

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Diseño de un concreto liviano con Poliestireno expandido para
la ejecución de losas en el Asentamiento Humano Amauta -
Ate - Lima Este (2018)**

**Tesis para optar el título profesional de
Ingeniero Civil**

Presentada por

Bach. Vera Pulido, Isau Jesus

Asesor: Mg. Ing. Chavarría Reyes, Liliana Janet

Lima-Perú

2018

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y abuelas por su infinito amor, apoyo y enseñanza de luchar por mis sueños y alcanzar mis metas, y a ti que llegaste a mi vida en el momento indicado para demostrarme que juntos podríamos llegar muy lejos.

Vera Pulido, Isau Jesus.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora de tesis, Mg. Ing. Liliana Janet Chavarría Reyes, por su constante apoyo y guía, por brindarme su experiencia profesional durante la elaboración de este proyecto de tesis.

Vera Pulido, Isau Jesus.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1. Problema General.....	3
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 E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4.1. Viabilidad de la investigación.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.2. BASES TEÓRICAS	9
2.2.1. Cemento Portland.....	9
2.2.2. Aditivos.....	9
2.2.3. Aditivo plastificante	9
2.2.4. Proceso de elaboración del concreto liviano.....	9
2.2.5. Tipos de Concreto Liviano:.....	10
2.3. MARCO TEÓRICO.....	10
2.3.1. Conceptualización del Concreto Liviano	10
2.3.2. Dosificación de aditivo plastificante.....	10
2.3.3. Relación agua / cemento	11
2.3.4. Propiedades del concreto liviano	11
2.3.5. Densidad del concreto liviano.....	11
2.3.6. Trabajabilidad del concreto.....	11
2.3.7. Resistencia del concreto liviano.....	12
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	12

1.5.1. Hipótesis general.....	12
1.5.2. Hipótesis secundarias.....	12
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	13
3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	13
3.1.1. Tipo de investigación.....	13
3.1.2. Nivel de la investigación.....	13
3.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	13
3.2.1. Método de la investigación	13
3.2.2. Diseño de la investigación	13
3.3. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	14
3.3.1. Variable independiente	14
3.3.2. Variable dependiente.....	14
3.4. UNIVERSO Y POBLACIÓN	16
3.5. MUESTRA.....	16
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	17
3.6.1. Técnica de muestreo.....	17
3.6.2. Instrumentos.....	17
3.6.3. Validez y confiabilidad de los instrumentos	18
3.7. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA	23
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	26
4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	26
4.1.1. Propiedades del agregado fino	26
4.1.2. Propiedades del agregado grueso	47
4.2. POLIESTIRENO EXPANDIDO	68
4.3. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO.....	69
4.3.1. Diseño de mezcla de concreto simple.....	69
4.3.2. Diseño de mezcla de concreto liviano con poliestireno expandido	74
4.3.3. Ensayos de concreto fresco	81
4.3.4. Ensayos de concreto endurecido	91
4.4. CONTRASTACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS.....	101
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	135
5.1. DISCUSIÓN	135

CONCLUSIONES	136
RECOMENDACIONES	137
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	138
ANEXOS.....	141
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	142
ANEXO 2: NORMAS TÉCNICAS PERUANAS	143
ANEXO 3: NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONALES	144
ANEXO 4: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN - BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO.....	145
ANEXO 5: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN - BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO.....	148
ANEXO 6: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN – MAQUINA PARA ENSAYO DE FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO	151
ANEXO 7: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN – HORNO DE SECADO PARA MUESTRAS	153
ANEXO 8: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN – MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL....	157
ANEXO 9: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN – MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL....	159
ANEXO 10: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN - BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO.....	161
ANEXO 11: INFORME TÉCNICO – PRENSA DE CONCRETO TECNOTEST	164
ANEXO 12: INFORME TÉCNICO – PRENSA DE CONCRETO ELE	165

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operación de variables.	15
Tabla 2: Cantidad de diseños de mezcla.....	16
Tabla 3: Cantidad de ensayos por edad por diseño de mezcla.....	16
Tabla 4: Recursos Materiales.....	23
Tabla 5: Presupuesto para la elaboración de tesis.....	24
Tabla 6: Cronograma de tesis.	25
Tabla 7: Límites granulométricos del agregado fino.	26
Tabla 8: Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Muestra N°1.	27
Tabla 9: Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Muestra N°2.	28
Tabla 10: Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Muestra N°3.	29
Tabla 11: Módulo de Finura del Agregado Fino – Promedio.....	30
Tabla 12: Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra N°1.....	32
Tabla 13: Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra N°2.....	33
Tabla 14: Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra N°3.....	34
Tabla 15: Peso Unitario Suelto y Compactado – Promedio	35
Tabla 16: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino–Muestra N°1.....	36
Tabla 17: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino-Muestra N°2.	37
Tabla 18: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino–Muestra N°3.....	38
Tabla 19: Peso específico y absorción – Promedio	39
Tabla 20: Contenido de humedad del Agregado Fino-Muestra N°1.	40
Tabla 21: Contenido de humedad del Agregado Fino-Muestra N°2.	41
Tabla 22: Contenido de humedad del Agregado Fino-Muestra N°3.	42
Tabla 23: Contenido de humedad –Promedio.....	43
Tabla 24: Material que pasa la malla #200 del Agregado Fino-Muestra N°1.	44
Tabla 25: Material que pasa la malla #200 del Agregado Fino-Muestra N°2.	45
Tabla 26: Material que pasa la malla #200 del Agregado Fino-Muestra N°3.	46
Tabla 27: Material que pasa la malla #200 – Promedio	47
Tabla 28: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra N°1.....	48
Tabla 29: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra N°2.	49
Tabla 30: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra N°3.....	50
Tabla 31: Módulo de Finura del Agregado Grueso – Promedio.....	51
Tabla 32: Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra N°1.....	52

Tabla 33: Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra N°2.....	53
Tabla 34: Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra N°3.....	54
Tabla 35: Peso Unitario del Agregado Grueso – Promedio.....	55
Tabla 36: Peso específico y absorción Agregado Grueso – Muestra N°1.....	56
Tabla 37: Peso específico y absorción Agregado Grueso – Muestra N°2.....	57
Tabla 38: Peso específico y absorción Agregado Grueso – Muestra N°3.....	58
Tabla 39: Peso específico y absorción Agregado Grueso – Promedio.....	59
Tabla 40: Contenido de humedad del Agregado Grueso – Muestra N°1.....	60
Tabla 41: Contenido de humedad del Agregado Grueso – Muestra N°2.....	61
Tabla 42: Contenido de humedad del Agregado Grueso – Muestra N°3.....	62
Tabla 43: Contenido de humedad del Agregado Grueso – Promedio.....	63
Tabla 44: Material que pasa la malla #200 del Agregado Grueso – Muestra N°1.....	64
Tabla 45: Material que pasa la malla #200 del Agregado Grueso – Muestra N°2.....	65
Tabla 46: Material que pasa la malla #200 del Agregado Grueso – Muestra N°3.....	66
Tabla 47: Material que pasa la malla #200 del Agregado Grueso – Promedio.....	67
Tabla 48: Características del cemento.....	69
Tabla 49: Características de los agregados.....	70
Tabla 50: Características del agua.....	70
Tabla 51: Características del aditivo.....	70
Tabla 52: Tabla de pesos de los materiales por m ³ de concreto.....	72
Tabla 53: Diseño DP-Único de mezcla de concreto liviano con 0,56 de relación a/c ..	73
Tabla 54: Diseño DPE-01 de mezcla de concreto liviano con 0,56 de relación a/c y 0.5% de poliestireno expandido.....	75
Tabla 55: Diseño DPE-01 de mezcla de concreto liviano con 0,56 de relación a/c y 0.6% de poliestireno expandido.....	76
Tabla 56: Diseño DPE-01 de mezcla de concreto liviano con 0,56 de relación a/c y 0.8% de poliestireno expandido.....	77
Tabla 57: Diseño DPE-01 de mezcla de concreto liviano con 0,42 de relación a/c, 1% de adición de aditivo Viscocrete 1110 y 0.5% de poliestireno expandido.....	78
Tabla 58: Diseño DPE-01 de mezcla de concreto liviano con 0,42 de relación a/c, 1% de adición de aditivo Viscocrete 1110 y 0.6% de poliestireno expandido.....	79
Tabla 59: Diseño DPE-01 de mezcla de concreto liviano con 0,42 de relación a/c, 1% de adición de aditivo Viscocrete 1110 y 0.8% de poliestireno expandido.....	80

Tabla 60: Resultados del asentamiento del concreto sin aditivo Viscocrete 1110 y gráfico de tendencia.	83
Tabla 61: Resultados del asentamiento del concreto con aditivo Viscocrete 1110 y gráfico de tendencia.	84
Tabla 62: Peso unitario del Diseño DP-Único.	86
Tabla 63: Peso unitario del Diseño DPE-01.	86
Tabla 64: Peso unitario del Diseño DPE-02.	87
Tabla 65: Peso unitario del Diseño DPE-03.	87
Tabla 66: Peso unitario del Diseño DPEA-01.	88
Tabla 67: Peso unitario del Diseño DPEA-02.	88
Tabla 68: Peso unitario del Diseño DPEA-03.	89
Tabla 69: Contenido de aire de los diferentes diseños de mezcla.	90
Tabla 70: Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión a diferentes edades	92
Tabla 71: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a diferentes edades y gráfico de tendencia.	93
Tabla 72: Resultado de los ensayos de resistencia a la tracción por compresión diametral a diferentes edades.	95
Tabla 73 Resultados del ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral a diferentes edades y gráfico de tendencia.	96
Tabla 74: Resultado de los ensayos de resistencia a la flexión a diferentes edades.	99
Tabla 75: Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a diferentes edades y gráfico de tendencia.	100
Tabla 76: Asentamiento de los diferentes diseños de mezcla.	101
Tabla 77: Resultados estadísticos de muestras relacionadas con referencia al asentamiento.	102
Tabla 78: Resultados estadísticos del procesamiento de los casos con referencia al asentamiento.	104
Tabla 79: Resultados estadísticos de los coeficientes con referencia al asentamiento.	105
Tabla 80: Resultados estadísticos del resumen del modelo con referencia al asentamiento.	106
Tabla 81: Resultados estadísticos ANOVA con referencia al asentamiento.	108
Tabla 82: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.	110
Tabla 83: Resultados estadísticos de muestras relacionadas con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.	111

Tabla 84: Resultados estadísticos del resumen del procesamiento de los casos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.	113
Tabla 85: Resultados estadísticos de los coeficientes con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.	114
Tabla 86: Resultados estadísticos del resumen del modelo con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.	116
Tabla 87: Resultados estadísticos ANOVA con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.	117
Tabla 88: Resultados del ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral.	119
Tabla 89: Resultados estadísticos de muestras relacionados con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la tracción.	120
Tabla 90: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la tracción.	122
Tabla 91: Resultados estadísticos de los coeficientes con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la tracción.	123
Tabla 92: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la tracción.	124
Tabla 93: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la tracción.	125
Tabla 94: Resultados del ensayo de resistencia a la flexión.	127
Tabla 95: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la flexión.	128
Tabla 96: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la flexión.	130
Tabla 97: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la flexión.	131
Tabla 98: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la flexión.	132
Tabla 99: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la flexión.	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tamizador eléctrico.....	18
Figura 2: Juego de tamices.....	18
Figura 3: Balanza.....	19
Figura 4: Balanza Hidrostática	19
Figura 5: Mezcladora de concreto	20
Figura 6: Balanza.....	20
Figura 7: Maquina de compresión axial electro-hidráulica digital.....	21
Figura 8: Medidor de contenido de aire de concreto fresco “Washington”.....	21
Figura 9: Maquina de Flexión.....	22
Figura 10: Muestra para ensayo de contenido de humedad del agregado fino.....	39
Figura 11: Muestra para el ensayo de contenido de humedad agregado grueso.....	59
Figura 12: Perlitas de poliestireno expandido.....	68
Figura 13: Mezcla de concreto.....	72
Figura 14: muestreo de probetas de concreto liviano.	81
Figura 15: asentamiento el concreto mediante el ensayo de cono de Abrams.	82
Figura 16: Calibración del molde de peso unitario.....	85
Figura 17: Ensayo de resistencia a la compresión.	91
Figura 18: ensayo de tracción por compresión diametral.	94
Figura 19: Ensayo de resistencia a la flexión.	98
Figura 20: Viga ensayada en la máquina de flexión.	98
Figura 21: Gráfico de barras de la variación del asentamiento.....	103
Figura 22: Recta de regresión lineal con respecto al asentamiento.	106
Figura 23: Histograma de la resistencia a la compresión.	112
Figura 24: Recta de regresión lineal con respecto a los resultados del ensayo a compresión.	115
Figura 25: Histograma de la resistencia a la tracción.	121
Figura 26: Recta de regresión lineal.	124
Figura 27: Histograma de la resistencia a la flexión.....	129
Figura 28: Recta de regresión lineal.	132

RESUMEN

La tesis “Diseño de un concreto liviano con poliestireno expandido para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta Ate - Lima este (2018)” con metodología de la investigación de tipo cuantitativa y cualitativa, con un diseño de la investigación de tipo experimental.

El aumento de emigrantes a la capital de Lima y la necesidad de ocupar un lugar para la formación de nuevos hogares y mejorar su calidad de vida, viéndose obligados adquirir un espacio dónde habitar. La falta del poder adquisitivo los obligó a la construcción de viviendas inadecuadas. Según la estadística en el 2012 publicada por Banco Iberoamericano de Desarrollo, somos uno de los cuatro países con mayor valor porcentual, el 72% de nuestro país se encuentra sin un techo para vivir o habitan en viviendas de mala calidad, el concreto liviano con una dosificación adecuada puede servir como alternativa para la construcción de losas, por su baja densidad disminuyendo las cargas y proporcionando menor peso muerto a la vivienda.

Se realizó el diseño de mezcla del concreto liviano con poliestireno expandido para determinar las características del concreto liviano como la resistencia y el asentamiento. Se concluyó que el diseño de concreto liviano que presentó la menor densidad fue el diseño DPE-03 con una relación a/c: 0,56; con 0,8% de adición de perlitas de poliestireno; con un peso unitario de 1676 kg/m^3 con una resistencia a la compresión de 123 kg/cm^2 . El diseño de concreto liviano que presentó la mayor resistencia a la compresión, 276 kg/cm^2 , fue el diseño DPEA-01: Relación a/c: 0,42; con 0,5% de adición de perlitas de poliestireno; 1% de aditivo Viscocrete 1110; con una densidad de 1999 kg/m^3 .

Palabras Claves: Concreto liviano, dosificación aditivo plastificante, relación agua/cemento, resistencia a la compresión, tracción y flexión y peso unitario.

ABSTRACT

The thesis "Design of a light concrete with expanded polystyrene for the execution of slabs in the human settlement Amauta Ate - Lima East (2018)" with quantitative and qualitative research methodology, with a design of experimental research.

The increase of emigrants to the capital of Lima and the need to occupy a place for the formation of new homes and improve their quality of life, being forced to acquire a place to live. The lack of purchasing power forced them to build inadequate housing. According to statistics in 2012 published by Banco Iberoamericano de Desarrollo, we are one of the four countries with the highest percentage value, 72% of our country is without a roof to live or live in poor quality homes, light concrete with a Proper dosage can serve as an alternative for the construction of slabs, due to its low density, reducing loads and providing less deadweight to the house.

The mixing design of lightweight concrete with expanded polystyrene was carried out to determine the characteristics of light concrete such as strength and settlement. It was concluded that the lightweight concrete design that presented the lowest density was the DPE-03 design with an a / c ratio of 0,56; with 0,8% addition of polystyrene beads; with a unit weight of 1676 kg / m³ with a compressive strength of 123 kg / cm². The design of lightweight concrete that presented the highest resistance to compression, 276 kg/cm², was the design DPEA-01: Ratio a/c: 0,42; with 0,5% addition of polystyrene beads; 1% Viscocrete 1110 additive; with a density of 1999 kg/m³.

Key words: Lightweight concrete, plasticizer additive dosage, water / cement ratio, compression resistance, tensile and bending and unit weight.

INTRODUCCIÓN

El proyecto de tesis “Diseño de un concreto liviano con poliestireno expandido para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta Ate - Lima este (2018)” consiste en estudiar las características físicas del poliestireno expandido como agregado adicional en una mezcla de concreto liviano. Asimismo, poder ejecutar obras de construcción civil, no estructural, con este material innovador brindaremos nuevas alternativas al alcance económico de la población.

La presente tesis se divide en las siguientes partes

En el capítulo 1, describimos la problemática del tema de investigación, consultando temas similares para la formulación del problema y justificación del tema. El concreto liviano con poliestireno expandido es poco usado en la actualidad de nuestro país, por ello tenemos como objetivo general realizar el diseño de mezcla de un concreto liviano con poliestireno expandido para la construcción losas.

En el capítulo 2, se explica el marco teórico en dónde se profundiza con la ayuda de antecedentes, definiciones con las cuales podemos dar a conocer con mayor alcance los conceptos relacionados al tema de investigación planteadas. Apoyándonos en diversas fuentes para poder tener un mayor respaldo. Además, formulamos la hipótesis general con la hipótesis específica.

En el capítulo 3, se realizó el diseño metodológico, donde definimos el tipo y nivel de la investigación, el método y el diseño empleado en la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección y procesamiento del análisis de datos, identificamos las variables dependiente e independiente de la investigación, también mostraremos el presupuesto y el cronograma de la tesis.

En el capítulo 4, se explica lo realizado en la presentación de resultados, este capítulo está conformado por el análisis e interpretación de los resultados el cual explica las propiedades de agregado fino y grueso obtenidas por medio de ensayos basados en las normas técnicas y el diseño de mezcla del concreto patrón y liviano con adición de perlitas de poliestireno expandido. Así mismo se muestran los resultados en tablas y

gráficos de los ensayos de concreto fresco y endurecido respectivamente. Finalmente presentamos la contrastación de hipótesis, realizando la aceptación estadística de las hipótesis planteadas en la tesis.

En el capítulo 5, se realiza la discusión con otras investigaciones relacionadas al tema, las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

El aumento de emigrantes a la capital de Lima y la necesidad de ocupar un lugar para la formación de nuevos hogares y mejorar su calidad de vida, viéndose obligados adquirir un espacio dónde habitar. Los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el mes enero del 2015 reveló que la población de Lima Metropolitana se llegó a alcanzar 9 millones 752 mil habitantes.

La falta del poder adquisitivo los obligó a la construcción de viviendas inadecuadas. Según la estadística en el 2012 publicada por Banco Iberoamericano de Desarrollo, somos uno de los cuatro países con mayor valor porcentual, el 72% de nuestro país se encuentra sin un techo para vivir o habitan en viviendas de mala calidad.

Por otro lado, la ubicación sismográfica de Lima hace vulnerable a los habitantes de los Asentamientos Humanos, que serían los más afectados en caso de un fuerte sismo ya que se encuentran ubicados en zonas alto riesgo debido al tipo de vivienda con las que cuentan.

El concreto liviano con una dosificación adecuada puede servir como alternativa para la construcción de losas, por su baja densidad disminuyendo las cargas y proporcionando menor peso muerto a la vivienda.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo el diseño de mezcla de concreto con poliestireno expandido influye en las propiedades del concreto liviano para la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018)?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿En qué medida la dosificación del aditivo plastificante influye en el asentamiento del concreto liviano?
- b) ¿Cómo un mayor porcentaje de poliestireno expandido influye en la resistencia del concreto liviano?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Realizar un diseño de mezcla de concreto liviano con poliestireno expandido y evaluar su influencia en las propiedades del concreto para la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018).

