPESOR DEL ALIGERADO (m)	ESPESOR DE LOSA SUPERIOR (m)	PESO PROPIO KPA (kgf/m²)
0.17	0.05	2.8 (280)
0.20	0.05	3.0 (300)
0.25	0.05	3.5 (350)
0.30	0.05	4.2 (420)

Fuente: Reglamento E-020

Por lo tanto, el Peso Propio que utilizaremos más adelante será = 300 kgf/m²

3.13 Estudio de Suelos

El presente estudio se realizó en la Urbanización Santa Teresa De Vitarte – Ate; en la Av. Nicolás Ayllon N°731 Sub lote 6.

Se indica que el suelo pertenece al perfil tipo S2, se realizaron 3 calicatas cada una con 4.50 m de profundidad, en los **Anexos** se podrá observar el perfil estratigráfico y los ensayos pertinentes para el correcto desarrollo de la presente investigación.

Se volverá a calcular el Q_{adm} por motivo, que el estudio de suelos que se desarrolló fue para una edificación que cuenta con un sótano y nuestra tesis cuenta con 5 piso sin sótano, por ende, el D_f cambiaría y observando mi perfil estratigráfico, por criterio se determinó que el D_f debe ser 4 metros, ya que se a 3.50 metros se encontró grava y para seguridad se toma una medida 0.50 metros más profunda.

3.13.1 Cálculo de la capacidad admisible

Con el ángulo de fricción y la cohesión obtenidos del estudio de suelos, es decir, específicamente del ensayo de corte directo; como también el peso unitario del suelo, nos brindó ciertos alcances para tomar en consideración.

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO	
CIMENTACIÓN CORRIDA	
Cohesión	C = 0.00 Kg/cm ²
Angulo de fricción	φ = 33.3 °
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ _s = 1.86 g/cm ³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundac	γ = 1.86 g/cm ³
Ancho de la cimentación	B = 1.50 m
Largo de la cimentación	L = 1.50 m
Profundidad de la cimentación	D _f = 4.00 m
Factor de seguridad	FS = 3.00

$$q_{ult} = CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carga	Factores de forma
N _q = 27.047741	S _q = 1
N _c = 39.653896	S _c = 1
N _γ = 36.847844	S _γ = 1
N _q /N _c = 0.68	
tan φ = 0.66	

$$S_c = \left(\frac{N_q}{N_c} \right) * \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$S_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) * Tg \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 * \left(\frac{B}{L} \right)$$

Reemplazando en la formula se tiene: $q_{ult} = 252.64 \text{ Tn/m}^2$

Finalmente

Capacidad última de carga $q_{ult} = 25.26 \text{ Kg/cm}^2$

Con: FS = 3.00

Se tiene finalmente:

Capacidad admisible de carga $q_{adm} = 8.42 \text{ Kg/cm}^2$

Figura 67. Cálculo de la Capacidad Admisible del suelo

Fuente: Elaboración Propia

3.14 Sismicidad

La Zonificación, según el RNE E-030 nos muestra que como el Distrito Ate está en la Costa Peruana, se puede observar la **Figura 7**, que está de color rojo y pertenece a la zona 4, por ende, si revisamos la **Tabla 5**, tendremos como valor **Z=0.45**

La Categoría de las Edificaciones, se determina mediante un factor de Uso, en nuestro caso pertenece a la Categoría “C” que son Edificaciones Comunes y esto lo podemos observar en la **Tabla 6**, porque es una vivienda multifamiliar, y por lo tanto tiene como factor **U= 1.0**

Los Parámetros de Sitio se pueden extraer de la **Tabla 7**, ya que sabiendo que tenemos como Zonificación Z_4 y el Suelo que tiene como perfil tipo S_2 , entonces seleccionamos el factor de Suelo **S=1.05**; ahora si se podrán establecer los períodos con ayuda de la **Tabla 8**; para un perfil de suelo S_2 , los períodos **$T_P = 0.6$** y **$T_L = 2.0$**

El factor de Amplificación Sísmica “C”, dependerá del lugar de aplicación de nuestro proyecto y del Período fundamental de vibración, que se calculará con la expresión detallada en el numeral **3.14.1.3**, como se observa a continuación:

Usaremos $C_T = 35$, ya que nuestro sistema estructural cuenta con pórticos de concreto armado; este lo incluiremos en la fórmula.

$$T = \frac{h_n}{C_T} = \frac{17.4}{35} = 0.4971429$$

T = 0.50 s

Figura 68. Cálculo del Período fundamental de vibración

Fuente: Elaboración Propia

Entonces:

$$T_P = 0.60 \text{ s}$$

$$T_L = 2.0 \text{ s}$$

$$T = 0.50 \text{ s}$$

Contrastaremos con las expresiones detalladas en el numeral **3.14.1.1**, y cumple que:

$T < T_P$; es decir, $0.50 \text{ s} < 0.60 \text{ s}$

Por lo tanto, el factor de amplificación sísmica $C = 2.50$

El coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas, lo determinaremos con lo establecido en la **Tabla 9**, dependiendo del sistema estructural que se empleará, que en nuestro caso son pórticos; por ende, usaremos $R_0 = 8$

3.15 Modelamiento en ETABS

Se ingresará al programa, los datos que se extrajeron de los ensayos de laboratorio, con respecto a nuestro concreto con 20% de reemplazo del agregado grueso por ladrillo recocho triturado, ya que fue el más óptimo.

Datos:

$f'c = 239 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad = $2318943.72506104 \text{ ton/m}^2$

Peso específico del concreto con 20% de reemplazo = $2320 \text{ kg/m}^3 = 2.32 \text{ ton/m}^3$

Como se va a ingresar al programa, se debe colocar las nuevas características del material de reemplazo.

Como se muestra en la siguiente figura:

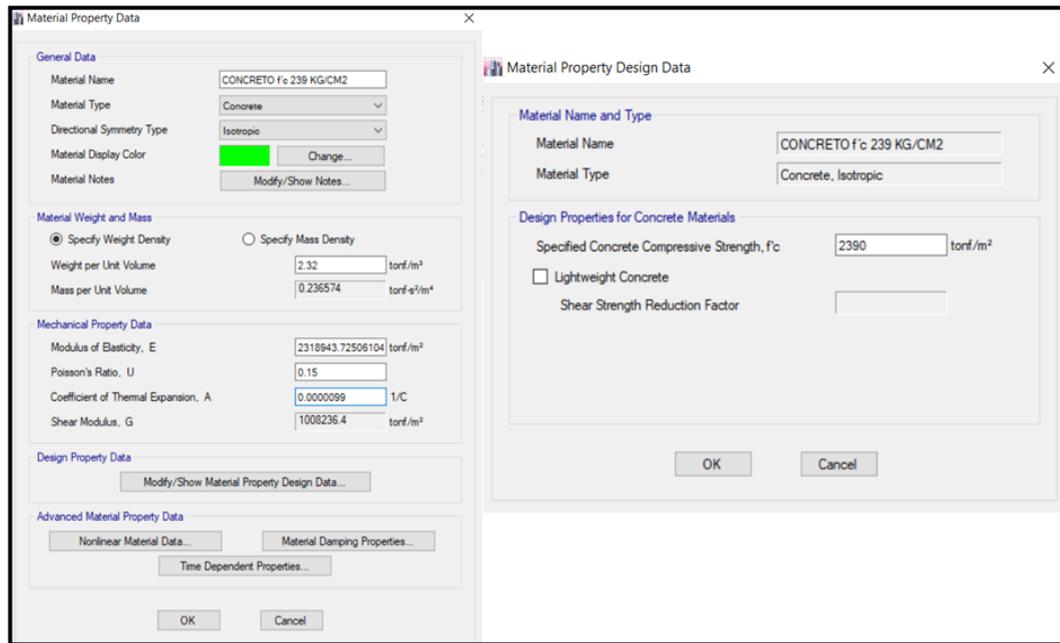


Figura 69. Propiedades del Concreto 239 kg/cm² en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Y posterior a ello se procedió a ingresar las dimensiones de los elementos del plano de predimensionamiento, como se muestra:

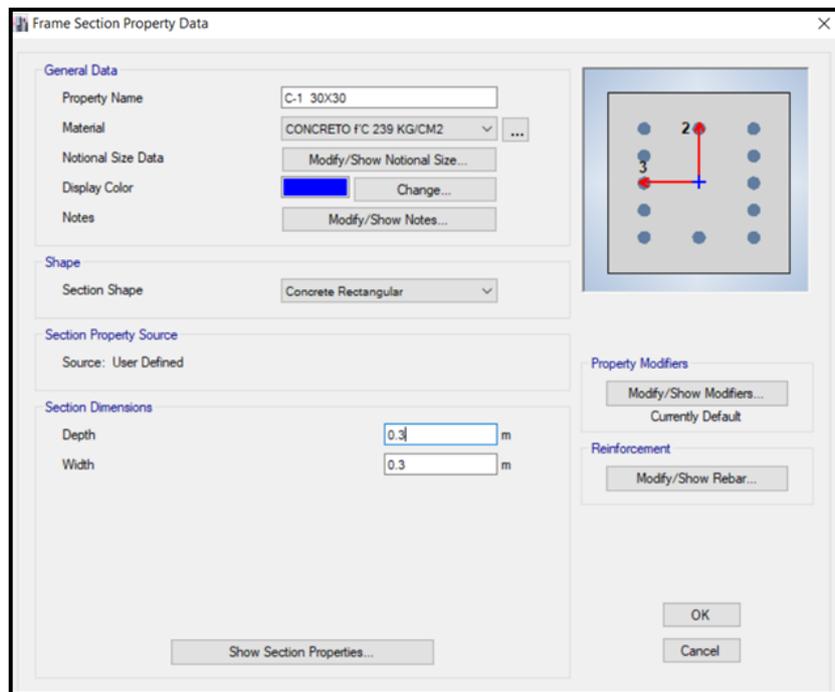


Figura 70. Sección de Columna de 30 x 30 de concreto 239 kg/cm² en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

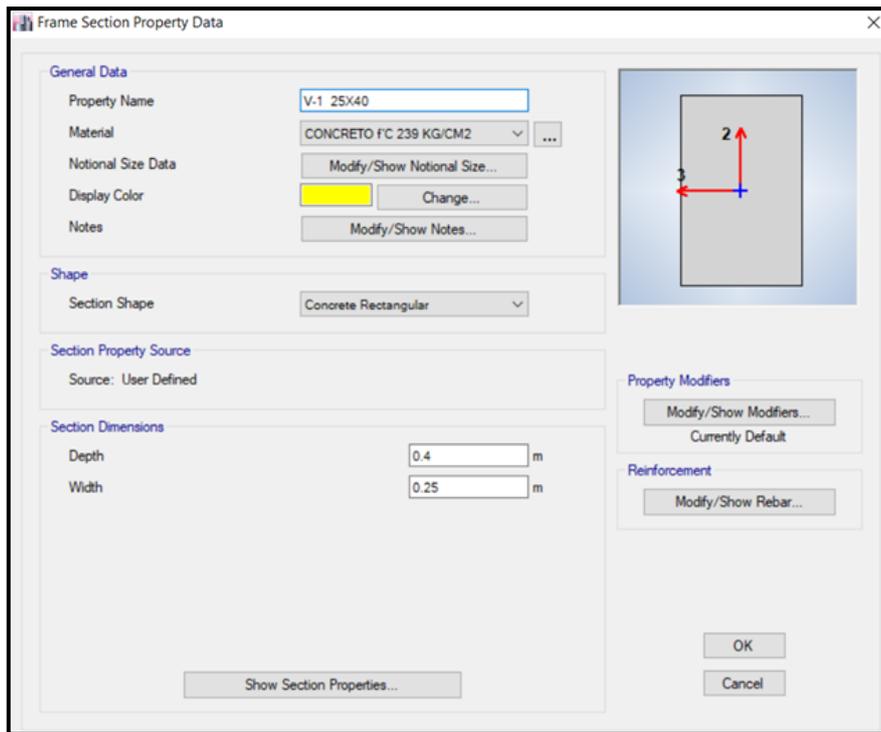


Figura 71. Sección de Viga de 25 x 40 de concreto 210 kg/cm² en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

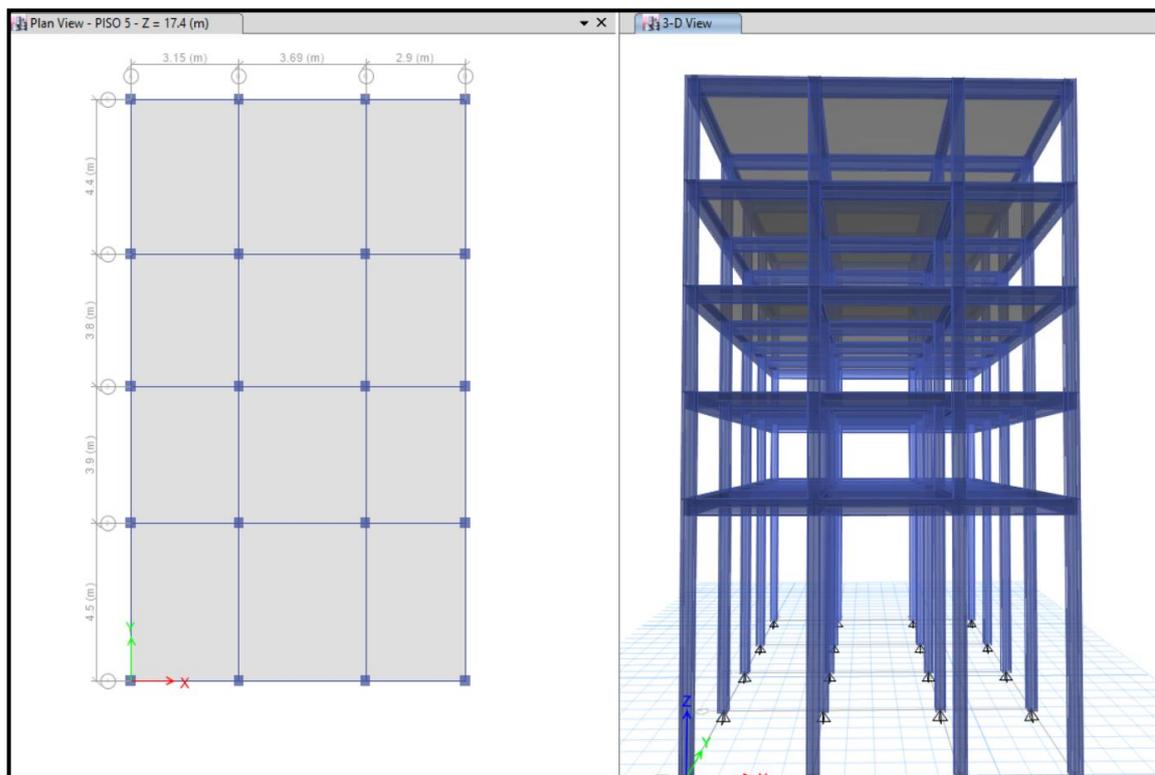


Figura 72. Losa Aligerada de 20 cm de espesor en modelado Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa está activado los 6 grados de libertad; se debe empotrar la base así que se le asigna lo siguiente:

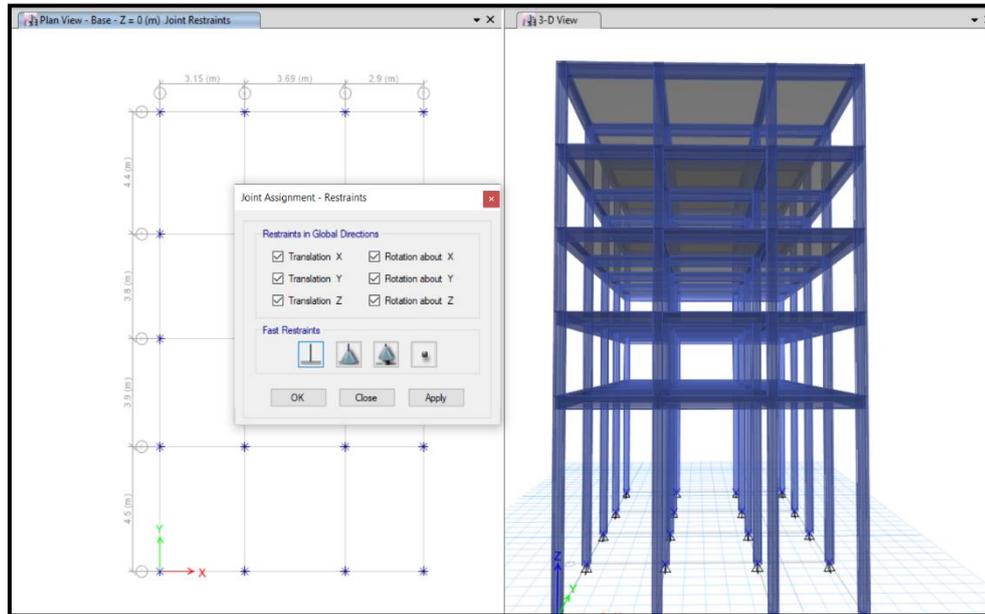
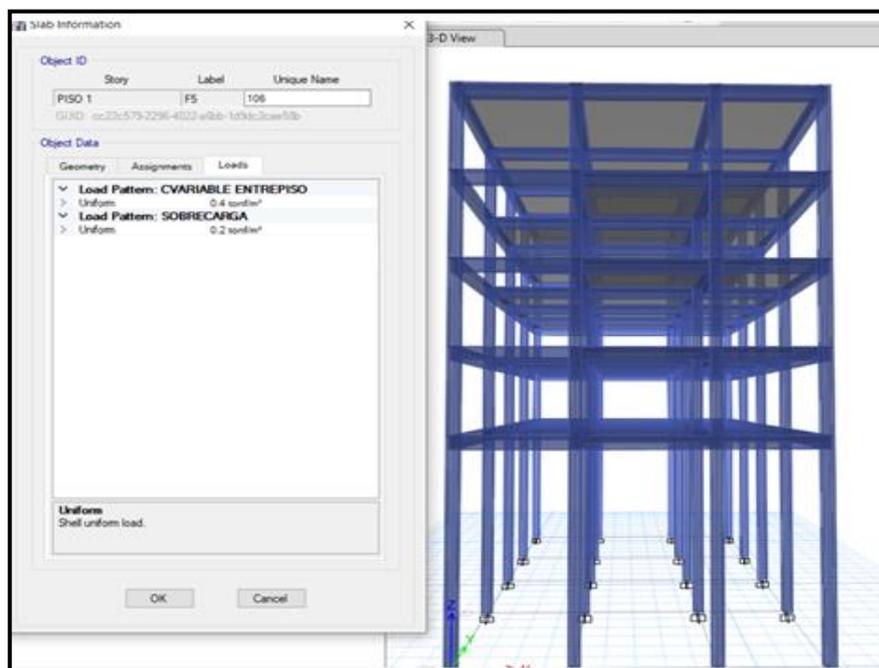


Figura 73. Empotrado en la base de la estructura en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Se le aplica la carga variable de entrepiso y la sobrecarga como se observa en la figura:

Figura 74. Aplicación de cargas a la estructura en Etabs



Fuente: Elaboración Propia

Se le aplica el diafragma rígido como se observa en la figura, sirve para simplificar3 de los 6 grados de libertad.

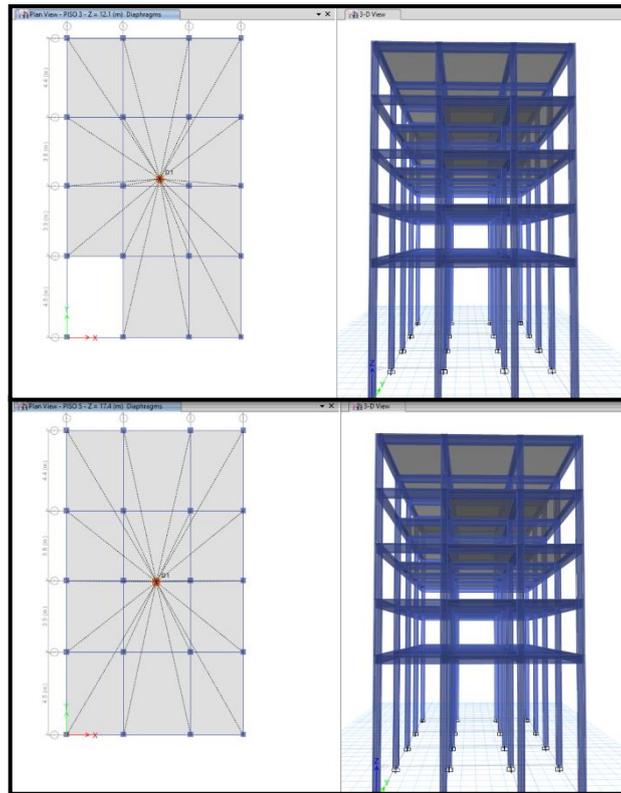


Figura 75. Diafragma de la Edificación en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Se aplica el Auto Mesh, que se utilizan para modelar pisos; la malla ayuda a distribuir cargas de manera realista.

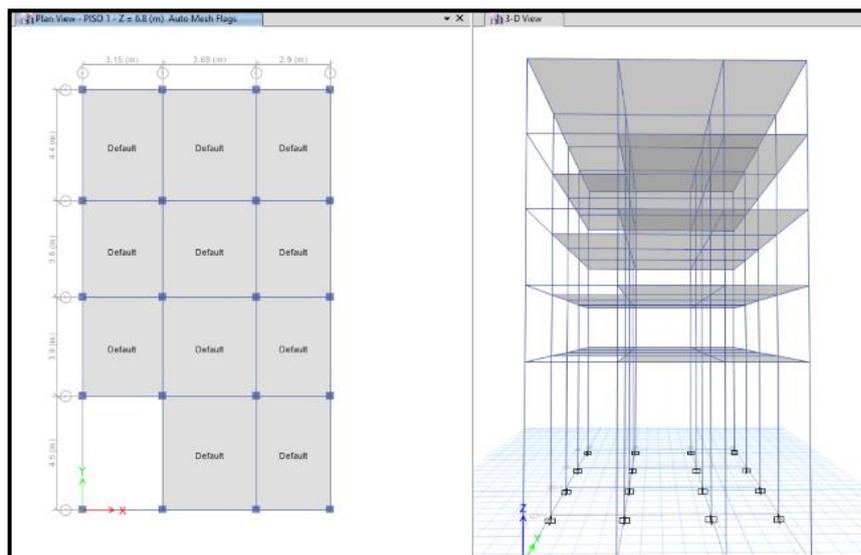


Figura 76. Auto Mesh de la edificación en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Se exportará el espectro de diseño a un block de notas, ya que el cálculo fue realizado en una hoja de cálculo de Excel, como se muestra a continuación:

ESPECTRO DE RESPUESTA

Según E.030

- Zonificación, Según E.030-2014 (2.1)**
Zona: 4 Z = 0.45 g
- Parámetros de Sitio, Según E.030-2014 (2.4)**
Perfil Tipo: S2 S = 1.05
T_p = 0.60 T_c = 2.00
- Categoría del Edificio, Según E.030-2014 (3.1)**
Categoría: Común C U = 1.00
- Coefficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014 (3.4)**
Sistema Estructural: Concreto Armado pórticos
R₀ = 8
- Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2014 (3.7)**
Restricciones: No se permiten irregularidades extremas
- Factores de Irregularidad, Según E.030-2014 (3.6)**
Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.
Irregularidad en Altura, I_a: 01 Regular I_a = 1.00
Irregularidad en Planta, I_p: 01 Regular I_p = 1.00 (Para el tipo 03 se debe ingresar el valor manualmente)
- Coefficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014 (3.8)**
R = R₀ x I_a x I_p = 8

Copiar todos los valores de T(s) y Sa/g y pegar en un archivo de texto, así se podrá importar el espectro de diseño en programas de cálculo como el Etabs y Sap2000. Estas aceleraciones no incluyen el valor de la aceleración de la gravedad, por tanto el factor de escala en el programa deberá ser igual a 9.81. De trabajar con el Espectro del Programa, el factor de escala deberá ser igual a 1 para su evaluación, luego:

NO OLVIDAR CORREGIR el Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas. Así mismo según los resultados obtenidos del Análisis Estático y Dinámico, de ser necesario se deberá APLICAR el FACTOR A ESCALAR (CORRECCIÓN DE LA CORTANTE BASAL ENTRE EL CASO ESTÁTICO Y EL CASO DINÁMICO) para el posterior Diseño.

8.- Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño (Sa/g) = (Aceleración Espectral)

C	T (s)	Sa/g
2.50	0.00	0.1477
2.50	0.02	0.1477
2.50	0.04	0.1477
2.50	0.06	0.1477
2.50	0.08	0.1477
2.50	0.10	0.1477
2.50	0.12	0.1477
2.50	0.14	0.1477
2.50	0.16	0.1477
2.50	0.18	0.1477
2.50	0.20	0.1477
2.50	0.25	0.1477
2.50	0.30	0.1477
2.50	0.35	0.1477
2.50	0.40	0.1477
2.50	0.45	0.1477
2.50	0.50	0.1477
2.50	0.55	0.1477
2.50	0.60	0.1477
2.31	0.65	0.1363
2.14	0.70	0.1266
2.00	0.75	0.1181
1.88	0.80	0.1107
1.76	0.85	0.1042
1.67	0.90	0.0984
1.58	0.95	0.0933
1.50	1.00	0.0886
1.36	1.10	0.0805
1.25	1.20	0.0738
1.15	1.30	0.0681
1.07	1.40	0.0633
1.00	1.50	0.0591
0.94	1.60	0.0554
0.88	1.70	0.0521
0.83	1.80	0.0492
0.79	1.90	0.0466
0.75	2.00	0.0443
0.62	2.20	0.0366
0.52	2.40	0.0308
0.44	2.60	0.0262
0.38	2.80	0.0226
0.33	3.00	0.0197
0.19	4.00	0.0111
0.12	5.00	0.0071
0.08	6.00	0.0049
0.06	7.00	0.0036
0.05	8.00	0.0028
0.04	9.00	0.0022
0.03	10.00	0.0018

ZONIFICACIÓN ZONAS SÍSMICAS DEL PERÚ

SISMICIDAD	ZONA	Z
MUY ALTA	4	0.45
ALTA	3	0.35
MEDIA	2	0.25
BAJA	1	0.10

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DEL ANÁLISIS ESTÁTICO POR FUERZAS SÍSMICAS EQUIVALENTES

CÁLCULO DEL FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA: C

$c = 2.5 \left(\frac{T_p}{T}\right)$, $c \leq 2.5$ Modo-Tx = 0.287 seg C = 5.226 > 2.5
 Modo-Ty = 0.281 seg C = 5.338 > 2.5

USAR: Cx = 2.50 ; Cy = 2.50 (de ser mayor tomar el valor límite)

EVALUANDO VALOR: C/R ≥ 0.125

0.313 > 0.125 ↔ 0.313 Seismic X dir+Ecc
 0.313 > 0.125 ↔ 0.313 Seismic Y dir+Ecc

COEFICIENTE DEL CORTANTE EN LA BASE = 0.1477 0.1477

Figura 77. Espectro de Diseño

Fuente: Elaboración Propia

Se procede a ingresar nuestro espectro de diseño antes calculado en Excel:

Figura 78. Ingreso del espectro en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Para los modos de vibración en la dirección “x”, “y”; se tomará aquellos cuya suma de masas efectivas sean al menos un 90 % del total de la masa, aunque deberá tomarse como mínimo los tres primeros modos en la dirección del análisis.

Para la presente investigación, se consideraron 4 modos de vibración por cada nivel, por lo tanto, en el total de la edificación que son 5 niveles harán un total de 20 modos de vibración.

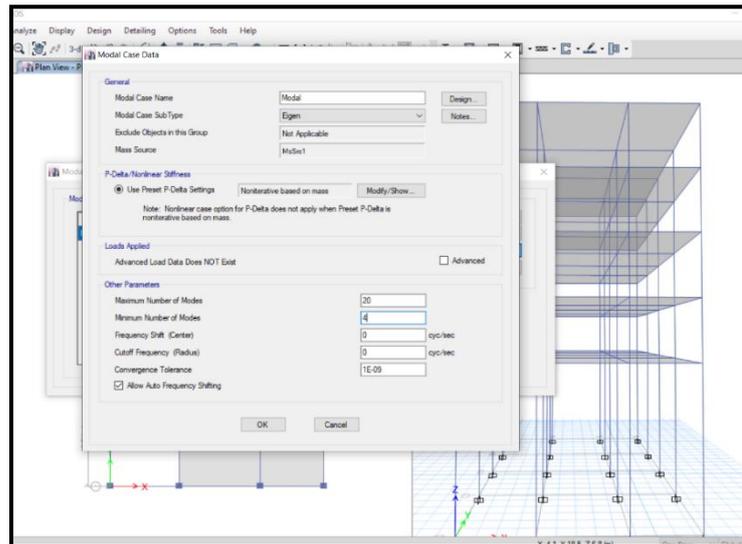


Figura 79. Asignación de los modos de vibración

Fuente: Elaboración Propia

La excentricidad del diafragma debe ser 6% según la Norma:

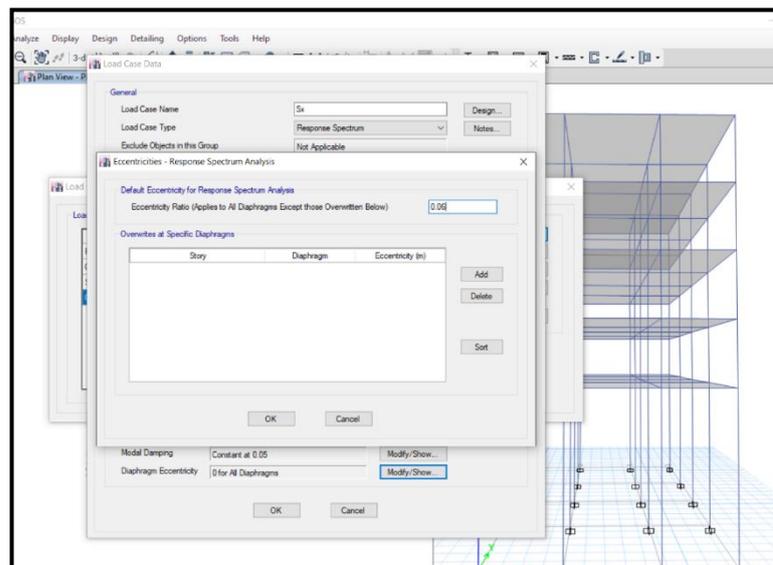


Figura 80. Ingreso del espectro en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Verificación del modelo, para continuar.

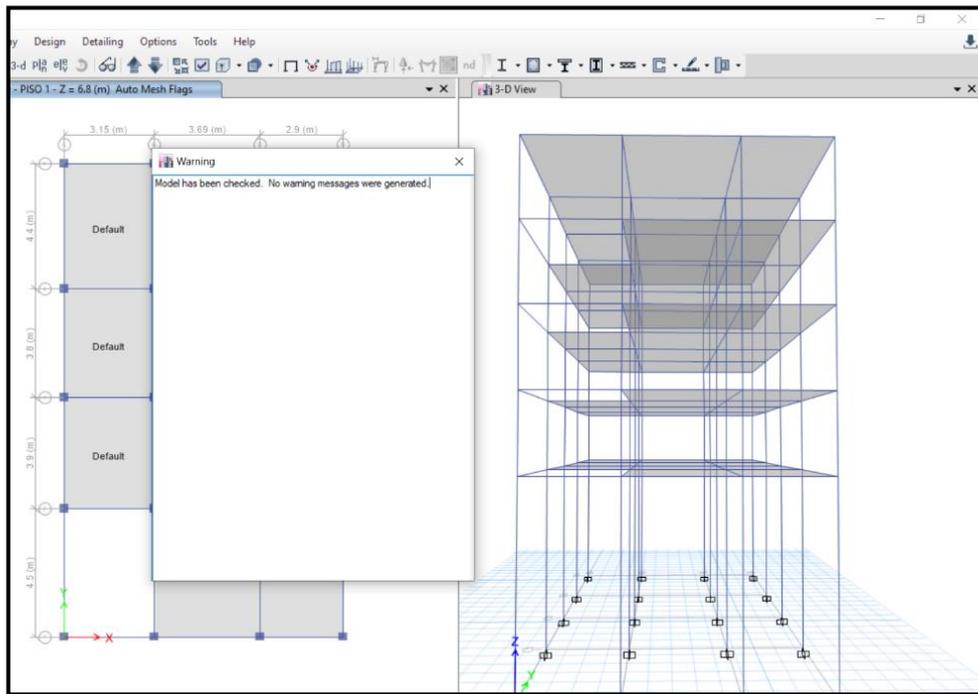


Figura 81. Verificación del modelo de Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Los seis grados de libertad cubiertos.

