

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS**  
**DE CEMENTOS PÓRTLAND TIPO I EN LIMA**  
**METROPOLITANA**

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

**PRESENTADA POR**

**Bach. HUARCAYA GONZALES, ARTURO ANTONIO**

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

**LIMA-PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres y hermanas quienes me brindaron todo el apoyo a lo largo de mis estudios, a mis hijos quienes han sido el soporte perfecto para nunca decaer y siempre mantenerme firme en cada etapa del proceso del desarrollo de mi carrera y de esta tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi sincero agradecimiento a mi asesora de tesis, Mg.Ing. Liliana Chavarría Reyes, a la Ing. Enriqueta Pereyra Salardi y al Ing. Alberto Vilchez Montoya, por el constante apoyo brindado a lo largo del desarrollo de este proyecto de investigación

## ÍNDICE GENERAL

|   |     |
|---|-----|
| RESUMEN .....                                     | xiv |
| ABSTRACT.....                                     | xv  |
| INTRODUCCIÓN .....                                | 1   |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....       | 3   |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática ..... | 3   |
| 1.2 Formulación del Problema .....                | 4   |
| 1.2.1 Problema principal .....                    | 4   |
| 1.2.2 Problemas Específicos.....                  | 4   |
| 1.3 Objetivos de la investigación .....           | 4   |
| 1.3.1 Objetivo General .....                      | 4   |
| 1.3.2 Objetivos Específicos .....                 | 4   |
| 1.4 Justificación de la investigación.....        | 5   |
| 1.5 Limitaciones de la investigación .....        | 5   |
| 1.6 Viabilidad de la investigación .....          | 5   |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....                  | 6   |
| 2.1 Antecedentes de la investigación .....        | 6   |
| 2.2 Bases teóricas .....                          | 7   |
| 2.2.1 Definiciones conceptuales.....              | 7   |
| 2.2.2 Formulación de hipótesis .....              | 10  |
| 2.2.2.1 Hipótesis general .....                   | 10  |
| 2.2.2.2 Hipótesis específicas .....               | 10  |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....                   | 11  |
| 3.1 Tipología .....                               | 11  |
| 3.1.1 Tipo y nivel de Investigación .....         | 11  |
| 3.1.2 Diseño de la Investigación .....            | 11  |
| 3.2 Variables .....                               | 11  |
| 3.2.1 Operacionalización de variables.....        | 12  |
| 3.3 Población y muestra .....                     | 12  |
| 3.4 Técnicas de Investigación .....               | 13  |
| 3.4.1 Regresión lineal.....                       | 13  |
| 3.4.2 Asimetría .....                             | 14  |
| 3.5 Técnicas de Recolección de datos.....         | 16  |

|  |             |
|--|-------------|
| 3.5.1 Técnica de muestreo.....   | 16          |
| 3.5.2 Realización de ensayos.....  | 16          |
| 3.5.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos .....  | 16          |
| 3.6 Aspectos éticos.....   | 19          |
| <b>CAPÍTULO IV: PRESENTACION DE RESULTADOS .....</b>   | <b>20</b>   |
| 4.1 Análisis de los resultados de la investigación .....   | 20          |
| 4.1.1 Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico utilizando<br>la aguja de Vicat..... | 20          |
| 4.1.2 Ensayo de la resistencia a la compresión .....   | 65          |
| 4.2 Contratación de hipótesis .....  | 111         |
| 4.2.1 Contratación de la primera hipótesis .....   | 111         |
| 4.2.2 Contratación de la segunda hipótesis.....  | 127         |
| <b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....</b>  | <b>136</b>  |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>  | <b>137</b>  |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>1368</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>  | <b>139</b>  |
| <b>ANEXO .....</b>   | <b>140</b>  |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura N° 1: Diferentes Marcas de Cementos Tipo I.....                                    | 8  |
| Figura N° 2: Aguja de Vicat.....  | 9  |
| Figura N° 3: Recta de regresión Lineal.....   | 14 |
| Figura N° 4: Estados de asimetría.....  | 15 |
| Figura N° 5: Máquina de compresión axial Electro – hidráulica .....                       | 17 |
| Figura N° 6: Aparato de Vicat.....  | 17 |
| Figura N° 7: Balanza.....   | 18 |
| Figura N° 8: Batidora.....  | 18 |
| Figura N° 9: Repetición 1 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol.....           | 22 |
| Figura N° 10: Repetición 2 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol.....          | 23 |
| Figura N° 11: Repetición 3 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol.....          | 24 |
| Figura N° 12: Repetición 4 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol.....          | 25 |
| Figura N° 13: Repetición 5 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol.....          | 26 |
| Figura N° 14: Repetición 6 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol.....          | 27 |
| Figura N° 15: Repetición 7 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol.....          | 28 |
| Figura N° 16: Repetición 8 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol.....          | 29 |
| Figura N° 17: Repetición 9 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol.....          | 30 |
| Figura N° 18: Repetición 10 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol.....         | 31 |
| Figura N° 19: Repetición 1 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Quisqueya..... | 33 |
| Figura N° 20: Repetición 2 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Quisqueya..... | 34 |
| Figura N° 21: Repetición 3 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Quisqueya..... | 35 |
| Figura N° 22: Repetición 4 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Quisqueya..... | 36 |
| Figura N° 23: Repetición 5 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Quisqueya..... | 37 |
| Figura N° 24: Repetición 6 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Quisqueya..... | 38 |

|  |    |
|--|----|
| Figura N° 25: Repetición 7 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Quisqueya.....  | 39 |
| Figura N° 26: Repetición 8 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Quisqueya.....  | 40 |
| Figura N° 27: Repetición 9 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Quisqueya.....  | 41 |
| Figura N° 28: Repetición 10 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Quisqueya..... | 42 |
| Figura N° 29: Repetición 1 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Pacasmayo.....  | 44 |
| Figura N° 30: Repetición 2 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Pacasmayo.....  | 45 |
| Figura N° 31: Repetición 3 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Pacasmayo.....  | 46 |
| Figura N° 32: Repetición 4 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Pacasmayo.....  | 47 |
| Figura N° 33: Repetición 5 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Pacasmayo.....  | 48 |
| Figura N° 34: Repetición 6 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Pacasmayo.....  | 49 |
| Figura N° 35: Repetición 7 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Pacasmayo.....  | 50 |
| Figura N° 36: Repetición 8 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Pacasmayo.....  | 51 |
| Figura N° 37: Repetición 9 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Pacasmayo.....  | 52 |
| Figura N° 38: Repetición 10 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento<br>Pacasmayo..... | 53 |
| Figura N° 39: Repetición 1 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino.....        | 55 |
| Figura N° 40: Repetición 2 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino.....        | 56 |
| Figura N° 41: Repetición 3 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino.....        | 57 |
| Figura N° 42: Repetición 4 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino....         | 58 |
| Figura N° 43: Repetición 5 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino....         | 59 |
| Figura N° 44: Repetición 6 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino.....        | 60 |

|  |    |
|--|----|
| Figura N° 45: Repetición 7 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino.....                | 61 |
| Figura N° 46: Repetición 8 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino.....                | 62 |
| Figura N° 47: Repetición 9 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino.....                | 63 |
| Figura N° 48: Repetición 10 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino...                 | 64 |
| Figura N° 49: Ensayo de Resistencia a la Compresión de cubos de mortero.....                       | 65 |
| Figura N° 50: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Sol.....       | 67 |
| Figura N° 51: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Sol.....       | 68 |
| Figura N° 52: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Sol.....       | 69 |
| Figura N° 53: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Sol.....       | 70 |
| Figura N° 54: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Sol.....       | 71 |
| Figura N° 55: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión del<br>cemento Sol.....       | 72 |
| Figura N° 56: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Sol.....       | 73 |
| Figura N° 57: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Sol.....       | 74 |
| Figura N° 58: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Sol.....       | 75 |
| Figura N° 59: Repetición 10 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Sol.....      | 76 |
| Figura N° 60: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Quisqueya..... | 78 |
| Figura N° 61: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Quisqueya..... | 79 |
| Figura N° 62: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Quisqueya..... | 80 |
| Figura N° 63: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Quisqueya..... | 81 |



|   |     |
|---|-----|
| Figura N° 64: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Quisqueya.....  | 82  |
| Figura N° 65: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Quisqueya.....  | 83  |
| Figura N° 66: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Quisqueya.....  | 84  |
| Figura N° 67: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Quisqueya.....  | 85  |
| Figura N° 68: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Quisqueya.....  | 86  |
| Figura N° 69: Repetición 10 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Quisqueya..... | 87  |
| Figura N° 70: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Pacasmayo.....  | 89  |
| Figura N° 71: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Pacasmayo.....  | 90  |
| Figura N° 72: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Pacasmayo.....  | 91  |
| Figura N° 73: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Pacasmayo.....  | 92  |
| Figura N° 74: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Pacasmayo.....  | 93  |
| Figura N° 75: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Pacasmayo.....  | 94  |
| Figura N° 76: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Pacasmayo.....  | 95  |
| Figura N° 77: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Pacasmayo.....  | 96  |
| Figura N° 78: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Pacasmayo.....  | 97  |
| Figura N° 79: Repetición 10 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Pacasmayo..... | 98  |
| Figura N° 80: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento<br>Andino.....     | 100 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura N° 81: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento                          |     |
| Andino.....   | 101 |
| Figura N° 82: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento                          |     |
| Andino.....   | 102 |
| Figura N° 83: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento                          |     |
| Andino.....   | 103 |
| Figura N° 84: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento                          |     |
| Andino.....   | 104 |
| Figura N° 85: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento                          |     |
| Andino.....   | 105 |
| Figura N° 86: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento                          |     |
| Andino.....   | 106 |
| Figura N° 87: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento                          |     |
| Andino.....   | 107 |
| Figura N° 88: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento                          |     |
| Andino.....   | 108 |
| Figura N° 89: Repetición 10 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento                         |     |
| Andino.....   | 109 |
| Figura N° 90: Resultado promedio del ensayo de resistencia a la compresión de los<br>cuatro cementos..... | 110 |
| Figura N° 91: Histograma de frecuencia tiempo inicial de fraguado del cemento sol..                       | 112 |
| Figura N° 92: Histograma de frecuencia tiempo final de fraguado del cemento sol....                       | 113 |
| Figura N° 93: Histograma de frecuencia tiempo inicial de fraguado del cemento                             |     |
| Pacasmayo.....  | 114 |
| Figura N° 94: Histograma de frecuencia tiempo final de fraguado del cemento                               |     |
| Pacasmayo.....  | 114 |
| Figura N° 95: Histograma de frecuencia tiempo inicial de fraguado del cemento                             |     |
| Quisqueya.....  | 115 |
| Figura N° 96: Histograma de frecuencia tiempo final de fraguado del cemento                               |     |
| Quisqueya.....  | 116 |
| Figura N° 97: Histograma de frecuencia tiempo inicial de fraguado del cemento                             |     |
| Andino.....   | 117 |
| Figura N° 98: Histograma de frecuencia tiempo final de fraguado del cemento                               |     |
| Andino.....   | 117 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura N° 99: Regresión Lineal cemento sol.....                                | 121 |
| Figura N° 100: Regresión Lineal cemento Pacasmayo.....                         | 122 |
| Figura N° 101: Regresión Lineal cemento Quisqueya.....                         | 123 |
| Figura N° 102: Regresión Lineal cemento Andino.....                            | 124 |
| Figura N° 103: Histograma de frecuencia Resistencia del cemento Sol.....       | 129 |
| Figura N° 104: Histograma de frecuencia Resistencia del cemento Quisqueya..... | 130 |
| Figura N° 105: Histograma de frecuencia Resistencia del cemento Pacasmayo..... | 131 |
| Figura N° 106: Histograma de frecuencia Resistencia del cemento Andino.....    | 132 |
| Figura N°107: Modelo de regresión lineal cementos Tipo I.....                  | 134 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla N° 1: Operacionalización de Variables.....   | 12  |
| Tabla N° 2: Total de cementos pórtland Tipo I.....   | 13  |
| Tabla N° 3: Cantidad de cubos a ensayar por edad para cada cemento pórtland Tipo<br>I.....               | 13  |
| Tabla N° 4: Resumen General de tiempo de fraguado del cemento Sol.....                                   | 21  |
| Tabla N° 5: Resumen General de tiempo de fraguado del cemento Quisqueya.....                             | 32  |
| Tabla N° 6: Resumen General de tiempo de fraguado del cemento Pacasmayo.....                             | 43  |
| Tabla N° 7: Resumen General de tiempo de fraguado del cemento Andino.....                                | 54  |
| Tabla N° 8: Resumen General de resistencia a la compresión del cemento Sol.....                          | 66  |
| Tabla N° 9: Resumen General de resistencia a la compresión del cemento Quisqueya.....                    | 77  |
| Tabla N° 10: Resumen General de resistencia a la compresión del cemento<br>Pacasmayo.....                | 88  |
| Tabla N° 11: Resumen General de resistencia a la compresión del cemento Andino.....                      | 99  |
| Tabla N° 12: Resultados de los tiempos iniciales y finales de fraguados.....                             | 111 |
| Tabla N° 13: Resultados estadísticos de tiempo inicial y final de fraguado del<br>cemento Sol .....      | 112 |
| Tabla N° 14: Resultados estadísticos de tiempo inicial y final de fraguado del<br>cemento Pacasmayo..... | 113 |
| Tabla N° 15: Resultados estadísticos de tiempo inicial y final de fraguado del<br>cemento Quisqueya..... | 115 |
| Tabla N° 16: Resultados estadísticos de tiempo inicial y final de fraguado del<br>cemento Andino.....    | 116 |
| Tabla N° 17: Coeficientes de la recta de regresión para el cemento Sol.....                              | 118 |
| Tabla N° 18: Coeficientes de la recta de regresión para el cemento Pacasmayo.....                        | 118 |
| Tabla N° 19: Coeficientes de la recta de regresión para el cemento Quisqueya.....                        | 119 |
| Tabla N° 20: Coeficientes de la recta de regresión para el cemento Andino.....                           | 119 |
| Tabla N° 21: Resumen del modelo -cemento Sol.....  | 125 |
| Tabla N° 22: Resumen del model-cemento Pacasmayo.....  | 125 |
| Tabla N° 23: Resumen del modelo- cemento Quisqueya.....  | 125 |
| Tabla N° 24: Resumen del modelo-cemento Andino.....  | 125 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla N° 26: Resumen de muestras de resistencia a los 28 días y porcentaje de<br>finura.....   | 128 |
| Tabla N° 27: Resultados Estadísticos para cemento Sol.....                                     | 128 |
| Tabla N° 28: Resultados Estadísticos para cemento Quisqueya.....                               | 129 |
| Tabla N° 29: Resultados Estadísticos para cemento Pacasmayo.....                               | 130 |
| Tabla N° 29: Resultados Estadísticos para cemento Andino.....                                  | 131 |
| Tabla N° 30: Coeficientes de la recta de regresión para los diferentes cementos<br>Tipo I..... | 132 |
| Tabla N° 31: Resumen del modelo.....   | 135 |

## RESUMEN

La tesis “Análisis de las propiedades físico mecánicas de Cementos Pórtland Tipo I en Lima Metropolitana” tiene una metodología de investigación de tipo descriptivo y enfoque cuantitativo, es de un nivel de investigación descriptivo; además, tiene un diseño de investigación de tipo experimental, longitudinal y prospectivo. En la actualidad, la ciudad de Lima presenta gran cantidad de construcciones a diario, entre formales e informales, siendo las más recurrentes las construcciones informales en zonas de escasos recursos económicos, por ende, tener calidad de materiales de construcción es el objetivo de la ciudadanía sobre todo si éstos son a bajo costo. Por lo que en esta tesis se pretende dar a conocer las propiedades físico mecánicas del cemento, los cementos más utilizados en las construcciones son los Pórtland de Tipo I, éstos fueron evaluados mediante muestras de morteros y sometidos a diferentes ensayos para de ésta manera conocer sus propiedades físico mecánicas.

Para la presente investigación se eligió cuatro diferentes marcas de cementos Pórtland Tipo I utilizados con más frecuencia en las construcciones de Lima Metropolitana, éstos fueron: cemento Sol, cemento Quisqueya, cemento Pacasmayo y cemento Andino. Se realizó el ensayo de Determinación de Tiempo de Fraguado; se ensayaron 10 muestras a compresión para 3, 7, 14 y 28 días, por cada tipo de cemento, es decir se obtuvieron 160 muestras en total para el ensayo de resistencia a la compresión y un último ensayo para hallar el porcentaje de finura. Se concluye que al variar los diferentes cementos Pórtland Tipo I se reducen sus tiempos de fraguado por ende reduce su trabajabilidad, además el incremento del porcentaje de finura en cada cemento Tipo I conlleva a que aumente la resistencia a la compresión. Finalmente, como conclusión final se obtuvo que el cemento mejor recomendado por sus propiedades físico mecánicas es el Cemento Sol y el menor recomendado es el Andino.

**Palabras claves:** Resistencia, finura, tiempo de fraguado

## ABSTRACT

The thesis "Analysis of the mechanical physical properties of Portland Cement Type I in Metropolitan Lima" has a descriptive research methodology and quantitative approach, it is of a descriptive level of investigation; In addition, it has a research design of experimental, longitudinal and prospective type. Currently, the city of Lima has a large number of constructions on a daily basis, between formal and informal, the most recurrent being informal constructions in areas of scarce economic resources, therefore having the quality of construction materials is the objective of citizenship over all if these are at low cost. So in this thesis is intended to publicize the physical mechanical properties of cement, the cements most commonly used in buildings are the Type I portland, these were evaluated by means of mortar samples and subjected to different tests in order to know their mechanical physical properties.

For the present investigation, four different brands of portland Type I cements used most frequently in the buildings of Metropolitan Lima were chosen: sun cement, Quisqueya cement, Pacasmayo cement and Andean cement. The setting time determination test was carried out; 10 compression samples were tested for 3, 7, 14 and 28 days, and by cement, that is, 160 samples were obtained in total for the compression resistance test and a final test to find the percentage of fineness. It is concluded that when varying the different portland Type I cements, their setting times are reduced, therefore their workability is reduced, and the increase in the percentage of fineness in each Type I cement leads to an increase in compressive strength. Finally, as a final conclusion, it was found that the cement best recommended for its physical and mechanical properties is Cemento Sol and the least recommended is the Andean.

**Keywords:** Resistance, fineness, setting time

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo del país depende de las actividades que sean realizadas en base al beneficio de las personas en una sociedad, una de esas actividades es la infraestructura y es como se vuelve necesario el construir para poder generar desarrollo.

El sector construcción impulsa de una manera sostenida el crecimiento del país, siendo el cemento el material más importante para la elaboración del concreto por ende el conocer sus propiedades y como actúa ante la elaboración de un mortero es de vital importancia para la selección de un buen cemento. La presente investigación nos da a conocer las propiedades físico mecánicas de 4 diferentes cementos Pórtland Tipo I en la ciudad de Lima Metropolitana.

En esta investigación analizaremos las propiedades de cuatro diferentes marcas de cemento (Sol, Quisqueya, Pacasmayo y Andino) en la mejora del mortero y acompañado de una metodología aplicada en la ciudad de Lima Metropolitana, que conocer qué cemento posee mejores propiedades en tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de ésta manera aumentar la productividad y asegurar el desempeño del cemento Pórtland Tipo I.

En el capítulo 1 se realizó la descripción de la investigación, presentando la descripción de la problemática y justificación de la investigación, la formulación del problema, la limitación y viabilidad de la investigación. Ahí se explicó la problemática por la cual nació la idea de la tesis. También se desarrollaron los objetivos de la investigación, como objetivo principal se planteó Analizar que los tipos de cementos Pórtland Tipo I influyen en las propiedades físico-mecánicas del cemento en Lima Metropolitana. Los objetivos secundarios fueron establecer que los tiempos optimizan la fragua inicial y final del cemento Pórtland Tipo I en Lima Metropolitana y determinar que la finura del cemento Pórtland Tipo I optimiza la resistencia a la compresión del mortero en Lima Metropolitana.

En el capítulo 2 se desarrolló el marco teórico, en el cual se hizo la recopilación bibliográfica en la que se basa la investigación. Se presentaron los antecedentes de la



investigación y las bases teóricas que sirvieron para realizar las definiciones conceptuales y la formulación de la hipótesis.

En el capítulo 3 se realizó el diseño metodológico, en donde se definió el diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección de datos, las técnicas para el procesamiento del análisis de datos y el cuadro de operacionalización de variables

En el capítulo 4 se realizó la presentación de resultados, este capítulo está dividido en dos partes las cuales se detallan a continuación:

Interpretación de los resultados de la investigación, se desarrollaron los ensayos del mortero tanto en estado fresco como en estado endurecido y se elaboraron gráficos y tablas con los resultados obtenidos.

Contrastación de hipótesis, se realizó la validación estadística de las hipótesis planteadas en la tesis.

En el capítulo 5 se presenta la discusión, las conclusiones, recomendaciones para futuras investigaciones y bibliografía

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Descripción de la realidad problemática

Las empresas que lideran el mercado peruano la industria del cemento son cuatro; cemento Pacasmayo tuvo sus inicios en la década de los 50, pero comenzó a operar con mayor fuerza en el mercado nacional en la década de los 90, a través de la Distribuidora del Norte Pacasmayo (DINO).

Quisqueya es la marca de cemento distribuido por Cemex empresa con más de 100 años en el mercado mundial y con presencia en más de 50 países

Cemento Sol es el producto bandera de La Unión Andina de Cementos (UNACEM), el cual ha sido utilizado en obras de gran envergadura en la historia del Perú.

En la actualidad, cemento Andino es uno de los más usados en el país. El cemento pórtland Tipo I es el más utilizado en las obras de construcción en concreto a nivel nacional por su facilidad de compra en el mercado. El cemento que se utiliza en la construcción, debe tener ciertas propiedades que deben cumplir con los requisitos mínimos especificados en las normas, para que el desempeño del cemento sea satisfactorio.

En la presente Investigación se analizará las propiedades físico mecánicas de las cuatro marcas de cemento, mediante ensayos de laboratorio se determinará el tiempo de fraguado, la consistencia normal y resistencia a la compresión, para luego comparar los resultados con las especificaciones de la Norma Técnica Peruana (NTP).

## **1.2 Formulación del Problema**

### **1.2.1 Problema principal**

¿En qué medida los tipos de cementos pórtland Tipo I influyen en las propiedades físico-mecánicas del cemento en Lima Metropolitana?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

1. ¿En qué medida el tiempo de fraguado influye en la fragua inicial y final del cemento pórtland Tipo I en Lima Metropolitana?
2. ¿En qué medida la finura del cemento pórtland Tipo I influye en la resistencia del mortero a la compresión en Lima Metropolitana?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Analizar que los tipos de cementos pórtland Tipo I influyen en las propiedades físico-mecánicas del cemento en Lima Metropolitana

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Establecer que los tiempos de fraguado optimizan la fragua inicial y final del cemento pórtland Tipo I en Lima Metropolitana
2. Determinar que la finura del cemento pórtland Tipo I optimiza la resistencia a la compresión del mortero en Lima Metropolitana

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

El presente trabajo se realizó con el fin de conocer las propiedades físico mecánicas de los cementos que se comercializan en Lima Metropolitana, de ésta manera se brindará viviendas más seguras, con mayor resistencia ante los diferentes factores perjudiciales, aumentará la demanda de construcción de viviendas con el mejor cemento hallado, aumentará la seguridad de construcción a largo plazo, además beneficios respecto al proceso constructivo convencional.

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

La investigación se realizó tan solo con 4 marcas de diferentes de cementos pórtland de Tipo I para Lima Metropolitana, sin tomar en cuenta las demás marcas existentes que podrían proporcionar resultados parecidos o diferentes.

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

Los ensayos experimentales serán realizados en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, de la Facultad de Ingeniería, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Ricardo Palma, donde se permitirá tener acceso a los equipos necesarios correspondientes al tema, así como también el respaldo técnico de los especialistas.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

Según Mejía de Gutiérrez (2001) publica un artículo titulado “Propiedades y comportamiento de cementos nacionales”, en el cual describe el comportamiento físico-mecánico de varios tipos de cementos colombianos, dándole gran importancia a los parámetros de durabilidad como la absorción capilar, difusión de cloruros y el comportamiento frente a sulfatos. Se evaluaron 19 muestras de cementos, las cuales se codificó de C1 a C19, las pruebas de resistencia determinaron que tan solo la muestra con el código C4 presento valores que no se encuentran dentro de las especificaciones de la NTC-121, en cuanto a los valores de finura Blaine se obtuvieron en todos los cementos estudiados valores mayores a 280 m<sup>2</sup> /Kg, el cual es el valor mínimo especificado en las normas NTC 121

Según Ortiz (2010) en su investigación “Comparación del desempeño de diferentes marcas comerciales de cemento pórtland CPC-30R, empleadas para elaborar concreto de resistencia media”, esta investigación se centró en el efecto que puede tener cinco marcas de cemento Mexicano (Apasco, Cruz azul, Lafarge, Moctezuma y Tolteca) en las propiedades mecánicas de las mezclas de concreto.

Para la evaluación de las propiedades mecánicas se realizaron pruebas de compresión en cilindros de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura y pruebas de flexión en vigas. De los ensayos realizados los valores de resistencia a la compresión y flexión, presentó gran variación en la textura y manejabilidad entre las marcas de cemento pese a que todas las marcas deben cumplir con los parámetros establecidos en las normas Mexicanas.

Según Murga (2016) al realizar el diagrama Periodo Resistencia con la finalidad de hacer las comparaciones con las diferentes marcas de cemento, es posible verificar y comparar el desempeño del concreto elaborado con diferentes marcas comerciales de

cemento a partir de su gráfico experimental obtenido en su tesis “Desempeño del Concreto Elaborado en la Provincia de Huánuco con las Diferentes Marcas Comerciales del cemento pórtland Tipo I”.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Definiciones conceptuales**

#### **Cemento Pórtland**

El nombre de cemento pórtland (ver figura N° 1), concebido originalmente debido a la semejanza de color y calidad entre el cemento endurecido y la piedra de pórtland una caliza obtenida en una cantera de Dorset, se ha conservado en todo de mundo hasta nuestros días para describir un cemento que se obtiene al mezclar minuciosamente materiales calcáreos y arcillosos u otros materiales que contienen sílice, alúmina, u óxidos de fierro, quemándolos a una temperatura de formación de clinker y por medio de la molienda el clinker resultante. La definición de cemento pórtland de varias normas está en estas líneas, que reconocen que el yeso se agrega después de quemar; en la actualidad, también se pueden agregar o mezclar otros materiales (M. Neville, 1999).

En el Perú, los cementos Pórtland se encuentran sujetos a normas dadas por INACAL, que guardan armonía con las establecidas con la American Society for Testing and Materials ASTM (Rivera, 2011).



Figura N° 1: Diferentes Marcas de Cementos Tipo I.  
Fuente: Elaboración Propia

### **Agregado fino**

Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan un tamiz 9.5 mm (3/8”) y que cumplen con los límites establecidos en la norma NTP 400.012. (Tolentino, 2016).

### **Finura del Cemento**

El proceso de molienda de Clinker y yeso determina la finura del cemento que es el tamaño de las partículas de cemento, es una de las propiedades físicas más importantes del cemento, ya que está ligada con la velocidad de hidratación, desarrollo de calor, retracción y aumento de la resistencia.

### **Agujas de Vicat**

El ensayo Vicat es el método utilizado para determinar el contenido de agua el cual produce la consistencia deseada. El aparato consiste en un vástago móvil de uso dual (ver figura N° 2).



Figura N° 2: Aguja de Vicat  
Fuente: Elaboración Propia

## **Propiedades del mortero fresco**

### **Trabajabilidad**

Engloba varias propiedades como la consistencia y la cohesión, su evaluación es relativa, depende de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga, ya que un mortero puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación.

### **Consistencia Normal del Cemento**

Este método de ensayo cubre la determinación de la consistencia normal del cemento hidráulico, es utilizado para determinar la cantidad de agua requerida para preparar pastas de cemento hidráulico destinadas a ensayos.

Se fabrica la pasta agregando agua al cemento, se mezcla mecánicamente, se toma la pasta, y se lanza de una mano a otra, formando una bola que es introducida en el anillo del aparato de Vicat. Se centra el anillo con la pasta bajo el aparato y se suelta la barra. . La pasta tendrá una consistencia normal cuando la barra marque el punto de  $(10 \pm 1)$  mm debajo de la superficie original en 30 segundos después de haber sido liberada. (ASTM C187)

## **Propiedades del mortero endurecido**

### **Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión del mortero es la característica cuantificable más común usada por ingenieros, su resistencia suele ser medida mediante ensayo de laboratorio rompiendo probetas cubicas en una máquina que mide la resistencia



bajo condiciones de compresión, y cuyo valor se obtendrá de la relación de fuerza axial aplicada entre el área de la sección cargada, usándose de unidad el kg/cm<sup>2</sup> en nuestro medio.

Los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión son utilizados para constatar que el mortero elaborado cumpla las especificaciones, requisitos control de la calidad  $f^c$  y su aceptación determinados en el proyecto.

## **2.2.2 Formulación de hipótesis**

### **2.2.2.1 Hipótesis general**

Al analizar los tipos de cementos pórtland Tipo I se optimiza las propiedades físico-mecánicas del cemento en Lima Metropolitana

### **2.2.2.2 Hipótesis específicas**

1. Al establecer el tiempo de fraguado se optimiza la fragua inicial y final del cemento pórtland Tipo I en Lima Metropolitana.
2. Al determinar la finura del cemento pórtland Tipo I se optimiza en la resistencia a la compresión en Lima Metropolitana.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 Tipología

#### 3.1.1 Tipo y nivel de Investigación

La investigación es de **orientación aplicada**, porque resuelve los problemas del proceso constructivo en la zona ya mencionada. De **enfoque cuantitativo**, porque se obtendrá como resultados de los ensayos, valores numéricos. Además, es de **tipo descriptivo**, porque al observar el problema se describe tal y como es. Por último, la recolección de datos es **prolectiva** porque se obtendrán nuevos datos para realizar la investigación.

Es de nivel **Descriptivo**, porque obtendremos como resultados características y valores de acuerdo al variar de los indicadores.

#### 3.1.2 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es **experimental**, porque se manipulan los datos para hallar el diseño; **longitudinal**, porque se toman más de dos veces el dato para realizar ensayos, muestras, roturas; y finalmente **Prospectivo**, porque se realizarán pruebas y ensayos para obtener datos e información propia.

### 3.2 Variables

**Variable independiente** : Cementos Pórtland Tipo I

Indicadores : Tiempo

Finura del cemento

**Variable dependiente** : Propiedades físicas del cemento

Indicadores : Fragua inicial y final

Resistencia a la compresión

### 3.2.1 Operacionalización de variables

Tabla N° 1: Operacionalización de Variables.

| OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES                                |                             |                    |  |
|--|-----------------------------|--------------------|--|
| VARIABLES  | INDICADORES                 | INDICES            | INSTRUMENTOS   |
| <u>Variable Independiente</u><br>Tipos de cementos             | Tiempo                      | Minuto             | Libros<br>Normas Técnicas<br>Ensayos de Laboratorio                    |
|  | Finura del cemento          | Porcentaje         | Libros<br>Normas Técnicas<br>Ensayos de Laboratorio<br>Fichas Técnicas |
| <u>Variable Dependiente</u><br>Propiedades Físicas del cemento | Fragua Inicial y Final      | Minuto             | Libros<br>Normas Técnicas<br>Ensayos de Laboratorio                    |
|  | Resistencia a la Compresión | kg/cm <sup>2</sup> | Libros<br>Normas Técnicas<br>Ensayos de Laboratorio<br>Fichas Técnicas |

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3 Población y muestra

**La población:** Para cada cemento Tipo I se tomarán 10 cubos para la realización de los ensayos, en total 160 cubos e mortero. (ver tabla N°3).

**La muestra:** Está conformada por 4 Cementos de Tipo I y finalmente se obtendrá el resultado para la prueba de compresión para cada edad indicada: 3, 7, 14 y 28 días.

La muestra será en total 16 cubos de mortero (ver tabla N°2).

Tabla N° 2: Total de cementos pórtland Tipo I

| Cementos Pórtland Tipo I                 | Cantidad |
|--|----------|
| Sol                                      | 1        |
| Quisqueya                                | 1        |
| Andino                                   | 1        |
| Pacasmayo                                | 1        |
| <b>Total de Cementos Pórtland Tipo I</b> | <b>4</b> |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 3: Cantidad de cubos a ensayar por edad para cada cemento pórtland Tipo I.

| Ensayos    | Edad   |        |         |         |
|------------|--------|--------|---------|---------|
|            | 3 días | 7 días | 14 días | 28 días |
| Compresión | 10     | 10     | 10      | 10      |

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4 Técnicas de Investigación

#### 3.4.1 Regresión lineal

El modelo de pronóstico de regresión lineal permite hallar el valor esperado de una variable aleatoria  $a$  cuando  $b$  toma un valor específico. La aplicación de este método implica un supuesto de linealidad cuando la demanda presenta un comportamiento creciente o decreciente, por tal razón, se hace indispensable que previo a la selección de este método exista un análisis de regresión que determine la intensidad de las relaciones entre las variables que componen el modelo.

El pronóstico de regresión lineal simple es un modelo óptimo para patrones de demanda con tendencia (creciente o decreciente), es decir, patrones que presenten una relación de linealidad entre la demanda y el tiempo (ver figura N°3).

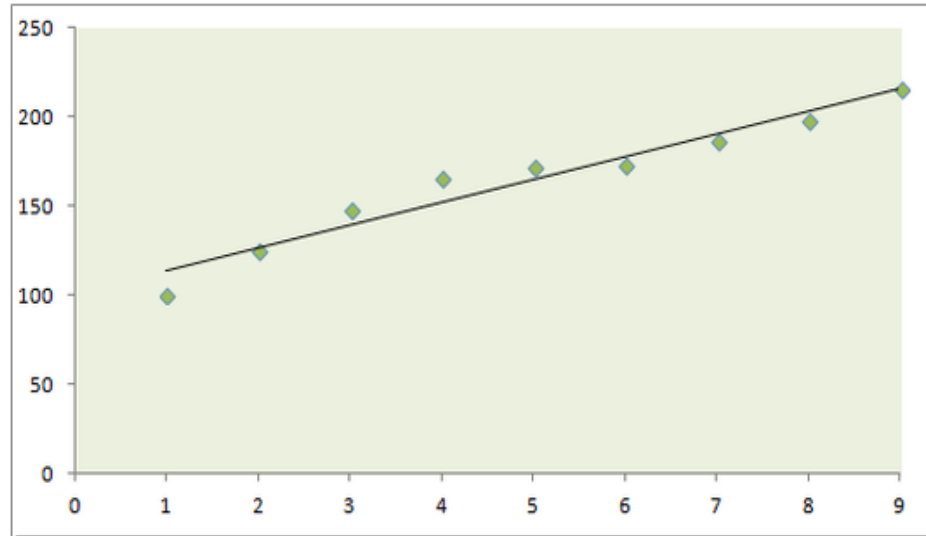


Figura N° 3: Recta de regresión Lineal  
Fuente: Ingeniería Industrial online

Existen medidas de la intensidad de la relación que presentan las variables que son fundamentales para determinar en qué momento es conveniente utilizar regresión lineal.

El objetivo de un análisis de regresión es determinar la relación que existe entre una variable dependiente y una o más variables independientes. Para poder realizar esta relación, se debe postular una relación funcional entre las variables.

### 3.4.2 Asimetría

Esta medida nos permite identificar si los datos se distribuyen de forma uniforme alrededor del punto central (Media aritmética). La asimetría presenta tres estados diferentes figura N° 4 cada uno de los cuales define de forma concisa como están distribuidos los datos respecto al eje de asimetría. Se dice que la asimetría es positiva cuando la mayoría de los datos se encuentran por encima del valor de la media aritmética, la curva es Simétrica cuando se distribuyen aproximadamente la misma cantidad de valores en ambos lados de la media y se conoce como asimetría negativa cuando la mayor cantidad de datos se aglomeran en los valores menores que la media (ver figura N°4).

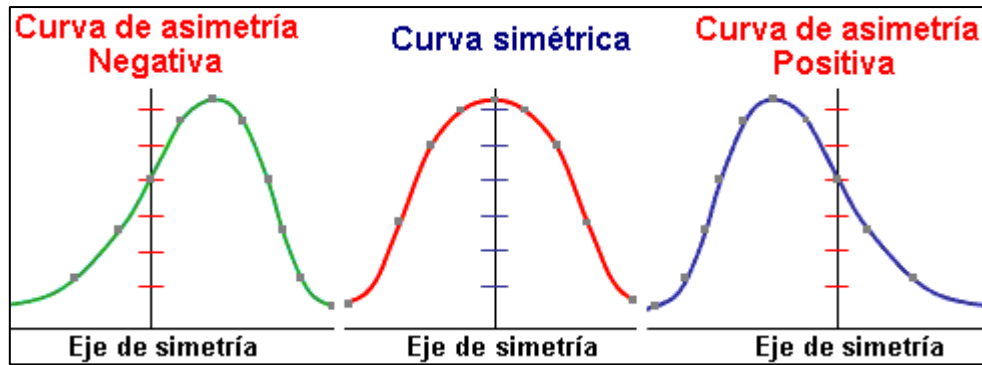


Figura N° 4: Estados de asimetría  
Fuente: SPSS Free

El Coeficiente de asimetría, se representa mediante la ecuación matemática,

Fórmula I: Coeficiente de Asimetría

$$g_1 = \frac{\frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^3 * n_i}{\left( \frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^2 * n_i \right)^{\frac{3}{2}}}$$

.....(I)

Donde (g1) representa el coeficiente de asimetría de Fisher, (Xi) cada uno de los valores, ( $\bar{X}$ ) la media de la muestra y (ni) la frecuencia de cada valor. Los resultados de esta ecuación se interpretan:

(g1 = 0): Se acepta que la distribución es Simétrica, es decir, existe aproximadamente la misma cantidad de valores a los dos lados de la media. Este valor es difícil de conseguir por lo que se tiende a tomar los valores que son cercanos ya sean positivos o negativos ( $\pm 0.5$ ).

(g1 > 0): La curva es asimétricamente positiva por lo que los valores se tienden a reunir más en la parte izquierda que en la derecha de la media.

(g1 < 0): La curva es asimétricamente negativa por lo que los valores se tienden a reunir más en la parte derecha de la media.

Desde luego entre mayor sea el número (Positivo o Negativo), mayor será la distancia que separa la aglomeración de los valores con respecto a la media.

### **3.5 Técnicas de Recolección de datos**

#### **3.5.1 Técnica de muestreo**

Realizado el diseño de la mezcla de mortero, se procede a la recolección de datos para su procesamiento. Para iniciar este proceso, se inicia con las técnicas de muestreo no probabilísticas, las muestras son representativas para cada diseño a realizar. Además, que se fundamenta con el Reglamento Nacional de Edificaciones en el que se indica que se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos pruebas hechas de la misma muestra de mortero y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f_c$ .

#### **3.5.2 Realización de ensayos.**

Luego de determinarse la cantidad de muestras, se procede a realizar los ensayos, previo y post vaciado para determinar las propiedades físico-mecánicas de los cementos

#### **3.5.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos**

|                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. Equipo                  | : Máquina de compresión axial electro – hidráulica digital (Figura N° 5) |
| Marca                      | : ELE – INTERNATIONAL  |
| Modelo                     | : 37-5574/06   |
| Fecha de calibración       | : 24-04-2017   |
| Certificado de calibración | : CMC-049-2017 (Ver Anexo)   |
| Condiciones                | : Óptima   |



Figura N° 5: Máquina de compresión axial Electro – hidráulica  
Fuente: Elaboración Propia

2. Equipo : Aparato de Vicat (Figura N° 6)  
 Marca : ELE – INTERNATIONAL  
 Condiciones : Óptima



Figura N° 6: Aparato de Vicat  
Fuente: Elaboración Propia

3. Equipo : Balanza (Figura N° 7)  
 Marca : OHAUS  
 Modelo : Adventurer Pro – AV8101  
 Tipo : Electrónica  
 Capacidad Máx. : 8100 g.  
 Fecha de calibración : 24-03-2017



Certificado de calibración : CCB-051-2017 (Ver Anexo)  
Condiciones : Óptimas



Figura N° 7: Balanza  
Fuente: Elaboración Propia

4. Equipo : Batidora (Figura N° 8)  
Marca : HOBART  
Modelo : Batidora N50  
Tipo : Electrónica  
Fecha de calibración : 24-03-2017  
Certificado de calibración : CCB-051-2017 (Ver Anexo)  
Condiciones : Óptimas



Figura N° 8: Batidora  
Fuente: Elaboración Propia

### **3.6 Aspectos éticos**

La presente investigación ha sido realizada bajo las referencias de otras investigaciones elaboradas anteriormente, las que nos ha proporcionado información, métodos y técnicas para elaborar el diseño del mortero.

Los investigadores asumen la responsabilidad de los hechos, ideas y fundamentos expuestos en esta tesis, su compromiso a respetar la veracidad de los resultados, la confiabilidad de los datos suministrados y la identidad de los individuos que participan en el presente estudio, por lo cual han sido citados en la bibliografía sin alterar su contenido.

## **CAPÍTULO IV: PRESENTACION DE RESULTADOS**


### **4.1 Análisis de los resultados de la investigación**

#### **4.1.1 Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico utilizando la aguja de Vicat**


Una pasta que es proporcionada y mezclada a una consistencia normal, como se describe en la NTP 334.074, se moldea y se coloca en un armario húmedo y se permite realizar ajustes. Pruebas de penetración periódicas se realizan en esta pasta permitiendo que una aguja Vicat de 1 mm se asiente en la muestra. El tiempo inicial de fraguado es el tiempo transcurrido entre el contacto inicial el cemento con el agua y el momento en que la penetración se mide o se calcula que sea 25 mm. El tiempo de penetración final es el tiempo transcurrido entre el contacto inicial de cemento y agua y el momento en que la aguja Vicat no deja una impresión circular completa en la superficie de la pasta.

Los siguientes resultados muestran el tiempo de fraguado inicial y final junto a sus correspondientes gráficas por cada cemento Tipo I respectivamente (Sol, Quisqueya, Pacasmayo y Andino). Se realizaron 40 ensayos de tiempo de fraguado.

Tabla N° 4: Resumen General de tiempo de fraguado del cemento Sol

|           |  | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|--|--|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|  |  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|  |  | NORMA : NTP 334.006                 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| DESCRIPCIÓN  |  | : Tiempo de fraguado Cemento Sol    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| DISEÑO   |  | : Varios                            |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Tiempo   |  | HEHO POR : Arturo Huarcaya Gonzales |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Tiempo (min)   |  | Penetración (mm)                    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|  |  | M-1                                 | M-2 | M-3 | M-4 | M-5 | M-6 | M-7 | M-8 | M-9 | M-10 |
| 15   |  | 40                                  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   |
| 30   |  | 40                                  | 40  | 39  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   |
| 45   |  | 40                                  | 40  | 39  | 40  | 40  | 39  | 40  | 39  | 39  | 40   |
| 60   |  | 40                                  | 40  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39   |
| 75   |  | 40                                  | 37  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39   |
| 90   |  | 38                                  | 37  | 36  | 38  | 38  | 38  | 38  | 38  | 38  | 38   |
| 105  |  | 38                                  | 37  | 36  | 36  | 38  | 38  | 38  | 38  | 38  | 38   |
| 120  |  | 32                                  | 32  | 36  | 32  | 30  | 35  | 35  | 36  | 37  | 35   |
| 135  |  | 27                                  | 26  | 28  | 27  | 28  | 30  | 27  | 30  | 35  | 30   |
| 150  |  | 17                                  | 13  | 15  | 14  | 18  | 17  | 10  | 15  | 13  | 10   |
| 165  |  | 9                                   | 7   | 10  | 8   | 9   | 7   | 7   | 10  | 4   | 3    |
| 180  |  | 3                                   | 2   | 6   | 6   | 6   | 4   | 4   | 4   | 2   | 2    |
| 195  |  | 1                                   | 1   | 4   | 4   | 3   | 1   | 2   | 3   | 1   | 1    |
| 210  |  | 1                                   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 3   | 1   | 1    |
| 225  |  | 0                                   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1    |
| 240  |  |                                     | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |
| Tiempo de fraguado inicial (min)   |  | 138                                 | 136 | 138 | 137 | 140 | 141 | 137 | 140 | 142 | 139  |
| Tiempo de fraguado final (min)   |  | 225                                 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 225 | 240  |

Fuente: Elaboración propia

|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Sol    |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 10-01-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-1)**

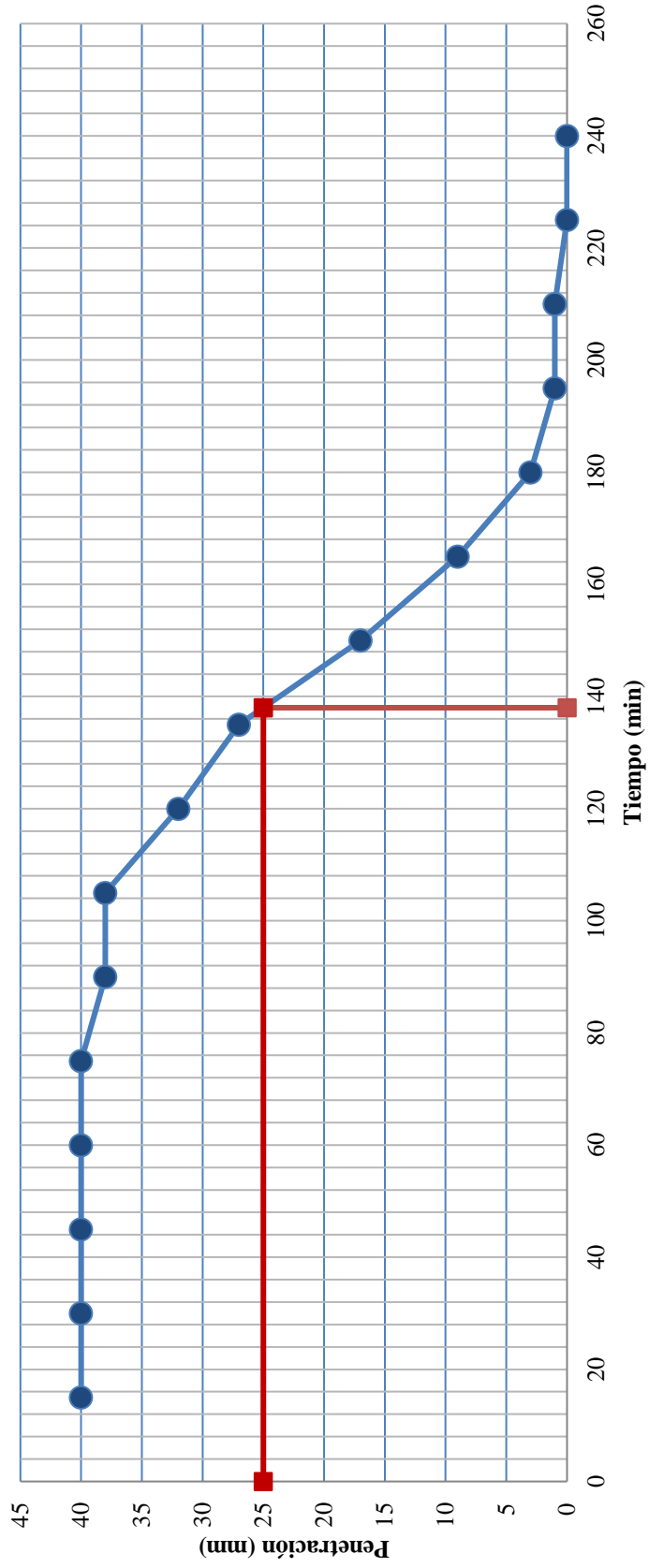



Figura N° 9: Repetición 1 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Sol    |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 10-01-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-2)**

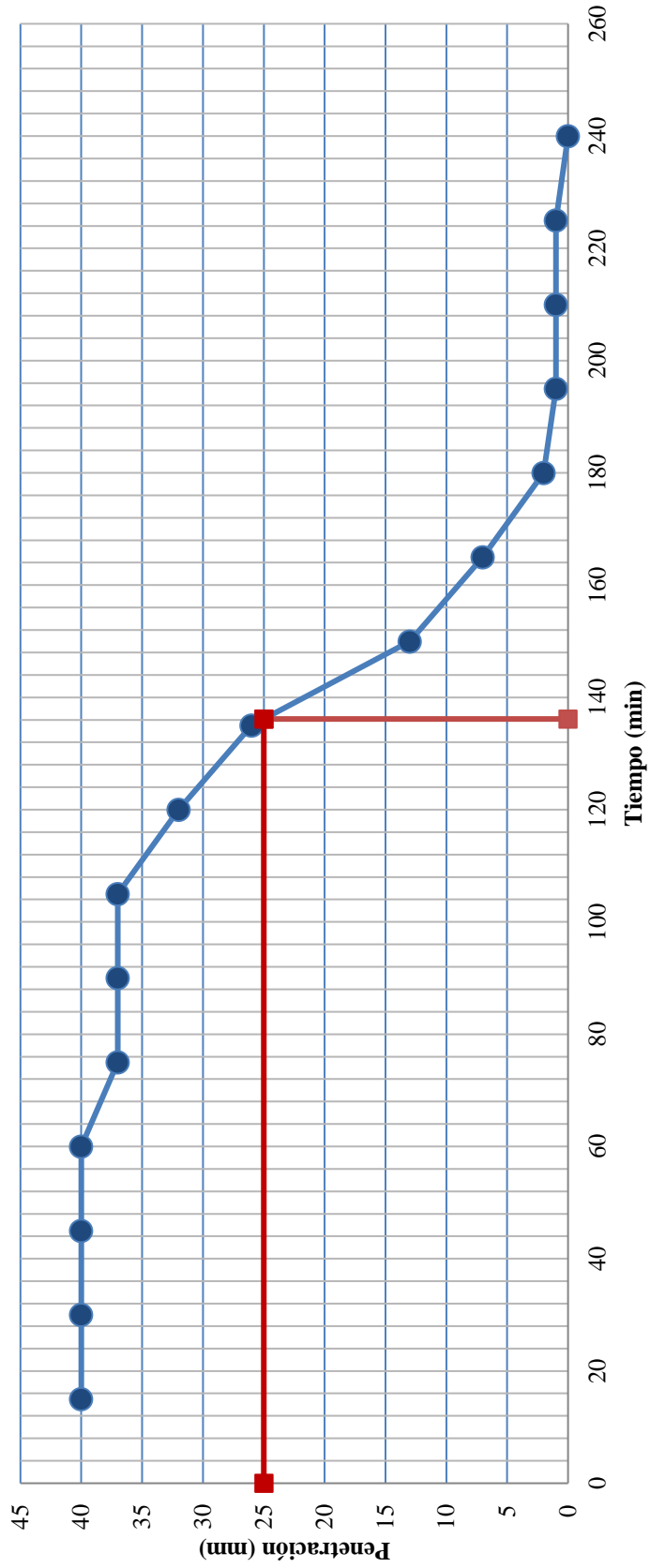



Figura N° 10: Repetición 2 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Sol    |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 10-01-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-3)**