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Determinar como la dosificación del aditivo plastificante influye en el asentamiento del concreto liviano.
- b) Determinar qué porcentaje de poliestireno expandido será el adecuado para optimizar la resistencia del concreto liviano.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

La necesidad de nuevos materiales para la construcción que permitan reducir las cargas muertas en una edificación, el concreto liviano es una buena e innovadora alternativa por su baja densidad en países altamente sísmicos.

Como ejemplo tenemos edificaciones de gran altura que necesariamente necesitan reducir el peso de los muros de acuerdo a la altura deseada, la elaboración de placas, bloques, losas y muros con concreto liviano reducen considerablemente las cargas muertas en la edificación, por ende, poder tener secciones menores en las columnas, vigas y otros elementos de cimentación.

El concreto liviano está elaborándose en diversos lugares del mundo, la demanda del hormigón liviano es por sus propiedades como su baja densidad, trabajabilidad, resistencia al fuego, resistente a la acción del hielo y deshielo, aislamiento acústico y térmico.

En el ámbito económico este tipo de concreto es accesible debido a su bajo costo de fabricación, al estar constituido en un gran porcentaje por poliestireno expandido, el

cual sustituye en algunos casos al total del agregado grueso reduciendo los costos para ser producidos.

En el ámbito académico la investigación realizada servirá de referencia para futuras investigaciones, las dosificaciones, los datos de resistencia a la compresión y otros ensayos realizados. Así aportar con información real y confiable.

1.4.1. Viabilidad de la investigación

Los resultados de los ensayos que se realizaron y analizaron se encuentran dentro del plazo requerido para la elaboración de esta tesis. Además, se cuenta con los permisos requeridos para el uso del ambiente, equipos e instrumentos del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Ricardo Palma para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Almonacid Valdivia, G. (2010) en su tesis tiene como objetivo el estudio de la aplicación de un material alternativo en la producción de hormigones livianos, entregando una caracterización y evaluación del comportamiento de los mismos, usando como materia prima Poliestireno Expandido Modificado (MEPS), en reemplazo del agregado grueso natural.

El presente trabajo demostrará, un estudio experimental sobre la utilización de poliestireno expandido modificado en hormigones livianos, ayudando a la reutilización del poliestireno expandido que se deja como desecho, aportando en la optimización de materiales, reducción de costos, descontaminación, y una nueva gama de resistencias no conocidas previamente, en hormigones livianos con poliestireno expandido. Se concluye que el hormigón diseñado y estudiado en el presente trabajo, solamente podría utilizarse para elementos prefabricados debido al asentamiento, lo cual implica que tenemos como limitante su trabajabilidad.

Contreras Geraro, A. (2016) en su tesis la investigación acerca del hormigón celular desde el punto de vista de las propiedades mecánicas empleando agregados pétreos, cemento portland, aditivo espumante, tiene como objetivo general caracterizar mezclas de hormigón que se puedan clasificar como hormigón ligero y determinar su campo de aplicación más conveniente técnica y económicamente en las edificaciones.

El hormigón celular se puede emplear en la elaboración de bloques, placas, paneles, losas, este tipo de concreto se puede moldear de acuerdo a las especificaciones del diseñador, su baja densidad hace más fácil la manipulación y transporte de los elementos.

En este caso el agente responsable de proporcionar la baja densidad al concreto liviano es el aditivo espumante, que al mezclarse con los demás componentes ocupa un porcentaje en el volumen del hormigón, las burbujas microscópicas en el hormigón disminuyen su densidad a cualquier edad, obteniendo los resultados esperados.

Se recomienda el uso de diversos equipos generadores de espuma debido a que cada aditivo tiene distintas especificaciones, y así identificar la estabilidad de la espuma.

Rivas Quezada, G. (2010) en su tesis tiene como objetivo determinar la variación que experimenta el hormigón al reemplazar árido grueso por distintos porcentajes en volumen de perlas de Aislapol.

En este trabajo de tesis se estudiará el comportamiento mecánico de un hormigón liviano en el cual se reemplazaron los áridos gruesos por perlas de poliestireno expandido en distintos porcentajes en volumen. Las propiedades estudiadas serán la docilidad, densidad y resistencia a la compresión. Como conclusión tenemos la resistencia a la compresión disminuyó a medida que aumentó el porcentaje en volumen de perlas de Aislapol. La resistencia más baja se obtuvo con el mayor porcentaje de Aislapol, tanto a los 7 como a los 28 días.

Rodríguez Chico, H. (2017) en su tesis tiene como objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto liviano a base de poliestireno expandido. Y como problemática principal cuáles son las propiedades físico-mecánicas del concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural. Hemos podido observar que la adición del agregado liviano en este caso el poliestireno expandido reduce la resistencia del concreto y que la resistencia varía de acuerdo al peso unitario del concreto como muestra se toman pesos unitarios de 1200 kg/cm², 1400 kg/cm² y 1600 kg/cm² los cuales fueron evaluados llegando a la conclusión de acuerdo a los resultados obtenidos de todas las dosificaciones estudiadas para cada densidad del Concreto Ligero a base de Poliestireno expandido, concluyendo en que la dosificación óptima para lograr las características deseadas del bloque de concreto, fue la denominada CLP-1600 para la densidad aparente de 1600 [kg/m³], con una resistencia a la compresión promedio de 62.75 kg/cm² y un porcentaje de absorción de 7.70.

Huarcaya Garzón, C. (2014) en su tesis tiene como objetivo Analizar y evaluar el comportamiento del asentamiento de concreto con aditivos (superplastificante y plastificante) en diferentes dosis de 0,5 % - 1,0 % - 1,5 % para poder obtener un

concreto más trabajable, fluido durante más tiempo. Y como problemática principal En la actualidad en la industria de la construcción existen proyectos muy desafiantes, en los cuales los requerimientos son cada vez mayores, es por ello que es necesaria la utilización de concretos con mayor trabajabilidad y manteniendo la fluidez por muchas horas con el objetivo de poder transportar, colocar y compactar correctamente al concreto. Se puede observar que al adicionar el aditivo plastificante incrementa el asentamiento del concreto y optimiza la resistencia del mismo; como conclusión se tiene que la producción de concreto con alta trabajabilidad requiere una selección cuidadosa de los materiales componentes, empleo de aditivos plastificantes o superplastificante y un estricto control de calidad en todas las etapas de fabricación y uso. La aplicación del aditivo es variable ya que depende de que tan trabajable se requiera.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cemento Portland

Es un producto comercializado para diferentes usos de fácil adquisición, el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa que en el tiempo se convertirá en un bloque endurecido. (UNICON, Definición de las propiedades de concreto, 2015, p.2)

2.2.2. Aditivos

Los aditivos para concreto son componentes químicos, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades físicas del concreto en estado fresco y endurecido. Se suelen presentar en forma de polvo o de líquido. Se agrega al concreto en la etapa de mezclado de acuerdo al requerimiento.

2.2.3. Aditivo plastificante

Aditivo para concreto o mortero que, durante el mezclado, promueve la trabajabilidad en la mezcla (facilidad de moldeo) y aumentar la resistencia a la compresión debido a la reducción del agua. (Sika, 2015, p.1)

2.2.4. Proceso de elaboración del concreto liviano

Se basa en los mismos procedimientos que el concreto convencional, iniciando con el diseño de mezcla, seleccionando previamente las materias primas a usar en su elaboración, el proceso de mezclado se determina de acuerdo al tipo de concreto a realizar y las adiciones que serán incluidas en el diseño. Al finalizar la etapa del mezclado se procede a la toma de muestras para su posterior curado. (Unacem, Proceso de producción de concreto, 2016, p.2)

2.2.5. Tipos de Concreto Liviano:

a) Concreto sin finos

Es un concreto que no presenta en su composición agregados finos debido a que es sustituido por otro tipo de agregados como es la grava, piedra triturada, clinker, cenizas sinterizadas, arcillas expandidas, escoria y piedra pómez.

b) Concreto con agregados livianos

Este tipo de concreto presenta en su composición agregados livianos como también finos entre ellos tenemos clinker, cenizas sinterizadas, arcillas expandidas, escoria espumosa, piedra pómez, vermiculita exfoliada, poliestireno expandido.

c) Concreto liviano con agentes químicos

Este tipo de concreto se puede hacer con agentes químicos como, por ejemplo: polvo aluminio o peróxido de hidrógeno. Además, se puede emplear agentes espumantes como: Espuma preformada o intrusión de aire.

2.3. Marco teórico

2.3.1. Conceptualización del Concreto Liviano

Según UNICON el concreto liviano presenta propiedades como el aislamiento térmico, acústico y eléctrico, posee pesos unitarios por debajo del rango del concreto convencional, entre 2,200kg/m³ y 2,400 kg/m³.

Este tipo de concreto tiene una resistencia a 28 días limitada en función al peso específico.

2.3.2. Dosificación de aditivo plastificante

La adecuada dosificación del aditivo plastificante es crucial para una exitosa fabricación de un concreto liviano. Por lo que antes de la utilización de cualquier aditivo deben conocerse sus funciones y dosificaciones de trabajo recomendadas, sus limitaciones y posibles efectos secundarios.

Según la ficha técnica del aditivo plastificante-Sika, presenta las siguientes propiedades como es la fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto autocompactante. Alta

Impermeabilidad, una extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia). Además, tiene una excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración) y mejora la plasticidad.

2.3.3. Relación agua / cemento

Según la tesis “Diseño de concreto celular de baja densidad controlada con aditivo espumante mastercell 10 y cemento portland tipo I en la ciudad de lima metropolitana”-2015 “La relación agua/cemento constituye un parámetro importante de la composición del concreto pues influye en la resistencia, la durabilidad y la retracción del concreto.

Una relación agua/cemento baja, conduce a un hormigón de mayor resistencia que una relación agua/cemento alto. Pero entre más alta esta relación, el hormigón se vuelve más trabajable”.

2.3.4. Propiedades del concreto liviano

El concreto en estado fresco suele llamársele así desde la etapa en que todos los materiales, incluyendo el agua, del concreto han sido mezclados para que luego sea colocado en su posición final, para que sea trabajable debe tener una plasticidad, movilidad y consistencia apropiada, esto nos lleva a producir una masa homogénea.

2.3.5. Densidad del concreto liviano

La determinación de la densidad del concreto fresco se realiza según la norma NTP 339.046 y la ASTM C138, la cual trata sobre el método para determinar el peso unitario (densidad), del concreto fresco. Este método permite determinar si durante la elaboración de la mezcla hubo cambios importantes, ya sea en el proceso en sí, en las proporciones de los materiales, o el contenido de aire de la mezcla.

2.3.6. Trabajabilidad del concreto

La facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad. La trazabilidad se categoriza en función del asentamiento del cono de Abrams o de la medición de la dispersión diametral en la mesa de flujo. El concreto debe ser trabajable

pero los ingredientes no deben separarse durante el transporte y manipulación. (Capeco, Notas de concreto, 2009, p.2)

2.3.7. Resistencia del concreto liviano

La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi) en unidades corrientes utilizadas en EEUU o en megapascales (MPa) en unidades SI, en nuestro país por lo general lo determinamos en kilogramos por centímetro cuadrado.

Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos a compresión pudiendo comprobar si el diseño de mezcla fue el adecuado. También, permite comprobar si efectivamente el cumplimiento de las normas NTP 339.034 y la ASTM C39.

1.5. Formulación de la hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

En el Perú se puede afirmar que la tasa poblacional está en crecimiento en los sectores de los asentamientos humanos debido a ello planteamos que al realizar un diseño de mezcla de concreto liviano con poliestireno expandido tenemos una mayor probabilidad de construir losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018), permitiendo que dicha población pueda mejorar su calidad de vida.

1.5.2. Hipótesis secundarias

Al determinar la dosificación del aditivo plastificante se optimiza el asentamiento del concreto liviano para la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018)

Al determinar un adecuado porcentaje de poliestireno expandido y con la dosificación del aditivo Viscocrete 1110 se optimiza la resistencia del concreto liviano para la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue básico, con un tipo de estudio descriptivo porque especifica las propiedades y características del concreto liviano y correlacional porque asocia las variables mediante un patrón predecible para una población.

3.1.2. Nivel de la investigación

El nivel de investigación será explicativo ya que busca determinar el porcentaje adecuado de poliestireno expandido para el diseño, también es descriptiva ya que se analizarán y describirán los resultados obtenidos en la investigación.

3.2. Método y diseño de la investigación

3.2.1. Método de la investigación

El método de investigación es de tipo cuantitativo y cualitativo debido a que se van a desarrollar cálculos, cuadros estadísticos y gráficos para el análisis de la investigación obteniendo resultados, así poder contrastar las hipótesis planteadas anteriormente.

3.2.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es de tipo experimental debido a que se realizara ensayos en el laboratorio y se evaluaran las variables según el tiempo de observación, se realizará luego de planear el estudio y número de mediciones el diseño es longitudinal debido a que los resultados obtenidos en la rotura de probetas serán en distintas edades ya establecidas.

3.3. Identificación de variables

3.3.1. Variable independiente

Diseño de mezcla del concreto liviano.

- Indicadores:
- Dosificación de aditivo plastificante.
 - Porcentajes de poliestireno expandido.

3.3.2. Variable dependiente

Propiedades del concreto liviano.

- Indicadores:
- Asentamiento del concreto liviano.
 - Resistencia del concreto liviano.

3.3.3. Operación de las variables e indicadores

A continuación, presento la Tabla 1 de operación de variables.

Tabla 1: Operación de variables.

OPERACIÓN DE VARIABLES			
VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTOS
V.I. DISEÑO DE CONCRETO LIVIANO	Dosificación del aditivo plastificante	*Recopilar la mayor información relacionada al tema de investigación. *Determinar dosificaciones distintas de aditivo para cada diseño de concreto liviano	*Tesis, fuentes documentales, libros, fichas técnicas e internet. *Ficha técnica del aditivo plastificante-SIKA
	Porcentajes de poliestireno expandido	*Realizar el diseño de mezcla de concreto liviano con diferentes porcentajes de poliestireno expandido. *Evaluar el comportamiento del poliestireno expandido en diferentes porcentajes en la mezcla.	*Equipos de Laboratorio de Ensayo de Materiales.
V.D. PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO	Asentamiento del concreto	*Ensayo de Cono de Abrams, para medir el asentamiento. *Ensayo de Peso unitario del concreto liviano. *Tener en cuenta la gradación del agregado fino y del agregado grueso	*NTP 339.035 y ASTM C143. *NTP 339.046 y ASTM C138 *NTP 400.012 Y ASTM C117
	Resistencia del concreto liviano	*Ensayo de resistencia a la compresión. * Realizar cuadros y gráficos de los resultados de prueba de mezcla.	*NTP 339.034 y ASTM C39. *Software Excel.

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Universo y población

La muestra está constituida por pruebas de mezcla de distintas dosificaciones de aditivo plastificante y diferentes porcentajes de poliestireno expandido. Por cada mezcla de prueba se elaborarán 18 probetas cilíndricas de 10cm (4 pulgadas) de diámetro y 20 cm (8 pulgadas) de altura y 9 vigas de 50.8cm (20 pulgadas) de concreto liviano de los cuales se ensayarán 3 testigos a 3 días, 7 días, 14 días y 28 días

3.5. Muestra

Se realizaron 189 muestras de concreto de las cuales 63 fueron ensayadas a compresión, 63 a tracción y 63 a flexión.

En las Tablas 2 y 3 podemos observar la muestra empleada para la investigación.

Tabla 2: Cantidad de diseños de mezcla

Total de diseños de mezcla	Patrón	Dosificación de Poliestireno Expandido			Dosificación de Poliestireno Expandido + Aditivo		
		0.5% del peso de cemento	0.6% del peso de cemento	0.8% del peso de cemento	0.5% del peso de cemento	0.6% del peso de cemento	0.8% del peso de cemento
	1	1	1	1	1	1	1
Total 7 de diseños de mezcla	Resistencia $f'_c=210$						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3: Cantidad de ensayos por edad por diseño de mezcla

Ensayos	7 días	14 días	28 días
Compresión	3	3	3
Tracción	3	3	3
Flexión	3	3	3
Total 27 ensayos por cada diseño de mezcla			

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnica de muestreo

La presente investigación será representativa debido a no tener datos confiables para aseverar resultados, dado que los criterios para seleccionar nuestra muestra no son estadísticos ni racionales al no tener un procedimiento determinado a seguir para diseñar un concreto liviano.

3.6.2. Instrumentos

Los principales instrumentos para esta investigación son:

NTP 339.046 Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).

ASTM C231 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.

NTP 339.035 Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de abrams.

ASTM C143 Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.

NTP 339.034 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

NTP 339.036 HORMIGÓN Práctica Normalizada para Muestreo de Mezclas de Concreto Fresco.

ASTM C172 Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado.

3.6.3. Validez y confiabilidad de los instrumentos

Equipo : Tamizador eléctrico (Figura 1)

Marca : SOIL TEST

Modelo : 80-0445/06

Condiciones: Optimas



Figura 1: Tamizador eléctrico.

Fuente: Elaboración propia

Equipo : Juego de tamices (Figura 2)

Marca : USA SIEVE ASTM E-11

Condiciones: Optimas



Figura 2: Juego de tamices

Fuente: Elaboración propia

Equipo : Balanza (Figura 3)
Marca : OHAUS
Modelo : Adventurer Pro – AV8101
Tipo : electrónica
Capacidad : 8100 g
Condiciones: Optimas



Figura 3: Balanza

Fuente: Elaboración propia

Equipo : Balanza Hidrostática (Figura 4)
Marca : Arno
Condiciones: Optimas



Figura 4: Balanza Hidrostática

Fuente: Elaboración propia

Equipo : Mezcladora de concreto (Figura 5)

Condiciones: Optimas



Figura 5: Mezcladora de concreto

Fuente: Elaboración propia

Equipo : Balanza (figura 6)

Marca : FERTON

Tipo : electrónica

Capacidad : 150 Kg

Condiciones: Optimas



Figura 6: Balanza

Fuente: Elaboración propia

Equipo : Maquina de compresión axial electro-hidráulica digital
(Figura 7)

Marca : ELE-INTERNACIONAL

Modelo : 37-5574/06

Condiciones: Optimas



Figura 7: Maquina de compresión axial electro-hidráulica digital

Fuente: Elaboración propia

Equipo : Medidor de contenido de aire de concreto fresco Washington
(Figura 8)

Marca : ELE-INTERNACIONAL

Modelo : EI34-3265

Condiciones: Optimas



Figura 8: Medidor de contenido de aire de concreto fresco “Washington”

Fuente: Elaboración propia

Equipo : Maquina de Flexión (Figura 9)

Marca : Tecnotest

Modelo : Moderno

Condiciones: Optimas



Figura 9: Maquina de Flexión

Fuente: Elaboración propia

3.7 Presupuesto Y Cronograma

El presupuesto estimado para la elaboración de la tesis comprende de los siguientes bienes y servicios

- Potencial humano:

Mg. Ing. Liliana Chavarría.

Mg. Ing. Enriqueta Pereyra.

- Recursos materiales:

Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Ricardo Palma, se dispondrá de las máquinas, equipos y herramientas necesarias para la elaboración del concreto liviano y los ensayos en estado fresco y endurecido.

Los principales materiales para la elaboración del concreto liviano se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Recursos Materiales.

MATERIALES	MARCA/PROCEDENCIA
CEMENTO PORTLAND T-I	SOL
AGREGADO FINO	CANTERA JICAMARCA
AGREGADO GRUESO	CANTERA SEOING
AGUA POTABLE	SANTIAGO DE SURCO
POLIESTIRENO EXPANDIDO	ETSA PERU
ADITIVO PLASTIFICANTE	SIKA

Fuente: Elaboración propia.

Presentamos el presupuesto tentativo para la ejecución de la investigación en la Tabla 5.