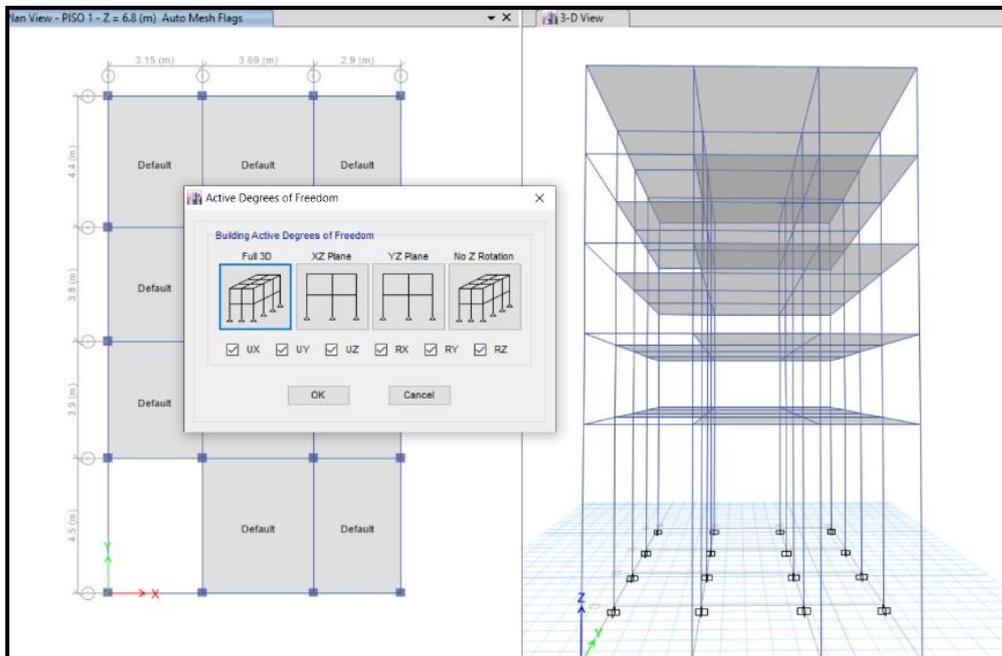


Figura 82. Grados de libertad del modelo de Etabs

Fuente: Elaboración Propia

La deformada en función de un sismo en “x” y un sismo en función de “y”

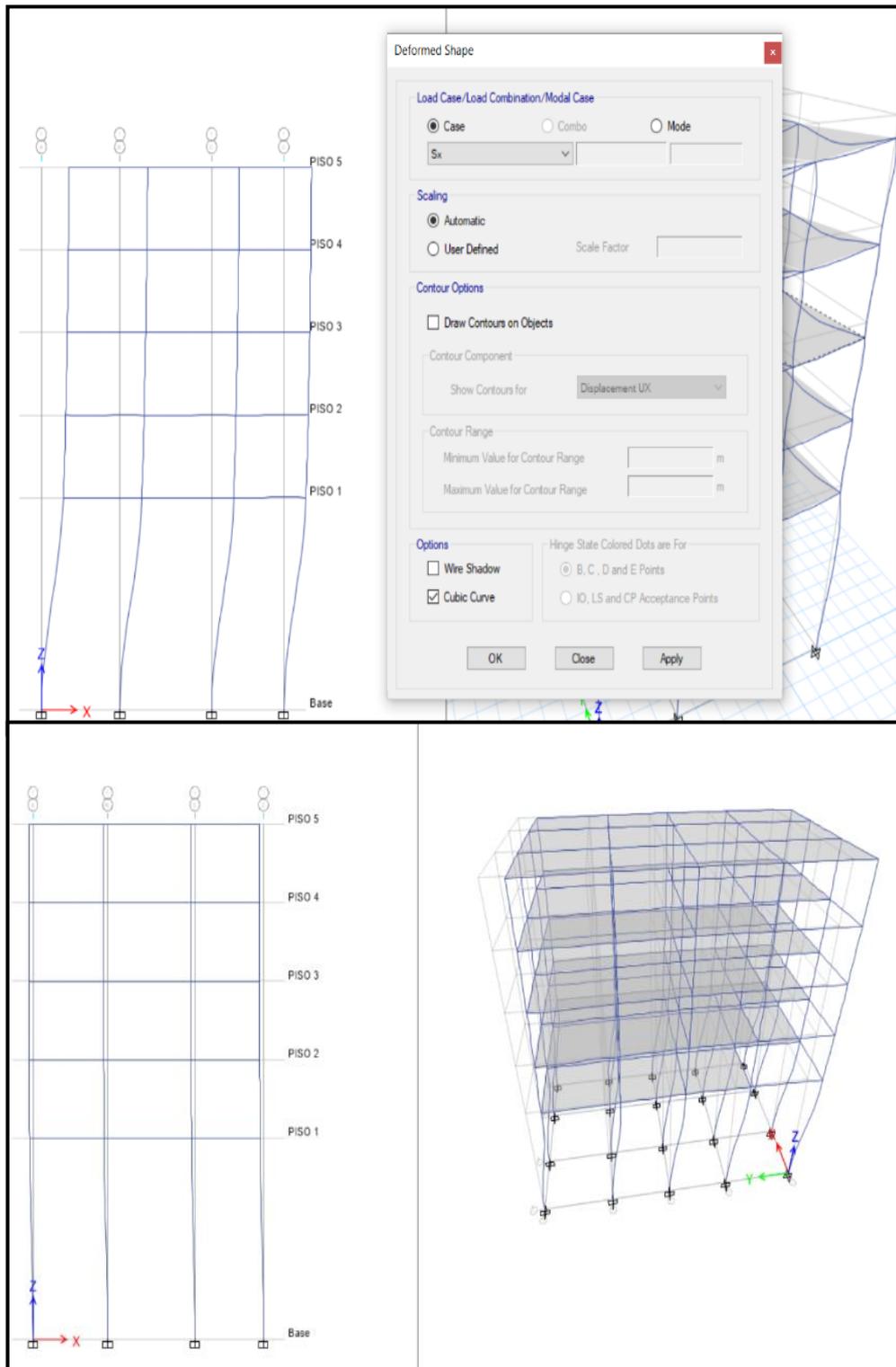


Figura 83. Deformada en “x” “y” - Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Se corrió el programa y se puede observar con color rojo las columnas que se deben reforzar; es decir, aumentar sus dimensiones, pero mayormente en el 1er nivel.

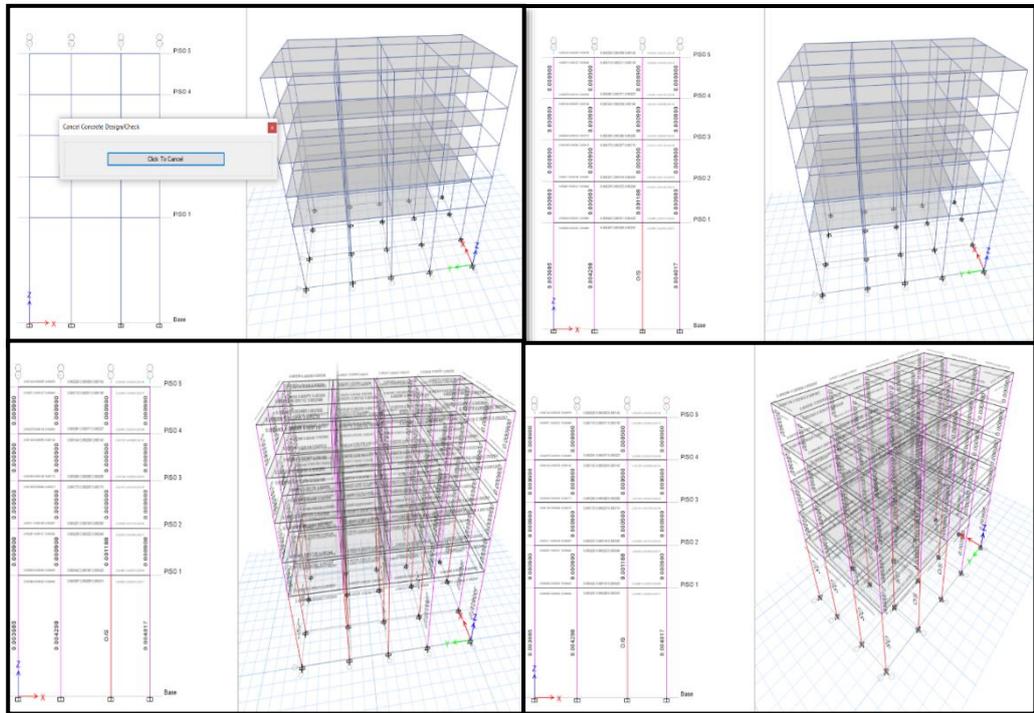


Figura 84. Columnas que deben cambiar de dimensión - Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Los desplazamientos superan lo estipulado en la norma E-030, indica que la distorsión del entrepiso (derivadas) máxima debe ser 0.007, con lo cual no cumple.

Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
PISO 5	17.4	Top	0.000604	9.8E-05
PISO 4	14.75	Top	0.001051	0.00018
PISO 3	12.1	Top	0.001501	0.000264
PISO 2	9.45	Top	0.00227	0.000407
PISO 1	6.8	Top	0.008262	0.001454
Base	0	Top	0	0

Figura 85. Distorsión del entrepiso (derivadas) - Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Se decidió cambiar las dimensiones de las columnas de 30 cm x 30 cm a columnas de 40 cm x 40 cm y verificar si ahora cumple.

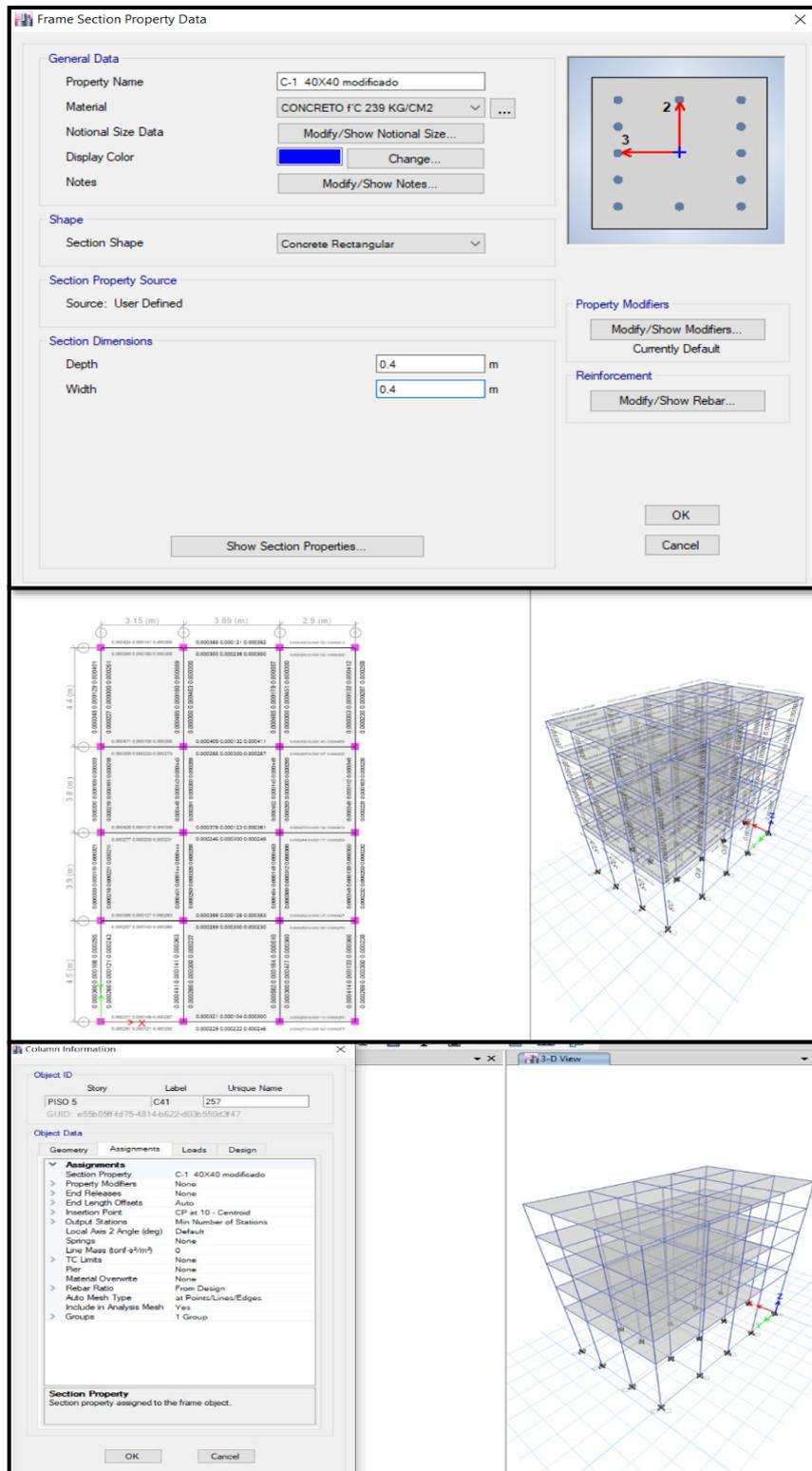


Figura 86. Cambio de columnas en Etabs (40cm x 40cm)

Fuente: Elaboración Propia

Se modificó las secciones de columnas ya que no cumplía el desplazamiento mínimo, es decir, se excedía al 0.007 de distorsión del entrepiso para concreto armado.

Al cambiar las dimensiones de nuestras columnas, se debe volver a realizar el proceso de modelado, verificación y dejar correr el programa.

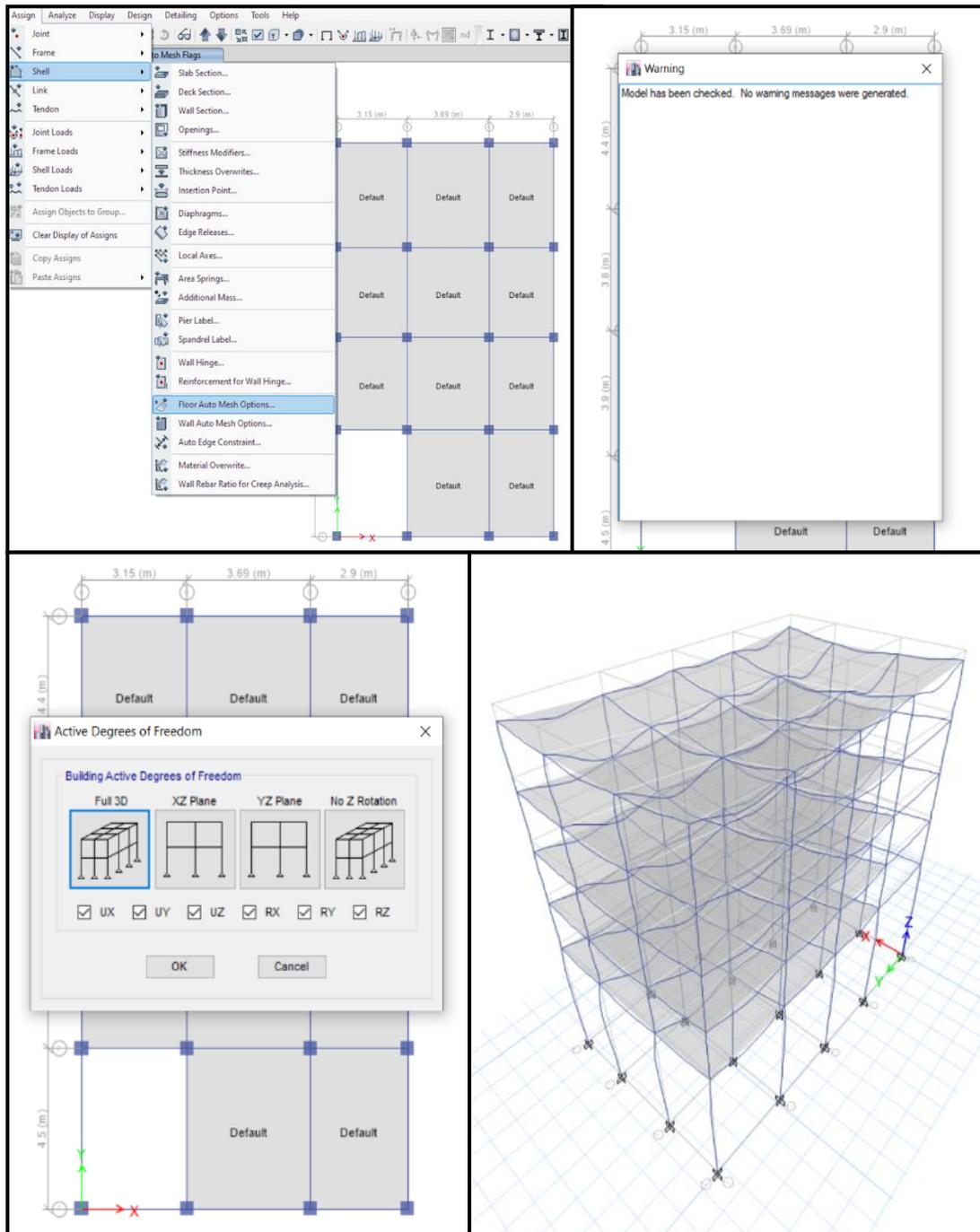


Figura 87. Modelado con cambio de columnas a 40 cm x 40 cm en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Y se verificó ante un sismo en “x y salió menor a 0.007 con respecto a los límites para la distorsión del entrepiso; como también en “y”, con lo cual cumple con establecido en el RNE E-030.

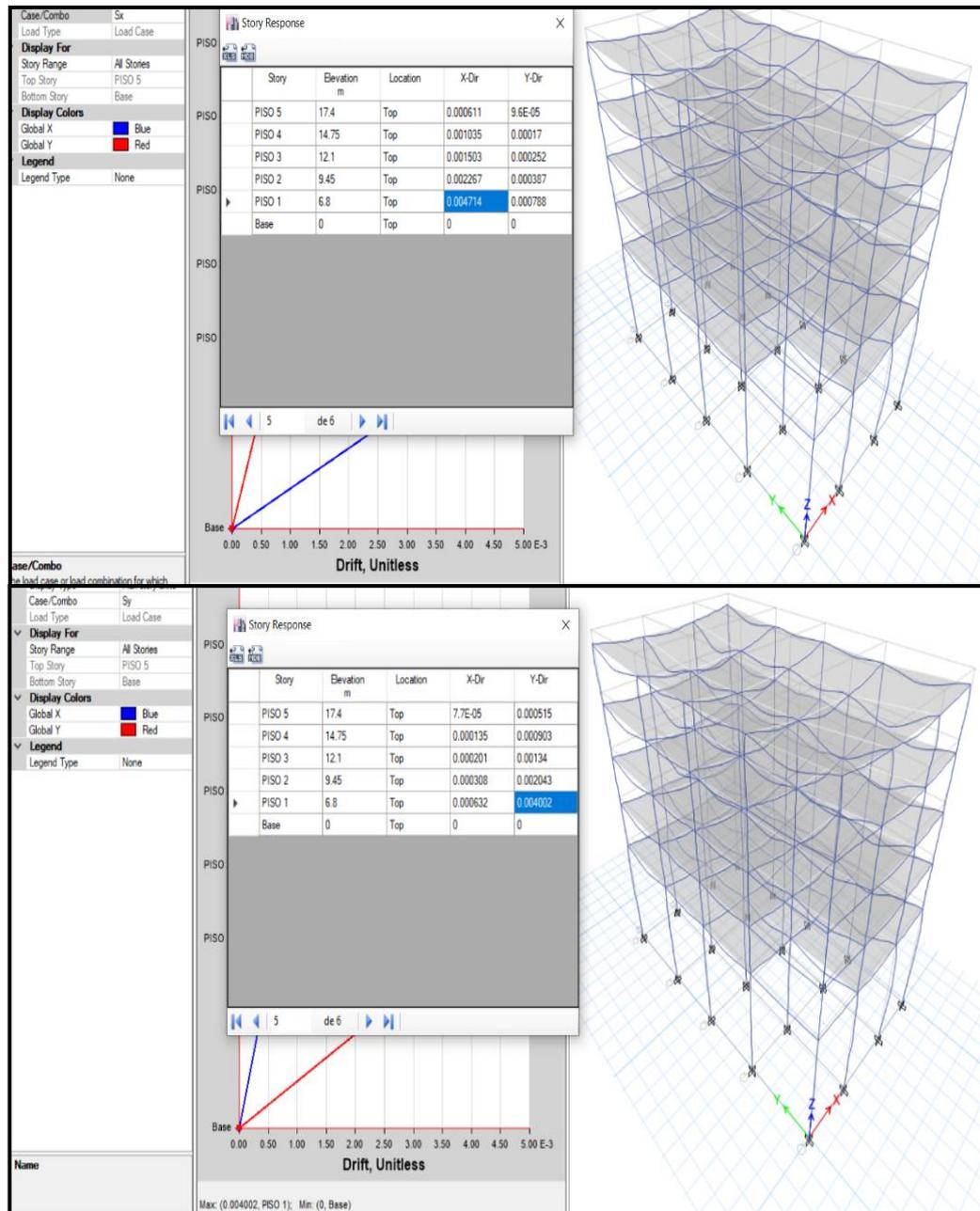


Figura 88. Límites para distorsión del entrepiso en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

También se obtuvo la gráfica de la cortante en la base, en el eje “x” como también en el “y”, que coincidieron.

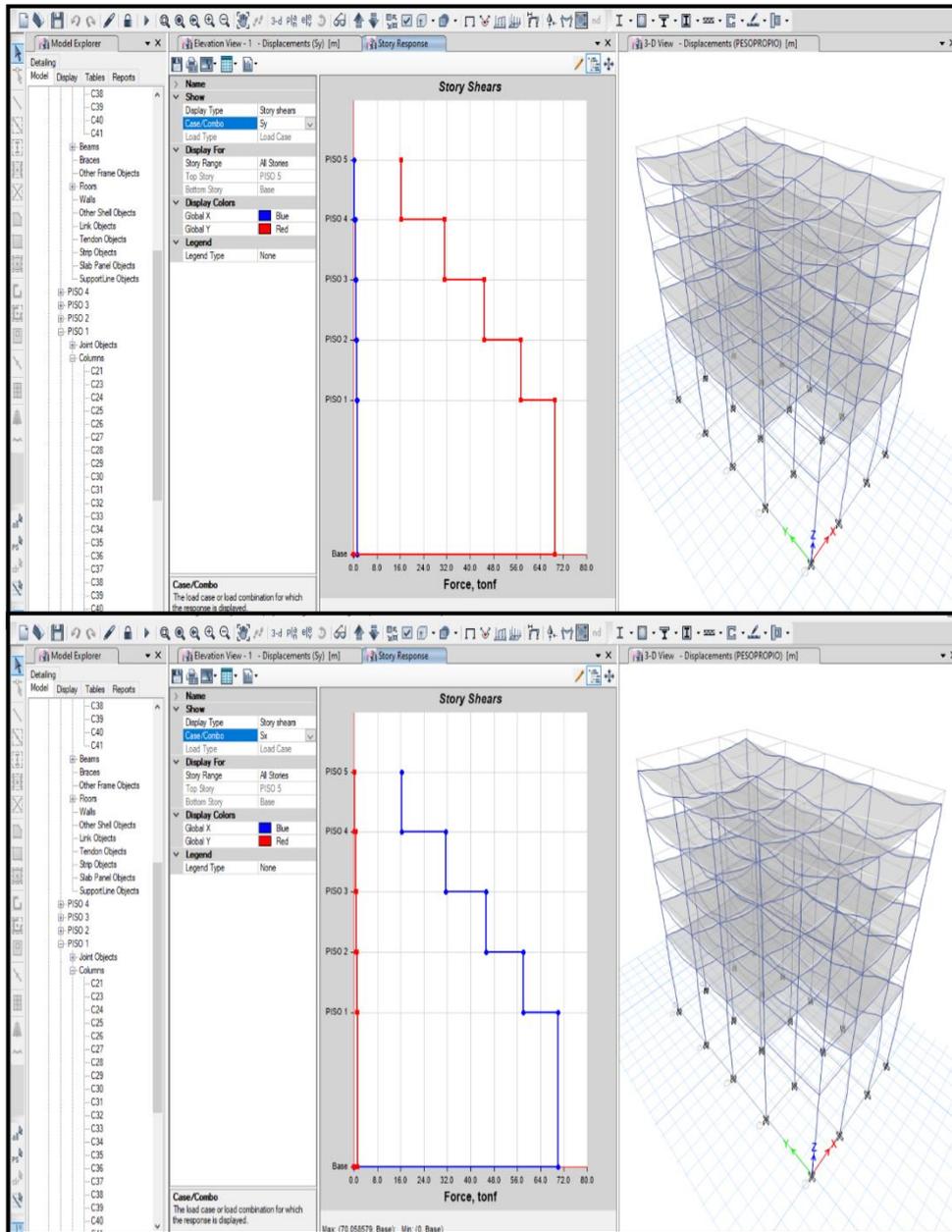


Figura 89. Gráfica de la cortante en la base - Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Ahora se realizará el modelamiento del sistema estructural aporricado con el concreto convencional, tiene las siguientes características:

Datos:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Módulo de elasticidad} = 2173706.51192841 \text{ ton/m}^2$$

$$\text{Peso específico del concreto} = 2400 \text{ kg/m}^3 = 2.40 \text{ ton/m}^3$$

Como se va a ingresar al programa, se debe colocar las nuevas características del material de reemplazo.

Como se muestra en la siguiente figura:

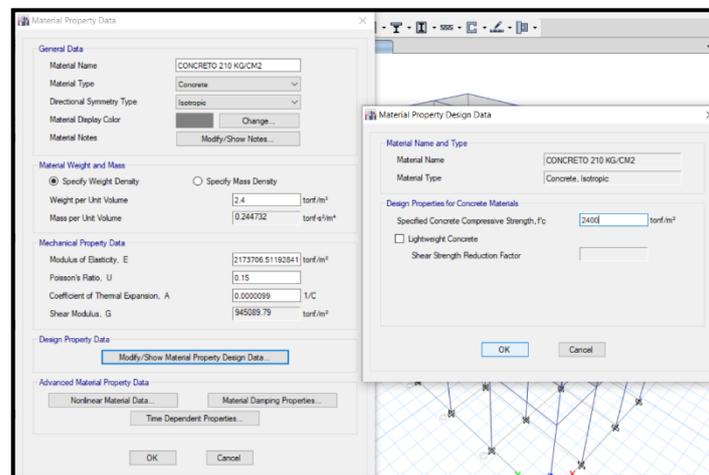


Figura 90. Propiedades del Concreto 210 kg/cm² en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

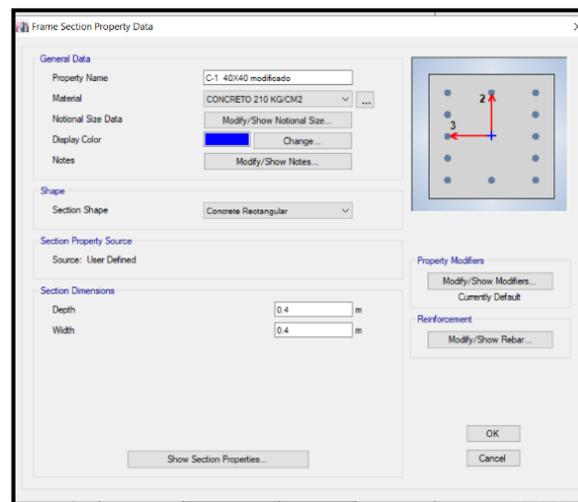


Figura 91. Sección de columna de 40 x 40 con concreto 210 kg/cm² en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

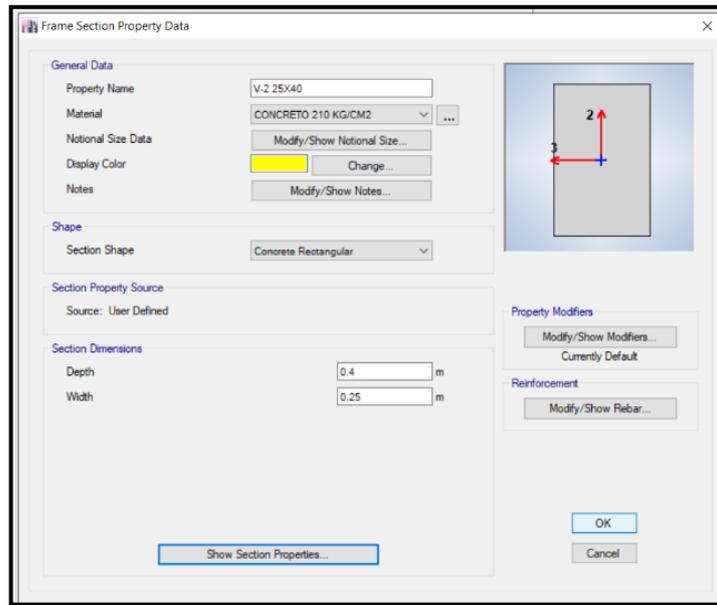


Figura 92. Sección de viga de 40 x 40 con concreto 210 kg/cm² en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

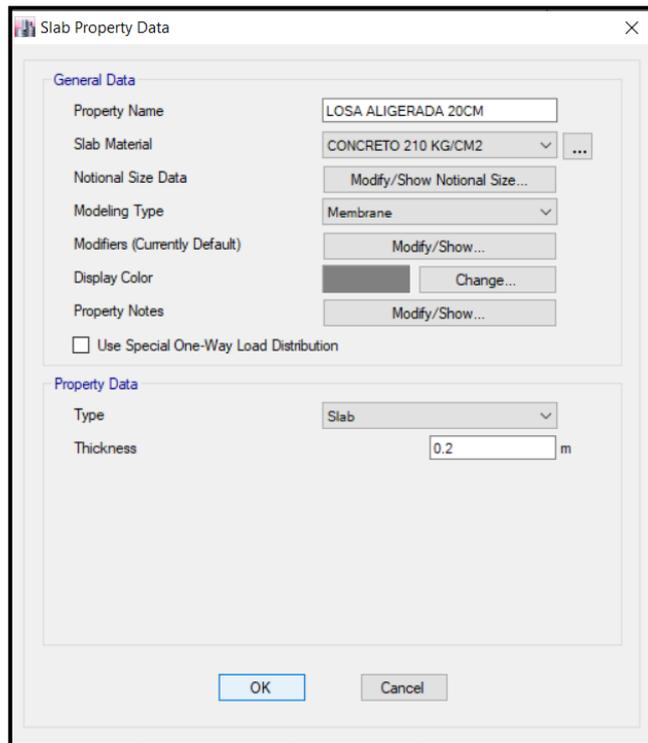


Figura 93. Sección de losa aligerada con concreto 210 kg/cm² en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Las **Figuras 89, 90 y 91** muestran las secciones de las vigas, columnas y losa aplicando el concreto convencional.