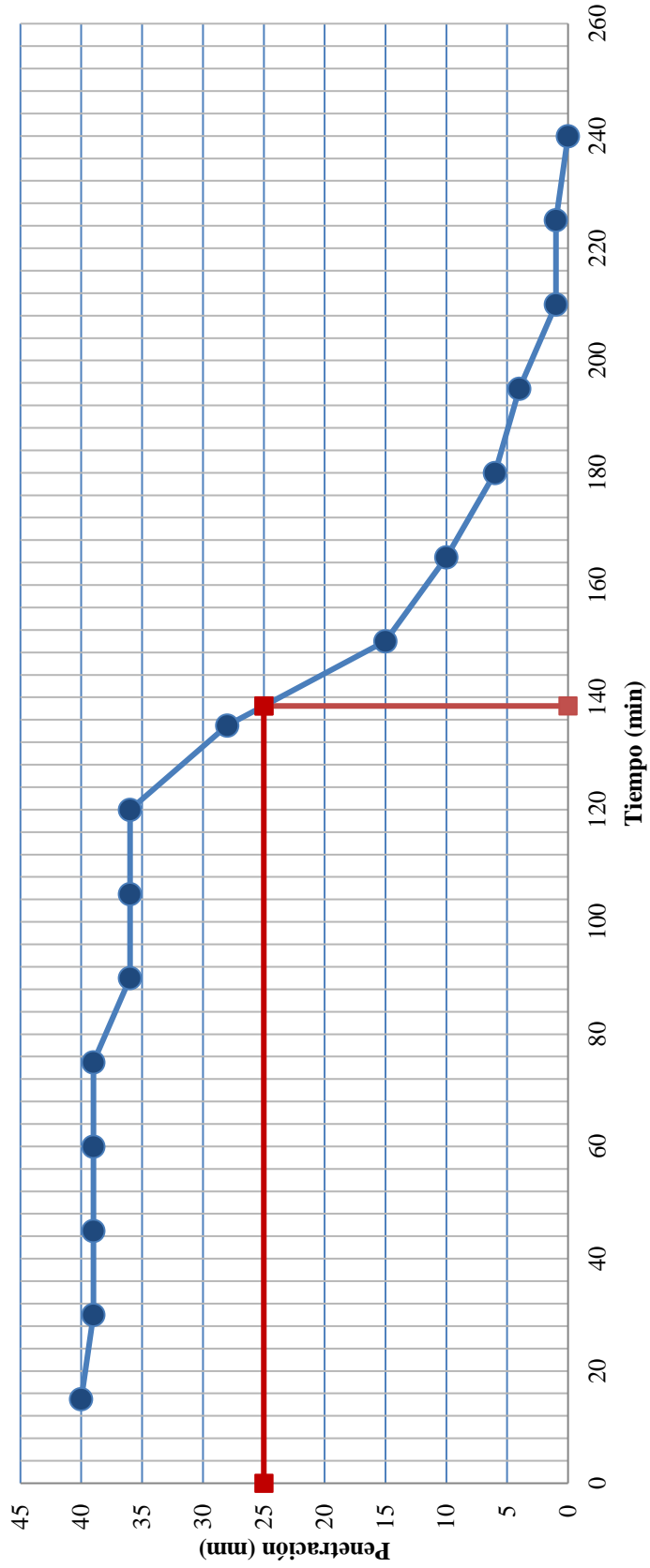



Figura N° 11: Repetición 3 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Sol    |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 10-01-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-4)**

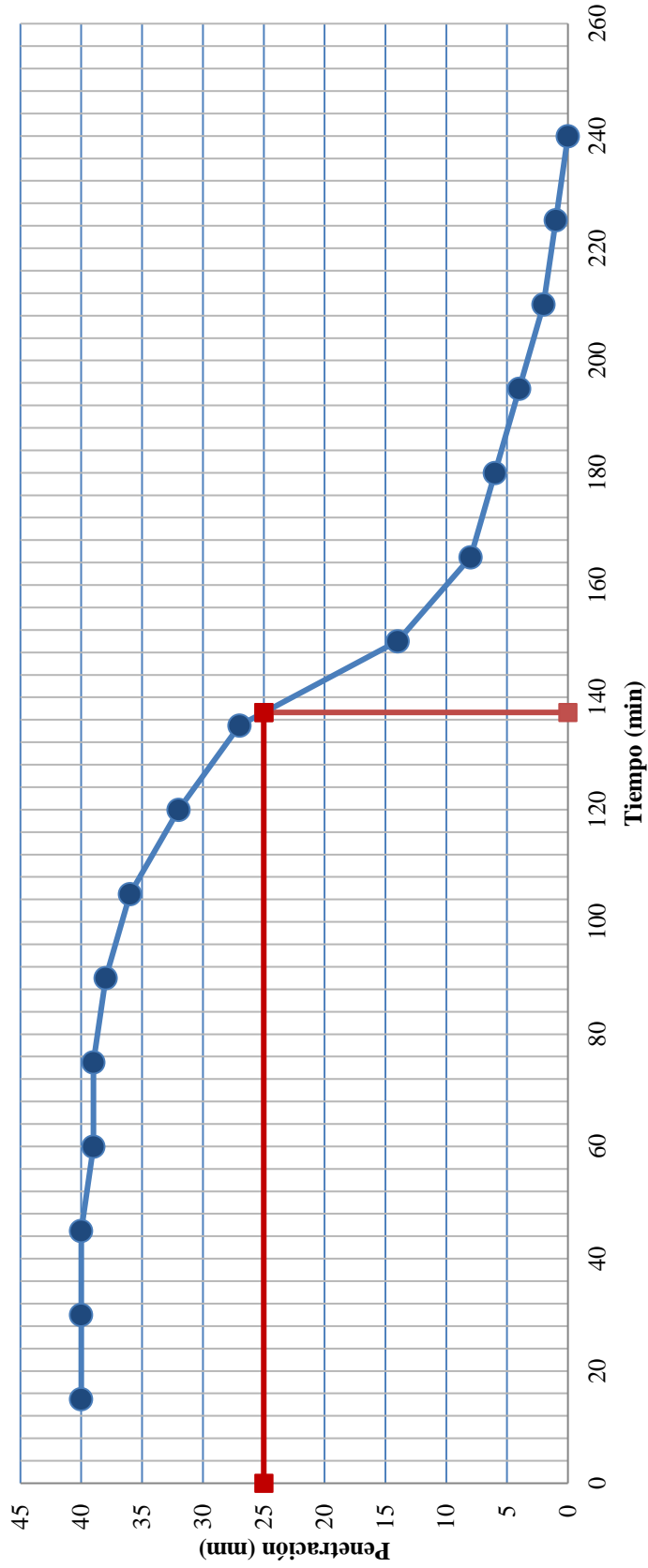



Figura N° 12: Repetición 4 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia



|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Sol    |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 10-01-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-5)**

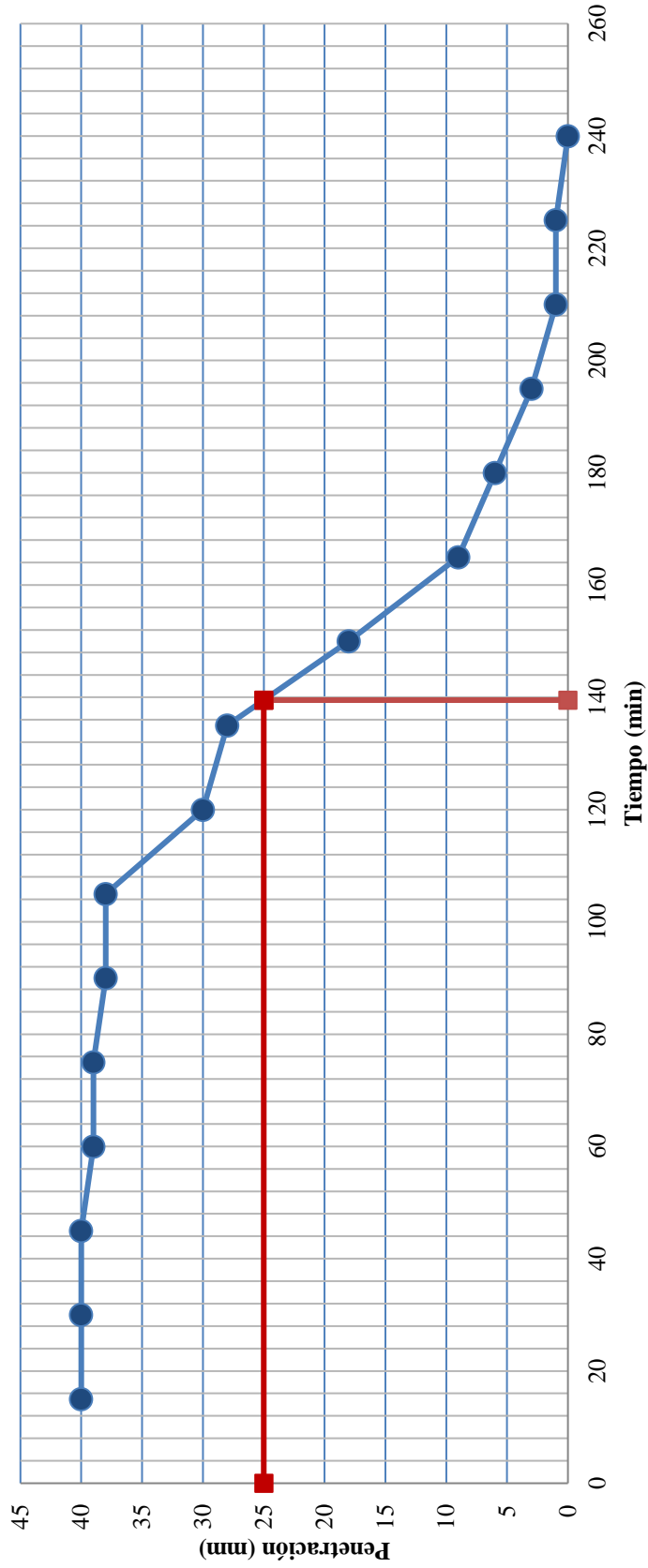



Figura N° 13: Repetición 5 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Sol    |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 10-01-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-6)**

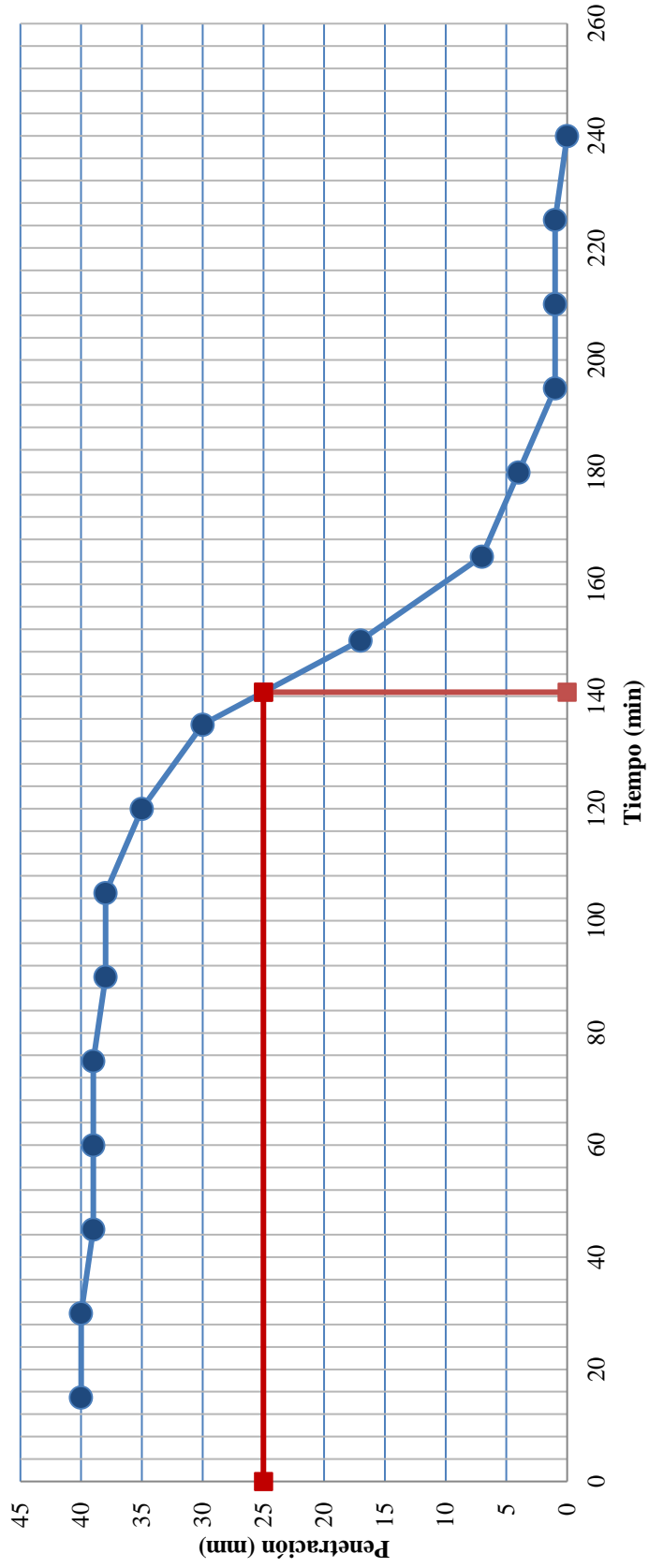



Figura N° 14: Repetición 6 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Sol    |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 10-01-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-7)**

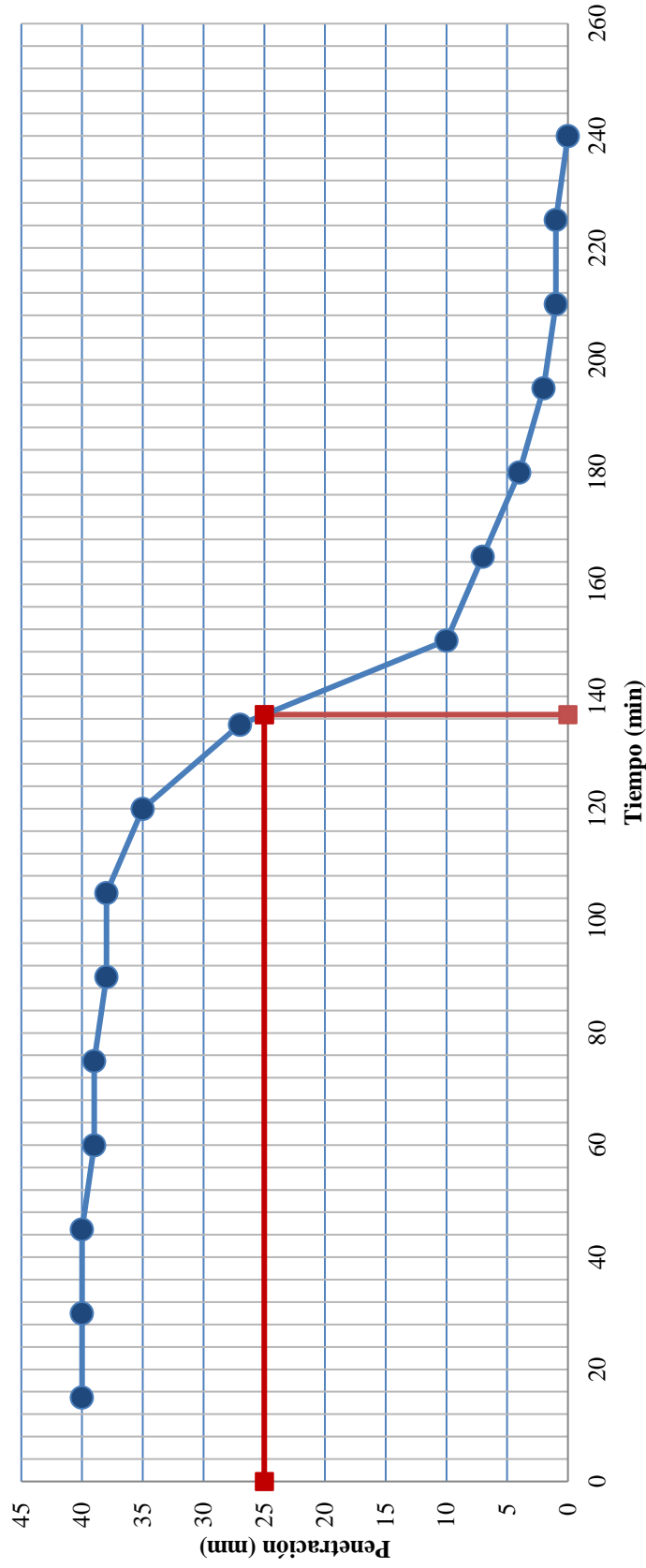



Figura N° 15: Repetición 7 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Sol    |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 10-01-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-8)**

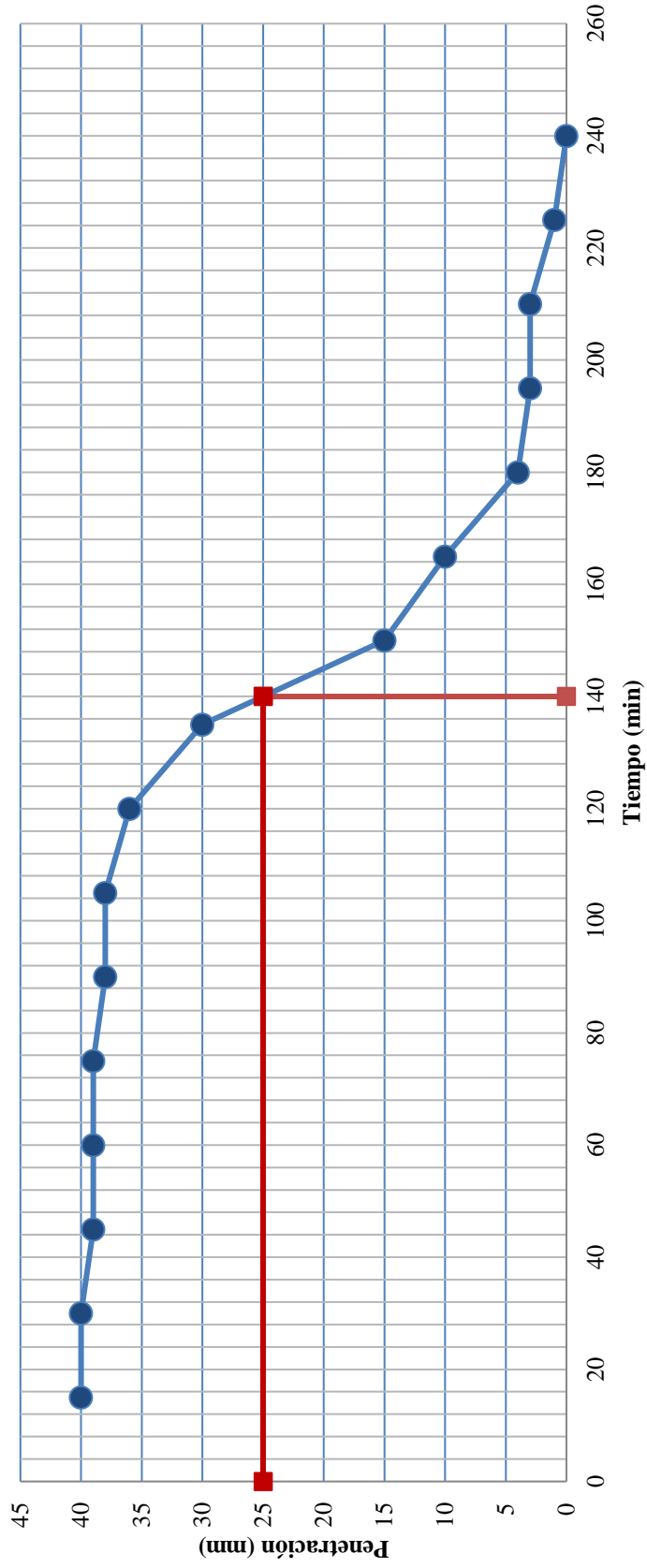



Figura N° 16: Repetición 8 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Sol    |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 10-01-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-9)**

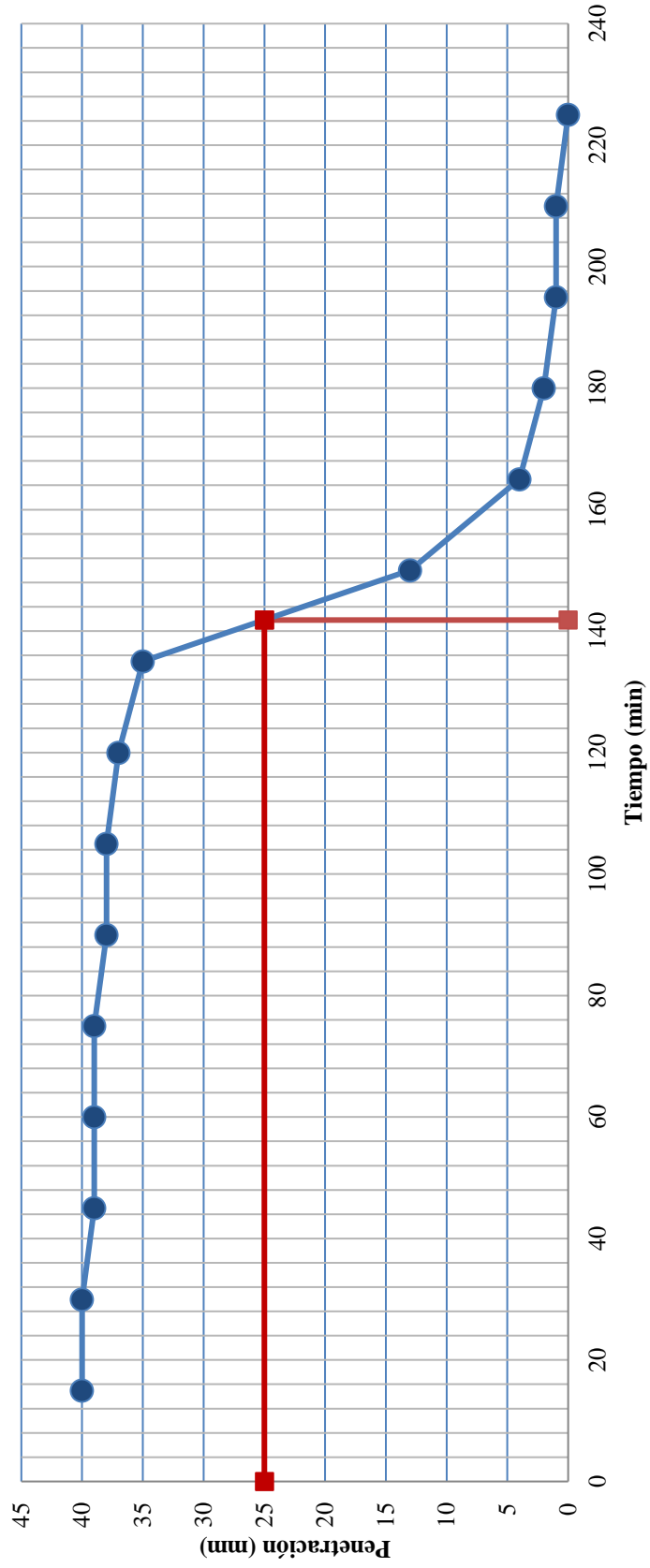



Figura N° 17: Repetición 9 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Sol    |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 10-01-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-10)**

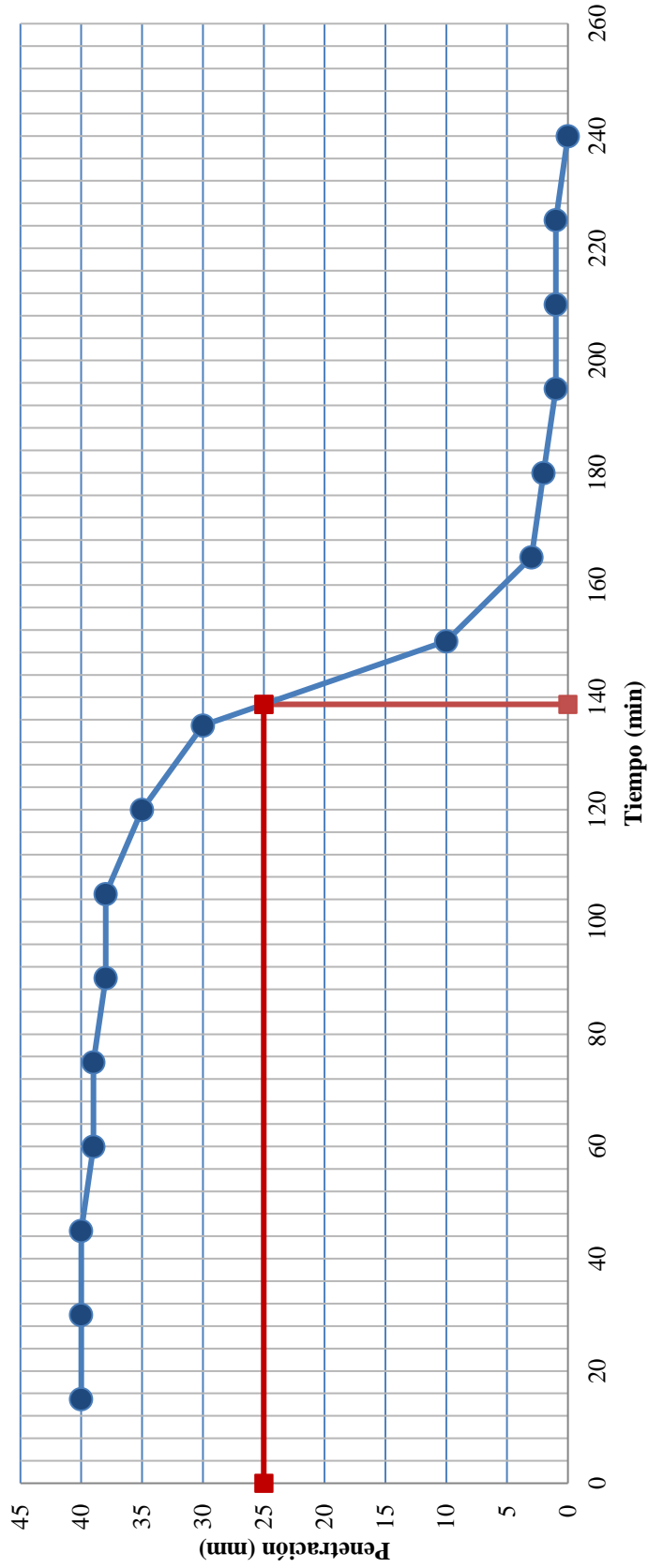




Figura N° 18: Repetición 10 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5: Resumen General de tiempo de fraguado del cemento Quisqueya

|             |     | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|--|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|  |     | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |     | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|  |     | NORMA : NTP 334.006                    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| DESCRIPCIÓN  |     | : Tiempo de fraguado Cemento Quisqueya |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| DISEÑO   |     | : Varios                               |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Tiempo (min)   |     | Penetración (mm)                       |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|  |     | M-1                                    | M-2 | M-3 | M-4 | M-5 | M-6 | M-7 | M-8 | M-9 | M-10 |
| 15   | 40  | 40                                     | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   |
| 30   | 40  | 40                                     | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   |
| 45   | 40  | 40                                     | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   |
| 60   | 40  | 39                                     | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 40   |
| 75   | 38  | 36                                     | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 38   |
| 90   | 38  | 36                                     | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 38   |
| 105  | 38  | 36                                     | 39  | 39  | 39  | 39  | 39  | 38  | 38  | 38  | 38   |
| 120  | 35  | 29                                     | 34  | 32  | 34  | 33  | 36  | 37  | 37  | 37  | 35   |
| 135  | 22  | 22                                     | 26  | 24  | 28  | 25  | 23  | 25  | 25  | 26  | 22   |
| 150  | 8   | 6                                      | 14  | 8   | 9   | 7   | 13  | 8   | 8   | 11  | 8    |
| 165  | 1   | 2                                      | 7   | 1   | 1   | 3   | 2   | 1   | 1   | 3   | 1    |
| 180  | 0   | 0                                      | 3   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 195  | 0   | 0                                      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    |
| Tiempo de fraguado inicial (min)   | 132 | 129                                    | 136 | 133 | 137 | 135 | 132 | 135 | 135 | 136 | 132  |
| Tiempo de fraguado final (min)   | 180 | 180                                    | 195 | 180 | 180 | 195 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180  |

Fuente: Elaboración Propia

|  |  |                            |
|--|--|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |  |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Quisqueya |                            |
| DISEÑO   | : Varios                               |                            |
|  | NORMA                                  | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                                  | : 20-01-18                 |
|  | HEHO POR                               | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-1)**

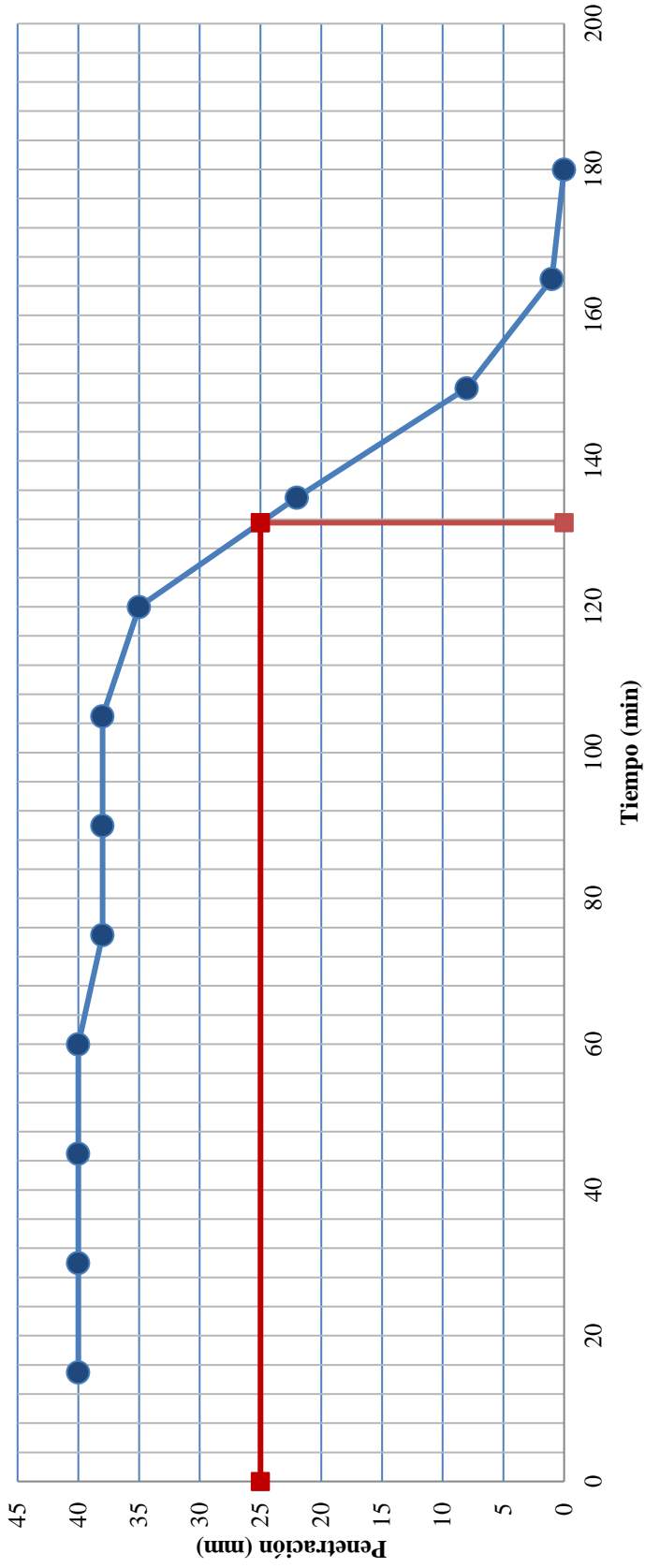



Figura N° 19: Repetición 1 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia



|  |  |                            |
|--|--|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |  |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Quisqueya |                            |
| DISEÑO   | : Varios                               |                            |
|  | NORMA                                  | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                                  | : 20-01-18                 |
|  | HEHO POR                               | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-2)**

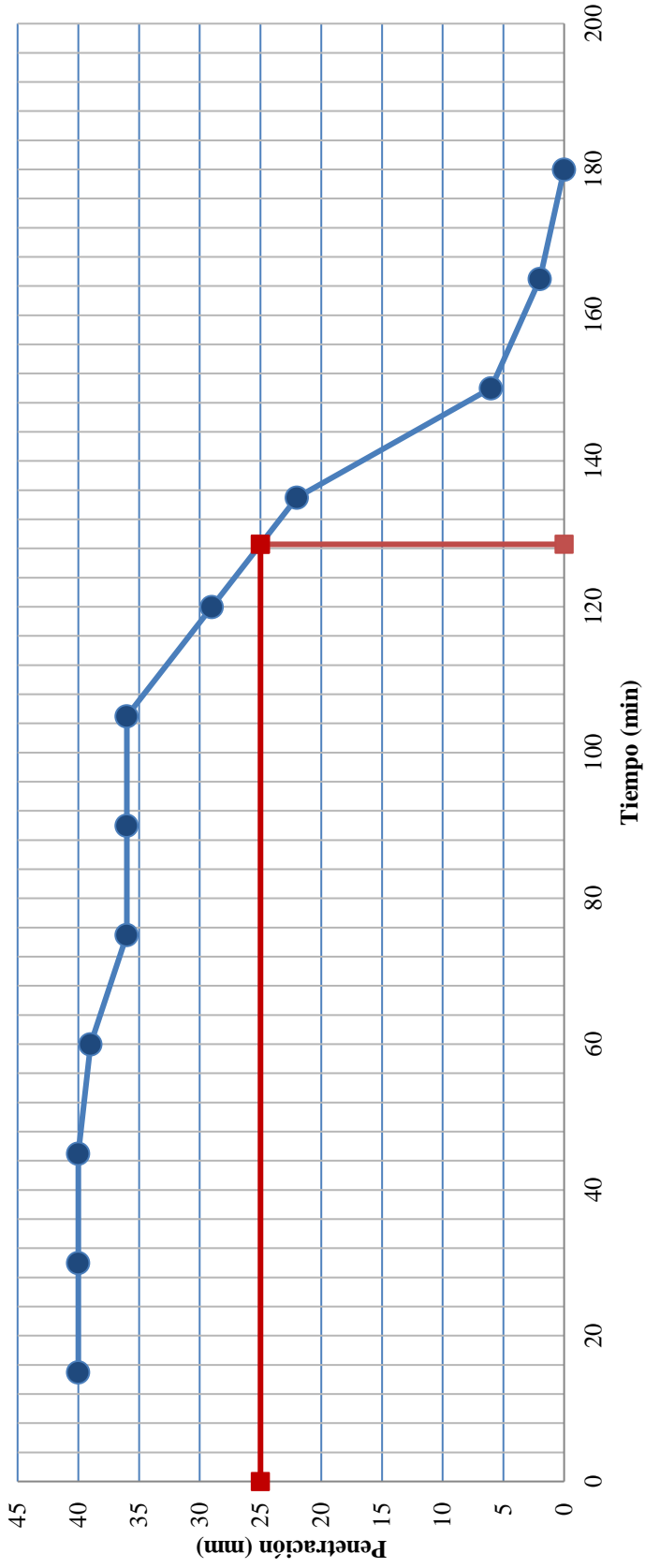



Figura N° 20: Repetición 2 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b><br><b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b> |  |
|   | <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b>                    |  |
|   | <b>DESCRIPCION</b><br>: Tiempo de fraguado Cemento Quisqueya  | <b>NORMA</b> : NTP 334.006                 |
| <b>DISEÑO</b><br>: Varios   | <b>FECHA</b> : 20-01-18   | <b>HEHO POR</b> : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-3)**

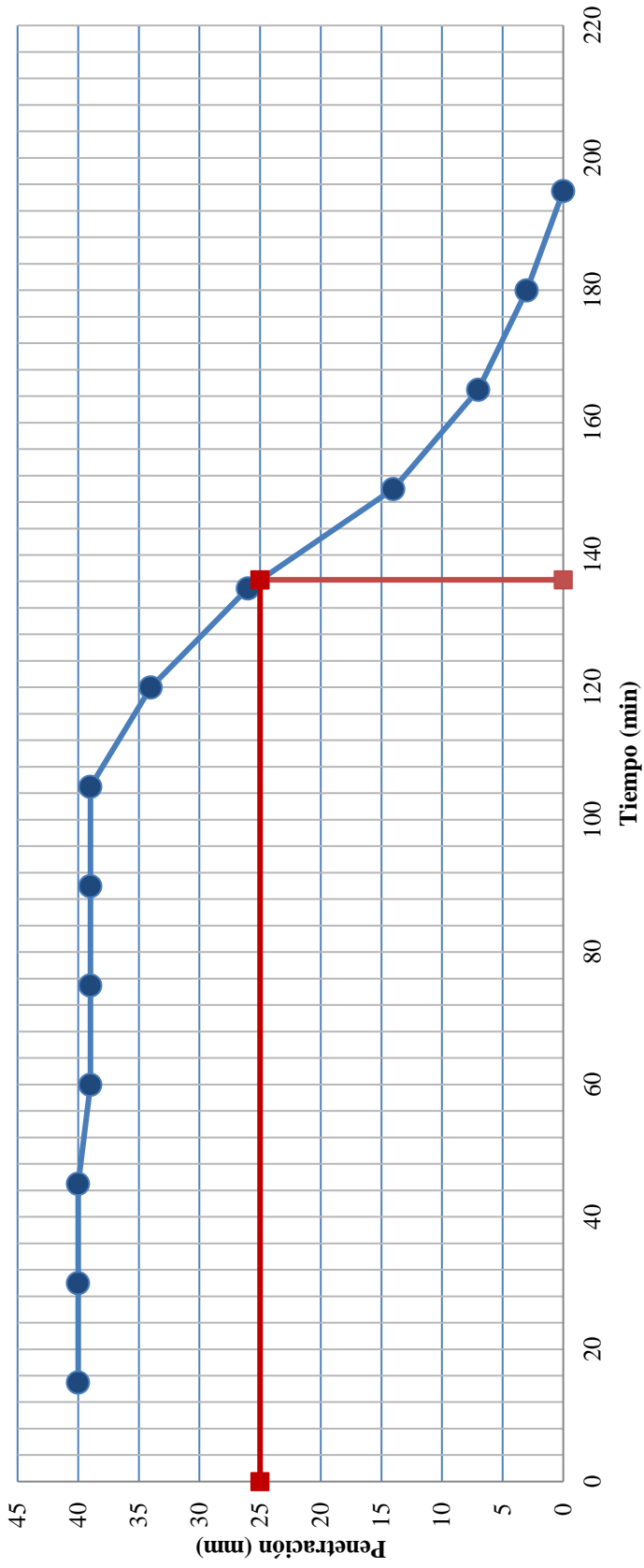



Figura N° 21: Repetición 3 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

|  |  |  |
|--|--|--|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |  |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |  |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |  |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |  |  |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>   | : Tiempo de fraguado Cemento Quisqueya | <b>NORMA</b> : NTP 334.006                 |
| <b>DISEÑO</b>  | : Varios                               | <b>FECHA</b> : 20-01-18                    |
|  |  | <b>HEHO POR</b> : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-4)**

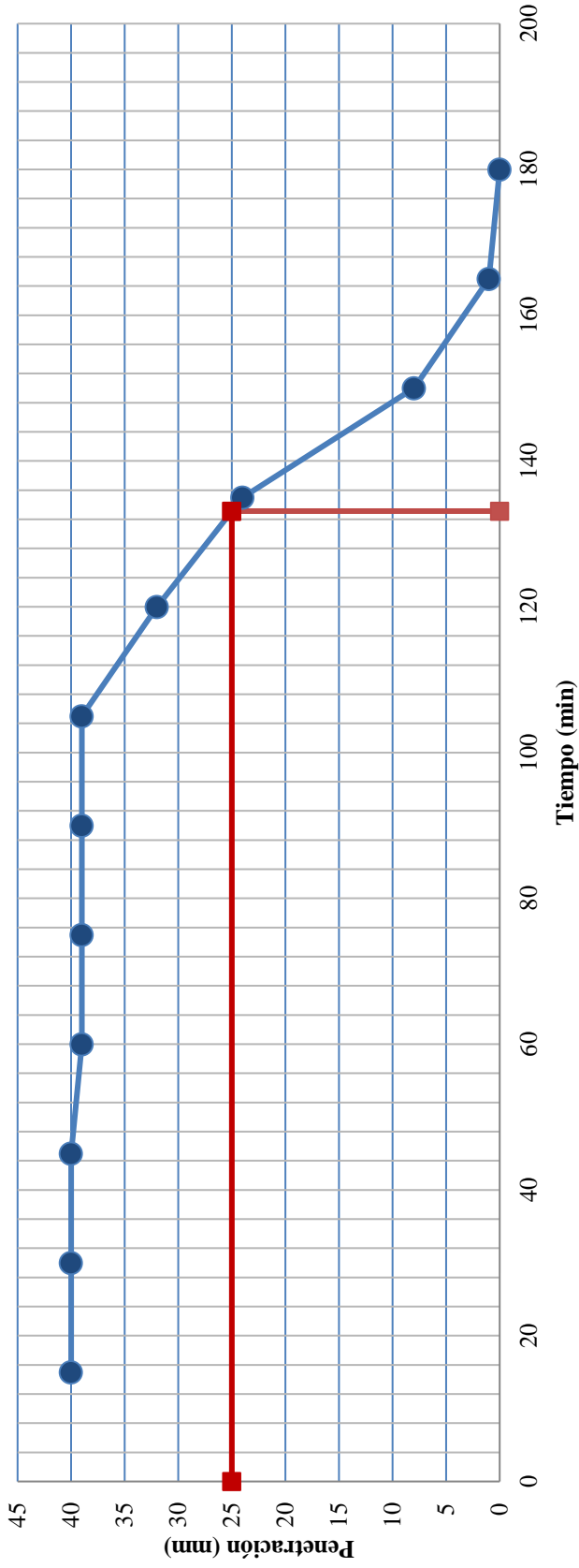



Figura N° 22: Repetición 4 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

|  |  |                            |
|--|--|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |  |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Quisqueya |                            |
| DISEÑO   | : Varios                               |                            |
|  | NORMA                                  | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                                  | : 20-01-18                 |
|  | HEHO POR                               | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-5)**

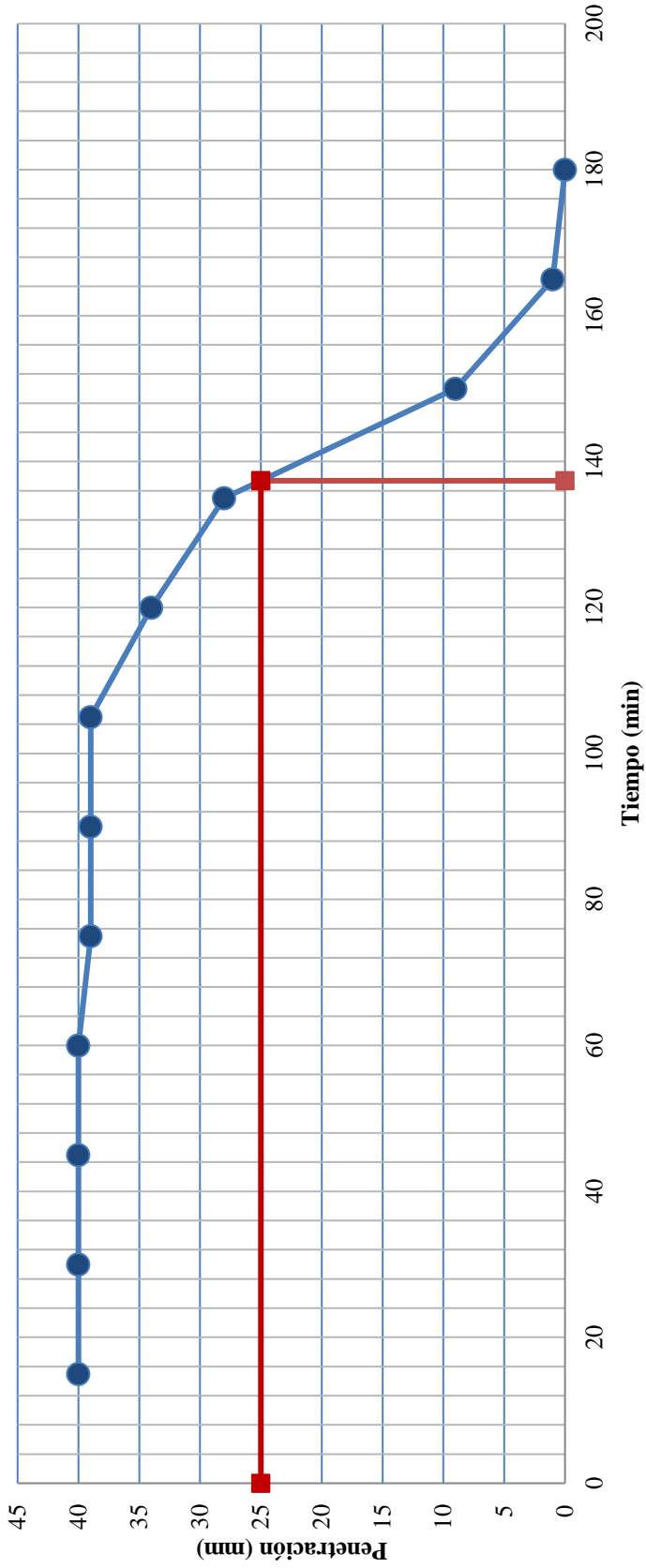



Figura N° 23: Repetición 5 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b><br><b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b> |  |
|   | <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b>                    |  |
|   | <b>DESCRIPCIÓN</b><br>: Tiempo de fraguado Cemento Quisqueya  | <b>NORMA</b> : NTP 334.006                 |
| <b>DISEÑO</b><br>: Varios   | <b>FECHA</b> : 20-01-18   | <b>HEHO POR</b> : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-6)**

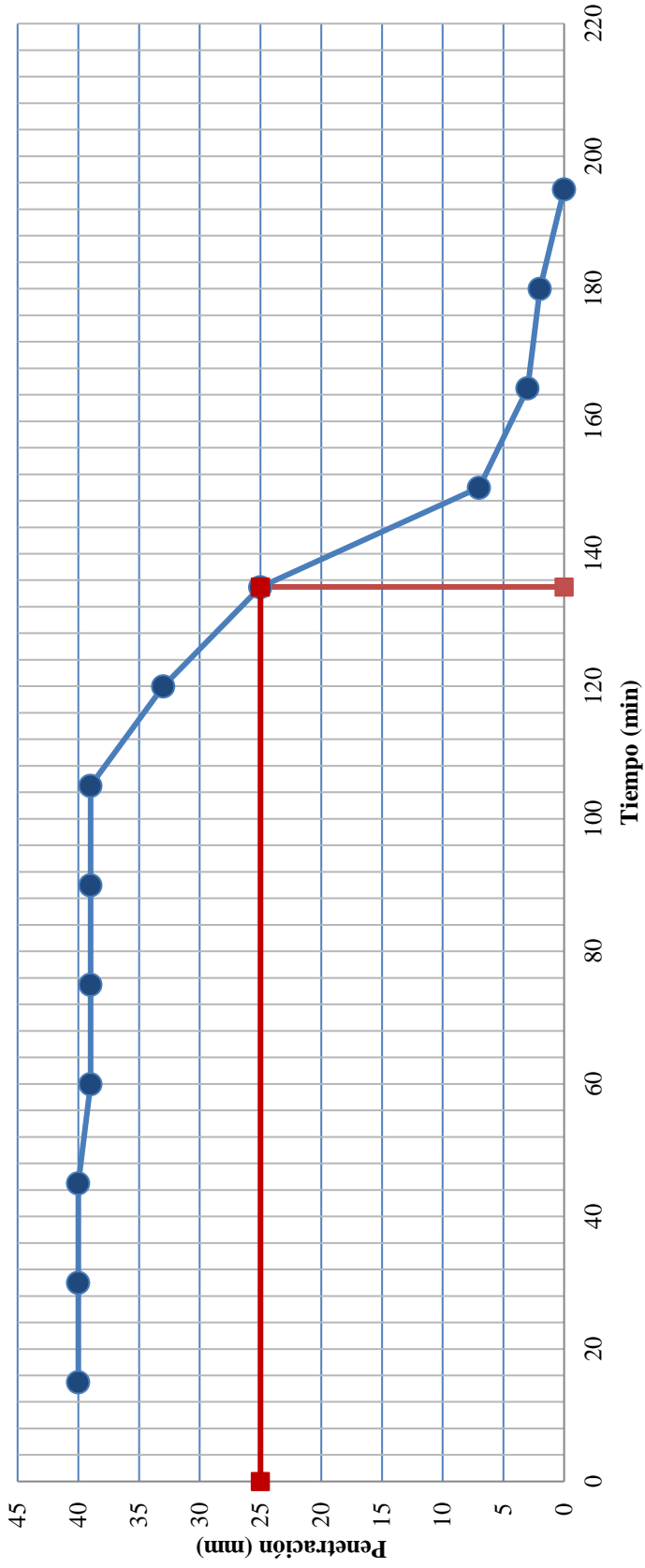



Figura N° 24: Repetición 6 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

|  |  |                            |
|--|--|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |  |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Quisqueya |                            |
| DISEÑO   | : Varios                               |                            |
|  | NORMA                                  | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                                  | : 20-01-18                 |
|  | HEHO POR                               | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-7)**

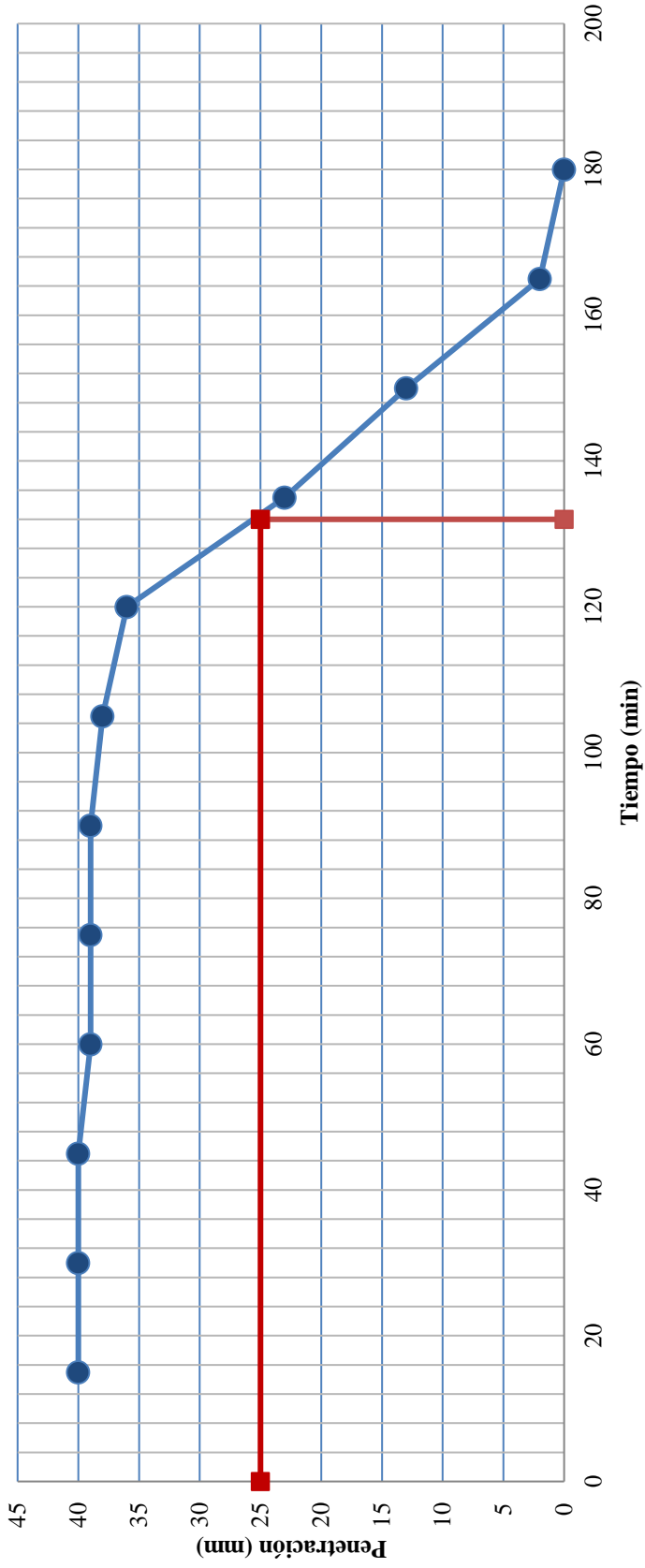



Figura N° 25: Repetición 7 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

|  |  |                            |
|--|--|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |  |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Quisqueya |                            |
| DISEÑO   | : Varios                               |                            |
|  | NORMA                                  | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                                  | : 20-01-18                 |
|  | HEHO POR                               | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-8)**