Tabla 5: Presupuesto para la elaboración de tesis.

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL
1	TRABAJOS EN OFICINAS				S/. 869.00
1.01	Materiales de oficina				S/. 99.00
1.01.01	Hojas Bond A4	Mill	1	S/. 32.00	S/. 32.00
1.01.02	Fliles	Und	10	S/. 1.00	S/. 10.00
1.01.03	Grapas	Und	1	S/. 7.00	S/. 7.00
1.01.04	Correctores, lapiceros, plumones, etc.	Glb	1	S/. 50.00	S/. 50.00
1.02	Materiales de impresión				S/. 770.00
1.02.01	Fotocopias	Glb	1	S/. 250.00	S/. 250.00
1.02.02	Impresiones y escaneos	Glb	1	S/. 400.00	S/. 400.00
1.02.03	Anillados	Glb	1	S/. 120.00	S/. 120.00
2	TRABAJOS EN LABORATORIO				S/. 2,560.40
2.01	Materiales				S/. 805.00
02.01.01	Cemento Portland Sol Tipo I	bls	20	S/. 22.50	S/. 450.00
02.01.02	Arena gruesa de cantera SEOING EIRL	bls	20	S/. 5.70	S/. 114.00
02.01.03	Piedra chancada SEOING EIRL	bls	10	S/. 6.10	S/. 61.00
02.01.04	Perlita de poliestireno	bls	2	S/. 10.00	S/. 20.00
02.01.05	Aditivo Plastificante	Lt	4	S/. 40.00	S/. 160.00
2.03	Herramientas				S/. 1,071.40
02.03.01	Buggy	Und	1	S/. 140.00	S/. 140.00
02.03.02	Comba de goma	Und	1	S/. 40.00	S/. 40.00
02.03.03	Lampas	Und	1	S/. 20.00	S/. 20.00
02.03.04	Molde para probetas	Und	20	S/. 40.00	S/. 800.00
02.03.05	Baldes (18 Lt)	Und	6	S/. 11.90	S/. 71.40
2.04	Servicios				S/. 684.00
02.04.01	Equipo de protección personal - EPP	Glb	1	S/. 404.00	S/. 404.00
02.04.02	Eliminación de desmonte	M3	2	S/. 140.00	S/. 280.00
3	TRABAJOS EN GABINETE				S/. 6,630.00
3.01	Bienes				S/. 1,650.00
03.01.01	Tesis trabajo de investigación	Und	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
03.01.02	Material bibliográfico	Glb	1	S/. 150.00	S/. 150.00
3.02	Servicios				S/. 4,980.00
03.02.01	Movilidad	Mes	6	S/. 150.00	S/. 900.00
03.02.02	Víaticos	Mes	6	S/. 600.00	S/. 3,600.00
03.02.04	Servicios luz, agua y teléfono	Mes	6	S/. 80.00	S/. 480.00
			TOTAL		S/. 10,059.40

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6 se muestra el cronograma para la ejecución de la investigación.

Tabla 6: Cronograma de tesis.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04	SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04	SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04	SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04	SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04	SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04	SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04	SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04
1.0 ELBORACIÓN DEL PLAN DE TESIS																																
1.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	■	■																														
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA			■																													
1.3. DESARROLLO DE LA DESCRIPCIÓN				■																												
1.4. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN					■	■																										
1.5. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA					■	■	■																									
2.0 PRUEBAS DE MEZCLAS PRELIMINARES							■	■																								
3.0 FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS									■	■	■																					
4.0 ELABORACIÓN DE MARCO TEÓRICO										■	■	■	■																			
5.0 DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MEZCLA								■						■	■	■	■															
6.0 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS																■	■	■	■													
7.0 CONCLUSIONES RECOMENDACIONES Y DISCUSIÓN																				■	■											
8.0 REVISIÓN DE LOS BORRADORES																						■	■									
9.0 LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES																							■	■								
10.0 PRESENTACIÓN DE TESIS																													■	■		
11.0 SUSTENTACIÓN DE TESIS																														■	■	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de los resultados

4.1.1. Propiedades del agregado fino

➤ Granulometría del fino

La granulometría es la distribución por tamaños de las partículas de arena. La distribución del tamaño de partículas se determina por separación con una serie de mallas normalizadas utilizadas para el agregado fino las mallas empleadas son las N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100. (Abanto, 2000, p.24)

El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites indicados en la norma NTP 400.037.

Para la presente investigación se realizaron tres ensayos de granulometría según la Norma NTP 400.010, para determinar las características del agregado a utilizar (Tabla 7).

Tabla 7: Límites granulométricos del agregado fino.

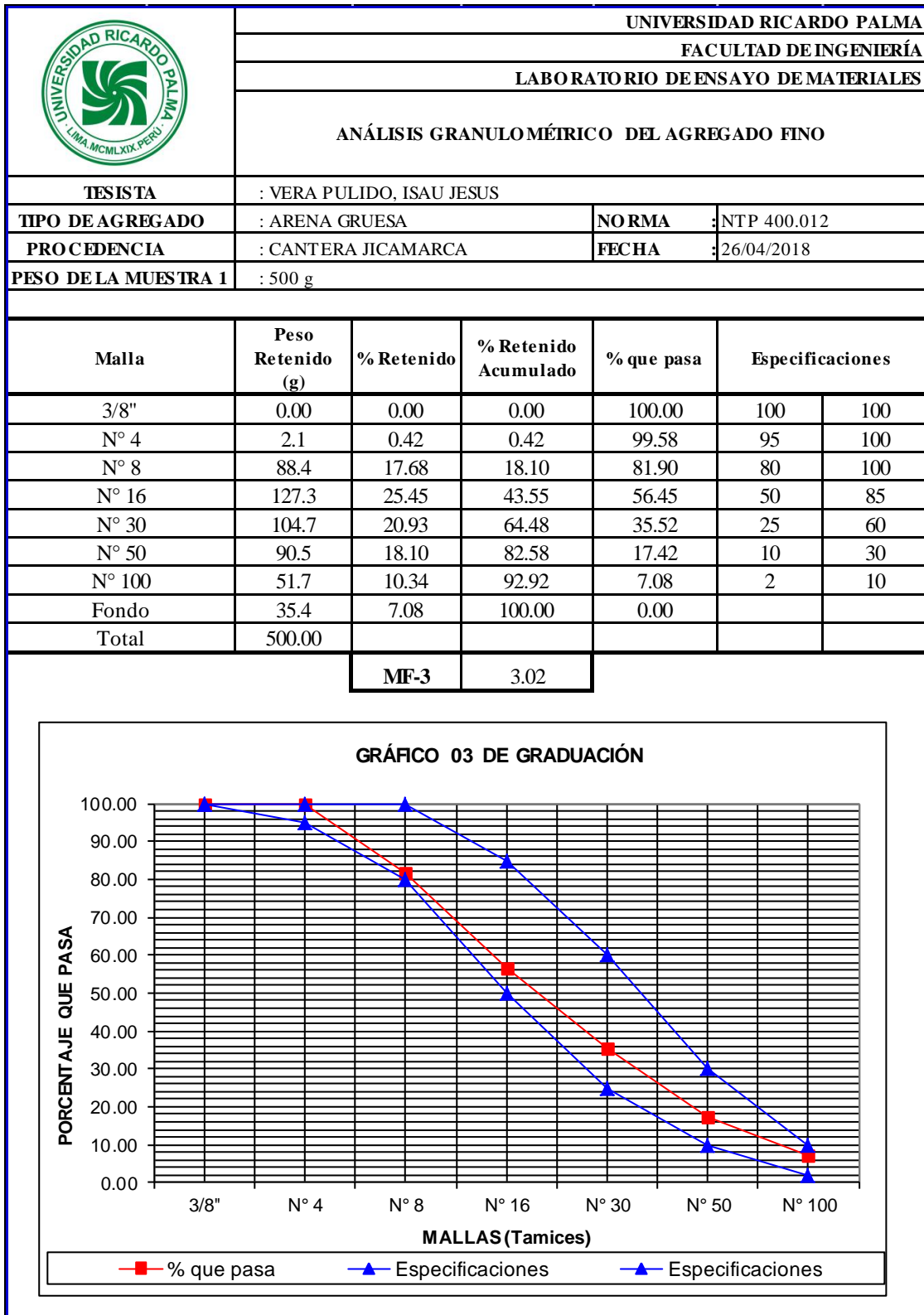
AGREGADO FINO		
NTP 400.012		PORCENTAJE
ABERTURA	NUMERO DE MALLA	QUE PASA
9,5mm	3/8"	100
4,7mm	N° 4	95 - 100
2,36mm	N° 8	80 - 100
1.18mm	N° 16	50 - 85
600um	N° 30	25 - 60
300um	N° 50	10 - 30
150um	N° 100	2 - 10

Fuente: NTP 400.037

Los procedimientos empleados para el ensayo como de los materiales y equipos fueron correspondientes a la Norma NTP 400.012.

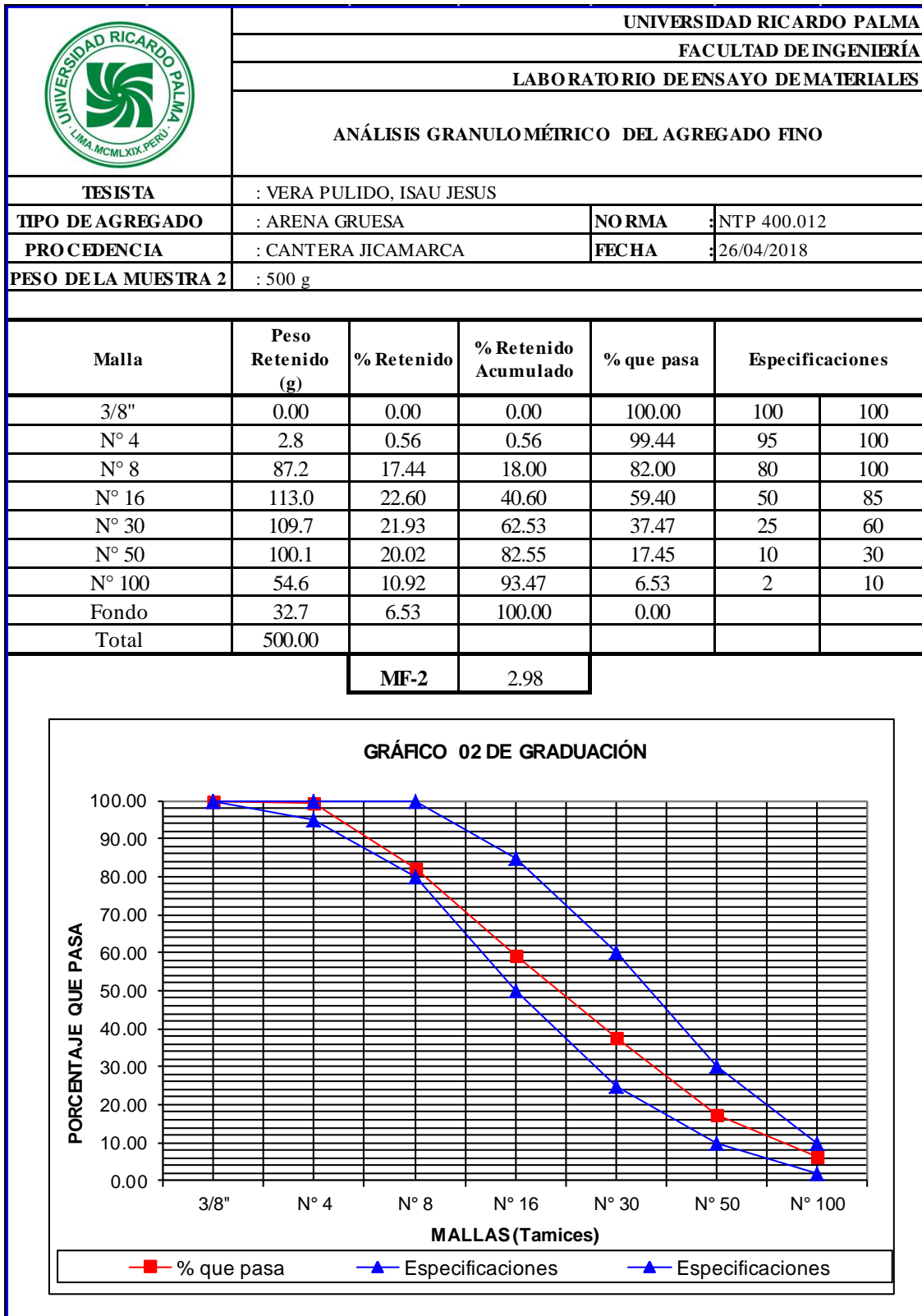
A continuación, mostraremos los resultados obtenidos del ensayo de granulometría del agregado fino en las Tablas 8, 9 y 10.

Tabla 8: Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Muestra N°1.



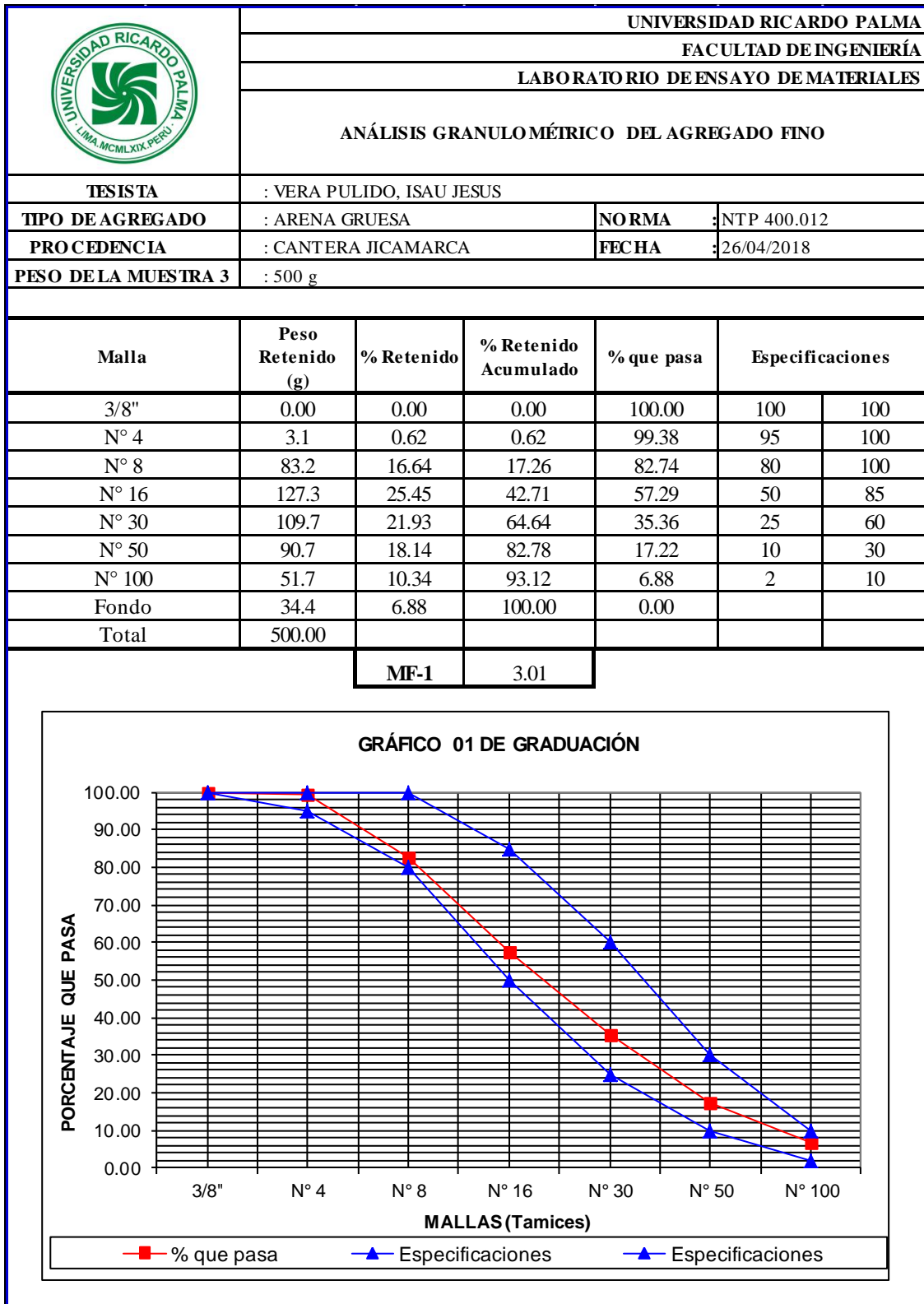
Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Muestra N°2.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Muestra N°3.



Fuente: Elaboración propia


➤ **Módulo de finura del agregado fino**

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario. El módulo de fineza, no distingue las granulometrías, pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos.

Para el caso de la arena también se puede calcular el módulo de fineza sumando los porcentajes (la malla 3/8 no entrara en la suma) acumulativos que pasan a partir de la malla N° 4. (Abanto, 2000, p.29)

En la Tabla 11 se puede apreciar el promedio del resultados del modulo de fino.

Tabla 11: Módulo de Finura del Agregado Fino – Promedio.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO			
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS			
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA :	NTP 400.012	
PROCEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA :	26/04/2018	
PESO DE LA MUESTRA	: 500 g			
RESUMEN ANALISIS GRANULOMETRICO				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			MF-PROMEDIO
	MF-01	MF-02	MF-03	
MODULO DEL FINO	3.01	2.98	3.02	3.00

Fuente: Elaboración propia

➤ **Peso unitario de agregado fino**

El peso unitario está determinado por la relación de peso por unidad de volumen; esta relación se expresa en Kg/m³. El peso unitario varía por características tales como; forma y tamaño, absorción y contenido de humedad, granulometría del agregado; así como también de factores externos como el grado de compactación y el tamaño máximo. (Burgos, 2012, p.21)

➤ **Peso Unitario Suelto (P.U.S.)**


Se denomina PUS cuando el material es colocado en el recipiente de diámetro y profundidad prescrita en la norma de forma natural sin alterar el llenado con ningún movimiento hasta que rebose para ser nivelado pasando cuidadosamente la varilla por la superficie, procedemos con el pesado de la muestra. Se obtiene el Peso Unitario Suelto multiplicando el peso neto por el factor de calibración (f) del recipiente.

➤ **Peso Unitario Compactado (P.U.C.)**

Se denomina PUC cuando el material es colocado en el recipiente en tres capas, apisonando con 25 golpes por capa empleando una varilla de punta semiesférica de 5/8" de diámetro, al finalizar la compactación de las tres capas se procede a enrasar la superficie con la varilla para dejar uniforme y proceder al pesado. De el mismo modo que en el PUS se obtiene el Peso Unitario Compactado multiplicando el peso neto por el factor de calibración (f) de recipiente.


Se realizó tres ensayos para cada tipo de peso unitario tomando el promedio en ambos casos, para tener un valor con mayor precisión para realizar los cálculos necesarios posteriormente en las Tablas 12, 13 y 14 podemos visualizar los resultados.

Tabla 12: Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra N°1.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA :	NTP 400.017
PRO C E D E N C I A	: CANTERA JICAMARCA	FECHA :	25/04/2018
PESO UNITARIO SUELTO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	Cantidad	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.085	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.745	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.340	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.567	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.822	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	354.41	m-3
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1538	kg/ m3
PESO UNITARIO COMPACTADO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.535	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.7453	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	4.79	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.5668	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.8215	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	354.42	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUS	1698	kg/ m3


Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra N°2.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA :	25/04/2018
PESO UNITARIO SUELTO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	Cantidad	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.09	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	W _s	4.34	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.57	kg
PESO DEL AGUA	W _a	2.82	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	354.41	m-3
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1538	kg/ m3
PESO UNITARIO COMPACTADO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.52	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	W _s	4.78	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.57	kg
PESO DEL AGUA	W _a	2.82	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	354.42	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUS	1694	kg/ m3

Fuente: Elaboración propia


Tabla 14: Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra N°3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA :	NTP 400.017
PRO CEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA :	25/04/2018
PESO UNITARIO SUELTO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	Cantidad	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.07	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	W _s	4.32	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.57	kg
PESO DEL AGUA	W _a	2.82	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	354.41	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1532	kg/ m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.53	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	W _s	4.78	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.57	kg
PESO DEL AGUA	W _a	2.82	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	354.42	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUS	1694	kg/ m ³

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 15 se muestran los resultados de los ensayos de manera resumida de las tres muestras tomadas para realizar los pesos unitarios suelto y compactado.