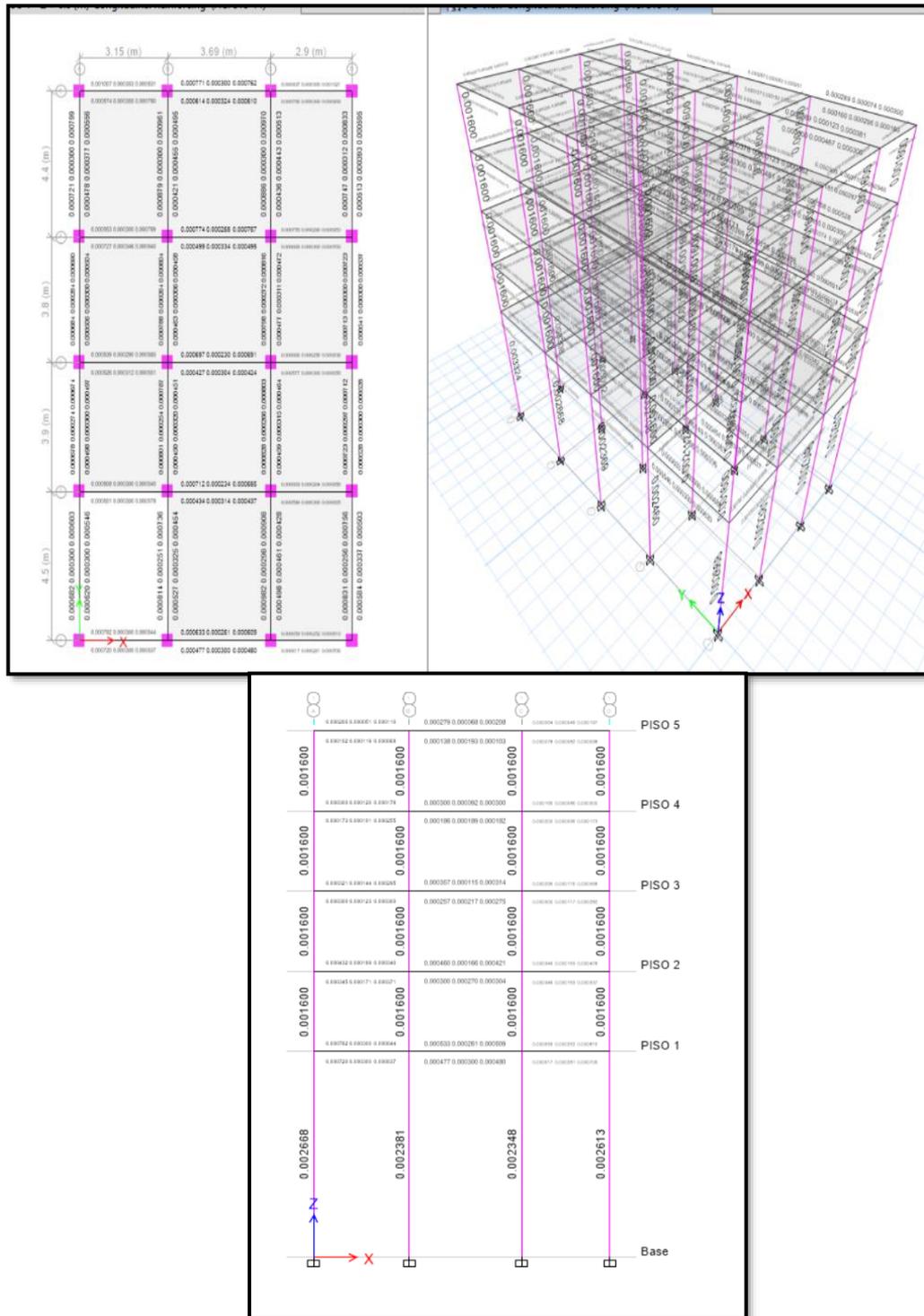


Figura 94. Verificación de las secciones con concreto 210 kg/cm² - Etabs

Fuente: Elaboración Propia

Y se verificó ante un sismo en “x”, salió menor a 0.007 con respecto a los límites para la distorsión del entrepiso, es decir, la deriva máxima salió 0.004932029, como se muestra a continuación:

	Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
	PISO 5	17.4	Top	0.000639946...	0.000100890...
	PISO 4	14.75	Top	0.001083148...	0.000177546...
	PISO 3	12.1	Top	0.001572559...	0.000263660...
	PISO 2	9.45	Top	0.002371501...	0.000405057...
▶	PISO 1	6.8	Top	0.004932029...	0.000823995...
	Base	0	Top	0	0

Figura 95. Límites para distorsión del entrepiso en “x” (concreto 210 kg/cm²)

Fuente: Elaboración Propia

Se verificó ante un sismo en “y”, salió menor a 0.007 con respecto a los límites para la distorsión del entrepiso, es decir, la deriva máxima salió 0.004192448, como se muestra a continuación:

	Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
	PISO 5	17.4	Top	8.046246433...	0.000539929...
	PISO 4	14.75	Top	0.000141835...	0.000946342...
	PISO 3	12.1	Top	0.000210765...	0.001402766...
	PISO 2	9.45	Top	0.000322461...	0.002139496...
▶	PISO 1	6.8	Top	0.000661298...	0.004192448...
	Base	0	Top	0	0

Figura 96. Límites para distorsión del entrepiso en “y” (concreto 210 kg/cm²)

Fuente: Elaboración Propia

3.16 Metrado de Cargas

3.16.1 Carga por Peso Propio

Se calcula el peso propio de las vigas, en nuestro caso con un peso específico diferente igual a 2320 kg/m^3 , ya que es un concreto de reemplazo y éste se calculó mediante los ensayos de laboratorio.

Tabla 39. Cálculo del Peso Propio de las Vigas

VIGAS (0.25 X 0.40) POR CADA PISO TÍPICO						
Eje	Eje	Base	Peralte	L	PESO ESPECÍFICO CONCRETO	Peso
1	A-B	0.25	0.40	2.75	2320	= 232.00 Kg
2	A-B	0.25	0.40	2.75	2320	= 232.00 Kg
3	A-B	0.25	0.40	2.75	2320	= 232.00 Kg
4	A-B	0.25	0.40	2.75	2320	= 232.00 Kg
5	A-B	0.25	0.40	2.75	2320	= 232.00 Kg
1	B-C	0.25	0.40	3.29	2320	= 232.00 Kg
2	B-C	0.25	0.40	3.29	2320	= 232.00 Kg
3	B-C	0.25	0.40	3.29	2320	= 232.00 Kg
4	B-C	0.25	0.40	3.29	2320	= 232.00 Kg
5	B-C	0.25	0.40	3.29	2320	= 232.00 Kg
1	C-D	0.25	0.40	2.50	2320	= 232.00 Kg
2	C-D	0.25	0.40	2.50	2320	= 232.00 Kg
3	C-D	0.25	0.40	2.50	2320	= 232.00 Kg
4	C-D	0.25	0.40	2.50	2320	= 232.00 Kg
5	C-D	0.25	0.40	2.50	2320	= 232.00 Kg
A	1-2	0.25	0.40	4.10	2320	= 232.00 Kg
B	1-2	0.25	0.40	4.10	2320	= 232.00 Kg
C	1-2	0.25	0.40	4.10	2320	= 232.00 Kg
D	1-2	0.25	0.40	4.10	2320	= 232.00 Kg
A	2-3	0.25	0.40	3.50	2320	= 232.00 Kg
B	2-3	0.25	0.40	3.50	2320	= 232.00 Kg
C	2-3	0.25	0.40	3.50	2320	= 232.00 Kg
D	2-3	0.25	0.40	3.50	2320	= 232.00 Kg
A	3-4	0.25	0.40	3.40	2320	= 232.00 Kg
B	3-4	0.25	0.40	3.40	2320	= 232.00 Kg
C	3-4	0.25	0.40	3.40	2320	= 232.00 Kg
D	3-4	0.25	0.40	3.40	2320	= 232.00 Kg
A	4-5	0.25	0.40	4.00	2320	= 232.00 Kg
B	4-5	0.25	0.40	4.00	2320	= 232.00 Kg
C	4-5	0.25	0.40	4.00	2320	= 232.00 Kg
D	4-5	0.25	0.40	4.00	2320	= 232.00 Kg
TOTAL POR PISO						7192.000 Kg

Fuente: Elaboración Propia

Entonces, el peso propio total de vigas sería tal como se muestra a continuación:

Tabla 40. Resumen del Peso Propio Total de las Vigas

PISO	PESO	UND
PRIMER	7192.000	Kg
SEGUNDO	7192.000	Kg
TERCER	7192.000	Kg
CUARTO	7192.000	Kg
QUINTO	7192.000	Kg
TOTAL	35960.000	Kg
	35.96	Tn

Fuente: Elaboración Propia

Se calcula el peso propio de las columnas, teniendo como peso específico igual a 2320 kg/m^3 , ya que es un concreto de reemplazo y éste se calculó mediante los ensayos de laboratorio.

Tabla 41. Cálculo del Peso Propio de las Columnas

COLUMNAS (0.40 X 0.40)							
N° PISO	a	b	H	PESO ESPECÍFICO CONCRETO		Peso	
PRIMERO							
CANTIDAD	20	0.40	0.40	6.80	2320	=	50483.2 Kg
SEGUNDO							
CANTIDAD	20	0.40	0.40	2.65	2320	=	19673.6 Kg
TERCERO							
CANTIDAD	20	0.40	0.40	2.65	2320	=	19673.6 Kg
CUARTO							
CANTIDAD	20	0.40	0.40	2.65	2320	=	19673.6 Kg
QUINTO							
CANTIDAD	20	0.40	0.40	2.65	2320	=	19673.6 Kg

Fuente: Elaboración Propia

Entonces, el peso propio total de las columnas sería tal como se muestra a continuación:

Tabla 42. Resumen del Peso Propio Total de las Columnas

N° PISO	PESO	UND
PRIMERO	50483.200	Kg
SEGUNDO	19673.600	Kg
TERCERO	19673.600	Kg
CUARTO	19673.600	Kg
QUINTO	19673.600	Kg
TOTAL	129177.600	Kg
	129.1776	Tn

Fuente: Elaboración Propia

Se calcula el peso propio de la losa, teniendo en cuenta la **Tabla 41** de la presente investigación, ya que la losa tiene espesor 20 cm.

$$\text{Peso Propio Losa} = 300 \text{ Kg/m}^2 \quad / \quad \text{Peso Propio Tarrajeo} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

Tabla 43. Cálculo del Peso Propio de la Losa

N° PISO	ÁREA DE PAÑOS (m ²)	PESO ESPECÍFICO	Peso
PISO TÍPICO	12.18	400 Kg/m ²	= 4872 Kg
	14.34		= 5736 Kg
	11.14		= 4456 Kg
	10.36		= 4144 Kg
	12.19		= 4876 Kg
	9.47		= 3788 Kg
	10.67		= 4268 Kg
	12.53		= 5012 Kg
	9.74		= 3896 Kg
	14.68		= 5872 Kg
	11.41		= 4564 Kg
Área total (m²)	128.71		51484 Kg
QUINTO PISO	12.18	400 Kg/m ²	= 4872 Kg
	14.34		= 5736 Kg
	11.14		= 4456 Kg
	10.36		= 4144 Kg
	12.19		= 4876 Kg
	9.47		= 3788 Kg
	10.67		= 4268 Kg
	12.53		= 5012 Kg
	9.74		= 3896 Kg
	12.47		= 4988 Kg
	14.68		= 5872 Kg
11.41	= 4564 Kg		
Área total (m²)	141.18		56472 Kg

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44. Resumen del Peso Propio de la Losa

N° PISO	PESO	UND
PRIMERO	51484.000	Kg
SEGUNDO	51484.000	Kg
TERCERO	51484.000	Kg
CUARTO	51484.000	Kg
QUINTO	56472.000	Kg
TOTAL	262408.000	Kg
	262.41	Tn

Fuente: Elaboración Propia

Se calculará el Peso propio total de la Edificación, ya que se le considera como Carga muerta, se sumarán todos los pesos y da como resultado la siguiente tabla:

Tabla 45. Resumen del Peso Propio de la Edificación

Carga muerta	PESO PROPIO DE LA EDIFICACIÓN				
	1ER PISO	2DO PISO	3ER PISO	4TO PISO	5TO PISO
Peso de la losa	51484	51484	51484	51484	56472
Peso de columnas	50483.2	19673.6	19673.6	19673.6	19673.6
Peso de vigas	7192	7192	7192	7192	7192
	109159.2	78349.6	78349.6	78349.6	83337.6
Peso total kg			427545.6		
Peso total en toneladas			427.55		

Fuente: Elaboración Propia

3.16.2 Carga Viva

Se empleará valores mínimos, dependiendo del uso, en nuestro caso establece el RNE E.020 que para viviendas será $S/C = 200 \text{ kg/m}^2$; y se calculó en la siguiente tabla:

Tabla 46. Resumen de la Carga Viva

Carga viva	200 kg/m²				
	1ER PISO	2DO PISO	3ER PISO	4TO PISO	5TO PISO
S/C	25742.00	25742.00	25742.00	25742.00	28236.00
Peso total kg			131204.00		
Peso total en toneladas			131.204		

Fuente: Elaboración Propia

3.16.3 Cargas por Sismos

En el RNE E.30 Diseño Sismorresistente, menciona que se le debe considerar el peso total permanente, más el 25% de la carga viva pues el tipo de uso de nuestra edificación es “C”; es decir, para viviendas.

Tabla 47. Resumen de la Carga Sísmica

Carga Sísmica (Ps)	1ER PISO	2DO PISO	3ER PISO	4TO PISO	5TO PISO
	115594.7	84785.1	84785.1	84785.1	90396.6
Peso total kg	460346.6				
Peso total en toneladas	460.3466				

Fuente: Elaboración Propia

3.16.4 Peso total de la Edificación

Tabla 48. Resumen Peso Total de la Edificación

1ER PISO	250495.90	Kg	=	250.50	Tn
2DO PISO	188876.70	Kg	=	188.88	Tn
3ER PISO	188876.70	Kg	=	188.88	Tn
4TO PISO	188876.70	Kg	=	188.88	Tn
5TO PISO	201970.20	Kg	=	201.97	Tn
Peso total de la edificación				1019.10	Tn

Fuente: Elaboración Propia

3.17 Análisis Estático

3.17.1 Fuerza Cortante en la Base

Se utilizarán los cálculos de sismicidad detallado en el numeral 3.12, mediante la siguiente tabla:

Tabla 49. Resumen de Valores de Sismicidad

Z	0.45
U	1
C	2.5
S	1.05
R	8
P	1019.10 Tn

Fuente: Elaboración Propia

Se determinará mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R} \times P$$

$$V = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 1019.10 \rightarrow V = 150.475923 \text{ Tn}$$

Debemos considerar según la E030 que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$\frac{2.5}{8} = 0.3125 \geq 0.125 \dots \text{Ok! Sí Cumple}$$

3.17.2 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Según el RNE E.30 Diseño Sismorresistente; que, para calcular nuestra distribución de la fuerza sísmica, debemos considerar:

- $T \leq 0.50$ segundos $\rightarrow k = 1.0$
- $T > 0.50$ segundos $\rightarrow k = (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$

En nuestro caso tenemos $T=0.50$ s; por lo tanto, se considerará a $k=1.0$. Se calculará mediante las siguientes expresiones:

$$F_i = \alpha_i \times V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j)^k}$$

Y como anteriormente se calculó $V=150.475923$ Tn, el cual será útil para desarrollar la siguiente tabla:

PISO	P _i	h _i	(h _i) ^k	P _i * (h _i) ^k	α _i	V	F _i
5	201.9702	17.4	17.4	3514.2815	0.291065	150.47592	43.798253
4	188.8767	14.75	14.75	2785.9313	0.23074	150.47592	34.720874
3	188.8767	12.1	12.1	2285.4081	0.189285	150.47592	28.482886
2	188.8767	9.45	9.45	1784.8848	0.14783	150.47592	22.244899
1	250.4959	6.8	6.8	1703.3721	0.141079	150.47592	21.229012
				12073.878	1		150.476

Figura 97. Valores para calcular la Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Fuente: Elaboración Propia

Para F1	
α_1	$= \frac{218.32 \times 6.8 + 156.70 \times 36.3 + 201.97 \times 17.4}{218.32 \times 6.8 + 156.70 \times 36.3 + 201.97 \times 17.4}$
α_1	$= \frac{1484.56512}{10687.02756}$
Reemplazamos	
F_1	$= \frac{1485}{10687} \times 131.471$
F_1	$= 18.2630193 \quad T_n$
Para F2	
α_2	$= \frac{218.32 \times 6.8 + 156.70 \times 36.3 + 201.97 \times 17.4}{218.32 \times 6.8 + 156.70 \times 36.3 + 201.97 \times 17.4}$
α_2	$= \frac{1480.80744}{10687.02756}$
Reemplazamos	
F_2	$= \frac{1481}{10687} \times 131.471$
F_2	$= 18.21679257 \quad T_n$
Para F3	
α_3	$= \frac{218.32 \times 6.8 + 156.70 \times 3.1 + 201.97 \times 17.4}{218.32 \times 6.8 + 156.70 \times 3.1 + 201.97 \times 17.4}$
α_3	$= \frac{1896.06032}{5484.61412}$
Reemplazamos	
F_3	$= \frac{1896}{5485} \times 131.471$
F_3	$= 45.45025529 \quad T_n$
Para F4	
α_4	$= \frac{218.32 \times 6.8 + 156.70 \times 36.3 + 201.97 \times 17.4}{218.32 \times 6.8 + 156.70 \times 36.3 + 201.97 \times 17.4}$
α_4	$= \frac{2311.3132}{10687.02756}$
Reemplazamos	
F_4	$= \frac{2311}{10687} \times 131.471$
F_4	$= 28.43361804 \quad T_n$
Para F5	
α_4	$= \frac{218.32 \times 6.8 + 156.70 \times 36.3 + 201.97 \times 17.4}{218.32 \times 6.8 + 156.70 \times 36.3 + 201.97 \times 17.4}$
α_4	$= \frac{3514.28148}{10687.02756}$
Reemplazamos	
F_5	$= \frac{3514}{10687} \times 131.471$
F_5	$= 43.23245213 \quad T_n$

Figura 98. Cálculo de la Fuerza Sísmica en Altura

Fuente: Elaboración Propia

En la **Figura 95** se observa el cálculo de las Fuerzas sísmicas en altura de nuestra edificación, y lo representaremos de la siguiente manera:

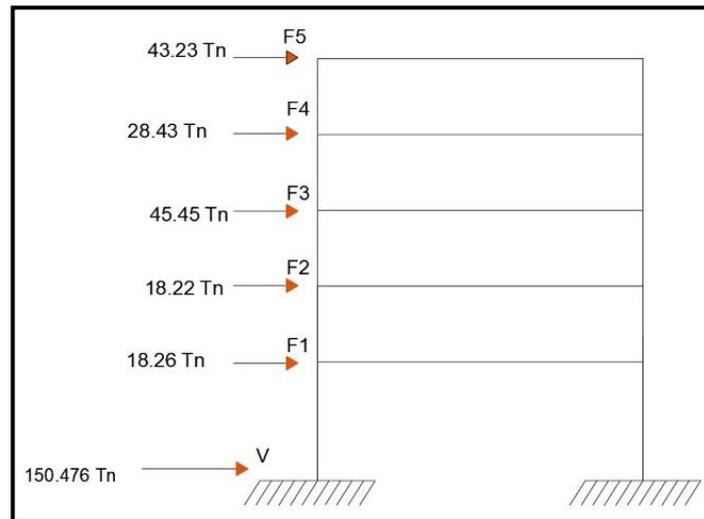


Figura 99. Fuerzas Sísmicas Horizontales

Fuente: Elaboración Propia

3.17.3 Período Fundamental de Vibración

Se desarrolló anteriormente, donde el valor calculado fue:

$$T = 0.50 \text{ s}$$

3.17.4 Excentricidad Accidental

- Cálculo de Excentricidad en "x"

$$e_x = 0.05 \times L_x$$

$$e_x = 0.05 \times 10$$

$$e_x = 0.50 \text{ m}$$

- Cálculo de Excentricidad en "y"

$$e_y = 0.05 \times L_y$$

$$e_y = 0.05 \times 17$$

$$e_y = 0.85 \text{ m}$$

Se reemplazará con los datos hallados en la **Figura 99**, a continuación, su desarrollo:

$$\begin{pmatrix} 19.2457 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 325.18 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 325.1797895 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 325.17979 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 325.1797895 \end{pmatrix}^{-1} \times \begin{pmatrix} 6757.62873 & -6380.02747 & 0 & 0 & 0 \\ -6380.0273 & 12760.05494 & -6380.02747 & 0 & 0 \\ 0 & -6380.02747 & 12760.05494 & -6380 & 0 \\ 0 & 0 & -6380.02747 & 12760.1 & -6380.02747 \\ 0 & 0 & 0 & -6380 & 6380.02747 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$[A] = \begin{pmatrix} 0.051959573 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.003075222 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.00308 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.003075222 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.003075222 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 6757.63 & -6380.02747 & 0 & 0 & 0 \\ -6380 & 12760.05494 & -6380 & 0 & 0 \\ -6380.02747 & 12760.1 & -6380 & 0 & 0 \\ 0 & -6380.02747 & 12760.1 & -6380 & 0 \\ 0 & 0 & -6380 & 12760.1 & -6380.03 \end{pmatrix}$$

$$[A] = \begin{pmatrix} 351.123501 & -331.5035 & 0 & 0 & 0 \\ -19.62 & 39.24 & -19.62 & 0 & 0 \\ 0 & -19.62 & 39.24 & -19.62 & 0 \\ 0 & 0 & -19.62 & 39.24 & -19.62 \\ 0 & 0 & 0 & -19.62 & 19.62 \end{pmatrix} \quad S_1 = \text{Traz}[A] = 488.463501$$

$$[A_2] = \begin{pmatrix} 351.123501 & -331.5035 & 0 & 0 & 0 \\ -19.62 & 39.24 & -19.62 & 0 & 0 \\ 0 & -19.62 & 39.24 & -19.62 & 0 \\ 0 & 0 & -19.62 & 39.24 & -19.62 \\ 0 & 0 & 0 & -19.62 & 19.62 \end{pmatrix}^2 = \begin{pmatrix} 129791.8 & -129406.8673 & 6504.1 & 0 & 0 \\ -7658.932 & 8428.820691 & -1539.8 & 384.944 & 0 \\ 384.9444 & -1539.7776 & 2309.67 & -1539.8 & 384.9444 \\ 0 & 384.9444 & -1539.8 & 2309.67 & -1154.8332 \\ 0 & 0 & 384.944 & -1154.8 & 769.8888 \end{pmatrix}$$

$$[A_2] = \begin{pmatrix} 129791.8117 & -129406.9 & 6504.098691 & 0 & 0 \\ -7658.931891 & 8428.8207 & -1539.7776 & 384.9444 & 0 \\ 384.9444 & -1539.778 & 2309.6664 & -1539.7776 & 384.944 \\ 0 & 384.9444 & -1539.7776 & 2309.6664 & -1154.8 \\ 0 & 0 & 384.9444 & -1154.8332 & 769.8889 \end{pmatrix} \quad S_2 = \text{Traz}[A^2] = 143609.854$$

$$[A_3] = \begin{pmatrix} 351.124 & -331.503501 & 0 & 0 & 0 \\ -19.62 & 39.24 & -19.62 & 0 & 0 \\ 0 & -19.62 & 39.24 & -19.62 & 0 \\ 0 & 0 & -19.62 & 39.24 & -19.62 \\ 0 & 0 & 0 & -19.62 & 19.62 \end{pmatrix}^3 = \begin{pmatrix} 48111918.1 & -48231975.87 & 2794184 & -127610 & 0 \\ -2854604 & 2899920.096 & -233347 & 45315.7 & -7552.609128 \\ 165373.5 & -233346.9441 & 151052 & -113289 & 37763.04564 \\ -7552.6091 & 45315.65477 & -113289.1369 & 143499.3734 & -67973.48215 \\ 0 & -7552.609128 & 37763.04564 & -67973.4822 & 37763.04564 \end{pmatrix}$$

$$[A_3] = \begin{pmatrix} 48111918.1 & -48231975.87 & 2794183.569 & -127610.416 & 0 \\ -2854604.4 & 2899920.096 & -233346.9441 & 45315.65477 & -7552.609128 \\ 165373.462 & -233346.9441 & 151052.1826 & -113289.137 & 37763.04564 \\ -7552.6091 & 45315.65477 & -113289.1369 & 143499.3734 & -67973.48215 \\ 0 & -7552.609128 & 37763.04564 & -67973.4822 & 37763.04564 \end{pmatrix} \quad S_3 = \text{Traz}[A^3] = 51344152.96$$

$$[A_4] = \begin{pmatrix} 351.123501 & -331.503501 & 0 & 0 & 0 \\ -19.62 & 39.24 & -19.62 & 0 & 0 \\ 0 & -19.62 & 39.24 & -19.62 & 0 \\ 0 & 0 & -19.62 & 39.24 & -19.62 \\ 0 & 0 & 0 & -19.62 & 19.62 \end{pmatrix}^4 = \begin{pmatrix} 17839536478 & -17896713894 & 1058458846 & -59829314.35 & 2503716 \\ -1059215138 & 1064682498 & -66942059.5 & 6504635.527 & -1037275.338 \\ 62644775.98 & -66942059.53 & 12728287.55 & -8150020.51 & 2963644 \\ -3540991.71 & 6504635.527 & -8150020.51 & 9187295.848 & -4149101.351 \\ 148182.1911 & -1037275.338 & 2963643.822 & -4149101.351 & 2074550.675 \end{pmatrix}$$

$$[A_4] = \begin{pmatrix} 17839536478 & -17896713894 & 1058458846 & -59829314.35 & 2503716 \\ -1059215138 & 1064682498 & -66942059.5 & 6504635.527 & -1037275.338 \\ 62644775.98 & -66942059.53 & 12728287.55 & -8150020.51 & 2963644 \\ -3540991.706 & 6504635.527 & -8150020.51 & 9187295.848 & -4149101.351 \\ 148182.1911 & -1037275.338 & 2963643.822 & -4149101.351 & 2074551 \end{pmatrix} \quad S_4 = \text{Traz}[A^4] = 18928209110$$

$$[A_5] = \begin{pmatrix} 351.123501 & -331.503501 & 0 & 0 & 0 \\ -19.62 & 39.24 & -19.62 & 0 & 0 \\ 0 & -19.62 & 39.24 & -19.62 & 0 \\ 0 & 0 & -19.62 & 39.24 & -19.62 \\ 0 & 0 & 0 & -19.62 & 19.62 \end{pmatrix}^5 = \begin{pmatrix} 6615014031918.59 & -6636902815377.50 & 993841302869.42 & -2316378771.38 & 1222974062.74 \\ -392804398220.39 & 394225071035.20 & -23643497978.60 & 1588996448.11 & -147972291.17 \\ 23309456273.72 & -23643497978.60 & 1972764613.88 & -627682498.39 & 218050094.19 \\ -1370946353.92 & 1588996448.11 & -627682498.39 & 601818259.97 & -261660113.03 \\ 72381591.85 & -147972291.17 & 218050094.19 & -261660113.03 & 122108052.75 \end{pmatrix}$$

$$[A_5] = \begin{pmatrix} 6615014031918.59 & -6636902815377.50 & 993841302869.42 & -2316378771.38 & 1222974062.74 \\ -392804398220.39 & 394225071035.20 & -23643497978.60 & 1588996448.11 & -147972291.17 \\ 23309456273.72 & -23643497978.60 & 1972764613.88 & -627682498.39 & 218050094.19 \\ -1370946353.92 & 1588996448.11 & -627682498.39 & 601818259.97 & -261660113.03 \\ 72381591.85 & -147972291.17 & 218050094.19 & -261660113.03 & 122108052.75 \end{pmatrix} \quad S_5 = \text{Traz}[A^5] = 7011935793880.39$$

Figura 103. Desarrollo de la ecuación del equilibrio Dinámico

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de coeficientes del Polinomio Característico:

$$P_1 = -S_1 = -488.463501$$

$$P_2 = -\frac{1}{2}[S_2 + P_1 x S_1] = -0.5 (143610 + (-488.463501) \times 488.5) = 47493.4$$

$$P_3 = -\frac{1}{3}[S_3 + P_1 x S_2 + P_2 x S_1] = -0.3 (51344152.96 + (-488.463501) \times 143609.9 + 47493.3689 \times 488.464)$$

$$P_3 = -1464919.39$$

$$P_4 = -\frac{1}{4}[S_4 + P_1 x S_3 + P_2 x S_2 + P_3 x S_1] = -0.25 (18928209110.41 + (-488.464 \times 51344153 + 47493.4 \times 143609.85 + (-1464919.39) \times 488.5) = 11644869.6$$

$$P_5 = -\frac{1}{5}[S_5 + P_1 x S_4 + P_2 x S_3 + P_3 x S_2 + P_4 x S_1] = -0.2 (7011935793880.39 + (-488.464) \times 18928209110 + 47493.4 \times 51344152.96 + (-1464919.39) \times 143609.854 + 11644869.6 \times 488.5) = -290735$$

Se reemplazará en el siguiente Polinomio Característico:

$$P(\lambda) = \lambda^5 + P_1 X \lambda^4 + P_2 X \lambda^3 + P_3 X \lambda^2 + P_4 X \lambda^1 + P_5$$

$$P(\lambda) = \lambda^5 + -488.463501 \times \lambda^4 + 47493.369 \times \lambda^3 + -1464919.391 \times \lambda^2 + 11644869.57 \times \lambda^1 + -2907334.6$$

Las raíces serían:

λ_1	=	w_1^2	=	1.6894949	=	w_1	=	1.299805717
λ_2	=	w_2^2	=	13.836468	=	w_2	=	3.719740249
λ_3	=	w_3^2	=	32.435425	=	w_3	=	5.695210664
λ_4	=	w_4^2	=	53.554077	=	w_4	=	7.318065125
λ_5	=	w_5^2	=	71.597981	=	w_5	=	8.461559011

Figura 104. Polinomio Característico y sus raíces

Fuente: Elaboración Propia

Ahora, lo siguiente es realizar el cálculo del periodo (t), se procesará de la siguiente manera:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$
$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = 4.8$$
$$T_2 = \frac{2\pi}{\omega_2} = 1.7$$
$$T_3 = \frac{2\pi}{\omega_3} = 1.1$$
$$T_4 = \frac{2\pi}{\omega_4} = 0.9$$
$$T_5 = \frac{2\pi}{\omega_5} = 0.7$$

Figura 105. Cálculo del periodo (t)

Fuente: Elaboración Propia

También se calculó la frecuencia (f), como se muestra a continuación:

$$F = \frac{\omega_1}{2\pi}$$
$$F_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = 0.2 \text{ S}^{-1}$$
$$F_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} = 0.6 \text{ S}^{-1}$$
$$F_3 = \frac{\omega_3}{2\pi} = 0.9 \text{ S}^{-1}$$
$$F_4 = \frac{\omega_4}{2\pi} = 1.2 \text{ S}^{-1}$$
$$F_5 = \frac{\omega_5}{2\pi} = 1.3 \text{ S}^{-1}$$

Figura 106. Cálculo de la frecuencia (f)

Fuente: Elaboración Propia

Se desarrollará el 1er Modo de Vibración con su respectiva gráfica, lo cual se mostrará en la siguiente figura:

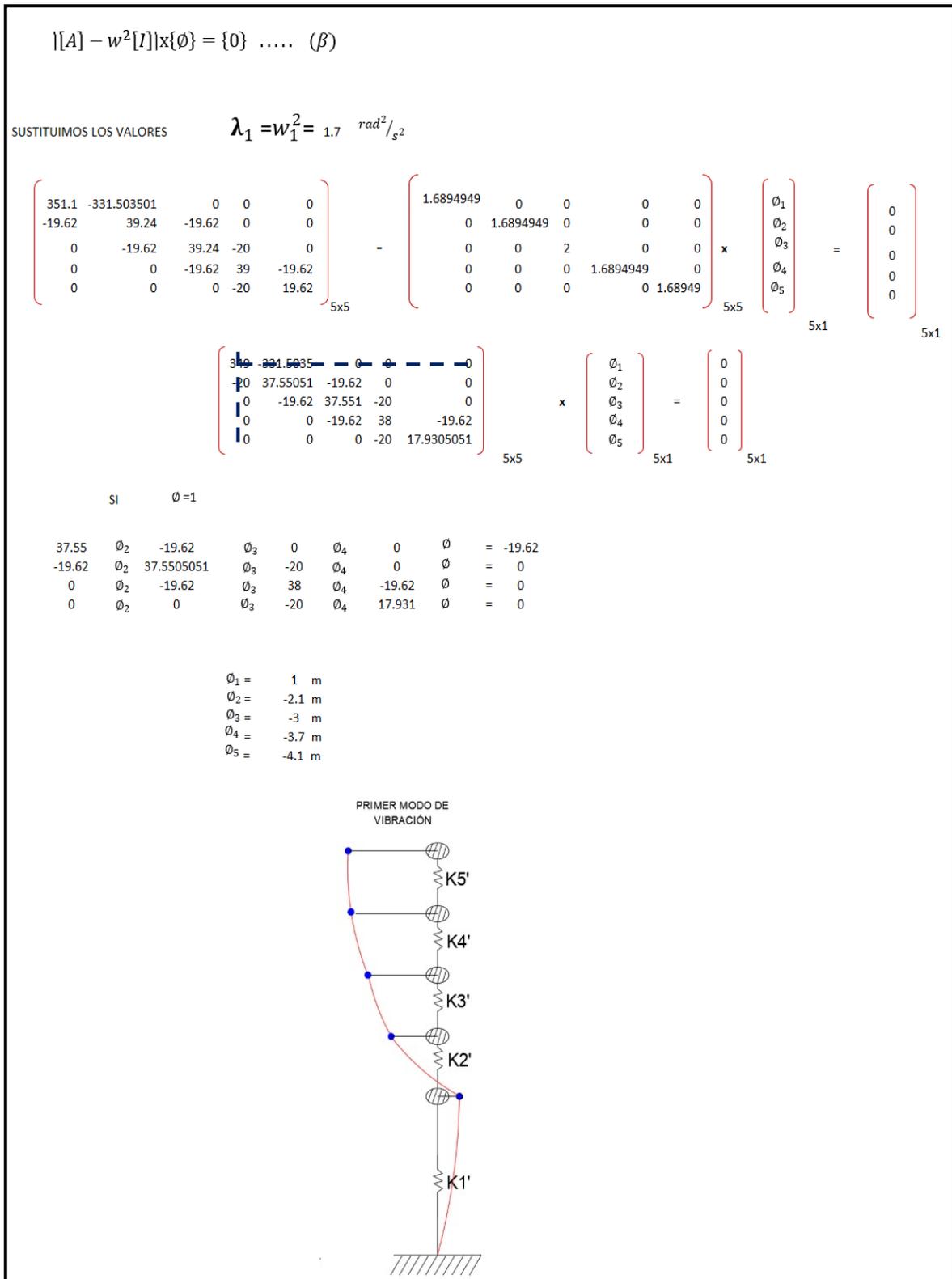


Figura 107. Cálculo del Primer modo de Vibración

Fuente: Elaboración Propia

Se desarrollará el 2do Modo de Vibración con su respectiva gráfica, lo cual se mostrará en la siguiente figura:

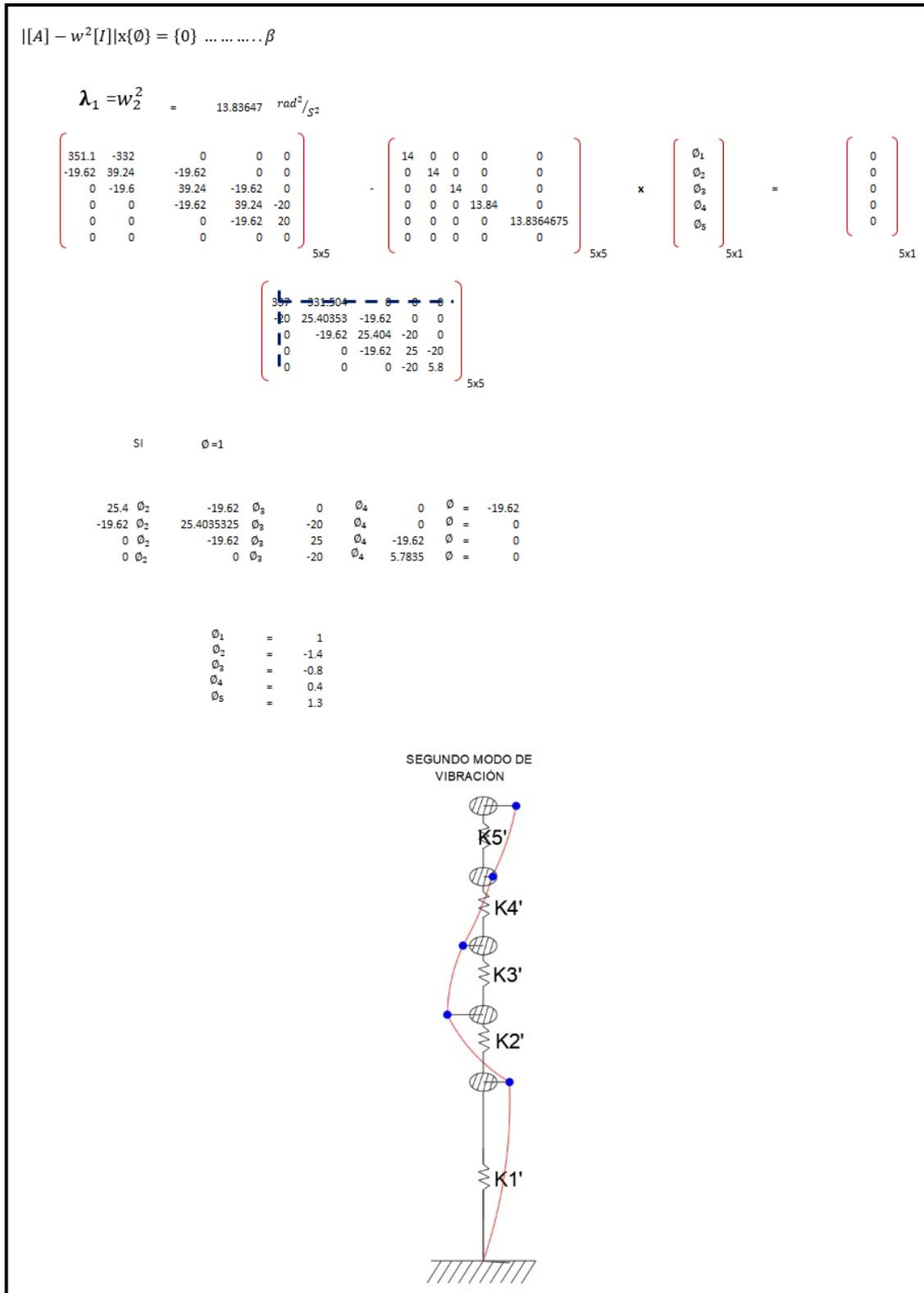


Figura 108. Cálculo del Segundo modo de Vibración

Fuente: Elaboración Propia

Se desarrollará el 3er Modo de Vibración con su respectiva gráfica, lo cual se mostrará en la siguiente figura:

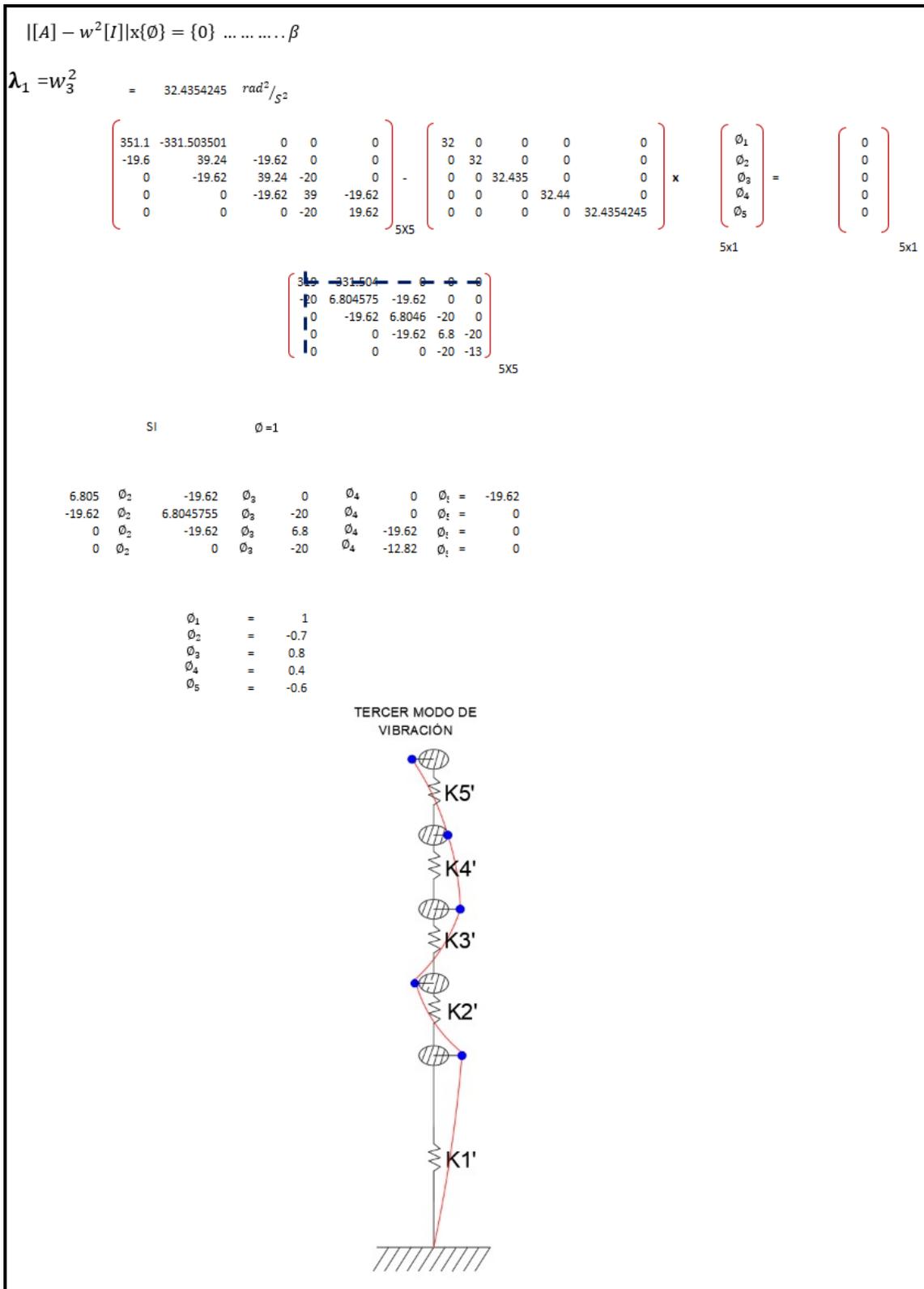


Figura 109. Cálculo del Tercer modo de Vibración

Fuente: Elaboración Propia

Se desarrollará el 4to Modo de Vibración con su respectiva gráfica, lo cual se mostrará en la siguiente figura:

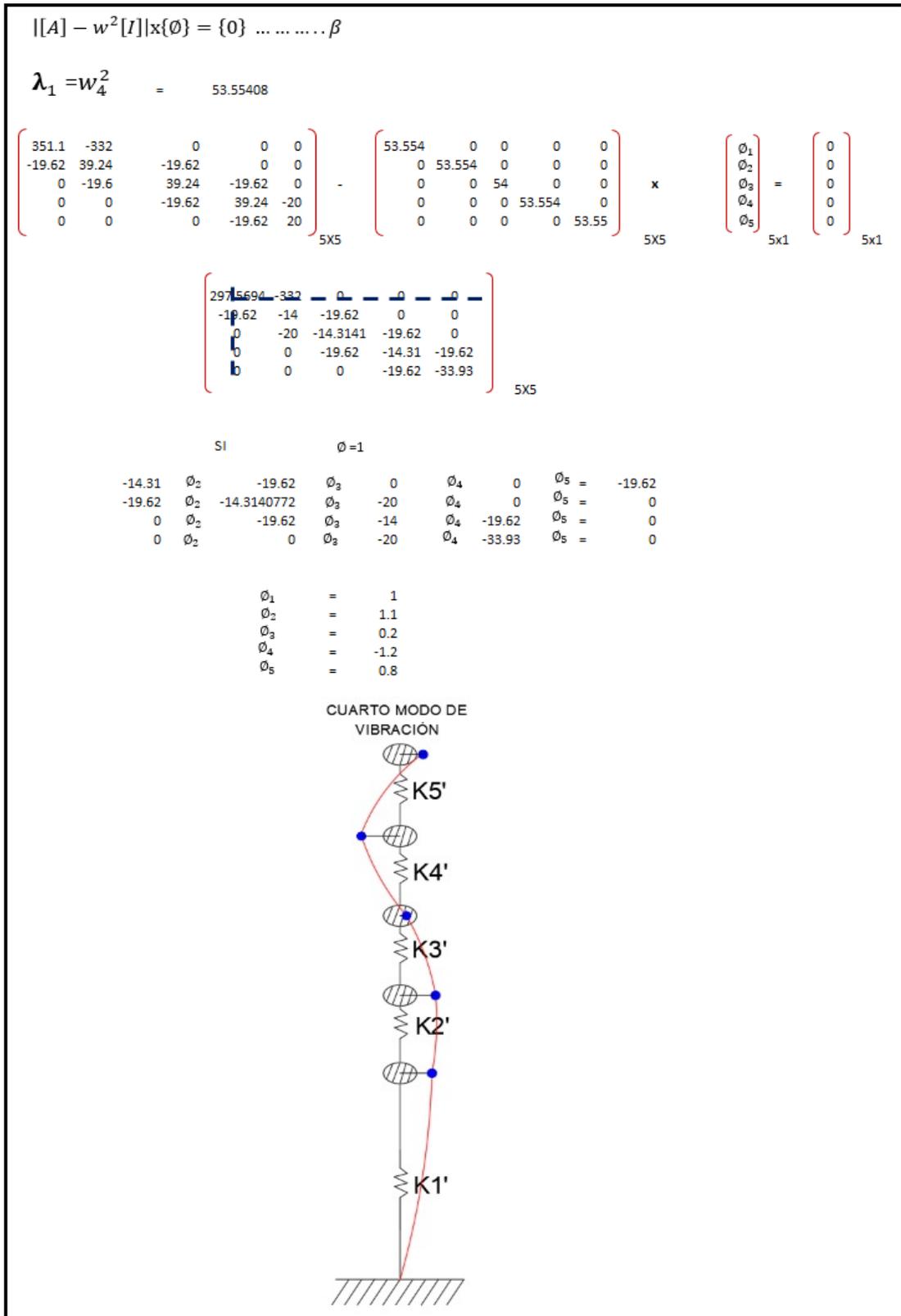


Figura 110. Cálculo del Cuarto modo de Vibración

Fuente: Elaboración Propia

Se desarrollará el 5to Modo de Vibración con su respectiva gráfica, lo cual se mostrará en la siguiente figura:

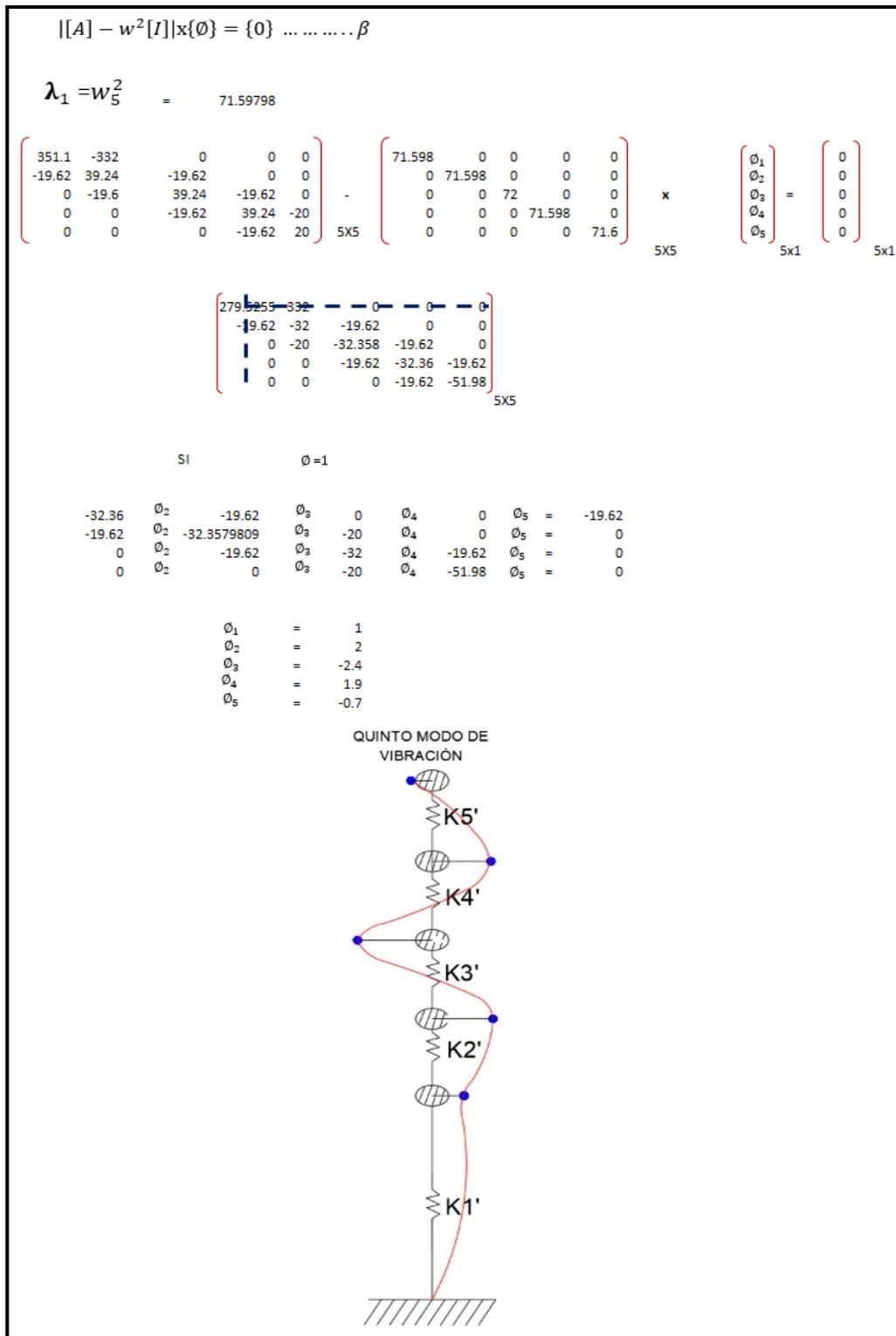


Figura 111. Cálculo del Quinto modo de Vibración

Fuente: Elaboración Propia

3.18.2 Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales, será definido por:

$$S_a = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times g$$

$$S_a = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 9.81$$

$$S_a = 1.4485081$$

Se empleará la siguiente expresión, en la **Tabla 50**:

$$\frac{S_a}{g} = \frac{Z \times U \times C \times S}{R}$$

Lo calculamos en una hoja de Excel y hallamos los valores T(s) y Sa/g, se copiará y pegará como un archivo de texto y posterior a ello se podrá importar el espectro de diseño en el ETABS. Estas aceleraciones no incluyen el valor de la gravedad.

Tabla 50. Aceleración Espectral sin considerar gravedad

C	T (s)	Sa/g
2.50	0.00	0.1477
2.50	0.02	0.1477
2.50	0.04	0.1477
2.50	0.06	0.1477
2.50	0.08	0.1477
2.50	0.10	0.1477
2.50	0.12	0.1477
2.50	0.14	0.1477
2.50	0.16	0.1477
2.50	0.18	0.1477
2.50	0.20	0.1477
2.50	0.25	0.1477
2.50	0.30	0.1477
2.50	0.35	0.1477
2.50	0.40	0.1477
2.50	0.45	0.1477
2.50	0.50	0.1477
2.50	0.55	0.1477

2.50	0.60	0.1477
2.31	0.65	0.1363
2.14	0.70	0.1266
2.00	0.75	0.1181
1.88	0.80	0.1107
1.76	0.85	0.1042
1.67	0.90	0.0984
1.58	0.95	0.0933
1.50	1.00	0.0886
1.36	1.10	0.0805
1.25	1.20	0.0738
1.15	1.30	0.0681
1.07	1.40	0.0633
1.00	1.50	0.0591
0.94	1.60	0.0554
0.88	1.70	0.0521
0.83	1.80	0.0492
0.79	1.90	0.0466
0.75	2.00	0.0443
0.62	2.20	0.0366
0.52	2.40	0.0308
0.44	2.60	0.0262
0.38	2.80	0.0226
0.33	3.00	0.0197
0.19	4.00	0.0111
0.12	5.00	0.0071
0.08	6.00	0.0049
0.06	7.00	0.0036
0.05	8.00	0.0028
0.04	9.00	0.0022
0.03	10.00	0.0018

Fuente: Elaboración Propia

3.19 Metrados

3.19.1 Cálculo de concreto en vigas

Se realizó una hoja de cálculo, donde se calculó los m³ de concreto para vigas que serán necesarios para nuestra edificación; a continuación, se muestra la tabla con la cantidad de m³ de concreto que será necesario para un piso, a eso se le sumarán los otros cuatro pisos, pues nuestra edificación consta de 5 pisos.

Tabla 51. Cálculo de concreto para vigas

VIGAS (0.25 X 0.40)							
Eje	Eje	Base	Peralte	L		Volumen de Concreto	
1	A-B	0.25	0.40	2.75	=	0.275	m ³
2	A-B	0.25	0.40	2.75	=	0.275	m ³
3	A-B	0.25	0.40	2.75	=	0.275	m ³
4	A-B	0.25	0.40	2.75	=	0.275	m ³
5	A-B	0.25	0.40	2.75	=	0.275	m ³
1	B-C	0.25	0.40	3.29	=	0.329	m ³
2	B-C	0.25	0.40	3.29	=	0.329	m ³
3	B-C	0.25	0.40	3.29	=	0.329	m ³
4	B-C	0.25	0.40	3.29	=	0.329	m ³
5	B-C	0.25	0.40	3.29	=	0.329	m ³
1	C-D	0.25	0.40	2.50	=	0.250	m ³
2	C-D	0.25	0.40	2.50	=	0.250	m ³
3	C-D	0.25	0.40	2.50	=	0.250	m ³
4	C-D	0.25	0.40	2.50	=	0.250	m ³
5	C-D	0.25	0.40	2.50	=	0.250	m ³
A	1-2	0.25	0.40	4.10	=	0.410	m ³
B	1-2	0.25	0.40	4.10	=	0.410	m ³
C	1-2	0.25	0.40	4.10	=	0.410	m ³
D	1-2	0.25	0.40	4.10	=	0.410	m ³
A	2-3	0.25	0.40	3.50	=	0.350	m ³
B	2-3	0.25	0.40	3.50	=	0.350	m ³
C	2-3	0.25	0.40	3.50	=	0.350	m ³
D	2-3	0.25	0.40	3.50	=	0.350	m ³
A	3-4	0.25	0.40	3.40	=	0.340	m ³
B	3-4	0.25	0.40	3.40	=	0.340	m ³
C	3-4	0.25	0.40	3.40	=	0.340	m ³
D	3-4	0.25	0.40	3.40	=	0.340	m ³
A	4-5	0.25	0.40	4.00	=	0.400	m ³
B	4-5	0.25	0.40	4.00	=	0.400	m ³
C	4-5	0.25	0.40	4.00	=	0.400	m ³
D	4-5	0.25	0.40	4.00	=	0.400	m ³
TOTAL POR PISO						10.270	m³

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se calculó el metrado total de concreto para vigas:

Tabla 52. *Cálculo total de concreto para vigas de la edificación*

PISO	VOLUMEN	UND
PRIMER	10.270	m ³
SEGUNDO	10.270	m ³
TERCER	10.270	m ³
CUARTO	10.270	m ³
QUINTO	10.270	m ³
TOTAL	51.350	m³

Fuente: Elaboración Propia

3.19.2 Cálculo de concreto en columnas

Se realizó una hoja de cálculo, donde se calculó los m³ de concreto para columnas, que serán necesarios para nuestra edificación; a continuación, se muestra la tabla con la cantidad de m³ de concreto que será necesario para un piso, a eso se le sumarán los otros cuatro pisos, pues nuestra edificación consta de 5 pisos.

Tabla 53. *Cálculo de concreto para columnas*

COLUMNAS (0.40 X 0.40)							
Nº PISO		a	b	H		Volumen de Concreto	
PRIMERO							
CANTIDAD	20	0.40	0.40	6.80	=	21.76	m ³
SEGUNDO							
CANTIDAD	20	0.40	0.40	2.65	=	8.48	m ³
TERCERO							
CANTIDAD	20	0.40	0.40	2.65	=	8.48	m ³
CUARTO							
CANTIDAD	20	0.40	0.40	2.65	=	8.48	m ³
QUINTO							
CANTIDAD	20	0.40	0.40	2.65	=	8.48	m ³

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se calculó el metrado total de concreto para columnas:

Tabla 54. *Cálculo total de concreto para columnas de la edificación*

N° PISO	VOLUMEN	UND
PRIMERO	21.760	m ³
SEGUNDO	8.480	m ³
TERCERO	8.480	m ³
CUARTO	8.480	m ³
QUINTO	8.480	m ³
TOTAL	55.680	m3

Fuente: Elaboración Propia

3.19.3 Cálculo de concreto en losas

Se realizó una hoja de cálculo, donde se calculó los m³ de concreto para losas, que serán necesarios para nuestra edificación; a continuación, se muestra la tabla con la cantidad de m³ de concreto que será necesario para un piso, mediante un determinado factor ya que tiene de espesor 20 cm, a eso se le sumarán los otros cuatro pisos, pues nuestra edificación consta de 5 pisos.

Tabla 55. *Cálculo de concreto para losas*

LOSA ALIGERADA e= 20 cm			
N° PISO	ÁREA DE PAÑOS (m2)	FACTOR	Volumen de Concreto
PRIMERO	12.18	0.08795	= 1.071231 m3
	14.34		= 1.261203 m3
	11.14		= 0.979763 m3
	10.36		= 0.911162 m3
	12.19		= 1.072111 m3
	9.47		= 0.832887 m3
	10.67		= 0.938427 m3
	12.53		= 1.102014 m3
	9.74		= 0.856633 m3
	14.68		= 1.291106 m3
	11.41		= 1.00351 m3
		11.32004 m3	
SEGUNDO	12.18	0.08795	= 1.071231 m3
	14.34		= 1.261203 m3
	11.14		= 0.979763 m3
	10.36		= 0.911162 m3

	12.19		=	1.072111	m3
	9.47		=	0.832887	m3
	10.67		=	0.938427	m3
	12.53		=	1.102014	m3
	9.74		=	0.856633	m3
	14.68		=	1.291106	m3
	11.41		=	1.00351	m3
				11.32004	m3
	12.18		=	1.071231	m3
	14.34		=	1.261203	m3
	11.14		=	0.979763	m3
	10.36		=	0.911162	m3
	12.19		=	1.072111	m3
TERCERO	9.47	0.08795	=	0.832887	m3
	10.67		=	0.938427	m3
	12.53		=	1.102014	m3
	9.74		=	0.856633	m3
	14.68		=	1.291106	m3
	11.41		=	1.00351	m3
				11.32004	m3
	12.18		=	1.071231	m3
	14.34		=	1.261203	m3
	11.14		=	0.979763	m3
	10.36		=	0.911162	m3
	12.19		=	1.072111	m3
CUARTO	9.47	0.08795	=	0.832887	m3
	10.67		=	0.938427	m3
	12.53		=	1.102014	m3
	9.74		=	0.856633	m3
	14.68		=	1.291106	m3
	11.41		=	1.00351	m3
				11.32004	m3
	12.18		=	1.071231	m3
	14.34		=	1.261203	m3
	11.14		=	0.979763	m3
	10.36		=	0.911162	m3
	12.19		=	1.072111	m3
QUINTO	9.47	0.08795	=	0.832887	m3
	10.67		=	0.938427	m3
	12.53		=	1.102014	m3
	9.74		=	0.856633	m3
	12.47		=	1.096737	m3
	14.68		=	1.291106	m3
	11.41		=	1.00351	m3
				12.41678	m3

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se calculó el metrado total de concreto para losas:

Tabla 56. *Cálculo total de concreto para losas de la edificación*

Para calcular el volumen de concreto en Losa Aligerada con espesor =0.20m		
Vc= 1m2 del techo x espesor - (Cant. Lad sin desperdicio x Vol. del lad)		
Vc=	0.08795	m3
N° PISO	VOLUMEN	UND
PRIMERO	11.320	m3
SEGUNDO	11.320	m3
TERCERO	11.320	m3
CUARTO	11.320	m3
QUINTO	12.417	m3
TOTAL	57.697	m³

Fuente: Elaboración Propia

3.20 Análisis de Precios Unitarios

3.20.1 Análisis de Precios Unitarios de Columnas

Se analizará primero los precios unitarios del concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ que se empleará para columnas, como se muestra en siguiente figura:

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO					
$f'c$ (kg/cm ²)	CEMENTO			8.8 bls	
	AGUA			0.232 m ³	
	ADITIVO			0 ml	
	AGREGADO GRUESO			0.3321 m ³	
	AGREGADO GRUESO (LADRILLO)			0 m ³	
	AGREGADO FINO			0.3077 m ³	
210					
CONCRETO DE COLUMNAS $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$					
RENDIMIENTO: 10		m ³ /DÍA		EQ 10	
				1 m ³	S/447.08
Descripción	Unid	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
MATERIALES					
Cemento Portland tipo 1	bls		8.8	20.50	180.4
Arena gruesa	m ³		0.3077	57.00	17.5389
Piedra chancada de 1/2"	m ³		0.3321	63.90	21.22119
Agua	m ³		0.232	8.00	1.856
					S/221.02
MANO DE OBRA					
Capataz	HH	0.2000	0.1600	21.48	3.4368
Operario	HH	2.0000	1.6000	18.36	29.376
Oficial	HH	2.0000	1.6000	15.39	24.624
Peón	HH	10.0000	8.0000	13.84	110.72
OPERADOR DE EQUIPOS LIVIANOS	HH	2.0000	1.6000	18.98	30.368
					S/198.52
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	198.5248	5.96
ANDAMIOS Y MADERAS ALQUILER	DÍA	0.75	0.0794	20.0000	1.59
VIBRADO DE CONCRETO DE 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.8000	12.5000	10
EZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11F	HM	1.0000	0.8000	12.5000	10
					S/27.54

Figura 112. Análisis de Precios Unitarios Columnas $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia

Ahora se analizará los precios unitarios del concreto con 20% de ladrillo recocho triturado como reemplazo de agregado grueso, con $f'c=239 \text{ kg/cm}^2$ que se empleará para columnas, como se muestra en siguiente figura:

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO					
$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ 239	CEMENTO		8.8	bls	
	AGUA		0.252	m3	
	ADITIVO		0	ml	
	AGREGADO GRUESO		0.2068	m3	
	AGREGADO GRUESO (LADRILLO)		0.1256	m3	
	AGREGADO FINO		0.3077	m3	
CONCRETO DE COLUMNAS $f'c = 239 \text{ kg/cm}^2$					
RENDIMIENTO: 10		m3/DIA	EQ 10		
				1 m3	S/439.24
Descripción	Unid	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
MATERIALES					
Cemento Portland tipo 1	bls		8.8	20.50	180.4
Arena gruesa	m3		0.3077	57.00	17.5389
Piedra chancada de 1/2"	m3		0.2068	63.90	13.21452
Agua	L		0.252	8.00	2.016
Agregado ladrillo triturado	m3		0.1256	0	0
					S/213.17
MANO DE OBRA					
Capataz	HH	0.2000	0.1600	21.48	3.4368
Operario	HH	2.0000	1.6000	18.36	29.376
Oficial	HH	2.0000	1.6000	15.39	24.624
Peón	HH	10.0000	8.0000	13.84	110.72
OPERADOR DE EQUIPOS LIVIANOS	HH	2.0000	1.6000	18.98	30.368
					S/198.52
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	198.5248	5.96
ANDAMIOS Y MADERAS ALQUILER	DÍA	0.75	0.0794	20.0000	1.59
VIBRADO DE CONCRETO DE 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.8000	12.5000	10
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.0000	0.8000	12.5000	10
					S/27.54

Figura 113. Análisis de Precios Unitarios Columnas $f'c=239\text{kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia

3.20.2 Análisis de Precios Unitarios de Vigas

Se analizará primero los precios unitarios del concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ que se empleará para vigas, como se muestra en siguiente figura:

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO						
$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$						
210	CEMENTO		8.8	bls		
	AGUA		0.232	m3		
	ADITIVO		0	ml		
	AGREGADO GRUESO		0.3321	m3		
	AGREGADO GRUESO DE LADRILL		0	m3		
	AGREGADO FINO		0.3077	m3		
CONCRETO EN VIGAS $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$						
RENDIMIENTO: 12		m3/DIA		EQ 12		
PARTIDA N°	VIGA				1 m3	S/419.27
Descripción	Unid	cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	
MATERIALES						
Cemento Portland tipo 1	bls		8.8	20.50	180.4	
Árena gruesa	m3		0.3077	57.00	17.5389	
Piedra chancada de 1/2"	m3		0.3321	63.90	21.22119	
Agua	m3		0.232	8.00	1.856	
					S/221.02	
MANO DE OBRA						
Capataz	hh	0.2000	0.1333	21.48	2.864	
Operario	hh	2.0000	1.3333	18.36	24.48	
Oficial	hh	2.0000	1.3333	15.39	20.52	
Peón	hh	10.0000	6.6667	13.84	92.266667	
OPERADOR DE EQUIPOS LIVIANOS	hh	2.0000	1.3333	18.98	25.306667	
					S/165.44	
EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	75.92	2.28	
WINCHE ELECTRICO ,DOS BALDES	hm	1	0.6670	15.80	10.5386	
VIBRADO DE CONCRETO DE 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.8000	12.50	10	
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.8000	12.50	10	
					S/32.82	

Figura 114. Análisis de Precios Unitarios Vigas $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se analizarán los precios unitarios del concreto con 20% de ladrillo recocho triturado como reemplazo de agregado grueso, con $f'c=239 \text{ kg/cm}^2$ que se empleará para vigas, como se muestra en siguiente figura:

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO					
$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ 239	CEMENTO		8.8	bls	
	AGUA		0.252	m ³	
	ADITIVO		0	ml	
	AGREGADO GRUESO		0.2068	m ³	
	AGREGADO GRUESO DE LADRILLO		0.1256	m ³	
	AGREGADO FINO		0.30774017	m ³	
	CONCRETO EN VIGAS $f'c = 239 \text{ kg/cm}^2$				
RENDIMIENTO: 12 m ³ /DIA		EQ 12			
PARTIDA N°	VIGA			1 m ³	411.43
Descripción	Unid	cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
MATERIALES					
Cemento Portland tipo 1	bls		8.8	20.50	180.4
Árena gruesa	m ³		0.30774017	57.00	17.541189
Piedra chancada de 1/2"	m ³		0.2068	63.90	13.21452
Agua	L		0.252	8.00	2.016
Agregado ladrillo triturado	m ³		0.1256	0	0
					213.1717
MANO DE OBRA					
Capataz	HH	0.2000	0.1333	21.48	2.864
Operario	HH	2.0000	1.3333	18.36	24.48
Oficial	HH	2.0000	1.3333	15.39	20.52
Peón	HH	10.0000	6.6667	13.84	92.266667
OPERADOR DE EQUIPOS LIVIANOS	HH	2.0000	1.3333	18.98	25.306667
					165.44
EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	75.92	2.28
WINCHE ELECTRICO, DOS BALDES	HM	1	0.6670	15.80	10.5388
VIBRADO DE CONCRETO DE 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.8000	12.50	10
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.0000	0.8000	12.50	10
					32.8186

Figura 115. Análisis de Precios Unitarios Vigas $f'c=239\text{kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia

3.20.3 Análisis de Precios Unitarios de Losas

Se analizará primero los precios unitarios del concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ que se empleará para las losas aligeradas con espesor =20cm, como se muestra en siguiente figura:

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS 1 m3						
CONCRETO EN LOSA ALIGERADA $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$						
m3/DIA	25	VIGA		EQ 25		
PARTIDA N°					1 m3	330.22
	Descripción	Unid	cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
MATERIALES						
	Cemento Portland tipo 1	bls		8.8	20.50	180.4
	Arena gruesa	m3		0.3077	57.00	17.5389
	Piedra chancada de 1/2"	m3		0.3321	63.90	21.22119
	Agua	m3		0.232	8.00	1.856
						221.01609
MANO DE OBRA						
	Capataz	HH	0.3000	0.0960	21.48	2.06208
	Operario	HH	3.0000	0.9600	18.36	17.6256
	Oficial	HH	2.0000	0.6400	15.39	9.8496
	Peón	HH	11.0000	3.5200	13.84	48.7168
	Operador de equipo liviano	HH	2.0000	0.6400	18.98	12.1472
						90.40
EQUIPOS						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	90.40	2.7120384
	VIBRADO DE CONCRETO DE 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.3200	7.13	2.2816
	WINCHE ELECTRICO ,DOS VALDES	HM	2.0000	0.6400	15.80	10.112
	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.0000	0.3200	11.54	3.6928
						18.7984384

Figura 116. Análisis de Precios Unitarios Losas Aligeradas $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se analizarán los precios unitarios del concreto con 20% de ladrillo recocho triturado como reemplazo de agregado grueso, con $f'c=239 \text{ kg/cm}^2$ que se empleará para losas aligeradas, como se muestra en siguiente figura:

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS 1 m3						
CONCRETO EN LOSA ALIGERADA $f'c = 239 \text{ kg/cm}^2$						
m3/DIA	25	VIGA		EQ 25		
PARTIDA N°					1 m3	322.37
	Descripción	Unid	cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
MATERIALES						
	Cemento Portland tipo 1	bls		8.8	20.50	180.4
	Arena gruesa	m3		0.307740166	57.00	17.54118947
	Piedra chancada de 1/2"	m3		0.2068	63.90	13.21452
	Agua	L		0.252	8.00	2.016
	Agregado ladrillo triturado	m3		0.1256	0	0
						213.1717095
MANO DE OBRA						
	Capataz	HH	0.3000	0.0960	21.48	2.06208
	Operario	HH	3.0000	0.9600	18.36	17.6256
	Oficial	HH	2.0000	0.6400	15.39	9.8496
	Peón	HH	11.0000	3.5200	13.84	48.7168
	Operador de equipo liviano	HH	2.0000	0.6400	18.98	12.1472
						90.40
EQUIPOS						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	90.40	2.7120384
	VIBRADO DE CONCRETO DE 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.3200	7.13	2.2816
	WINCHE ELECTRICO ,DOS VALDES	HM	2.0000	0.6400	15.80	10.112
	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.0000	0.3200	11.54	3.6928
						18.7984384

Figura 117. Análisis de Precios Unitarios Losas Aligeradas $f'c=239\text{kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57. Comparativo de precios concreto convencional vs ladrillo recocho

HOJA DE PRESUPUESTO

Muestra	CONCRETO CONVENCIONAL				
	f'c = 210 kg/cm ²				
ITEM	PARTIDA	UND	METRADO	PRECIO	SUB TOTAL
1	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	m3			
1.1	Columnas f'c=210 kg/cm ²	m3	55.68	S/447.08	S/24,893.70
1.2	Vigas f'c=210 kg/cm ²	m3	51.35	S/419.27	S/21,529.60
1.3	Losa aligerada f'c=210 kg/cm ²	m3	57.697	S/330.22	S/19,052.50
					S/65,475.80

HOJA DE PRESUPUESTO

Muestra	CONCRETO CON LADRILLO TRITURADO DE ALTA COCCIÓN				
	f'c = 239 kg/cm ²				
ITEM	PARTIDA	UND	METRADO	PRECIO	SUB TOTAL
1	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	m3			
1.1	Columnas f'c=239 kg/cm ²	m3	55.68	S/439.24	S/24,456.90
1.2	Vigas f'c=239 kg/cm ²	m3	51.35	S/411.43	S/21,126.80
1.3	Losa aligerada f'c=239 kg/cm ²	m3	57.697	S/322.37	S/18,599.90
					S/64,183.60

Fuente: Elaboración Propia

Como se detalla en tabla anterior, el precio del concreto con ladrillo triturado como reemplazo de agregado grueso es más económico; habría un 2% de ahorro el cual no es muy significativo para esta edificación, pero si es que fuera aplicado en una edificación con mayores dimensiones el ahorro incrementaría.

IV. DISCUSIÓN

A partir de las investigaciones encontradas acerca del uso de concreto con ladrillo recocho triturado como reemplazo de agregado grueso y su influencia positiva en el comportamiento mecánico. Nuestra tesis analiza el comportamiento sísmico de un sistema estructural aporticado empleando este tipo de concreto y nosotros hemos concluido que, el concreto tiene buen comportamiento con el 20% de reemplazo pues al llegar al 30% de reemplazo su resistencia disminuyó.

Estos resultados guardan relación con lo manifestado en el artículo de Rosas, Gallón, López, García & Rojas (2018), titulada “El uso de ladrillo triturado en la construcción”, menciona que al elaborar el concreto tienen propiedades que aumenta la resistencia a la compresión. Este agregado se puede utilizar como cualquier otro concreto convencional siempre cuando el agregado de ladrillo triturado no exceda al 30%.

En lo que respecta al estudio de los autores referidos con el presente, no se encuentra relación alguna en el aspecto sísmico ya que no desarrollaron ni aplicaron a un sistema estructural su concreto adicionado, ni sometido a un programa de diseño como el ETABS, SAFE, entre otros.

Por otro lado, Masías (2018), manifiesta en su tesis titulada “Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso” que, al estudiar sus agregados de reemplazo hizo comparación entre dos ladrilleras y obtuvo que ambas superaron la resistencia requerida para todos sus porcentajes de reemplazo (5%, 10%, 20%), aunque con 5% iba en crecimiento, con 10% llegó a su resistencia máxima y con 20% disminuyó drásticamente en ambas ladrilleras.

Por lo tanto, en ese aspecto nuestra tesis no concuerda con lo referido por el autor mencionado, pues en nuestro caso el concreto con mayor resistencia fue con 20% reemplazo.

En lo que corresponde a la investigación del autor con la presente tesis, no se encuentra similitud alguna en el aspecto de análisis sísmico pues no lo aplicó su concreto adicionado a una edificación ni sistema estructural y tampoco a un programa de modelamiento.

Finalmente el desplazamiento máximo relativo en el rango inelástico en el sistema estructural evaluado para un evento sísmico que emplea concreto $f'c = 239 \text{ kg/cm}^2$ es decir, con 20% de ladrillo recocho triturado como reemplazo del agregado grueso alcanza un valor máximo de 0.004714 de deriva en la dirección X-X ; de igual manera en la dirección Y-Y la deriva es de 0.004002.

Caso contrario, se analizó la misma edificación, pero con concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y ésta alcanza un valor máximo de 0.004932 de deriva en la dirección X-X; de igual manera en la dirección Y-Y la deriva máxima que alcanza es de 0.004192; en ambos casos es menor que la permitida por la Norma E.030. Siendo mejor el concreto de reemplazo por una diferencia mínima de 0.00074 de holgura en los desplazamientos ocurridos en las direcciones X-X, Y-Y para los niveles de excitación sísmica que demanda la Norma Sismorresistente.

V. CONCLUSIONES

Para esta tesis se planteó como objetivo principal analizar el comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos con el uso de concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019. Se realizaron los estudios físicos de los agregados estipulados en el RNE E.60 Concreto Armado, Capítulo 3 Agregados; de lo cual observamos que tenía mejores propiedades mecánicas el concreto con 20% de ladrillo recocho triturado de reemplazo en comparación a los demás realizados.

Para desarrollar la presente investigación se nos brindó el Estudio de suelos con características relevantes del terreno, las cuales nos ayudaron a recalcular nuestra capacidad portante ya que el estudio con fines de cimentación era para una edificación con sótano y 7 pisos, en nuestro caso en particular consta de 5 pisos y no cuenta con sótano; por ello con ayuda del perfil estratigráfico se optó por una profundidad de cimentación igual a 4 metros y se nos otorgó los parámetros de sismicidad lo cual se hizo la verificación y cálculo según la E 0.30 Diseño Sismorresistente.

Se determinó las secciones estructurales finales, con respecto al predimensionamiento bajo criterios de la norma E 0.60 Diseño Sismorresistente, con ello se desarrolló el modelamiento en el programa de diseño ETABS, lo cual al aplicar todas las cargas de la edificación el programa nos indicó que teníamos que mejorar las secciones de las columnas; por ello con nuestro criterio se decidió cambiar las dimensiones de la columna de 40cm x 40cm y viga 25cm x 40cm, se ingresó las nuevas dimensiones de la columna en el ETABS y esta vez las secciones sí cumplían los parámetros establecidos.

Se determinó los modos de vibración que se genera en el análisis sísmico de la edificación para tratar de predecir su comportamiento con el sistema estructural propuesto y esta ser sometida a una excitación conocida y así se obtuvo un modelo matemático del comportamiento dinámico de la edificación.

Se determinó el desplazamiento máximo relativo en el rango inelástico en el sistema estructural evaluado para un evento sísmico, para la edificación que emplea concreto $f'c = 239 \text{ kg/cm}^2$ es decir, con 20% de ladrillo recocho triturado como reemplazo del agregado grueso y con este alcanza un valor máximo de 0.004714 de deriva en la dirección X-X y para la misma edificación pero con concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ alcanza un valor máximo de 0.004932 de deriva en la dirección X-X; siendo estos valores menores a la deriva máxima permisible por la Norma E.030 de 0.007 para estructuras de concreto armado; de igual

manera en la dirección Y-Y la deriva máxima para la edificación que emplea concreto $f'c = 239 \text{ kg/cm}^2$ es decir, con 20% de ladrillo recocho triturado como reemplazo del agregado grueso es de 0.004002 y para la misma edificación pero con concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ alcanza un valor máximo de 0.004192 de deriva en la dirección Y-Y ; en ambos casos es menor que la permitida por la Norma E.030.

Con lo anteriormente mencionado, se concluye que los desplazamientos ocurridos en las direcciones X-X, Y-Y para los niveles de excitación sísmica que demanda la Norma Sismorresistente; son adecuados según los lineamientos establecidos por la misma.

VI. RECOMENDACIONES

- Impulsar una óptima formación académica, dándole mayor énfasis en los criterios sísmicos y el uso correcto de programas de diseño como el ETABS y no mecanizarse o depender del programa; de tal manera obtener un mejor resultado.
- Investigar más opciones de reemplazo parcial de agregados que influyan positivamente al diseño estructural y sísmico, contribuyan a la disminución de costos sin afectar la resistencia o comportamiento del sistema estructural; como nosotros también estudiamos el reemplazo parcial del agregado grueso convencional por ladrillo triturado de alta cocción y fue ventajoso teniendo un $f'c = 239\text{kg/cm}^2$ y un correcto comportamiento ante un evento sísmico.
- Cumplir con todos los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones y siempre brindarle un margen de seguridad siempre y cuando tengan los criterios estructurales bien establecidos, para luego evaluar correctamente las repuestas sísmicas.
- Realizar estudios físicos a los agregados antes de la ejecución de una edificación, para conocer sus propiedades del agregado, ya que influye directamente al diseño de mezcla y ésta afecta la resistencia a la compresión del concreto, ya que la relación de a/c se puede ver afectada y posterior a ello, la edificación puede tener un comportamiento sísmico diferente.

REFERENCIAS

Bustamante, A. (2018). Evaluación de la resistencia a compresión del $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ empleando Paja de Ichu en el distrito de Chota, Cajamarca - 2018. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/29299?show=full>

Chauca, K. (2018). Influencia del porcentaje de poliestireno reciclado sobre el comportamiento mecánico en un panel de construcción ecológico en el año 2018 (Tesis para Licenciatura). Obtenido <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/23743?locale-attribute=es>

Solano, F. (2018). Influencia del porcentaje de polietileno tereftalato en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto - 2018 (Tesis para Licenciatura). Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35993>

Flores, J. y Quispe, W. (2018). Análisis de resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm^2 adicionando caucho reciclado para estructuras de albañilería confinada, Lima 2018 (Tesis para Licenciatura). Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/34885>

Moreto, H. (2018). Uso de ladrillo de arcilla con exceso de cocción como agregado grueso en concretos hidráulicos. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de <http://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3512>

Lima, D. (2017). Aplicación de la fibra de polipropileno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Distrito Carabaylo, Lima - 2017. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/23114>

- Mantilla, J. (2017). Influencia de la Fibra de Vidrio Tipo E en las Propiedades Mecánicas Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de [http:// docplayer.es/94940722-Facultad-de-ingenieria.html](http://docplayer.es/94940722-Facultad-de-ingenieria.html)
- Olave, J. (2017).Influencia del aserrin en la resistencia a la compresion y variacion dimensional de ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de [http:// repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/ 10230](http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10230)
- Vasquez, C. (2018). Incremento de la resistencia flexional del concreto mediante la aplicación de fibras de acero neumaticos reciclados en la ciudad de Lima 2018. (Tesis para Licenciatura). Recuperado: [http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UC V/26220](http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/26220)
- Alarcon, V. (2018).Determinación del contenido óptimo de fibra de cabuya para mejorar la Resistencia a la Compresion del concreto $f'c=210\text{kg/ cm}^2$. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de [http:// repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/ 25663](http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/25663)
- Vilchez, W. (2019).Eficiencia de los Aditivos Superplasticos para diseño de mezclas en concreto de alta resistencia ($f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$)Chiclayo - Lambayeque. (Tesis para Licenciatura). Obtenido [http:// repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/3 5017? show=full](http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35017?show=full)
- Muños, S. (2018).Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 28, 56 Días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de [http://repositorio. upao.edu.pe/bitstream/upaorep/688/1/SANCHEZ_FERNANDO_RESISTENCIA_CO MPRENSI% c3% 93N_CILINDROS.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/688/1/SANCHEZ_FERNANDO_RESISTENCIA_COMPRENSI%c3%93N_CILINDROS.pdf)

- Masías, K. (2018). Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de <http://pirhua.udel.edu.pe/handle/11042/3484>
- Minaya, A. (2017). Efecto del curado con agua de afloramiento en la durabilidad de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Puerto de Huarmey. (Tesis para Licenciatura). Recuperado: http://zz/repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/1460/Tesis_54331.pdf?sequence=1&isAllowed
- Saucedo, Y. (2016). Resistencia a compresión del Concreto $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ al utilizar diferentes métodos de curado: inmersión, aditivo y riego, 2016. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de <http://refi.upnorte.edu.pe/bitstream/handle/11537/10530/Saucedo%20Rodr%c3%adguez%2c%20Yessenia%20Gasdaly.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barriga, A. (2018). Influencia de los curadores, tiempo de curado y número de capas en la superficie del concreto sobre la resistencia a compresión, Trujillo 2018. (Tesis para Licenciatura). Recuperado: <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14969/Horna%20Barriga%20Jos%c3%a9%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castillo, L. (2018). Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de seis niveles en San Miguel. (Tesis para Licenciatura). Recuperado de: http://zz/repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/1460/Tesis_54331.pdf?sequence=1&isAllowed
- Gonzalez, T. (2016). Estudio de losas aligeradas con la utilización de casetones de poliestireno y losa prefabricada en sus condiciones de servicio, costos y estado de límite de resistencia. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de [https://www.academia.edu/30182630/Estudio_de_losas_aligeradas_con_la_utilizaci%](https://www.academia.edu/30182630/Estudio_de_losas_aligeradas_con_la_utilizaci%20)

C3%B3n_de_caset%C3%B3n_poliestireno_y_losa_prefabricada_en_sus_condiciones_de_servicio_costo_y_estado_1%C3%ADmite_de_resistencia.

Pacco, F. (2017). Efecto de la adición de cal, en la resistencia a la compresión de un concreto. (Tesis para Licenciatura). Recuperado: http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3677/Pacco_Mesco_Juan_Francisco.pdf?sequence=1.

Solís, R., Moreno, E. y Arjona, E. (2012). Resistencia de concreto con agregado de alta absorción y baja relación a/c. *Revista de la asociación Latinoamericana de control de calidad, patología y Recuperación de la construcción*, 2 (1), 21-29. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/4276/427639586004.pdf>.

Guevara, G. et al. (abril, 2012). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Tecnología en Marcha*, 25(2), 80-86. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835626.pdf>

Medina, W. (2016). El Curado del Concreto en la Construcción. *Revista L'esprit Ingeniux*, 2(73-81). Recuperado de: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingenieux/article/download/1368/1267>

Garín, L., Santilli, A. y Pejoja, E. (2012). Influencia del curado en la resistencia a compresión del hormigón: estudio experimental. *Revista Memoria de Trabajos de Difusión Científica y Técnica*, 10 (109-113). Recuperado de: http://www.um.edu.uy/docs/9_influencia_del_curadoresistencia_compresion_del_hormigon.pdf.

Rommel, G., Solís, y Moreno, I. (2013). Influencia del tiempo de curado húmedo en la resistencia y durabilidad del concreto en clima tropical. *Revista concreto y cemento. Investigación y Desarrollo*, 4 (2). Recuperado: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4934354>.

Fernández, L. (2010). PROPUESTA DE INDICADORES DE LA EFICACIA DEL CURADO EN OBRA. *Revista Concreto y Cemento investigación y Desarrollo*, 1 (2). Recuperado: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v1n2/v1n2a2.pdf>

Cabello, S. et al.(2015) concreto poroso: constitución, variables influyentes y protocolos para su caracterización. *Revista cumbres*,1(1), 64-69. Recuperado de: [Dialnet-ConcretoPoroso-6550706 \(3\).pdf](http://dialnet-concretoporoso-6550706(3).pdf).

Ligia, M. (2010). Permeabilidad y Porosidad en Concreto. *Revista Tecno Lógicas*, 25 (1), 169-187. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/buscar/documentos?querry=Dismax.DOCUMENTAL_TODO=resistencia+del+concreto.

Pérez, A. (2012). Uso de triturado de ladrillo reciclado triturado como agregado grueso en la elaboración de concreto. *Revista ingenium*, 13(26), 116-125. Recuperado: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5038429>.

Muñoz, J, et al. (2019). Determinación de la resistencia a la compresión de bloques, utilizando para su construcción, una mezcla de cemento, arena y triturados de ladrillos artesanales. *Revista RIEMAT*, 4 (1), 19-24. Recuperado de: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/1941/2111>.

Ruiz, W. et al. (july, 2017). Reusing the Coconut Clay (Brick) as Construction Material. *Magazine International Journal of Scientific and Engineering Research*, 3 (4), 92-98. Recovered from: [https://scholar.google.com.pe/scholar?q=international+Research+Journal+of+Engineering,+IT+%26+Scientific+Research+\(IRIS\)&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.com.pe/scholar?q=international+Research+Journal+of+Engineering,+IT+%26+Scientific+Research+(IRIS)&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar).

Giron, J. y Palacios, M. (2019). Uso de residuo de concha abanico (RCA) en el Diseño de una Vivienda Multifamiliar, Calle Uno N° 805 Sullana - Piura. Obtenido de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/33831>

Janampa, R. (2018). Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 5 Pisos y un Semisótano, Ate - 2018. Obtenido de: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/35278/Janampa_CRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ayala, O. (2017). Diseño del edificio multifamiliar "Los Robles" Urbanización Santa María, Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia Chiclayo, Región Lambayeque. Obtenido de: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/16746/ayala_bo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Eche, L. y Pérez, G. (2018). Análisis del comportamiento sísmico de un edificio con muros estructurales aplicando la interacción suelo – estructura (condominio los girasoles – Comas – Lima). Obtenido de: http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/4081/1/eche_perez.pdf

Huapaya, R. (2017). Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal. Obtenido de: <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1305/TESIS%20%20HUAPAYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Reyna, A. (2017). Análisis comparativo de la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado con y sin aisladores sísmicos en la base según su variación en la altura. Obtenido de: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1493/Reyna_FAK.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gamarra, N. (2017). Análisis de la interacción sísmica suelo - estructura en edificación de albañilería estructural. Obtenido de: http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/410/TCIV_19.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rojas, D. (2017). Comparación entre el método estático y el método dinámico (modal espectral y tiempo historia) aplicados en una edificación multifamiliar de cuatro niveles de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca. Obtenido de:<http://190.116.36.86/bitstream/handle/UNC/1023/TESIS%20COMPARACION%20ENTRE%20EL%20METODO%20ESTATICO%20Y%20EL%20METODO%20DINAMICODANTE%20HERNAN%20ROJAS%20VALENCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mullo, C. (2017). Análisis y Diseño de un Edificio con Aisladores Sísmicos, Modelamiento en Etabs. Obtenido de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2997/1/T-UCE-0011-117.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

“ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 5 PISOS, EMPLEANDO CONCRETO CON LADRILLO RECOCHO TRITURADO, SANTA TERESA DE VITARTE, ATE, 2019”							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	
¿Cómo influye el uso de concreto con ladrillo recocho triturado, en el comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019?	Analizar el comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos con el uso de concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019.	El uso de concreto con ladrillo recocho triturado, influirá positivamente en el comportamiento sísmico de vivienda multifamiliar de 5 pisos, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019.	Son Ladrillos artesanales King Kong macizos, que son desechados por las ladrilleras ya que están muy cocidas; también se le denomina recocho.	El comportamiento del ladrillo artesanal triturado como agregado grueso se medirá a través de ensayos físicos en agregados (humedad, granulometría, peso específico, absorción, peso unitario suelto). El porcentaje de reemplazo es 10%, 20% y 30%.	Ensayos físicos	Humedad	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas				Propiedad mecánica del concreto	Resistencia a la compresión de probetas
¿Cuáles son los desplazamientos laterales relativos máximos que se genera en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019?	Determinar los desplazamientos laterales relativos máximos que se genera en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019	Los desplazamientos laterales relativos máximos que se genera en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019; cumplirán con lo establecido en la norma E. 030.	Según (Salinas,2012) menciona que el análisis sísmico tiene como objetivo encontrar los momentos internos y fuerzas debido a cargas sísmicas, en cada uno de los elementos estructurales..	El análisis sísmico se medirá mediante el uso de expresiones o fórmulas que están establecidas en el RNE-E.0.30 Diseño Sismorresistente	Análisis Estático	Granulometría	
¿Cuáles son los modos de vibración que se genera en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019?	Determinar los modos de vibración que se genera en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019	Los modos de vibración que se genera en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019; describirá las secuencias de las vibraciones y frecuencias naturales.				Diseño de Mezcla	Método del comité 211 del ACI
¿Cuáles son los resultados de las secciones estructurales finales, con respecto al predimensionamiento, en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019?	Determinar las secciones estructurales finales, con respecto al predimensionamiento, en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019.	Las secciones estructurales finales, con respecto al predimensionamiento, en el análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, Santa Teresa de Vitarte, Ate, 2019; serán iguales ya que se cumplió con los parámetros de la E.060				Análisis Dinámico	Modo de Vibración
					Requisitos de rigidez y resistencia	Desplazamiento lateral relativo admisible en Concreto Armado	

VARIABLE INDEPENDIENTE

CONCRETO CON LADRILLO RECOCHO TRITURADO

VARIABLE DEPENDIENTE

ANÁLISIS SÍSMICO

Fuente: Elaboración Propia

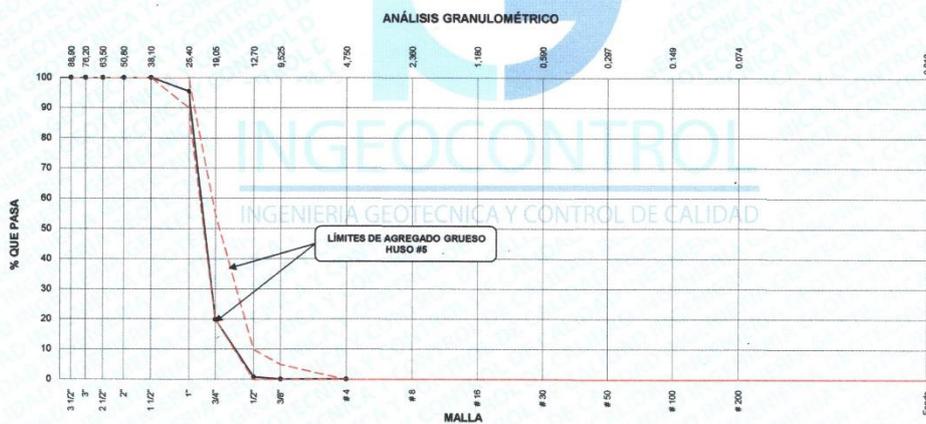
Anexo 2. Ensayos físicos en agregado grueso

	FORMATO	Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	07-06-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recoco triturado, urbanización Santa Teresa de Vitarite - Ate Registro N°: IGC19-LEM-456-02
Solicitante : Olenka Fiorella Jimenez Pachapuma / Luis Ángel Jirón Carhuamaca
Código del Proyecto : --- Muestreado por : R. Leyva
Ubicación del Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL Ensayado por : R. Leyva
Material : Agregado grueso Fecha de Ensayo: 14/10/19
Turno: Diurno
Código de Muestra : ---
Lote : Cantera Trapiche
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum. (%)	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	162	4.53	95.47	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	2700	75.50	80.03	19.97	20.00
1/2"	12.70 mm	685	19.16	99.19	0.81	0.00
3/8"	9.53 mm	26	0.73	99.92	0.08	0.00
# 4	4.75 mm	0.00	0.00	99.92	0.08	0.00
# 8	2.36 mm	0.00	0.00	99.92	0.08	0.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	99.92	0.08	0.00
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	99.92	0.08	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	99.92	0.08	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	99.92	0.08	0.00
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	99.92	0.08	0.00
Fondo	0.01 mm	3	0.08	100.00	0.00	0.00

P. Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2.745
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.789
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.810
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1654
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1494
Humedad de absorción (%)	0.82
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1"
Módulo de Fineza	7.79
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.10



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Fuente: LEM - INGEOCONTROL

Anexo 3. Ensayos físicos en agregado fino

	FORMATO		Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1

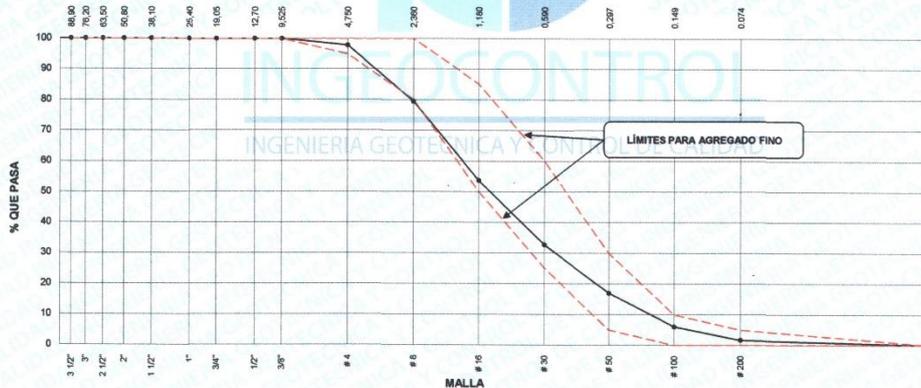
Proyecto : Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, urbanización Santa Teresa de Vitarate - Ate **Registro N°:** IGC19-LEM-456-01
Solicitante : Olenka Fiorella Jimenez Pachapuma / Luis Ángel Jirón Carhuamaca **Muestreado por :** Solicitante
Código del Proyecto : --- **Ensayado por :** R. Leyva
Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL **Fecha de Ensayo:** 14/10/19
Material : Agregado fino (Arena gruesa) **Turno:** Diurno

Código de Muestra : ---
Lote : Cantera Trapiche
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	9.0	2.17	2.17	97.83	95.00
# 8	2.36 mm	76.5	18.45	20.62	79.38	80.00
# 16	1.18 mm	107.2	25.85	46.47	53.53	50.00
# 30	0.59 mm	86.8	20.93	67.40	32.60	25.00
# 50	0.30 mm	65.2	15.72	83.12	16.88	5.00
# 100	0.15 mm	45.4	10.95	94.07	5.93	0.00
# 200	0.07 mm	18.0	4.34	98.41	1.59	0.00
Fondo	0.01 mm	6.6	1.59	100.00	0.00	0.00

P. Específ. de Masa Seco (gr/cm ³)	2.458
P. Específ. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.539
P. Específ. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.676
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1458
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1133
Humedad de absorción (%)	3.33
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	3.14
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	4.1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Anexo 4. Ensayos físicos en agregado grueso (ladrillo)

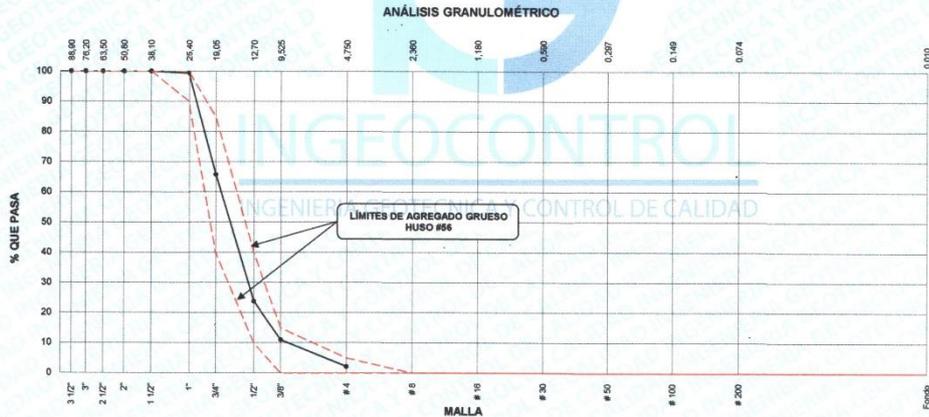
	FORMATO		Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS		Versión	01
			Fecha	07-06-2018
			Página	1 de 1

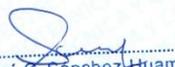
Proyecto : Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo
 recoco triturado, urbanización Santa Teresa de Vitarte - Ate Registro N°: IGC19-LEM-456-03
Solicitante : Olenka Fiorella Jimenez Pachapuma / Luis Ángel Jirón Carhuamaca Muestreado por : R. Leyva
Código del Proyecto : --- Ensayado por : R. Leyva
Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL Fecha de Ensayo: 14/10/19
Material : Agregado grueso (Ladrillo) Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
Lote : No indica
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	13	0.72	99.28	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	606	33.46	34.18	85.82	40.00
1/2"	12.70 mm	781	42.02	78.20	23.80	10.00
3/8"	9.53 mm	232	12.81	89.01	10.99	0.00
# 4	4.75 mm	161	8.89	97.90	2.10	0.00
# 8	2.36 mm	0.00	0.00	97.90	2.10	0.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	97.90	2.10	0.00
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	97.90	2.10	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	97.90	2.10	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	97.90	2.10	0.00
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	97.90	2.10	0.00
Fondo	0.01 mm	38	2.10	100.00	0.00	0.00

P. Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	1.959
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.138
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.386
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1142
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1001
Humedad de absorción (%)	9.12
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.11
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.00



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Fuente: LEM - INGEOCONTROL

Anexo 5. Diseño de mezcla patrón

	FORMATO		Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, urbanización Santa Teresa de Vitarte - Ate		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-456-04
SOLICITANTE	: Olenka Fiorella Jimenez Pachapuma / Luis Ángel Jirón Carhuamaca		REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE VACIADO :	18/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 18/10/2019		TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino		F'c de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	: Cantera Trapiche		Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento Apu tipo I		Código de mezcla:	PATRON

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
F _{cr} = 294	Cemento = 375 kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO	6. FACTOR CEMENTO
R a/c = 0.83	Bolsas x m ³ = 8.8 Bolsas
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	7. CÁLCULO DE ADITIVO
Agua = 238 L	0.00 kg x m ³ = 0.0% / Cto
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	
Aire = 1.5%	

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INGUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Apu tipo I	3030 kg/m ³	0.1236 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.2360 m ³						
Aire	---	0.0150 m ³						
Aditivo			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	
Agregado grueso	2746 kg/m ³	---	0.20%	0.82%	7.79	1494	1654	
Agregado grueso (Ladrillo)	1959 kg/m ³	---	0.20%	9.12%	7.11	1001	1142	
Agregado fino	2458 kg/m ³	---	4.63%	3.33%	3.14	1133	1458	
Volumen de pasta		0.3746 m ³						
Volumen de agregados		0.6254 m ³						

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA
Agregado grueso 53.0% = 0.3314 m ³ = 910 kg	Cemento Apu tipo I 17.98 kg
Agregado grueso (Ladrillo) 0.0% = 0.0000 m ³ = 0 kg	Agua 11.15 L
Agregado fino 47.0% = 0.2939 m ³ = 722 kg	Aditivo 0.0 g = 0 mL
10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	Agregado grueso 43.8 kg
Agregado grueso 912 kg	Agregado grueso (Ladrillo) 0.0 kg
Agregado grueso (Ladrillo) 0 kg	Agregado fino 38.3 kg
Agregado fino 756 kg	Slump Obtenido 8"
11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
Agua 232 L	CEM A.F. A.G. A.G. LAD ADIT AGUA
	1 : 2.67 : 2.45 : 0. : 0. : 28.3 L / bolsa

OBSERVACIONES:
 * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 ING. GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL ING. GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Fuente: LEM - INGEOCONTROL

Anexo 6. Diseño de mezcla con 10% de reemplazo

	FORMATO		Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO		Versión	01
	REFERENCIA ACI 211		Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO	Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, urbanización Santa Teresa de Vitarte - Ata	REGISTRO N°:	IGC18-LEM-456-05
SOLICITANTE	Olenka Fiorella Jimenez Pachapuma / Luis Ángel Jirón Carhuamaca	REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL	FECHA DE VACIADO :	18/10/19
FECHA DE EMISIÓN	18/10/2019	TURNO :	Diurno
Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm2
Procedencia	Cantera Trapiche	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	Cemento Apu tipo I	Código de mezcla:	L10%

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 294 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 375 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.63 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 8.8 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 238 L | 7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.00 kg x m3 = 0.0% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5% | |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Apu tipo I	3030 kg/m3	0.1236 m3						
Agua	1000 kg/m3	0.2360 m3						
Aire	---	0.0150 m3						
Aditivo			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	
Agregado grueso	2746 kg/m3	---	0.20%	0.82%	7.79	1494	1654	
Agregado grueso (Ladrillo)	1959 kg/m3	---	0.20%	9.12%	7.11	1001	1142	
Agregado fino	2456 kg/m3	---	4.63%	3.33%	3.14	1133	1458	
Volumen de pasta		0.3746 m3						
Volumen de agregados		0.6254 m3						

- | | |
|---|--|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.048 m3 |
| Agregado grueso 43.0% = 0.2689 m3 = 738 kg | Cemento Apu tipo I 17.98 kg |
| Agregado grueso (Ladrillo) 10.0% = 0.0625 m3 = 123 kg | Agua 11.62 L |
| Agregado fino 47.0% = 0.2939 m3 = 722 kg | Aditivo 0.0 g = 0 mL |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD | Agregado grueso 35.5 kg |
| Agregado grueso 740 kg | Agregado grueso (Ladrillo) 5.9 kg |
| Agregado grueso (Ladrillo) 123 kg | Agregado fino 38.3 kg |
| Agregado fino 756 kg | Slump Obtenido 1" |
| 11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA |
| Agua 242 L | CEM A.F. A.G. A.G. LAD ADIT AGUA |
| | 1 : 2.67 : 1.98 : 0.49 : 0. : 27.5 L / bolsa |

OBSERVACIONES:
 * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	A:
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GARANTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	A:

Fuente: LEM - INGEOCONTROL

Anexo 7. Diseño de mezcla con 20% de reemplazo

INGEOCONTROL		FORMATO		Código	AE-FO-93																																																		
INGEOCONTROL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211		Versión	01																																																		
				Fecha	30-04-2018																																																		
				Página	1 de 1																																																		
PROYECTO	: Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, urbanización Santa Teresa de Vitarte - Ate			REGISTRO N°:	IGC18-LEM-466-06																																																		
SOLICITANTE	: Olenka Fiorella Jimenez Pachapuma / Luis Ángel Jirón Carhuamaca			REALIZADO POR :	R. Leyva																																																		
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---			REVISADO POR :	N. Sánchez																																																		
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL			FECHA DE VACIADO :	18/10/19																																																		
FECHA DE EMISIÓN	: 18/10/2019			TURNO :	Diurno																																																		
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino			F'c de diseño:	210 kg/cm ²																																																		
Procedencia	: Cantera Trapiche			Asentamiento:	3" - 4"																																																		
Cemento	: Cemento Apu tipo I			Código de mezcla:	L20%																																																		
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA		5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO																																																					
F'cr = 294		Cemento = 375 kg																																																					
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO		6. FACTOR CEMENTO																																																					
R a/c = 0.63		Bolsas x m ³ = 8.8 Bolsas																																																					
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA		7. CÁLCULO DE ADITIVO																																																					
Agua = 236 L		0.00 kg x m ³ = 0.0% / Cto																																																					
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO																																																							
Aire = 1.5%																																																							
8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Apu tipo I</td> <td>3030 kg/m³</td> <td>0.1236 m³</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2360 m³</td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0150 m³</td> </tr> <tr> <td>Aditivo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2746 kg/m³</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso (Ladrillo)</td> <td>1959 kg/m³</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2458 kg/m³</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.3746 m³</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.6254 m³</td> </tr> </tbody> </table>		INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	Cemento Apu tipo I	3030 kg/m ³	0.1236 m ³	Agua	1000 kg/m ³	0.2360 m ³	Aire	---	0.0150 m ³	Aditivo			Agregado grueso	2746 kg/m ³	---	Agregado grueso (Ladrillo)	1959 kg/m ³	---	Agregado fino	2458 kg/m ³	---	Volumen de pasta		0.3746 m ³	Volumen de agregados		0.6254 m ³	<table border="1"> <thead> <tr> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P.U. SUELTO</th> <th>P.U. COMPACTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.20%</td> <td>0.62%</td> <td>7.79</td> <td>1494</td> <td>1654</td> </tr> <tr> <td>0.20%</td> <td>9.12%</td> <td>7.11</td> <td>1001</td> <td>1142</td> </tr> <tr> <td>4.63%</td> <td>3.33%</td> <td>3.14</td> <td>1133</td> <td>1458</td> </tr> </tbody> </table>		HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	0.20%	0.62%	7.79	1494	1654	0.20%	9.12%	7.11	1001	1142	4.63%	3.33%	3.14	1133	1458		
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																					
Cemento Apu tipo I	3030 kg/m ³	0.1236 m ³																																																					
Agua	1000 kg/m ³	0.2360 m ³																																																					
Aire	---	0.0150 m ³																																																					
Aditivo																																																							
Agregado grueso	2746 kg/m ³	---																																																					
Agregado grueso (Ladrillo)	1959 kg/m ³	---																																																					
Agregado fino	2458 kg/m ³	---																																																					
Volumen de pasta		0.3746 m ³																																																					
Volumen de agregados		0.6254 m ³																																																					
HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO																																																			
0.20%	0.62%	7.79	1494	1654																																																			
0.20%	9.12%	7.11	1001	1142																																																			
4.63%	3.33%	3.14	1133	1458																																																			
9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS		12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.048 m ³																																																					
Agregado grueso 33.0% = 0.2064 m ³ = 567 kg		Cemento Apu tipo I 17.98 kg																																																					
Agregado grueso (Ladrillo) 20.0% = 0.1251 m ³ = 245 kg		Agua 12.09 L																																																					
Agregado fino 47.0% = 0.2939 m ³ = 722 kg		Aditivo 0.0 g = 0 mL																																																					
Agregado grueso 588 kg		Agregado grueso 27.3 kg																																																					
Agregado grueso (Ladrillo) 246 kg		Agregado grueso (Ladrillo) 11.8 kg																																																					
Agregado fino 756 kg		Agregado fino 36.3 kg																																																					
10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD		Slump Obtenido 1 1/4"																																																					
Agregado grueso 588 kg																																																							
Agregado grueso (Ladrillo) 246 kg																																																							
Agregado fino 756 kg																																																							
11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD		13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																					
Agua 252 L		CEM A.F. A.G. A.G. LAD ADIT AGUA																																																					
		1 : 2.67 : 1.52 : 0.98 : 0. : 28.6 L / bolsa																																																					
OBSERVACIONES:																																																							
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante																																																							
* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL.																																																							
INGEOCONTROL SAC																																																							
TECNICO LEM		JEFE LEM		CDC - LEM																																																			
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:																																																			
		 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		 Jony E. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.																																																			
Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com																																																							

Anexo 8. Diseño de mezcla con 30% de reemplazo

	FORMATO		Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, urbanización Santa Teresa de Vitarte - Ate		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-456-07
SOLICITANTE	: Olenka Fiorella Jimenez Pachapuma / Luis Ángel Jirón Carhuamaca		REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las instalaciones de INGECONTROL		FECHA DE VACIADO :	18/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 18/10/2019		TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino		F'c de diseño:	210 kg/cm2
Procedencia	: Cantera Trapiche		Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento Apu tipo I		Código de mezcla:	L30%

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 294 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 375 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.83 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 8.8 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 236 L | 7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.00 kg x m3 = 0.0% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5% | |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

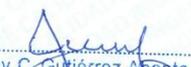
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Apu tipo I	3030 kg/m3	0.1236 m3
Agua	1000 kg/m3	0.2360 m3
Aire	---	0.0150 m3

Aditivo	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Agregado grueso	2746 kg/m3	0.20%	0.82%	7.79	1464
Agregado grueso (Ladrillo)	1959 kg/m3	0.20%	9.12%	7.11	1001
Agregado fino	2458 kg/m3	4.63%	3.33%	3.14	1133

Volumen de pasta: 0.3746 m3
Volumen de agregados: 0.6254 m3

- | | |
|---|---|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso 23.0% = 0.1438 m3 = 395 kg
Agregado grueso (Ladrillo) 30.0% = 0.1876 m3 = 368 kg
Agregado fino 47.0% = 0.2939 m3 = 722 kg | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.048 m3
Cemento Apu tipo I 17.98 kg
Agua 12.57 L
Aditivo 0.0 g = 0 mL
Agregado grueso 19.0 kg
Agregado grueso (Ladrillo) 17.7 kg
Agregado fino 36.3 kg
Slump Obtenido 4" |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 396 kg
Agregado grueso (Ladrillo) 368 kg
Agregado fino 756 kg | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. A.G. A.G. LAD ADIT AGUA
1 : 2.67 : 1.06 : 1.47 : 0. : 29.7 L / bolsa |

OBSERVACIONES:
 * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGECONTROL

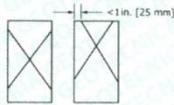
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.
	A.	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Anexo 9. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas - 7 días

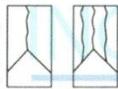
	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo rechocho triturado, urbanización Santa Teresa de Vitarte - Ate		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-456-08
SOLICITANTE	: Olenka Fiorella Jimenez Pachapuma / Luis Ángel Jirón Carhuamaca		REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	25/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 30/10/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F'c de diseño	: 210 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	25/10/19	7 días	2	1.97	206 kg/cm2	98.2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	25/10/19	7 días	2	1.94	195 kg/cm2	93.1
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	25/10/19	7 días	2	1.95	210 kg/cm2	100.2
PROBETA N° 01 DISEÑO 10% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	25/10/19	7 días	5	1.96	179 kg/cm2	85.4
PROBETA N° 02 DISEÑO 10% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	25/10/19	7 días	2	1.94	189 kg/cm2	90.0
PROBETA N° 03 DISEÑO 10% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	25/10/19	7 días	5	1.97	159 kg/cm2	75.7
PROBETA N° 01 DISEÑO 20% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	25/10/19	7 días	2	1.97	202 kg/cm2	96.4
PROBETA N° 02 DISEÑO 20% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	25/10/19	7 días	5	1.96	199 kg/cm2	94.6
PROBETA N° 03 DISEÑO 20% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	25/10/19	7 días	3	1.94	213 kg/cm2	101.4
PROBETA N° 01 DISEÑO 30% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	25/10/19	7 días	6	1.94	197 kg/cm2	93.9
PROBETA N° 02 DISEÑO 30% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	25/10/19	7 días	6	1.94	175 kg/cm2	83.1
PROBETA N° 03 DISEÑO 30% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	25/10/19	7 días	2	1.97	202 kg/cm2	96.2



Type 1
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. (25 mm) of cracking through caps



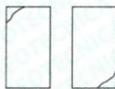
Type 2
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



Type 3
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



Type 4
Diagonal fracture with no cracking through ends; tap with hammer to distinguish from Type 1



Type 5
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)



Type 6
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

150 by 300 mm (6 by 12 in.)	100 by 200 mm (4 by 8 in.)	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths 2 cylinders	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths 3 cylinders
Laboratory conditions	Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
Field conditions	Field conditions	2.9 %	9.5 %
Laboratory conditions	Laboratory conditions	3.2 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

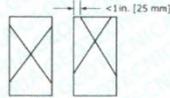
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:	D:	JEFE LEM Nombre y firma:	D:
	M:	Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEO TECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	M:
	A:		A:
		CGC - LEM Nombre y firma:	D:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEO TECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	M:
			A:

Anexo 10. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas – 14 días

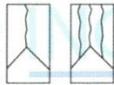
	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo rechocho triturado, urbanización Santa Teresa de Vitarte - Ate		REGISTRO N°: IGC18-LEM-456-09	
SOLICITANTE	: Olenka Fiorella Jimenez Pachapuma / Luis Ángel Jirón Carhuamaca		REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	01/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 02/11/19		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F'c de diseño	: 210 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	01/11/19	14 días	5	1.99	224 kg/cm2	106.7
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	01/11/19	14 días	3	1.98	244 kg/cm2	116.4
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	01/11/19	14 días	2	1.97	233 kg/cm2	110.8
PROBETA N° 01 DISEÑO 10% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	01/11/19	14 días	6	1.99	196 kg/cm2	93.3
PROBETA N° 02 DISEÑO 10% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	01/11/19	14 días	3	1.96	197 kg/cm2	93.8
PROBETA N° 03 DISEÑO 10% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	01/11/19	14 días	1	1.96	196 kg/cm2	93.3
PROBETA N° 01 DISEÑO 20% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	01/11/19	14 días	2	2.02	245 kg/cm2	116.7
PROBETA N° 02 DISEÑO 20% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	01/11/19	14 días	5	1.92	220 kg/cm2	105.0
PROBETA N° 03 DISEÑO 20% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	01/11/19	14 días	5	1.94	226 kg/cm2	107.8
PROBETA N° 01 DISEÑO 30% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	01/11/19	14 días	3	1.97	226 kg/cm2	107.4
PROBETA N° 02 DISEÑO 30% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	01/11/19	14 días	2	1.93	222 kg/cm2	105.7
PROBETA N° 03 DISEÑO 30% LADRILLO RECOCHO f'c = 210 kg/cm2	18/10/19	01/11/19	14 días	1	1.97	228 kg/cm2	108.7



Type 1
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. [25 mm] of cracking through caps



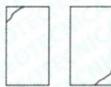
Type 2
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



Type 3
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



Type 4
Diagonal fracture with no cracking through ends; tap with hammer to distinguish from Type 1



Type 5
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)



Type 6
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

Fuente: ASTM C39

Dimension	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths
150 by 300 mm (6 by 12 in.)		2 cylinders
Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %
100 by 200 mm (4 by 8 in.)		3 cylinders
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

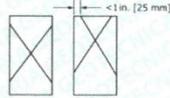
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:		A:
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES INGEOCONTROL LEM		Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
			A:
		Jony E. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Anexo 11. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas – 28 días

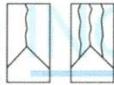
	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, urbanización Santa Teresa de Vitarte - Ate		REGISTRO N°: IGC18-LEM-456-10	
SOLICITANTE	: Olenka Fiorella Jimenez Pachapuma / Luis Angel Jirón Carhuamaca		REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	15/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 15/11/19		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
Fc de diseño	: 210 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	2	1.99	248 kg/cm ²	118.1
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	2	1.98	251 kg/cm ²	119.6
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	6	1.97	244 kg/cm ²	116.4
PROBETA N° 01 DISEÑO 10% LADRILLO RECOCHO f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	6	1.95	202 kg/cm ²	96.2
PROBETA N° 02 DISEÑO 10% LADRILLO RECOCHO f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	6	1.96	207 kg/cm ²	98.6
PROBETA N° 03 DISEÑO 10% LADRILLO RECOCHO f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	6	1.96	202 kg/cm ²	96.3
PROBETA N° 01 DISEÑO 20% LADRILLO RECOCHO f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	5	1.95	240 kg/cm ²	114.3
PROBETA N° 02 DISEÑO 20% LADRILLO RECOCHO f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	3	1.95	237 kg/cm ²	113.0
PROBETA N° 03 DISEÑO 20% LADRILLO RECOCHO f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	3	1.96	240 kg/cm ²	114.4
PROBETA N° 01 DISEÑO 30% LADRILLO RECOCHO f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	3	1.97	232 kg/cm ²	110.5
PROBETA N° 02 DISEÑO 30% LADRILLO RECOCHO f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	3	1.97	221 kg/cm ²	105.1
PROBETA N° 03 DISEÑO 30% LADRILLO RECOCHO f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	3	1.96	225 kg/cm ²	107.2



Type 1
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. [25 mm] of cracking through caps



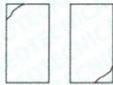
Type 2
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



Type 3
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



Type 4
Diagonal fracture with no cracking through ends; tag with hammer to distinguish from Type 1



Type 5
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)



Type 6
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

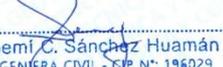
Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm (8 by 12 in.) Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.6 %
100 by 200 mm (4 by 8 in.) Laboratory conditions	3.2 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martin de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

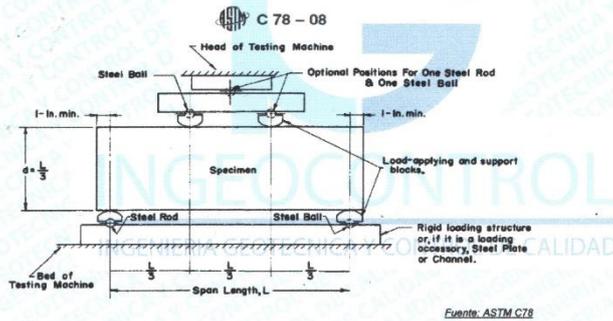
Fuente: LEM – INGEOCONTROL

Anexo 12. Módulo de rotura del concreto – 28 días

	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, empleando concreto con ladrillo recocho triturado, urbanización Santa Teresa de Vitarte - Ate		REGISTRO N°: IGC19-LEM-456-11	
SOLICITANTE	: Olenka Fiorella Jimenez Pachapuma / Luis Ángel Jirón Carhuamaca		REALIZADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	15/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 16/11/19		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Prismas de concreto endurecido			
F _c de diseño	: 210 kg/cm ²			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	30 kg/cm ²
DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/10/19	15/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	31 kg/cm ²
DISEÑO 10% LADRILLO RECOCHO	18/10/19	15/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	29 kg/cm ²
DISEÑO 10% LADRILLO RECOCHO	18/10/19	15/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	24 kg/cm ²
DISEÑO 20% LADRILLO RECOCHO	18/10/19	15/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	25 kg/cm ²
DISEÑO 20% LADRILLO RECOCHO	18/10/19	15/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	27 kg/cm ²
DISEÑO 30% LADRILLO RECOCHO	18/10/19	15/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	26 kg/cm ²
DISEÑO 30% LADRILLO RECOCHO	18/10/19	15/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	23 kg/cm ²



Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martin de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Fuente: LEM – INGEOCONTROL

Anexo 13. Ubicación del terreno



ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

CLINICA ATE

1 GENERALIDADES

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

El presente Informe Técnico tiene por objeto realizar un Estudio de Suelos con fines de cimentación, del proyecto de construcción de un edificio de cuatro pisos con azotea; el mismo que se ha efectuado por medio de trabajos de campo, a través de pozos de exploración o calicatas "a cielo abierto", ensayos de laboratorio estándar y especiales, a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas de cimentación e indicándose la capacidad portante admisible, asentamientos y el grado de agresividad química al concreto de la cimentación.

Programa seguido para los fines propuestos:

- Reconocimiento del terreno.
- Distribución y ejecución de calicatas.
- Toma de muestras disturbadas.
- Ejecución de ensayos de laboratorio.
- Ensayos especiales.
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio
- Perfil estratigráfico.
- Análisis de la cimentación.
- Conclusiones y recomendaciones

1.2 UBICACIÓN DEL TERRENO.

El área en estudio se encuentra ubicado en la Av. Nicolás Ayllon N°731 sub lote 6, distrito de ATE, provincia de Lima, departamento de Lima, a una altitud promedio de 364 m.s.n.m.

GENERALIDADES

3


.....
JORGE SAUL
HUARCAYA HUAMANI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 164057

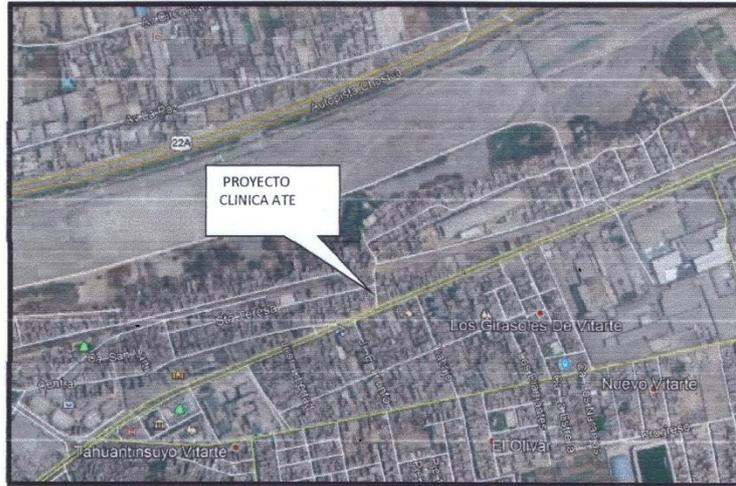
Fuente: M RADO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Anexo 14. Ubicación en google maps



ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

CLINICA ATE



1.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS

El Distrito de Ate por su muy baja altitud, debería tener un clima cálido, sin embargo, debido a las aguas frías del mar de la Corriente de Humboldt, se forman nubes estrato; esto hace que el distrito tenga un clima templado, húmedo y muy nuboso en invierno, cálido en verano y semicálido en primavera, similar al de la ciudad de Lima. Los días más fríos rozan los 13 °C y los más cálidos los 30 °C, a lo largo de todo el año.

1.4 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto consta de la Construcción de una vivienda unifamiliar, que se proyecta construir un edificio de un sótano y 7 pisos.

1.5 NORMATIVIDAD

El presente informe, está en concordancia con la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones, Norma E-030 de Diseño Sismo resistente, del Reglamento Nacional de Edificaciones

GENERALIDADES

4


.....
JORGE SAUL
HUARCAYA HUAMANI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 164057

Fuente: M RADO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Anexo 15. Identificación de calicatas



ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN
CLINICA ATE

Cuadro N° 1. IDENTIFICACIÓN DE CALICATAS

Calicata	Profundidad	Ubicación en el terreno
C-1	4.50 m.	Hacia el Frente
C-2	4.50 m.	Hacia el Centro
C-3	4.50 m.	Hacia el Fondo

Nota: Se adjunta plano de ubicación de calicatas en los anexos.


.....
JORGE SAUL
HUARCAYA HUAMANI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 164057

Anexo 16. Fotografía calicata N° 1



ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN
CLINICA ATE

FOTOGRAFÍA DE CALICATAS



Foto N° 1: Se muestra la exploración de la C-1, la cual presenta, un 16.66% de relleno no controlado, un 13.33% de arena limosa, un 13.33% de arena arcillosa y 56.68% de grava limosa con arena.


.....
JORGE SAUL
HUARCAYA HUAMANI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 164057



Foto N° 2: Se muestra la exploración de la C-2, la cual presenta, un 16.66% de relleno no controlado, un 13.33% de arena limosa, un 20.00% de arena arcillosa y 50.01% de grava limosa con arena.


.....
JORGE SAUL
HUARCAYA HUAMANI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 164057

Anexo 18. Fotografía calicata N° 3



ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN
CLINICA ATE

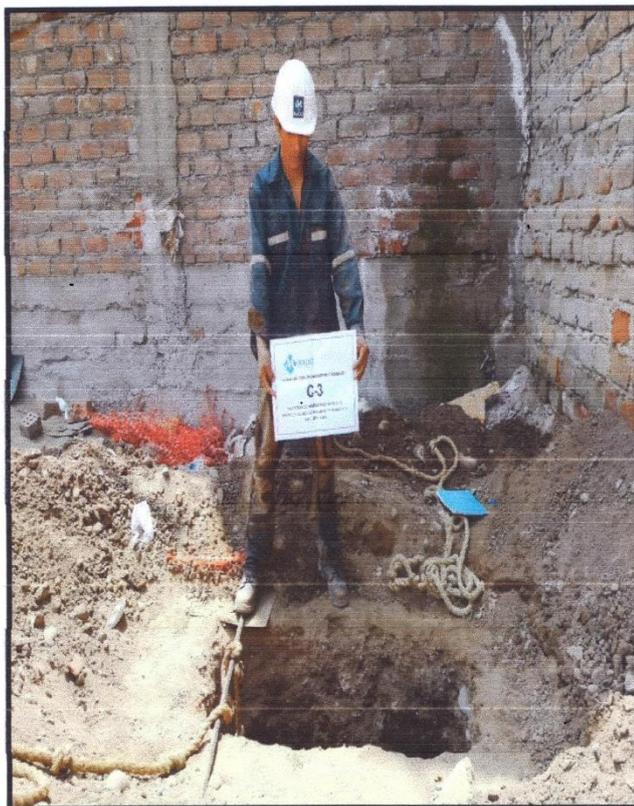


Foto N° 3: Se muestra la exploración de la C-3, la cual presenta, un 16.66% de relleno no controlado, un 13.33% de arena limosa, un 16.66% de arena arcillosa y 53.35% de grava limosa con arena.


.....
JORGE SAUL
HUARCAYA HUAMANI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 164057

Anexo 20. Perfil estratigráfico de la calicata N° 1

	ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN CLINICA ATE
---	---

REGISTRO DE EXCAVACIONES				
PROYECTO : CLINICA ATE SOLICITADO : GINEMEDICASOCIADOS S.A.C. CALICATA : C-1 MUESTRA : M-1 PROF.(m) : 4.50				
PROF.(m)	TIPO DE EXCAVACION	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIF. SUCS	MUESTRA
-0.8	E X C A V A C I O N A C I E L O A B I E R T O	Relleno no controlado		
-2		Se ve la presencia de arena limosa	SM	
-3.5		Se ve la presencia de arena arcillosa	SC	
-4.5		Se ve la presencia de grava limosa con arena medianamente densa con contenido de piedras de un TM de 4", no se encontro nivel freatico.	GM	


 JORGE SAUL
 HUARCAYA HUAMANI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 164057

Anexo 21. Perfil estratigráfico de la calicata N° 2



ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

CLINICA ATE

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : CLINICA ATE
 SOLICITADO : GINEMEDICASOCIADOS S.A.C.
 CALICATA : C-2
 MUESTRA : M-1
 PROF.(m) : 4.50

PROF.(m)	TIPO DE EXCAVACION	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIF. SUCS	MUESTRA
-0.8	E X C A V A C I O N A C I E L O A B I E R T O	Relleno no controlado		
-2		Se ve la presencia de arena limosa	SM	
-3.6		Se ve la presencia de arena arcillosa	SC	
-4.5		Se ve la presencia de grava limosa con arena medianamente densa con contenido de piedras de un TM de 4", no se encontro nivel freatico.	GM	

TRABAJOS DE CAMPO

15


 JORGE SAUL
 HUARCAYA HUAMANI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 164057

Fuente: M RADO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Anexo 22. Perfil estratigráfico de la calicata N° 3



ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

CLINICA ATE

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : CLINICA ATE
 SOLICITADO : GINEMEDICASOCIADOS S.A.C.
 CALICATA : C-3
 MUESTRA : M-1
 PROF.(m) : 4.50

PROF.(m)	TIPO DE EXCAVACION	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIF. SUCS	MUESTRA
-0.8	E X C A V A C I O N A C I E L O A B I E R T O	Relleno no controlado		
-2.1		Se ve la presencia de arena limosa	SM	
-3.7		Se ve la presencia de arena arcillosa	SC	
-4.5		Se ve la presencia de grava limosa con arena medianamente densa con contenido de piedras de un TM de 4", no se encontro nivel freatico.	GM	

TRABAJOS DE CAMPO

16



 JORGE SAUL
 HUARCAYA HUAMANI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 164057

Fuente: M RADO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN



A la profundidad considerada, los cimientos se apoyarán sobre el suelo natural, grava pobremente graduada (GP), cuyas características de resistencia se han determinado a partir de las características del suelo, así como de la comparación con los resultados de los estudios in situ realizados en el área de estudio. Utilizándose para efectos de cálculo y de acuerdo a nuestra evaluación los siguientes resultados:

Densidad que por posibles efectos de saturación parcial del suelo se considera para efectos de cálculo 1.86 kg/cm³, encima y debajo de la cimentación. Luego aplicando la relación propuesta por Karl Terzaghi la capacidad portante Admisible (se considerará falla general) será de:

$$q_u = -c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{cd} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde:

Profundidad de Cimentación	Df	= 1.20 m
Factores de capacidad de carga	Nc	= 39.70
	Nq	= 27.10
	Nγ	= 36.95
Factor de Seguridad	F.S.	= 3.00

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Cimentación rectangular:

Para una cimentación de zapata rectangular con: B = 1.50 m; Df = 1.20 m.

Factores de forma.

$$F_{cs} = 1.51 \quad F_{\gamma s} = 0.70 \quad F_{qs} = 1.49$$

Factores de profundidad.

$$F_{cd} = 1.32 \quad F_{\gamma d} = 1.00 \quad F_{qd} = 1.22$$

Factores de inclinación.

$$F_{ci} = 1.00 \quad F_{\gamma i} = 1.00 \quad F_{qi} = 1.00$$



 JORGE SAUL
 HUARCAYA HUAMANI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 164057



Cuadro de resumen

Df (m)	B (m)	Qult (kg/cm ²)	Qadm (Kg/cm ²)
1.2	1.2	16.10	5.36
	1.5	16.79	5.60
	1.8	17.19	5.73

A la dimensión analizada B = 1.50 m:

$$q_{ult} = 16.79 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = 5.60 \text{ kg/cm}^2$$

Del cuadro podemos recomendar una capacidad de carga de 5.60 Kg/cm², para una cimentación rectangular; por ende, se brinda libertad al ingeniero estructural de seleccionar el tipo de cimentación en concordancia con el proyecto.

4.4 PREDICCIÓN DE ASENTAMIENTOS

4.4.1 ASENTAMIENTO ELÁSTICO

Para el análisis de cimentaciones, tenemos los llamados Asentamientos Totales y Asentamientos Diferenciales, de los cuales, los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa (2.54 cm = 1") (edificaciones), que es el asentamiento máximo para estructuras convencionales.