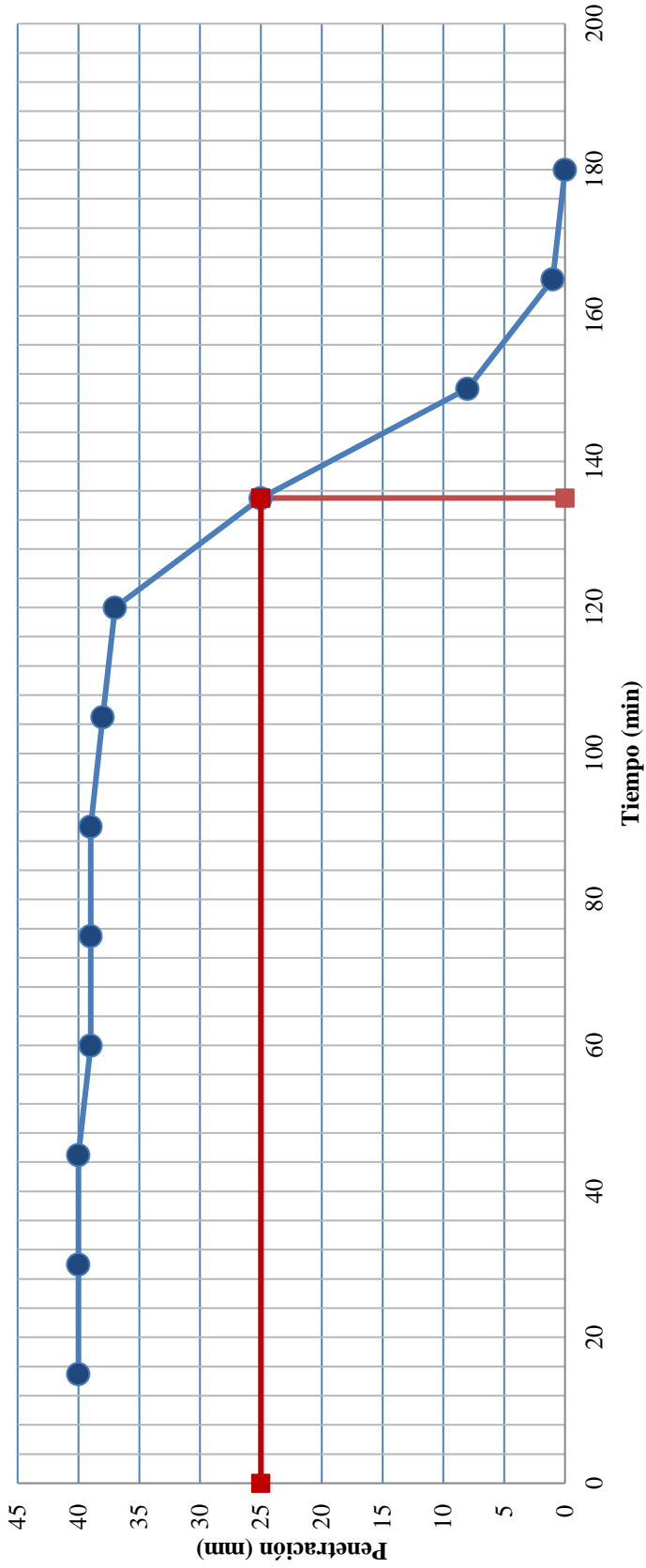



Figura N° 26: Repetición 8 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

|   |   |                            |
|---|---|----------------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b><br><b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b> |                            |
|   | <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b>                    |                            |
|   | <b>DESCRIPCIÓN</b><br>: Tiempo de fraguado Cemento Quisqueya  | <b>NORMA</b> : NTP 334.006 |
| <b>DISEÑO</b><br>: Varios   | <b>FECHA</b> : 20-01-18<br><b>HEHO POR</b> : Arturo Huarcaya Gonzales   |                            |

**Penetración vs. Tiempo (M-9)**

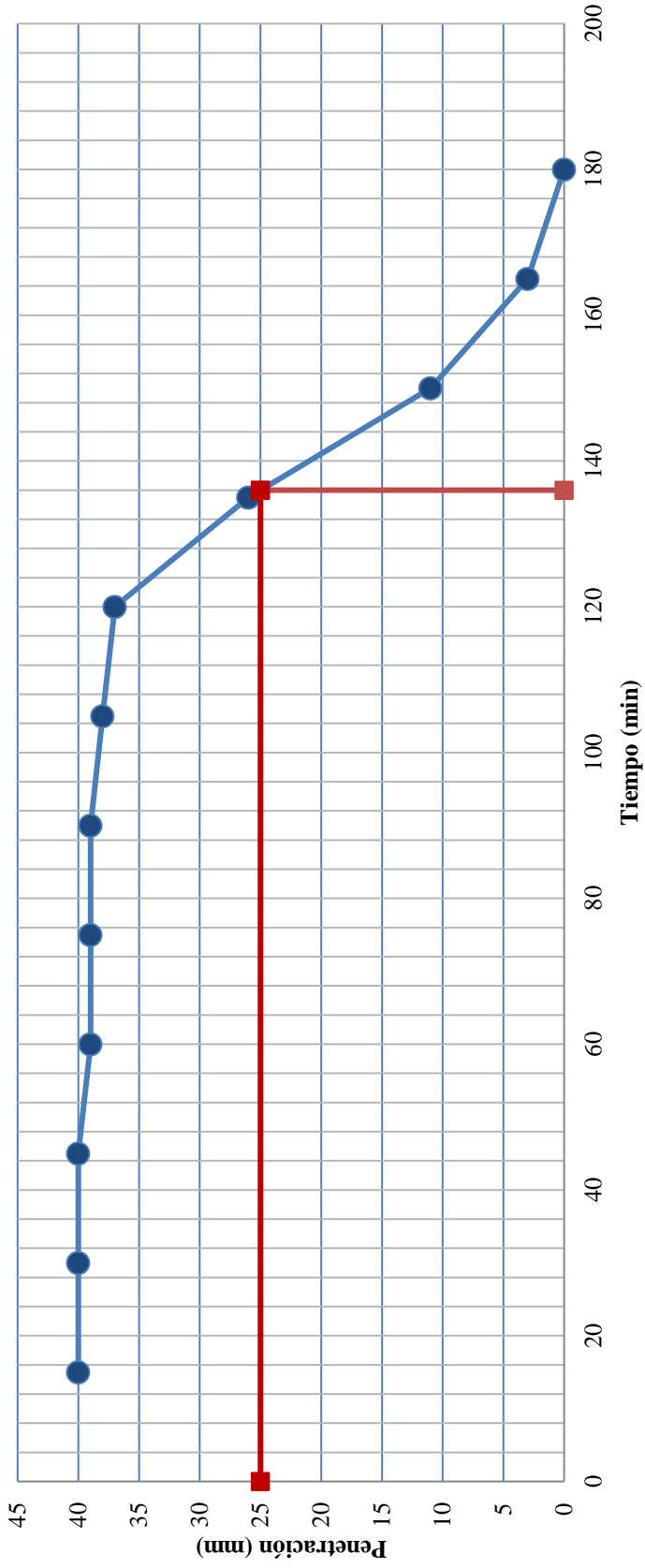



Figura N° 27: Repetición 9 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia



|  |  |                            |
|--|--|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                            |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |  |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Quisqueya |                            |
| DISEÑO   | : Varios                               |                            |
|  | NORMA                                  | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                                  | : 20-01-18                 |
|  | HEHO POR                               | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-10)**

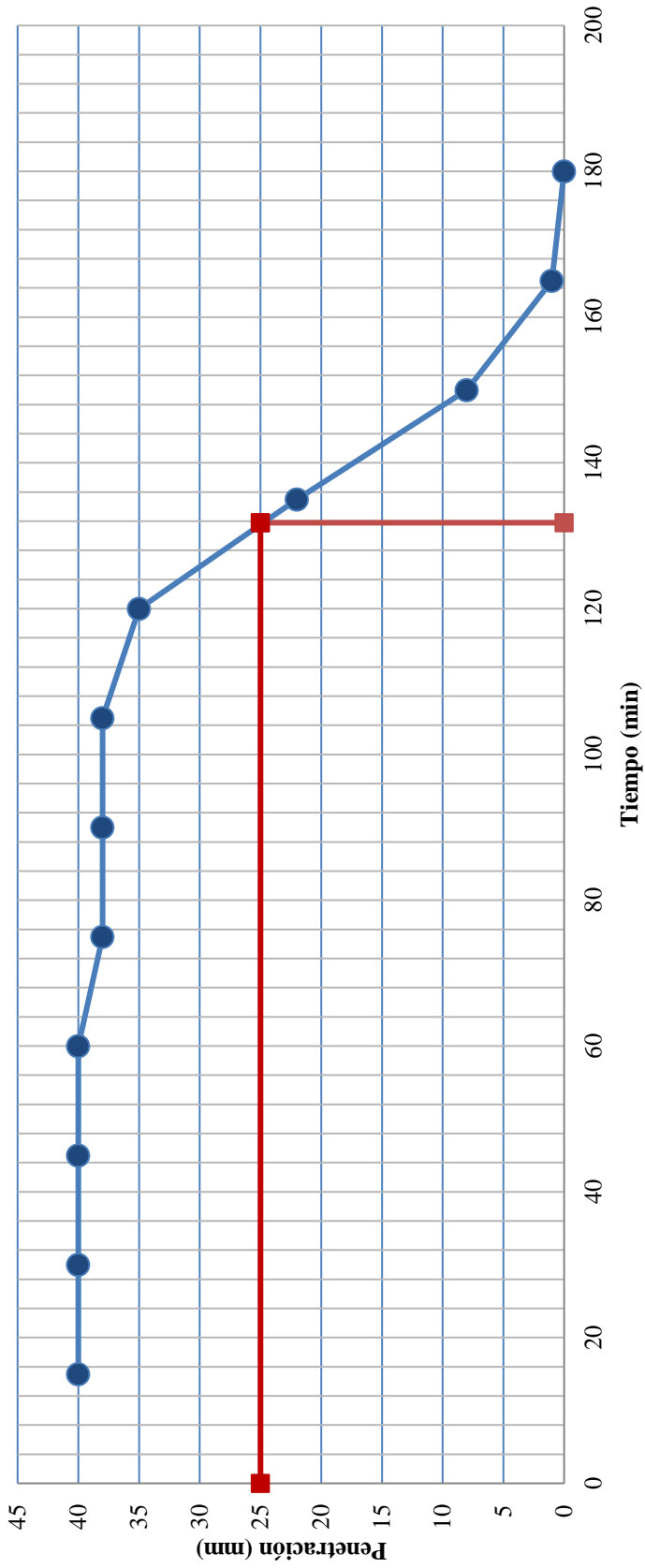




Figura N° 28: Repetición 10 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 6: Resumen General de tiempo de fraguado del cemento Pacasmayo

|  |     | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA   |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
|---|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
|   |     | FACULTAD DE INGENIERÍA  |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  |     | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES   |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
|   |     | DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
| <b>DISEÑO</b>   |     | NORMA : NTP 334.006<br>FECHA : 10-02-18<br>HEHO POR : Arturo Huarcaya Gonzales        |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
|   |     | : Tiempo de fraguado Cemento Pacasmayo<br>: Varios                                    |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
| <b>Tiempo</b>   |     | Penetración (mm)  |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
| (min)   | M-1 | M-2   | M-3 | M-4 | M-5 | M-6 | M-7 | M-8 | M-9 | M-10 |  |
| 15  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   |  |
| 30  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   |  |
| 45  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   |  |
| 60  | 39  | 40  | 39  | 39  | 38  | 39  | 40  | 38  | 40  | 39   |  |
| 75  | 39  | 39  | 39  | 39  | 38  | 39  | 39  | 38  | 39  | 39   |  |
| 90  | 37  | 39  | 39  | 37  | 38  | 39  | 39  | 38  | 39  | 36   |  |
| 105   | 37  | 39  | 34  | 37  | 38  | 39  | 39  | 37  | 37  | 36   |  |
| 120   | 37  | 32  | 34  | 37  | 31  | 30  | 31  | 37  | 37  | 36   |  |
| 135   | 36  | 30  | 32  | 36  | 31  | 27  | 31  | 36  | 36  | 31   |  |
| 150   | 36  | 30  | 26  | 34  | 31  | 27  | 30  | 36  | 36  | 31   |  |
| 165   | 24  | 26  | 26  | 32  | 27  | 25  | 23  | 24  | 24  | 24   |  |
| 180   | 15  | 12  | 11  | 17  | 16  | 13  | 18  | 15  | 16  | 15   |  |
| 195   | 9   | 9   | 5   | 11  | 4   | 7   | 10  | 9   | 5   | 9    |  |
| 210   | 2   | 3   | 2   | 3   | 1   | 2   | 1   | 2   | 1   | 4    |  |
| 225   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1    |  |
| 240   |     |   | 0   |     |     |     | 0   |     |     | 0    |  |
| Tiempo de fraguado inicial (min)  | 164 | 166   | 166 | 172 | 168 | 165 | 161 | 164 | 164 | 163  |  |
| Tiempo de fraguado final (min)  | 225 | 225   | 240 | 225 | 225 | 225 | 240 | 225 | 225 | 240  |  |

Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
|    | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                                     |
|   | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                                     |
|   | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                                     |
| DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT |  |                                     |
| DESCRIPCIÓN   | : Tiempo de fraguado Cemento Pacasmayo | NORMA : NTP 334.006                 |
| DISEÑO  | : Varios                               | FECHA : 10-02-18                    |
|   |  | HEHO POR : Arturo Huarcaya Gonzales |

M-1  
Penetración vs. Tiempo

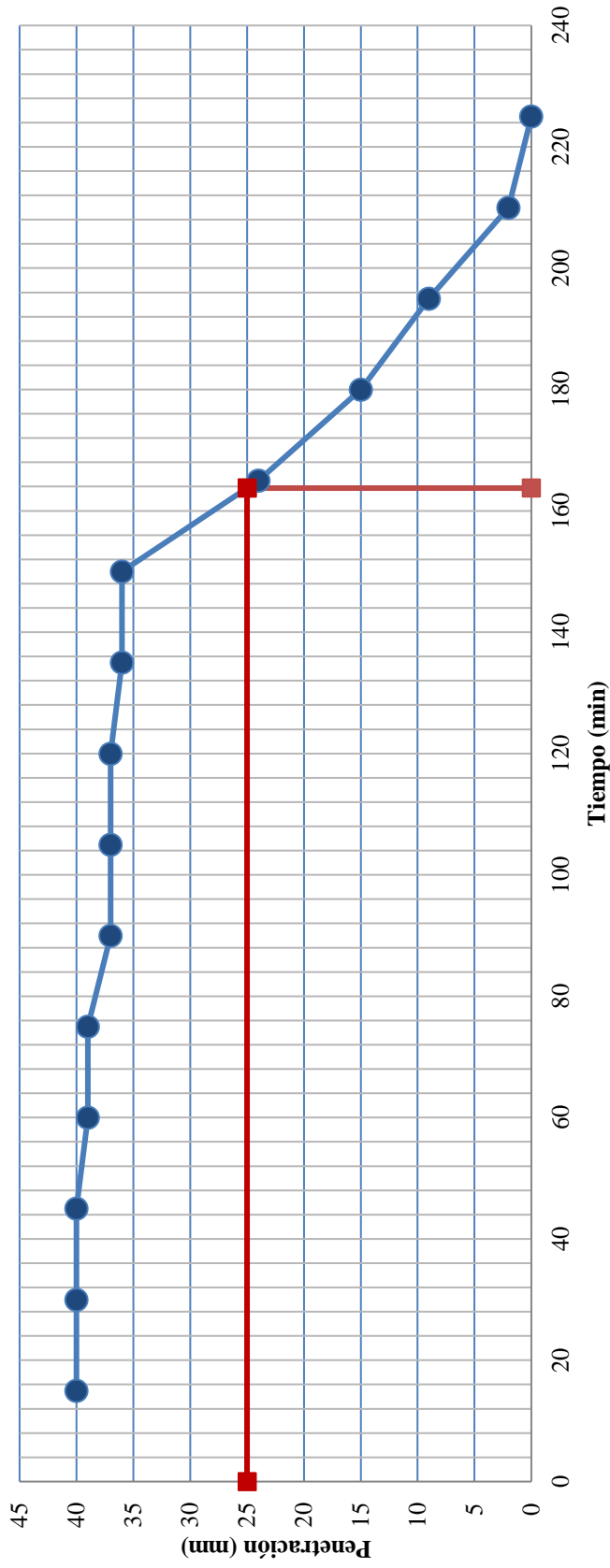



Figura N° 29: Repetición 1 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                            |
|---|--|----------------------------|
|    | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                            |
|   | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                            |
|   | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                            |
| DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT |  |                            |
| DESCRIPCIÓN   | : Tiempo de fraguado Cemento Pacasmayo |                            |
| DISEÑO  | : Varios                               |                            |
|   | NORMA                                  | : NTP 334.006              |
|   | FECHA                                  | : 10-02-18                 |
|   | HEHO POR                               | : Arturo Huarcaya Gonzales |

M-2  
Penetración vs. Tiempo

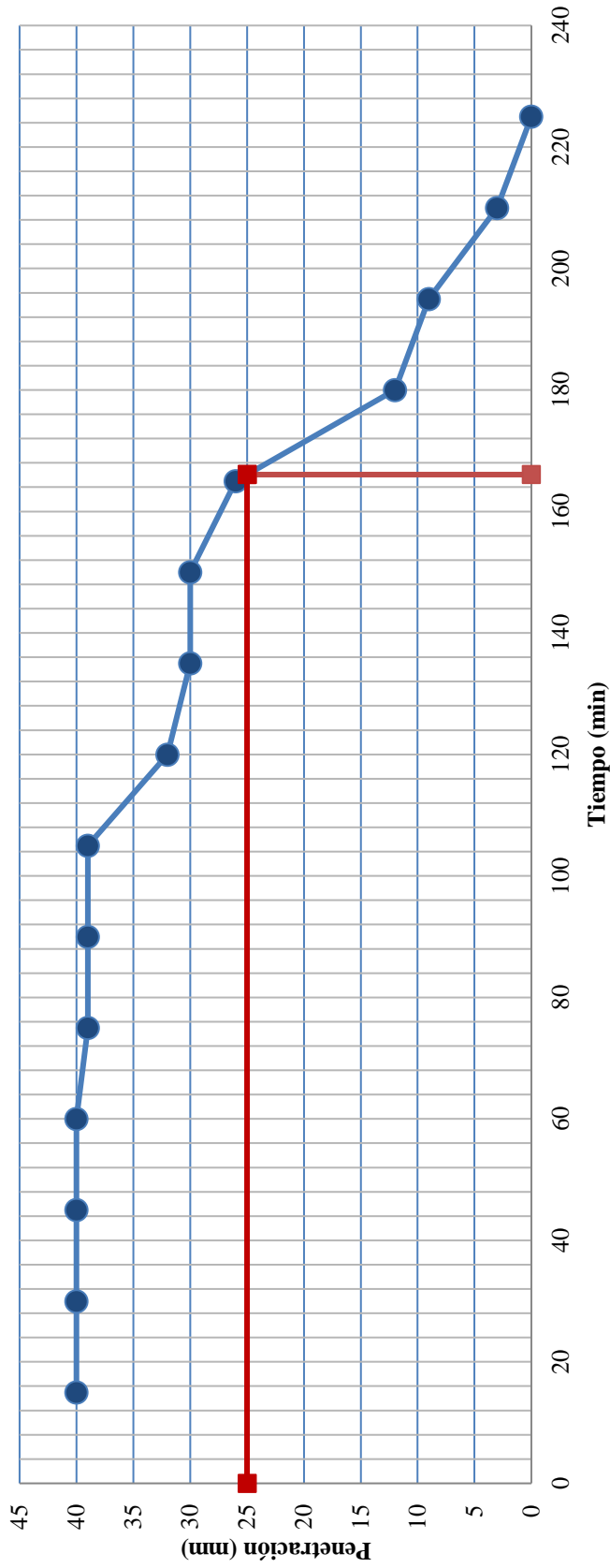



Figura N° 30: Repetición 2 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                            |
|---|--|----------------------------|
|    | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                            |
|   | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                            |
|   | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                            |
| DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT |  |                            |
| DESCRIPCIÓN   | : Tiempo de fraguado Cemento Pacasmayo |                            |
| DISEÑO  | : Varios                               |                            |
|   | NORMA                                  | : NTP 334.006              |
|   | FECHA                                  | : 10-02-18                 |
|   | HEHO POR                               | : Arturo Huarcaya Gonzales |

M-3  
Penetración vs. Tiempo

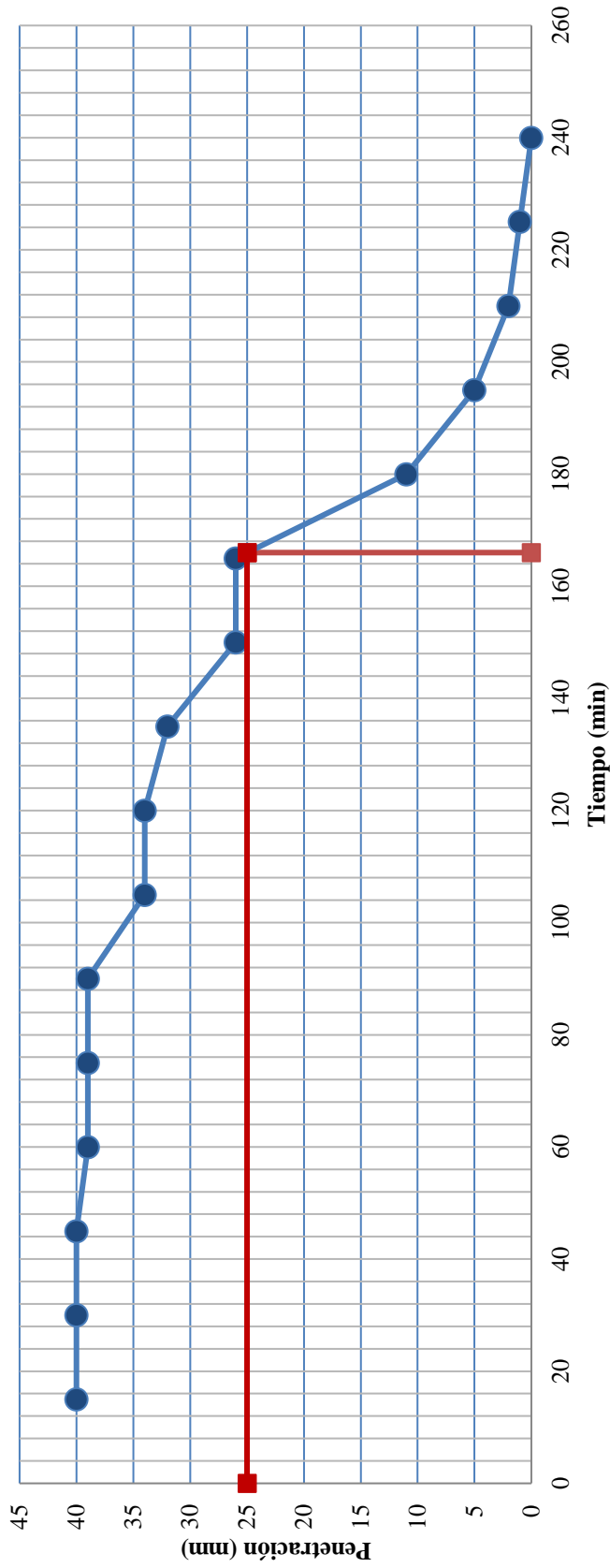



Figura N° 31: Repetición 3 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
|    | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                                     |
|   | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                                     |
|   | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                                     |
| DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT |  |                                     |
| DESCRIPCIÓN   | : Tiempo de fraguado Cemento Pacasmayo | NORMA : NTP 334.006                 |
| DISEÑO  | : Varios                               | FECHA : 10-02-18                    |
|   |  | HEHO POR : Arturo Huarcaya Gonzales |

M-4  
Penetración vs. Tiempo

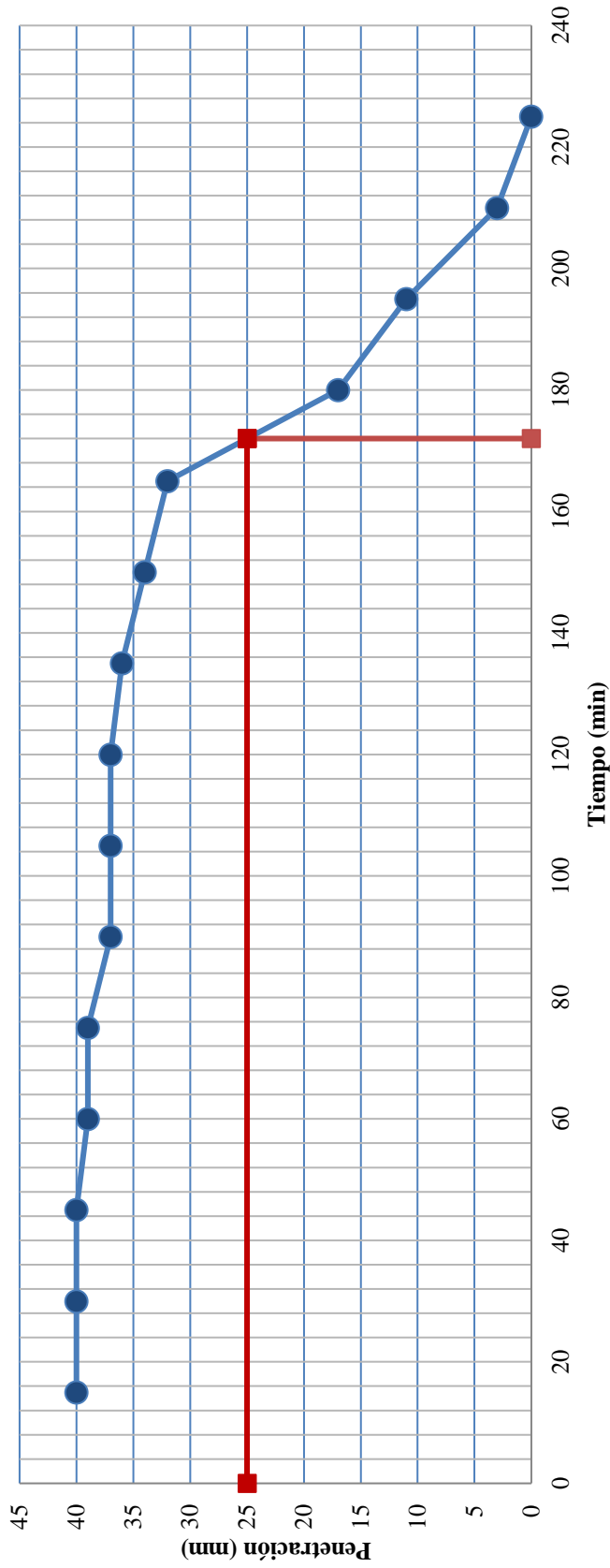



Figura N° 32: Repetición 4 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
|    | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                                     |
|   | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                                     |
|   | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                                     |
| DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT |  |                                     |
| DESCRIPCIÓN   | : Tiempo de fraguado Cemento Pacasmayo | NORMA : NTP 334.006                 |
| DISEÑO  | : Varios                               | FECHA : 10-02-18                    |
|   |  | HEHO POR : Arturo Huarcaya Gonzales |

M-5  
Penetración vs. Tiempo

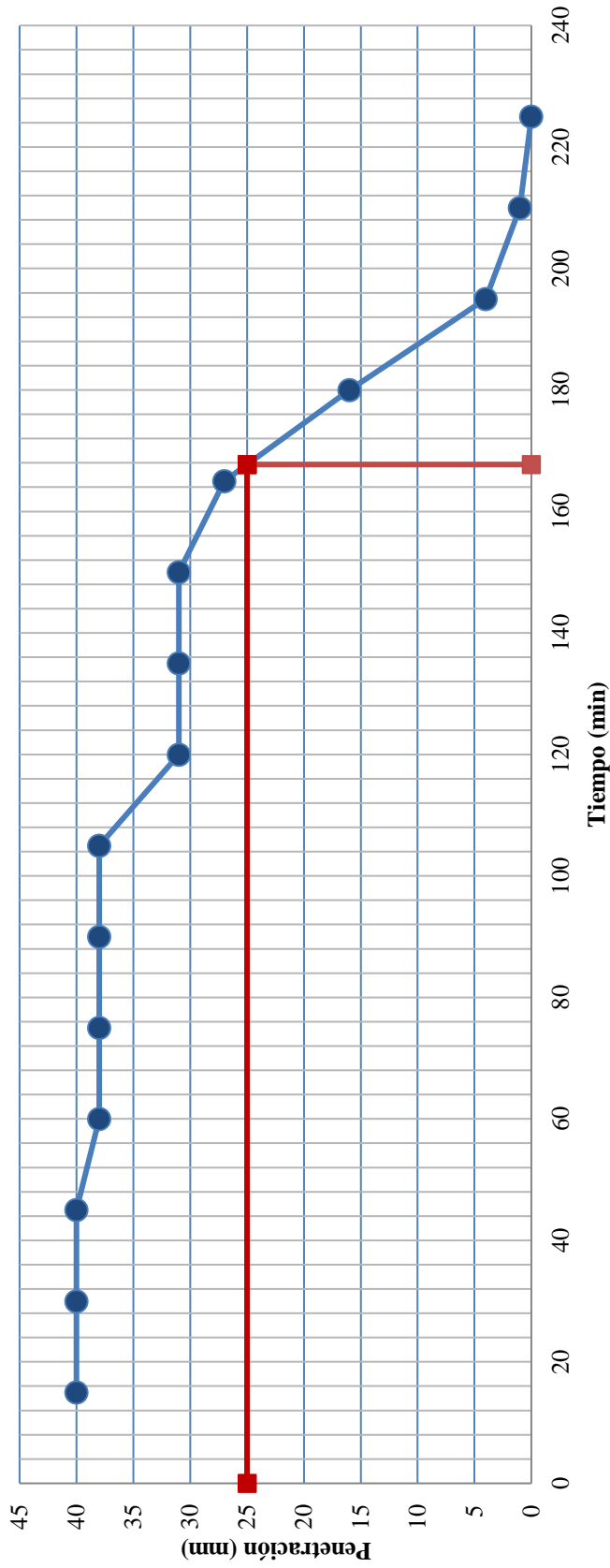



Figura N° 33: Repetición 5 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
|    | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                                     |
|   | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                                     |
|   | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                                     |
| DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT |  |                                     |
| DESCRIPCIÓN   | : Tiempo de fraguado Cemento Pacasmayo | NORMA : NTP 334.006                 |
| DISEÑO  | : Varios                               | FECHA : 10-02-18                    |
|   |  | HEHO POR : Arturo Huarcaya Gonzales |

M-6  
Penetración vs. Tiempo

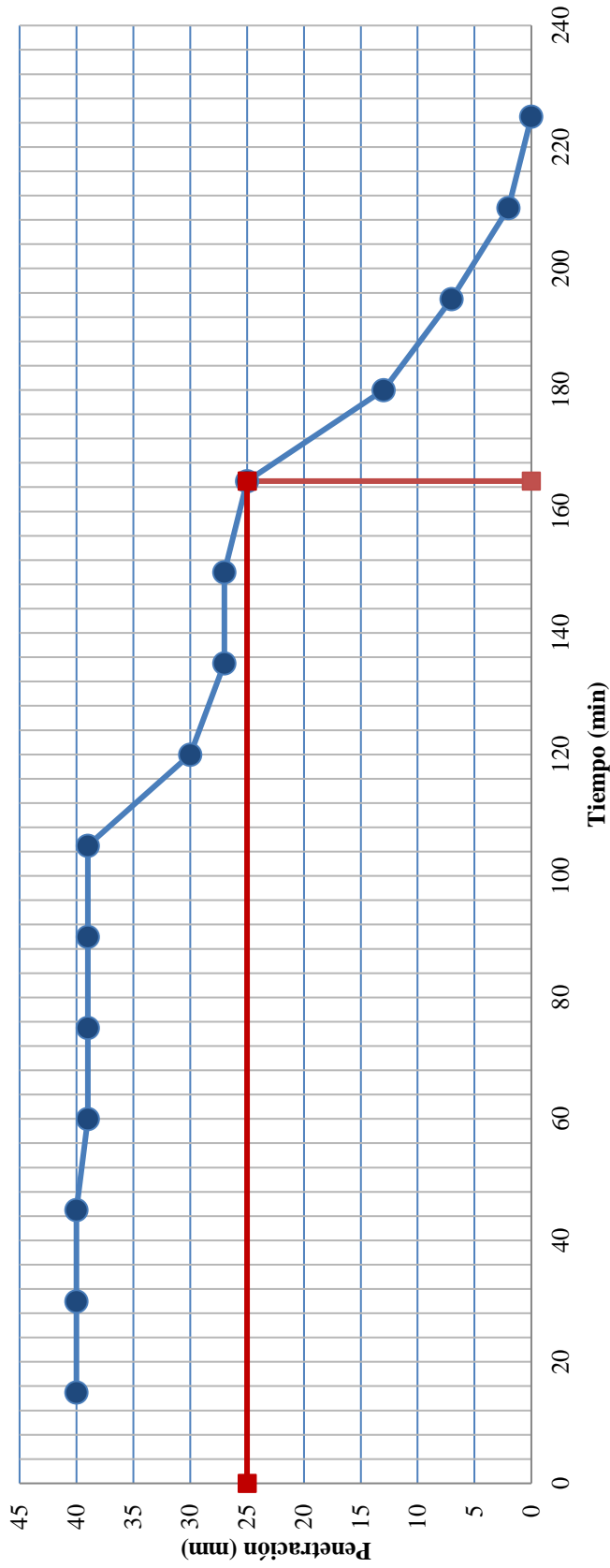



Figura N° 34: Repetición 6 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia



|   |  |                            |
|---|--|----------------------------|
|    | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                            |
|   | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                            |
|   | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                            |
| DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT |  |                            |
| DESCRIPCIÓN   | : Tiempo de fraguado Cemento Pacasmayo |                            |
| DISEÑO  | : Varios                               |                            |
|   | NORMA                                  | : NTP 334.006              |
|   | FECHA                                  | : 10-02-18                 |
|   | HEHO POR                               | : Arturo Huarcaya Gonzales |

M-7  
Penetración vs. Tiempo

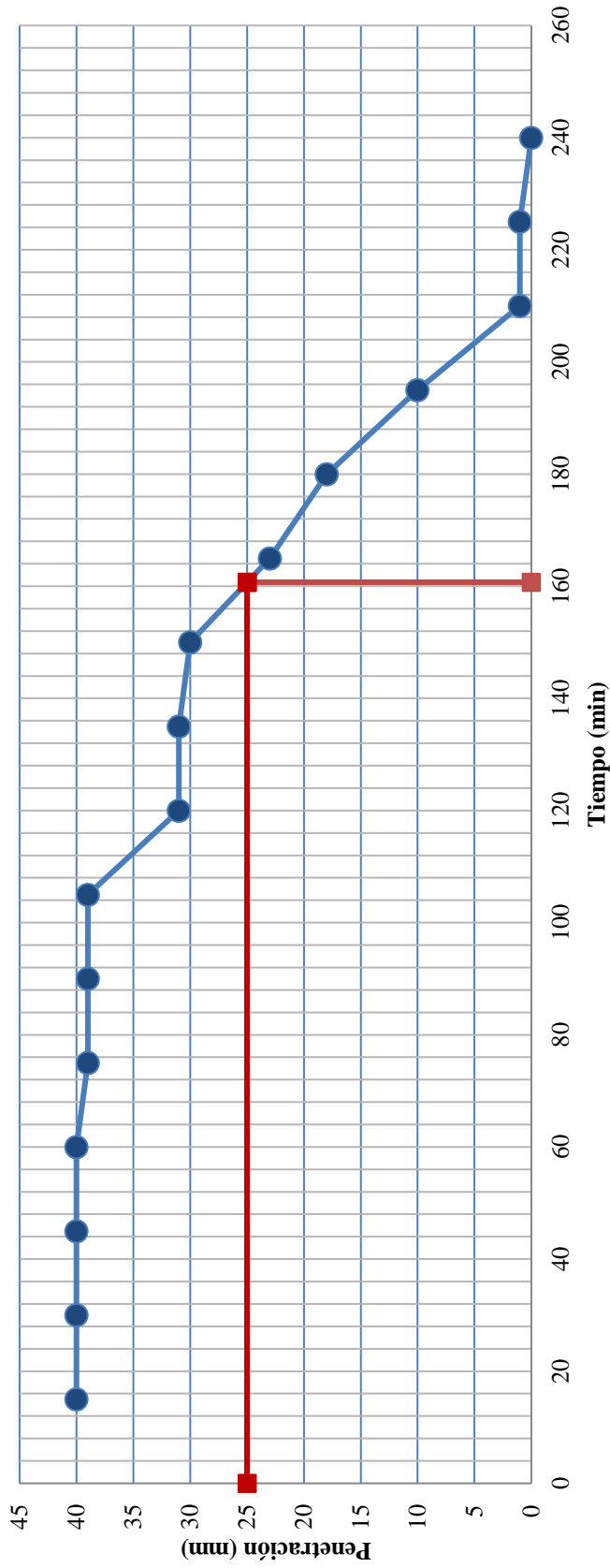



Figura N° 35: Repetición 7 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
|    | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                                     |
|   | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                                     |
|   | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                                     |
| DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT |  |                                     |
| DESCRIPCIÓN   | : Tiempo de fraguado Cemento Pacasmayo | NORMA : NTP 334.006                 |
| DISEÑO  | : Varios                               | FECHA : 10-02-18                    |
|   |  | HEHO POR : Arturo Huarcaya Gonzales |

M-8  
Penetración vs. Tiempo

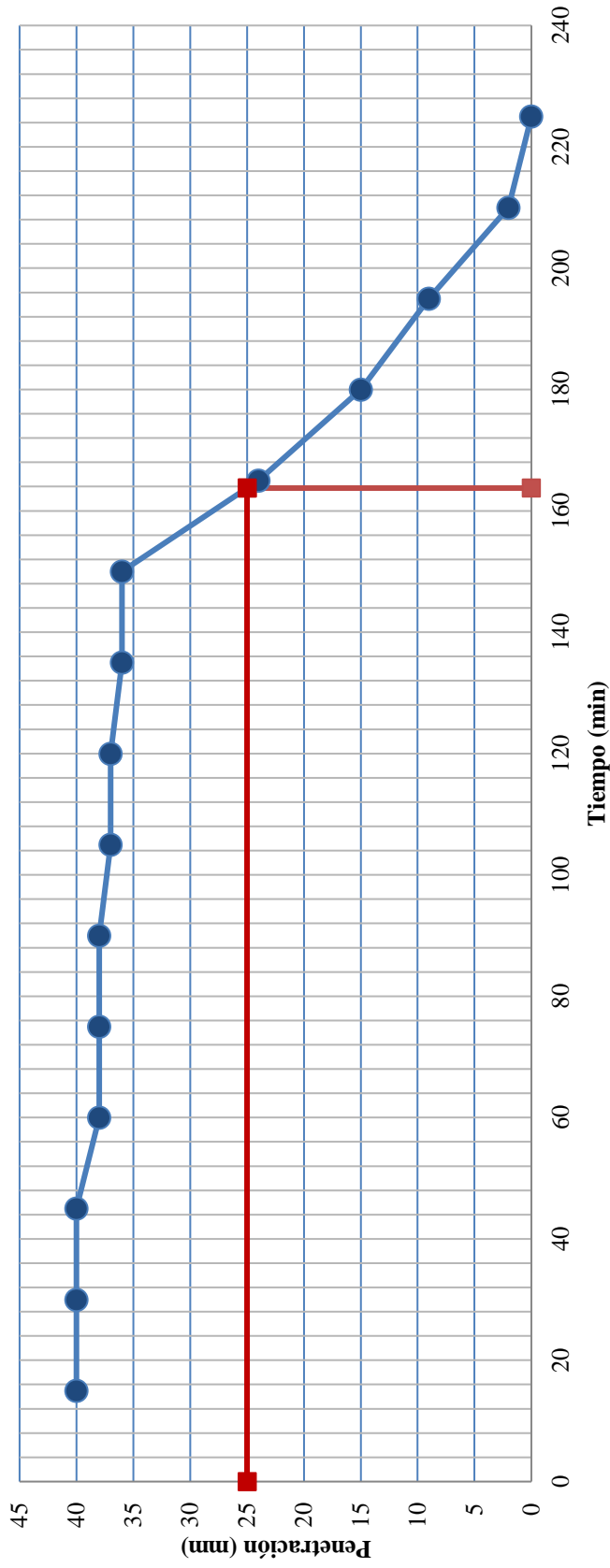



Figura N° 36: Repetición 8 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                            |
|---|--|----------------------------|
|    | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                            |
|   | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                            |
|   | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                            |
| DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT |  |                            |
| DESCRIPCIÓN   | : Tiempo de fraguado Cemento Pacasmayo |                            |
| DISEÑO  | : Varios                               |                            |
|   | NORMA                                  | : NTP 334.006              |
|   | FECHA                                  | : 10-02-18                 |
|   | HEHO POR                               | : Arturo Huarcaya Gonzales |

M-9  
Penetración vs. Tiempo

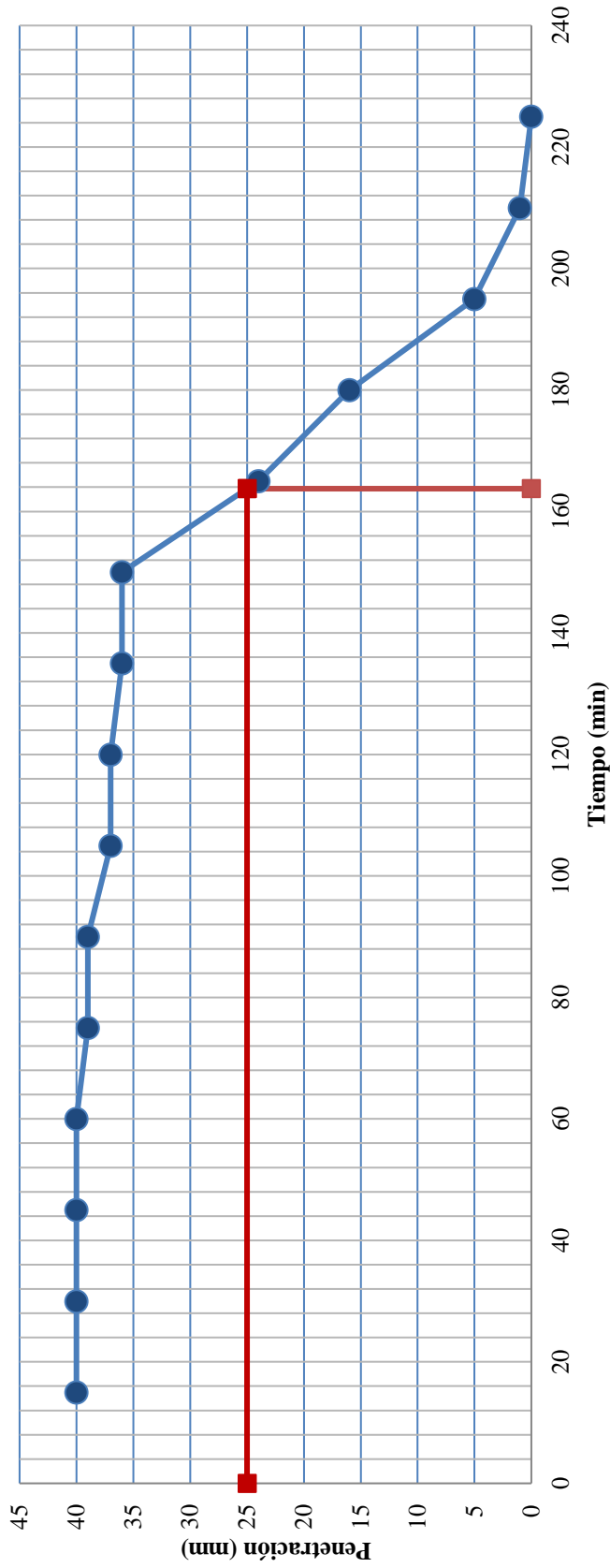



Figura N° 37: Repetición 9 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                            |
|---|--|----------------------------|
|    | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA              |                            |
|   | FACULTAD DE INGENIERÍA                 |                            |
|   | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES    |                            |
| DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT |  |                            |
| DESCRIPCIÓN   | : Tiempo de fraguado Cemento Pacasmayo |                            |
| DISEÑO  | : Varios                               |                            |
|   | NORMA                                  | : NTP 334.006              |
|   | FECHA                                  | : 10-02-18                 |
|   | HEHO POR                               | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**M-10**  
**Penetración vs. Tiempo**

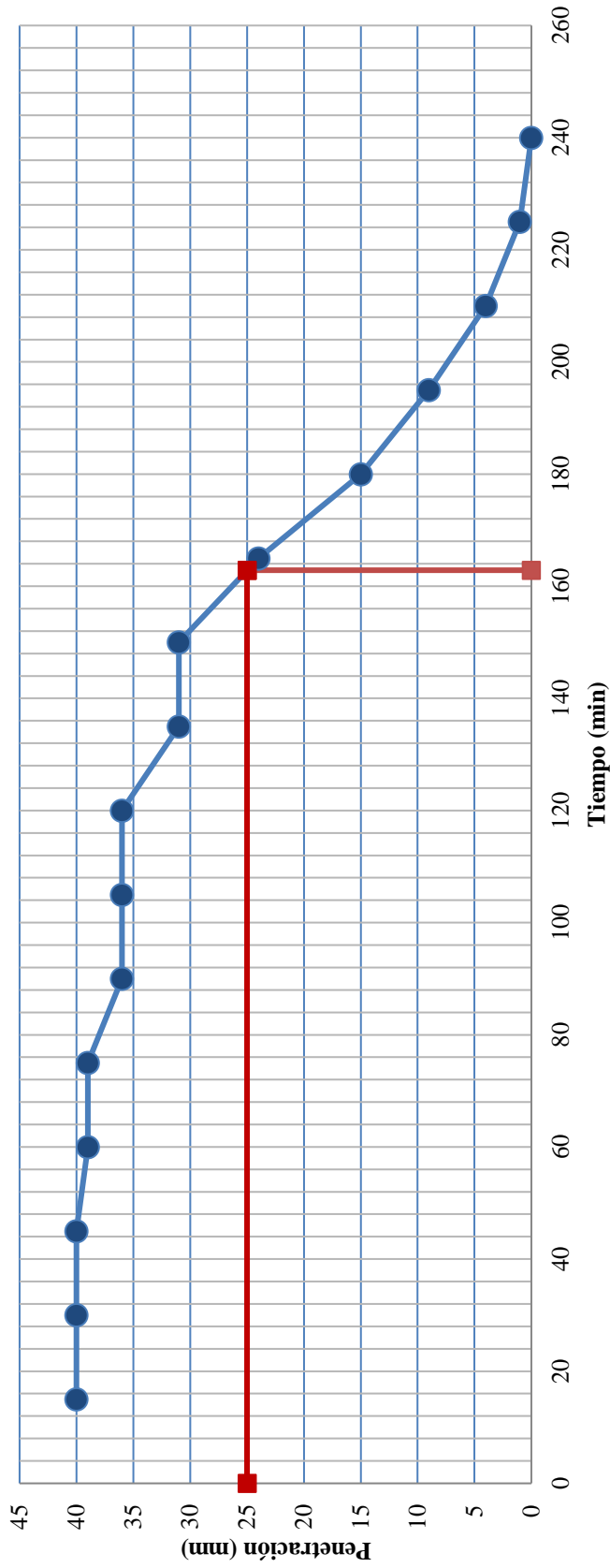




Figura N° 38: Repetición 10 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 7: Resumen General de tiempo de fraguado del cemento Andino

|           |     | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA   |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
|--|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
|  |     | FACULTAD DE INGENIERÍA  |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |     | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES   |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
|  |     | NORMA : NTP 334.006<br>FECHA : 20-02-18<br>HEHO POR : Arturo Huaracaya Gonzales |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
| DESCRIPCIÓN  |     | : Tiempo de fraguado Cemento Andino   |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
| DISEÑO   |     | : Varios  |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
| Tiempo   |     | Penetración (mm)  |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
| (min)  | M-1 | M-2   | M-3 | M-4 | M-5 | M-6 | M-7 | M-8 | M-9 | M-10 |  |
| 15   | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   |  |
| 30   | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   |  |
| 45   | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   |  |
| 60   | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   |  |
| 75   | 40  | 40  | 40  | 39  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 37   |  |
| 90   | 38  | 38  | 39  | 38  | 38  | 38  | 39  | 40  | 38  | 37   |  |
| 105  | 38  | 38  | 39  | 38  | 38  | 38  | 39  | 38  | 38  | 37   |  |
| 120  | 38  | 38  | 39  | 38  | 38  | 38  | 39  | 38  | 38  | 37   |  |
| 135  | 28  | 27  | 29  | 29  | 30  | 30  | 28  | 29  | 29  | 28   |  |
| 150  | 20  | 22  | 17  | 21  | 20  | 22  | 17  | 18  | 19  | 22   |  |
| 165  | 10  | 12  | 8   | 11  | 10  | 11  | 6   | 8   | 9   | 11   |  |
| 180  | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1    |  |
| 195  | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0    |  |
| 210  |     | 0   | 0   |     |     |     | 0   |     |     |      |  |
| Tiempo de fraguado inicial (min)   | 141 | 141   | 140 | 143 | 143 | 144 | 139 | 140 | 141 | 143  |  |
| Tiempo de fraguado final (min)   | 195 | 210   | 210 | 195 | 195 | 195 | 210 | 195 | 195 | 195  |  |

Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                             |
|--|-------------------------------------|-----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                             |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                             |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                             |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                             |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Andino |                             |
| DISEÑO   | : Varios                            |                             |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006               |
|  | FECHA                               | : 20-02-18                  |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huaracaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-1)**

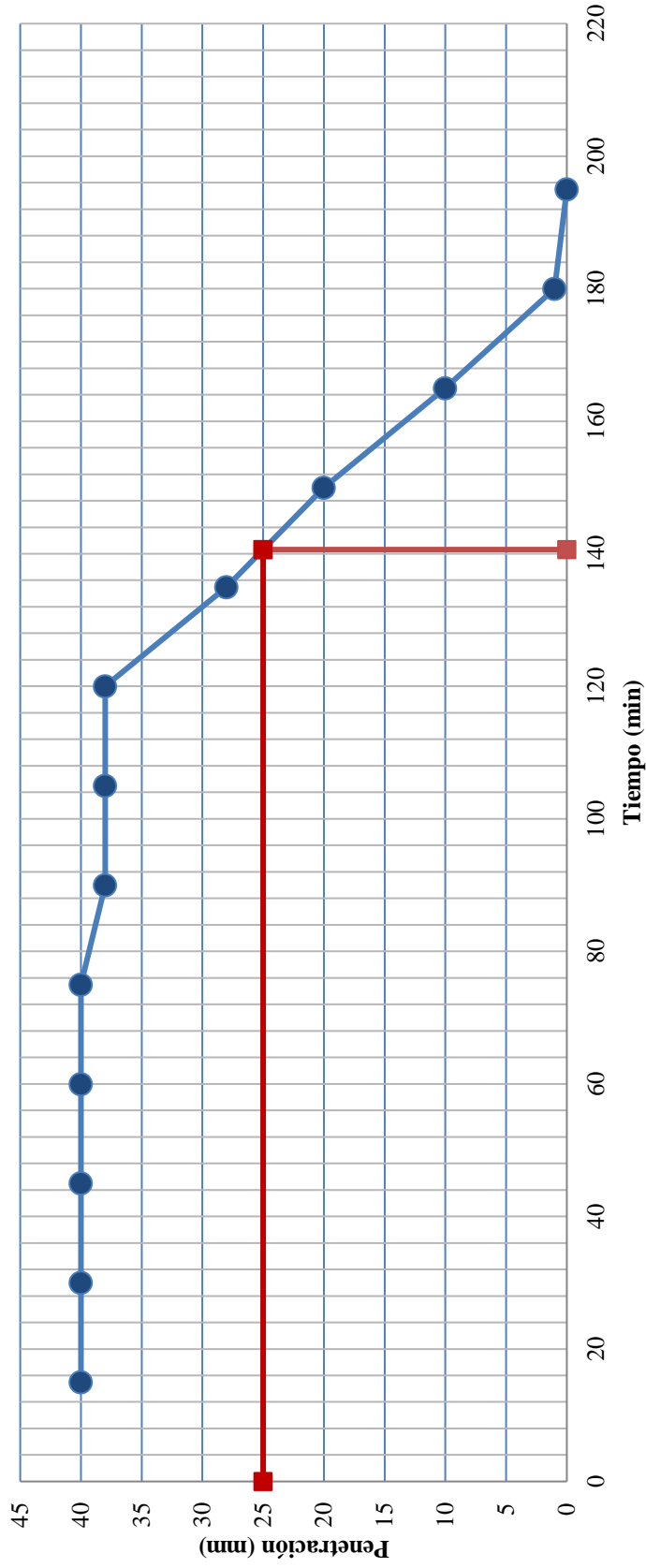



Figura N° 39: Repetición 1 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                             |
|--|-------------------------------------|-----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                             |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                             |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                             |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                             |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Andino |                             |
| DISEÑO   | : Varios                            |                             |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006               |
|  | FECHA                               | : 20-02-18                  |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huaracaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-2)**