Tabla 15: Peso Unitario Suelto y Compactado – Promedio

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
	PESO UNITARIO				
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS				
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA	:	NTP 400.017	
PROCEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA	:	25/04/2018	
RESUMEN PESO UNITARIO					
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PESO UNITARIO	UNIDAD
	M-1	M-2	M-3		
PESO UNITARIO SUELTO (PUS)	1538	1538	1532	1536	kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO (PU)	1698	1694	1694	1695	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

➤ **Peso específico del agregado fino**

El peso específico se define como la capacidad de absorción de un agregado, está dada por la cantidad de agua que él necesita para pasar del estado seco (S) al estado saturado superficialmente seco (SSS). Normalmente se expresa en porcentaje. (Rivva, 1992, p.124)


Según la Norma ASTM C128 el peso específico se define como la relación de la masa o peso en aire de una unidad de volumen de material respecto a una masa de agua del mismo volumen a una temperatura determinada, existen tres formas de expresarla:

- Peso específico de masa (G).
- Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G_{sss}).
- Peso específico aparente (G_a).
- Porcentaje de absorción

Para determinar el porcentaje de absorción se mide la variación de los pesos en estado saturado y el estado seco en el horno a una temperatura de 100°C±5°C, el porcentaje será la capacidad de absorción de agua del agregado fino.


En las Tablas 16, 17 y 18 se pueden observar los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción.

Tabla 16: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino–Muestra N°1.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA	: N.T.P. 400.022
PROCEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA	: 25/04/2018
PESO DE LA MUESTRA N° 1	: 500 g		
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA		500.00	
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		958.90	g
PESO DEL AGUA	W	309.00	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	498.20	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA			
	$\left(\frac{A}{V - W} \right)$	2.61	
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
	$\frac{500}{(V - W)}$	2.62	
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE			
	$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$	2.63	
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
	$\left(\frac{500 - A}{A} \right) * 100$	0.36	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino-Muestra N°2.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA :	N.T.P. 400.022
PROCEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA :	25/04/2018
PESO DE LA MUESTRA N°2	: 500 g		
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA		500.00	
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		959.90	g
PESO DEL AGUA	W	310.00	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	497.90	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA			
$\left(\frac{A}{V - W} \right)$		2.62	
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
$\frac{500}{(V - W)}$		2.63	
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE			
$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$		2.65	
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
$\left(\frac{500 - A}{A} \right) * 100$		0.42	

Fuente: Elaboración propia


Tabla 18: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino–Muestra N°3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA :	N.T.P. 400.022
PROCEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA :	25/04/2018
PESO DE LA MUESTRA N°3	: 500 g		
DESCRIPCIÓN			
SÍMBOLO			
CANTIDAD			
UNIDAD			
PESO LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA		500.00	
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		960.90	g
PESO DEL AGUA	W	311.00	g
PESO DE LA ARENA SECA	A	497.90	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA			
$\left(\frac{A}{V - W} \right)$		2.63	
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
$\frac{500}{(V - W)}$		2.65	
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE			
$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$		2.66	
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
$\left(\frac{500 - A}{A} \right) * 100$		0.42	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 19 se muestran los resultados de los ensayos de manera resumida de las tres muestras tomadas para realizar los ensayos de peso específico y absorción.

Tabla 19: Peso específico y absorción – Promedio

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
		PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN			
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS				
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA	: N.T.P. 400.022		
PROCEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA	: 25/04/2018		
PESO DE LA MUESTRA	: 500 g				
RESUMEN PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN					
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN PROMEDIO	
	M-1	M-2	M-3		
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.61	2.62	2.63	2.62	
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	2.62	2.63	2.65	2.63	
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.63	2.65	2.66	2.65	
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	0.36	0.42	0.42	0.40	

Fuente: Elaboración propia

➤ Contenido de humedad del agregado fino

El contenido de humedad del agregado fino es la cantidad total de agua que contiene y se determina por la diferencia entre su peso (H) y su peso seco (S). (Rivva, 1992, p.124)

En la Figura 10 podemos observar la cantidad de muestra en estado humedo.




Figura 10: Muestra para ensayo de contenido de humedad del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.


Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 20, 21 y 22.

Tabla 20: Contenido de humedad del Agregado Fino-Muestra N°1.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
	FACULTAD DE INGENIERÍA						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
	CONTENIDO DE HUMEDAD						
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS						
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA	NTP 339.185				
PROCEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA	25/04/2018				
PESO DE LA MUESTRA 1	: 500 g						
CONTENIDO DE HUMEDAD							
ENSAYO	SIMBOLO	MUESTRA	UNIDAD				
PESO DE LA TARA		211.4	g				
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		711.4	g				
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	500.0	g				
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		709.2	g				
MUESTRA SECA	B	497.8	g				
CONTENIDO DE AGUA	A-B	2.20	g				
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.44	%				
<p>CONTENIDO DE HUMEDAD</p> <p>$\% h = [(A - B) / B] * 100$</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>MUESTRA-PRUEBA</td> <td>% HUMEDAD</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA</td> <td>0.44</td> </tr> </table>				MUESTRA-PRUEBA	% HUMEDAD	MUESTRA	0.44
MUESTRA-PRUEBA	% HUMEDAD						
MUESTRA	0.44						


Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Contenido de humedad del Agregado Fino-Muestra N°2.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTENIDO DE HUMEDAD		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA	NTP 339.185
PROCEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA	25/04/2018
PESO DE LA MUESTRA 2	: 500 g		
ENSAYO	SIMBOLO	MUESTRA	UNIDAD
PESO DE LA TARA		211.4	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		711.4	g
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	500.0	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		709.9	g
MUESTRA SECA	B	498.5	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	1.50	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.30	%
CONTENIDO DE HUMEDAD $\% h = [(A - B) / B] * 100$			
MUESTRA-PRUEBA		% HUMEDAD	
MUESTRA		0.30	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Contenido de humedad del Agregado Fino-Muestra N°3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTENIDO DE HUMEDAD		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA	NTP 339.185
PRO CEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA	25/04/2018
PESO DE LA MUESTRA 3	: 500 g		
CONTENIDO DE HUMEDAD			
ENSAYO	SIMBOLO	MUESTRA	UNIDAD
PESO DE LA TARA		211.4	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		711.4	g
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	500.0	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		710.0	g
MUESTRA SECA	B	498.6	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	1.40	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.28	%
CONTENIDO DE HUMEDAD $\% h = [(A - B) / B] * 100$			
MUESTRA-PRUEBA		% HUMEDAD	
MUESTRA		0.28	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los ensayos de manera resumida de las tres muestras tomadas para realizar los ensayos de humedad se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23: Contenido de humedad –Promedio

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	CONTENIDO DE HUMEDAD			
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS			
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA	:	NTP 339.185
PRO CEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA	:	25/04/2018
PESO DE LA MUESTRA	: 500 g			
RESUMEN CONTENIDO DE HUMEDAD				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			HUMEDAD PROMEDIO (%)
	M-1	M-2	M-3	
HUMEDAD	0.4	0.30	0.28	0.34

Fuente: Elaboración propia


➤ **Malla 200 del agregado fino**

El suelo fino (material que pasa el tamiz No. 200- 74µm) puede estar presente como polvo o puede estar recubriendo las partículas del agregado, aun cuando delgadas capas de limo o arcilla cubran las partículas, puede haber peligro porque debilitan la adherencia entre la pasta de cemento y las partículas del agregado, perjudicando la resistencia y la durabilidad de las mezclas. Si están presentes algunos tipos de limos y arcillas en cantidades excesivas, el agua necesaria en la mezcla puede aumentar considerablemente.

La cantidad de suelo fino presente en el agregado se puede determinar por el método de lavado (norma NTC 78); el ensayo consiste en tomar el material seco hasta masa constante, lo colocamos en un recipiente y agregamos agua limpia de tal forma que todo el material quede recubierto, se agita la muestra enérgicamente para que el suelo fino quede en suspensión en el agua, luego se hace pasar el agua a través del tamiz No. 200 (74µm). Se repite la operación el suficiente número de veces hasta que el agua salga limpia, posteriormente se seca el material que quedó en el recipiente más el que retuvo el tamiz y se determina su masa. (Rivva, 1992, p.68)


Para observar los resultados del ensayo de malla #200 ver las Tablas 24, 25 y 26.

Tabla 24: Material que pasa la malla #200 del Agregado Fino-Muestra N°1.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																						
	FACULTAD DE INGENIERÍA																						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																						
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200																						
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS																						
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA :	N.T.P. 400.018																				
PRO CIEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA :	25/04/2018																				
PESO DE LA MUESTRA 1	: 500 g																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>SÍMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA</td> <td>P1</td> <td>500</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA</td> <td>P2</td> <td>467.7</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200</td> <td>(P1-P2)</td> <td>32.3</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>% QUE PASA LA MALLA N°200</td> <td>A</td> <td>6.46</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	PESO DE LA MUESTRA	P1	500	gr	PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	467.7	gr	MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1-P2)	32.3	gr	% QUE PASA LA MALLA N°200	A	6.46	%
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD																				
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	gr																				
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	467.7	gr																				
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1-P2)	32.3	gr																				
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	6.46	%																				
$A = \left(\frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$																							
6.46%																							


Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Material que pasa la malla #200 del Agregado Fino-Muestra N°2.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																						
	FACULTAD DE INGENIERÍA																						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																						
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200																						
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS																						
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA :	N.T.P. 400.018																				
PROCEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA :	25/04/2018																				
PESO DE LA MUESTRA 2	: 500 g																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>SÍMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA</td> <td>P1</td> <td>500</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA</td> <td>P2</td> <td>468.2</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200</td> <td>(P1-P2)</td> <td>31.8</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>% QUE PASA LA MALLA N°200</td> <td>A</td> <td>6.36</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	PESO DE LA MUESTRA	P1	500	gr	PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	468.2	gr	MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1-P2)	31.8	gr	% QUE PASA LA MALLA N°200	A	6.36	%
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD																				
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	gr																				
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	468.2	gr																				
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1-P2)	31.8	gr																				
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	6.36	%																				
$A = \left(\frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$																							
6.36%																							

Fuente: Elaboración propia


Tabla 26: Material que pasa la malla #200 del Agregado Fino-Muestra N°3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																						
	FACULTAD DE INGENIERÍA																						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																						
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200																						
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS																						
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA :	N.T.P. 400.018																				
PROCEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA :	25/04/2018																				
PESO DE LA MUESTRA 3	: 500 g																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>SÍMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA</td> <td>P1</td> <td>500</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA</td> <td>P2</td> <td>467.5</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200</td> <td>(P1-P2)</td> <td>32.5</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>% QUE PASA LA MALLA N°200</td> <td>A</td> <td>6.50</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	PESO DE LA MUESTRA	P1	500	gr	PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	467.5	gr	MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1-P2)	32.5	gr	% QUE PASA LA MALLA N°200	A	6.50	%
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD																				
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	gr																				
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	467.5	gr																				
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1-P2)	32.5	gr																				
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	6.50	%																				
$A = \left(\frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$																							
6.50%																							

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos de los ensayos se muestra el promedio de las tres muestras tomadas en el ensayo de malla #200 en la Tabla 27.

Tabla 27: Material que pasa la malla #200 – Promedio

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200			
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS			
TIPO DE AGREGADO	: ARENA GRUESA	NORMA	:	N.T.P. 400.018
PROCEDENCIA	: CANTERA JICAMARCA	FECHA	:	25/04/2018
PESO DE LA MUESTRA	: 500 g			
RESUMEN MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PORCENTAJE MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 PROMEDIO
	M-1	M-2	M-3	
MALLA #200	6.46	6.36	6.50	6.44

Fuente: Elaboración propia

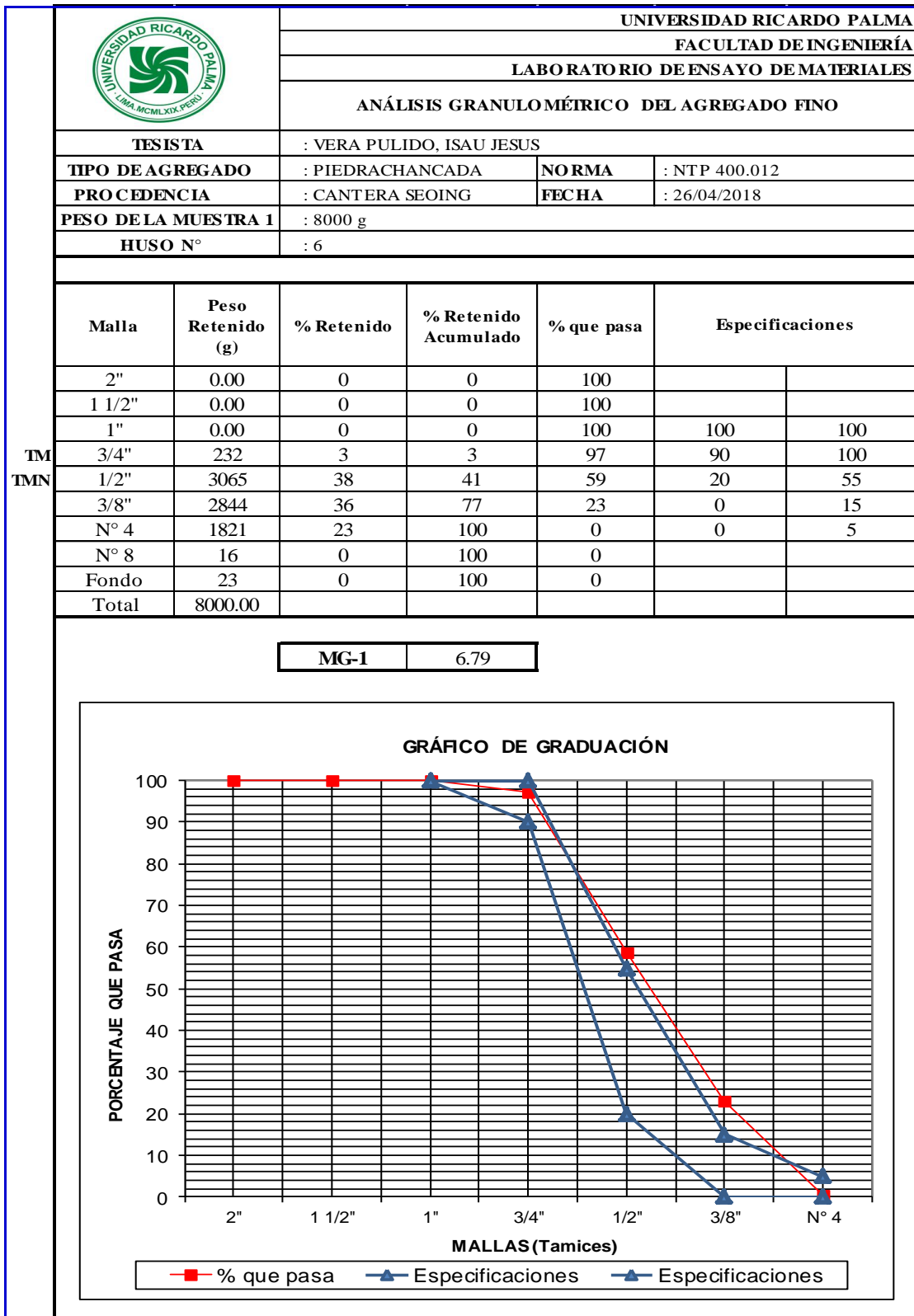
4.1.2. Propiedades del agregado grueso

➤ Granulometría del agregado grueso

Es la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados; se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra representativa del agregado en fracciones de igual tamaño de partículas; la medida de la cuantía de cada fracción se denomina como granulometría. (Rivera, 2013, p.56)

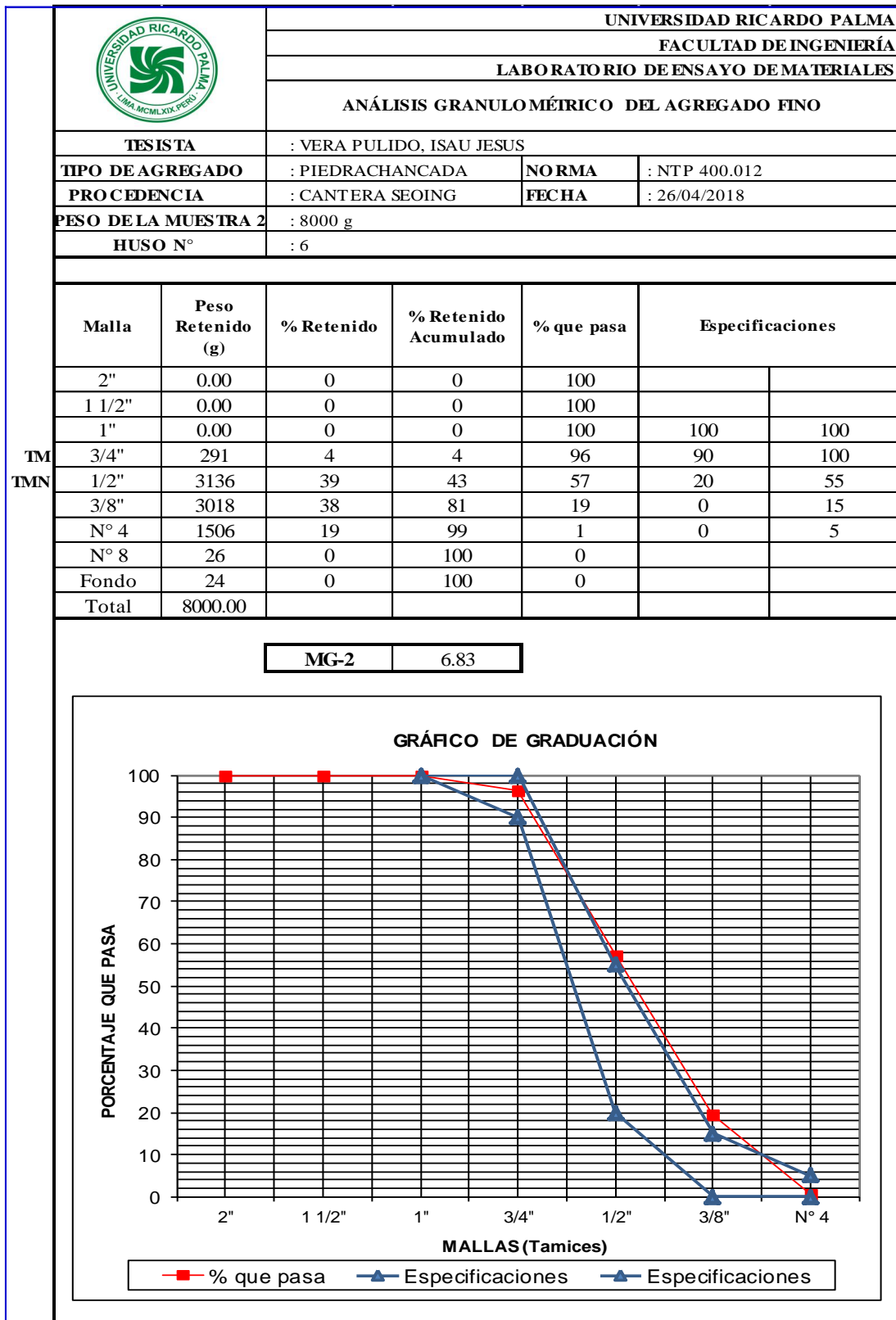
La distribución de la piedra chancada nos permite identificar el Huso, el tamaño máximo nominal y el tamaño máximo de agregado con lo cual podemos realizar el diseño de mezcla, la gradación del agregado es variable y cada muestra tiene su propia granulometría (Ver Tablas 28,29 y 30).