El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964). Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos. El asentamiento elástico inicial será:

$$s = \frac{\Delta q B (1 - u^2) I_w}{E_s}$$


 JORGE SAUL
 HUARCAYA HUAMANI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 164057

Anexo 25. Capacidad portante admisible Ton/m²



ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

CLINICA ATE

Donde:

S = Asentamiento (cm)

Q = Esfuerzo neto transmitido (ZC = 55.97 ton/m²)

B = Ancho de cimentación (ZC = 1.50 m)

Es = Módulo de Elasticidad (10000 Ton/m²)

u = Relación de Poissón (0.35).

lw = Factor de Forma (106).

Verificándose el resultado obtenido:

$$q_{ad} = 55.97 \text{ ton/m}^2$$

Para un Asentamiento permisible: S = 0.78 cm.

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación, fueron asumidas a partir de tablas (Dr. Ing. Jorge E. Alva Hurtado) publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde irá desplantada la cimentación. Los cálculos de asentamiento, se han realizado considerando cimentación rígida; se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

Por tanto se tiene que:

$$0.78 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK}$$


.....
JORGE SAÚL
HUARCAYA HUAMANI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 164057



4.4.2 ASENTAMIENTO TOLERABLE

El valor del asentamiento inmediato calculado, debe comprobarse si es inferior a los valores límites tolerables. Según la Norma Técnica de Suelos y Cimentaciones E.050, establece que el asentamiento diferencial no debe ser mayor que el calculado para una distorsión (α) angular prefijada, de acuerdo al tipo de estructura, así como la naturaleza del terreno. Luego para el tipo de estructura proyectado, se espera una distorsión angular de:

$$\alpha = \Delta / L = 1/500 \text{ (Para estructuras que no se permiten grietas)}$$

Donde:

Δ = Asentamiento Tolerable en cm

L = Distancia entre dos columnas extremas

α = Distorsión angular

Luego: L = 600 cm, entonces:

$$\text{El asentamiento Tolerable es: } \Delta = 600/500 = 1.20 \text{ cm}$$

Por tanto se tiene que:

$$0.78 \text{ cm} < 1.20 \text{ cm OK}$$

El asentamiento instantáneo a producirse es tolerable.

.....
JORGE SAUL
HUARCAYA HUAMANI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 164057



5 ANÁLISIS DE AGRESIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN

El suelo bajo el cual se cimienta toda estructura puede tener un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente).

Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar ó presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias e inundaciones, etc.).

Los principales elementos químicos a evaluar son los **sulfatos** y **cloruros** por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento respectivamente y las sales solubles totales por su acción mecánica sobre el cimiento, al ocasionarle asentamientos bruscos por lixiviación (lavado de sales del suelo con el agua).

De acuerdo a los resultados de laboratorio correspondientes a los ensayos de sales solubles totales y contenido de sulfatos. Muestra los siguientes resultados:

CUADRO N° 02 – ANÁLISIS QUÍMICOS

Calicata	Muestra	Profundidad m	Sales solubles totales ppm	Cloruros ppm	Sulfatos ppm
C-2	M-1	4.50	605.22	125.47	215.78

CUADRO N° 03 ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION

Presencia en el Suelo de :	p.p.m	Grado de Alteración	OBSERVACIONES
SULFATOS	0 – 1000	Leve	Como se indica en el cuadro anterior se verifica que la cantidad de presencia de sulfatos es leve por lo que se tendra en consideracion minimas recomendaciones para el concreto
	1000 - 2000	Moderado	
	2000 - 20,000	Severo	
	>20,000	Muy severo	
CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	La cantidad de presencia de cloruros existe en pocas cantidades por lo que se encuentra dentro de lo permitido
SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	La cantidad de presencia de sales solubles existe en pocas cantidades por lo que se encuentra dentro de lo permitido



 JORGE SAUL
 HUARCAYA HUAMANI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 164057



ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

CLINICA ATE

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El presente estudio fue elaborado con la finalidad de evaluar el comportamiento mecánico de los Suelos de Cimentación para el proyecto en mención, el cual es exclusivamente para este fin.
- Durante la excavación para la cimentación, deberá verificarse que se hayan sobrepasado las capas superiores de suelos finos y de relleno. Si al efectuar la excavación para los cimientos hasta las profundidades de cimentación mínimas recomendadas, no se satisface este requisito, deberá profundizarse la cimentación hasta cumplirlo y vaciar en la altura de sobre-excavación efectuada con un falso cimiento de concreto pobre ciclópeo.
- Para el diseño de la cimentación del proyecto se deberá utilizar los siguientes parámetros:

Nivel de cimentación:

1.- Zapatas Aisladas

Sobre el suelo natural constituido por **GM**, la profundidad mínima de cimentación será de 1.20 m, en zapatas a partir del nivel del piso terminado del sótano.

Tipo de cimentación:

Se recomienda considerar el uso de cimentaciones superficiales convencionales, tal como cimientos corridos y zapatas conectadas con vigas de cimentación, dejando en consideración de la aplicación al ingeniero estructural.

Capacidad de Carga:

Zapatas (estático): $q_{adm} = 5.60 \text{ kg/cm}^2$

- En caso de no encontrar el estrato firme se podrá utilizar una falsa zapata de concreto ciclópeo hasta llegar a dicho estrato, donde se transmitirá las cargas. En ningún caso se apoyarán en terreno orgánico o relleno.

JORGE SAUL
HUARCAYA HUAMANI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 164057



- De acuerdo al área sísmica donde se ubica la zona en estudio, existe la posibilidad de que ocurran los sismos de intensidades del orden VII en la escala de Mercalli Modificada. Asimismo, la localidad se encuentra ubicada en la zona 4 de alta sísmicidad.
- Para la aplicación de las Normas de Diseño Sismo resistente del RNE, debe considerarse que el depósito de suelo, donde estará ubicado el proyecto corresponde a un perfil tipo S2, suelos intermedio con periodo predominante $T_p = 0.60$ s.
- Se concluye por lo tanto, que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación, **contiene concentraciones nocivas de sulfatos con potencial leve de 215.78 ppm (100ppm-1000ppm)**, por lo cual se sugiere que se trabaje con el "Cemento Portland tipo V" o la reducción de la relación agua cemento de 0.50 para los elementos en contacto con el suelo. (Según el R.N.E.)
- En caso que resulten grandes desplazamientos laterales como resultado del análisis estático - dinámico, se recomienda el uso de zapatas combinadas con vigas de cimentación, con la finalidad de impedir los desplazamientos horizontales ocasionados por fuerzas sísmicas y empujes laterales en la estructuras.

NOTA:

Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente informe técnico, son solo aplicables para el área estudiada. De ninguna manera se puede aplicar a otros sectores u otros fines.


.....
JORGE SAUL
HUARQAYA HUAMANI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 164057



LABORATORIO GEOTECNICO

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D - 2216 N.T.P. - 339.127 MTC E - 108

PROYECTO : CLÍNICA ATE
 PROPIETARIO : Ginemedicasociados S.A.C
 SOLICITANTE : Ginemedicasociados S.A.C
 UBICACIÓN : Av. Nicolas Ayllon N°731 Sub Lote 6 - Distrito de Ate - Lima- Lima
 FECHA : MARZO - 2019 HECHO POR : J.D.M.

MUESTRAS

CALICATA		C - 1	C - 2	C - 3		
MUESTRA N°		M - 1	M - 1	M - 1		
PROFUNDIDAD (m)		4.50	4.50	4.50		
FRASCO No		11	175	2		
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	188.36	128.47	170.62		
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	180.45	122.61	162.27		
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	7.91	5.86	8.35		
4. Peso de recipiente	grs	16.18	16.34	16.82		
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	164.27	106.27	145.45		
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	4.82	5.51	5.74		

MUESTRAS

CALICATA						
MUESTRA N°						
PROFUNDIDAD (m)						
FRASCO No						
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs					
2. Peso recipiente + suelo seco	grs					
3. Peso de agua	(1) - (2) grs					
4. Peso de recipiente	grs					
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs					
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %					

EDGAR FLORES AZAÑERO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 84882



Obed Ysaí Rosales Salazar
 Gerente General

Av. Alfonso Ugarte N° 1428 - Oficina 301 - BARRIO SAN JUAN DE LOS RIOS
 E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Telefono: (511) (01) 5825630

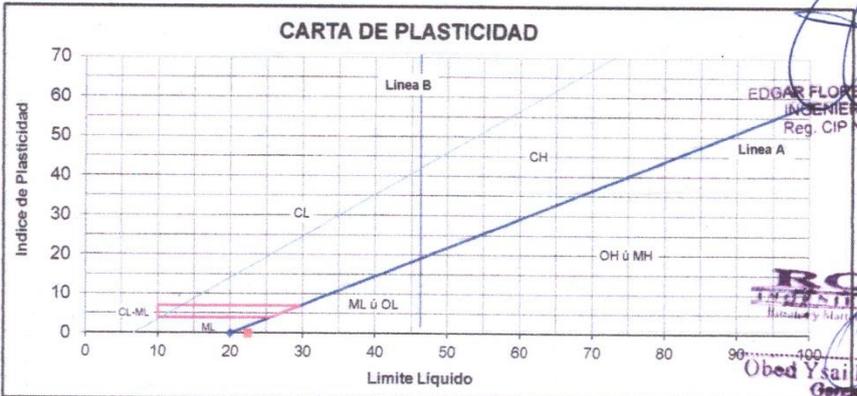
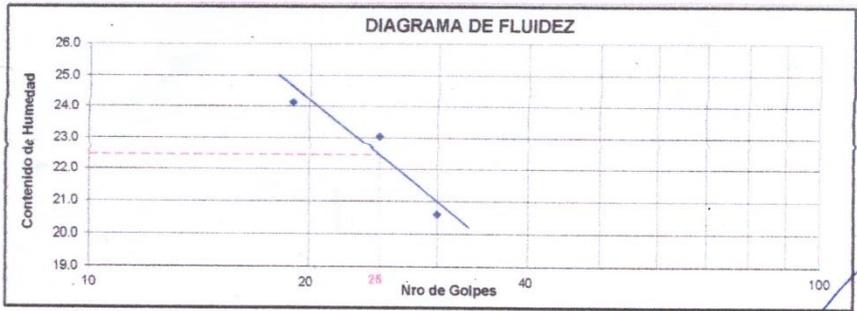


LABORATORIO GEOTECNICO

LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO
ASTM D - 4318 N.T.P. - 339.129 MTC E - 110 / E - 111

PROYECTO :	CLÍNICA ATE	CALICATA :	C - 1
PROPIETARIO :	Ginemedicasociados S.A.C	MUESTRA :	M - 1
SOLICITANTE :	Ginemedicasociados S.A.C	PROF (mit) :	4.50
UBICACIÓN :	Av. Nicolas Ayllon N°731 Sub Lote 6 - Distrito de Ate - Lima- Lima		
FECHA :	MARZO - 2019		

ENSAYO No	LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423)		
	1	2	1	2	3
CAPSULA N.			45	187	189
NUMERO DE GOLPES			19	25	30
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO			31.03	36.23	35.35
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO			27.72	32.50	31.95
3 PESO CAPSULA			14.00	16.32	15.45
4 PESO AGUA (1-2)			3.31	3.73	3.40
5 PESO SUELO SECO (2-3)			13.73	16.18	16.50
6 CONTENIDO DE HUMEDAD(45/100)			24.14	23.06	20.61
	L.P. = N.T.		L.L. = 22.46		
			I.P. = N.P.		



EDGAR FLORES AZANERO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 84832

ROMA
INGENIERIA - ANDINA
Humboldt y Matucana Ingenieros Andinos S.A.C.
Obedi Ysai Rosales Salazar
Gerente General

DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO:

Anexo 32. Análisis granulométrico C-1 / Estudio de suelos

ROMA
INGENIERÍA - ANDINA

LABORATORIO GEOTECNICO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D - 422 N.T.P. - 339.128 MTC E - 204

PROYECTO : CLÍNICA ATE
 PROPIETARIO : Ginemedicasociados S.A.C
 SOLICITADO : Ginemedicasociados S.A.C
 UBICACIÓN : Av. Nicolas Ayllon N°731 Sub Lote 6 - Distrito de Ate - Lima- Lima
 FECHA : MARZO - 2019

CALICATA : C - 1 MUESTRA: M - 1 PROFUNDIDAD : 4.50

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%)	0.53
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr)	8701.6
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECA (gr)	7257.3
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr)	1444.3

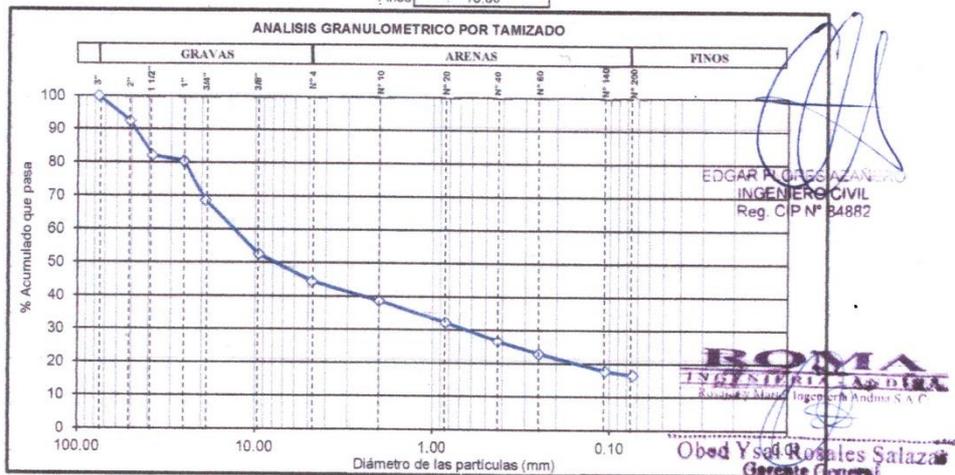
AASHTO **A-1-b(0)** ASTM D-3282
 SUCS **GM** ASTM D-2487
 Grava limosa con arena

TAMICES ASTM	DESCRIPCIÓN ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76.200				100.00
2"	50.800	652.8	7.50	7.50	92.50
1 1/2"	38.100	901.1	10.36	17.86	82.14
1"	25.400	147.9	1.70	19.56	80.44
3/4"	19.050	1022.9	11.76	31.31	68.69
3/8"	9.525	1401.6	16.11	47.42	52.58
N° 4	4.760	705.4	8.11	55.53	44.47
N° 10	2.000	507.0	5.83	61.36	38.65
N° 20	0.840	549.7	6.32	67.67	32.33
N° 40	0.426	490.9	5.64	73.31	26.69
N° 60	0.250	326.8	3.76	77.07	22.93
N° 140	0.106	439.5	5.05	82.12	17.88
N° 200	0.074	111.6	1.28	83.40	16.60
Fondo	-	1444.3	16.60	100.00	0.00

D60	13.91
D30	0.67
D10	-
Cu	-
Cc	-

Gravas	55.53
Arenas	27.87
Finos	16.60

Gruesa	31.31
Fina	24.21
Gruesa	5.83
Media	11.96
Fina	10.09



Observaciones :

Av. Alfonso Ugarte N° 1428 - Oficina 301 - Breña - Perú
 E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Teléfono: (511) (01) 5825630

Fuente: ROMA INGENIERÍA - ANDINA

Anexo 33. Análisis granulométrico C-2 / Estudio de suelos



LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D - 422 N.T.P. - 339.128 MTC E - 204

PROYECTO : CLÍNICA ATE
 PROPIETARIO : Ginemedicasociados S.A.C
 SOLICITADO : Ginemedicasociados S.A.C
 UBICACIÓN : Av. Nicolas Ayllon N°731 Sub Lote 6 - Distrito de Ate - Lima- Lima
 FECHA : MARZO - 2019

CALICATA : C - 2 MUESTRA: M - 1 PROFUNDIDAD : 4.50

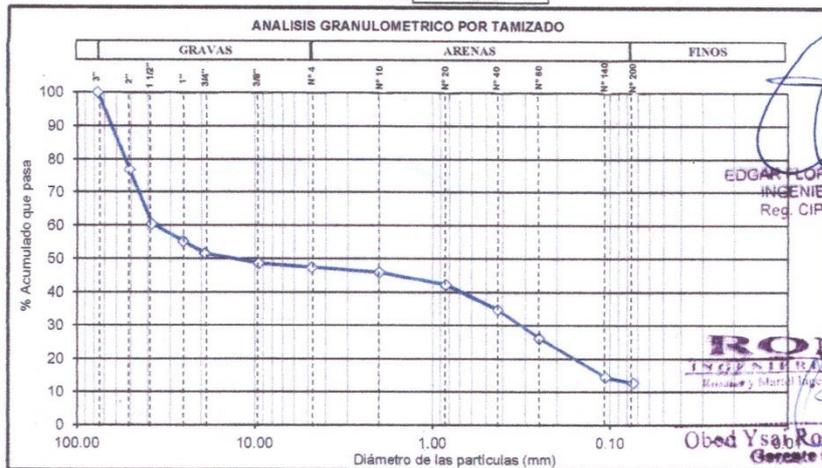
HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) : 9.17
 PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) : 7356.7
 PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECA (gr) : 6420.0
 PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) : 936.7
 AASHTO : A-1-b(0) ASTM D-3282
 SUCS : GM ASTM D-2487
 Grava limosa con arena

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.200				100.00
2"	50.800	1699.4	23.10	23.10	76.90
1 1/2"	38.100	1207.7	16.42	39.52	60.48
1"	25.400	389.6	5.30	44.81	55.19
3/4"	19.050	256.7	3.49	48.30	51.70
3/8"	9.525	222.2	3.02	51.32	48.68
N° 4	4.760	89.1	1.21	52.53	47.47
N° 10	2.000	108.8	1.48	54.01	45.99
N° 20	0.840	289.5	3.86	57.67	42.33
N° 40	0.426	551.5	7.50	65.17	34.83
N° 60	0.250	626.0	8.51	73.68	26.32
N° 140	0.106	667.2	11.79	85.47	14.53
N° 200	0.074	132.3	1.80	87.27	12.73
Fondo	-	936.7	12.73	100.00	0.00

D60	36.94
D30	0.33
D10	-
Cu	-
Cc	-

Gravas	52.53
Arenas	34.73
Finos	12.73

Gruesa	48.30
Fina	4.23
Gruesa	1.48
Media	11.16
Fina	22.10



Observaciones :

Av. Alfonso Ugarte N° 1428 - Oficina 301 - Breña - Perú
 E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Teléfono: (511) (01) 5825630

Anexo 34. Análisis granulométrico C-3 / Estudio de suelos



LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D - 422 N.T.P. - 339.128 MTC E - 204

PROYECTO : CLÍNICA ATE
 PROPIETARIO : Ginemedicasociados S.A.C
 SOLICITADO : Ginemedicasociados S.A.C
 UBICACIÓN : Av. Nicolas Ayllon N°731 Sub Lote 6 - Distrito de Ate - Lima - Lima
 FECHA : MARZO - 2019

CALICATA : C - 3 MUESTRA: M - 1 PROFUNDIDAD : 4.50

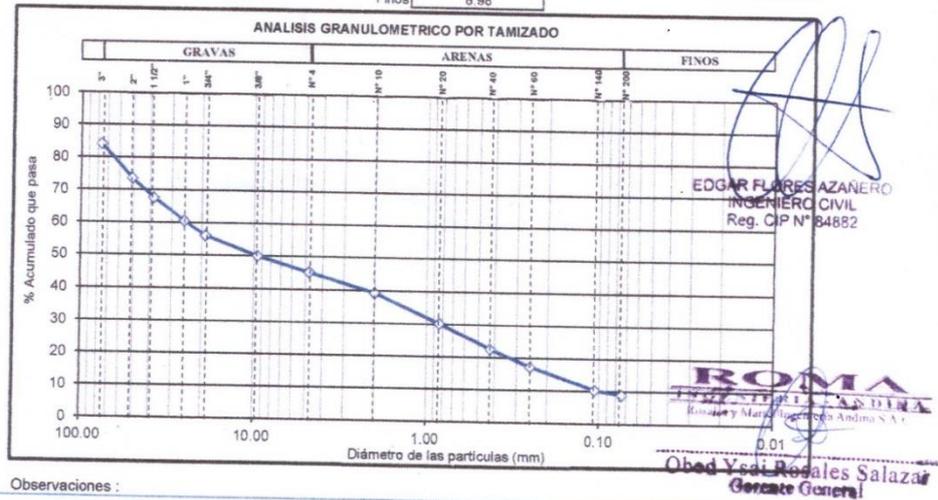
HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) : 11.32
 PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) : 8416.9
 PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECA (gr) : 7661.0
 PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) : 755.9
 AASHTO : A-1-a(0) ASTM D-3282
 SUCS : GP - GM ASTM D-2487
 Grava pobremente gradada con limo y arena

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA(%)
3"	76.200	1337.4	15.89	15.89	84.11
2"	50.800	886.0	10.53	26.42	73.58
1 1/2"	38.100	500.4	5.95	32.36	67.64
1"	25.400	596.1	7.06	39.44	60.56
3/4"	19.050	373.0	4.43	43.87	56.13
3/8"	9.525	510.9	6.07	49.94	50.06
N° 4	4.760	392.0	4.66	54.60	45.40
N° 10	2.000	512.4	6.09	60.69	39.31
N° 20	0.840	756.4	8.99	69.68	30.32
N° 40	0.426	644.5	7.66	77.33	22.67
N° 60	0.250	446.0	5.30	82.63	17.37
N° 140	0.106	588.9	7.00	89.63	10.37
N° 200	0.074	117.0	1.39	91.02	8.98
Fondo	-	755.9	8.98	100.00	0.00

D60	24.60
D30	0.82
D10	0.10
Cu	252.43
Cc	0.28

Gravas	54.60
Arenas	36.42
Finos	8.98

Gruesa	43.87
Fina	10.73
Gruesa	6.09
Media	16.64
Fina	13.69



Observaciones :

Av. Alfonso Ugarte N° 1428 - Oficina 301 - Breña - Perú
 E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Telefono: (511) (01) 5825630



LABORATORIO GEOTECNICO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA ASTM D - 3080

PROYECTO: CLÍNICA ATE
Ginemedicasociados S.A.C
SOLICITADO: Ginemedicasociados S.A.C
UBICACION: Av. Nicolas Ayllon N°731 Sub Lote 6 - Distrito de Ate - Lima - Lima
FECHA: MARZO - 2019

Sondaje: C - 2
Muestra: M - 1
Profund.(m): 4.80

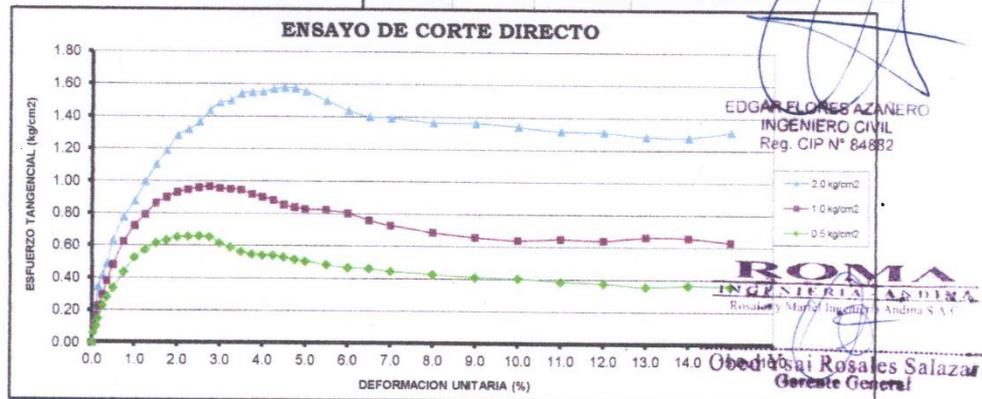
Datos del Especimen	Diámetro	6 cm.
	Altura	2 cm.
	Area Contac.	28.27

Material menor del tamiz N° 4
 $\gamma_s = 1.96$ gr/cm³
Peso = 105.18 gr

Estado/Muestra: ALTERADO - REMOLDEADO
Constante Dial de carga: 0.060

SUCS: GM Grava limosa con arena

Esf. Normal Deformación Tangencial %	0.5 Kg/cm ²			1.0 Kg/cm ²			2.0 Kg/cm ²		
	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm ²
0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.05	26.0	1.74	0.06	49.0	2.94	0.10	62.0	3.72	0.13
0.10	48.0	2.88	0.10	78.0	4.68	0.17	105.0	8.30	0.22
0.15	70.0	4.20	0.15	107.0	6.42	0.23	162.0	9.72	0.34
0.25	108.0	6.48	0.23	138.0	8.34	0.29	198.0	11.78	0.42
0.35	132.0	7.92	0.28	179.0	10.74	0.38	270.0	13.80	0.49
0.50	159.0	9.54	0.34	226.0	13.56	0.48	298.0	17.94	0.63
0.75	205.0	12.36	0.44	294.0	17.64	0.62	388.0	21.96	0.78
1.00	248.0	14.88	0.53	341.0	20.46	0.72	412.0	24.72	0.87
1.25	270.0	16.20	0.57	374.0	22.44	0.79	470.0	28.20	1.00
1.50	280.0	17.40	0.62	407.0	24.42	0.86	520.0	31.20	1.10
1.75	299.0	17.94	0.63	424.0	25.44	0.90	560.0	33.60	1.19
2.00	308.0	18.48	0.65	439.0	26.34	0.93	605.0	36.30	1.26
2.25	310.0	18.60	0.66	447.0	26.82	0.95	622.0	37.32	1.32
2.50	311.0	18.66	0.66	453.0	27.18	0.96	644.0	38.64	1.37
2.75	309.0	18.54	0.66	456.0	27.36	0.97	678.0	40.88	1.44
3.00	291.0	17.46	0.62	451.0	27.06	0.96	700.0	42.00	1.49
3.25	279.0	16.74	0.59	449.0	26.94	0.95	708.0	42.36	1.50
3.50	286.0	15.96	0.56	447.0	26.82	0.95	727.0	43.52	1.54
3.75	259.0	15.54	0.55	434.0	26.04	0.92	730.0	43.80	1.55
4.00	256.0	15.36	0.54	426.0	25.56	0.90	732.0	43.92	1.55
4.25	256.0	15.36	0.54	417.0	25.02	0.88	740.0	44.40	1.57
4.50	250.0	15.00	0.53	403.0	24.18	0.86	744.0	44.64	1.58
4.75	244.0	14.84	0.52	396.0	23.76	0.84	742.0	44.52	1.57
5.00	238.0	14.34	0.51	391.0	23.46	0.83	733.0	43.98	1.56
5.50	228.0	13.74	0.49	368.0	23.28	0.82	706.0	42.36	1.50
6.00	221.0	13.26	0.47	379.0	22.74	0.80	678.0	40.88	1.44
6.50	218.0	13.08	0.46	359.0	21.54	0.76	660.0	39.60	1.40
7.00	210.0	12.60	0.45	344.0	20.84	0.73	657.0	38.42	1.36
8.00	194.0	11.64	0.41	310.0	18.60	0.66	641.0	36.64	1.37
10.00	191.0	11.46	0.41	302.0	18.12	0.64	643.0	36.58	1.36
11.00	182.0	10.82	0.39	306.0	18.36	0.65	621.0	36.04	1.35
12.00	177.0	10.82	0.38	302.0	18.12	0.64	618.0	37.28	1.37
13.00	168.0	10.08	0.36	312.0	18.72	0.66	606.0	36.36	1.31
14.00	172.0	10.32	0.36	310.0	18.60	0.66	604.0	36.24	1.28
15.00	169.0	10.14	0.36	297.0	17.82	0.63	620.0	37.20	1.32



Av. Alfonso Ugarte N° 1428 - Oficina 301 - Breña - Perú
E-mail: roma.ingenieria.andina@gmail.com Teléfono: (511) (01) 5825630



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 093 - 2019

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad Máxima	600 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de escala (d)	0.01 g	
Div. de verificación (e)	0.1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	SE602F	
Número de Serie	B824537017	
Capacidad mínima	0.2 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2019-02-15	 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración
La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración
Las instalaciones del cliente.
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.8
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia
Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 093 - 2019

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	21.2 °C	21.2 °C

Medición N°	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	300.00	5	0	600.00	5	0	
2	300.00	6	-1	600.00	6	-1	
3	300.00	6	-1	599.99	3	-8	
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1	
5	300.00	6	-1	599.99	2	-7	
6	300.00	5	0	600.00	5	0	
7	300.00	7	-2	600.00	4	1	
8	300.00	5	0	600.00	6	-1	
9	300.01	8	7	600.01	8	7	
10	300.01	9	6	600.00	6	-1	
Diferencia Máxima			9	Diferencia Máxima			15
Error Máximo Permissible			100	Error Máximo Permissible			200

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.9 °C	22.0 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0.10	0.10	5	0	200.00	200.00	5	0	0
2		0.11	8	7		200.00	4	1	-6
3		0.10	6	-1		200.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		200.00	5	0	0
5		0.10	6	-1		200.01	8	7	8
Error máximo permisible									100

* Valor entre 0 y 10e

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 093 - 2019

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C 21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
60.00	60.00	6	-1	0	60.00	5	0	1	100
120.00	120.00	7	-2	-1	120.00	4	1	2	100
150.00	150.00	6	-1	0	150.00	5	0	1	100
200.00	200.00	5	0	1	200.00	6	-1	0	100
250.00	250.00	6	-1	0	250.00	7	-2	-1	100
300.00	300.00	6	-1	0	299.99	4	-9	-8	100
400.00	400.00	4	1	2	399.99	3	-8	-7	100
500.00	500.00	5	0	1	499.99	4	-9	-8	200
600.00	600.00	5	0	1	600.00	5	0	1	200

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
 l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.000041 \text{ g}^2 + 0.0000000015 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0.000018 R$

12. Incertidumbre
 La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
 La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	B845372630	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración, sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 094 - 2019

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0413 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (***) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0
2	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0
3	15,000	0.6	-0.1	29,999	0.3	-0.8
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
6	15,000	0.3	0.2	30,000	0.5	0.0
7	15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
8	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
10	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8
	Diferencia Máxima 1.0			Diferencia Máxima 0.9		
	Error Máximo Permissible ± 20.0			Error Máximo Permissible ± 30.0		

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10 g	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.8	-0.3	-0.3	
2		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	
3		10	0.6	-0.1		10,000	10,000	0.9	-0.4	-0.3
4		10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.2	0.3	0.3
5		10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.3	0.2	0.2
		* Valor entre 0 y 10e				Error máximo permisible			± 20.0	

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 094 - 2019

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C / 21.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.5	0.0	0.3	10.0
100	100	0.4	0.1	0.4	100	0.6	-0.1	0.2	10.0
500	500	0.9	-0.4	-0.1	500	0.4	0.1	0.4	10.0
1,000	1,000	0.5	0.0	0.3	1,000	0.8	-0.3	0.0	10.0
5,000	5,000	0.6	-0.1	0.2	5,000	0.9	-0.4	-0.1	20.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.5	0.0	0.3	20.0
15,000	15,000	0.2	0.3	0.6	15,000	0.2	0.3	0.6	20.0
20,000	20,000	0.3	0.2	0.5	20,000	0.6	-0.1	0.2	30.0
25,000	25,001	0.3	1.2	1.5	25,000	0.5	0.0	0.3	30.0
30,000	30,000	0.5	0.0	0.3	30,000	0.5	0.0	0.3	30.0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
 I: Indicación de la balanza. E: Error encontrado E_c: Error corregido

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.4223333 \text{ g}^2 + 0.00000000043 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0.0000323 R$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA
 RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología
 Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente 800-2019

2. Solicitante INGEOCONTROL S.A.C.

3. Dirección MZA. B LOTE 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

4. Equipo de medición BALANZA ELECTRÓNICA

Capacidad Máxima 3000 g

División de escala (d) 0.1 g

Div. de verificación (e) 1.0 g

Clase de exactitud II

Marca OHAUS

Modelo SE3001F

Número de Serie 8346750775

Capacidad mínima 2.0 g

Procedencia U.S.A.