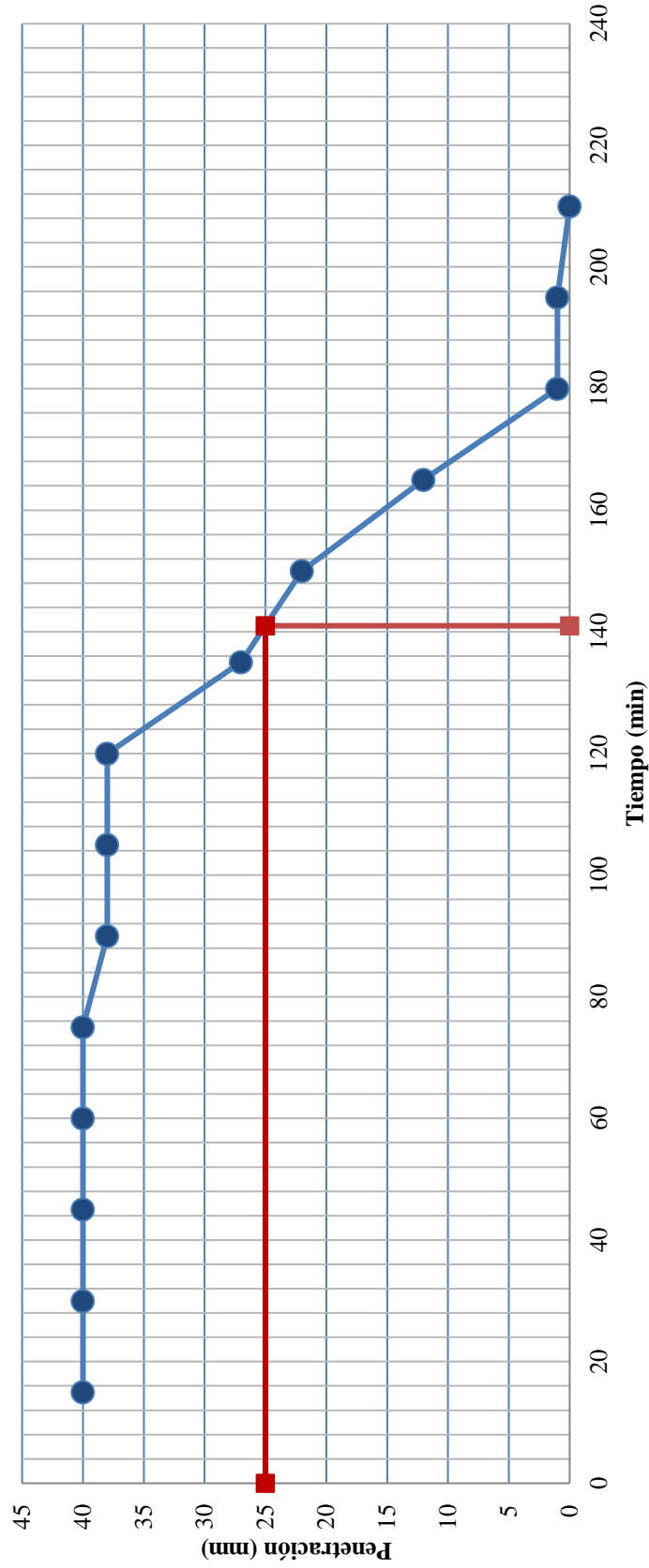



Figura N° 40: Repetición 2 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Andino |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 20-02-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-3)**

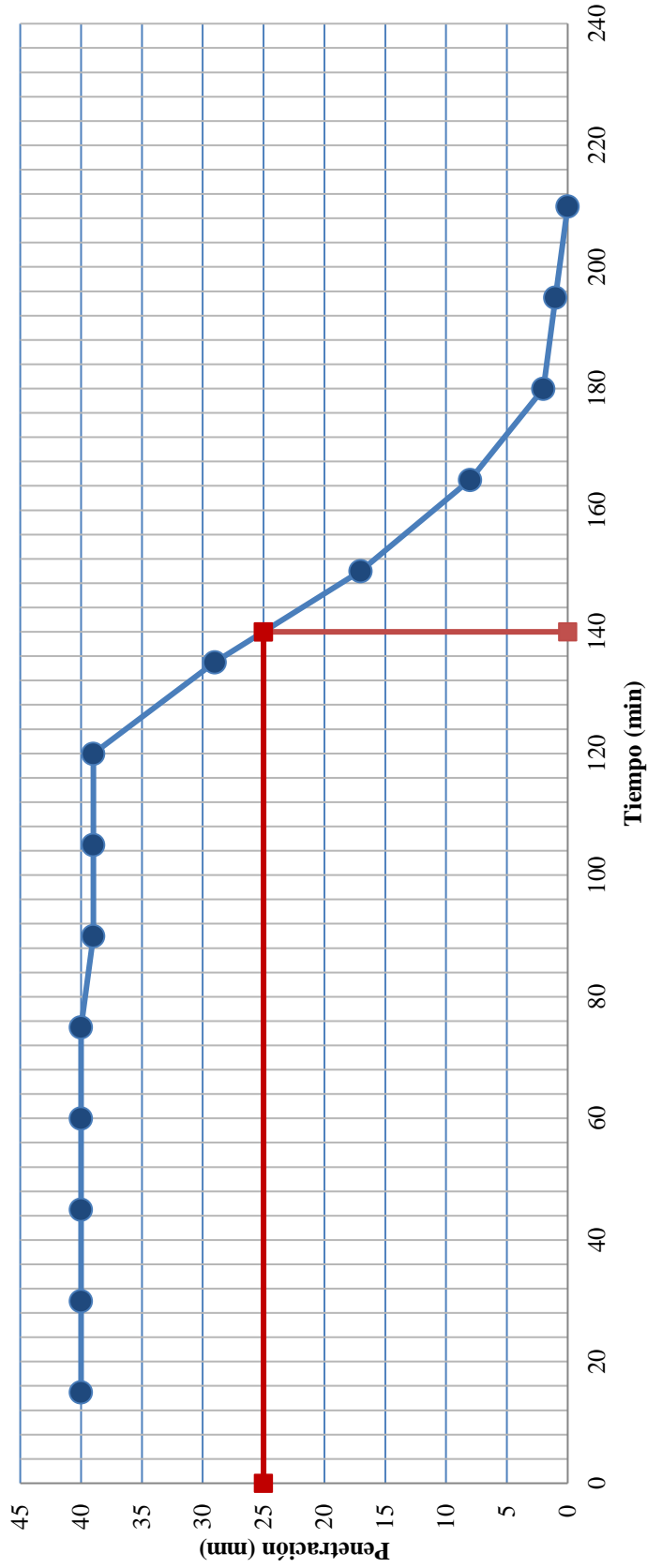



Figura N° 41: Repetición 3 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia



|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Andino |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 20-02-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-4)**

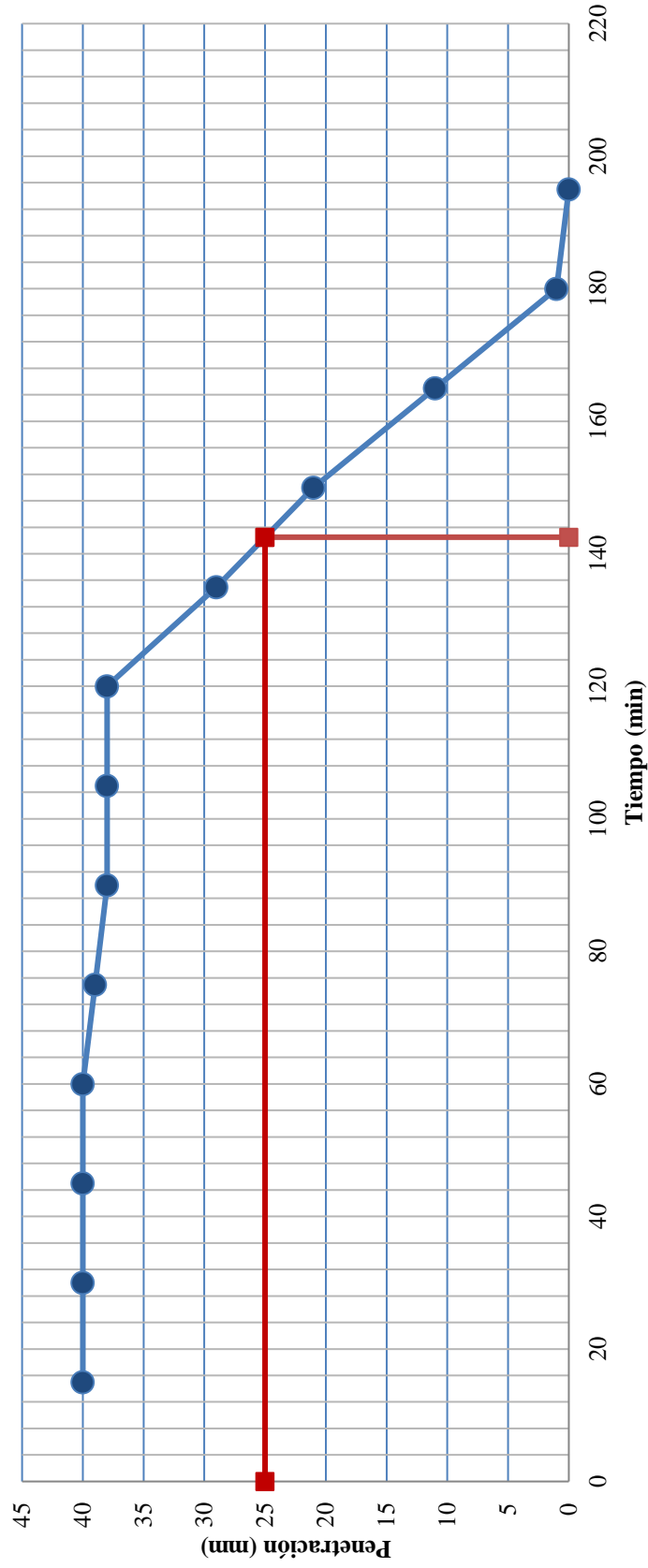



Figura N° 42: Repetición 4 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                             |
|--|-------------------------------------|-----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                             |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                             |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                             |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                             |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Andino |                             |
| DISEÑO   | : Varios                            |                             |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006               |
|  | FECHA                               | : 20-02-18                  |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huaracaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-5)**

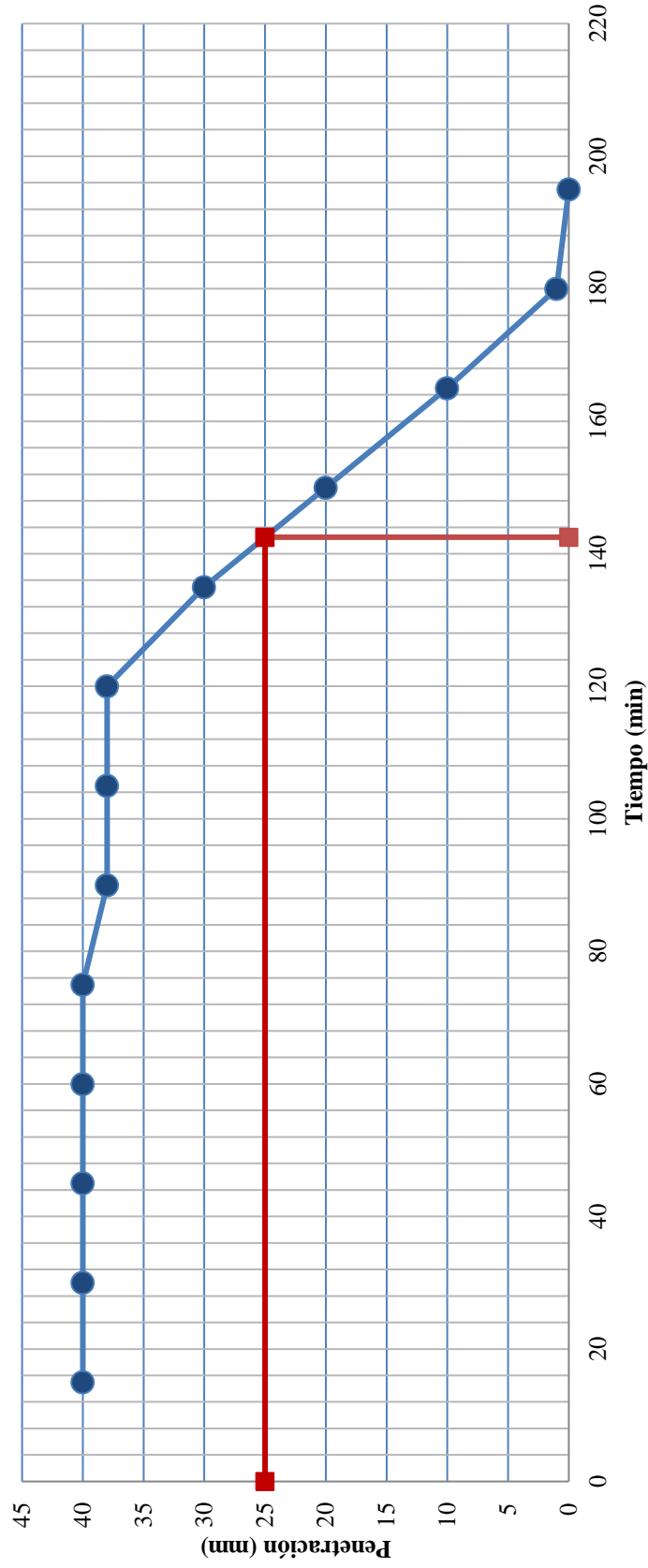



Figura N° 43: Repetición 5 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                             |
|--|-------------------------------------|-----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                             |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                             |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                             |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                             |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Andino |                             |
| DISEÑO   | : Varios                            |                             |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006               |
|  | FECHA                               | : 20-02-18                  |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huaracaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-6)**

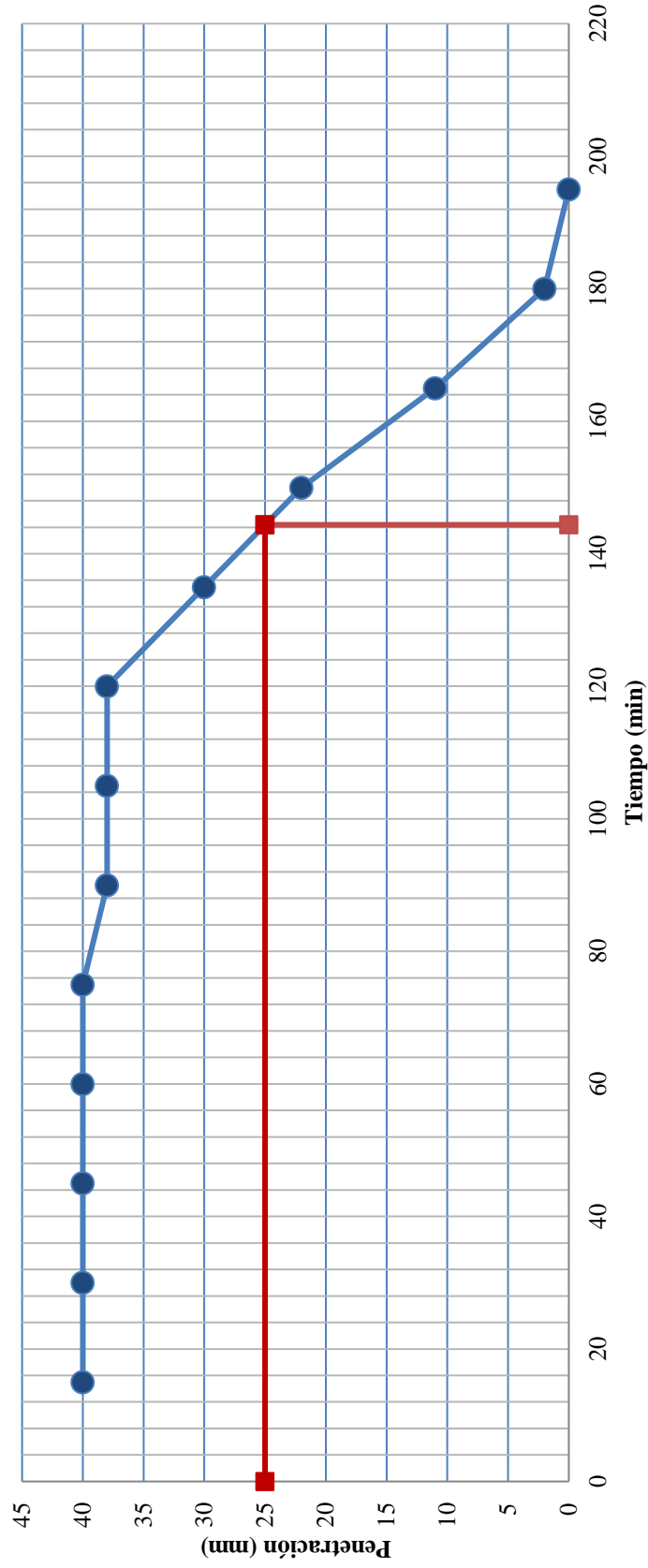



Figura N° 44: Repetición 6 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Andino |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 20-02-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-7)**

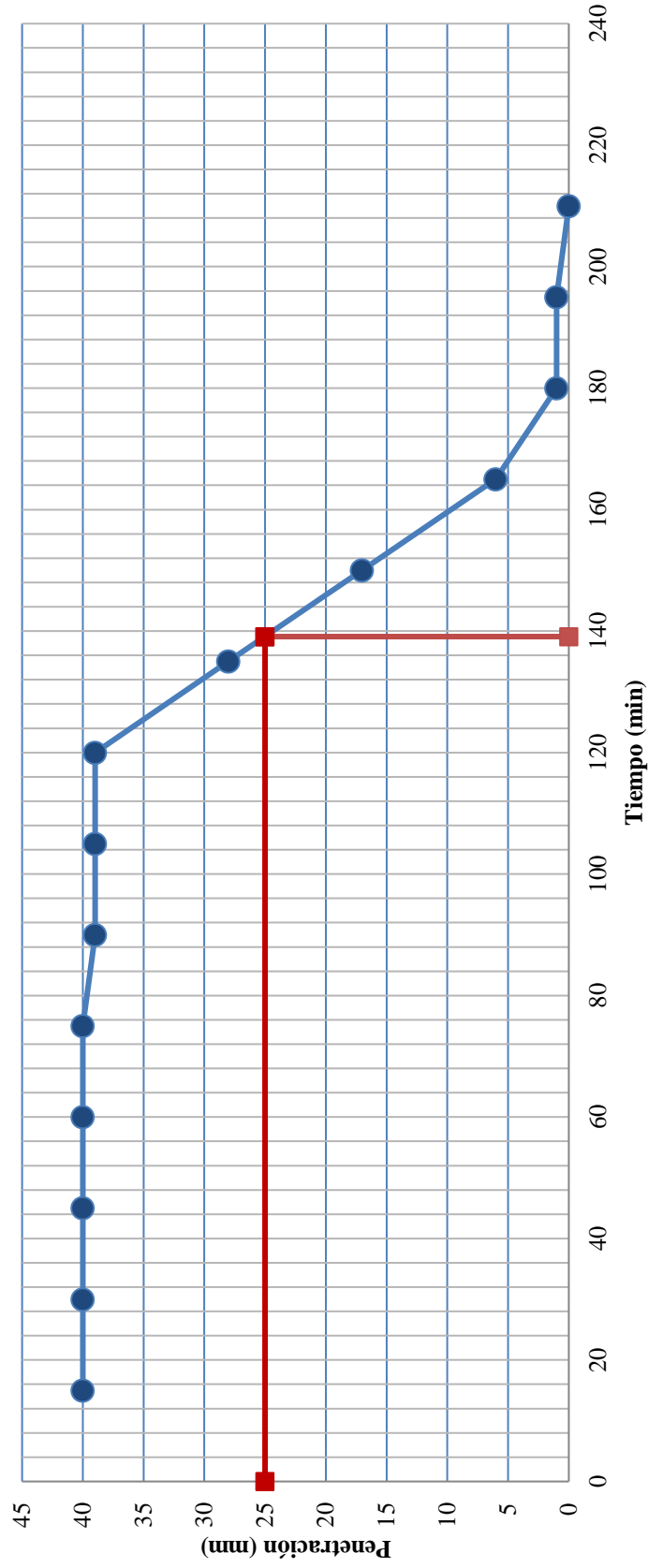



Figura N° 45: Repetición 7 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                             |
|--|-------------------------------------|-----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                             |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                             |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                             |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                             |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Andino |                             |
| DISEÑO   | : Varios                            |                             |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006               |
|  | FECHA                               | : 20-02-18                  |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huaracaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-8)**

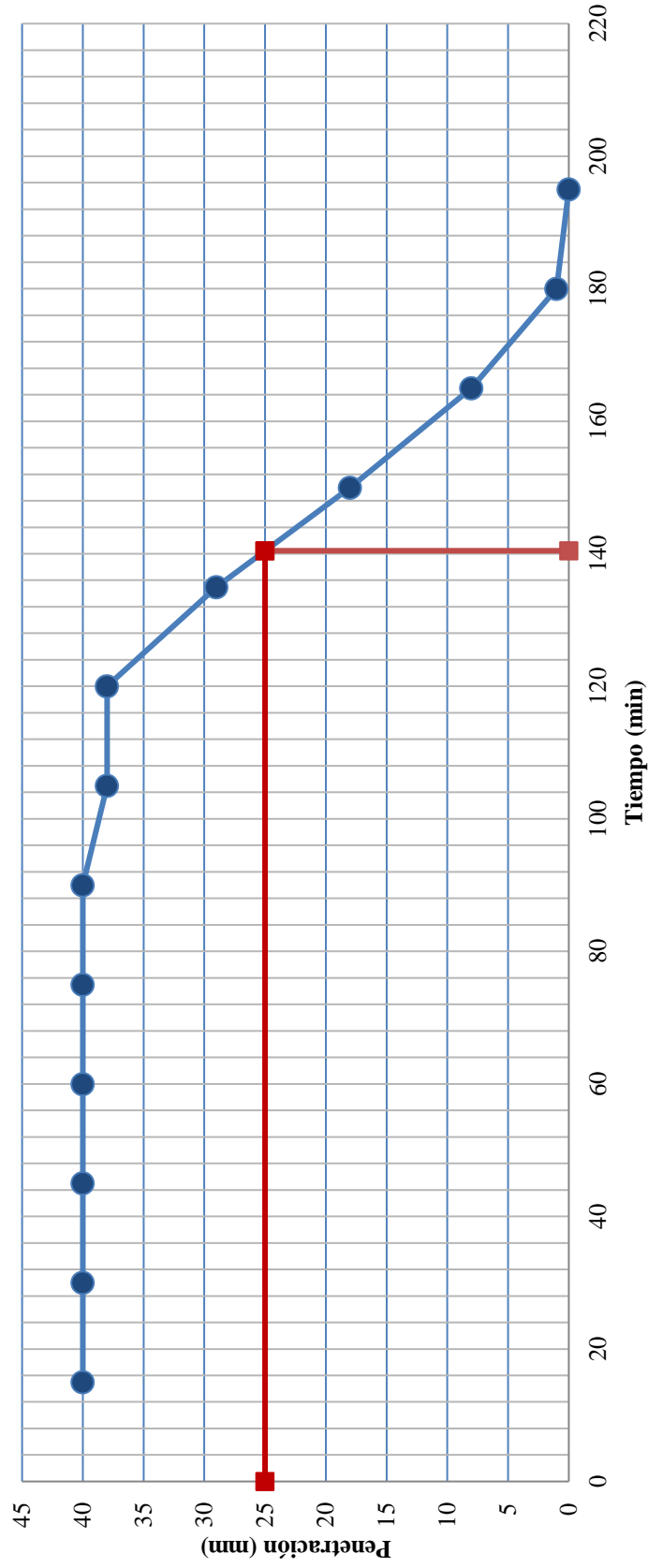



Figura N° 46: Repetición 8 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                             |
|--|-------------------------------------|-----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                             |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                             |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                             |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                             |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Andino |                             |
| DISEÑO   | : Varios                            |                             |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006               |
|  | FECHA                               | : 20-02-18                  |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huaracaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-9)**

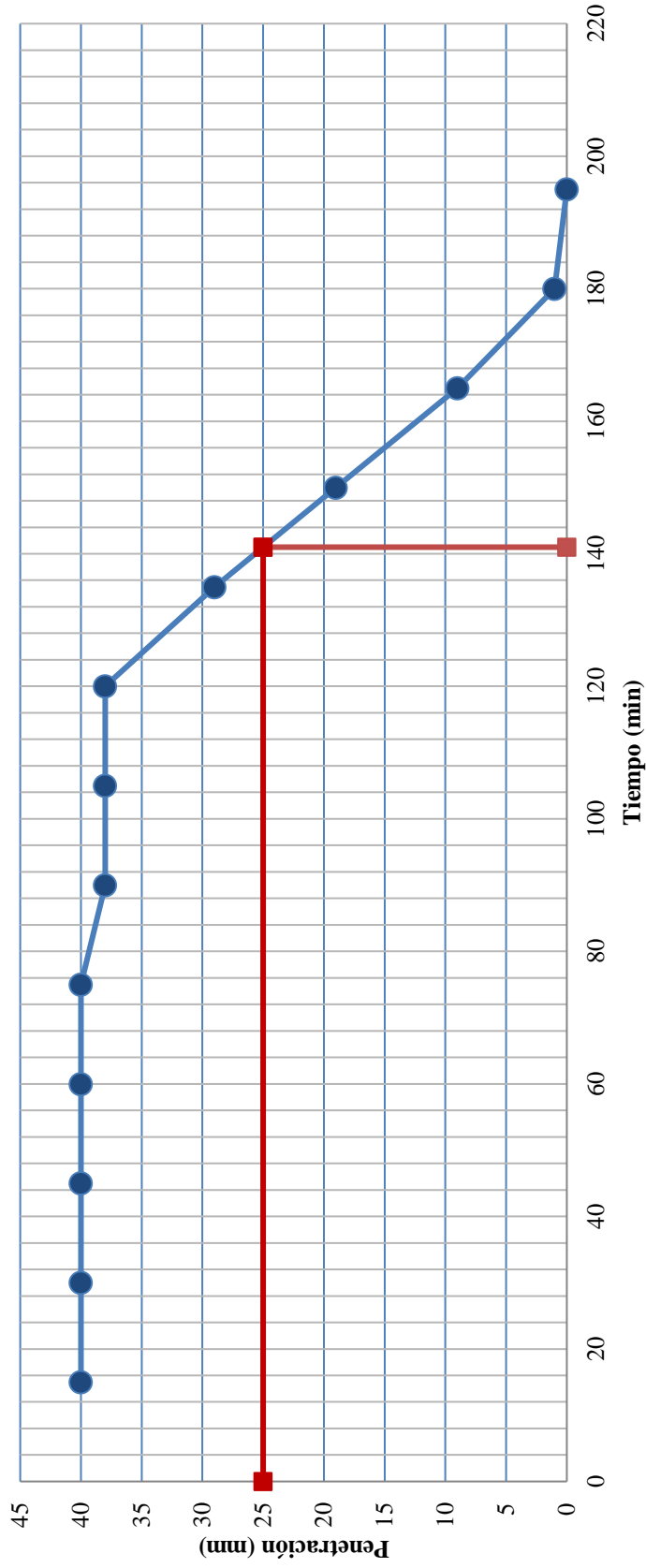



Figura N° 47: Repetición 9 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

|  |                                     |                            |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
|           | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA           |                            |
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA              |                            |
|  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES |                            |
| <b>DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO UTILIZANDO LA AGUJA VICAT</b> |                                     |                            |
| DESCRIPCIÓN  | : Tiempo de fraguado Cemento Andino |                            |
| DISEÑO   | : Varios                            |                            |
|  | NORMA                               | : NTP 334.006              |
|  | FECHA                               | : 20-02-18                 |
|  | HEHO POR                            | : Arturo Huarcaya Gonzales |

**Penetración vs. Tiempo (M-10)**

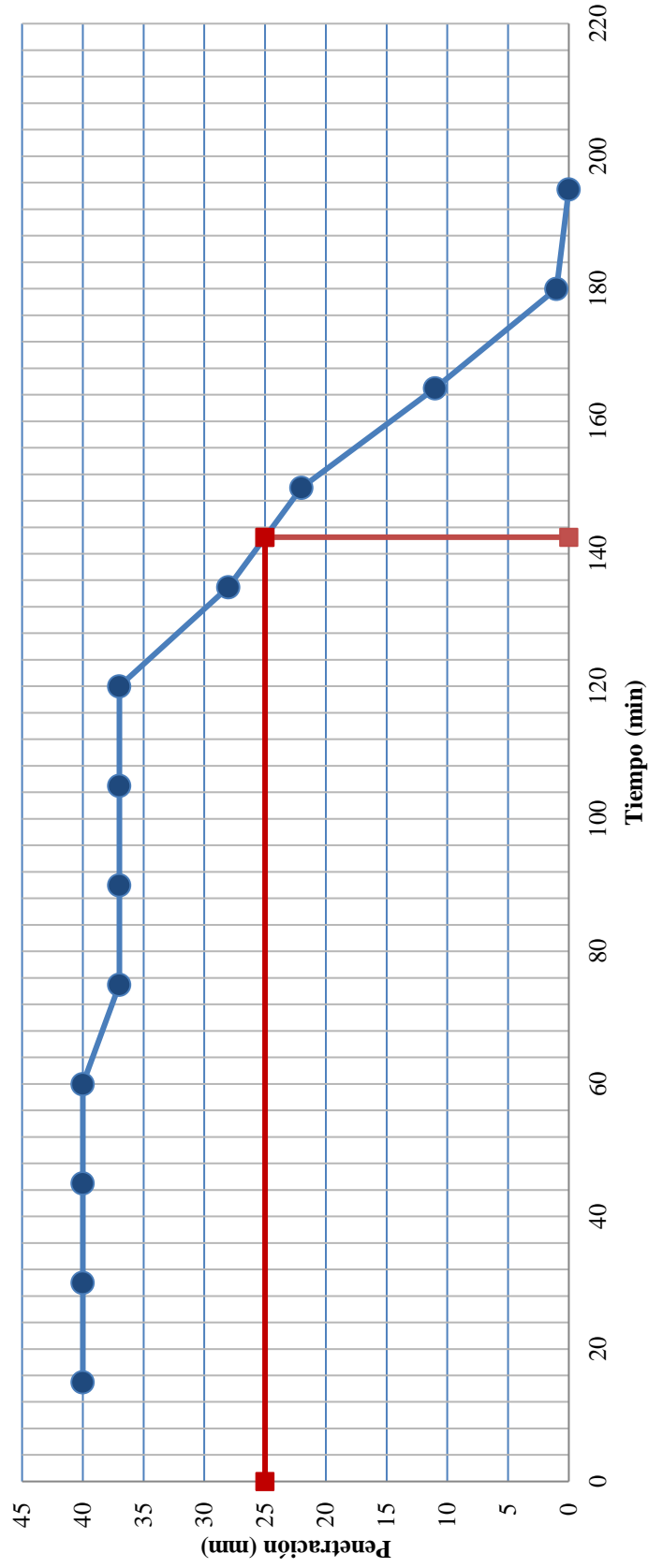


Figura N° 48: Repetición 10 del ensayo de tiempo de fraguado del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2 Ensayo de la resistencia a la compresión


Se realizó el ensayo de la resistencia a la compresión, referida a la relación que hay entre la carga máxima aplicada por la unidad de área del espécimen antes de la falla.



Figura N° 49: Ensayo de Resistencia a la Compresión de cubos de mortero  
Fuente: Elaboración Propia



Tabla N° 8: Resumen General de resistencia a la compresión del cemento Sol

|   |  |               |   |                |
|---|--|---------------|---|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                         |               |   |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                            |               |   |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>               |               |   |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO SOL</b> |               |   |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  |               | <b>NORMA</b> : NTP 334.051                  |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   |               | <b>FECHA</b> : 01-03-18                     |                |
|   |  |               | <b>HECHO POR</b> : Arturo Huarcaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>   |               |   |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b> | <b>14 días</b>                              | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 1</b>  | 170  | 204           | 249   | 277            |
| <b>Muestra 2</b>  | 173  | 200           | 247   | 278            |
| <b>Muestra 3</b>  | 178  | 198           | 249   | 278            |
| <b>Muestra 4</b>  | 176  | 207           | 254   | 280            |
| <b>Muestra 5</b>  | 177  | 199           | 247   | 277            |
| <b>Muestra 6</b>  | 173  | 205           | 250   | 274            |
| <b>Muestra 7</b>  | 169  | 198           | 252   | 282            |
| <b>Muestra 8</b>  | 175  | 203           | 248   | 281            |
| <b>Muestra 9</b>  | 177  | 197           | 251   | 278            |
| <b>Muestra 10</b>   | 174  | 200           | 251   | 279            |
| <b>Prom. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>  | <b>174</b>   | <b>201</b>    | <b>250</b>                                  | <b>278</b>     |

Fuente: Elaboración Propia

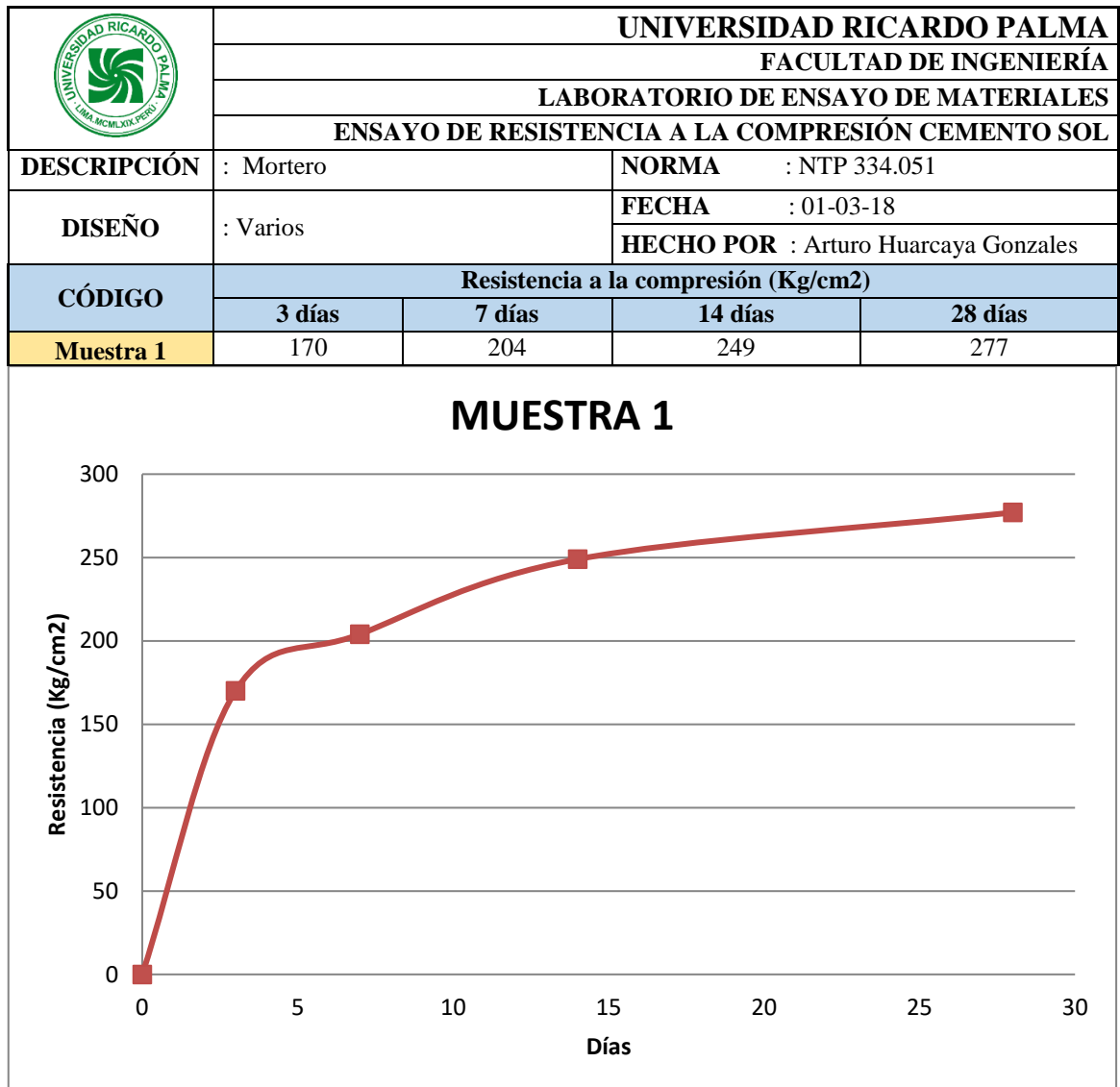



Figura N° 50: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |               |   |                |
|---|--|---------------|---|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                         |               |   |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                            |               |   |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>               |               |   |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO SOL</b> |               |   |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  |               | <b>NORMA</b> : NTP 334.051                  |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   |               | <b>FECHA</b> : 01-03-18                     |                |
|   |  |               | <b>HECHO POR</b> : Arturo Huarcaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>   |               |   |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b> | <b>14 días</b>                              | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 2</b>  | 173  | 200           | 247   | 278            |

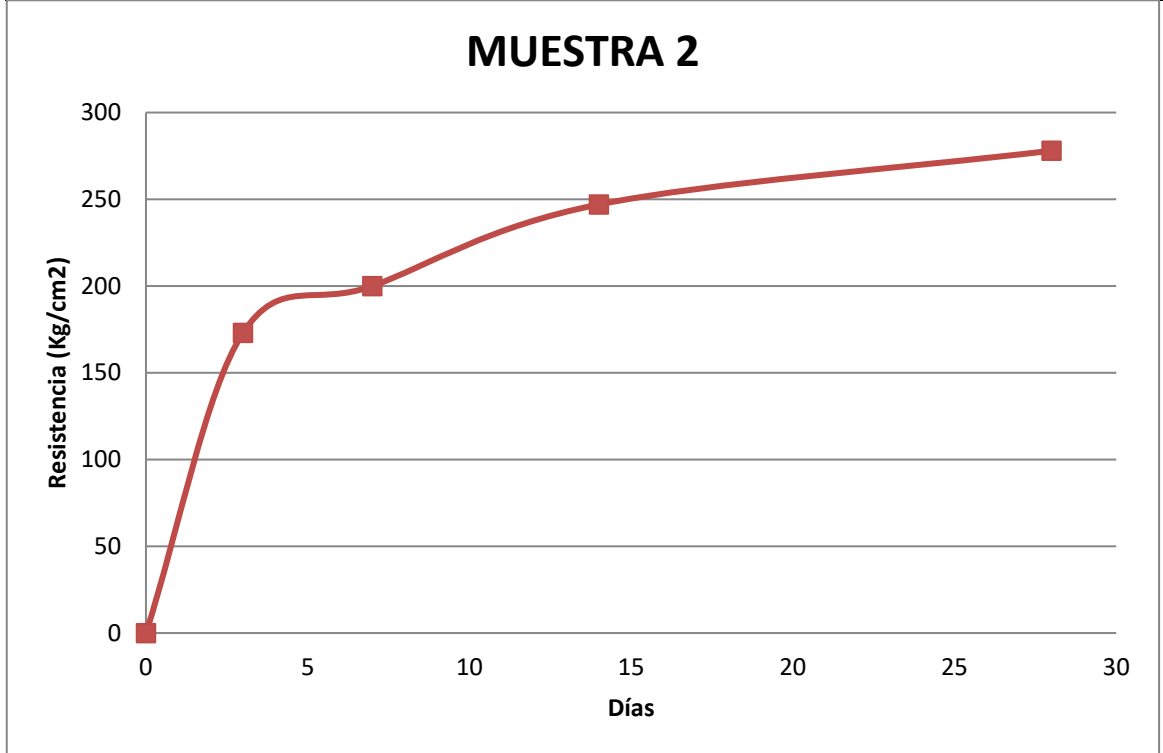


Figura N° 51: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

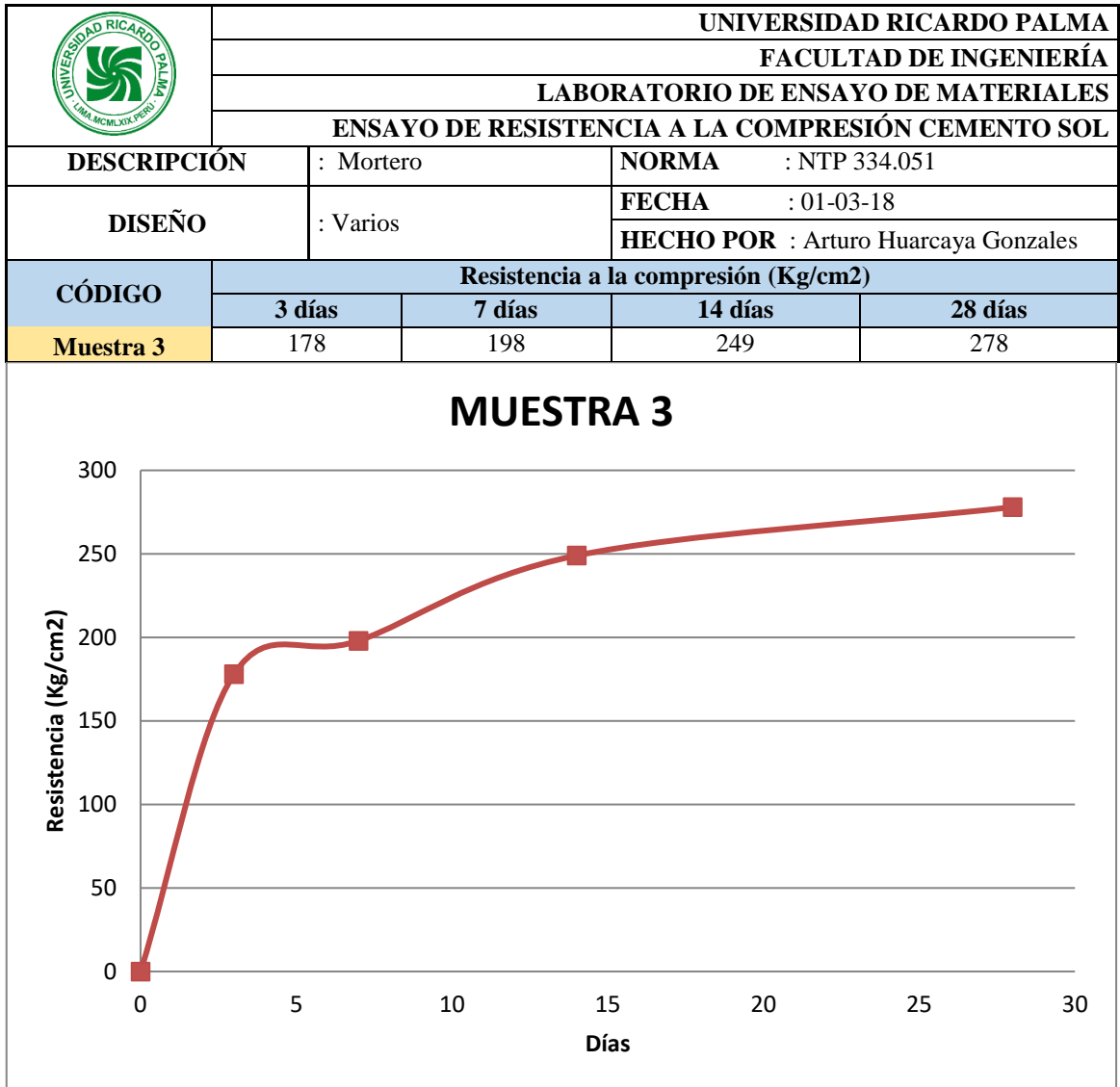



Figura N° 52: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                  |                            |                |
|---|--|------------------|----------------------------|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                         |                  |                            |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                            |                  |                            |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>              |                  |                            |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO SOL</b> |                  |                            |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>     | : NTP 334.051              |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>     | : 01-03-18                 |                |
|   |  | <b>HECHO POR</b> | : Arturo Huarcaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>   |                  |                            |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>    | <b>14 días</b>             | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 4</b>  | 176  | 207              | 254                        | 280            |

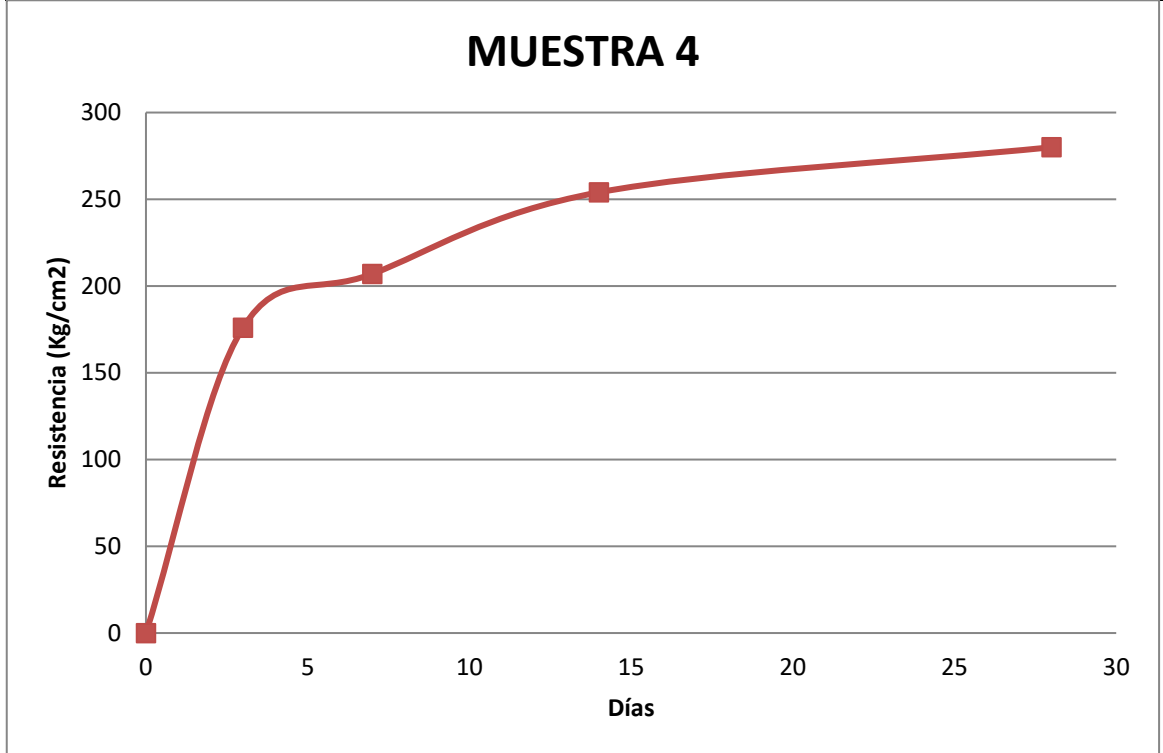


Figura N° 53: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

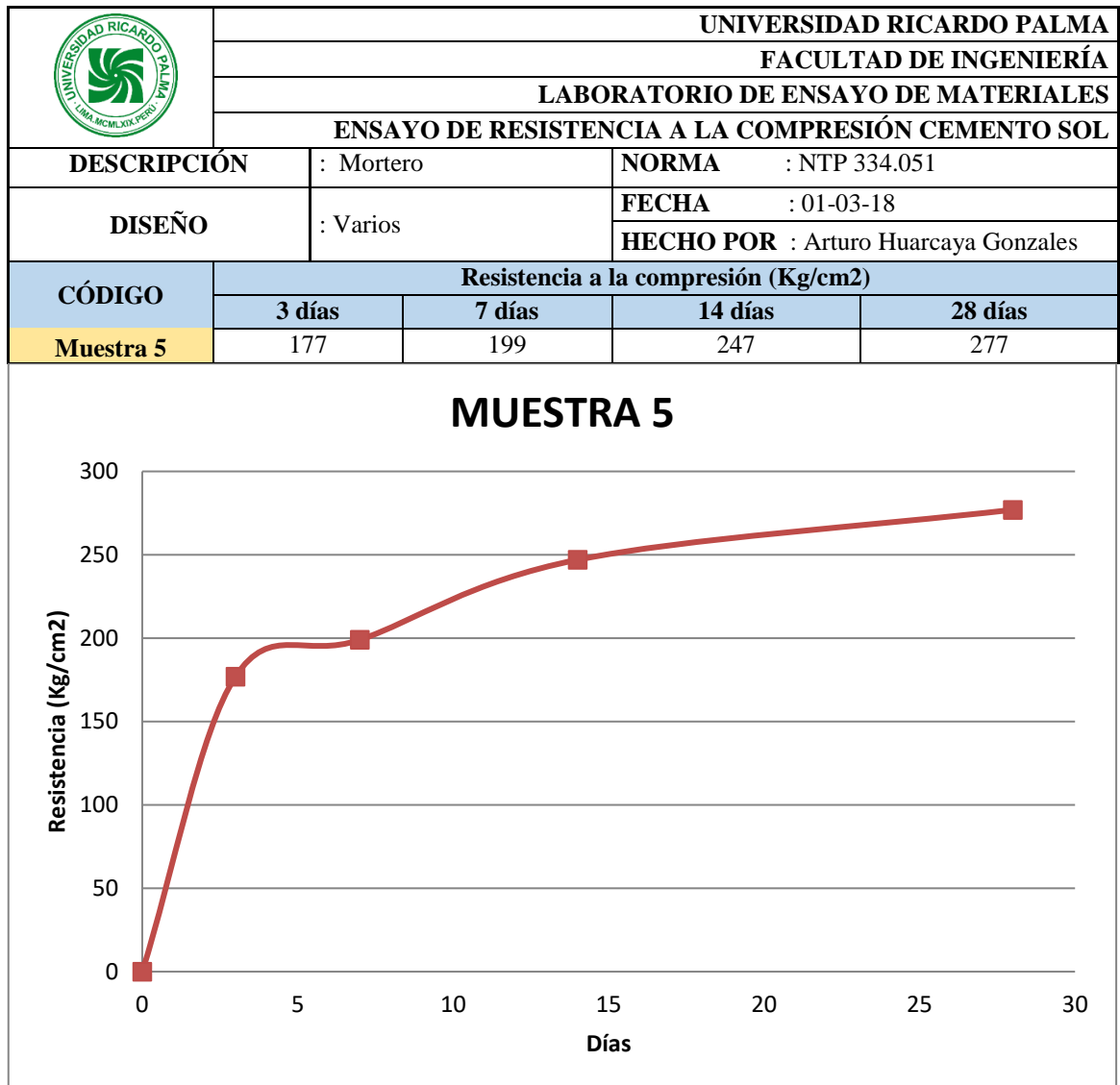



Figura N° 54: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                  |                            |                |
|---|--|------------------|----------------------------|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                         |                  |                            |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                            |                  |                            |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>               |                  |                            |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO SOL</b> |                  |                            |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>     | : NTP 334.051              |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>     | : 01-03-18                 |                |
|   |  | <b>HECHO POR</b> | : Arturo Huarcaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>   |                  |                            |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>    | <b>14 días</b>             | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 6</b>  | 173  | 205              | 250                        | 274            |