Tabla 28: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra N°1.



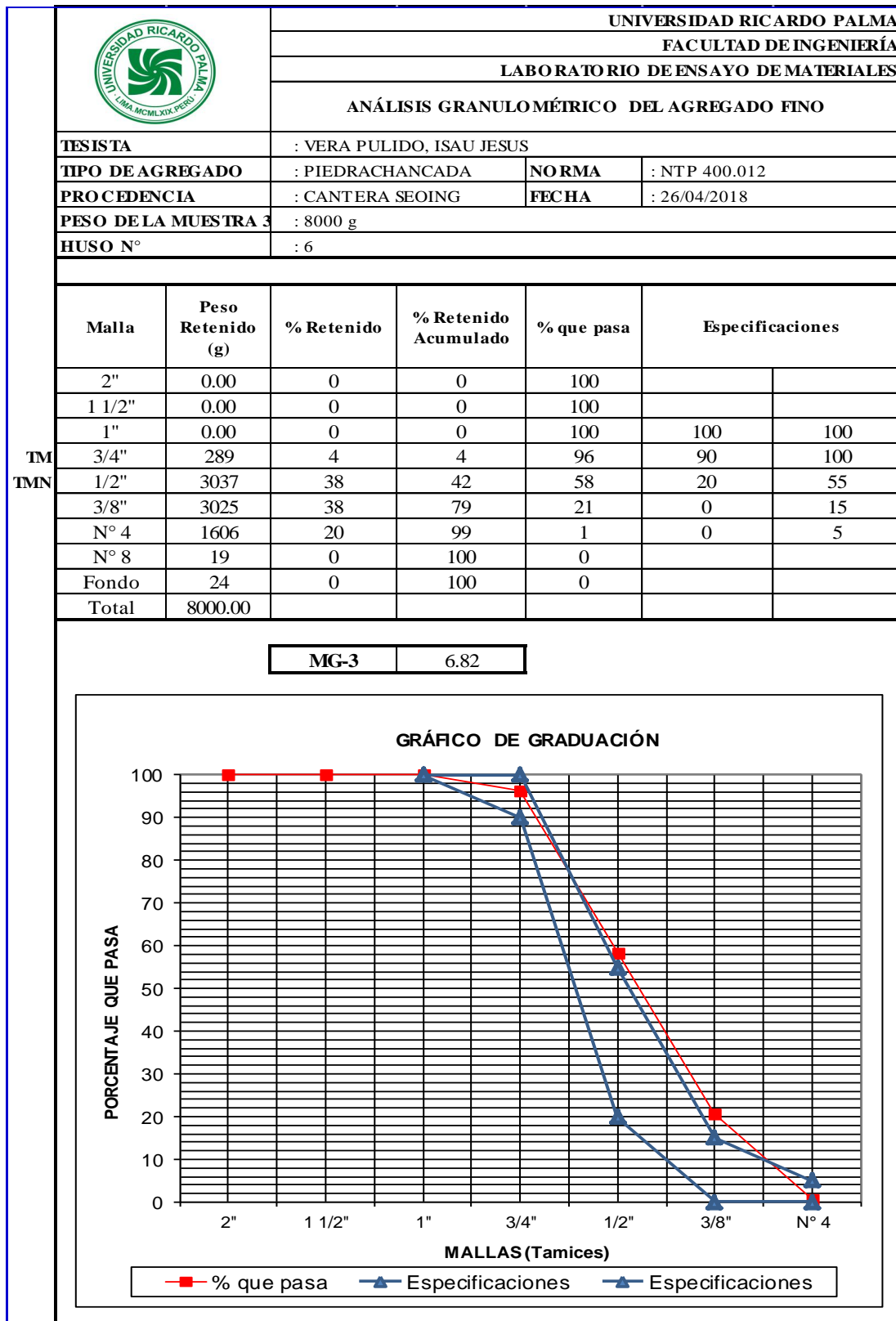
Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra N°2.



Fuente: Elaboración propia


Tabla 30: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra N°3.



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 31 muestra el promedio del módulo del agregado grueso obtenido del ensayo de análisis granulométrico realizado.

Tabla 31: Módulo de Finura del Agregado Grueso – Promedio.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO			
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS			
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.012	
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA :	26/04/2018	
PESO DE LA MUESTRA	: 8000 g			
RESUMEN ANALISIS GRANULOMETRICO				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			MG-PROMEDIO
	MG-01	MG-02	MG-03	
MODULO DEL GRUESO	6.79	6.83	6.82	6.81


Fuente: Elaboración propia

➤ **Peso unitario de agregado grueso**

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C 29 y NTP 400.017. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa. Por ejemplo, para un agregado grueso pesos unitarios altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento. (Torre, 2004, p.47)


En las Tablas 32, 33 y 34 podemos observar detalladamente los resultados obtenidos del estudio de nuestro agregado.

Tabla 32: Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra N°1.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA :	25/04/2018
PESO UNITARIO SUELTO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		19.37	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	13.79	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1499	kg/ m3
PESO UNITARIO COMPACTADO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		20.11	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	14.53	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUS	1579	kg/ m3


Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra N°2.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.017
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA :	25/04/2018
PESO UNITARIO SUELTO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		19.31	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	13.73	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1492	kg/ m3
PESO UNITARIO COMPACTADO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		20.08	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	14.50	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUS	1576	kg/ m3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra N°3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 400.017
PRO CEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA :	25/04/2018
PESO UNITARIO SUELTO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		19.35	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	13.77	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1497	kg/ m3
PESO UNITARIO COMPACTADO			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		20.05	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	14.47	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUS	1573	kg/ m3

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 35 se muestran los resultados de los ensayos de manera resumida de las tres muestras tomadas para realizar los ensayos de peso unitario.

Tabla 35: Peso Unitario del Agregado Grueso – Promedio.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	<u>PESO UNITARIO</u>			
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS			
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA	:	NTP 400.017
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA	:	25/04/2018
RESUMEN PESO UNITARIO				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PESO UNITARIO PROMEDIO
	M-1	M-2	M-3	
PESO UNITARIO SUELTO	1499	1492	1497	1496
PESO UNITARIO COMPACTADO	1579	1576	1573	1576


Fuente: Elaboración propia

➤ **Peso específico y absorción del agregado grueso**

El peso específico de los agregados depende tanto de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. El peso específico cobra especial importancia en los concretos de alto desempeño, dado que por requerimientos de resistencia es usual requerir un agregado con peso específico adecuado y no menor de lo convencional, pues agregados con bajas densidades generalmente indican material poroso, poco resistente y de alta absorción. Sin embargo, estas características de bajo peso específico pueden ser requeridas para concretos ligeros de alto desempeño. El peso específico aparente del agregado depende de la densidad de los minerales que los componen, así como de la cantidad de poros que contengan. (Portugal, 2007, p.63)


La mayoría de los agregados naturales tienen una densidad relativa del orden de 2.6 a 2.7 (Ver Tablas 36, 37 y 38).

Tabla 36: Peso específico y absorción Agregado Grueso – Muestra N°1.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA	: N.T.P. 400.022
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA	: 25/04/2018
PESO DE LA MUESTRA N° 1	: 5000 g		
DESCRIPCIÓN			
SÍMBOLO			
CANTIDAD			
UNIDAD			
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3759.50	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		617.30	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3142.20	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4957.60	g
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA			
$\left(\frac{A}{B - C} \right)$		2.67	
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
$\left(\frac{B}{B - C} \right)$		2.69	
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE			
$\left(\frac{A}{A - C} \right)$		2.73	
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
$\left(\frac{B - A}{A} \right) * 100$		0.86	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Peso específico y absorción Agregado Grueso – Muestra N°2.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA	: N.T.P. 400.022
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA	: 25/04/2018
PESO DE LA MUESTRA N°2	: 5000 g		
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3752.20	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		617.30	g
PESO DEL MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3134.90	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4958.70	g
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA			
$\left(\frac{A}{B - C} \right)$		2.66	
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
$\left(\frac{B}{B - C} \right)$		2.68	
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE			
$\left(\frac{A}{A - C} \right)$		2.72	
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
$\left(\frac{B - A}{A} \right) * 100$		0.83	

Fuente: Elaboración propia


Tabla 38: Peso específico y absorción Agregado Grueso – Muestra N°3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN		
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS		
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA	: N.T.P. 400.022
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA	: 25/04/2018
PESO DE LA MUESTRA N°3	: 5000 g		
DESCRIPCIÓN			
SÍMBOLO			
CANTIDAD			
UNIDAD			
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3745.90	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		617.30	g
PESO DEL MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	C	3128.60	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4959.60	g
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA			
$\left(\frac{A}{B - C} \right)$		2.65	
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
$\left(\frac{B}{B - C} \right)$		2.67	
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE			
$\left(\frac{A}{A - C} \right)$		2.71	
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
$\left(\frac{B - A}{A} \right) * 100$		0.81	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 39 se muestran los resultados de los ensayos de manera resumida de las tres muestras tomadas para realizar los ensayos de peso específico y absorción que serán necesarios para realizar el diseño de mezcla posteriormente.

Tabla 39: Peso específico y absorción Agregado Grueso – Promedio.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
		FACULTAD DE INGENIERÍA		
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN				
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS			
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA	: N.T.P. 400.022	
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA	: 25/04/2018	
PESO DE LA MUESTRA	: 5000 g			
RESUMEN PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PESO ESPECIFICO Y
	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.67	2.66	2.65	2.66
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	2.69	2.68	2.67	2.68
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.73	2.72	2.71	2.72
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	0.86	0.83	0.81	0.83

Fuente: Elaboración propia

➤ Contenido de humedad del agregado grueso

Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla. (Torre, 2004, p.48)

En la Figura 11 se muestra el agregado grueso en el horno para el proceso de secado.




Figura 11: Muestra para el ensayo de contenido de humedad agregado grueso

Fuente: Elaboración propia


En las Tablas 40, 41 y 42 podemos comprobar lo mencionado teóricamente.

Tabla 40: Contenido de humedad del Agregado Grueso – Muestra N°1.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
	FACULTAD DE INGENIERÍA						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
	CONTENIDO DE HUMEDAD						
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS						
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA	NTP 339.185				
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA	25/04/2018				
PESO DE LA MUESTRA 1	: 2500 g						
CONTENIDO DE HUMEDAD							
ENSAYO	SIMBOLO	MUESTRA	UNIDAD				
PESO DE LA TARA		191.5	g				
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		2691.5	g				
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	2500.0	g				
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		2688.7	g				
MUESTRA SECA	B	2497.2	g				
CONTENIDO DE AGUA	A-B	2.80	g				
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.11	%				
<p>CONTENIDO DE HUMEDAD</p> <p>$\% h = [(A - B) / B] * 100$</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>MUESTRA-PRUEBA</td> <td>% HUMEDAD</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA</td> <td>0.11</td> </tr> </table>				MUESTRA-PRUEBA	% HUMEDAD	MUESTRA	0.11
MUESTRA-PRUEBA	% HUMEDAD						
MUESTRA	0.11						


Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Contenido de humedad del Agregado Grueso – Muestra N°2.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
	FACULTAD DE INGENIERÍA						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
	CONTENIDO DE HUMEDAD						
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS						
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA	NTP 339.185				
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA	25/04/2018				
PESO DE LA MUESTRA 2	: 2500 g						
CONTENIDO DE HUMEDAD							
ENSAYO	SIMBOLO	MUESTRA	UNIDAD				
PESO DE LA TARA		191.5	g				
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		2691.5	g				
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	2500.0	g				
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		2687.9	g				
MUESTRA SECA	B	2496.4	g				
CONTENIDO DE AGUA	A-B	3.60	g				
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.14	%				
<p>CONTENIDO DE HUMEDAD</p> <p>$\% h = [(A - B) / B] * 100$</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>MUESTRA-PRUEBA</td> <td>% HUMEDAD</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA</td> <td>0.14</td> </tr> </table>				MUESTRA-PRUEBA	% HUMEDAD	MUESTRA	0.14
MUESTRA-PRUEBA	% HUMEDAD						
MUESTRA	0.14						

Fuente: Elaboración propia


Tabla 42: Contenido de humedad del Agregado Grueso – Muestra N°3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
	FACULTAD DE INGENIERÍA						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
	CONTENIDO DE HUMEDAD						
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS						
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA	NTP 339.185				
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA	25/04/2018				
PESO DE LA MUESTRA 3	: 2500 g						
CONTENIDO DE HUMEDAD							
ENSAYO	SIMBOLO	MUESTRA	UNIDAD				
PESO DE LA TARA		191.5	g				
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		2691.5	g				
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	2500.0	g				
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		2688.3	g				
MUESTRA SECA	B	2496.8	g				
CONTENIDO DE AGUA	A-B	3.20	g				
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.13	%				
<p>CONTENIDO DE HUMEDAD</p> <p>$\% h = [(A - B) / B] * 100$</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>MUESTRA-PRUEBA</td> <td>% HUMEDAD</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA</td> <td>0.13</td> </tr> </table>				MUESTRA-PRUEBA	% HUMEDAD	MUESTRA	0.13
MUESTRA-PRUEBA	% HUMEDAD						
MUESTRA	0.13						

Fuente: Elaboración propia

Para los cálculos en el diseño de mezcla se tomó como dato el resultado del promedio de humedad de los tres ensayos mostrado en la Tabla 43.

Tabla 43: Contenido de humedad del Agregado Grueso – Promedio.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	CONTENIDO DE HUMEDAD			
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS			
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA :	NTP 339.185	
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA :	25/04/2018	
PESO DE LA MUESTRA	: 500 g			
RESUMEN CONTENIDO DE HUMEDAD				
DESCRIPCIÓN	ENSA YOS			HUMEDAD PROMEDIO (%)
	M-1	M-2	M-3	
HUMEDAD	0.11	0.14	0.13	0.13


Fuente: Elaboración propia

➤ **Material que pasa la malla #200 del agregado grueso**

El material más fino que pasa la malla # 200 para el agregado grueso según la norma NTP 400.018 establece el procedimiento para determinar por vía húmeda el contenido de polvo o material que pasa por tamiz normalizado de 75 um (N° 200), en el agregado a emplearse en la elaboración de concretos (hormigones) y morteros, de la misma forma que para el agregado fino. Las partículas de arcilla y otras partículas de agregado que son dispersadas por el agua, así como los materiales solubles en agua, serán removidos del agregado durante el ensayo. (Benites, 2011, p.125)


En las Tablas 44, 45 y 46 se puede observar los resultados obtenidos en el ensayo realizado al agregado grueso.

Tabla 44: Material que pasa la malla #200 del Agregado Grueso – Muestra N°1.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																						
	FACULTAD DE INGENIERÍA																						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																						
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200																						
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS																						
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA :	N.T.P. 400.018																				
PRO CEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA :	25/04/2018																				
PESO DE LA MUESTRA 1	: 2500 g																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>SÍMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA</td> <td>P1</td> <td>2500</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA</td> <td>P2</td> <td>2495.1</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200</td> <td>(P1-P2)</td> <td>4.9</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>% QUE PASA LA MALLA N°200</td> <td>A</td> <td>0.20</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	PESO DE LA MUESTRA	P1	2500	gr	PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	2495.1	gr	MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1-P2)	4.9	gr	% QUE PASA LA MALLA N°200	A	0.20	%
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD																				
PESO DE LA MUESTRA	P1	2500	gr																				
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	2495.1	gr																				
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1-P2)	4.9	gr																				
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	0.20	%																				
$A = \left(\frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$		0.20%																					


Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Material que pasa la malla #200 del Agregado Grueso – Muestra N°2.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																						
	FACULTAD DE INGENIERÍA																						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																						
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200																						
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS																						
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA :	N.T.P. 400.018																				
PRO C E D E N C I A	: CANTERA SEOING	FECHA :	25/04/2018																				
PESO DE LA MUESTRA 2	: 2500 g																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>SÍMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA</td> <td>P1</td> <td>2500</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA</td> <td>P2</td> <td>2495.6</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200</td> <td>(P1-P2)</td> <td>4.4</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>% QUE PASA LA MALLA N°200</td> <td>A</td> <td>0.18</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	PESO DE LA MUESTRA	P1	2500	gr	PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	2495.6	gr	MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1-P2)	4.4	gr	% QUE PASA LA MALLA N°200	A	0.18	%
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD																				
PESO DE LA MUESTRA	P1	2500	gr																				
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	2495.6	gr																				
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1-P2)	4.4	gr																				
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	0.18	%																				
$A = \left(\frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$																							
0.18%																							

Fuente: Elaboración propia


Tabla 46: Material que pasa la malla #200 del Agregado Grueso – Muestra N°3.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																						
	FACULTAD DE INGENIERÍA																						
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																						
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200																						
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS																						
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA :	N.T.P. 400.018																				
PRO CIEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA :	25/04/2018																				
PESO DE LA MUESTRA 3	: 2500 g																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>SÍMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA</td> <td>P1</td> <td>2500</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA</td> <td>P2</td> <td>2495.7</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200</td> <td>(P1-P2)</td> <td>4.3</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>% QUE PASA LA MALLA N°200</td> <td>A</td> <td>0.17</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	PESO DE LA MUESTRA	P1	2500	gr	PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	2495.7	gr	MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1-P2)	4.3	gr	% QUE PASA LA MALLA N°200	A	0.17	%
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD																				
PESO DE LA MUESTRA	P1	2500	gr																				
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	2495.7	gr																				
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	(P1-P2)	4.3	gr																				
% QUE PASA LA MALLA N°200	A	0.17	%																				
$A = \left(\frac{P1 - P2}{P1} \right) * 100$																							
0.17%																							

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 47 se muestran los resultados de los ensayos de manera resumida de las tres muestras tomadas para realizar los ensayos de porcentaje que pasa la malla #200.

Tabla 47: Material que pasa la malla #200 del Agregado Grueso – Promedio.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200			
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS			
TIPO DE AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	NORMA	:	N.T.P. 400.018
PROCEDENCIA	: CANTERA SEOING	FECHA	:	25/04/2018
PESO DE LA MUESTRA	: 2500 g			
RESUMEN MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PORCENTAJE MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200
	M-1	M-2	M-3	
MALLA #200	0.20	0.18	0.17	0.18

Fuente: Elaboración propia

4.2. Poliestireno expandido

Como su nombre lo indica, el poliestireno modificado se fabrica teniendo como materia prima poliestireno expandido, el cual siendo expuesto a un proceso térmico es modificado en su estructura interna, pasando de espumosa a plástica. Este proceso se extiende por un tiempo y una temperatura determinada, obteniendo como resultado un material de baja densidad y gran resistencia mecánica, dependiendo de las variables anteriormente mencionadas. (Rodríguez, 2017, p.59)

En la Figura 12 podemos observar el tipo de poliestireno empleado en la investigación.



Figura 12: Perlitas de poliestireno expandido.

Fuente: Elaboración propia

En los ensayos de diseño de mezcla se utilizó perlitas de poliestireno expandido con un peso específico de 0.01gr/cm^3 . Se empleó este material para reducir el peso del concreto reemplazando parcialmente el agregado grueso, este agregado es fácil de transportar debido a su ligereza y lo más importante es que es fácil de adquirir en nuestro medio siendo factible el empleo de este tipo de agregado para la ejecución de diversas obras de construcción civil.