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2019-02-13

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 092 - 2019

Página 2 de 4

6. Método de Calibración
La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INACAL

7. Lugar de calibración
Las instalaciones del cliente.
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.6
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia
Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 **Oficina:** (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe **Web:** www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

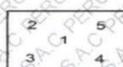
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 1,500 g			Carga L2 = 3,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1500.0	50	0	3000.0	50	0	
2	1500.0	60	-10	3000.0	40	10	
3	1500.0	60	-10	3000.0	40	10	
4	1500.0	50	0	3000.1	80	70	
5	1500.0	20	30	3000.0	60	-10	
6	1500.0	60	-10	3000.0	50	0	
7	1500.1	80	70	3000.0	60	-10	
8	1500.0	60	-10	3000.0	50	0	
9	1500.0	50	0	3000.0	30	20	
10	1500.0	20	30	3000.0	50	0	
Diferencia Máxima			80	Diferencia Máxima			80
Error Máximo Permissible			1,000.0	Error Máximo Permissible			1,000.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.6 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1		1.0	50	0		1000.0	4	46	46	
2		1.0	50	0		1000.0	60	-10	-10	
3	1.0	1.0	40	10	1000.0	1000.0	50	0	-10	
4		1.0	50	0		1000.0	50	0	0	
5		1.0	50	0		999.9	30	-80	-80	
* Valor entre 0 y 10e						Error máximo permisible				1,000.0

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 092 - 2019**

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	40	10						
2.0	2.0	60	-10	-20	2.0	50	0	-10	1,000
10.0	10.0	40	10	0	10.0	50	0	-10	1,000
100.0	100.0	50	0	-10	100.0	60	-10	-20	1,000
500.0	500.0	50	0	-10	500.0	60	-10	-20	1,000
800.0	800.0	60	-10	-20	800.0	60	-10	-20	1,000
1000.0	1000.0	50	0	-10	1000.0	50	0	-10	1,000
1500.0	1500.0	50	0	-10	1499.9	50	-100	-110	1,000
2000.0	2000.1	60	90	80	1999.9	4	-54	-64	1,000
2500.0	2500.1	80	70	60	2499.9	20	-70	-80	1,000
3000.0	3000.1	70	80	70	3000.1	80	70	60	1,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.004094 \text{ g}^2 + 0.00000000135 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0.0000219 \text{ R}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 095 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	250 g
División de escala (d)	0.0001 g
Div. de verificación (e)	0.001 g
Clase de exactitud	I
Marca	DENVER INSTRUMENT COMPANY
Modelo	AA-250
Número de Serie	B032815
Capacidad mínima	0.0020 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2019-02-13

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión
2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 095 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPÍ.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C
Humedad Relativa	56%	56%



9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 095 - 2019

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	21.2 °C	21.2 °C

Medición Nº	Carga L1 = 120 g			Carga L2 = 250 g		
	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	119.9970	-	-2.950	249.9911	-	-8.850
2	119.9971	-	-2.850	249.9912	-	-8.750
3	119.9974	-	-2.550	249.9915	-	-8.450
4	119.9970	-	-2.950	249.9915	-	-8.450
5	119.9972	-	-2.750	249.9914	-	-8.550
6	119.9970	-	-2.950	249.9915	-	-8.450
7	119.9973	-	-2.650	249.9914	-	-8.550
8	119.9970	-	-2.950	249.9915	-	-8.450
9	119.9971	-	-2.850	249.9915	-	-8.450
10	119.9973	-	-2.650	249.9916	-	-8.350
	Diferencia Máxima		0.400	Diferencia Máxima		0.500
	Error Máximo Permissible		3	Error Máximo Permissible		3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.9 °C	22.0 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	f (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1		0.0008	-	-0.150		79.9977	-	-2.250	-2.100	
2		0.0008	-	-0.150		79.9971	-	-2.850	-2.700	
3	0.0010	0.0009	-	-0.050	80.0000	79.9972	-	-2.750	-2.700	
4		0.0008	-	-0.150		79.9978	-	-2.150	-2.000	
5		0.0007	-	-0.250		79.9972	-	-2.750	-2.500	
* Valor entre 0 y 10e								Error máximo permisible		3

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 095 - 2019

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.7 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.0010	0.0009	-	-0.050						
0.0020	0.0019	-	-0.050	0.000	0.0015	-	-0.450	-0.400	1
1.0000	1.0005	-	0.550	0.600	0.9992	-	-0.750	-0.700	1
10.0000	10.0008	-	0.850	0.900	9.9989	-	-1.050	-1.000	2
50.0000	50.0012	-	1.250	1.300	49.9978	-	-2.150	-2.100	3
80.0000	80.0018	-	1.850	1.900	79.9986	-	-1.350	-1.300	3
100.0000	100.0021	-	2.150	2.200	99.9989	-	-1.050	-1.000	3
120.0000	120.0025	-	2.550	2.600	119.9975	-	-2.450	-2.400	3
150.0000	150.0031	-	3.150	3.200	149.9981	-	-1.850	-1.800	3
200.0000	200.0036	-	3.650	3.700	199.9985	-	-1.450	-1.400	3
250.0000	250.0039	-	3.950	4.000	250.0039	-	3.950	4.000	3

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000002 \text{ g}^2 + 0.0000000000489 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000191 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-106-2019**

Peticionario : INGEOCONTROL SAC
Atención : INGEOCONTROL SAC
Lugar de calibración : Calle 16. Mz. B lote 11 Urb. Ampliación los Portales de Chavin 4° Etapa - SMP.
Tipo de equipo : Máquina de Compresión Axial Eléctro-hidráulica
Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)
División de escala : 0.1 kN
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Modelo : No Indica.
Nº de serie del equipo : PC 001 Código : LC-001
Lector digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL
Nº de serie lector digital : 1887-1-00082
Procedencia : USA
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,6°C / 64%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19,7°C / 64%
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2019-10-25

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-10-28	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-106-2019

Página 1 de 2



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
9	100	99,98	101,13	100,20	100,40	-0,4	0,1
18	200	199,31	199,68	200,90	200,00	0,0	0,1
27	300	301,78	302,02	301,85	301,90	-0,6	0,1
36	400	401,75	401,02	400,62	401,10	-0,3	0,1
45	500	501,43	503,39	501,85	502,20	-0,4	0,1
54	600	604,82	602,78	604,07	603,90	-0,6	0,1
63	700	704,63	702,39	705,95	704,30	-0,6	0,1
72	800	805,46	800,30	805,27	803,70	-0,5	0,1
81	900	896,50	894,15	898,70	896,50	0,4	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.





PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LT - 027 - 2019**

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente **800-2019**
2. Solicitante **INGEOCONTROL S.A.C.**
3. Dirección **MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES**
4. Equipo **HORNO**
Alcance Máximo **300 °C**
Marca **PERUTEST**
Modelo **PT-H**
Número de Serie **Q105**
Procedencia **PERÚ**
Identificación **NO INDICA**
Ubicación **NO INDICA**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración **2019-02-13**

Fecha de Emisión **2019-02-15** Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5	22.5
Humedad Relativa	63 %	63 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1145-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio: 21 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo: 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.2	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	10.9
02	110.0	107.3	107.1	109.7	115.7	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.7
04	110.0	107.0	106.9	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.6	110.1	11.2
06	110.0	107.4	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	112.4	112.6	109.7	110.0	11.3
08	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.0	109.0	113.0	112.4	109.7	110.1	11.1
10	110.0	107.3	107.0	109.7	115.7	113.0	104.1	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.6
12	110.0	107.0	107.1	111.0	115.4	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.4
14	110.0	107.4	106.9	109.7	115.3	112.6	104.1	109.0	113.0	112.6	109.7	110.0	11.2
16	110.0	106.9	107.0	111.3	115.1	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.6	110.0	10.9
18	110.0	107.3	107.1	110.5	115.7	113.0	104.0	109.0	113.0	113.0	109.7	110.2	11.7
20	110.0	107.0	107.1	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.2
22	110.0	107.4	107.1	110.5	115.1	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
24	110.0	106.9	106.9	111.0	115.7	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.7	110.1	11.5
26	110.0	107.3	107.0	109.7	115.4	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.7	109.9	11.4
28	110.0	106.9	106.9	111.3	115.3	113.0	104.2	108.6	113.0	113.0	109.6	110.2	11.1
30	110.0	107.3	107.0	110.5	115.4	112.4	104.0	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	11.4
32	110.0	107.0	107.1	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.2	11.3
34	110.0	107.4	107.0	109.7	115.1	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
36	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.2	11.5
38	110.0	106.9	107.1	110.5	115.1	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.1
40	110.0	107.3	106.9	111.0	115.7	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.1	11.7
42	110.0	107.0	107.0	109.7	115.4	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.7	109.9	11.2
44	110.0	107.4	107.0	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	112.4	113.0	109.7	110.1	11.3
46	110.0	106.9	107.1	109.7	115.1	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.6	109.9	10.9
48	110.0	107.3	107.1	111.3	115.7	112.6	104.1	109.0	112.6	112.6	109.7	110.2	11.6
50	110.0	106.9	106.9	110.5	115.4	112.4	104.2	108.6	113.0	112.4	109.7	110.0	11.2
52	110.0	107.0	107.0	111.3	115.3	113.0	104.0	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.3
54	110.0	107.4	107.1	111.0	115.1	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	11.1
56	110.0	106.9	107.1	109.7	115.7	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	109.9	11.7
58	110.0	107.3	106.9	111.3	115.4	113.0	104.2	109.0	112.6	113.0	109.7	110.2	11.2
60	110.0	106.9	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.0	11.2
T.PROM	110.0	107.1	107.0	110.6	115.4	112.7	104.1	108.7	112.7	112.7	109.7	110.1	
T.MAX	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	113.0	104.2	109.0	113.0	113.0	109.7		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	109.7	115.1	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.6		
DTT	0.0	0.5	0.2	1.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1		



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 027 - 2019

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	115.7	10.3
Mínima Temperatura Medida	104.0	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11.3	10.4
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	11.7	10.4

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 **Oficina:** (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe **Web:** www.perutest.com.pe

Fuente: LEM – INGEOCONTROL



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

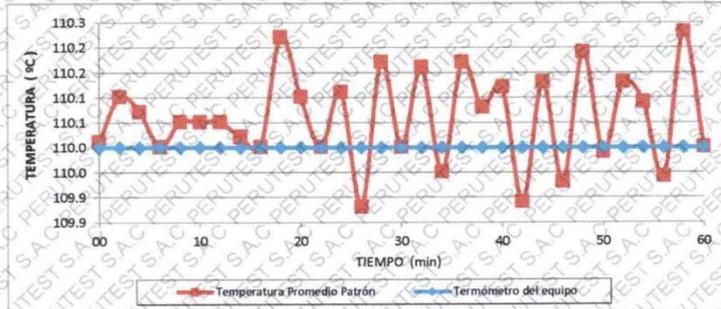
RUC N° 20602182721

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LT - 027 - 2019**

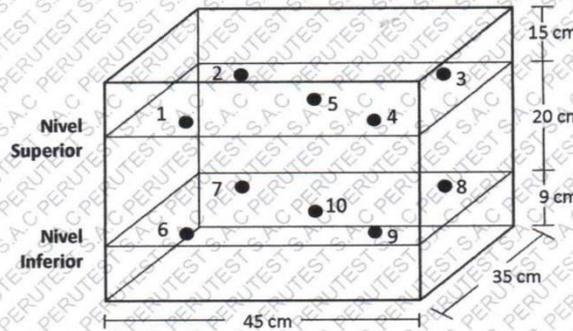
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 10 °C**



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: LEM – INGEOCONTROL



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LL - 035 - 2019**

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA -	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de Medición	VERNIER (PIE DE REY)	
Alcance de indicación	0 mm a 150 mm / 0 pulg. a 6 pulg.	
División de Escala / Resolución	0.01 mm / 0.0005 pulg.	
Marca	UBERMAN	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA (*)	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	minima	máxima
Temperatura	22.3 °C	22.6 °C
Humedad Relativa	61 %	68 %



9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Serie grabada en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	74,57 μm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	75,39 μm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	51,55 μm
MALLA No. MESH No.	200
SERIE No. SERIAL No.	62281
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 1,69 \mu\text{m}$
FECHA DATE	2018 - 02 - 15
FIRMA SGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIF
Certificator
1215

AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	150,94 μm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	155,71 μm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	100,95 μm
MALLA No. MESH No.	100
SERIE No. SERIAL No.	61772
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 2,54 \mu\text{m}$

FECHA DATE 2018-01-22 FIRMA SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11-15
BUREAU VERIT
Certification
61 (FEBRU 2015)



AC-P-11-P-01 Rev4

Anexo 63. Certificado tamiz (malla n° 60)

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

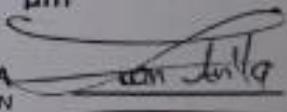
GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	247,38	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	254,34	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	150,19	µm
MALLA No. MESH No.	60	
SERIE No. SERIAL No.	59958	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 3,90	µm

FECHA 2017 - 10 - 04
DATE

FIRMA
SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification
V09001-EN



AC-P-11-F-01 Rev01

Fuente: LEM – INGEOCONTROL

Anexo 64. Certificado tamiz (malla n° 40)

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	430,93 μm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	436,84 μm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	260,31 μm
MALLA No. MESH No.	40
SERIE No. SERIAL No.	62021
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 4,57 \mu\text{m}$
FECHA DATE	2018 - 02 - 02
FIRMA SIGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification
#2018-001



AC-P-11-F-01 Rev4

Fuente: LEM – INGEOCONTROL

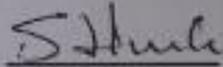
**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	853,39 μm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	852,92 μm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	512,91 μm
MALLA No. MESH No.	20
SERIE No. SERIAL No.	62193
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 10,84 \mu\text{m}$

FECHA 2018-02-12 FIRMA 

DATE DATE SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 19
BUREAU VERIT
Certification



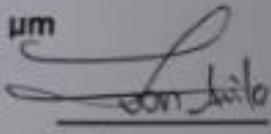
AG-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	2011,78 μm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	2042,80 μm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	828,96 μm
MALLA No. MESH No.	10
SERIE No. SERIAL No.	62293
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 17,33 \mu\text{m}$
FECHA DATE	2018 - 02 - 16
FIRMA SIGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification
V 15 0001 010



AGP-11-P-01 Rev4

Anexo 67. Certificado tamiz (malla n° 4)

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	4,77	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	4,90	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	1,46	mm
MALLA No. MESH No.	4	
SERIE No. SERIAL No.	62646	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm
FECHA DATE	2018 - 03 - 07	FIRMA SIGN

[Handwritten Signature]

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIF
Certification
V7 0001 - 01

AC.P-11-P-01 Rev4

Fuente: LEM – INGEOCONTROL

Anexo 68. Certificado tamiz (malla n° 3/8")

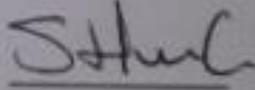
**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	12,61 mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	12,85 mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,66 mm
MALLA No. MESH No.	3/8"
SERIE No. SERIAL No.	62027
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55 µm

FECHA DATE 2018 - 02 - 02 FIRMA SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification

AC-2-11-2-01 Rev 04

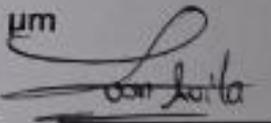
Fuente: LEM – INGEOCONTROL

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORMA
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	19,07 mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	19,20 mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,22 mm
MALLA No. MESH No.	3/4"
SERIE No. SERIAL No.	62015
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55 µm
FECHA DATE	2018 - 02 - 02
FIRMA SIGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11-15
BUREAU VERI
Certification
47-19061-2018

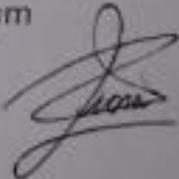
AG-IP-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	24,84	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	25,08	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,50	mm
MALLA No. MESH No.	1"	
SERIE No. SERIAL No.	61465	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm
FECHA DATE	2017 - 12 - 26	FIRMA 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification
010001 2014

AG-P-11-F-01 Rev4

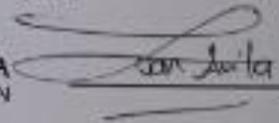
Anexo 71. Certificado tamiz (malla n° 1 1/2")

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	37,88	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	38,11	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	4,52	mm
MALLA No. MESH No.	1 ½"	
SERIE No. SERIAL No.	60393	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,56	µm
FECHA DATE	2017 - 10 - 25	FIRMA SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 18
BUREAU VERIT
Certification
070960-011



AC-11-1-41 Rev4

Fuente: LEM – INGEOCONTROL

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO <small>AVERAGE APERTURE</small>	49,88	mm
ABERTURA MÁXIMA <small>MAXIMUM APERTURE</small>	49,80	mm
DIÁMETRO PROMEDIO <small>AVERAGE DIAMETER</small>	4,94	mm
MALLA No. <small>MESH No.</small>	2"	
SERIE No. <small>SERIAL No.</small>	62140	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN <small>UNCERTAINTY OF MEASUREMENT</small>	± 10,56	µm
FECHA <small>DATE</small>	2016-02-07	FIRMA <small>SIGN</small>

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIF
Certification
20151-010

AC.P-11.2-01 Rev.4



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 886 - 2018

Página 1 de 3

Expediente : T 403-2018
Fecha de Emisión : 2018-10-15

1. Solicitante : ROSALES Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C.
Dirección : CAL JAVIER CORTEZ NRO. 124 - LIMA - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : NO INDIA

Número de Serie : NO INDIA

Alcance de Indicación : 30000 g

División de Escala de Verificación (e) : 10 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDIA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2018-10-12

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de ROSALES Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C.
CAL JAVIER CORTEZ NRO. 124 - LIMA - LIMA



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 886 - 2018

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,7 °C	20,9 °C
Humedad Relativa	63 %	62 %

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-093-2018 / LM-094-2018
		LM-095-2018

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000 g			Carga L2= 30 000 g		
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)
1	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,7	-0,2
2	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,5	0,0
3	15 001	0,3	1,2	30 000	0,6	-0,1
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
6	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,3	1,2
7	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
8	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,6	0,9
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
Diferencia Máxima			1,6	1,6		
Error máximo permitido ±			20 g	± 30 g		



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 886 - 2018

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₃				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(g)	E ₀ (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)
1	10	10	0,8	-0,3	10 000	10 000	0,9	-0,4	-0,1
2		10	0,6	-0,1		10 001	0,4	1,1	1,2
3		10	0,9	-0,4		10 000	0,8	-0,3	0,1
4		10	0,9	-0,4		10 000	0,6	-0,1	0,3
5		10	0,6	-0,1		10 000	0,9	-0,4	-0,3

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(*)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	
10	10	0,9	-0,4						10
20	20	0,8	-0,3	0,1	20	0,6	-0,1	0,3	10
100	100	0,5	0,0	0,4	100	0,8	-0,3	0,1	10
500	500	0,6	-0,1	0,3	500	0,7	-0,2	0,2	10
1 000	1 000	0,5	0,0	0,4	1 000	0,6	-0,1	0,3	10
5 000	5 000	0,9	-0,4	0,0	5 000	0,9	-0,4	0,0	10
10 000	10 000	0,6	-0,1	0,3	10 000	0,8	-0,3	0,1	20
15 000	15 000	0,8	-0,3	0,1	15 000	0,5	0,0	0,4	20
20 000	20 001	0,4	1,1	1,5	20 000	0,6	-0,1	0,3	20
25 000	25 000	0,8	-0,3	0,1	25 001	0,3	1,2	1,6	30
30 000	30 000	0,7	-0,2	0,2	30 000	0,7	-0,2	0,2	30

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000218 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,661 \text{ g}^2 + 0,00000000407 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL : Carga Incrementada E : Error encontrado E₀ : Error en cero E_c : Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



[Handwritten Signature]

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 937 - 2018

Punto de Precisión SAC

Página : 1 de 2

Expediente : T 403-2018
Fecha de emisión : 2018-10-15

1. Solicitante : ROSALES Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C.
Dirección : CAL. JAVIER CORTEZ NRO. 124 - LIMA - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE
Marca de Copa : ELE
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA
Marca de Contómetro : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE ROSALES Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C.
12 - OCTUBRE - 2018

4. Método de Calibración
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D-4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0756 - 2017	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25.6	25.7
Humedad %	58	58

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 77. Certificado de calibración copa Casagrande



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 937 - 2018

Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	54,65	2,12	27,45	47,49	52,21	150,55	125,35	10,03	2,15	13,48
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13,5
TOLERANCIA ±	2	0,1	1	1	5	5	5	0,1	0,1	0,1
ERROR	0,65	0,12	0,45	0,49	2,21	0,55	0,35	0,03	0,15	-0,02

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Fuente: ROMA INGENIERÍA – ANDINA



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 888 - 2018

Página 1 de 3

Expediente : T 403-2018
Fecha de Emisión : 2018-10-15

1. Solicitante : ROSALES Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C.
Dirección : CAL JAVIER CORTEZ NRO. 124 - LIMA - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : NO INDICA

Modelo : NO INDICA

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 600 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2018-10-12

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de ROSALES Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C.
CAL JAVIER CORTEZ NRO. 124 - LIMA - LIMA



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LB - 888 - 2018

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,7 °C	20,8 °C
Humedad Relativa	66 %	66 %

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1)	M-0660-2018 LM-323-2018

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	300,00	8	-3	599,99	9	-14
2	300,00	9	-4	600,00	6	-1
3	300,00	7	-2	600,00	4	1
4	300,00	8	-3	600,00	8	-3
5	300,00	4	1	600,00	7	-2
6	300,00	8	-3	600,00	8	-3
7	300,00	9	-4	600,00	9	-4
8	300,00	7	-2	600,00	5	0
9	300,00	8	-3	600,00	3	2
10	300,00	6	-1	600,00	8	-3
Diferencia Máxima			5	16		
Error máximo permitido ±			300 mg	± 300 mg		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP Nº 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 888 - 2018

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₃				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	Eo(mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)
1	0,10	0,10	8	-3	200,00	200,00	8	-3	0
2		0,10	6	-1		200,01	4	11	12
3		0,10	5	0		200,01	3	12	12
4		0,10	9	-4		200,00	8	-3	1
5		0,10	8	-3		200,00	8	-3	0
					Error máximo permitido: ± 200 mg				

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)	
0,10	0,10	6	-1						100
0,20	0,20	9	-4	-3	0,20	5	0	1	100
1,00	1,00	8	-3	-2	1,00	8	-3	-2	100
10,00	10,00	7	-2	-1	10,00	4	1	2	100
50,00	50,00	5	0	1	50,00	9	-4	-3	100
100,00	100,00	8	-3	-2	100,00	7	-2	-1	200
200,00	200,01	4	11	12	200,00	5	0	1	200
300,00	300,00	9	-4	-3	300,00	8	-3	-2	300
400,00	400,00	8	-3	-2	400,00	6	-1	0	300
500,00	500,01	3	12	13	500,01	5	10	11	300
600,00	600,00	8	-3	-2	600,00	8	-3	-2	300

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000135 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,0000463 \text{ g}^2 + 0,0000000142 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



[Handwritten Signature]

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 887 - 2018

Página: 1 de 3

Expediente : T 403-2018
Fecha de Emisión : 2018-10-15

1. Solicitante : ROSALES Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C
Dirección : CAL JAVIER CORTEZ NRO. 124 - LIMA - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : NO INDICA

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 6000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2018-10-12

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de ROSALES Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C
CAL JAVIER CORTEZ NRO. 124 - LIMA - LIMA

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 887 - 2018

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,3 °C	25,1 °C
Humedad Relativa	49 %	49 %

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-093-2018

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3 000,0 g			Carga L2= 6 000,0 g		
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)
1	3 000,2	0,03	0,22	6 000,0	0,09	-0,04
2	3 000,1	0,05	0,10	6 000,0	0,06	-0,01
3	3 000,0	0,08	-0,03	6 000,1	0,03	0,12
4	3 000,1	0,04	0,11	6 000,0	0,08	-0,03
5	3 000,2	0,05	0,20	6 000,0	0,07	-0,02
6	3 000,1	0,06	0,09	6 000,1	0,05	0,10
7	3 000,1	0,04	0,11	6 000,1	0,04	0,11
8	3 000,2	0,05	0,20	6 000,0	0,08	-0,03
9	3 000,0	0,08	-0,03	6 000,0	0,06	-0,01
10	3 000,1	0,03	0,12	6 000,0	0,09	-0,04
Diferencia Máxima			0,25	0,16		
Error máximo permitido ±			3 g	± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 887 - 2018

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₃				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(g)	E ₀ (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)
1	1,0	1,0	0,06	-0,01	2 000,0	2 000,0	0,08	-0,03	-0,02
2		1,0	0,08	-0,03		2 000,1	0,03	0,12	0,15
3		1,0	0,09	-0,04		2 000,0	0,06	-0,01	0,03
4		1,0	0,06	-0,01		2 000,1	0,05	0,10	0,11
5		1,0	0,06	-0,01		2 000,1	0,04	0,11	0,12
					Error máximo permitido: ± 2 g				

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	
1,0	1,0	0,06	-0,01						1
2,0	2,0	0,08	-0,03	-0,02	2,0	0,07	-0,02	-0,01	1
50,0	50,0	0,09	-0,04	-0,03	49,9	0,06	-0,11	-0,10	1
100,0	100,0	0,06	-0,01	0,00	100,0	0,09	-0,04	-0,03	1
500,0	500,0	0,07	-0,02	-0,01	500,0	0,08	-0,03	-0,02	1
1 000,0	1 000,0	0,08	-0,03	-0,02	1 000,0	0,06	-0,01	0,00	2
2 000,0	2 000,0	0,06	-0,01	0,00	2 000,1	0,04	0,11	0,12	2
3 000,0	3 000,1	0,03	0,12	0,13	3 000,2	0,05	0,20	0,21	3
4 000,0	4 000,1	0,05	0,10	0,11	4 000,1	0,05	0,10	0,11	3
5 000,0	5 000,0	0,09	-0,04	-0,03	5 000,1	0,03	0,12	0,13	3
6 000,0	6 000,0	0,08	-0,03	-0,02	6 000,0	0,08	-0,03	-0,02	3

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000101 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,0114 \text{ g}^2 + 0,00000000185 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL : Carga Incrementada E : Error encontrado E₀ : Error en cero E_c : Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 387 - 2018

Página : 1 de 4

Expediente : T 403-2018
Fecha de emisión : 2018-10-13

1. Solicitante : ROSALES Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C.
Dirección : CAL JAVIER CORTEZ NRO. 124 - LIMA - LIMA

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : MEMMERT

Modelo del Equipo : NO INDICA

Serie del Equipo : NO INDICA

Capacidad del Equipo : 54 L

Marca de indicador : NO INDICA

Temperatura calibrada : 110 °C

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE ROSALES Y MARTEL INGENIERIA ANDINA S.A.C.
12 - OCTUBRE - 2018

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del Indecopi.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 075 - 2018	INACAL - DM
TERMÓMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0747 - 2017	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,1	29,1
Humedad %	50	51

7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 387 - 2018

Página : 2 de 4

CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110,0	110,6	109,5	109,4	111,5	110,3	110,4	110,6	109,5	110,4	111,3	110,4	2,1
2	110,0	110,3	109,6	109,5	111,3	110,6	110,6	110,5	109,6	110,5	111,5	110,4	2,0
4	110,0	110,5	109,5	109,6	111,5	110,2	110,2	110,3	109,5	110,2	111,3	110,3	2,0
6	110,0	110,2	109,3	109,3	111,3	110,3	110,3	110,2	109,3	110,3	111,2	110,2	2,0
8	110,0	110,3	109,5	109,5	111,3	110,4	110,2	110,3	109,2	110,4	111,3	110,2	2,1
10	110,0	110,2	109,4	109,6	111,6	110,5	110,4	110,6	109,4	110,6	111,1	110,3	2,2
12	110,0	110,1	109,5	109,7	111,4	110,3	110,5	110,3	109,2	110,3	111,2	110,3	2,2
14	110,0	110,4	109,8	109,8	111,6	110,2	110,3	110,4	109,8	110,1	111,0	110,3	1,8
16	110,0	110,5	109,5	109,5	111,2	110,3	110,2	110,2	109,6	110,3	111,3	110,3	1,8
18	110,0	110,6	109,3	109,6	111,3	110,2	110,3	110,3	109,3	110,5	111,6	110,3	2,3
20	110,0	110,3	109,2	109,3	111,3	110,5	110,2	110,3	109,2	110,3	111,2	110,2	2,1
22	110,0	110,2	109,5	109,4	111,3	110,2	110,3	110,2	109,6	110,2	111,1	110,2	1,9
24	110,0	110,2	109,6	109,3	111,6	110,1	110,2	110,3	109,5	110,1	111,3	110,2	2,3
26	110,0	110,5	109,2	109,8	111,2	110,3	110,3	110,3	109,3	110,2	111,4	110,3	2,2
28	110,0	110,3	109,3	109,6	111,5	110,1	110,6	110,2	109,2	110,2	111,5	110,3	2,3
30	110,0	110,2	109,4	109,5	111,3	110,3	110,4	110,3	109,5	110,6	111,3	110,3	1,9
32	110,0	110,3	109,5	109,3	111,4	110,6	110,8	110,3	109,4	110,5	111,2	110,3	2,1
34	110,0	110,5	109,0	109,5	111,5	110,2	110,2	110,2	109,6	110,3	111,6	110,3	2,6
36	110,0	110,3	109,4	109,6	111,3	110,2	110,3	110,3	109,5	110,2	111,3	110,2	1,9
38	110,0	110,1	109,6	109,2	111,3	110,3	110,3	110,3	109,8	110,3	111,2	110,2	2,1
40	110,0	110,3	109,2	109,3	111,1	110,5	110,2	110,2	109,2	110,2	111,3	110,2	2,1
42	110,0	110,3	109,6	109,6	111,3	110,2	110,3	110,5	109,6	110,2	111,2	110,3	1,7
44	110,0	110,2	109,5	109,5	111,2	110,3	110,6	110,3	109,3	110,5	111,3	110,3	2,0
46	110,0	110,3	109,3	109,6	111,5	110,2	110,4	110,6	109,5	110,2	111,2	110,3	2,2
48	110,0	110,6	109,5	109,9	111,3	110,3	110,2	110,3	109,4	110,3	111,3	110,3	1,9
50	110,0	110,2	109,4	109,4	111,3	110,1	110,3	110,2	109,6	110,2	111,2	110,2	1,9
52	110,0	110,1	109,4	109,6	111,6	110,2	110,2	110,3	109,3	110,1	111,4	110,2	2,3
54	110,0	110,3	109,3	109,8	111,3	110,3	110,3	110,2	109,5	110,3	111,5	110,3	2,2
56	110,0	110,3	109,5	109,6	111,2	110,2	110,2	110,3	109,3	110,3	111,3	110,2	2,0
58	110,0	110,4	109,6	109,3	111,3	110,3	110,3	110,4	109,3	110,4	111,6	110,3	2,3
60	110,0	110,5	109,5	109,5	111,6	110,2	110,3	110,5	109,6	110,5	111,4	110,4	2,1
T. PROM	110,0	110,3	109,4	109,5	111,4	110,3	110,3	110,3	109,4	110,3	111,3	110,3	
T. MAX	110,0	110,6	109,8	109,9	111,6	110,6	110,8	110,6	109,8	110,6	111,6		
T. MIN	110,0	110,1	109,0	109,2	111,1	110,1	110,2	110,2	109,2	110,1	111,0		
DTT	0,0	0,5	0,8	0,7	0,5	0,5	0,6	0,4	0,6	0,5	0,6		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,6	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,8	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,9	0,3
Estabilidad Media (±)	0,4	0,02
Uniformidad Media	2,6	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



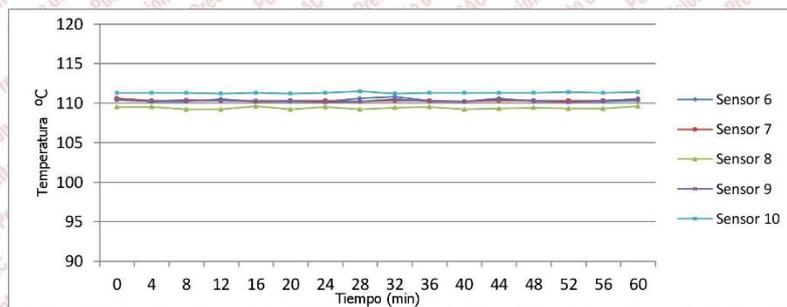
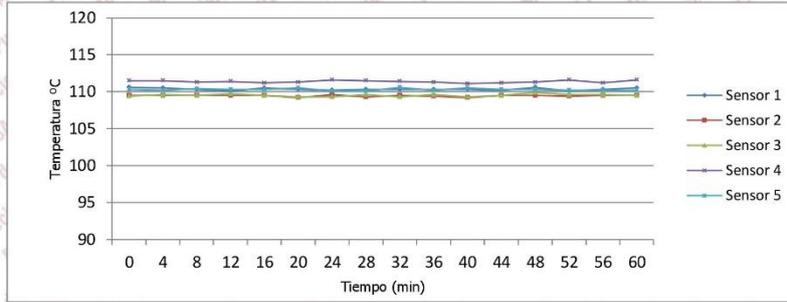
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 387 - 2018

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.