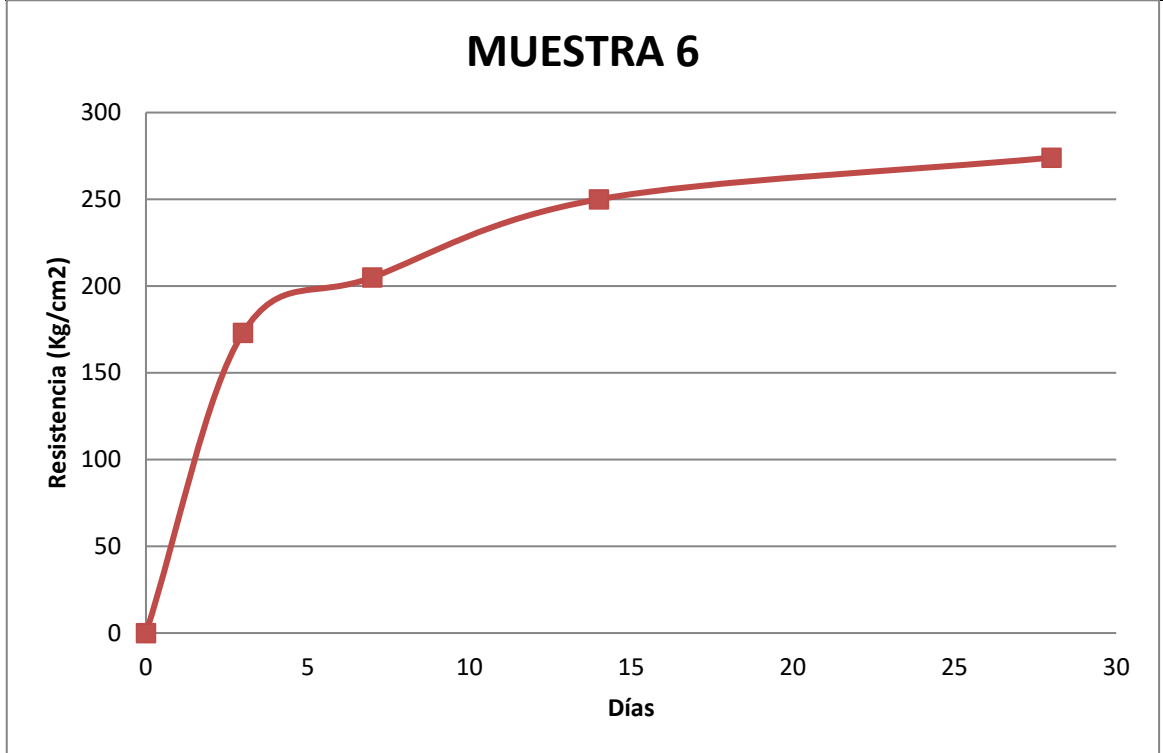


Figura N° 55: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

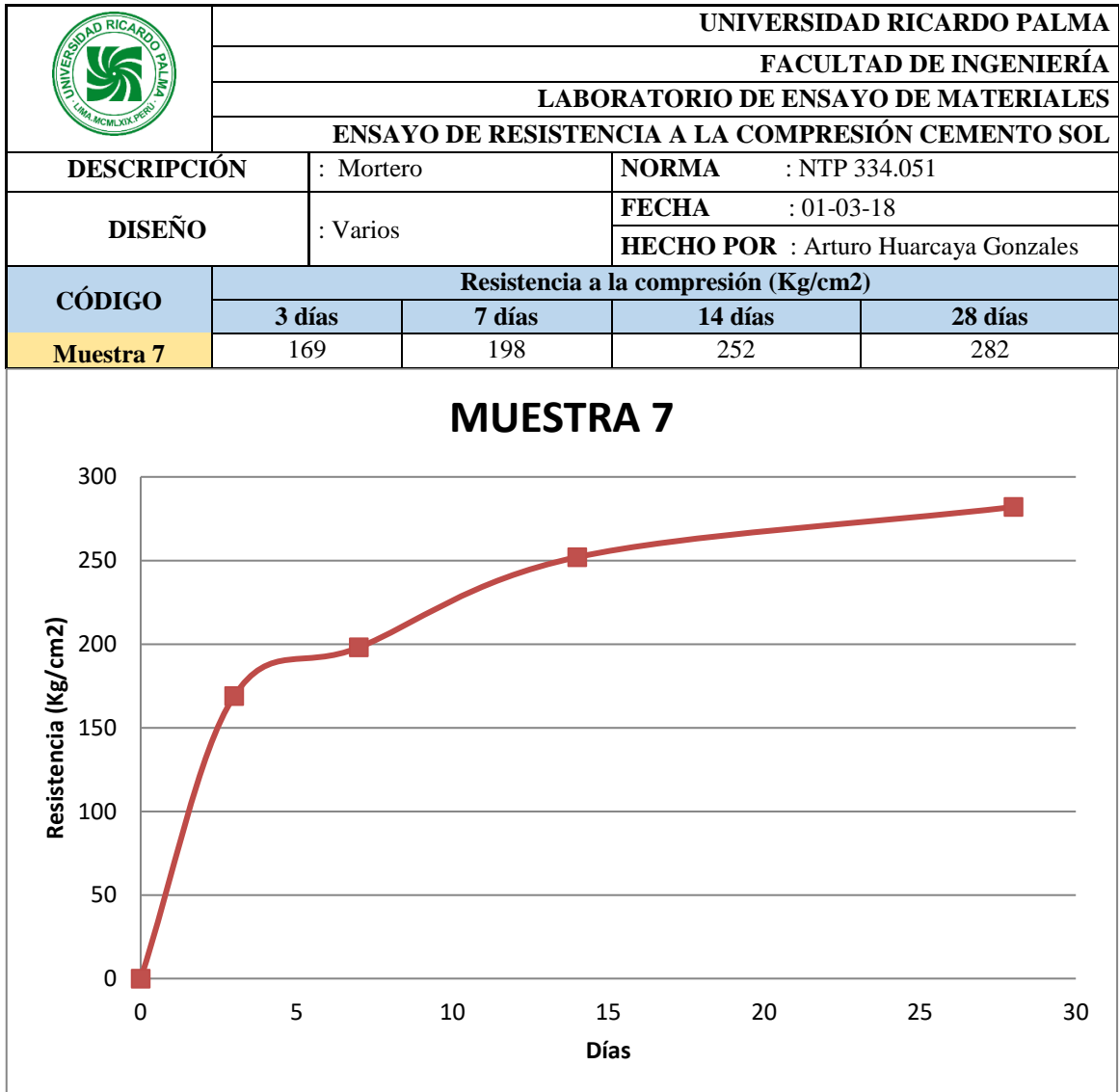



Figura N° 56: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia



|   |  |                  |                            |                |
|---|--|------------------|----------------------------|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                         |                  |                            |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                            |                  |                            |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>               |                  |                            |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO SOL</b> |                  |                            |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>     | : NTP 334.051              |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>     | : 01-03-18                 |                |
|   |  | <b>HECHO POR</b> | : Arturo Huarcaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>   |                  |                            |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>    | <b>14 días</b>             | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 8</b>  | 175  | 203              | 248                        | 281            |

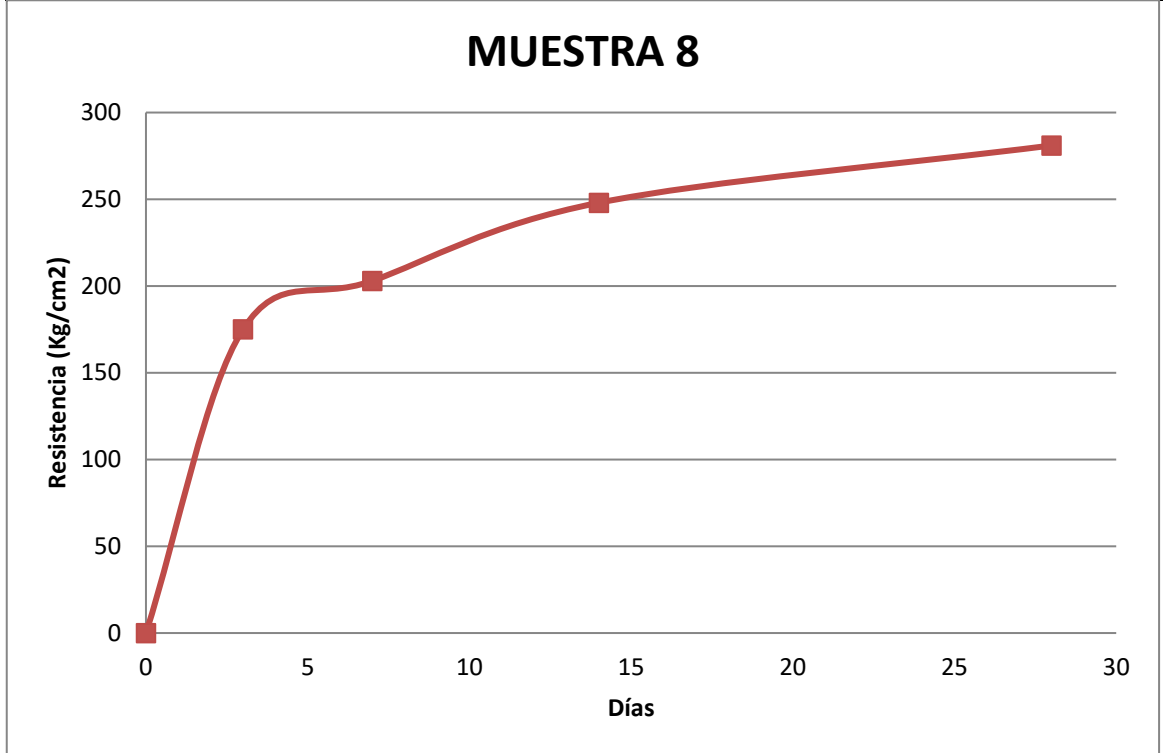


Figura N° 57: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

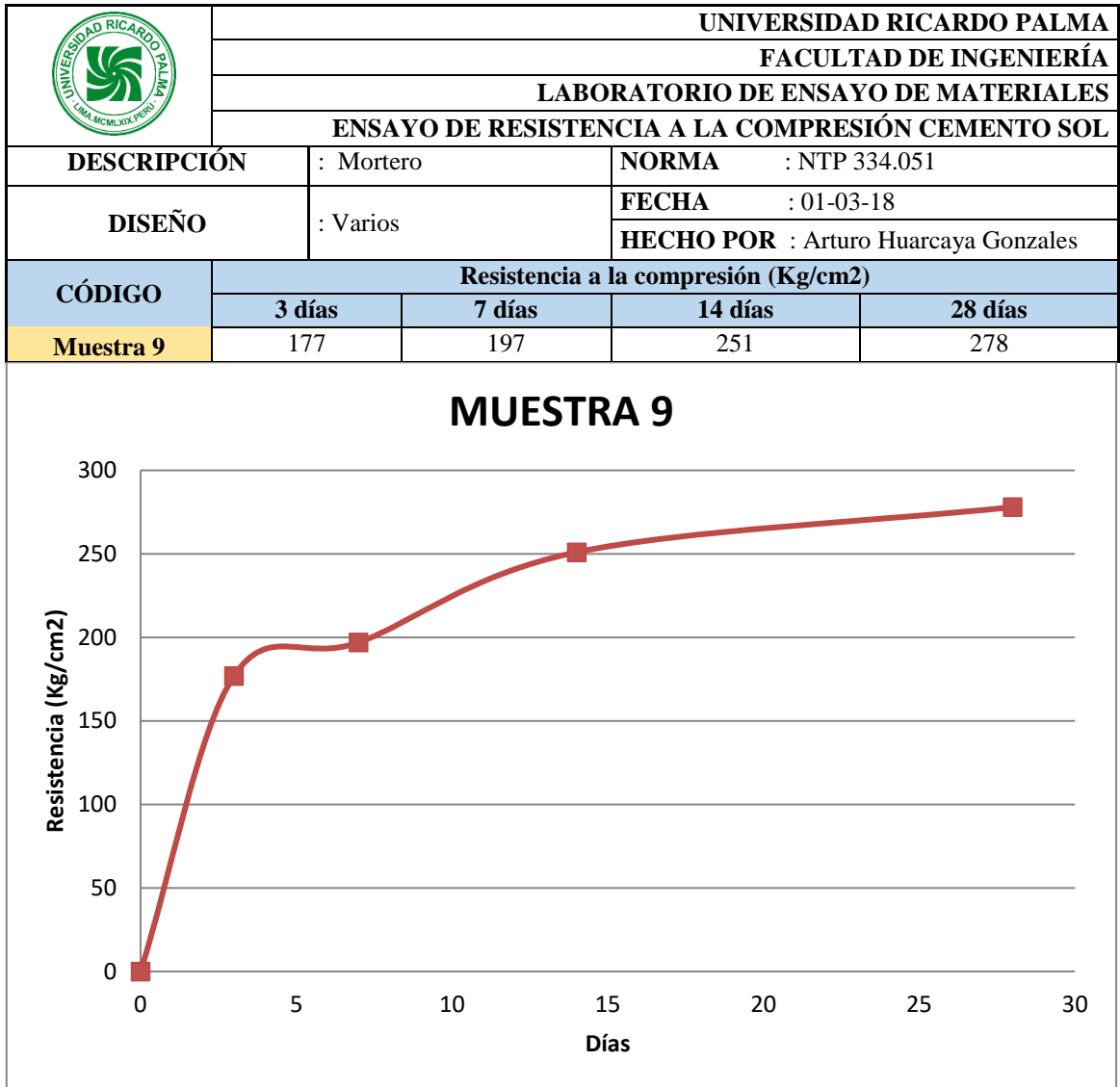


Figura N° 58: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

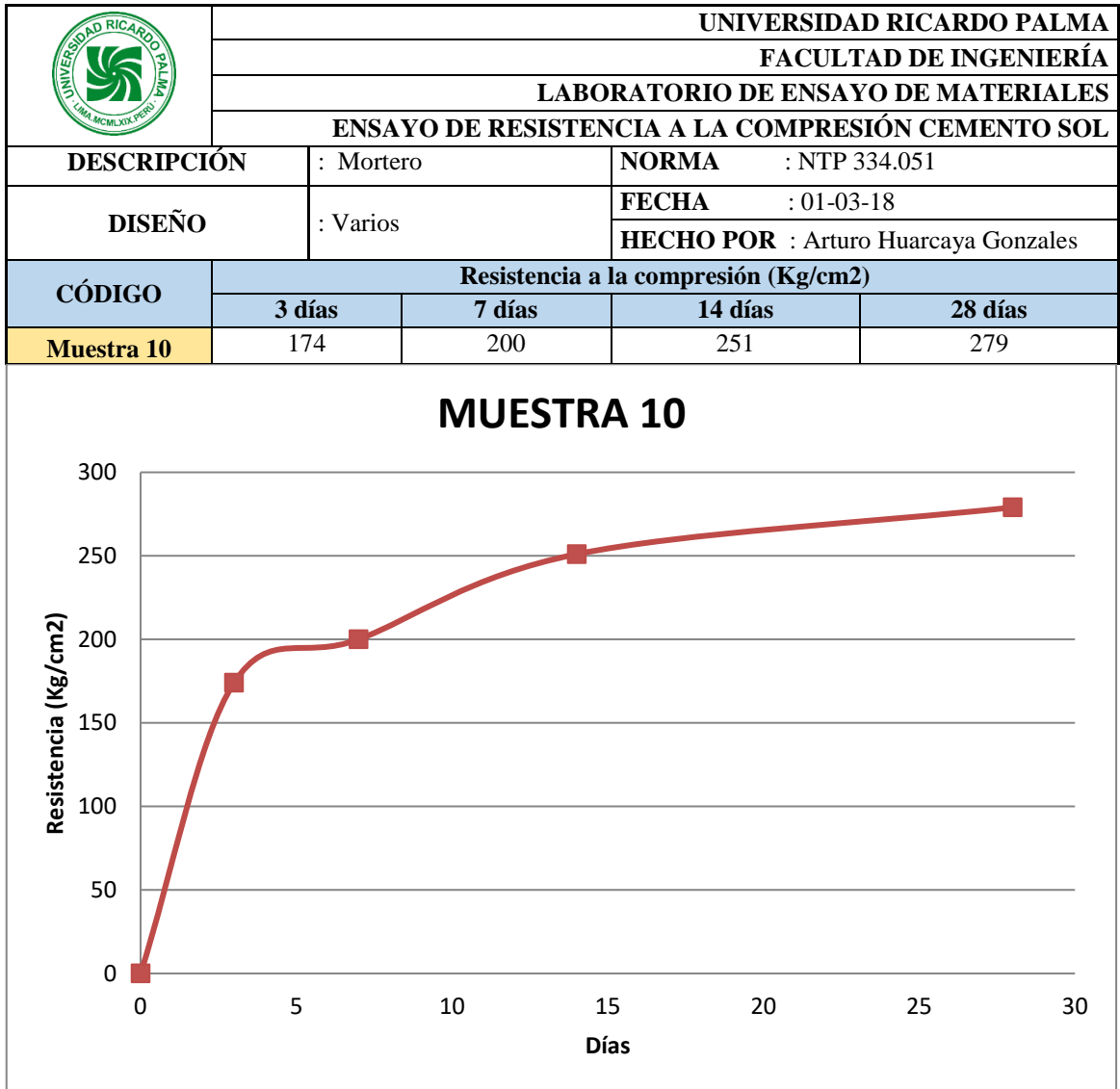



Figura N° 59: Repetición 10 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 9: Resumen General de resistencia a la compresión del cemento Quisqueya

|  |  | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA                               |                            |                |  |
|---|--|---|----------------------------|----------------|--|
|   |  | FACULTAD DE INGENIERÍA                                  |                            |                |  |
|   |  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES                     |                            |                |  |
|   |  | ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO QUISQUEYA |                            |                |  |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>  | : NTP 334.051              |                |  |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>  | : 05-03-18                 |                |  |
|   |  | <b>HECHO POR</b>  | : Arturo Huarcaya Gonzales |                |  |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> |   |                            |                |  |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>   | <b>14 días</b>             | <b>28 días</b> |  |
| <b>Muestra 1</b>  | 140  | 155   | 186                        | 226            |  |
| <b>Muestra 2</b>  | 140  | 162   | 176                        | 220            |  |
| <b>Muestra 3</b>  | 142  | 158   | 178                        | 222            |  |
| <b>Muestra 4</b>  | 139  | 160   | 184                        | 226            |  |
| <b>Muestra 5</b>  | 143  | 157   | 178                        | 225            |  |
| <b>Muestra 6</b>  | 141  | 162   | 175                        | 225            |  |
| <b>Muestra 7</b>  | 145  | 154   | 180                        | 224            |  |
| <b>Muestra 8</b>  | 138  | 158   | 185                        | 227            |  |
| <b>Muestra 9</b>  | 140  | 160   | 180                        | 220            |  |
| <b>Muestra 10</b>   | 140  | 161   | 183                        | 230            |  |
| <b>prom (kg/cm<sup>2</sup>)</b>   | <b>141</b>   | <b>159</b>  | <b>181</b>                 | <b>225</b>     |  |

Fuente: Elaboración Propia

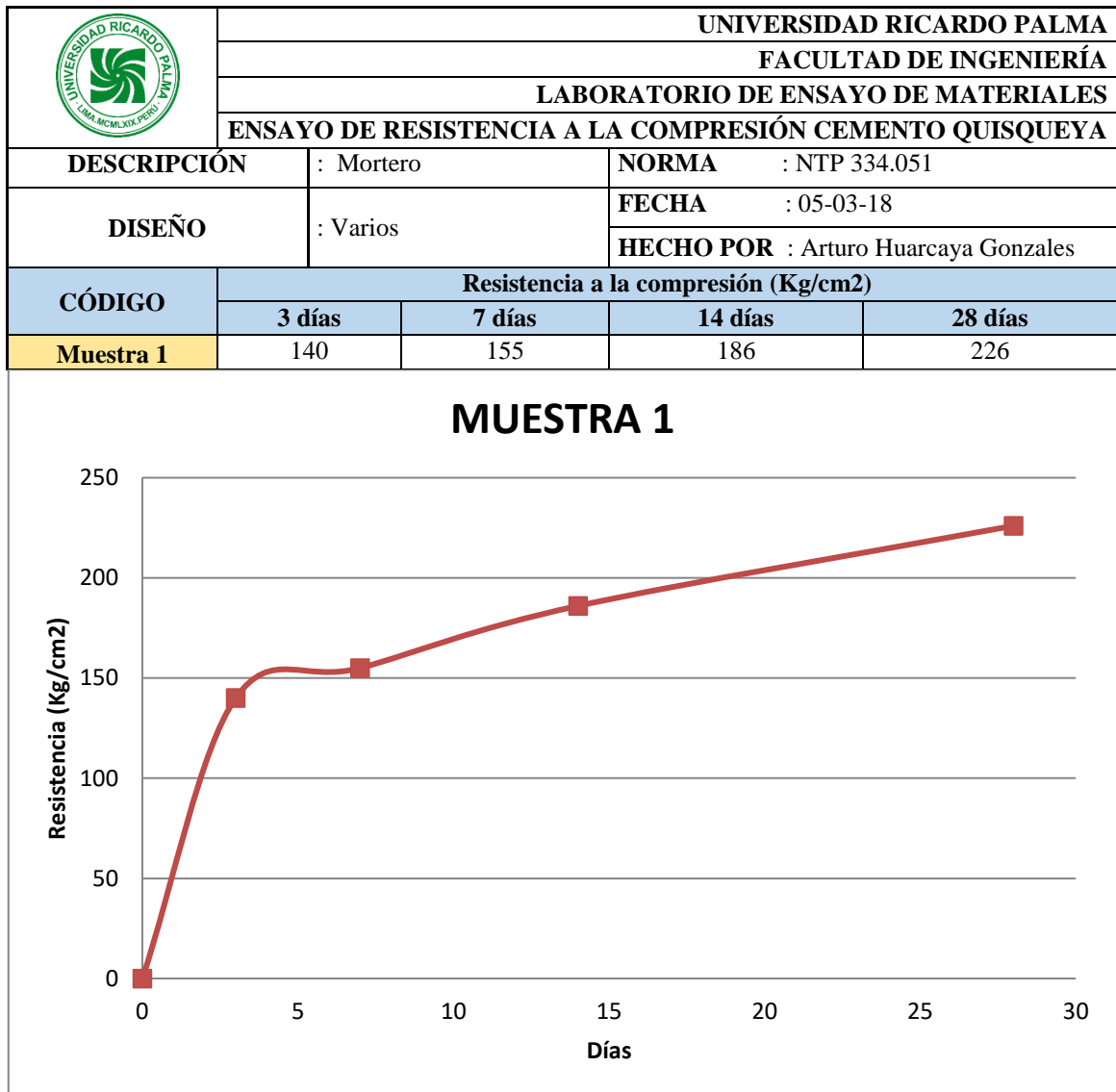


Figura N° 60: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

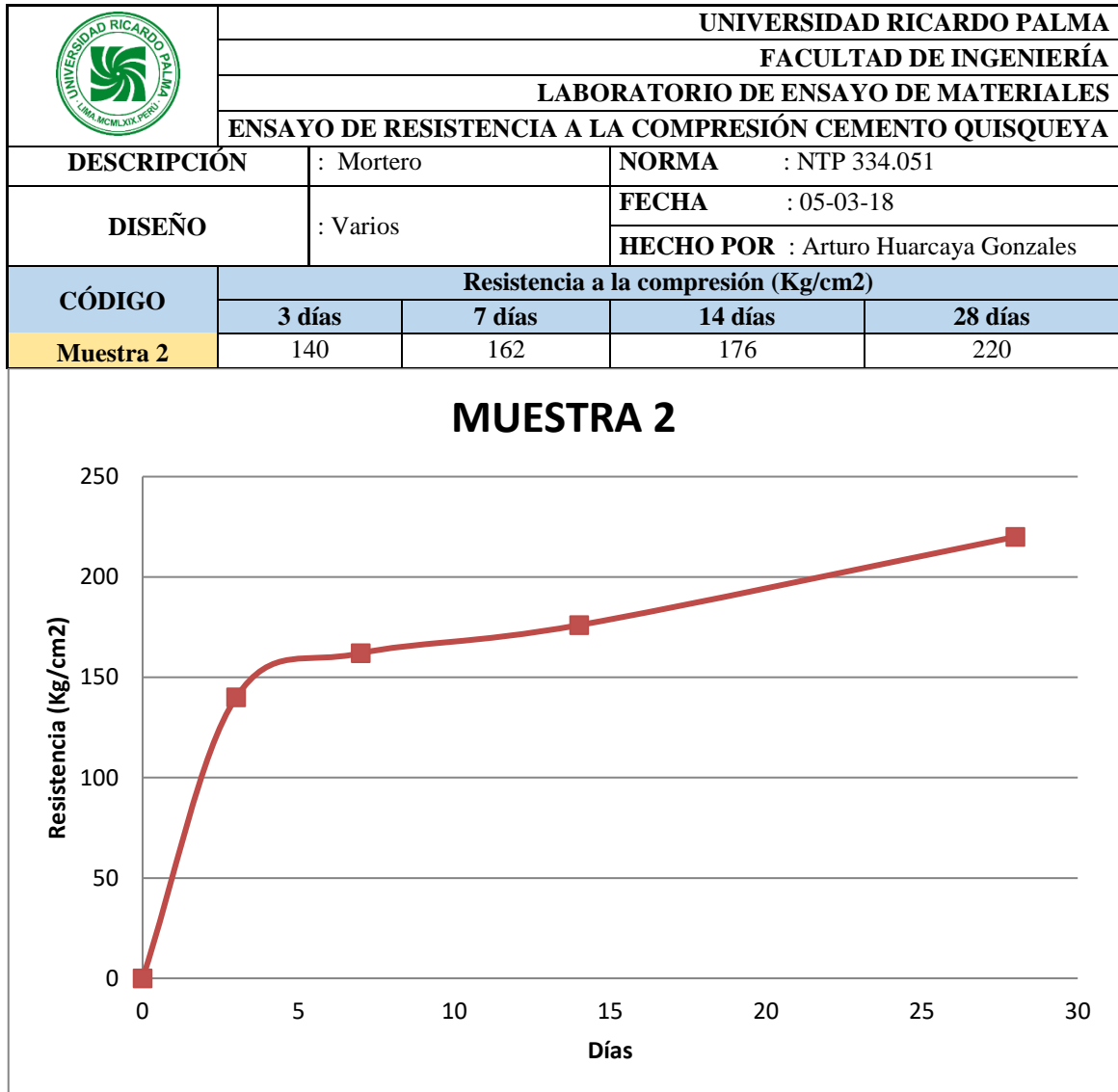


Figura N° 61: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

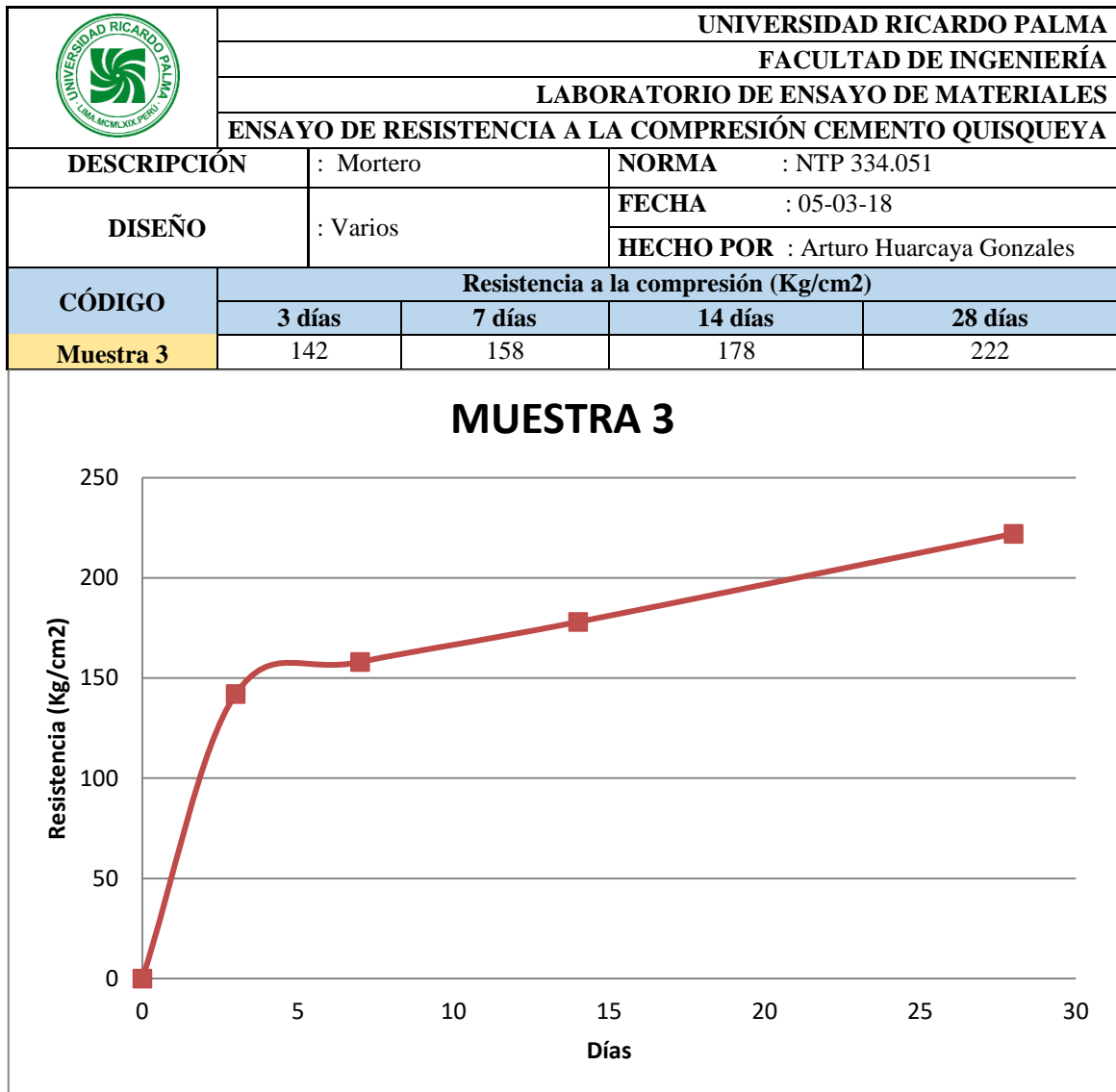


Figura N° 62: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

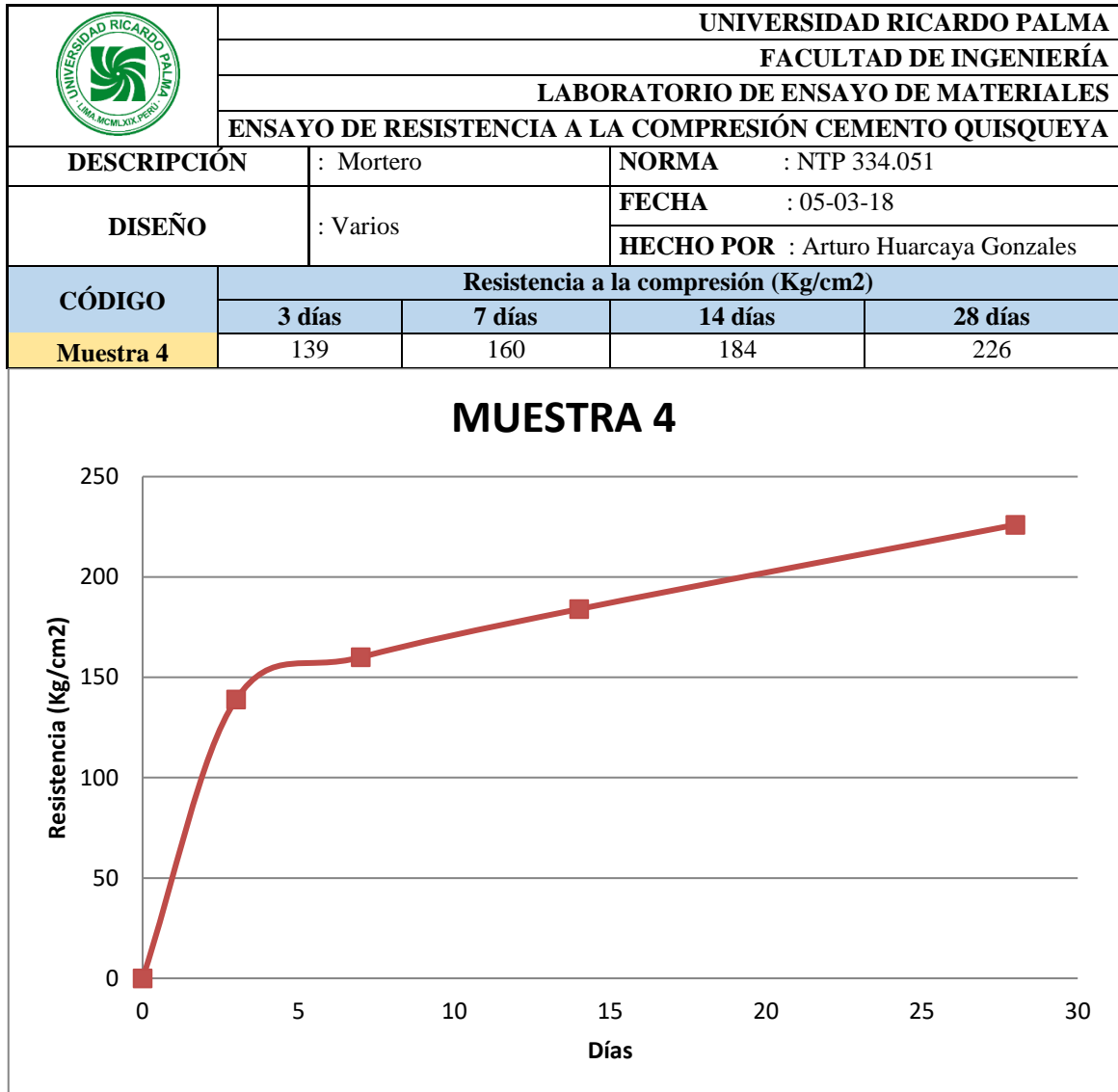


Figura N° 63: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia



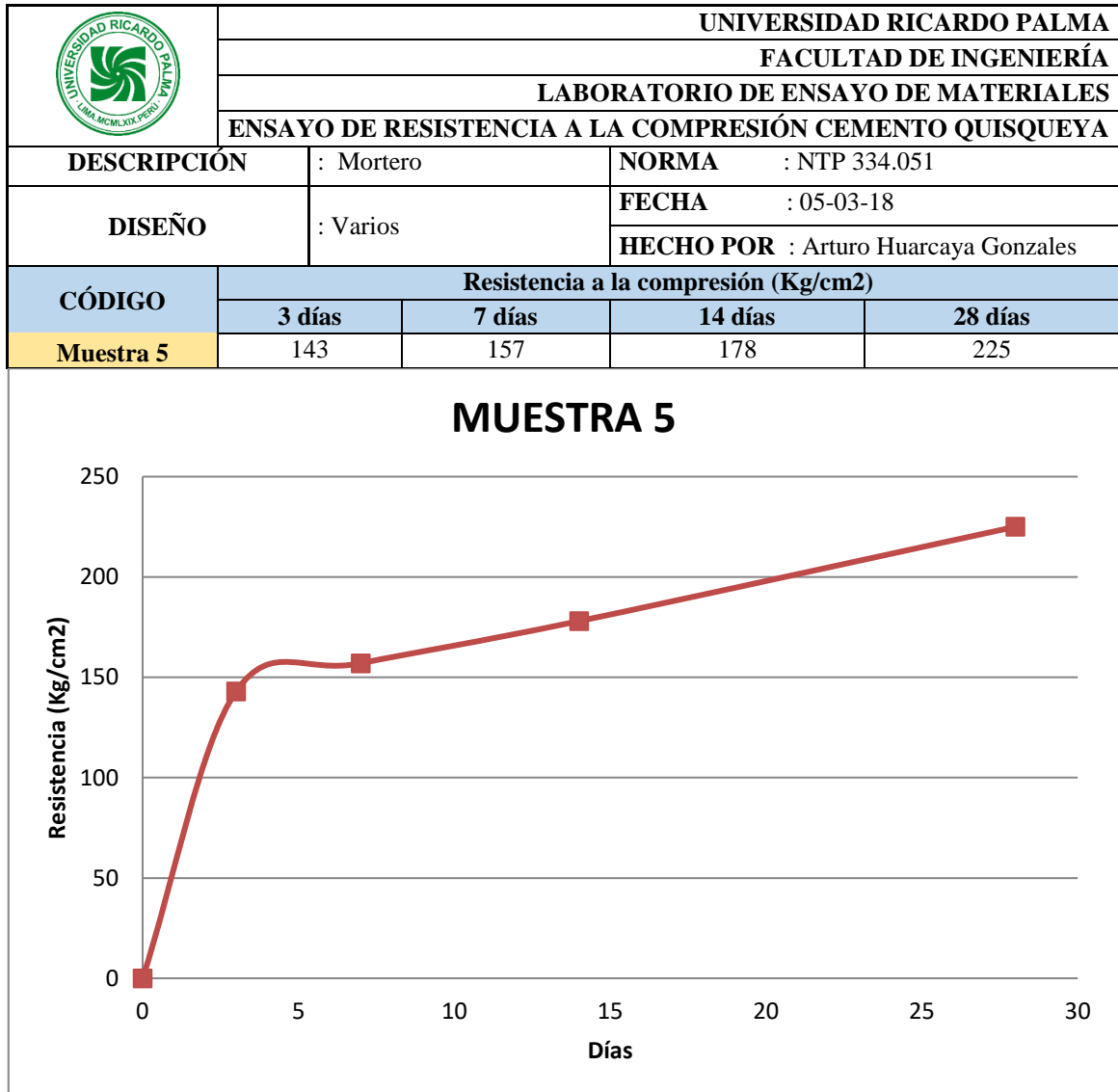


Figura N° 64: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

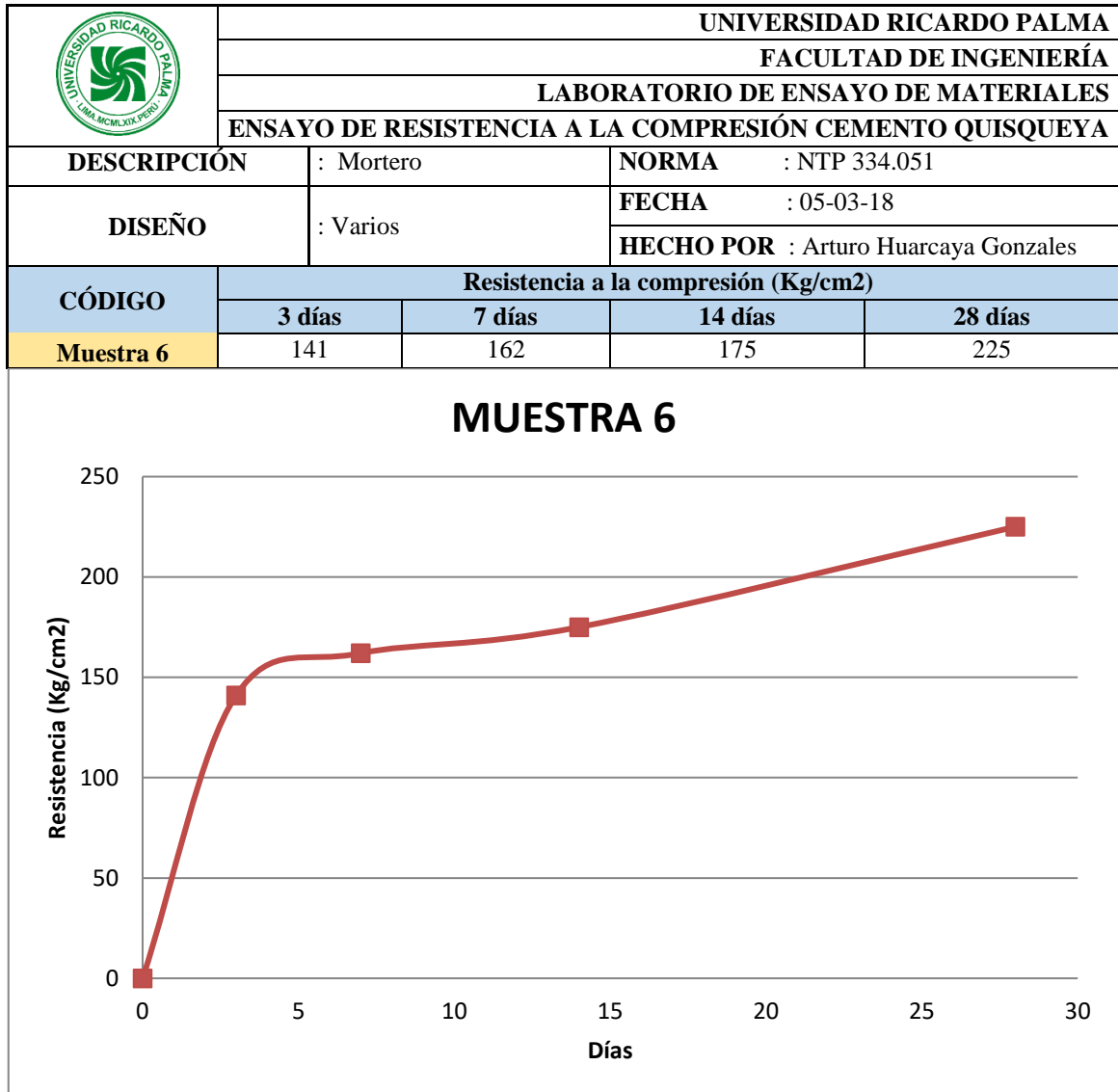


Figura N° 65: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

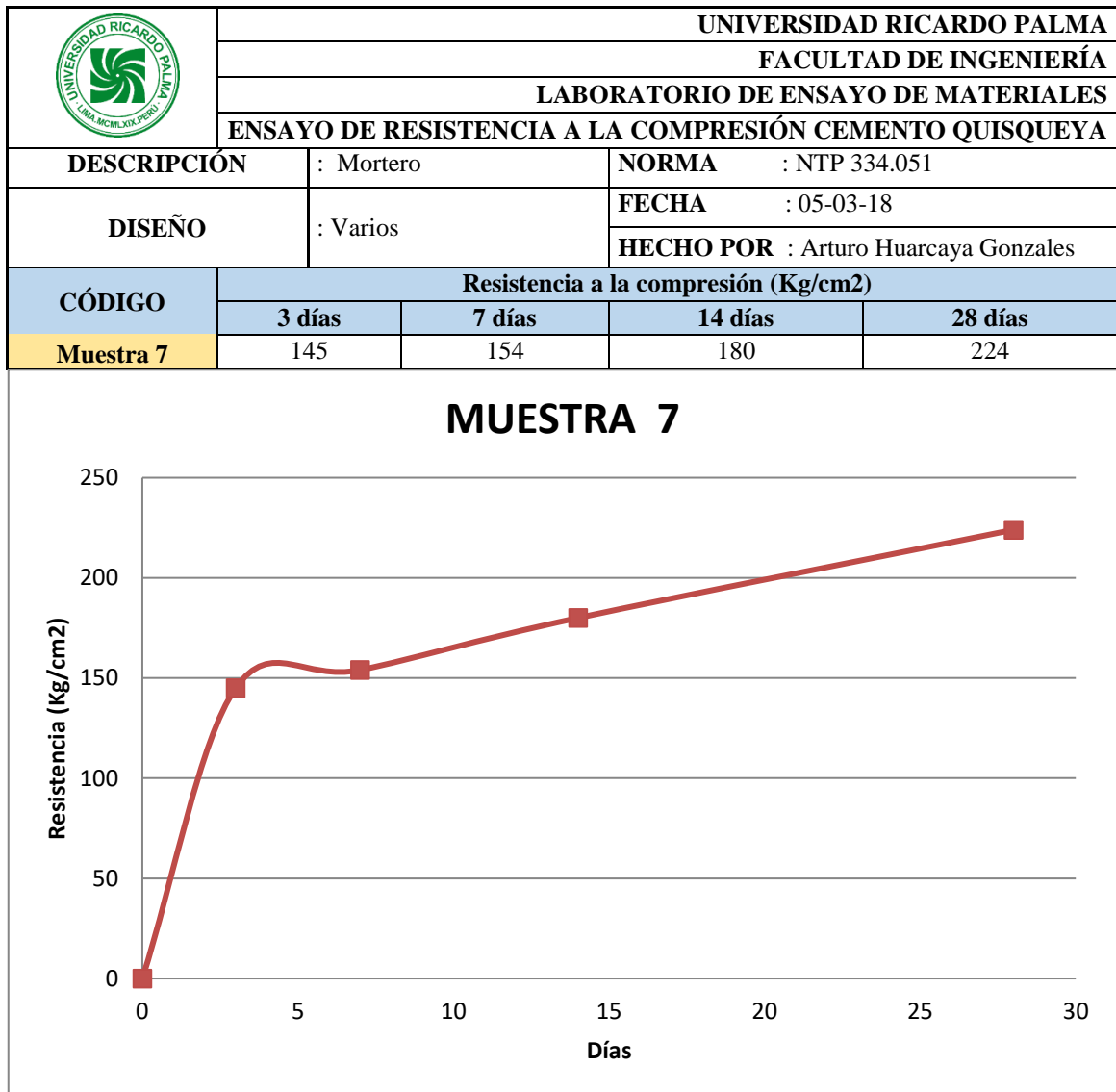


Figura N° 66: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

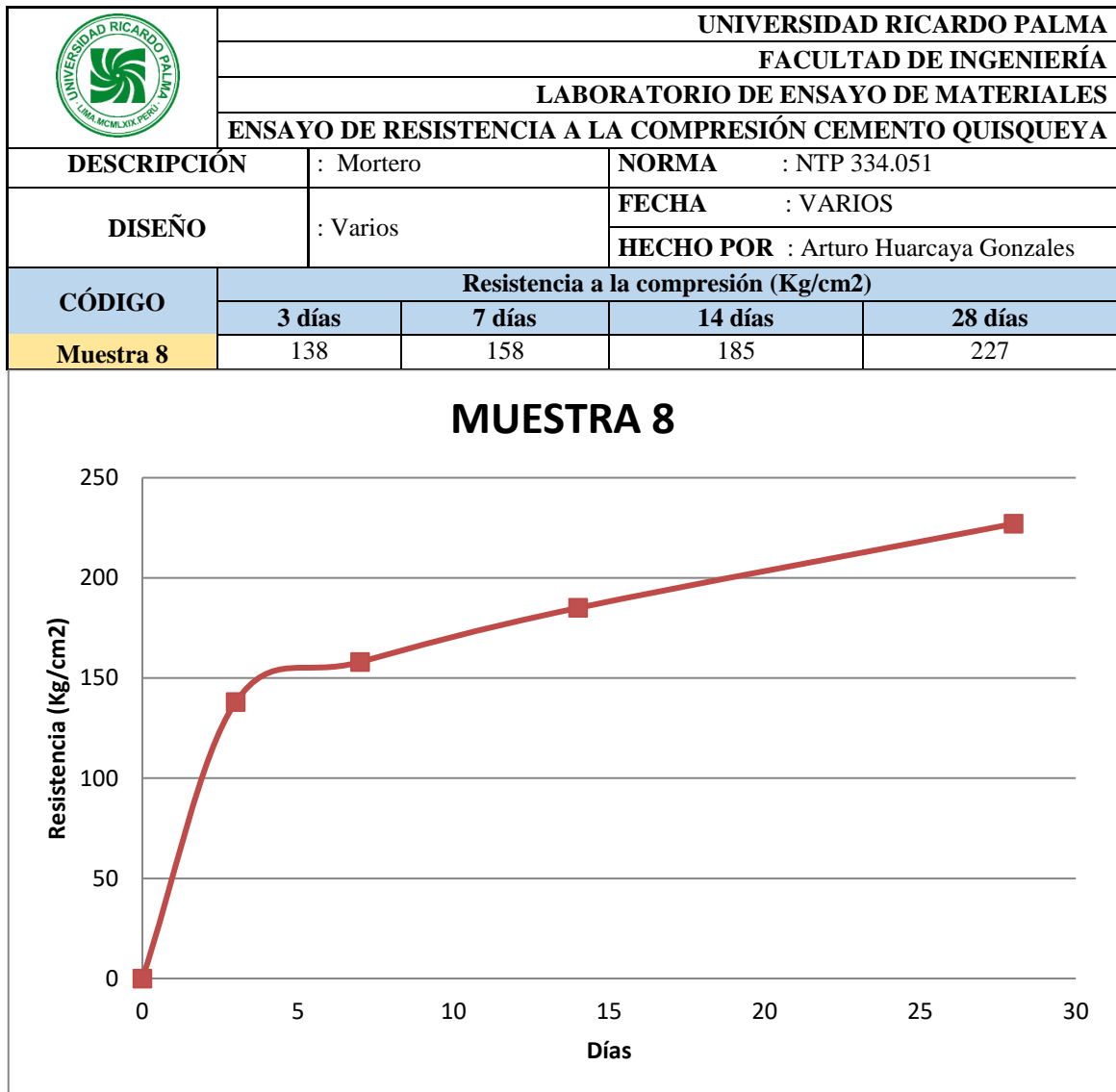


Figura N° 67: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

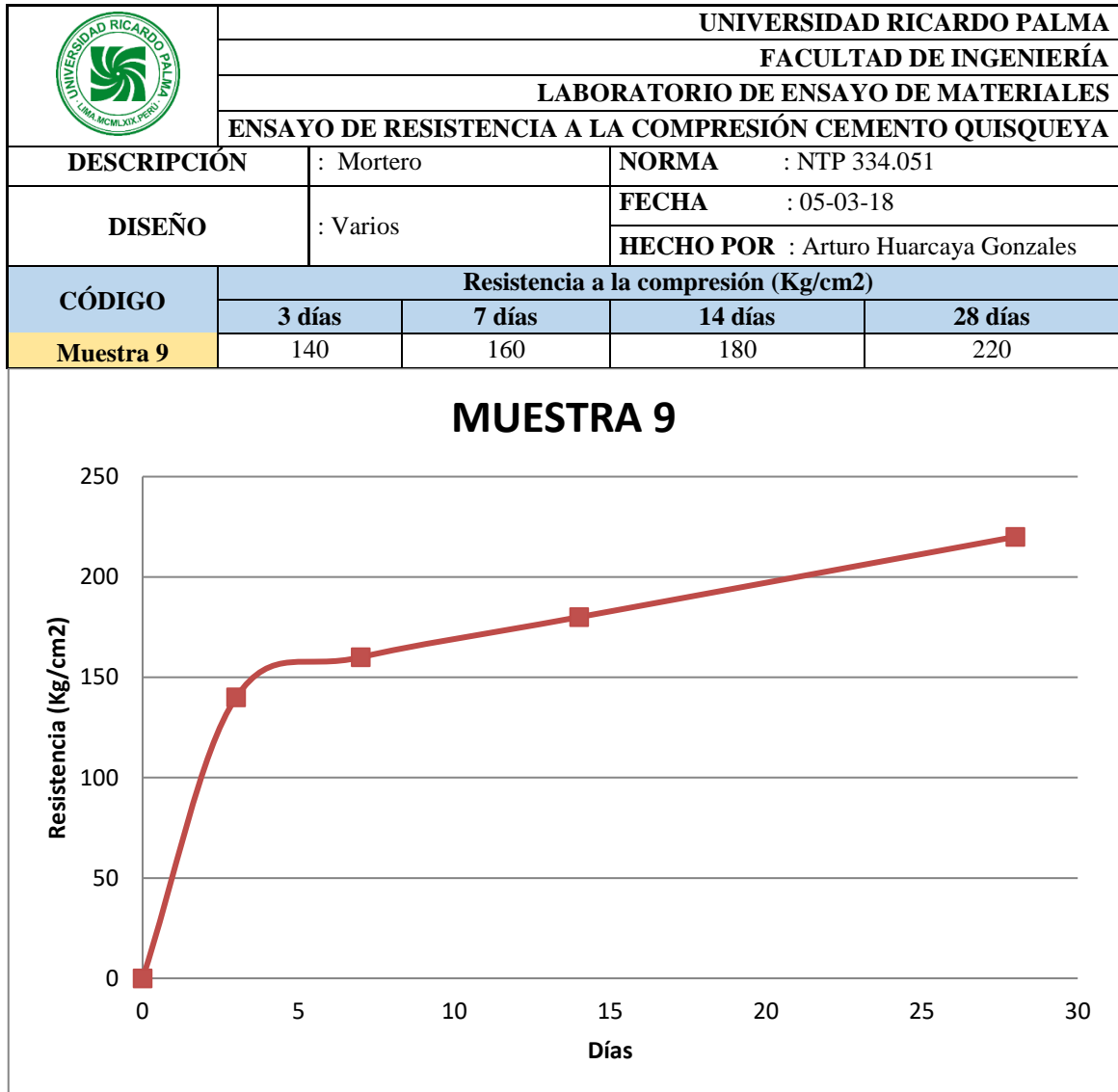


Figura N° 68: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

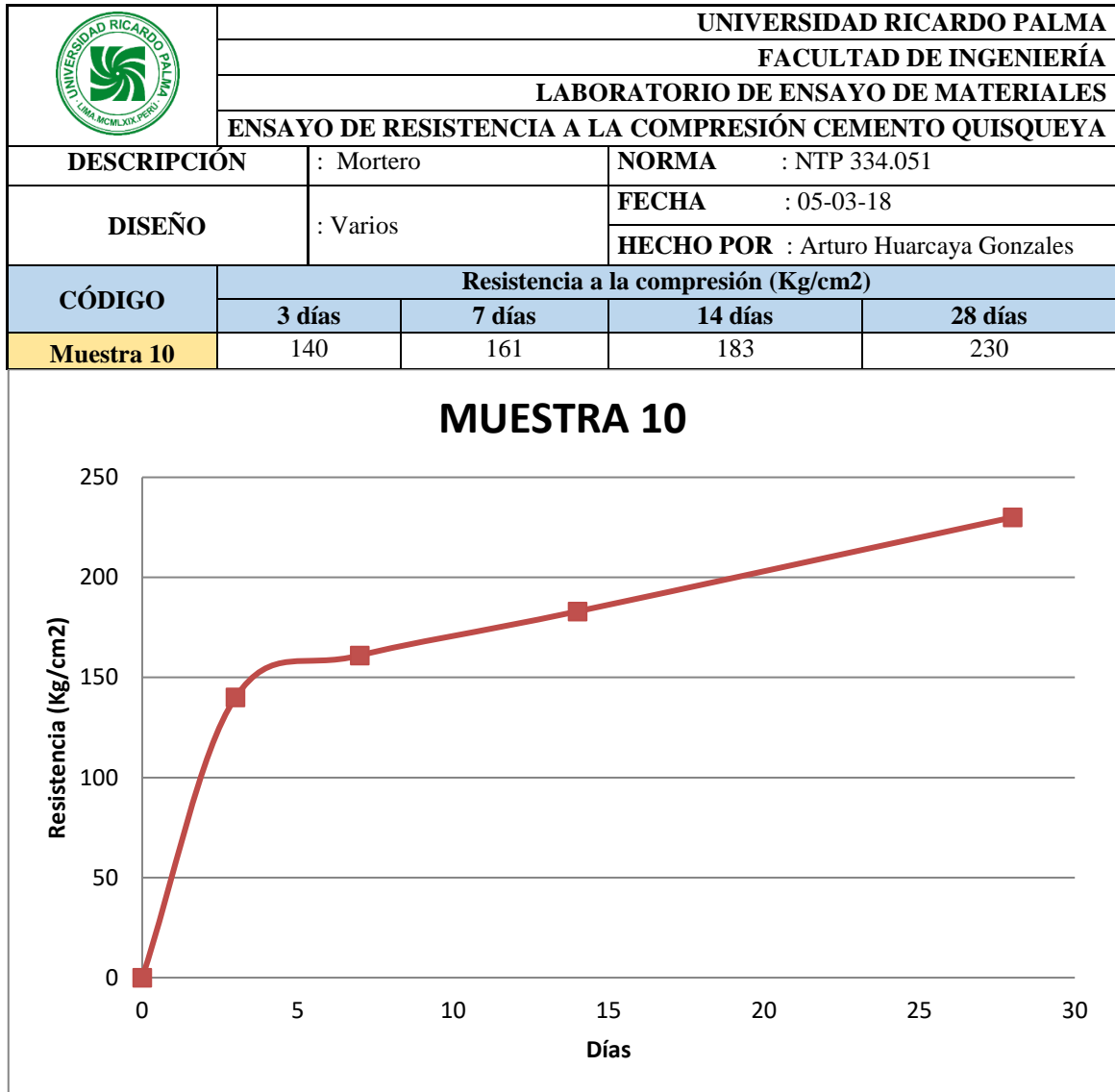



Figura N° 69: Repetición 10 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 10: Resumen General de resistencia a la compresión del cemento Pacasmayo

|  |  | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA                               |                           |                |  |
|---|--|---|---------------------------|----------------|--|
|   |  | FACULTAD DE INGENIERÍA                                  |                           |                |  |
|   |  | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES                     |                           |                |  |
|   |  | ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO PACASMAYO |                           |                |  |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>  | : NTP 334.051             |                |  |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>  | : 07-03-18                |                |  |
|   |  | <b>HECHO POR</b>  | : Arturo Huacaya Gonzales |                |  |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> |   |                           |                |  |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>   | <b>14 días</b>            | <b>28 días</b> |  |
| <b>Muestra 1</b>  | 126  | 135   | 145                       | 186            |  |
| <b>Muestra 2</b>  | 130  | 137   | 145                       | 182            |  |
| <b>Muestra 3</b>  | 127  | 136   | 146                       | 181            |  |
| <b>Muestra 4</b>  | 131  | 139   | 148                       | 189            |  |
| <b>Muestra 5</b>  | 129  | 137   | 146                       | 187            |  |
| <b>Muestra 6</b>  | 130  | 138   | 150                       | 185            |  |
| <b>Muestra 7</b>  | 127  | 135   | 149                       | 188            |  |
| <b>Muestra 8</b>  | 128  | 138   | 147                       | 188            |  |
| <b>Muestra 9</b>  | 126  | 140   | 147                       | 188            |  |
| <b>Muestra 10</b>   | 129  | 137   | 146                       | 188            |  |
| <b>Prom. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>  | <b>128</b>   | <b>137</b>  | <b>147</b>                | <b>186</b>     |  |