4.3. Diseño de mezcla de concreto

Existen diversos métodos para el diseño de mezcla de concreto, para el diseño de mezcla se elige el método ACI debido a ser un método efectivo y confiable. Debido a que se rige a parámetros establecidos como son el principio de volúmenes absolutos, tamaño máximo y tamaño máximo nominal de la piedra, resistencia a la compresión y relación agua cemento, trabajabilidad de la mezcla.

Con este método de diseño se puede añadir el poliestireno expandido como agregado a la mezcla reemplazando parcialmente la piedra añadiéndolo en el volumen absoluto, así lograremos un concreto liviano.

Se realizó un diseño patrón del cual partiremos con los otros diseños de concreto liviano con adición de perlitas de poliestireno expandido en proporciones de 0,5% 0,6% y 0,8%.

Se optimizará la resistencia del concreto empleando un aditivo plastificante en este caso emplearemos el Viscocrete 1110 en cada uno de los diseños de mezcla con perlitas de poliestireno expandido.

4.3.1. Diseño de mezcla de concreto simple

➤ Características de los materiales

Los valores se muestran en las Tablas 48, 49, 50 y 51.

Tabla 48: Características del cemento.

Características del cemento	
Marca	Cemento Sol
Tipo	Portland Tipo I
Peso específico Kg/m ³	3150

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49: Características de los agregados.

Características de los agregados			
Descripción	Ag. Fino	Ag. Grueso	Unid.
Cantera	Jicamarca	Seoing	-
Módulo de finura	3.00	6.81	-
Peso unitario suelto	1536	1496	kg/m ³
Peso unitario compactado	1695	1576	kg/m ³
Peso específico de masa	2.62	2.66	g/cm ³
Peso específico de masa saturada superficialmente seca	2.63	2.68	g/cm ³
Peso específico aparente.	2.65	2.72	g/cm ³
Porcentaje de absorción	0.40	0.83	%
Contenido de humedad	0.34	0.13	%
Material que pasa malla N°200	6.44	0.18	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Características del agua.

Características del agua	
Procedencia	Red pública de Santiago de Surco
Peso específico (kg/m ³)	1000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Características del aditivo.

Características del aditivo	
Procedencia	Sika
Tipo	plastificante
Peso específico (kg/m ³)	1060

Fuente: Elaboración propia

➤ **Calculo del diseño de mezcla**

Los cálculos realizados para elaborar el diseño del concreto patrón Tabla 53 denominado diseño patrón se empleó el método de diseño ACI con una resistencia de 210kg/cm² con un asentamiento de 3” a 4”, por ser un diseño para losas.

A continuación, detallaremos paso a paso el procedimiento del diseño patrón.

1.- $f'_{cr} = 210 + 84 = 294$

2.- Asentamiento = (7,5 a 10) cm

3.- TMN = 1 / 2”

4.- Agua de diseño = 215L

Aire atrapado = 2,5%

5.- Tabla 3,1

300 0.55

294 x

250 0.62

Entonces la relación agua/cemento es 0,56

6.- $FC = \frac{215}{0.56} = 9.06 \text{ Bol/m}^3$

Método ACI

$mf = 3.00$

$b/bo = 0.53$

$P_s (g) = 0.53 \times 1576 = 835.33 \text{ kg}$

Con estos datos podemos calcular el volumen absoluto de agregado fino:

$\text{Vol Abs (f)} = 1 - \left(\frac{385.03}{3150} + \frac{835.33}{2660} + \frac{215}{1000} + \frac{2.5}{100} \right) = 0,3236$

$P_s (f) = 0.3236 \times 2620 = 848.10 \text{ kg}$

Cantidad de materiales por m³ de concreto en obra.

Cemento = 385.03kg

Agregado fino = 851.00kg

Agregado grueso = 835.66kg

Agua efectiva = $215 - \left(\frac{0.34 - 0.40}{100} \times 848.10 \right) - \left(\frac{0.13 - 0.83}{100} \times 835.33 \right) = 221.42 \text{ L}$

En la Tabla 52 presentamos un resumen de los pesos por m³ de concreto en obra.

Tabla 52: Tabla de pesos de los materiales por m³ de concreto.

Materiales	Peso (kg/m³)
Cemento	385.03
Agregado fino	851.00
Agregado grueso	835.66
Agua	221.42

Fuente: Elaboración propia

Con los datos teóricamente obtenidos se realizó la mezcla de concreto físicamente en la mezcladora tipo trompo (ver Figura 13) para verificar el slump deseado para tomar la decisión de corregir el agua de diseño, para obtener el resultado del slump se realizó el ensayo de cono de Abrams obteniendo el asentamiento deseado 3” encontrándose en el rango deseado de 3” a 4”.

A continuación, mostraremos las cantidades y la dosificación de los materiales empleados en los diseños. (Ver Tabla 53)



Figura 13: Mezcla de concreto.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53: Diseño DP-Único de mezcla de concreto liviano con 0,56 de relación a/c.

CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO									
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
Fecha	28/04/2018		Código Mezcla	DP-Único					
Diseño	METÓDO -ACI		Hora Vaciado	06:00:00 p.m.					
Relación a/c	0.56		Volumen de Prueba (m3)	0.045					
Aditivo a evaluar	NINGUNO								
Asentamiento	3" - 4"								
Tipo de Concreto	CONVENCIONAL								

Dosificación del aditivo			Dosificación de los agregados			Dosificación material cementante			
DESCRIPCIÓN	CANT	UND	Vol. Aire	:	2.5	%	Agua Diseño	215.00	Lts.
-	-	-	Vol. Absoluto Fino	:	0.3236		Cemento	385.03	kg
-	-	-	b/bo	:	0.530				

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	PESO UNITARIO COMPACTADO	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									PESO MEZCLA	UNIDAD
CEMENTO	Cementos Lima	3150				385.03	0.1222	385.03	17.33	kg
ARENA	Jicamarca	2621	1695	0.34	0.40	848.10	0.3236	851.00	38.29	kg
PIEDRA	Seoing	2659	1576	0.13	0.83	835.33	0.3142	836.40	37.64	kg
AGUA	Sedapal	1000				215.00	0.2150	221.42	9.96	lt
ADITIVO	Sika	1060				0.00	0.0000	0.00	0.00	lt
AIRE						0.00	0.0250			
TOTAL						2283.46	1.0000			

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Diseño de mezcla de concreto liviano con poliestireno expandido

Tomando como referencia el diseño patrón realizado se precede a adicionar a la mezcla de concreto el poliestireno expandido con diferentes dosificaciones en este caso la dosificación fue de 0.5%, 0.6% y 0.8% con referencia al peso del cemento DPE-01, DPE-02 y DPE-03, la abreviatura “DPE” se referencia a “Diseño con Poliestireno Expandido”. La relación agua cemento se mantiene constante en los tres diseños mencionados. La adición del poliestireno expandido en la mezcla se logra debido a que sustituimos el agregado grueso parcialmente por poliestireno expandido, debido al método de diseño elegido incorporamos el poliestireno expandido en el volumen absoluto como agregado.

Para optimizar la resistencia del concreto y la trabajabilidad del mismo se adiciona un aditivo plastificante “Viscocrete 1110”-Sika, para realizar los diseños de mezcla se mantendrá la dosificación de poliestireno expandido no obstante la relación agua cemento se reduce debido a la reducción de agua de diseño en un 25%, denominados DPEA-01, DPEA-02 y DPEA-03, donde “DPEA” es la abreviatura de “Diseño con Poliestireno Expandido más Aditivo”.

En las Tablas 54, 55, 56, 57, 58 y 59 mostraremos detalladamente cada uno de los diseños de concreto liviano realizados.

Tabla 54: Diseño DPE-01 de mezcla de concreto liviano con 0,56 de relación a/c y 0.5% de poliestireno expandido.

CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO									
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
Fecha	<input type="text" value="30/05/2018"/>		Código Mezcla	<input type="text" value="DPE-01"/>					
Diseño	<input type="text" value="MÉTODO -ACI"/>		Hora Vaciado	<input type="text" value="07:20:00 p.m."/>					
Relación a/c	<input type="text" value="0.56"/>		Volumen de Prueba (m ³)	<input type="text" value="0.045"/>					
Aditivo a evaluar	<input type="text" value="NINGUNO"/>		Reducción del agua	<input type="text" value="0%"/>					
Asentamiento	<input -="" 4"="" type="text" value="3"/>		Reducción de la piedra	<input type="text" value="35%"/>					
Tipo de Concreto	<input type="text" value="LIVIANO - ALTA DENSIDAD"/>								

Dosificación del aditivo			Dosificación de los agregados			Dosificación material cementante			
DESCRIPCIÓN	CANT	UND							
-	-	-	Vol. Aire	:	2.5	%	Agua Diseño	215.00	Lts.
-	-	-	Vol. Absoluto Fino	:	0.2410		Cemento	385.03	kg
-	-	-	b/bo	:	0.530				

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	PESO UNITARIO COMPACTADO	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									PESO MEZCLA	UNIDAD
CEMENTO	Cementos Lima	3150				385.03	0.1222	385.03	17.33	kg
ARENA	Jicamarca	2621	1695	0.34	0.40	631.75	0.2410	633.90	28.53	kg
PIEDRA	Seoing	2659	1576	0.13	0.83	542.96	0.2042	543.66	24.46	kg
POLIESTIRENO EXPANDIDO	Etsa Perú	10				1.93	0.1925	1.93	0.09	kg
AGUA	Sedapal	1000				215.00	0.2150	219.22	9.86	lt
ADITIVO	Sika	1060				0.00	0.0000	0.00	0.00	lt
AIRE						0.00	0.0250			
TOTAL						1776.66	1.0000			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Diseño DPE-01 de mezcla de concreto liviano con 0,56 de relación a/c y 0.6% de poliestireno expandido.

CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO										
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD RICARDO PALMA										
Fecha	<input type="text" value="04/06/2018"/>		Código Mezcla	<input type="text" value="DPE-02"/>						
Diseño	<input type="text" value="MÉTOD0 -ACI"/>		Hora Vaciado	<input type="text" value="07:17:00 p.m."/>						
Relación a/c	<input type="text" value="0.56"/>		Volumen de Prueba (m3)	<input type="text" value="0.045"/>						
Aditivo a evaluar	<input type="text" value="NINGUNO"/>		Reducción del agua	<input type="text" value="0%"/>						
Asentamiento	<input -="" 4"="" type="text" value="3"/>		Reducción de la piedra	<input type="text" value="41%"/>						
Tipo de Concreto	<input type="text" value="LIVIANO - ALTA DENSIDAD"/>									

Dosificación del aditivo			Dosificación de los agregados			Dosificación material cementante			
DESCRIPCIÓN	CANT	UND	Vol. Aire	:	2.5	%	Agua Diseño	215.00	Lts.
-	-	-	Vol. Absoluto Fino	:	0.2214		Cemento	385.03	kg
-	-	-	b/bo	:	0.530				

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	PESO UNITARIO COMPACTADO	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									PESO MEZCLA	UNIDAD
CEMENTO	Cementos Lima	3150				385.03	0.1222	385.03	17.33	kg
ARENA	Jicamarca	2621	1695	0.34	0.40	580.24	0.2214	582.22	26.20	kg
PIEDRA	Seoing	2659	1576	0.13	0.83	492.84	0.1854	493.47	22.21	kg
POLIESTIRENO EXPANDIDO	Etsa Perú	10				2.31	0.2310	2.31	0.10	kg
AGUA	Sedapal	1000				215.00	0.2150	218.83	9.85	lt
ADITIVO	Sika	1060				0.00	0.0000	0.00	0.00	lt
AIRE						0.00	0.0250			
TOTAL						1675.42	1.0000			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56: Diseño DPE-01 de mezcla de concreto liviano con 0,56 de relación a/c y 0.8% de poliestireno expandido.

CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO										
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD RICARDO PALMA										
Fecha	05/06/2018			Código Mezcla	DPE-03					
Diseño	MÉTODO -ACI			Hora Vaciado	06:17:00 p.m.					
Relación a/c	0.56			Volumen de Prueba (m ³)	0.045					
Aditivo a evaluar	NINGUNO			Reducción del agua	0%					
Asentamiento	3" - 4"			Reducción de la piedra	53%					
Tipo de Concreto	LIVIANO - ALTA DENSIDAD									

Dosificación del aditivo			Dosificación de los agregados			Dosificación material cementante				
DESCRIPCIÓN	CANT	UND	Vol. Aire	:	2.5	:	%	Agua Diseño	215.00	Lts.
-	-	-	Vol. Absoluto Fino	:	0.1821	:		Cemento	385.03	kg
-	-	-	b/bo	:	0.530	:				

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	PESO UNITARIO COMPACTADO	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									PESO MEZCLA	UNIDAD
CEMENTO	Cementos Lima	3150				385.03	0.1222	385.03	17.33	kg
ARENA	Jicamarca	2621	1695	0.34	0.40	477.23	0.1821	478.85	21.55	kg
PIEDRA	Seoing	2659	1576	0.13	0.83	392.60	0.1477	393.11	17.69	kg
POLIESTIRENO EXPANDIDO	Etsa Perú	10				3.08	0.3080	3.08	0.14	kg
AGUA	Sedapal	1000				215.00	0.2150	218.06	9.81	lt
ADITIVO	Sika	1060				0.00	0.0000	0.00	0.00	lt
AIRE						0.00	0.0250			
TOTAL						1472.94	1.0000			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Diseño DPE-01 de mezcla de concreto liviano con 0,42 de relación a/c, 1% de adición de aditivo Viscocrete 1110 y 0.5% de poliestireno expandido.

CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO										
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD RICARDO PALMA										
Fecha	19/07/2018			Código Mezcla	DPEA-01					
Diseño	MÉTODO -ACI			Hora Vaciado	08:10:00 p.m.					
Relación a/c	0.42			Volumen de Prueba (m3)	0.045					
Aditivo a evaluar	PLASTIFICANTE			Reducción del agua	25%					
Asentamiento	3" - 4"			Reducción de la piedra	27%					
Tipo de Concreto	LIVIANO - ALTA DENSIDAD			Agua de diseño inicial	215					

Dosificación del aditivo			Dosificación de los agregados			Dosificación material cementante			
DESCRIPCIÓN	CANT	UND	Vol. Aire	:	2.5	%	Agua Diseño	161.25	Lts.
Viscocrete 1110	1.00	%	Vol. Absoluto Fino	:	0.2660		Cemento	385.03	kg
-	-	-	b/bo	:	0.530				

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	PESO UNITARIO COMPACTADO	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									PESO MEZCLA	UNIDAD
CEMENTO	Cementos Lima	3150				385.03	0.1222	385.03	17.33	kg
ARENA	Jicamarca	2621	1695	0.34	0.40	697.22	0.2660	699.60	31.48	kg
PIEDRA	Seoing	2659	1576	0.13	0.83	609.79	0.2294	610.57	27.48	kg
POLIESTIRENO EXPANDIDO	Etsa Perú	10				1.93	0.1925	1.93	0.09	kg
AGUA	Sedapal	1000				161.25	0.1613	165.98	7.47	lt
ADITIVO	Sika	1060				3.85	0.0036	3.85	0.17	lt
AIRE						0.00	0.0250			
						TOTAL			1859.07	1.0000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58: Diseño DPE-01 de mezcla de concreto liviano con 0,42 de relación a/c, 1% de adición de aditivo Viscocrete 1110 y 0.6% de poliestireno expandido.

CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO										
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD RICARDO PALMA										
Fecha	23/07/2018			Código Mezcla	DPEA-02					
Diseño	METÓDO -ACI			Hora Vaciado	07:49:00 p.m.					
Relación a/c	0.42			Volumen de Prueba (m ³)	0.045					
Aditivo a evaluar	PLASTIFICANTE			Reducción del agua	25%					
Asentamiento	3" - 4"			Reducción de la piedra	33%					
Tipo de Concreto	LIVIANO - ALTA DENSIDAD			Agua de diseño inicial	215					

Dosificación del aditivo			Dosificación de los agregados			Dosificación material cementante			
DESCRIPCIÓN	CANT	UND	Vol. Aire	:	2.5	%	Agua Diseño	161.25	Lts.
Viscocrete 1110	1.00	%	Vol. Absoluto Fino	:	0.2464		Cemento	385.03	kg
-	-	-	b/bo	:	0.530				

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	PESO UNITARIO COMPACTADO	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									PESO MEZCLA	UNIDAD
CEMENTO	Cementos Lima	3150				385.03	0.1222	385.03	17.33	kg
ARENA	Jicamarca	2621	1695	0.34	0.40	645.72	0.2464	647.92	29.16	kg
PIEDRA	Seoing	2659	1576	0.13	0.83	559.67	0.2105	560.39	25.22	kg
POLIESTIRENO EXPANDIDO	Etsa Perú	10				2.31	0.2310	2.31	0.10	kg
AGUA	Sedapal	1000				161.25	0.1613	165.60	7.45	lt
ADITIVO	Sika	1060				3.85	0.0036	3.85	0.17	lt
AIRE						0.00	0.0250			
						TOTAL		1757.82	1.0000	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Diseño DPE-01 de mezcla de concreto liviano con 0,42 de relación a/c, 1% de adición de aditivo Viscocrete 1110 y 0.8% de poliestireno expandido.

CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO									
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
Fecha	02/08/2018			Código Mezcla	DPEA-03				
Diseño	MÉTODO -ACI			Hora Vaciado	05:16:00 p.m.				
Relación a/c	0.42			Volumen de Prueba (m3)	0.045				
Aditivo a evaluar	PLASTIFICANTE			Reducción del agua	25%				
Asentamiento	3" - 4"			Reducción de la piedra	45%				
Tipo de Concreto	LIVIANO - ALTA DENSIDAD			Agua de diseño inicial	215				

Dosificación del aditivo			Dosificación de los agregados			Dosificación material cementante			
DESCRIPCIÓN	CANT	UND	Vol. Aire	:	2.5	%	Agua Diseño	161.25	Lts.
Viscocrete 1110	1.00	%	Vol. Absoluto Fino	:	0.2071		Cemento	385.03	kg
-	-	-	b/bo	:	0.530				

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	PESO UNITARIO COMPACTADO	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									PESO MEZCLA	UNIDAD
CEMENTO	Cementos Lima	3150				385.03	0.1222	385.03	17.33	kg
ARENA	Jicamarca	2621	1695	0.34	0.40	542.70	0.2071	544.55	24.50	kg
PIEDRA	Seoing	2659	1576	0.13	0.83	459.43	0.1728	460.02	20.70	kg
POLIESTIRENO EXPANDIDO	Etsa Perú	10				3.08	0.3080	3.08	0.14	kg
AGÜA	Sedapal	1000				161.25	0.1613	164.83	7.42	lt
ADITIVO	Sika	1060				3.85	0.0036	3.85	0.17	lt
AIRE						0.00	0.0250			
						TOTAL		1555.34	1.0000	

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Ensayos de concreto fresco

A continuación, mostraremos los ensayos realizados al concreto en estado fresco, se realizó cada ensayo a cada diseño realizado incluyendo el diseño patrón, tres diseños incluyendo las perlititas de poliestireno expandido y tres diseños incluyendo las perlititas de poliestireno expandido con aditivo plastificante.

Desarrollaremos los ensayos de concreto fresco siguiendo el procedimiento establecido en las normas correspondientes en este caso la Norma Técnica Peruana y ASTM.

Muestreo de la muestra de concreto

- Para la elaboración de probetas y vigas se recomienda tener listos los materiales emplear para su muestreo.
- El inicio del muestreo de probetas debe ser inmediatamente después de retirar la muestra de la mezcladora en una zona libre y nivelada.
- Se llenarán las probetas en los moldes verificando que la muestra este en estado óptimo sin segregación, vertiendo el concreto a una altura adecuada por etapas.
- Luego de tener la primera capa se compactará de manera enérgica con la barra con 25 golpes verticales uniformemente en forma circular, el mismo procedimiento se repite en las siguientes capas.