Fuente: Elaboración Propia

|   |  |               |  |                |
|---|--|---------------|--|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                               |               |  |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                                  |               |  |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>                     |               |  |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO PACASMAYO</b> |               |  |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  |               | <b>NORMA</b>                               | : NTP 334.051  |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   |               | <b>FECHA</b>                               | : 07-03-18     |
|   |  |               | <b>HECHO POR</b> : Arturo Huacaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>         |               |  |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b> | <b>14 días</b>                             | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 1</b>  | 126  | 135           | 145  | 186            |

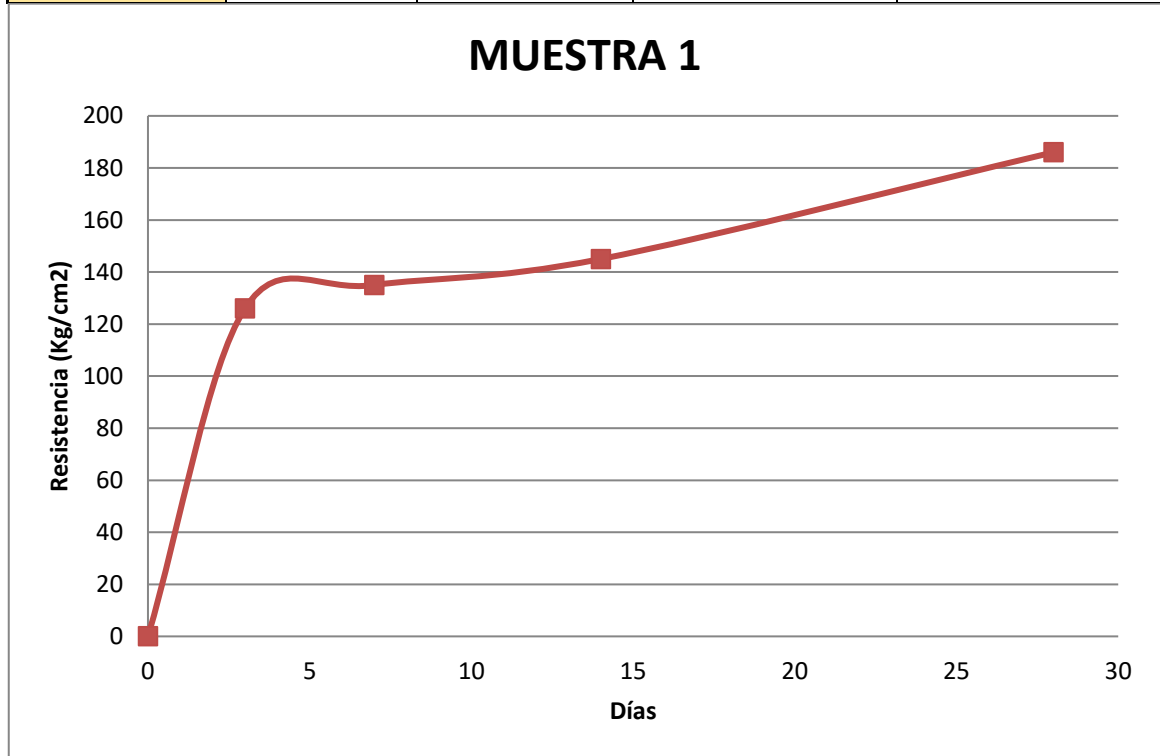



Figura N° 70: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia



|   |  |                  |                           |                |
|---|--|------------------|---------------------------|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                               |                  |                           |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                                  |                  |                           |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>                     |                  |                           |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO PACASMAYO</b> |                  |                           |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>     | : NTP 334.051             |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>     | : 07-03-18                |                |
|   |  | <b>HECHO POR</b> | : Arturo Huacaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>         |                  |                           |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>    | <b>14 días</b>            | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 2</b>  | 130  | 137              | 145                       | 182            |

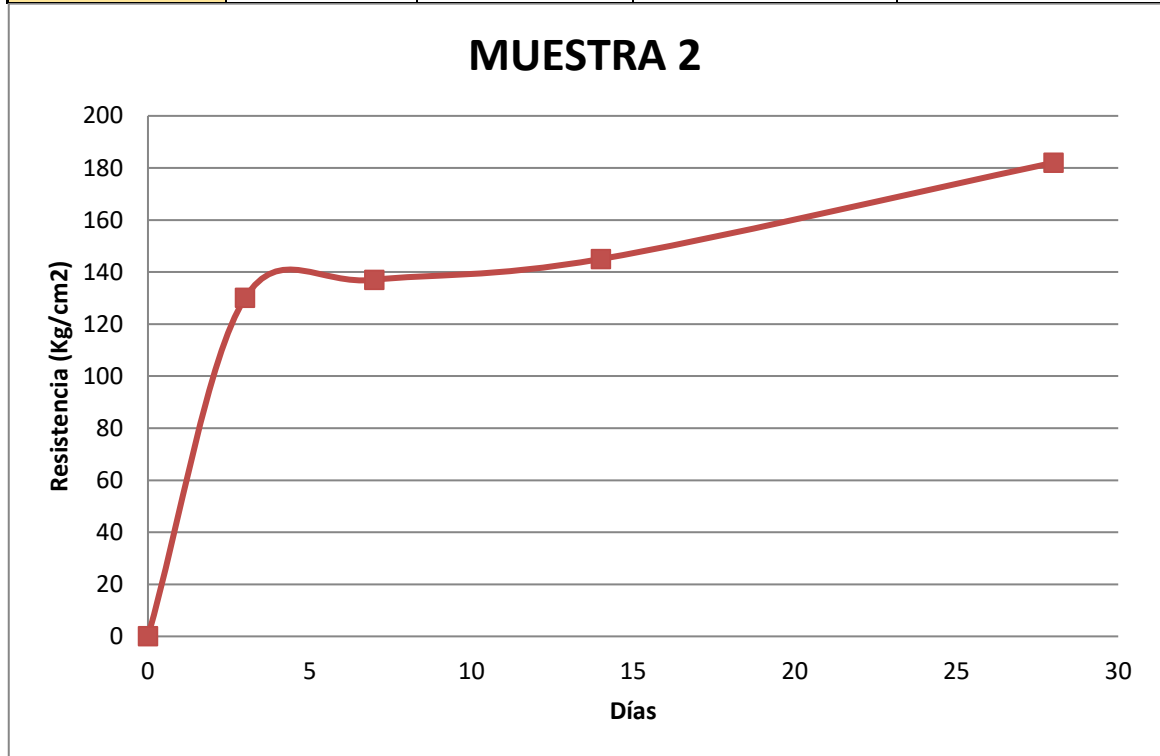



Figura N° 71: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                  |                           |                |
|---|--|------------------|---------------------------|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                               |                  |                           |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                                  |                  |                           |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>                     |                  |                           |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO PACASMAYO</b> |                  |                           |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>     | : NTP 334.051             |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>     | : 07-03-18                |                |
|   |  | <b>HECHO POR</b> | : Arturo Huacaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>         |                  |                           |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>    | <b>14 días</b>            | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 3</b>  | 127  | 136              | 146                       | 181            |

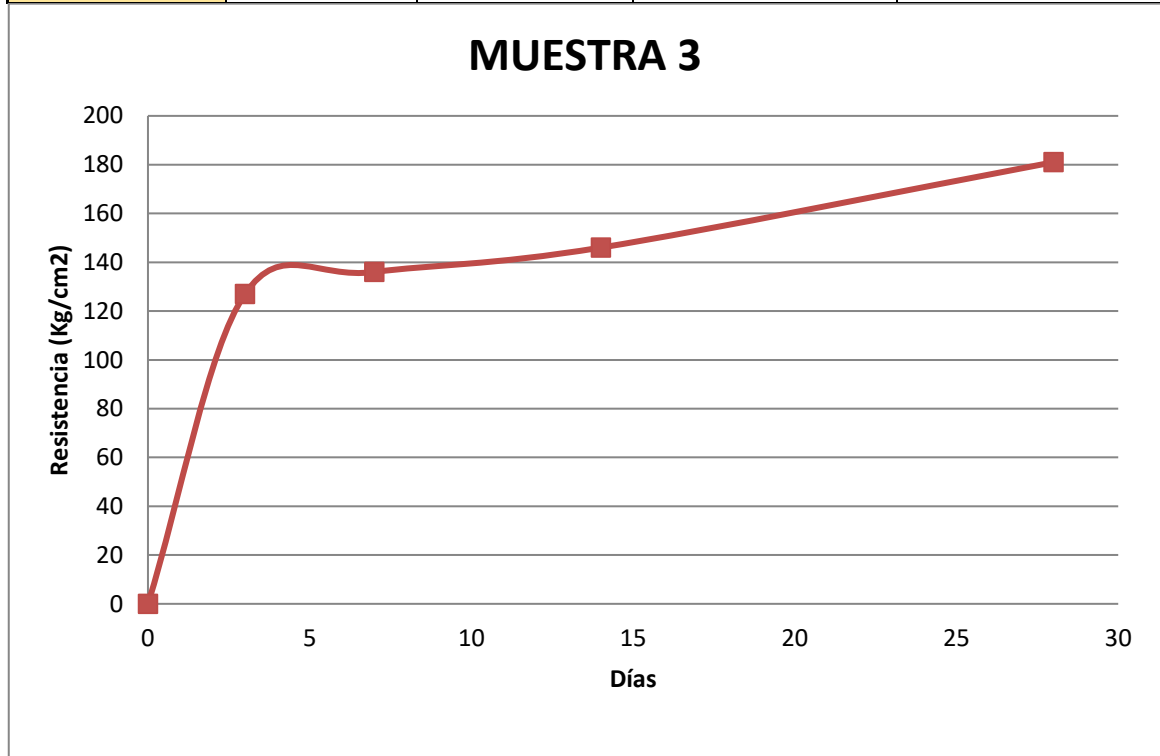



Figura N° 72: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                  |                           |                |
|---|--|------------------|---------------------------|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                               |                  |                           |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                                  |                  |                           |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>                     |                  |                           |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO PACASMAYO</b> |                  |                           |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>     | : NTP 334.051             |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>     | : 07-03-18                |                |
|   |  | <b>HECHO POR</b> | : Arturo Huacaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>         |                  |                           |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>    | <b>14 días</b>            | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 4</b>  | 131  | 139              | 148                       | 189            |

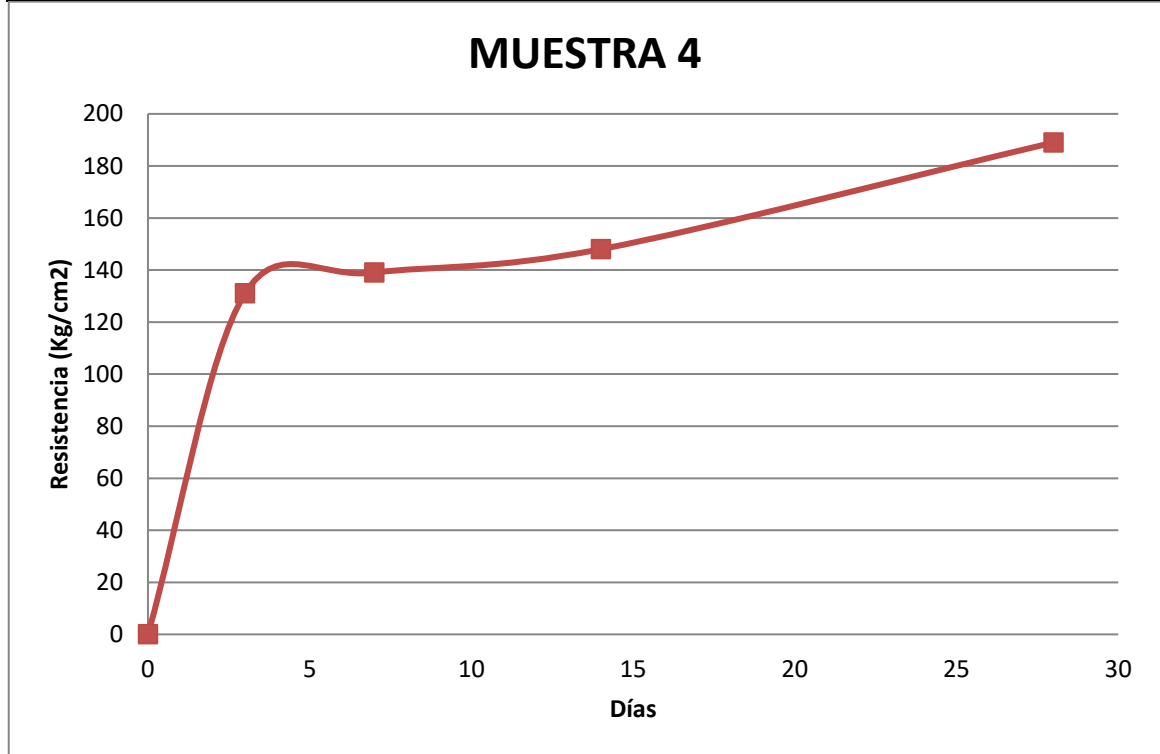



Figura N° 73: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                  |                           |                |
|---|--|------------------|---------------------------|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                               |                  |                           |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                                  |                  |                           |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>                     |                  |                           |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO PACASMAYO</b> |                  |                           |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>     | : NTP 334.051             |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>     | : 07-03-18                |                |
|   |  | <b>HECHO POR</b> | : Arturo Huacaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>         |                  |                           |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>    | <b>14 días</b>            | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 5</b>  | 129  | 137              | 146                       | 187            |

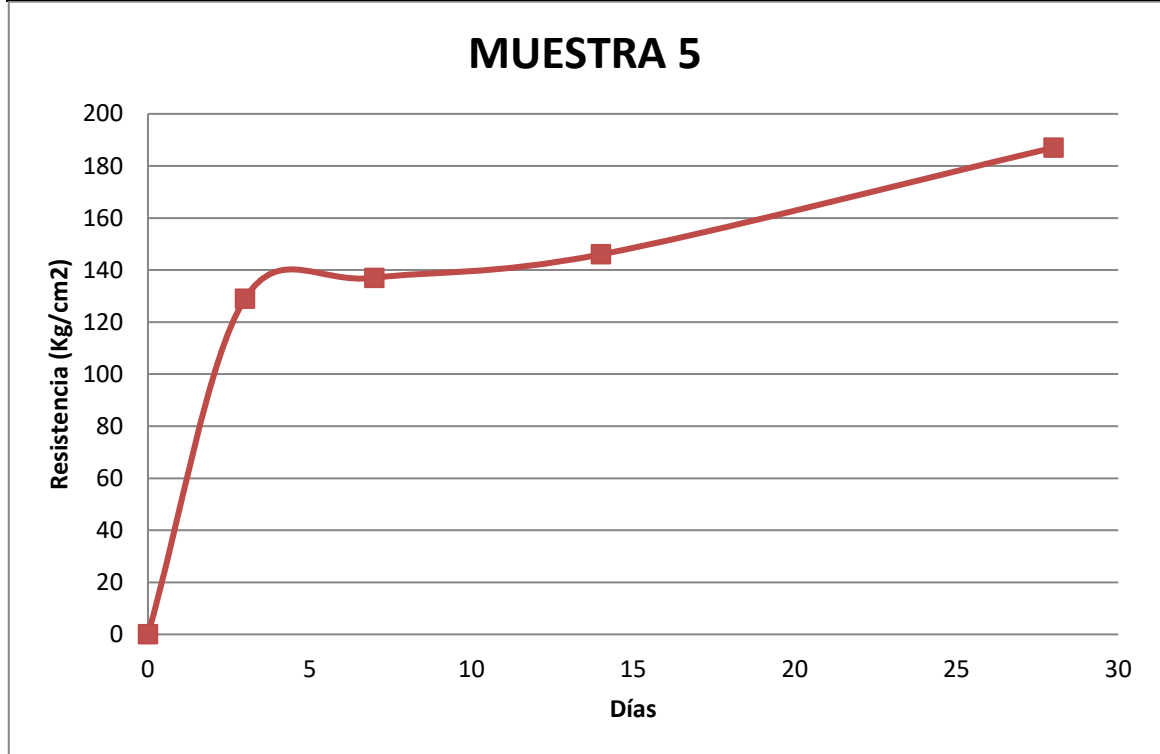


Figura N° 74: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                  |                           |                |
|---|--|------------------|---------------------------|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                               |                  |                           |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                                  |                  |                           |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>                     |                  |                           |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO PACASMAYO</b> |                  |                           |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>     | : NTP 334.051             |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>     | : 07-03-18                |                |
|   |  | <b>HECHO POR</b> | : Arturo Huacaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>         |                  |                           |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>    | <b>14 días</b>            | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 6</b>  | 130  | 138              | 150                       | 185            |

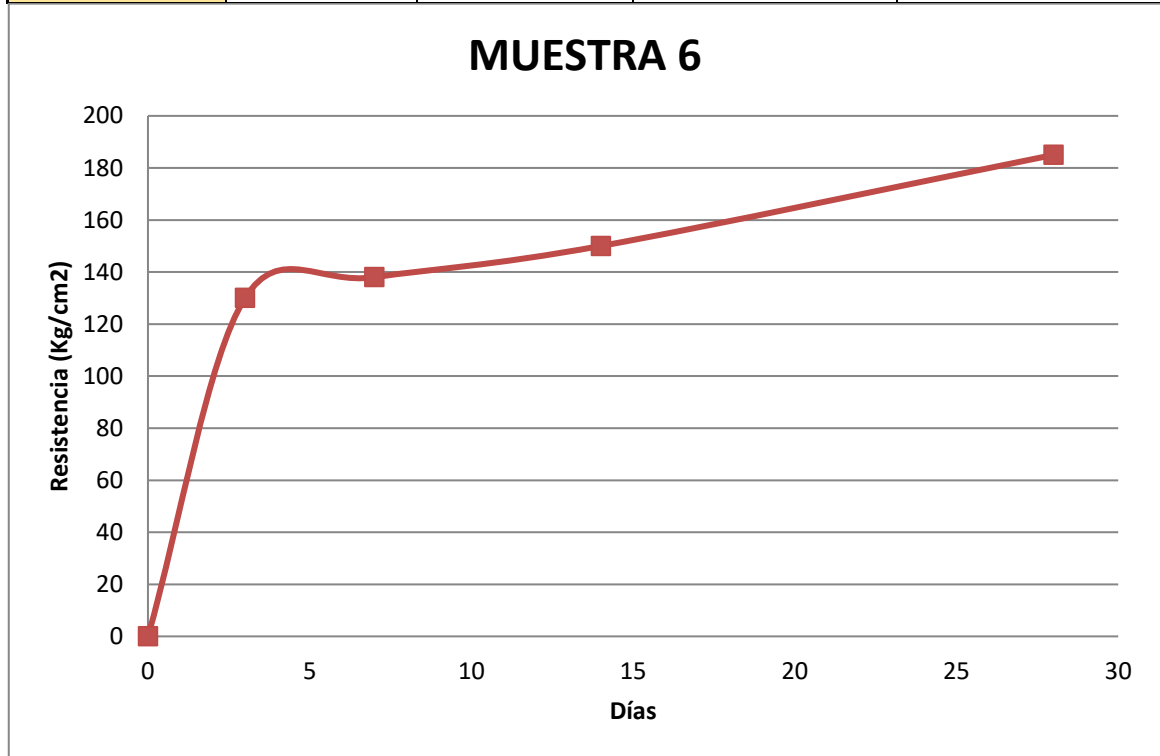



Figura N° 75: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                  |                           |                |
|---|--|------------------|---------------------------|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                               |                  |                           |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                                  |                  |                           |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>                     |                  |                           |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO PACASMAYO</b> |                  |                           |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>     | : NTP 334.051             |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>     | : 07-03-18                |                |
|   |  | <b>HECHO POR</b> | : Arturo Huacaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>         |                  |                           |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>    | <b>14 días</b>            | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 7</b>  | 127  | 135              | 149                       | 188            |

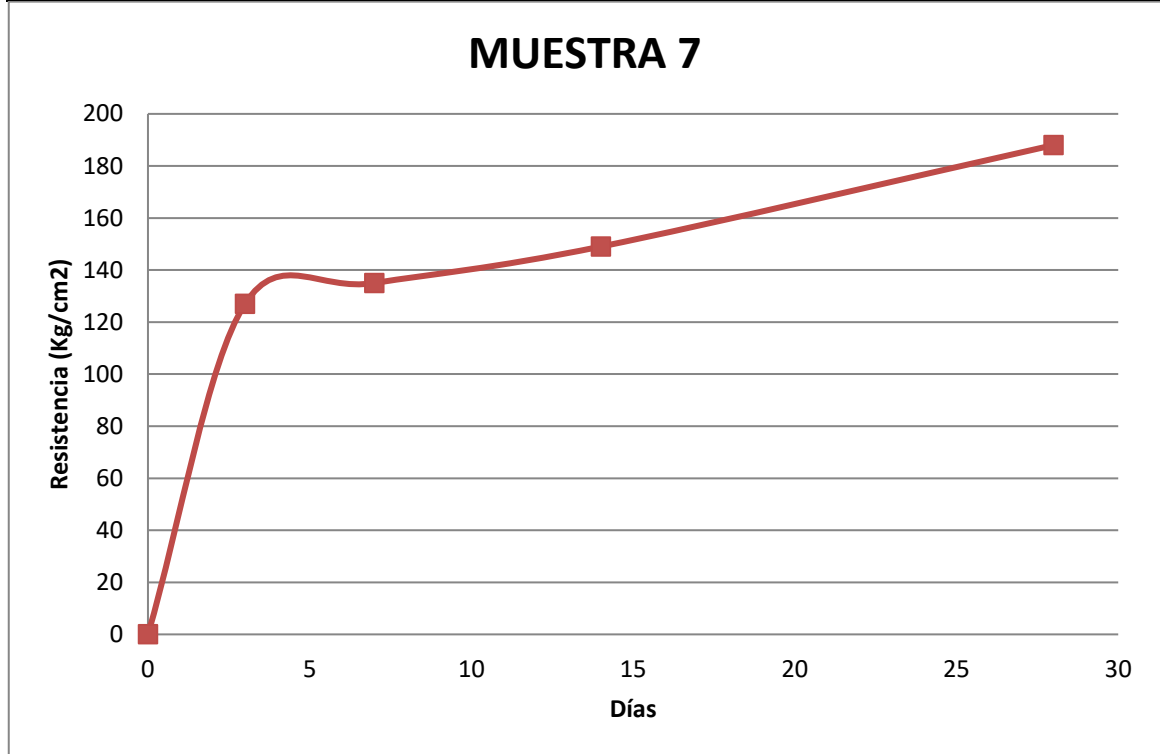



Figura N° 76: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                  |                           |                |
|---|--|------------------|---------------------------|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                               |                  |                           |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                                  |                  |                           |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>                     |                  |                           |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO PACASMAYO</b> |                  |                           |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>     | : NTP 334.051             |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>     | : 07-03-18                |                |
|   |  | <b>HECHO POR</b> | : Arturo Huacaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>         |                  |                           |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>    | <b>14 días</b>            | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 8</b>  | 128  | 138              | 147                       | 188            |

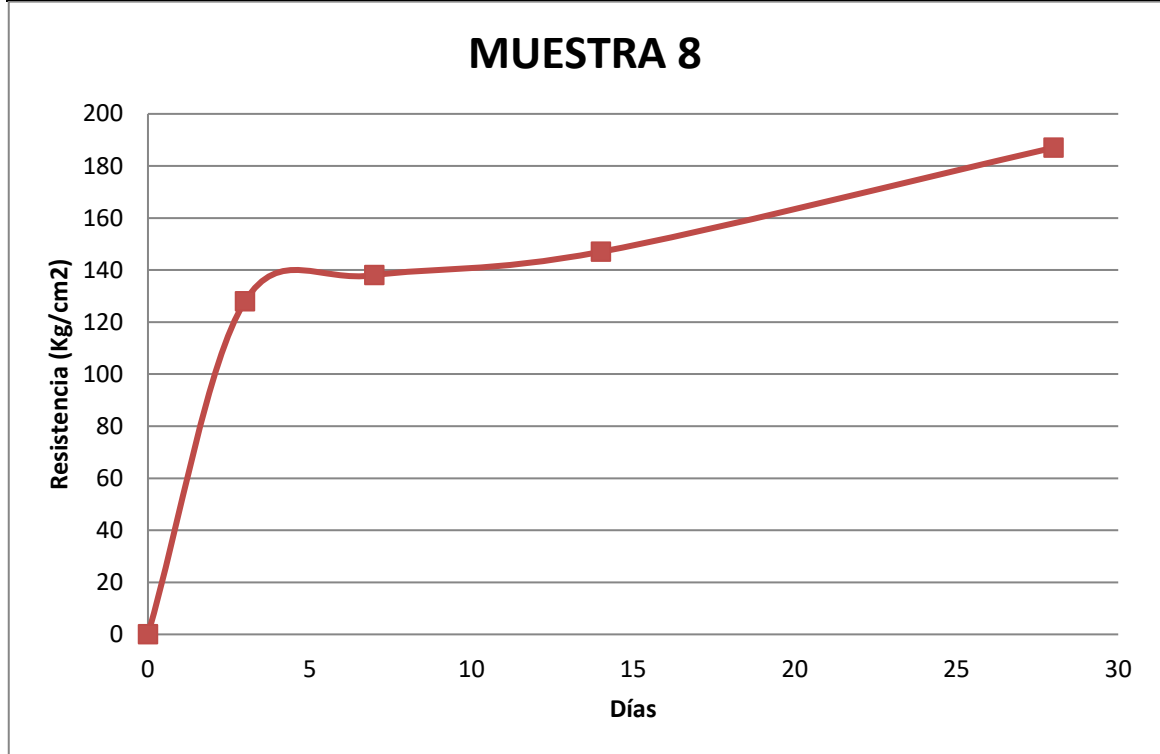



Figura N° 77: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

|   |  |                  |                           |                |
|---|--|------------------|---------------------------|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                               |                  |                           |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                                  |                  |                           |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>                     |                  |                           |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO PACASMAYO</b> |                  |                           |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  | <b>NORMA</b>     | : NTP 334.051             |                |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   | <b>FECHA</b>     | : 07-03-18                |                |
|   |  | <b>HECHO POR</b> | : Arturo Huacaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>         |                  |                           |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b>    | <b>14 días</b>            | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 9</b>  | 126  | 140              | 147                       | 188            |

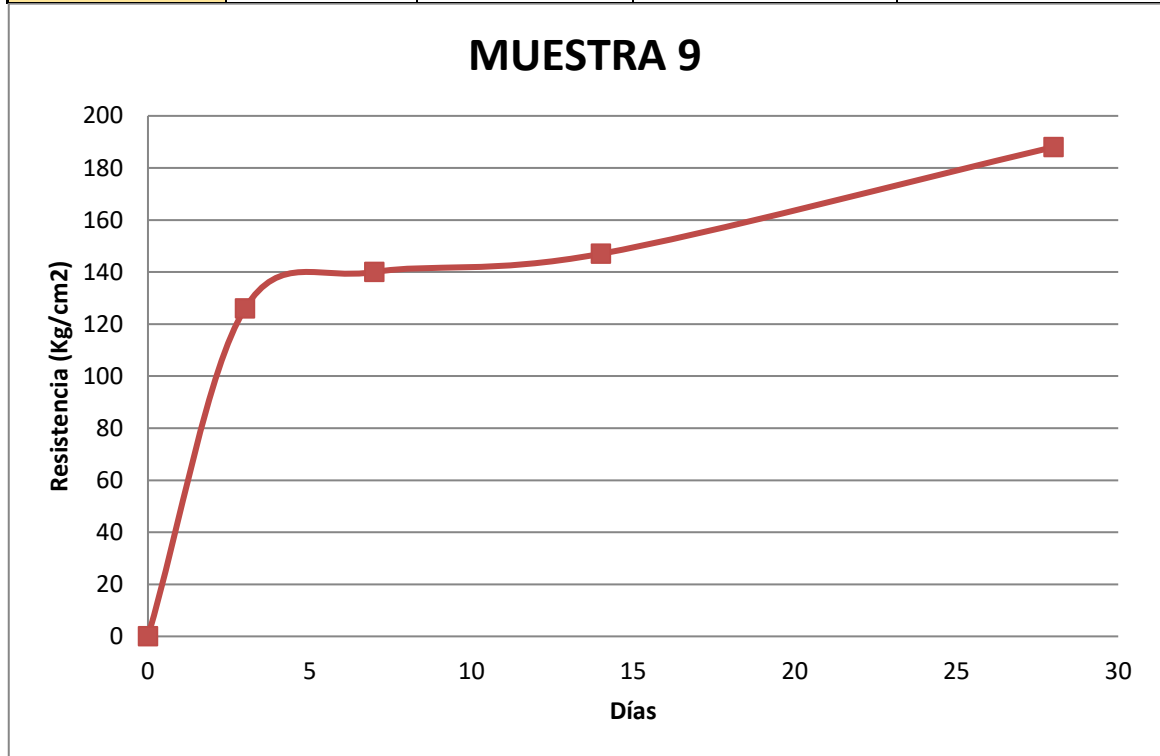



Figura N° 78: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia



|   |  |               |  |                |
|---|--|---------------|--|----------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>                               |               |  |                |
|   | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>                                  |               |  |                |
|   | <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>                     |               |  |                |
|   | <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO PACASMAYO</b> |               |  |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | : Mortero  |               | <b>NORMA</b>                               | : NTP 334.051  |
| <b>DISEÑO</b>   | : Varios   |               | <b>FECHA</b>                               | : 07-03-18     |
|   |  |               | <b>HECHO POR</b> : Arturo Huacaya Gonzales |                |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>         |               |  |                |
|   | <b>3 días</b>  | <b>7 días</b> | <b>14 días</b>                             | <b>28 días</b> |
| <b>Muestra 10</b>   | 129  | 137           | 146  | 188            |

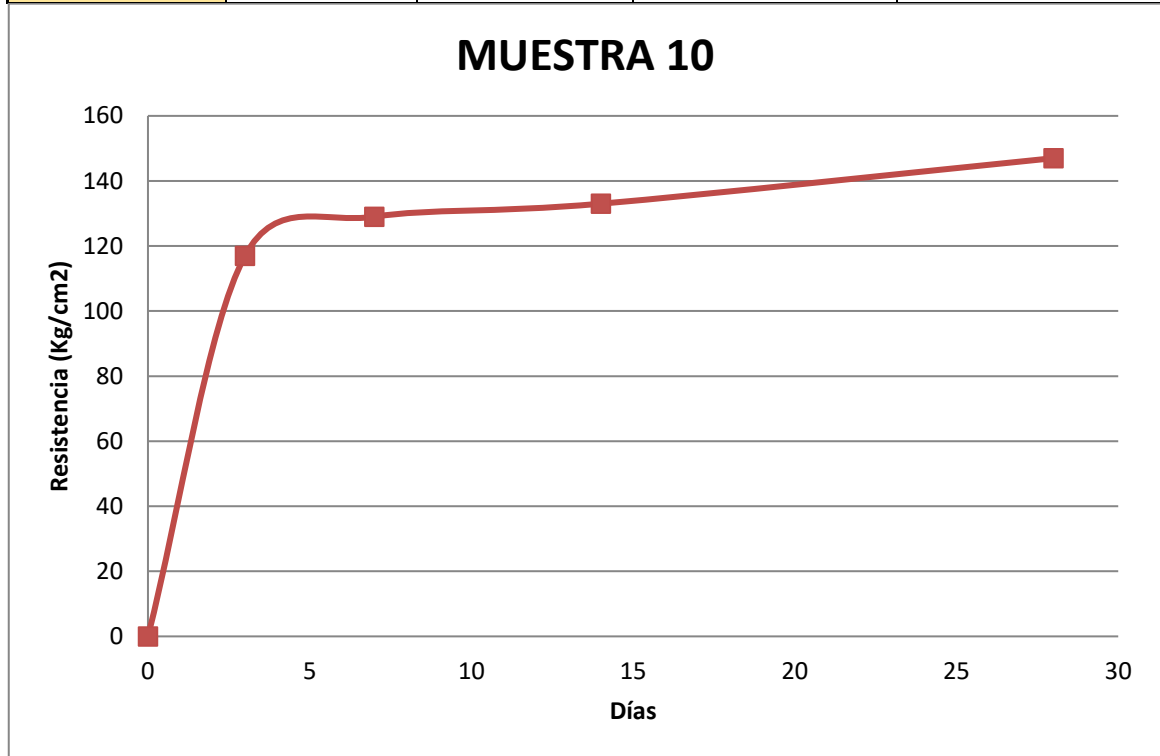



Figura N° 79: Repetición 10 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 11: Resumen General de resistencia a la compresión del cemento Andino

|  |   | UNIVERSIDAD RICARDO PALMA                            |            |               |  |
|---|---|--|------------|---------------|--|
|   |   | FACULTAD DE INGENIERÍA                               |            |               |  |
|   |   | LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES                  |            |               |  |
|   |   | ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CEMENTO ANDINO |            |               |  |
| DESCRIPCIÓN   | : Mortero   | NORMA  |            | : NTP 334.051 |  |
| DISEÑO  | : Varios  | FECHA  |            | : 07-03-18    |  |
|   |   | HECHO POR : Arturo Huacaya Gonzales                  |            |               |  |
| CÓDIGO  | Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) |  |            |               |  |
|   | 3 días  | 7 días   | 14 días    | 28 días       |  |
| Muestra 1   | 117   | 124  | 130        | 143           |  |
| Muestra 2   | 114   | 125  | 137        | 145           |  |
| Muestra 3   | 111   | 123  | 132        | 146           |  |
| Muestra 4   | 113   | 125  | 134        | 150           |  |
| Muestra 5   | 118   | 127  | 133        | 145           |  |
| Muestra 6   | 114   | 126  | 136        | 150           |  |
| Muestra 7   | 115   | 128  | 133        | 143           |  |
| Muestra 8   | 114   | 127  | 131        | 145           |  |
| Muestra 9   | 116   | 130  | 134        | 148           |  |
| Muestra 10  | 117   | 129  | 133        | 147           |  |
| <b>prom (kg/cm<sup>2</sup>)</b>   | <b>115</b>  | <b>126</b>   | <b>133</b> | <b>146</b>    |  |

Fuente: Elaboración Propia

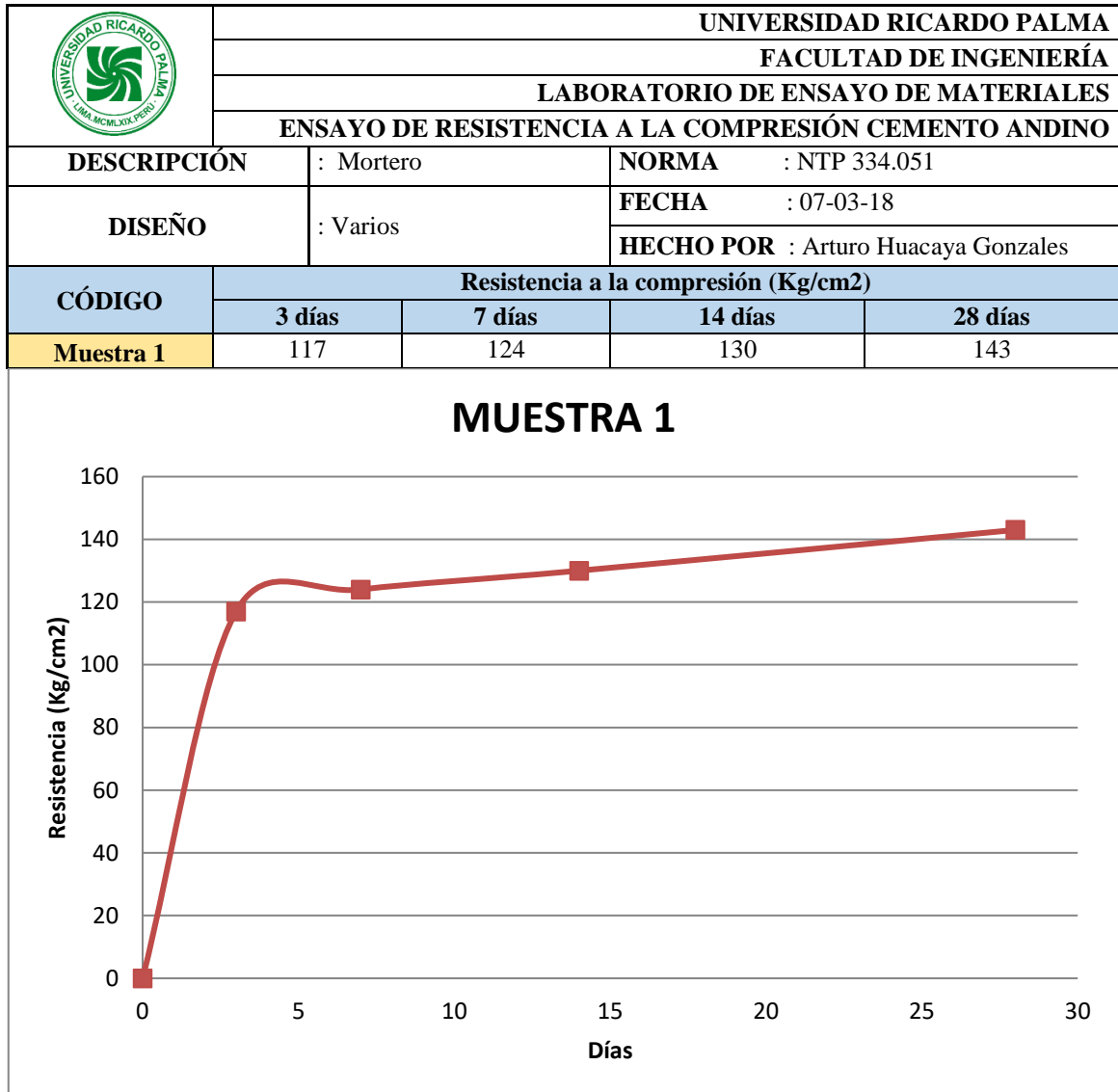


Figura N° 80: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

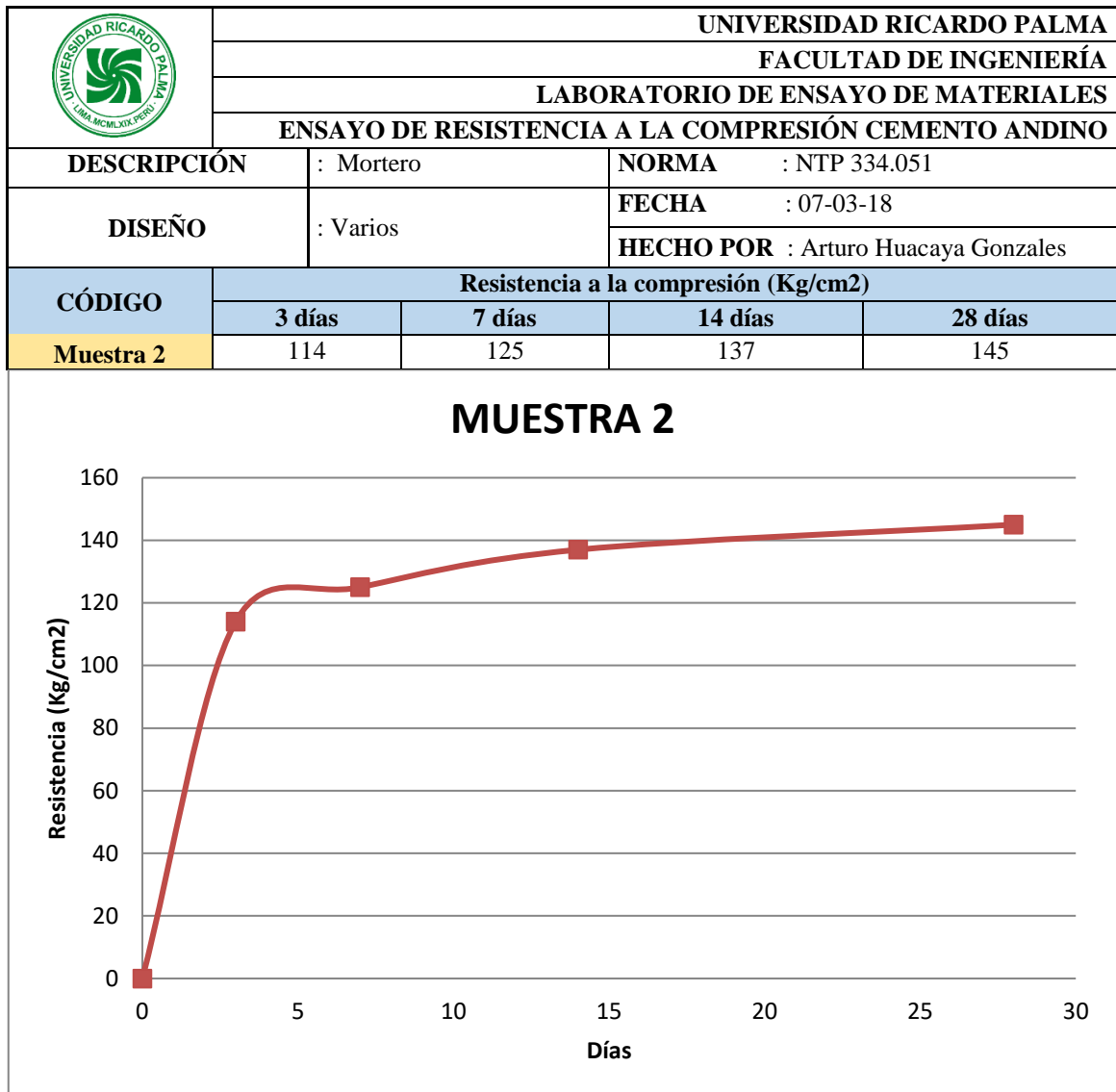


Figura N° 81: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

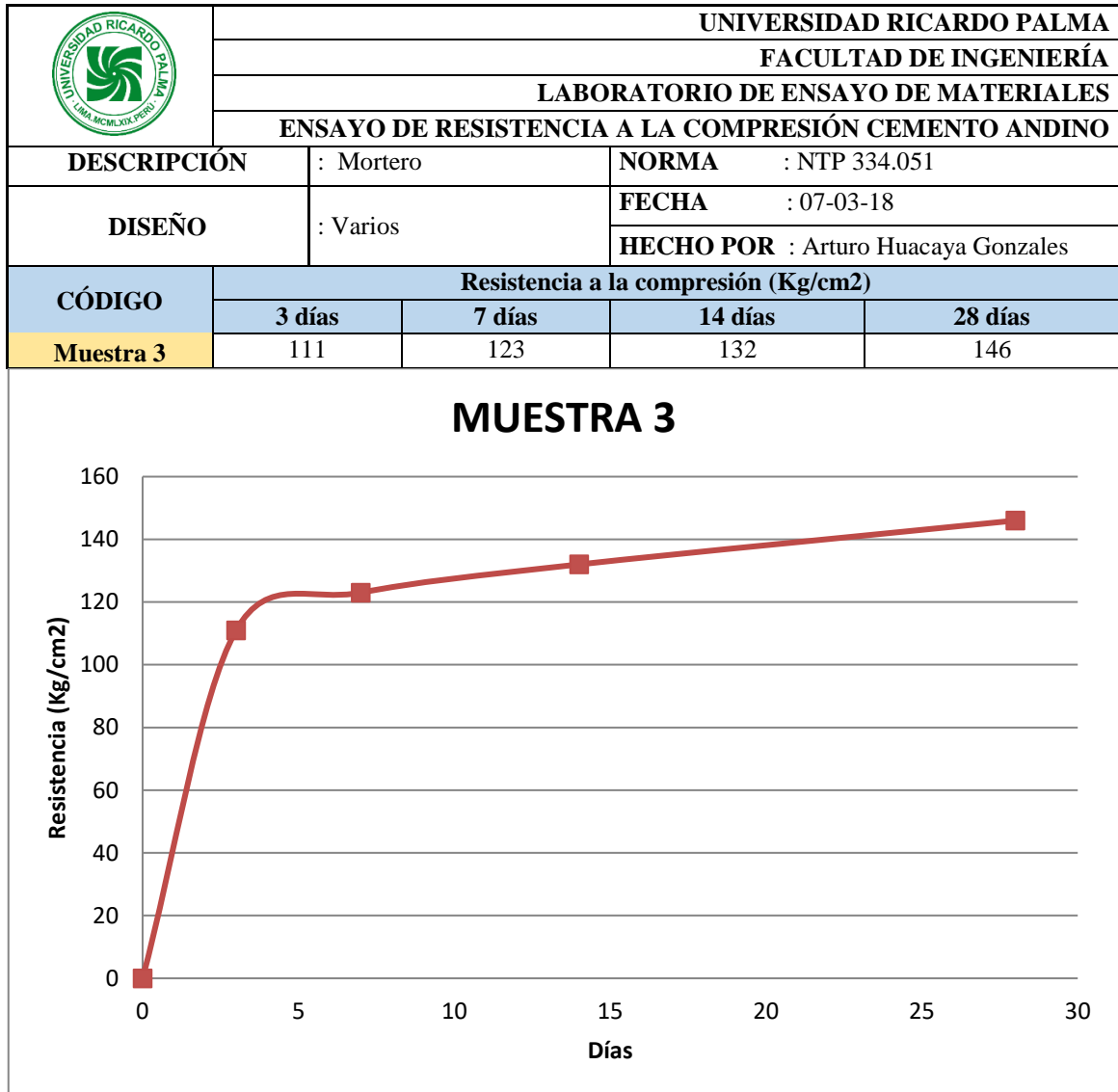


Figura N° 82: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

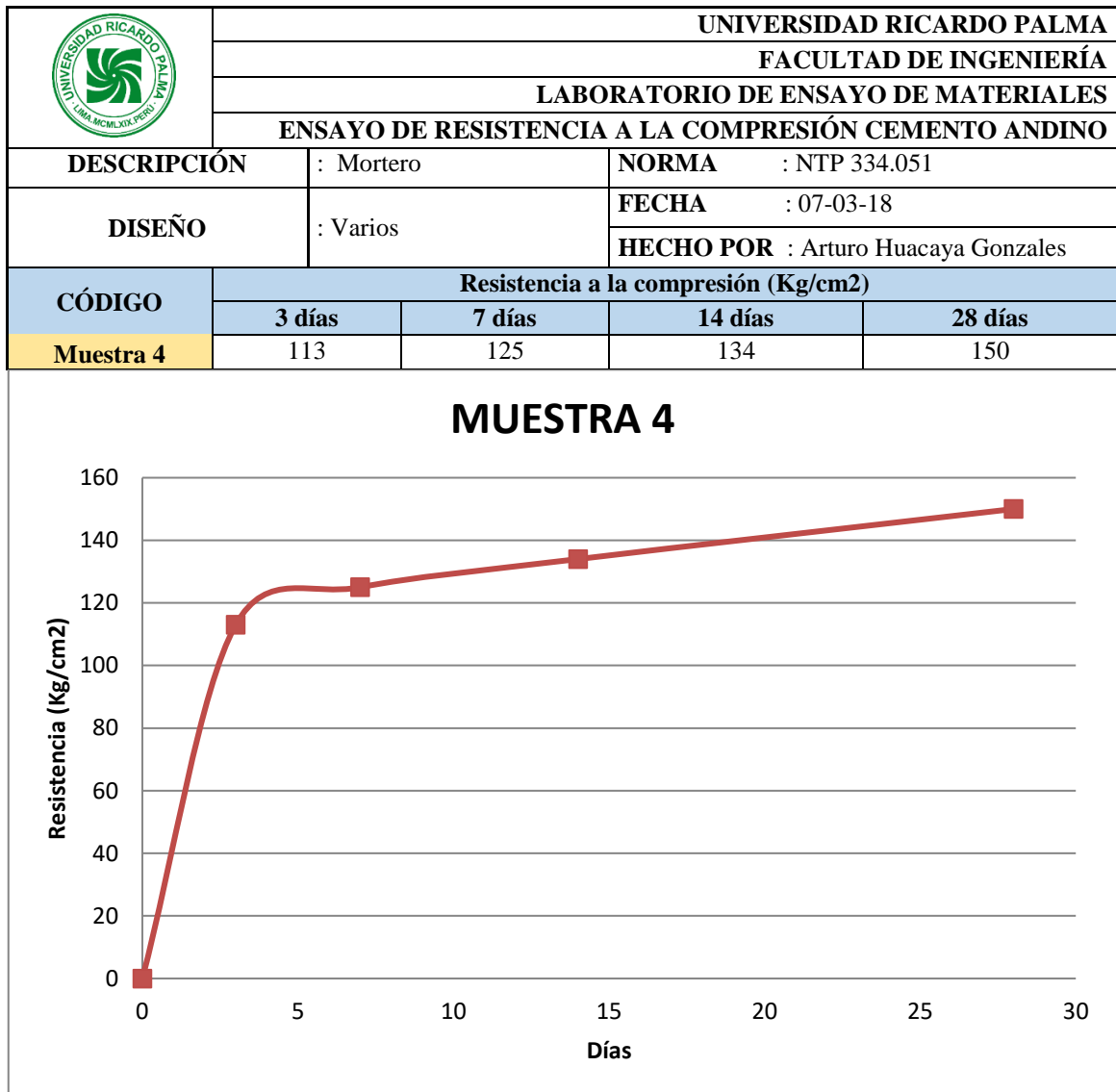


Figura N° 83: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

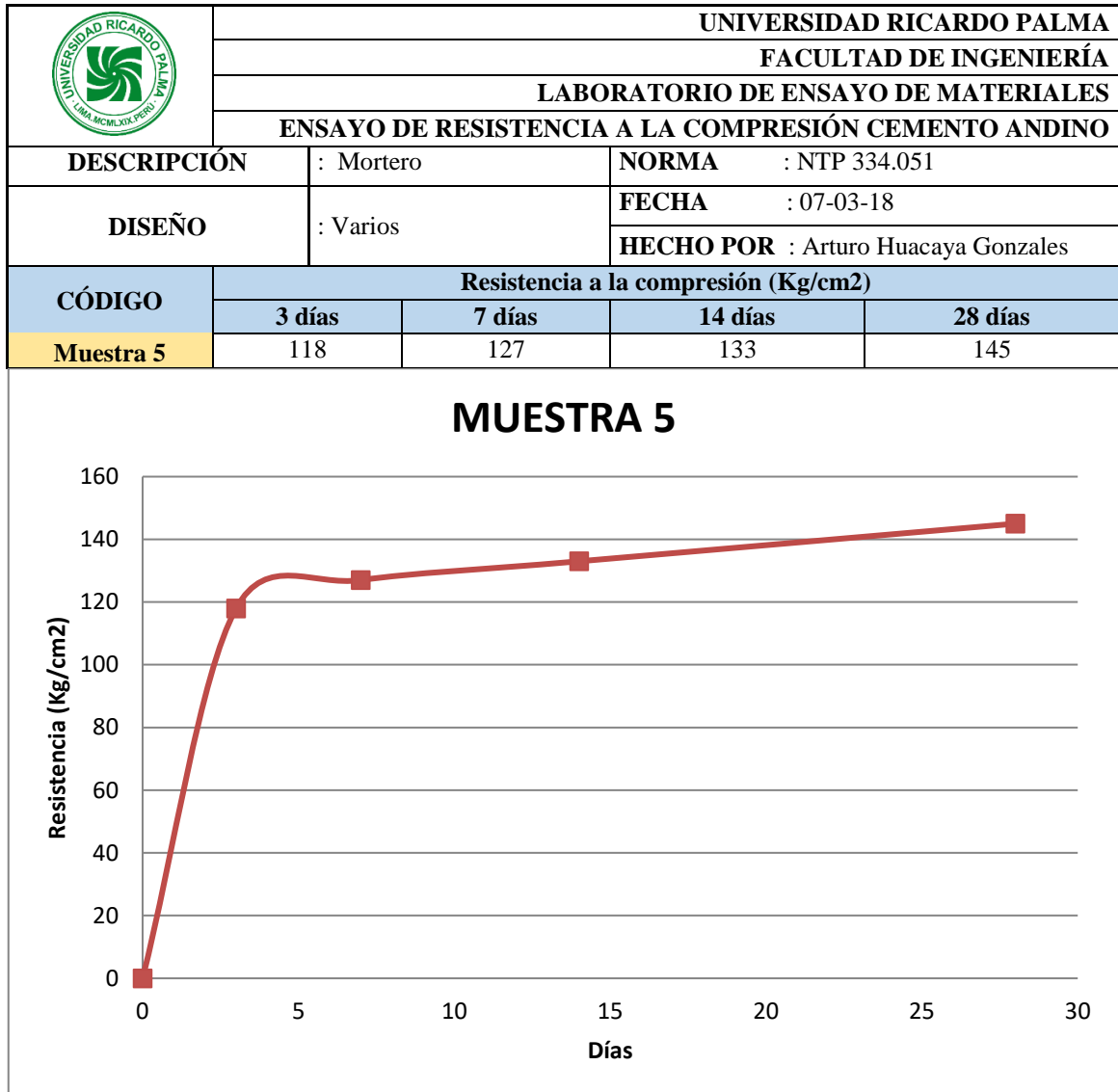


Figura N° 84: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

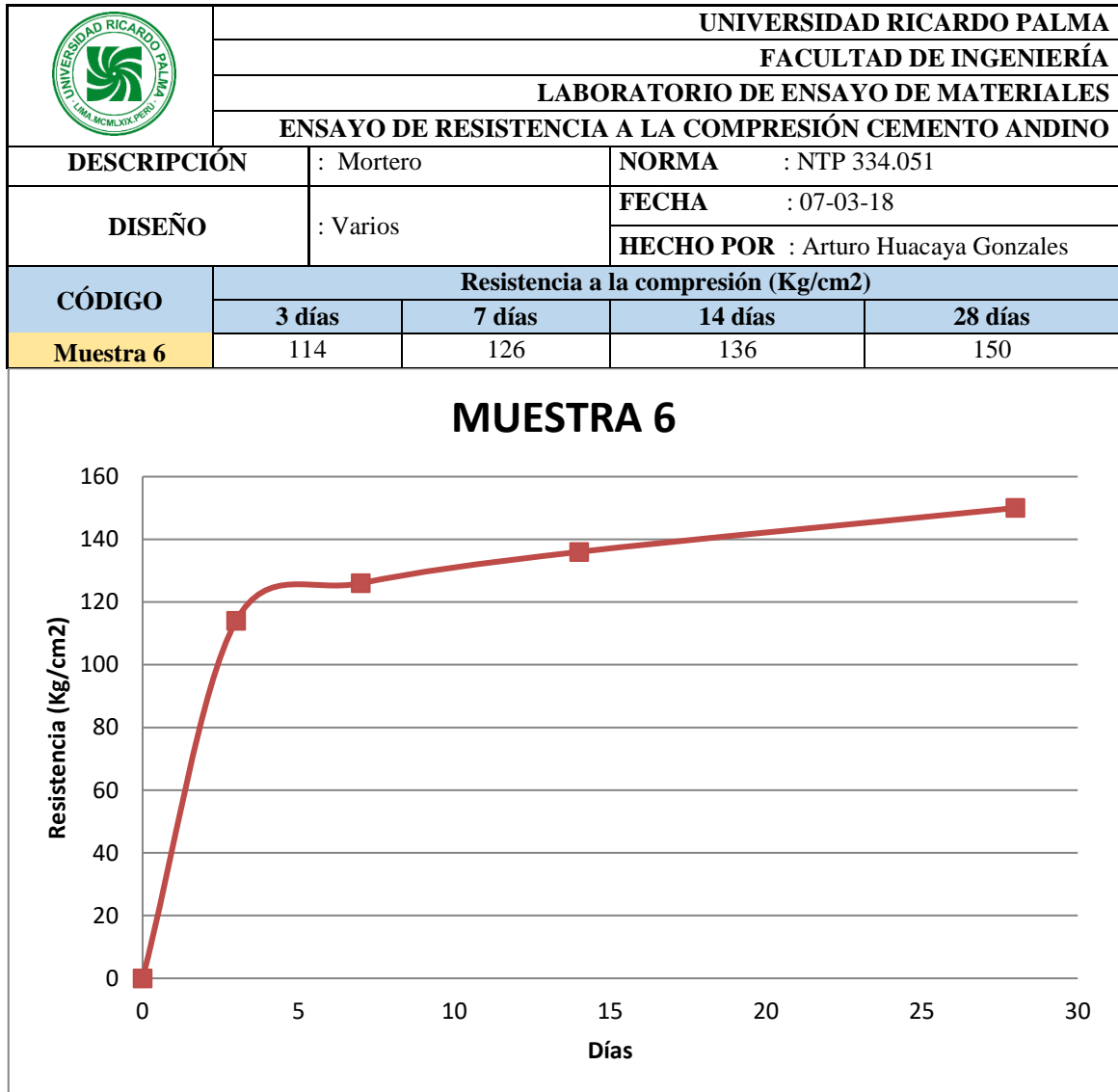


Figura N° 85: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia



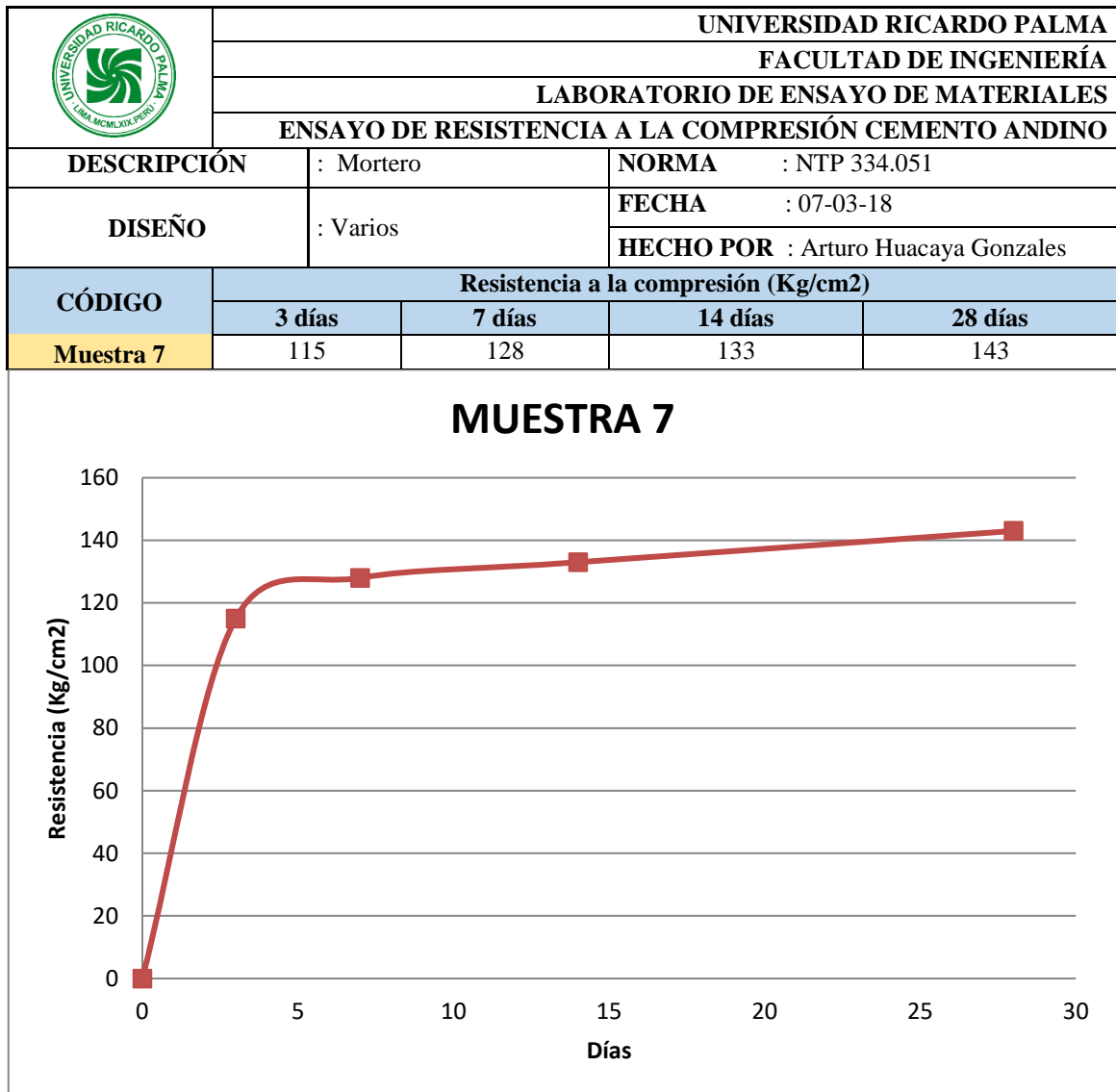


Figura N° 86: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

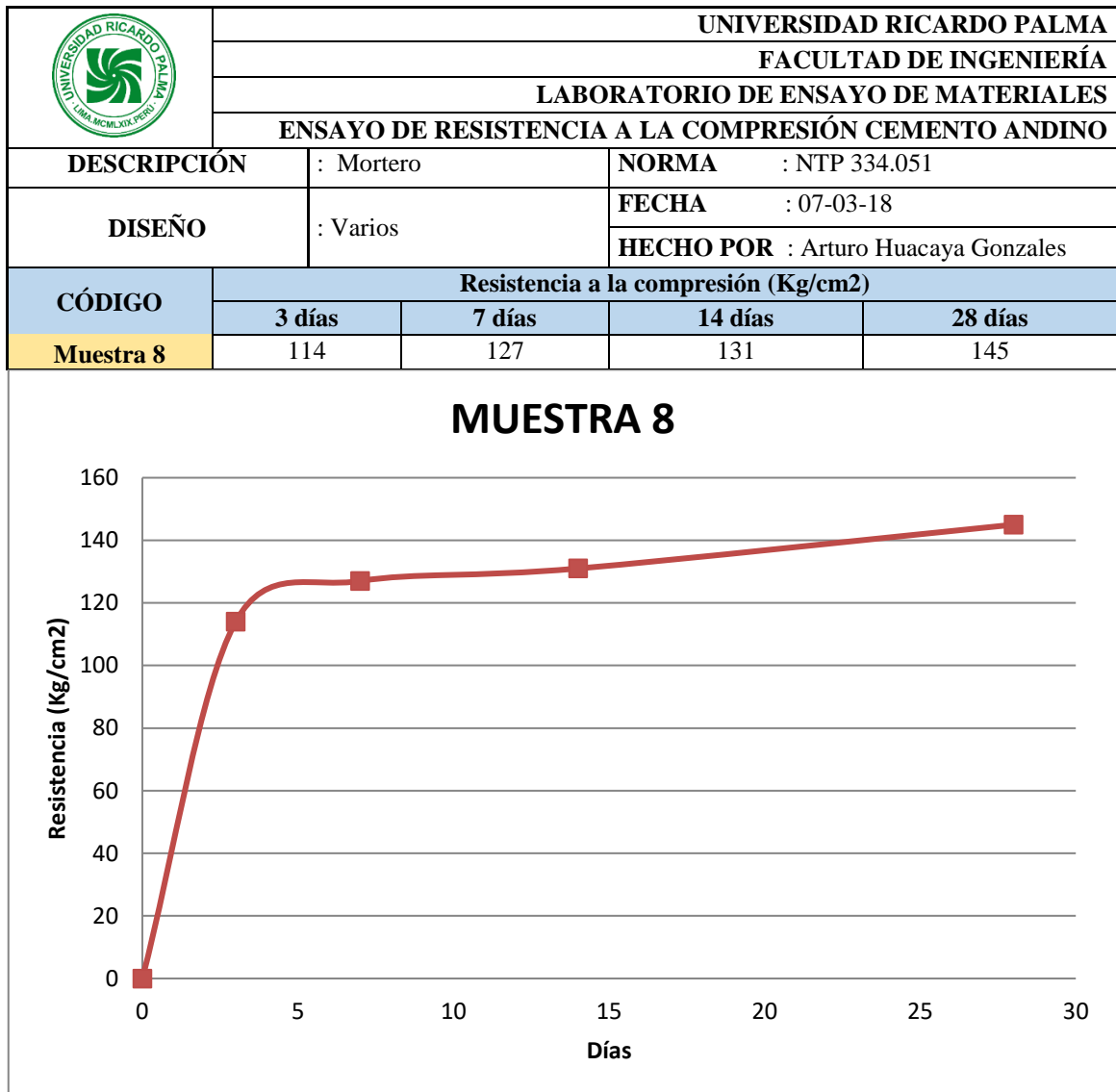


Figura N° 87: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

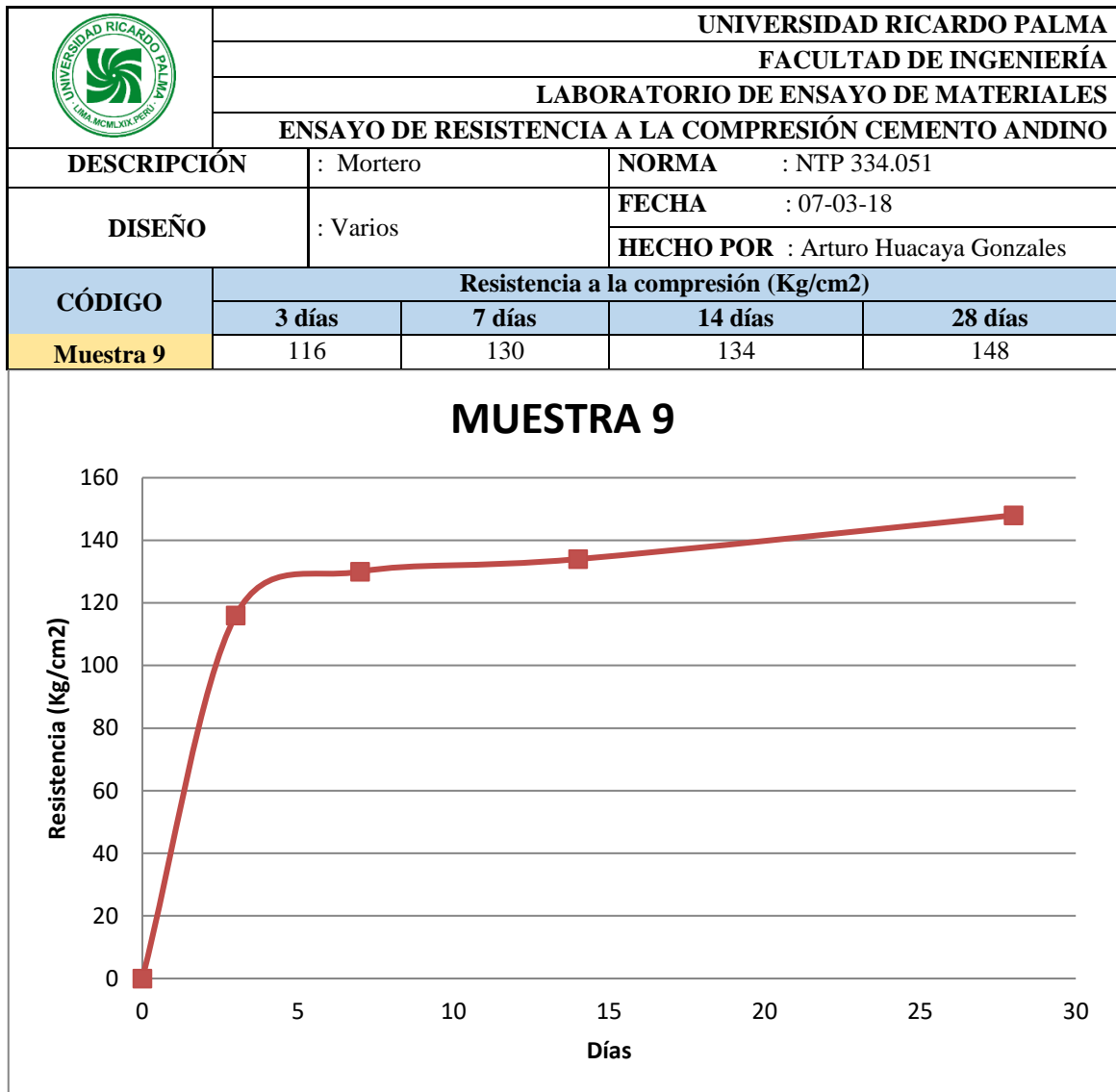


Figura N° 88: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

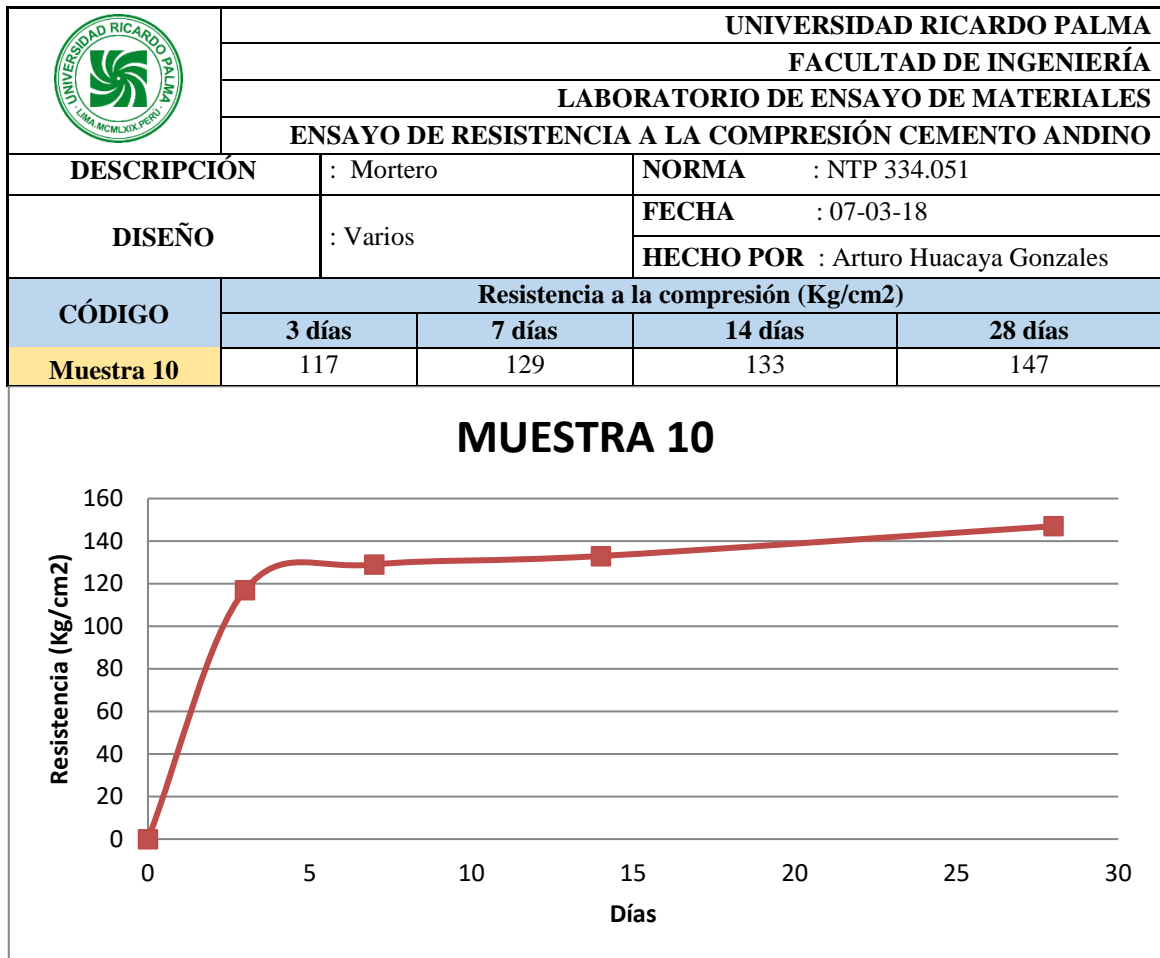


Figura N° 89: Repetición 10 del ensayo de resistencia a la compresión del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

|                          |               |                  |                            |                |
|--------------------------|---------------|------------------|----------------------------|----------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>       | : Mortero     | <b>NORMA</b>     | : NTP 339.034              |                |
| <b>DISEÑO</b>            | : Varios      | <b>FECHA</b>     | : 07-03-18                 |                |
|                          |               | <b>HECHO POR</b> | : ARTURO HUARCAYA GONZALES |                |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>       | <b>3 DÍAS</b> | <b>7 DÍAS</b>    | <b>14 DÍAS</b>             | <b>28 DÍAS</b> |
| <b>Cemento Sol</b>       | 174           | 201              | 250                        | 278            |
| <b>Cemento Quisqueya</b> | 141           | 159              | 181                        | 225            |
| <b>Cemento Pacasmayo</b> | 128           | 137              | 147                        | 186            |
| <b>Cemento Andino</b>    | 115           | 126              | 133                        | 146            |

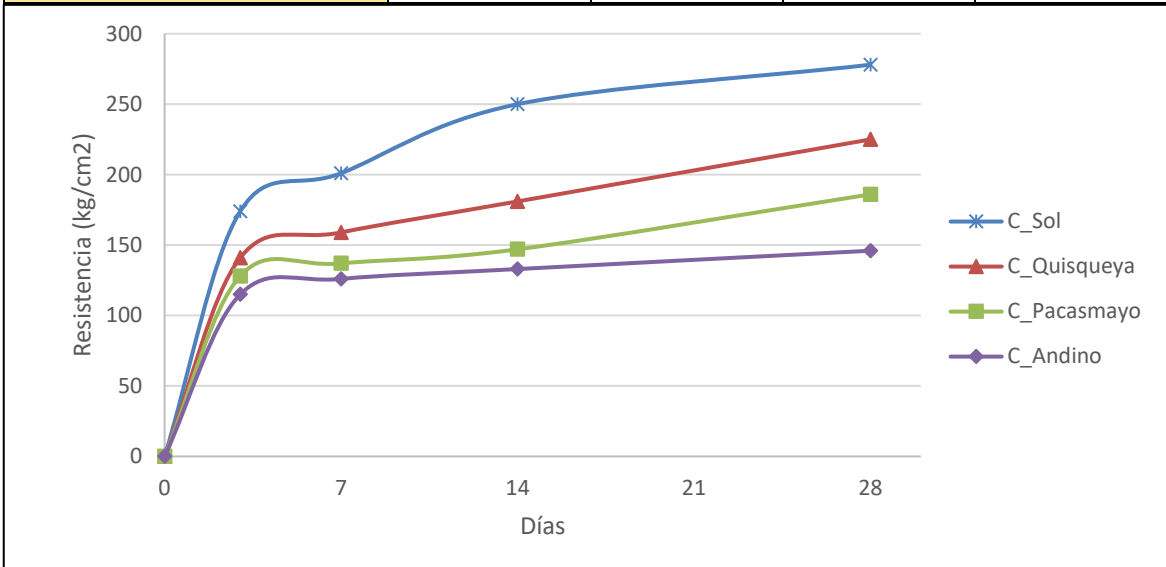


Figura N° 90: Resultado promedio del ensayo de resistencia a la compresión de los cuatro cementos  
Fuente: Elaboración Propia

## 4.2 Contrastación de hipótesis

### 4.2.1 Contrastación de la primera hipótesis

#### **HIPOTESIS 1: Análisis estadístico de los tiempos iniciales y finales de fraguado en función a las muestras de cada cemento utilizado**

En la Tabla N° 12 se muestra la variación de los tiempos iniciales y finales de fraguado en función a las muestras ensayadas de cada cemento utilizado.

Tabla N° 12: Resultados de los tiempos iniciales y finales de fraguados

| MUESTRA | CEMENTO SOL |     | CEMENTO PACASMAYO |     | CEMENTO QUISQUEYA |     | CEMENTO ANDINO |     |
|---------|-------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|----------------|-----|
|         | TI          | TF  | TI                | TF  | TI                | TF  | TI             | TF  |
| 1       | 138         | 225 | 164               | 225 | 132               | 180 | 141            | 195 |
| 2       | 136         | 240 | 166               | 225 | 129               | 180 | 141            | 210 |
| 3       | 138         | 240 | 166               | 240 | 136               | 195 | 140            | 210 |
| 4       | 137         | 240 | 172               | 225 | 133               | 180 | 143            | 195 |
| 5       | 140         | 240 | 168               | 225 | 137               | 180 | 143            | 195 |
| 6       | 141         | 240 | 165               | 225 | 135               | 195 | 144            | 195 |
| 7       | 137         | 240 | 161               | 240 | 132               | 180 | 139            | 210 |
| 8       | 140         | 240 | 164               | 225 | 135               | 180 | 140            | 195 |
| 9       | 142         | 225 | 164               | 225 | 136               | 180 | 141            | 195 |
| 10      | 139         | 240 | 163               | 240 | 132               | 180 | 143            | 195 |

Fuente: Elaboración propia

Para analizar la variación de los tiempos iniciales y finales de fraguado en función de las muestras de los diferentes cementos utilizados tales como: Sol, Pacasmayo, Quisqueya y Andino se usará el método de regresión para evaluar si conforme variamos el cemento con las diferentes muestras, el tiempo inicial y final de fraguado aumenta o reduce. Los resultados estadísticos descriptivos de cada diseño obtenido en el programa SPSS V22 se muestran en las tablas N° 13, 14, 15 y 16 y en las figuras N° 91, 92, 93 y 94 se observa los histogramas de Frecuencia.

Tabla N° 13: Resultados estadísticos de tiempo inicial y final de fraguado del cemento Sol

|                             |          | Estadísticos     |           |
|-----------------------------|----------|------------------|-----------|
|                             |          | T.inicial_S      | T.final_S |
| N                           | Válido   | 10               | 10        |
|                             | Perdidos | 0                | 0         |
| Media                       |          | 138,80           | 237,00    |
| Mediana                     |          | 138,50           | 240,00    |
| Moda                        |          | 137 <sup>a</sup> | 240       |
| Desviación estándar         |          | 1,932            | 6,325     |
| Asimetría                   |          | ,236             | -1,779    |
| Error estándar de asimetría |          | ,687             | ,687      |
| Curtosis                    |          | -,961            | 1,406     |
| Error estándar de curtosis  |          | 1,334            | 1,334     |
| Rango                       |          | 6                | 15        |
| Percentiles                 | 25       | 137,00           | 236,25    |
|                             | 75       | 140,25           | 240,00    |

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia

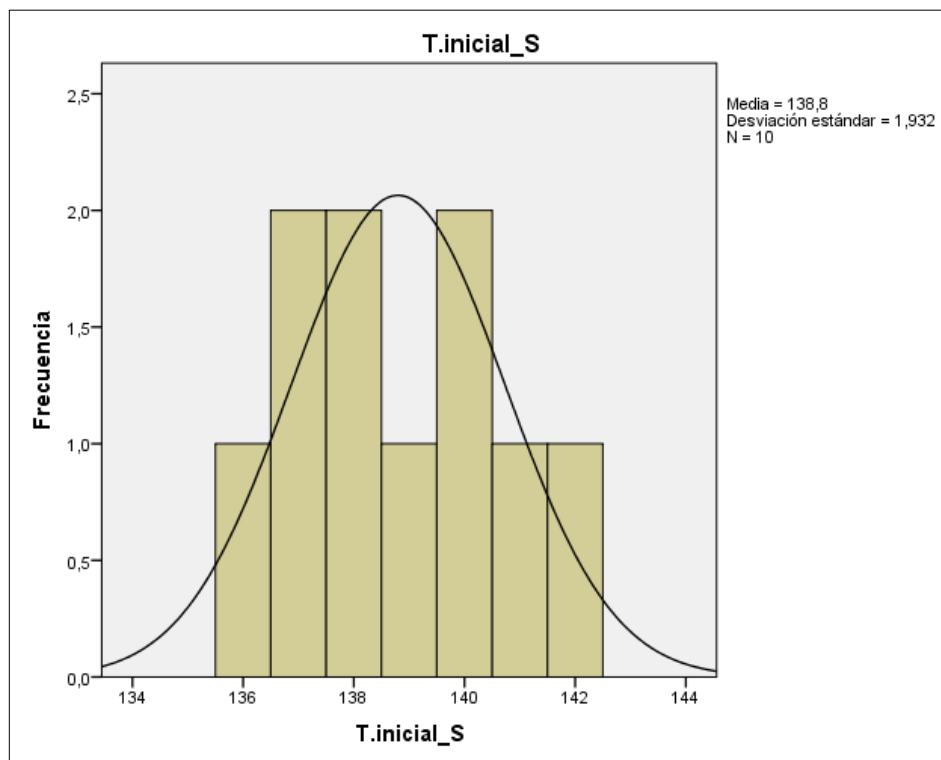


Figura N° 91: Histograma de frecuencia tiempo inicial de fraguado del cemento sol  
Fuente: Elaboración Propia

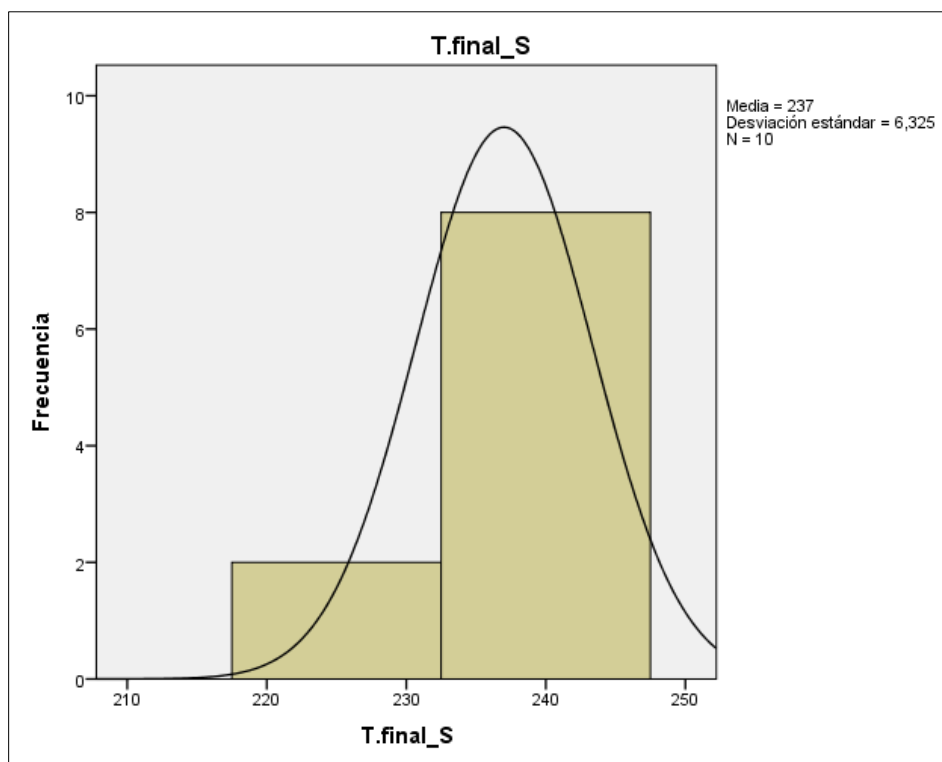


Figura N° 92: Histograma de frecuencia tiempo final de fraguado del cemento sol  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 14: Resultados estadísticos de tiempo inicial y final de fraguado del cemento Pacasmayo

|                             |          | <b>Estadísticos</b> |           |
|-----------------------------|----------|---------------------|-----------|
|                             |          | T.inicial_P         | T.final_P |
| N                           | Válido   | 10                  | 10        |
|                             | Perdidos | 0                   | 0         |
| Media                       |          | 165,30              | 229,50    |
| Mediana                     |          | 164,50              | 225,00    |
| Moda                        |          | 164                 | 225       |
| Desviación estándar         |          | 3,020               | 7,246     |
| Asimetría                   |          | 1,123               | 1,035     |
| Error estándar de asimetría |          | ,687                | ,687      |
| Curtosis                    |          | 2,079               | -1,224    |
| Error estándar de curtosis  |          | 1,334               | 1,334     |
| Rango                       |          | 11                  | 15        |
| Percentiles                 | 25       | 163,75              | 225,00    |
|                             | 75       | 166,50              | 240,00    |

Fuente: Elaboración propia



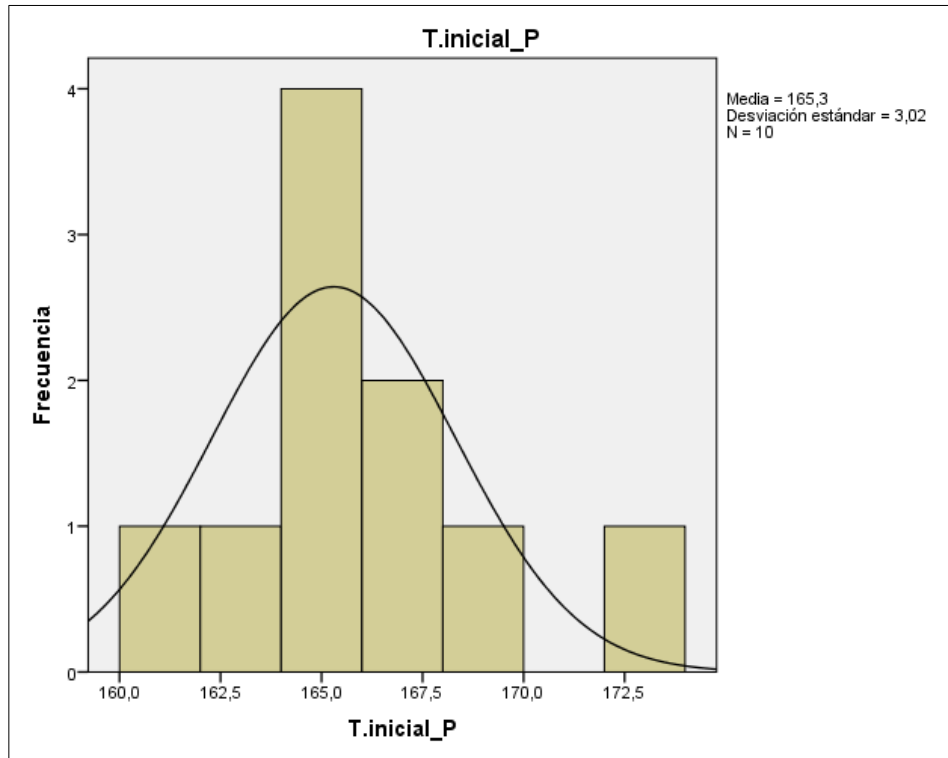


Figura N° 93: Histograma de frecuencia tiempo inicial de fraguado del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

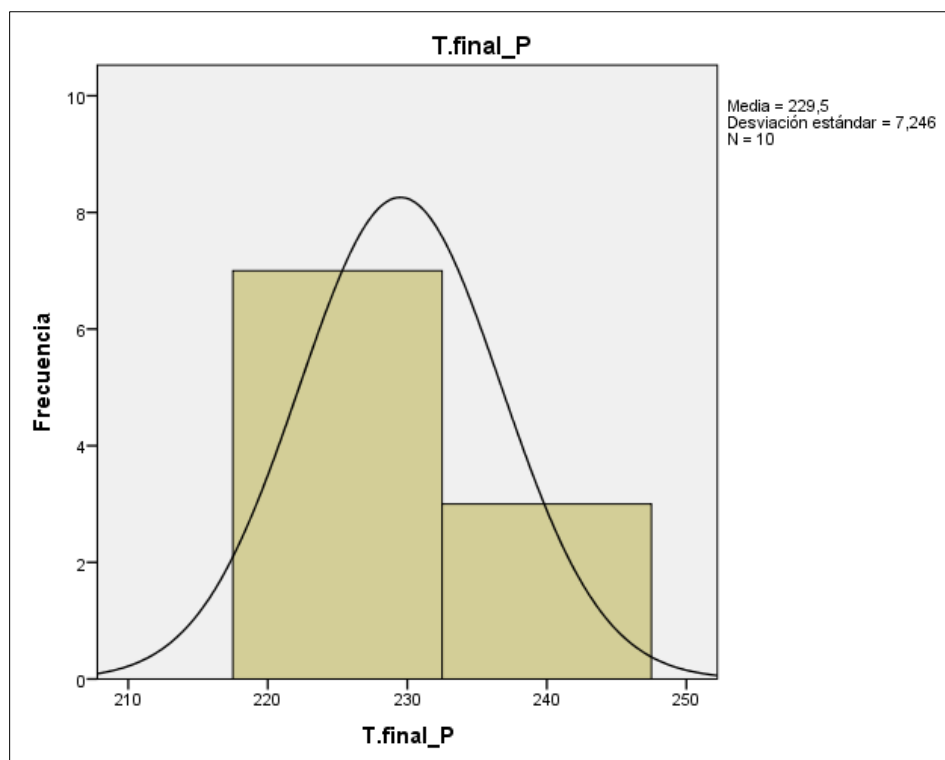


Figura N° 94: Histograma de frecuencia tiempo final de fraguado del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 15: Resultados estadísticos de tiempo inicial y final de fraguado del cemento Quisqueya

|                             |          | Estadísticos |           |
|-----------------------------|----------|--------------|-----------|
|                             |          | T.inicial_Q  | T.final_Q |
| N                           | Válido   | 10           | 10        |
|                             | Perdidos | 0            | 0         |
| Media                       |          | 133,70       | 183,00    |
| Mediana                     |          | 134,00       | 180,00    |
| Moda                        |          | 132          | 180       |
| Desviación estándar         |          | 2,497        | 6,325     |
| Asimetría                   |          | -,484        | 1,779     |
| Error estándar de asimetría |          | ,687         | ,687      |
| Curtosis                    |          | -,444        | 1,406     |
| Error estándar de curtosis  |          | 1,334        | 1,334     |
| Rango                       |          | 8            | 15        |
| Percentiles                 | 25       | 132,00       | 180,00    |
|                             | 75       | 136,00       | 183,75    |

Fuente: Elaboración propia

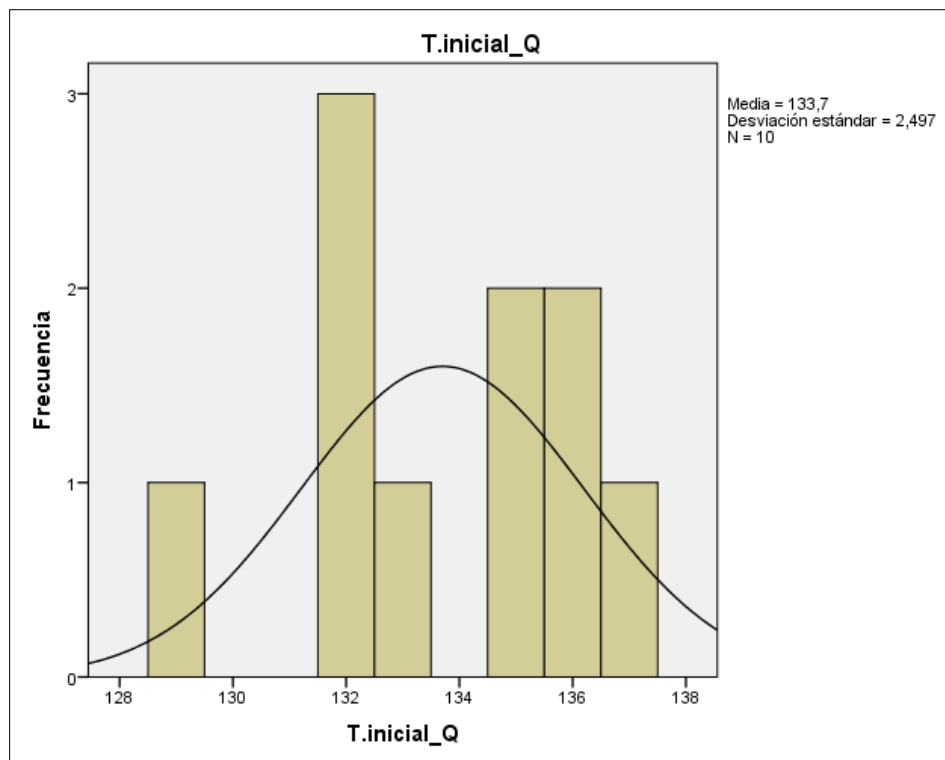


Figura N° 95: Histograma de frecuencia tiempo inicial de fraguado del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

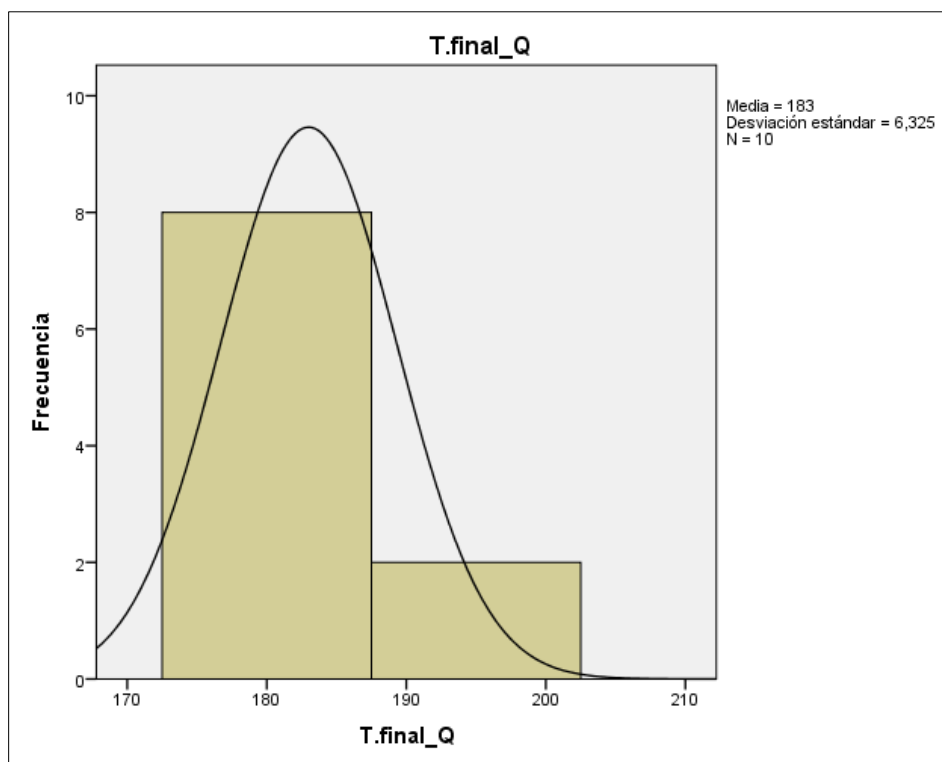


Figura N° 96: Histograma de frecuencia tiempo final de fraguado del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 16: Resultados estadísticos de tiempo inicial y final de fraguado del cemento Andino

|                             |          | <b>Estadísticos</b> |           |
|-----------------------------|----------|---------------------|-----------|
|                             |          | T.inicial_A         | T.final_A |
| N                           | Válido   | 10                  | 10        |
|                             | Perdidos | 0                   | 0         |
| Media                       |          | 141,50              | 199,50    |
| Mediana                     |          | 141,00              | 195,00    |
| Moda                        |          | 141 <sup>a</sup>    | 195       |
| Desviación estándar         |          | 1,650               | 7,246     |
| Asimetría                   |          | ,093                | 1,035     |
| Error estándar de asimetría |          | ,687                | ,687      |
| Curtosis                    |          | -1,287              | -1,224    |
| Error estándar de curtosis  |          | 1,334               | 1,334     |
| Rango                       |          | 5                   | 15        |
| Percentiles                 | 25       | 140,00              | 195,00    |
|                             | 75       | 143,00              | 210,00    |

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia

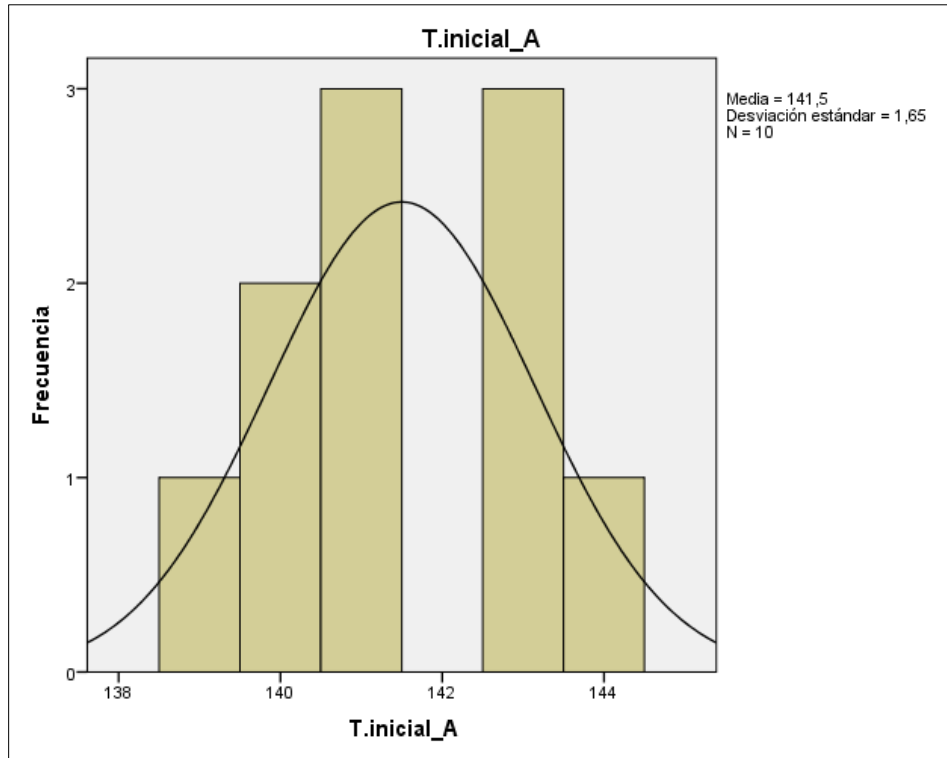


Figura N° 97: Histograma de frecuencia tiempo inicial de fraguado del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

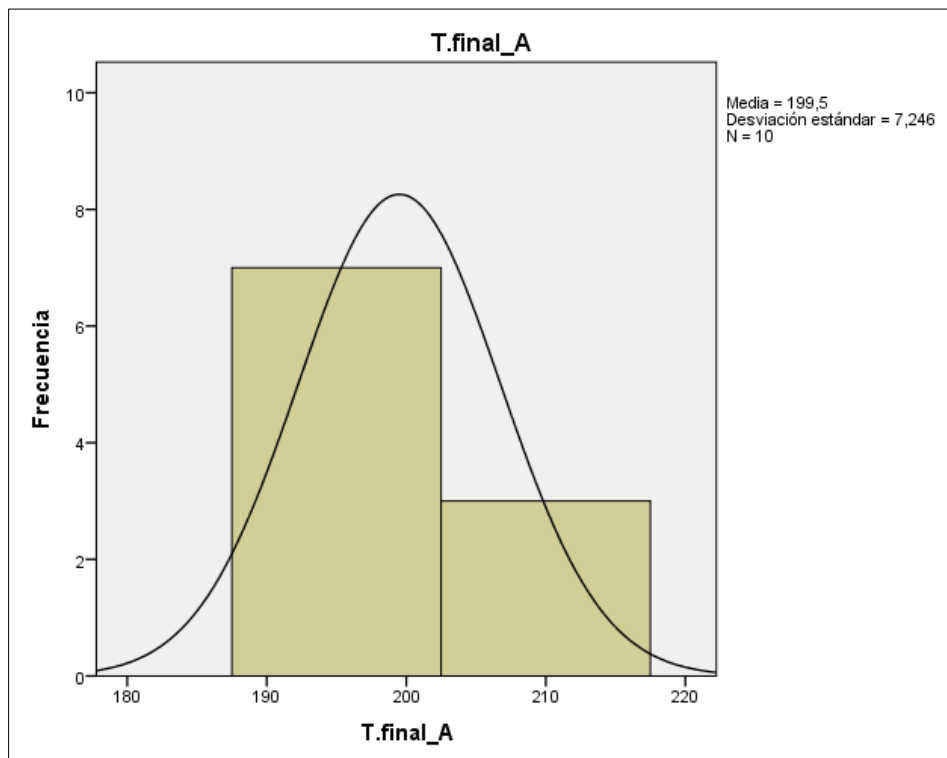


Figura N° 98: Histograma de frecuencia tiempo final de fraguado del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

H<sub>0</sub>:

Al variar los diferentes cementos pórtland Tipo I no se reducen su trabajabilidad en el tiempo.