Enrasar las probetas para retirar el exceso de concreto de la superficie de los moldes. (Ver Figura 14)



Figura 14: muestreo de probetas de concreto liviano.

Fuente: Elaboración propia

➤ **Medición del asentamiento (Slump)**

Las normas del ASTM y ACI no proveen especificaciones para realizar este ensayo para el tipo de concreto liviano con poliestireno expandido. Sin embargo, el procedimiento realizado para la medición del Slump será el contemplado en la norma ASTM C143 Y NTP 339.045 mediante el uso del cono de abrams.


- El interior del molde debe estar húmedo para evitar la adherencia entre el concreto con la pared del cono.
- Colocar el cono en una superficie nivelada.
- Llenar el cono en tres capas iguales y compactar circularmente con la varilla.
- Cuando las tres capas fueron compactadas se enrasa la superficie con la misma varilla empleada en l compactación.
- Cuidadosamente retirar el cono de forma vertical e invertirlo para su posterior medición.
- La lectura de la medición será desde la parte inferior de la varilla hasta la parte central de la muestra en pulgadas, cm o mm de acuerdo a lo requerido, este valor obtenido será el asentamiento.
- En la Figura 15 se observa el ensayo de Slump mediante el cono de Abrams, del mismo modo en las Tablas 60 y 61 se muestran los resultados obtenidos.



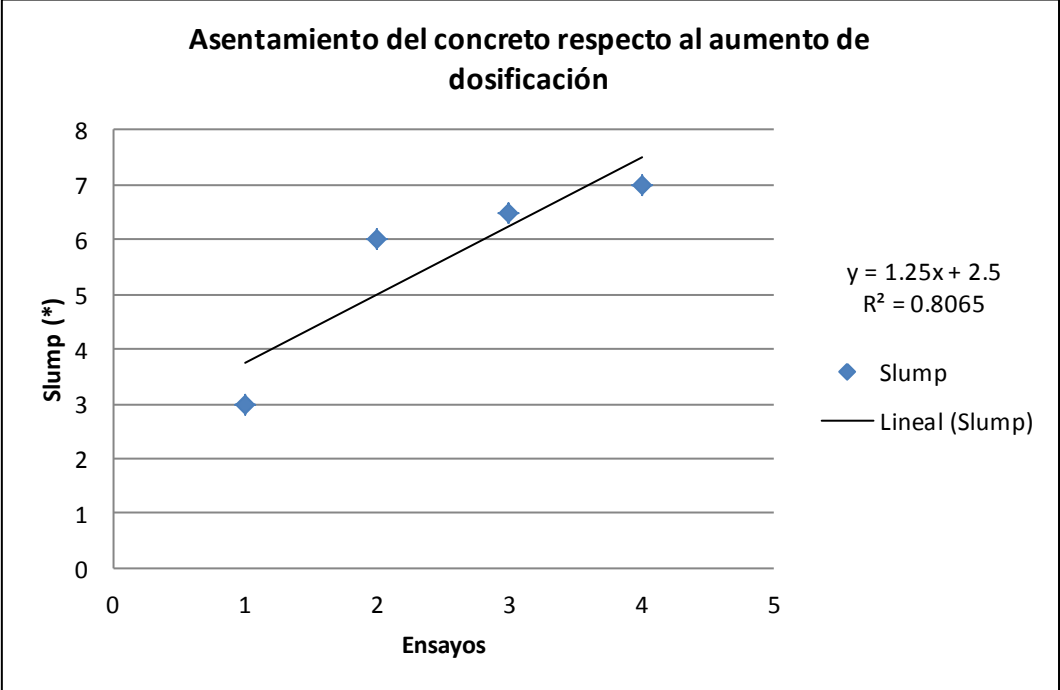
Figura 15: asentamiento el concreto mediante el ensayo de cono de Abrams.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Resultados del asentamiento del concreto sin aditivo Viscocrete 1110 y gráfico de tendencia.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
	Asentamiento				
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS				
DISEÑOS	: VARIOS	Norma	: 339.035		
RELACIÓN (a/c)	: 0.56	Fecha	: Varios		
DISEÑOS					
Código	CANTIDAD				Unidad
	DP-Único	DPE-01	DPE-02	DPE-03	
Slump	3	6	6.5	7	Pulgadas (*)

Asentamiento del concreto respecto al aumento de dosificación




$y = 1.25x + 2.5$
 $R^2 = 0.8065$

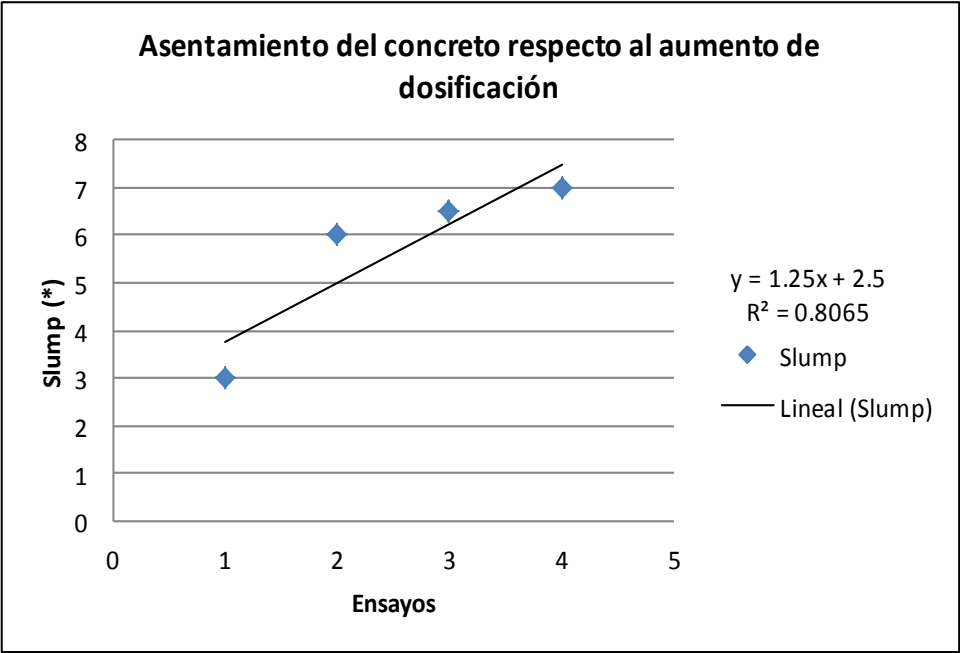
◆ Slump
— Lineal (Slump)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61: Resultados del asentamiento del concreto con aditivo Viscocrete 1110 y gráfico de tendencia.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
	Asentamiento				
TESISTA	: VERA PULIDO, ISAU JESUS				
DISEÑOS	: VARIOS			Norma	: 339.035
RELACIÓN (a/c)	: 0.42			Fecha	: Varios
DISEÑOS					
Código	CANTIDAD				Unidad
	DP-Único	DPEA-01	DPEA-02	DPEA-03	
Slump	3	6.5	7	7	Pulgadas (*)

Asentamiento del concreto respecto al aumento de dosificación



$y = 1.25x + 2.5$
 $R^2 = 0.8065$
◆ Slump
— Lineal (Slump)

Fuente: Elaboración propia

➤ **Peso Unitario del concreto**

Según el ACI 213R-14 la clasificación del concreto ligero se da de acuerdo a su densidad y aplicaciones como se muestra a continuación:

- Concreto de baja densidad: Con una densidad comprendida entre 300 kg/m³ - 1000 kg/m³. Este tipo de concreto se utiliza para partes no portantes de un edificio, tales como aislamientos y particiones. La resistencia de este concreto es inferior a 7 MPa y los áridos o agregados utilizados más comúnmente son vermiculita y perlita.

- Concreto de densidad media: Con una densidad en el rango de 1000 kg/m³ - 1600 kg/m³. Los áridos que mayormente se utilizan para este concreto son la piedra pómez y escoria. Este tipo de concreto es generalmente un producto cementoso que puede ser utilizado como un material de soporte de carga. La resistencia mínima de este tipo de concreto es de alrededor de 17 MPa.

- Concreto de alta densidad: Con una densidad comprendida entre 1600 kg/m³ a 2200 kg/m³ y cuyo uso es estructural, es decir se utiliza para elementos de soporte de cargas. Los agregados utilizados para la fabricación de este tipo de concreto ligero son principalmente escoria expandida, ceniza volante y la pizarra.

En la presente investigación nos encontramos en el rango del concreto liviano de alta densidad empleando como agregado perlititas de poliestireno expandido.

Detallaremos a continuación los resultados obtenidos de peso unitario y la variación que presenta cada una de ellas al adicionar las perlititas de poliestireno en las Tablas 62, 63, 64, 65, 66, 67 y 68.

En la Figura 16 observamos el proceso de calibración del molde de peso unitario.



Figura 16: Calibración del molde de peso unitario.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Peso unitario del Diseño DP-Único.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESISTA	: VERA PULIDO ISAU JESUS		
TIPO DE DISEÑO	: DP-Único	NIP	: NTP 339.046
RELACIÓN a/c	: 0.56	FECHA	: 28/04/2018
PESO UNITARIO COMPACTADO			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.18	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	21.60	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	2348	kg/ m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	2283	kg/ m3
RENDIMIENTO	PUc	1.03	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Peso unitario del Diseño DPE-01.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESISTA	: VERA PULIDO ISAU JESUS		
TIPO DE DISEÑO	: DPE-01	NIP	: NTP 339.046
RELACIÓN a/c	: 0.56	FECHA	: 30/05/2018
PESO UNITARIO COMPACTADO			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		23.70	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	18.12	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	1970	kg/ m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	1777	kg/ m3
RENDIMIENTO	PUc	1.11	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 64: Peso unitario del Diseño DPE-02.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESISTA	: VERA PULIDO ISAU JESUS		
TIPO DE DISEÑO	: DPE-02	NIP	: NTP 339.046
RELACIÓN a/c	: 0.56	FECHA	: 04/06/2018
PESO UNITARIO COMPACTADO			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		22.90	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	17.32	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	1883	kg/ m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	1675	kg/ m3
RENDIMIENTO	PUc	1.12	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65: Peso unitario del Diseño DPE-03.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESISTA	: VERA PULIDO ISAU JESUS		
TIPO DE DISEÑO	: DPE-03	NIP	: NTP 339.046
RELACIÓN a/c	: 0.56	FECHA	: 05/06/2018
PESO UNITARIO COMPACTADO			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		21.00	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	15.42	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	1676	kg/ m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	1473	kg/ m3
RENDIMIENTO	PUc	1.14	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 66: Peso unitario del Diseño DPEA-01.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESISTA	: VERA PULIDO ISAU JESUS		
TIPO DE DISEÑO	: DPEA-01	NIP	: NTP 339.046
RELACIÓN a/c	: 0.42	FECHA	: 19/07/2018
PESO UNITARIO COMPACTADO			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		24.09	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	18.51	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	2012	kg/ m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	1859	kg/ m3
RENDIMIENTO	PUc	1.08	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67: Peso unitario del Diseño DPEA-02.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESISTA	: VERA PULIDO ISAU JESUS		
TIPO DE DISEÑO	: DPEA-02	NIP	: NTP 339.046
RELACIÓN a/c	: 0.42	FECHA	: 23/07/2018
PESO UNITARIO COMPACTADO			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		23.10	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	17.52	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	1904	kg/ m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	1758	kg/ m3
RENDIMIENTO	PUc	1.08	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68: Peso unitario del Diseño DPEA-03.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESISTA	: VERA PULIDO ISAU JESUS		
TIPO DE DISEÑO	: DPEA-03	NTP	: NTP 339.046
RELACIÓN a/c	: 0.42	FECHA	: 02/08/2018
PESO UNITARIO COMPACTADO			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		21.23	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	15.65	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	1701	kg/ m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	1555	kg/ m3
RENDIMIENTO	PUc	1.09	


Fuente: Elaboración propia

➤ **Medición del contenido de aire**

Este ensayo determina la cantidad de aire que puede contener el concreto recién mezclado, excluyendo cualquier cantidad de aire que puedan contener las partículas de los agregados, el control del contenido del aire entrampado es importante, debido a que un incremento relevante del mismo se traduce en una disminución de la resistencia por el aumento de vacíos en el mortero. (Valencia, G y Ibarra, M, 2013, p.4)

En la Tabla 69 presentamos los resultados de los 7 diseños de mezcla realizados en la investigación.

Tabla 69: Contenido de aire de los diferentes diseños de mezcla.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTENIDO DE AIRE		
TESISTA	: VERA PULIDO ISAU JESUS		
TIPO DE DISEÑO	: Varios	NTP :	NTP 339.046
RELACIÓN a/c	: Varios	FECHA :	Varios
Código			
Símbolo			
Cantidad			
Unidad			
DP-Único	CA	2.50	%
DPE-01	CA	2.75	%
DPE-02	CA	2.77	%
DPE-03	CA	2.80	%
DPEA-01	CA	2.74	%
DPEA-02	CA	2.79	%
DPEA-03	CA	2.81	%

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Ensayos de concreto endurecido

➤ Resistencia a la Compresión

Según la norma técnica peruana 339.034 este ensayo se puede aplicar a concretos con peso unitario mayor a 800kg/m^3 , el método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta (ver Figura 17).


A continuación, mostraremos los resultados obtenidos del ensayo de compresión realizado a los especímenes a diferentes edades 7 días, 14 días y 28 días, así mismo presentaremos datos estadísticos como el promedio la desviación estándar y el coeficiente de variación (ver Tabla 70).



Figura 17: Ensayo de resistencia a la compresión.

Fuente: Elaboración propia.

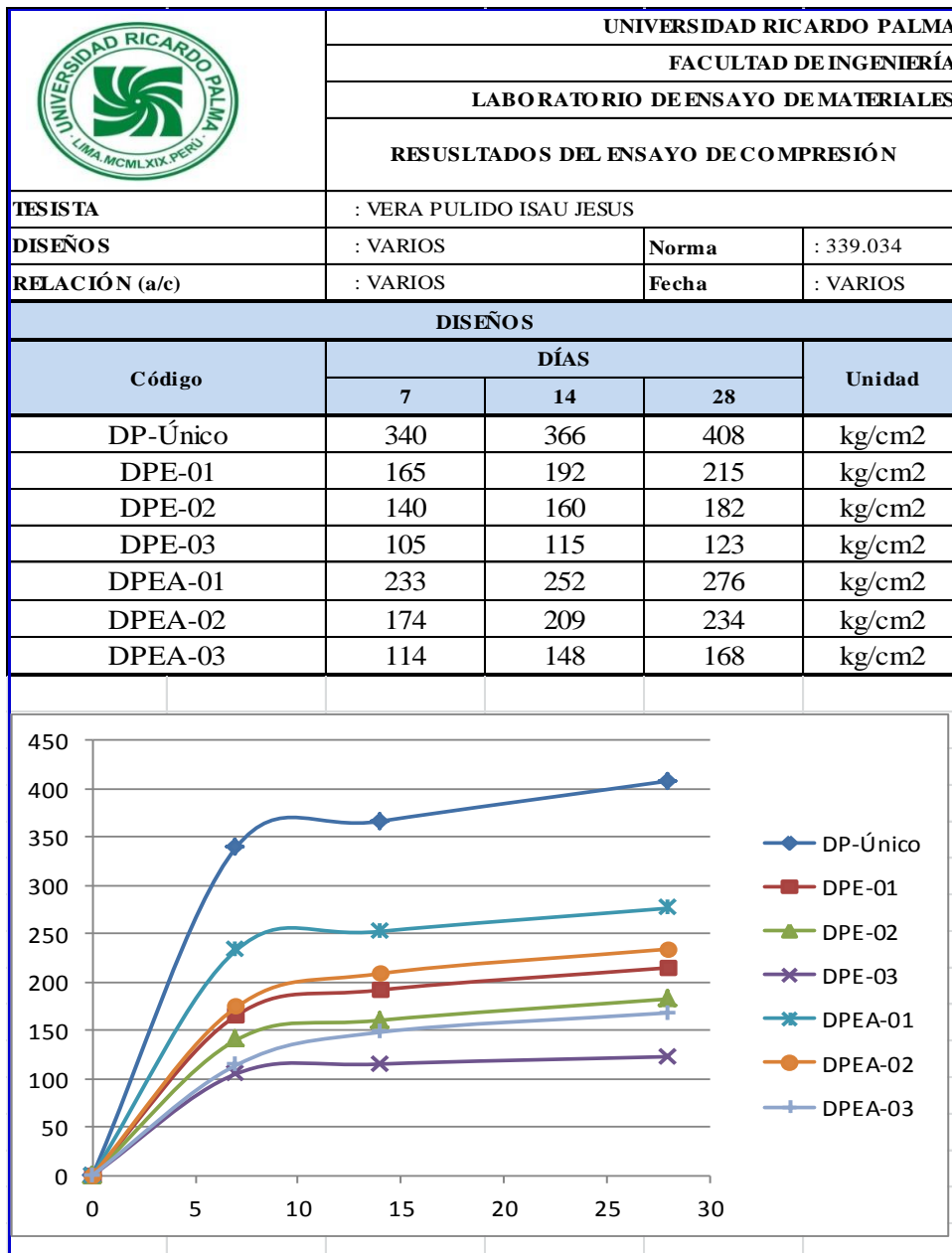
Tabla 70: Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión a diferentes edades.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		RESULSTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN				
TESISTA		: VERA PULIDO ISAU JESUS				
DISEÑOS		: VARIOS			Norma	: 339.034
RELACIÓN (a/c)		: VARIOS			Fecha	: VARIOS
Diseño		Aditivo	a/c	Compresión		
Descripción	% de poliestireno expandido			Resistencia f'c (kg/cm2)		
				7 Días	14 Días	28 Días
DP-Único	0	-	0.56	347	366	407
DP-Único	0	-	0.56	332	368	404
DP-Único	0	-	0.56	340	365	413
DPE-01	0.5	-	0.56	164	194	222
DPE-01	0.5	-	0.56	161	188	208
DPE-01	0.5	-	0.56	171	193	214
DPE-02	0.6	-	0.56	147	150	180
DPE-02	0.6	-	0.56	133	161	183
DPE-02	0.6	-	0.56	140	170	184
DPE-03	0.8	-	0.56	102	119	121
DPE-03	0.8	-	0.56	100	110	123
DPE-03	0.8	-	0.56	113	116	124
DPEA-01	0.5	√	0.42	238	253	276
DPEA-01	0.5	√	0.42	229	247	274
DPEA-01	0.5	√	0.42	232	257	279
DPEA-02	0.6	√	0.42	168	203	232
DPEA-02	0.6	√	0.42	173	215	229
DPEA-02	0.6	√	0.42	181	208	241
DPEA-03	0.8	√	0.42	115	145	173
DPEA-03	0.8	√	0.42	114	150	162
DPEA-03	0.8	√	0.42	113	149	169
Promedio				182	206	229
Desviación Estándar				77.73	79.31	88.16
coeficiente De Vriación				43%	38%	38%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 71 podemos observar que la resistencia del concreto patrón es significativamente mayor y esta se reduce considerablemente al incrementar la adición de poliestireno expandido, sin embargo la resistencia del concreto ligero con adición de poliestireno expandido se puede optimizar empleando un aditivo plastificante reductor de agua con el cual reduciremos la relación agua/cemento.

Tabla 71: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a diferentes edades y gráfico de tendencia.