H<sub>1</sub>:

Al variar los diferentes cementos pórtland Tipo I se reducen su trabajabilidad en el tiempo.

Se considera un nivel de significación  $\alpha = 0,05$ .

### **Análisis estadístico:**

Para la evaluación de la hipótesis se us  la regresión de análisis de datos con el programa SPSS V22 el cual predijo la recta de regresión y obtuvo los resultados mostrados en las tablas N  17, 18,19 y 20.

Tabla N  17: Coeficientes de la recta de regresión para el cemento Sol

| <b>Coeficientes<sup>a</sup></b> |                                |                |                             |         |      |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------|---------|------|
| Modelo                          | Coeficientes no estandarizados |                | Coeficientes estandarizados | t       | Sig. |
|                                 | B                              | Error estándar | Beta                        |         |      |
| 1 (Constante)                   | 136,733                        | 1,132          |                             | 120,832 | ,000 |
| T.Muestra                       | ,376                           | ,182           | ,589                        | 2,060   | ,073 |

a. Variable dependiente: T.inicial\_S

Fuente: Elaboración propia

Tabla N  18: Coeficientes de la recta de regresión para el cemento Pacasmayo

| <b>Coeficientes<sup>a</sup></b> |                                |                |                             |        |      |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------|--------|------|
| Modelo                          | Coeficientes no estandarizados |                | Coeficientes estandarizados | t      | Sig. |
|                                 | B                              | Error estándar | Beta                        |        |      |
| 1 (Constante)                   | 167,600                        | 1,987          |                             | 84,355 | ,000 |
| T.Muestra                       | -,418                          | ,320           | -,419                       | -1,306 | ,228 |

a. Variable dependiente: T.inicial\_P

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 19: Coeficientes de la recta de regresión para el cemento Quisqueya

| Coeficientes <sup>a</sup> |             |                                |                |                             |        |      |
|---------------------------|-------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------|--------|------|
| Modelo                    |             | Coeficientes no estandarizados |                | Coeficientes estandarizados | t      | Sig. |
|                           |             | B                              | Error estándar | Beta                        |        |      |
| 1                         | (Constante) | 132,400                        | 1,733          |                             | 76,395 | ,000 |
|                           | T.Muestra   | ,236                           | ,279           | ,287                        | ,846   | ,422 |

a. Variable dependiente: T.inicial\_Q

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20: Coeficientes de la recta de regresión para el cemento Andino

| Coeficientes <sup>a</sup> |             |                                |                |                             |         |      |
|---------------------------|-------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------|---------|------|
| Modelo                    |             | Coeficientes no estandarizados |                | Coeficientes estandarizados | t       | Sig. |
|                           |             | B                              | Error estándar | Beta                        |         |      |
| 1                         | (Constante) | 141,267                        | 1,192          |                             | 118,527 | ,000 |
|                           | T.Muestra   | ,042                           | ,192           | ,078                        | ,221    | ,831 |

a. Variable dependiente: T.inicial\_A

Fuente: Elaboración propia

Con los coeficientes de correlación se mide la correlación lineal es decir la función que mejor se aproxima a la nube de puntos, puede ser lineal, de segundo grado, de tercer grado, logarítmica, exponencial, etc.

En estadística la regresión lineal o ajuste lineal es un método matemática que modela la relación entre una variable dependiente “Y” y las variables independiente “X”. La recta de regresión de “Y” sobre “X” se utiliza para estimar los valores de “Y” a partir de los valores de “X”.

Este modelo se expresa como:

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y = Tiempo inicial de fraguado de cada cemento (porcentaje)

X = Número de ensayos respecto a la marca de cemento de Tipo I

a = Constante (intersección abscisas)

b = Pendiente de la recta

Con los resultados expresados en las tablas N° 17, 18, 19 y 20 se forma las siguientes funciones de regresión lineal con el Lavado de finos respecto al número de ensayos respecto al diseño de mezcla para cada relación agua/cemento respectivamente.

**Para cemento Sol Tipo I:**

$$y = 0.38x + 136.7$$

**Para cemento Pacasmayo Tipo I:**

$$y = -0.42x + 167.6$$

**Para cemento Quisqueya Tipo I:**

$$y = 0.24x + 132.4$$

**Para cemento Andino Tipo I:**

$$y = 0.042x + 141.3$$

En las siguientes figuras N° 99, 100, 101, 102 se muestran las rectas de regresión de los tiempos iniciales de fraguado de cada marca de cemento Tipo I según el número de ensayos.

La siguiente recta nos permite decir que nuestros modelos son efectivos dentro del rango de análisis de X desde el ensayo 1 hasta el ensayo 10.

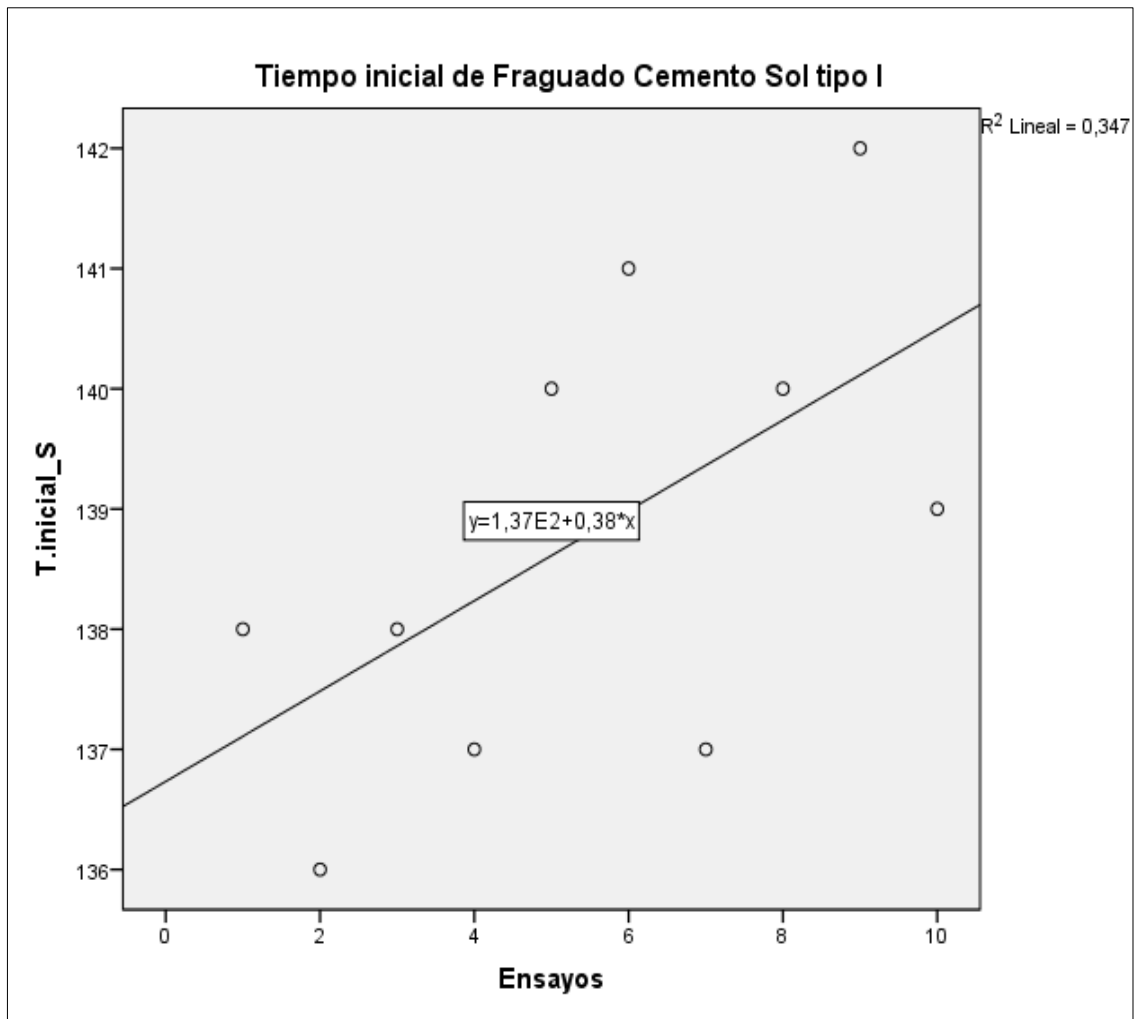


Figura N° 99: Regresión Lineal cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia



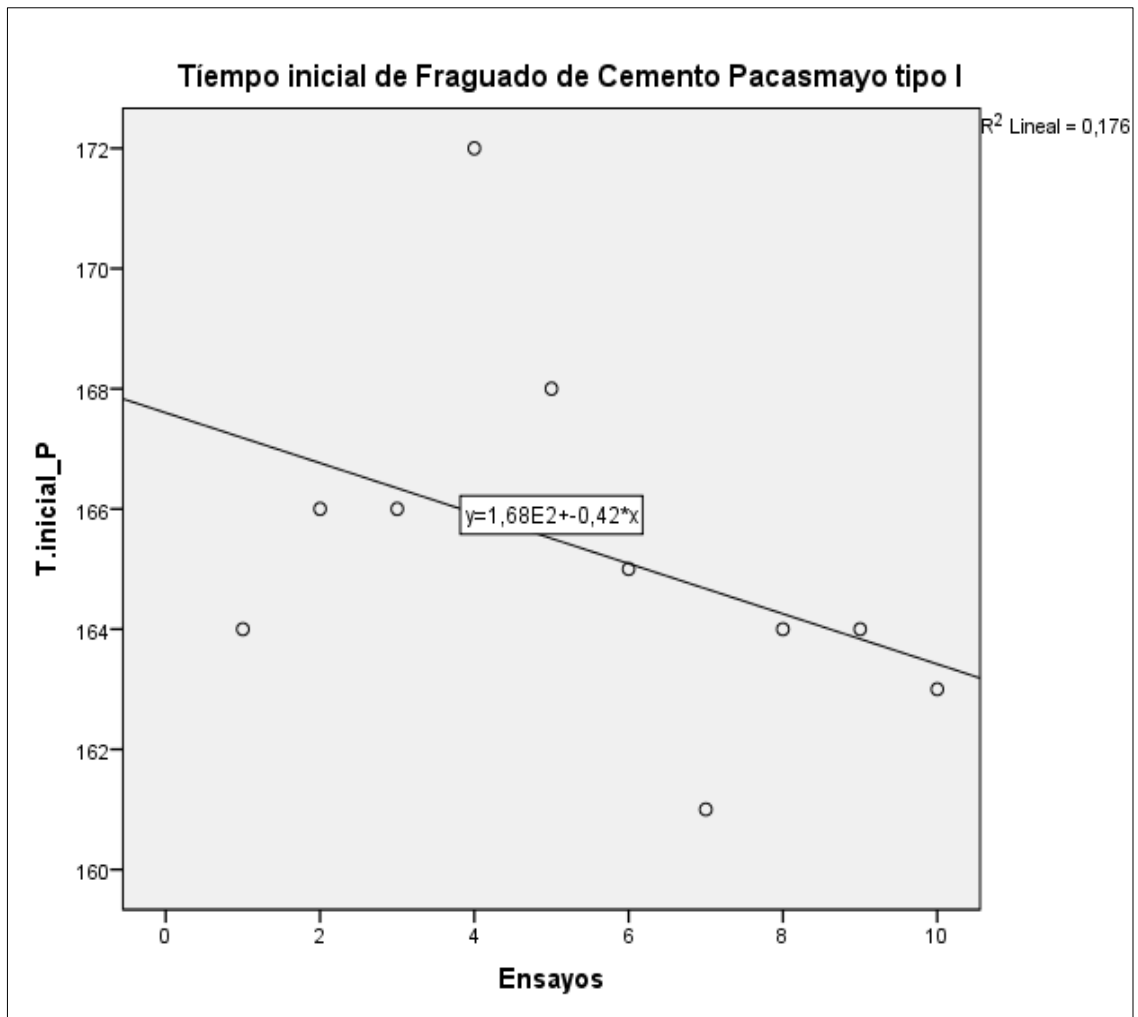


Figura N° 100: Regresión Lineal cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

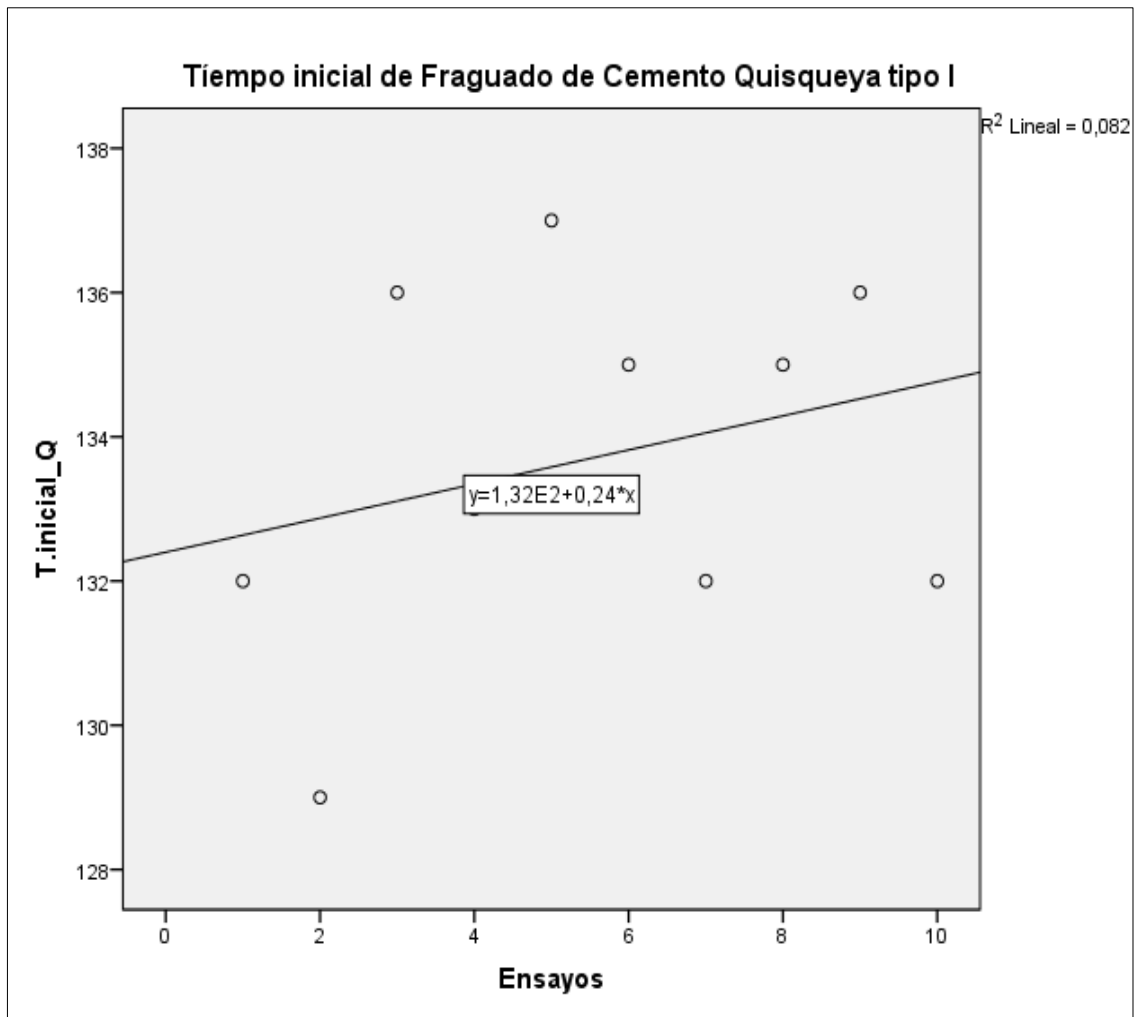


Figura N° 101: Regresión Lineal cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

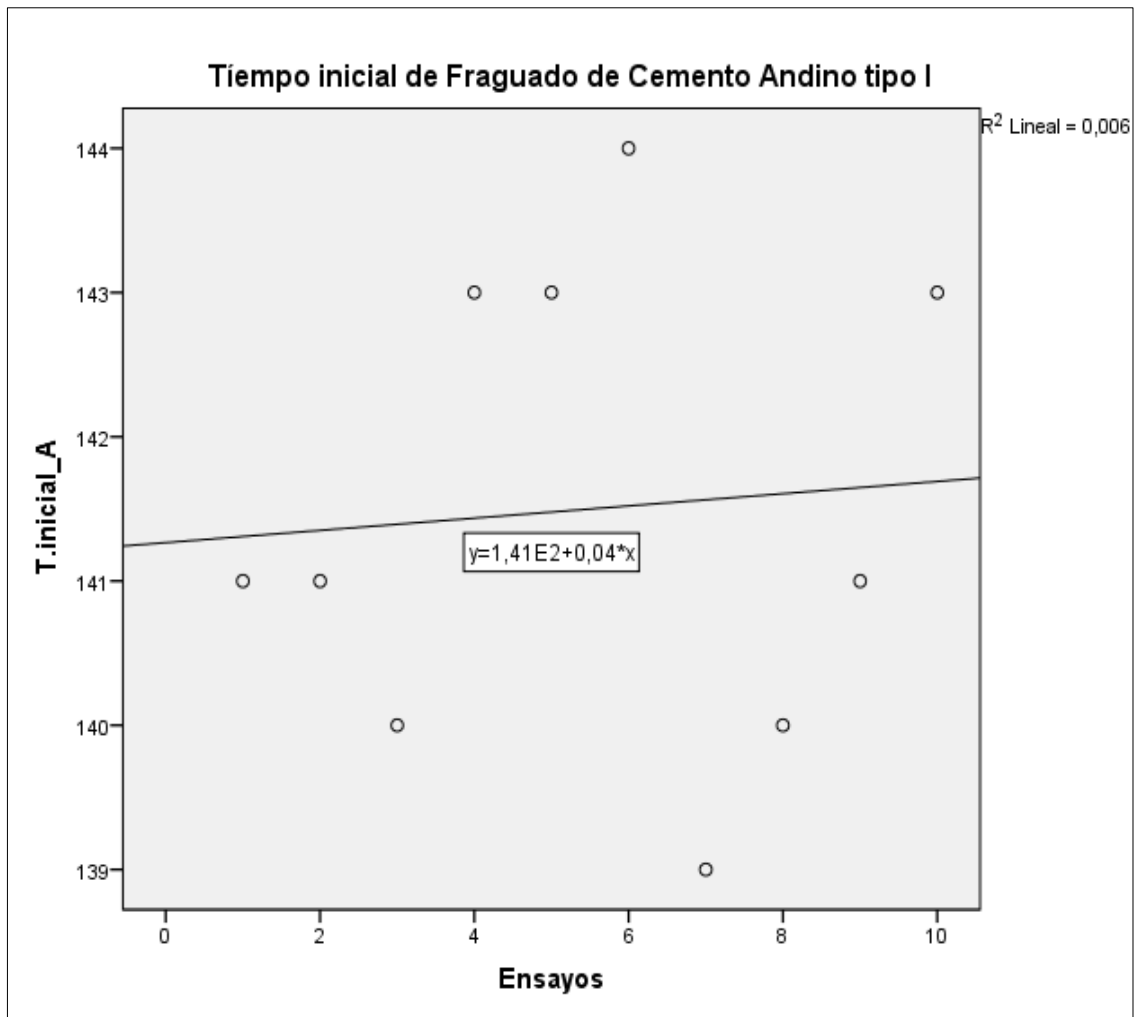


Figura N° 102: Regresión Lineal cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

### **Coefficiente de determinación múltiple ( $R^2$ )**

En el contexto de un modelo estadístico cuyo principal propósito es probar una hipótesis. El coeficiente determina la calidad del modelo para replicar los resultados y la proporción de la variación de los resultados que pueda explicarse por el modelo. En este caso el  $R^2$  es el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson, los cuales son solo para la regresión lineal. Por medio del uso del programa SPSS V22 se obtuvo los resultados mostrados por cada cemento pórtland Tipo I en las tablas N° 21,22,23,24.

Tabla N° 21: Resumen del modelo -cemento Sol

| Modelo | R                 | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|
| 1      | ,589 <sup>a</sup> | ,347       | ,265                | 1,656                           |

a. Predictores: (Constante), T.Muestra

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 22: Resumen del model-cemento Pacasmayo

| Modelo | R                 | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|
| 1      | ,419 <sup>a</sup> | ,176       | ,073                | 2,908                           |

a. Predictores: (Constante), T.Muestra

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 23: Resumen del modelo- cemento Quisqueya

| Modelo | R                 | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|
| 1      | ,287 <sup>a</sup> | ,082       | -,033               | 2,537                           |

a. Predictores: (Constante), T.Muestra

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 24: Resumen del modelo-cemento Andino

| Modelo | R                 | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|
| 1      | ,078 <sup>a</sup> | ,006       | -,118               | 1,745                           |

a. Predictores: (Constante), T.Muestra

Fuente: Elaboración Propia

Se tiene 4 resultados de  $r^2$  debido a que existen 4 diferentes marcas de cemento Tipo I (Sol, Pacasmayo ,Quisqueya , Andino) y con diferentes ensayos de tiempo inicial de fraguado.

$$R^2_{\text{sol}} = 0.347 \quad R^2_{\text{Pacasmayo}} = 0.176 \quad R^2_{\text{Quisqueya}} = 0.082 \quad R^2_{\text{Andino}} = 0.006$$

El resultado del  $r^2$  expresa que la variable independiente (el número de ensayos para cada cemento) influye un 34.7% ,17.6%, 8.2% y 0.6%; respecto a la variable dependiente (tiempo inicial de fraguado).

## **Conclusión**

Se puede observar en los gráficos de regresión lineal que tiene una pendiente positiva a excepción del cemento Pacasmayo. Nuestro coeficiente de determinación múltiple  $r^2$  aun teniendo valores menores a 1 va disminuyendo conforme se va cambiando la marca de cemento pórtland. Usando ese método de regresión lineal se concluye que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ) ya que al variar los diferentes cementos pórtland Tipo I se reducen sus tiempos de fraguado por lo tanto reduce su trabajabilidad .

#### 4.2.2 Contratación de la segunda hipótesis

**HIPOTESIS 2: Análisis estadístico de la variación de la resistencia a la compresión de los distintos cementos Tipo I en función a la finura ( %) de cada cemento .**

Para el análisis estadístico de esta hipótesis se analizará los ensayos de resistencia a la compresión a 28 días ya que es el día donde el mortero obtiene su máxima resistencia.

Se tiene que por cada cemento se consideraron 3 ensayos de resistencia a la compresión (la más baja , la más alta y el promedio), como se tienen 4 diferentes marcas de cemento Tipo I, existirán 12 de resistencia a la compresión ensayos por cada porcentaje de finura.

En la tabla N° 25 se puede observar la variación de la resistencia en función al porcentaje de finura.

Tabla N° 25: Resultado de resistencia a la compresión a 28 días en función al porcentaje de finura

| Cemento   | Resistencia a la compresión a los 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Finura (%) |
|-----------|---|------------|
| Sol       | 274   | 94.00      |
|           | 278   | 94.67      |
|           | 282   | 95.00      |
| Pacasmayo | 181   | 92.30      |
|           | 186   | 92.57      |
|           | 189   | 93.00      |
| Quisqueya | 220   | 92.80      |
|           | 225   | 93.27      |
|           | 230   | 93.60      |
| Andino    | 143   | 89.00      |
|           | 146   | 89.73      |
|           | 150   | 90.40      |

Fuente: Elaboración Propia

Para analizar la variación de la resistencia a la compresión en función al porcentaje de finura de cada cemento Tipo I se usará el método de regresión

para evaluar si conforme varía el porcentaje de finura la resistencia a la compresión aumenta. Los resultados estadísticos descriptivos para las 10 muestras de resistencias a los 28 días para cada cemento Tipo I y los porcentajes de finura analizados en el programa SPSS V22 se muestran en la tablas N° 27, 28, 29,30 y en las figuras N° 103, 104, 105, 106 se observa los histogramas de Frecuencia.

Tabla N° 26: Resumen de muestras de resistencia a los 28 días y porcentaje de finura

| <i>R_Cem_Sol</i><br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | <i>Finura_Sol</i><br>(%) | <i>R_Cem_Quisqueya</i><br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | <i>Finura_Quisqueya</i><br>(%) | <i>R_Cem_Pacasmayo</i><br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | <i>Finura_Pacasmayo</i><br>(%) | <i>R_Cem_Andino</i><br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | <i>Finura_Andino</i><br>(%) |
|---|--------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|--|-----------------------------|
| 277                                       | 94                       | 226   | 93.6                           | 186   | 93                             | 143  | 90.4                        |
| 278                                       | 95                       | 220   | 93.4                           | 182   | 92.4                           | 145  | 89                          |
| 278                                       | 95                       | 222   | 92.8                           | 181   | 92.3                           | 146  | 89.8                        |
| 280                                       |                          | 226   |                                | 189   |                                | 150  |                             |
| 277                                       |                          | 225   |                                | 187   |                                | 145  |                             |
| 274                                       |                          | 225   |                                | 185   |                                | 150  |                             |
| 282                                       |                          | 224   |                                | 188   |                                | 143  |                             |
| 281                                       |                          | 227   |                                | 187   |                                | 145  |                             |
| 278                                       |                          | 220   |                                | 188   |                                | 148  |                             |
| 279                                       |                          | 230   |                                | 188   |                                | 147  |                             |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 27: Resultados Estadísticos para cemento Sol

|                             |          | <b>Estadísticos</b> |                   |
|-----------------------------|----------|---------------------|-------------------|
|                             |          | <i>R_Cem_Sol</i>    | <i>Finura_Sol</i> |
| N                           | Válido   | 10                  | 3                 |
|                             | Perdidos | 0                   | 0                 |
| Media                       |          | 278,40              | 94,6667           |
| Error estándar de la media  |          | ,718                | ,33333            |
| Mediana                     |          | 278,00              | 95,0000           |
| Moda                        |          | 278                 | 95,00             |
| Desviación estándar         |          | 2,271               | ,57735            |
| Asimetría                   |          | -,265               | -1,732            |
| Error estándar de asimetría |          | ,687                | 1,225             |
| Curtosis                    |          | ,611                |                   |
| Error estándar de curtosis  |          | 1,334               |                   |
| Rango                       |          | 8                   | 1,00              |
| Percentiles                 | 25       | 277,00              | 94,0000           |
|                             | 75       | 280,25              | .                 |

Fuente: Elaboración propia

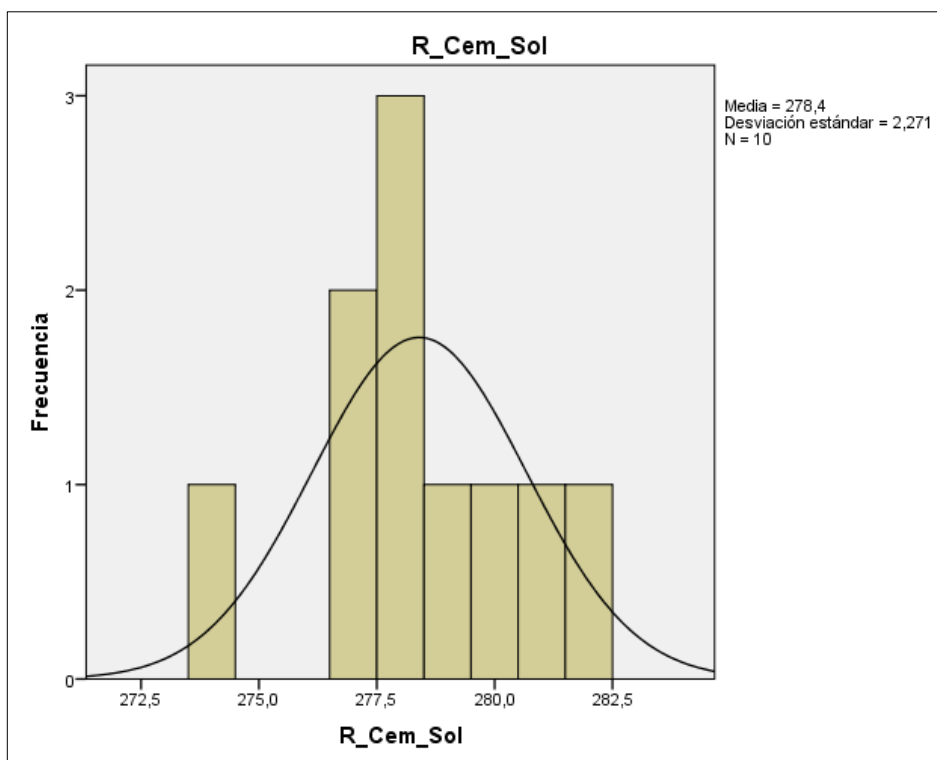


Figura N° 103: Histograma de frecuencia Resistencia del cemento Sol  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 28: Resultados Estadísticos para cemento Quisqueya

|                             |          | Estadísticos     |                    |
|-----------------------------|----------|------------------|--------------------|
|                             |          | R_Cem_Quisqueya  | Finura_Quisqueya   |
| N                           | Válido   | 10               | 3                  |
|                             | Perdidos | 0                | 0                  |
| Media                       |          | 224,50           | 93,2667            |
| Error estándar de la media  |          | ,992             | ,24037             |
| Mediana                     |          | 225,00           | 93,4000            |
| Moda                        |          | 220 <sup>a</sup> | 92,80 <sup>a</sup> |
| Desviación estándar         |          | 3,136            | ,41633             |
| Asimetría                   |          | -,041            | -1,293             |
| Error estándar de asimetría |          | ,687             | 1,225              |
| Curtosis                    |          | -,223            |                    |
| Error estándar de curtosis  |          | 1,334            |                    |
| Rango                       |          | 10               | ,80                |
| Percentiles                 | 25       | 221,50           | 92,8000            |
|                             | 75       | 226,25           | .                  |

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia



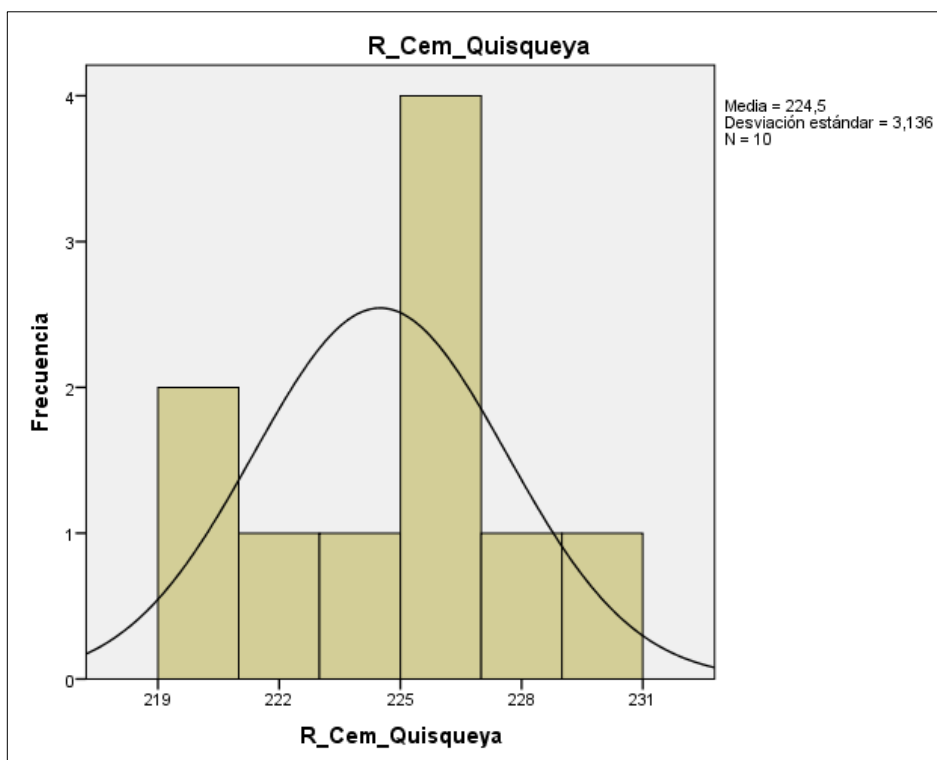


Figura N° 104: Histograma de frecuencia Resistencia del cemento Quisqueya  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 29: Resultados Estadísticos para cemento Pacasmayo

|                             |          | <b>Estadísticos</b> |                      |
|-----------------------------|----------|---------------------|----------------------|
|                             |          | R_Cem_Pacasm<br>ayo | Finura_Pacasma<br>yo |
| N                           | Válido   | 10                  | 3                    |
|                             | Perdidos | 2                   | 9                    |
| Media                       |          | 186,10              | 92,5667              |
| Error estándar de la media  |          | ,849                | ,21858               |
| Mediana                     |          | 187,00              | 92,4000              |
| Moda                        |          | 188                 | 92,30 <sup>a</sup>   |
| Desviación estándar         |          | 2,685               | ,37859               |
| Asimetría                   |          | -1,122              | 1,597                |
| Error estándar de asimetría |          | ,687                | 1,225                |
| Curtosis                    |          | ,159                |                      |
| Error estándar de curtosis  |          | 1,334               |                      |
| Rango                       |          | 8                   | ,70                  |
| Percentiles                 | 25       | 184,25              | 92,3000              |
|                             | 75       | 188,00              | .                    |

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia

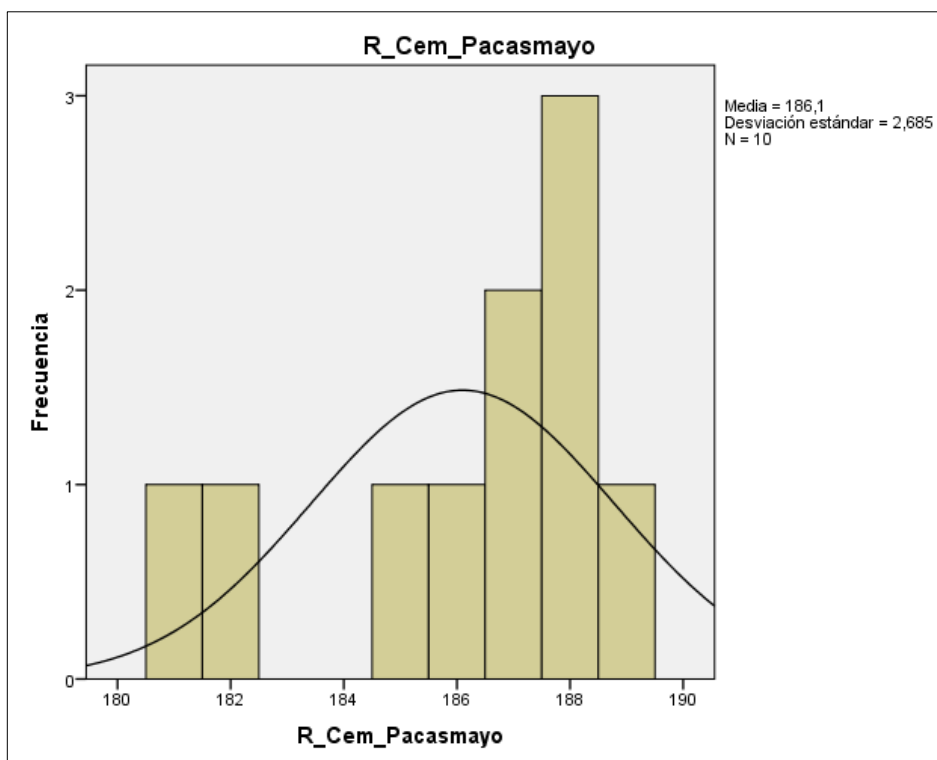


Figura N° 105: Histograma de frecuencia Resistencia del cemento Pacasmayo  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 29: Resultados Estadísticos para cemento Andino

|                             |          | Estadísticos |                    |
|-----------------------------|----------|--------------|--------------------|
|                             |          | R_Cem_Andino | Finura_Andino      |
| N                           | Válido   | 10           | 3                  |
|                             | Perdidos | 2            | 9                  |
| Media                       |          | 146,20       | 89,7333            |
| Error estándar de la media  |          | ,800         | ,40552             |
| Mediana                     |          | 145,50       | 89,8000            |
| Moda                        |          | 145          | 89,00 <sup>a</sup> |
| Desviación estándar         |          | 2,530        | ,70238             |
| Asimetría                   |          | ,389         | -,423              |
| Error estándar de asimetría |          | ,687         | 1,225              |
| Curtosis                    |          | -,908        |                    |
| Error estándar de curtosis  |          | 1,334        |                    |
| Rango                       |          | 7            | 1,40               |
| Percentiles                 | 25       | 144,50       | 89,0000            |
|                             | 75       | 148,50       | .                  |

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia

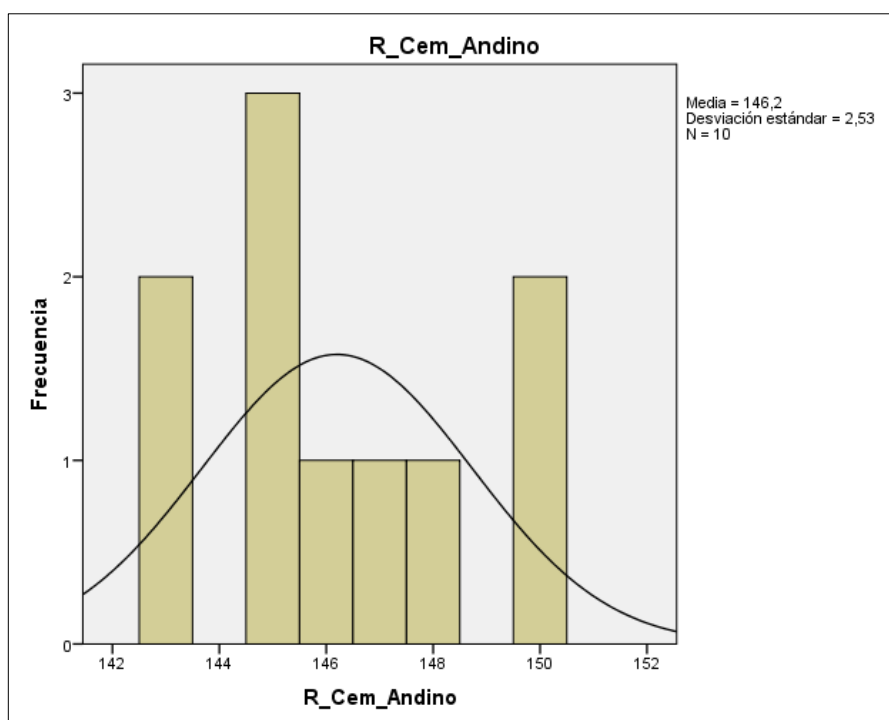


Figura N° 106: Histograma de frecuencia Resistencia del cemento Andino  
Fuente: Elaboración Propia

H<sub>0</sub>:

A mayor porcentaje de fineza del cemento Tipo I no incrementa la resistencia a la compresión.

H<sub>1</sub>:

A mayor porcentaje de fineza del cemento Tipo I incrementa la resistencia a la compresión.

### Análisis estadístico

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos con el programa SPSS V22 el cual predijo la recta de regresión y obtuvo los resultados mostrados en la tabla 98 y 99:

Tabla N° 30: Coeficientes de la recta de regresión para los diferentes cementos Tipo I

| Coeficientes <sup>a</sup> |             |                                |                |                             |        |      |
|---------------------------|-------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------|--------|------|
| Modelo                    |             | Coeficientes no estandarizados |                | Coeficientes estandarizados | t      | Sig. |
|                           |             | B                              | Error estándar | Beta                        |        |      |
| 1                         | (Constante) | -2102,129                      | 289,153        |                             | -7,270 | ,000 |
|                           | Finura      | 24,974                         | 3,124          | ,930                        | 7,993  | ,000 |

a. Variable dependiente: Resistencia

Fuente: Elaboración propia

Con los coeficientes de correlación se mide la correlación lineal es decir la función que mejor se aproxima a la nube de puntos, puede ser lineal, de segundo grado, de tercer grado, logarítmica, exponencial, etc.

En estadística la regresión lineal o ajuste lineal es un método matemática que modela la relación entre una variable dependiente “Y” y las variables independiente “X”.

La recta de regresión de “Y” sobre “X” se utiliza para estimar los valores de “Y” a partir de los valores de “X”.

Este modelo se expresa como:

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y = Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)

X = Porcentaje de finos en cada cemento de Tipo I (%)

A = Constante (intersección absicas)

b = Pendiente de la recta

Con los resultados expresados se forma la siguientes función de regresión lineal con resistencia a la compresión respecto al porcentaje de finos en cada cemento Tipo I respectivamente (Sol, Quisqueya, Pacasmayo y Andino)

$$y = 24.97x - 2102.12$$

En el siguiente gráfico se muestra la recta de regresión según los resultados obtenidos de las resistencias a la compresión en función al porcentaje de finos en cada cemento Tipo I.

La siguiente recta nos permite decir que nuestros modelos son efectivos dentro del rango de análisis de X desde el ensayo 1 hasta el ensayo 12 y que es eficiente porque cumple con el modelo de la ecuación encontrada. (Figura N° 107)

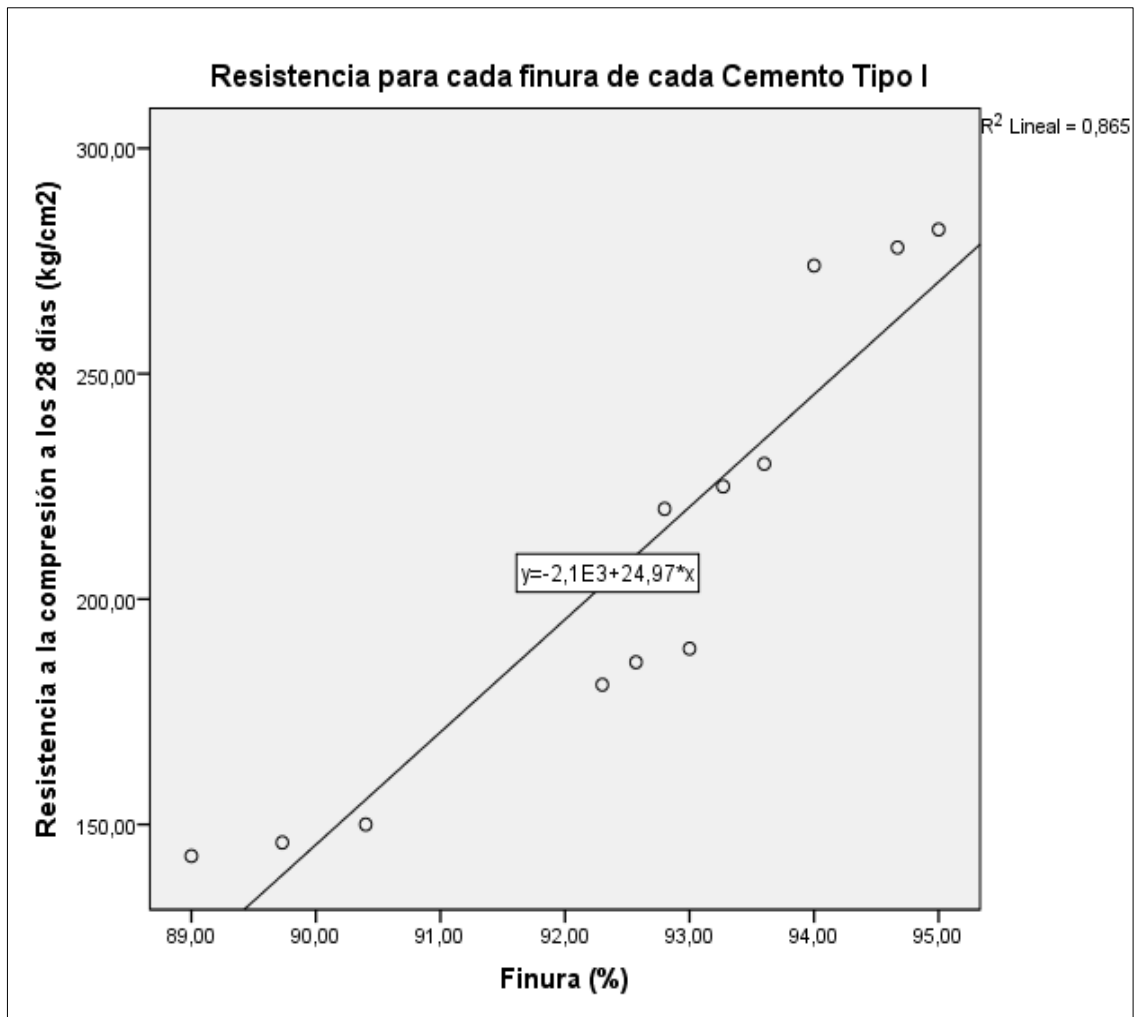


Figura 107: Modelo de regresión lineal cementos Tipo I  
Fuente: Elaboración propia

### **Coefficiente de determinación múltiple ( $R^2$ )**

En el contexto de un modelo estadístico cuyo principal propósito es probar una hipótesis. El coeficiente determina la calidad del modelo para replicar los resultados y la proporción de la variación de los resultados que pueda explicarse por el modelo. En este caso el  $R^2$  es el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson, los cuales son solo para la regresión lineal. Por medio del uso del programa SPSS V22 se obtuvo los resultados mostrados en la tabla 100 .

Tabla N° 31: Resumen del modelo

| Resumen del modelo |                   |            |                     |                                 |
|--------------------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|
| Modelo             | R                 | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación |
| 1                  | ,930 <sup>a</sup> | ,865       | ,851                | 19,69125                        |

a. Predictores: (Constante), Finura

Fuente: Elaboración propia

Se tiene el resultado de  $r^2$  para un gráfico resumen que demuestra como varia la resistencia en función al porcentaje de finos para los 4 cementos tipo I usados como muestras.

$$R^2 = 0.865$$

El resultado del  $r^2$  expresa que la variable independiente (el porcentaje de finos de los 4 diferentes cementos Tipo I usados como muestra) influye un 86.5% respecto a la variable dependiente (resistencia a la compresión).

### Conclusión

Usando el método de regresión lineal para la evaluación de la resistencia a la compresión en función al porcentaje de finos para cada cemento de Tipo I, se concluye que se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) ya que al incrementar el porcentaje de finos en cada cemento Tipo I usado aumentan la resistencia a la compresión se corrobora obteniendo un alto coeficiente de Determinación múltiple, además se puede apreciar que para el cemento Sol Tipo I es el cemento más recomendable por presentar mayor resistencia frente a un mayor porcentaje de finos.

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN**

### **DISCUSIÓN**

1. Al obtener los resultados de resistencia a la compresión de los 4 cementos investigados y observar que tan importante es la resistencia para definir la mejor calidad de cemento, se corrobora con la investigación de Mejía de Gutiérrez la cual dio gran importancia a los parámetros de durabilidad como la absorción capilar, difusión de cloruros y el comportamiento frente a sulfatos para la mejor obtención del concreto.
2. En esta investigación se trabajó con un mortero para cada diferente marca de cemento Tipo I, a diferencia de la investigación de Ortiz el cual realizó un diseño de mezcla de concreto con la curva ideal de granulometría de Abrams y una relación agua-cemento de 0.48 para la evaluación de las propiedades mecánicas se realizaron pruebas de compresión para ambos casos obteniendo como resultados considerables variaciones de resistencia entre los diferentes Tipos de cementos.

## CONCLUSIONES

1. Se concluye que se rechazan las hipótesis nulas ( $H_0$ ) y se aceptan las hipótesis alternas ( $H_1$ ) ya que al variar los diferentes cementos pórtland Tipo I se reducen sus tiempos de fraguado por ende reduce su trabajabilidad, además el incremento del porcentaje de finos en cada cemento Tipo I aumentan la resistencia a la compresión.
2. Para ambas hipótesis específicas se concluye que por tiempo de fraguado y por mejor resistencia a la compresión el mejor cemento es el “CEMENTO SOL PÓRTLAND TIPO I” y que el cemento con características más desfavorables en tiempo de fraguado y resistencia a la compresión es el “CEMENTO ANDINO TIPO I”.
3. Al variar los diferentes cementos pórtland reducen sus tiempos de fraguado y de esta manera reducen su trabajabilidad, la variación más notoria que fue apreciada mediante la estadística de datos es la del cemento Andino, y se obtuvo una confiabilidad de 0.6 %, mientras que el cemento Sol es el más confiable con 34.7 %.
4. Por otro lado al ir incrementar el porcentaje de finos para cada cemento pórtland usado, aumenta la resistencia a la compresión, se apreció en la recta de regresión lineal con una confiabilidad de 86.5 % que el cemento Sol es el que presenta mayor resistencia a los 28 días y el Cemento Andino es la que tiene mas baja resistencia a la compresión a los 28 días.



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para tener una investigación más exacta de las propiedades de los cementos a nivel Nacional, se utilicen más diversidad de las marcas de cementos como pruebas, tales como: cemento Nacional, cemento APU, cemento INKA entre otros.
2. Se recomienda tener un exhaustivo cuidado para la evaluación estadística del comportamiento de los diferentes cementos debido a que éstos poseen niveles bajos en regresión lineal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto, F. (2009). Tecnología del concreto. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Huiñapi C. (2010). Propiedades principales del concreto. Recuperado de [https://www.academia.edu/7813086/PROPIEDADES\\_PRINCIPALES\\_DE\\_EL\\_CONCRETO\\_FRESCO](https://www.academia.edu/7813086/PROPIEDADES_PRINCIPALES_DE_EL_CONCRETO_FRESCO). Perú: Lima.
- Norma Técnica Peruana 334.051:2013, Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.
- Norma Técnica Peruana 334.074:2013, Método de ensayo para la cantidad de agua requerida para la determinación de la consistencia normal en pastas de cemento hidráulico
- Norma Técnica Peruana 334.006:2013, Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico utilizando la aguja de Vicat
- Pasquel, E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto del Perú.

## ANEXO: Matriz de Consistencia

| PROBLEMA  | OBJETIVO   | HIPÓTESIS  | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES                        |                             |                    |  |
|---|--|--|--|-----------------------------|--------------------|--|
|   |  |  | VARIABLES  | INDICADORES                 | INDICES            | INSTRUMENTOS   |
| <b>Problema General</b><br><br>En qué medida los tipos de cementos portland Tipo I influyen en las propiedades físico-mecánicas del cemento en Lima Metropolitana | <b>Objetivo General</b><br><br>Analizar que los tipos de cementos portland Tipo I influyen en las propiedades físico-mecánicas del cemento en Lima Metropolitana | <b>Hipótesis General</b><br><br>Al analizar los tipos de cementos portland Tipo I se optimiza las propiedades físico-mecánicas del cemento en Lima Metropolitana | <u>Variable Independiente</u><br><br>Tipos de Cementos | Tiempo                      | Minuto             | Libros<br><br>Normas Técnicas<br>Ensayos de Laboratorio                |
|   |  |  |  | Finura del Cemento          | Porcentaje         | Libros<br>Normas Técnicas<br>Ensayos de Laboratorio<br>Fichas Técnicas |
| <b>Problemas Específicos</b><br><br>En qué medida el tiempo de fraguado influye en la fragua inicial y final del cemento portland tipo I en Lima Metropolitana    | <b>Objetivos Específicos</b><br><br>Establecer que los tiempos de fraguado optimizan la fragua inicial y final del cemento portland tipo I en Lima Metropolitana | <b>Hipótesis Específicas</b><br><br>Al establecer el tiempo de fraguado se optimiza la fragua inicial y final del cemento portland Tipo I en Lima Metropolitana  | <u>Variable Dependiente</u>                            | Fragua Inicial y Final      | Minuto             | Libros<br>Normas Técnicas<br>Ensayos de Laboratorio                    |
|   |  |  | Propiedades Físicas del cemento                        | Resistencia a la Compresión | Kg/cm <sup>2</sup> | Libros<br>Normas Técnicas<br>Ensayos de Laboratorio<br>Fichas Técnicas |