Fuente: Elaboración propia

➤ **Resistencia a la Tracción por compresión diametral**

Según la NTP 339.084 la resistencia a la tracción diametral es un método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del hormigón, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. El objetivo de esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para la determinación de la resistencia a la tracción por compresión diametral de especímenes cilíndricos de hormigón (concreto), tales como cilindros moldeados y testigos diamantinos.

Este método de ensayo consiste en aplicar una fuerza de compresión diametral a toda la longitud de un espécimen cilíndrico de hormigón (concreto), a una velocidad prescrita, hasta que ocurra la falla (ver Figura 18). La carga se aplicará en forma continua y evitando impactos, a una velocidad constante dentro del rango de 689 kPa/min a 1380 kPa/min hasta que falle el espécimen por el esfuerzo de tracción por compresión diametral.


En la Tabla 72 y 73 podemos observar los resultados del ensayo a la tracción por compresión diametral y su gráfico de tendencia.



Figura 18: ensayo de tracción por compresión diametral.

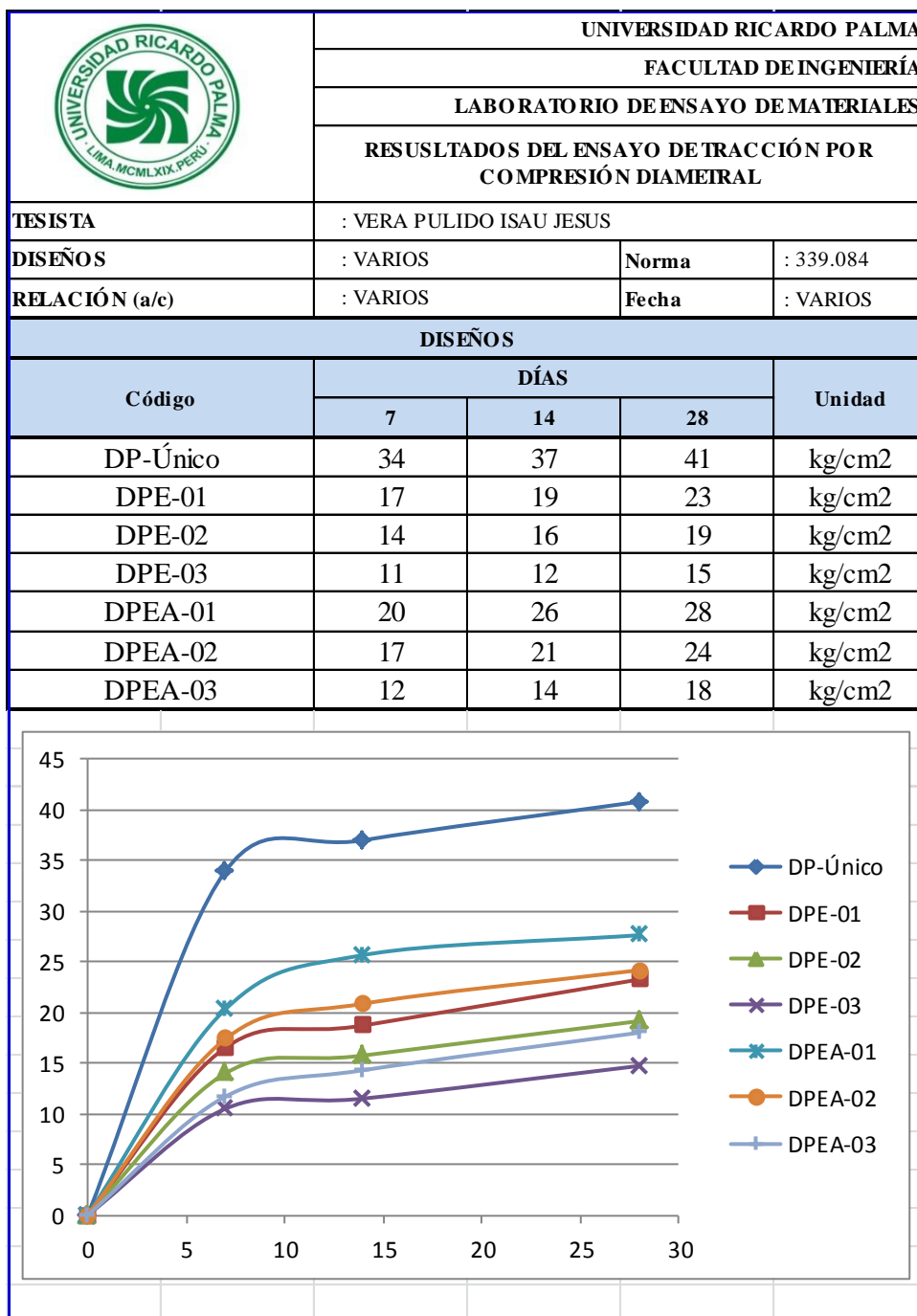
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 72: Resultado de los ensayos de resistencia a la tracción por compresión diametral a diferentes edades.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL				
TESISTA		: VERA PULIDO ISAU JESUS				
DISEÑOS		: VARIOS			Norma	: 339.084
RELACIÓN (a/c)		: VARIOS			Fecha	: VARIOS
Diseño		Aditivo	a/c	Tracción		
Descripción	% de poliestireno expandido			Resistencia f'c (kg/cm2)		
				7 Días	14 Días	28 Días
DP-UNICO	0	NO	0.56	35	37	41
DP-UNICO	0	NO	0.56	33	38	40
DP-UNICO	0	NO	0.56	34	37	41
DPE-01	0.5	NO	0.56	16	18	24
DPE-01	0.5	NO	0.56	16	19	23
DPE-01	0.5	NO	0.56	17	19	22
DPE-02	0.6	NO	0.56	15	15	19
DPE-02	0.6	NO	0.56	13	16	18
DPE-02	0.6	NO	0.56	14	16	20
DPE-03	0.8	NO	0.56	10	12	15
DPE-03	0.8	NO	0.56	10	11	14
DPE-03	0.8	NO	0.56	11	12	16
DPEA-01	0.5	SI	0.42	20	26	28
DPEA-01	0.5	SI	0.42	19	24	27
DPEA-01	0.5	SI	0.42	22	27	28
DPEA-02	0.6	SI	0.42	17	20	26
DPEA-02	0.6	SI	0.42	17	22	23
DPEA-02	0.6	SI	0.42	18	21	24
DPEA-03	0.8	SI	0.42	12	15	18
DPEA-03	0.8	SI	0.42	11	14	17
DPEA-03	0.8	SI	0.42	12	15	19
Promedio				18	21	24
Desviación Estándar				7.53	8.19	8.18
coeficiente De Variación				42%	40%	34%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73 Resultados del ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral a diferentes edades y gráfico de tendencia.



Fuente: Elaboración propia

➤ **Resistencia a la Flexión**

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en Kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio). El Módulo de Rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, la mejor correlación para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados y el diseño de la mezcla. El Módulo de Rotura determinado por la viga cargada en los puntos tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio, en algunas ocasiones tanto como en un 15%. La velocidad de carga se aplica hasta que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema. entre 0,86 MPa/min y 1,21 MPa/min, hasta producir la rotura de la viga (ver Figuras 19 y 20). Los diseñadores de pavimentos utilizan una teoría basada en la resistencia a la flexión, por lo tanto, puede ser requerido el diseño de la mezcla en el laboratorio, basado en los ensayos de resistencia a la flexión, o puede ser seleccionado un contenido de material cementante, basado en una experiencia pasada para obtener el Módulo de Rotura de diseño. Se utiliza también el Módulo de Rotura para el control de campo y de aceptación de los pavimentos. Se utiliza muy poco el ensayo a flexión para el concreto estructural. Las Agencias y empresas que no utilizan la resistencia a la flexión para el control de campo, generalmente hallaron conveniente y confiable el uso de la resistencia a compresión para juzgar la calidad del concreto entregado. (León, 2010, p.218)

En la Tablas 74 y 75 podemos observar los resultados del ensayo a la flexión y su gráfico de tendencia a diferentes edades.



Figura 19: Ensayo de resistencia a la flexión.


Fuente: Elaboración propia.



Figura 20: Viga ensayada en la máquina de flexión.

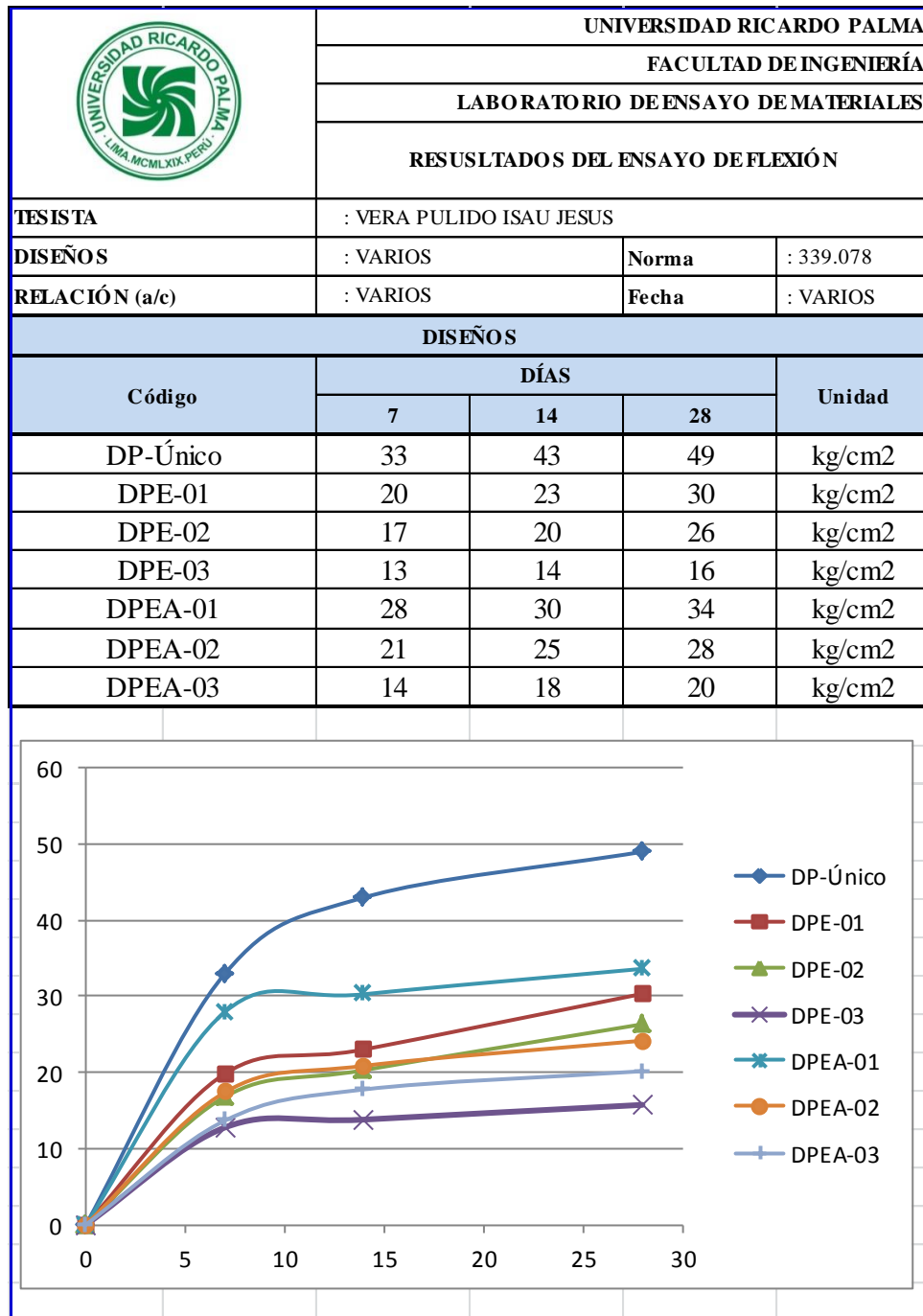
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 74: Resultado de los ensayos de resistencia a la flexión a diferentes edades.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN				
TESISTA		: VERA PULIDO ISAU JESUS				
DISEÑOS		: VARIOS			Norma	: 339.078
RELACIÓN (a/c)		: VARIOS			Fecha	: VARIOS
Diseño		Aditivo	a/c	Flexión		
Descripción	% de poliestireno expandido			Resistencia f'c (kg/cm2)		
				7 Días	14 Días	28 Días
DP-UNICO	0	NO	0.56	30	44	53
DP-UNICO	0	NO	0.56	36	43	48
DP-UNICO	0	NO	0.56	33	42	46
DPE-01	0.5	NO	0.56	20	25	32
DPE-01	0.5	NO	0.56	19	21	29
DPE-01	0.5	NO	0.56	21	23	30
DPE-02	0.6	NO	0.56	18	20	28
DPE-02	0.6	NO	0.56	16	19	25
DPE-02	0.6	NO	0.56	17	22	26
DPE-03	0.8	NO	0.56	13	14	16
DPE-03	0.8	NO	0.56	12	13	17
DPE-03	0.8	NO	0.56	14	14	15
DPEA-01	0.5	SI	0.42	29	30	33
DPEA-01	0.5	SI	0.42	27	30	34
DPEA-01	0.5	SI	0.42	28	31	33
DPEA-02	0.6	SI	0.42	20	24	28
DPEA-02	0.6	SI	0.42	21	26	27
DPEA-02	0.6	SI	0.42	22	25	29
DPEA-03	0.8	SI	0.42	13	17	21
DPEA-03	0.8	SI	0.42	14	18	19
DPEA-03	0.8	SI	0.42	15	18	20
Promedio				21	25	29
Desviación Estándar				7.15	9.18	10.23
coeficiente De Vriación				34%	37%	35%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75: Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a diferentes edades y gráfico de tendencia.



Fuente: Elaboración propia

4.4. Contrastación de la primera hipótesis

- **Hipótesis 01: Análisis estadístico de la optimización del asentamiento del concreto liviano con poliestireno expandido adicionando aditivo Viscocrete 1110 para la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018).**

Para determinar esta hipótesis se analizará el ensayo de asentamiento realizado mediante el uso del cono de abrams.

Análisis estadístico del ensayo de cono de Abrams

Para el análisis estadístico se tomaron los resultados de los ensayos realizados a cada uno de los 7 diseños de mezcla, el ensayo fue realizado mediante el método del cono de Abrams

A los diferentes diseños de mezcla con diferentes dosificaciones de poliestireno y con la adición del aditivo plastificante Viscocrete 1110.

En la Tabla 76 mostramos los resultados de asentamiento obtenidos de los diferentes diseños de mezcla.

Tabla 76: Asentamiento de los diferentes diseños de mezcla.

Diseño		Asentamiento
Dosificación		pulg
56	DP-Único	3.0
	DPE-01	6.0
	DPE-02	6.5
	DPE-03	7.0
42	DPEA-01	6.5
	DPEA-02	7.0
	DPEA-03	7.0

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de la variación del asentamiento con cada una de los diseños de mezcla con distintas dosificaciones de poliestireno expandido. Las dosificaciones porcentuales fueron tomadas con referencia al peso del cemento en los 3 diseños de mezcla con dosificaciones de 0.5%, 0.6% y 0.8%, además se realizó 3 diseños de mezcla con la misma dosificación de poliestireno expandido con una dosificación de 1% del aditivo Viscocrete 1110 que es un aditivo plastificante reductor de agua con el cual se redujo un 25% el agua de diseño con lo cual se cambió la relación agua cemento inicial de 0.56 a 0.42.

Para evaluar el comportamiento de la adición de perlitas de poliestireno expandido en mayor o menor cantidad, así mismo la dosificación del aditivo empleada y el efecto que esto causa en el asentamiento del concreto, se empleara el método de la regresión. Los resultados estadísticos descriptivos obtenidos con el programa SPSS se muestran en la Tabla 77.

Tabla 77: Resultados estadísticos de muestras relacionadas con referencia al asentamiento.

Estadísticos de muestras relacionadas					
	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media	
Par 1	Asentamiento	6,1429	7	1,43510	,54242
	Ensayos	4,0000	7	2,16025	,81650

Fuente: Elaboración propia

➤ Hipótesis

-H₀:

En los diseños de mezcla de concreto liviano con diferentes dosificaciones de poliestireno expandido con la adición el aditivo Viscocrete 1110 se optimiza el asentamiento del concreto.

-H₁:

En los diseños de mezcla de concreto liviano con diferentes dosificaciones de poliestireno expandido con la adición el aditivo Viscocrete 1110 no se optimiza el asentamiento del concreto.

➤ **Análisis estadístico**

Se realizó un gráfico de barras en el programa Excel con los datos del asentamiento obtenidos con el número de ensayos realizados (ver Figura 21), también mostramos la información estadística de las muestras (ver Tabla 78), obtenidos con el uso de programa SPSS.

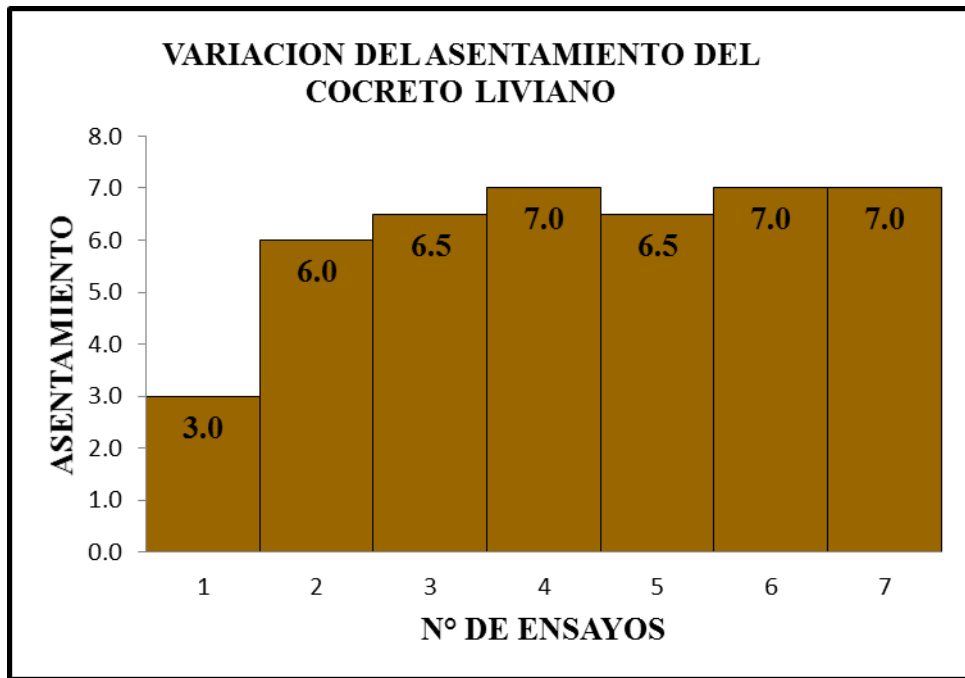


Figura 21: Gráfico de barras de la variación del asentamiento.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78: Resultados estadísticos del procesamiento de los casos con referencia al asentamiento.

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Asentamiento	7	87,5%	1	12,5%	8	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Error típ.	
Asentamiento	Media	6,1429	,54242	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4,8156	
		Límite superior	7,4701	
	Media recortada al 5%	6,2698		
	Mediana	6,5000		
	Varianza	2,060		
	Desv. típ.	1,43510		
	Mínimo	3,00		
	Máximo	7,00		
	Rango	4,00		
	Amplitud intercuartil	1,00		
	Asimetría	-2,295	,794	
	Curtosis	5,516	1,587	

Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación de la hipótesis se empleó la regresión de análisis de los datos con el programa SPSS, con el cual podemos predecir la recta de regresión así mismo se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 79.

Tabla 79: Resultados estadísticos de los coeficientes con referencia al asentamiento.

Coeficientes ^a						
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	
	B	Error típ.	Beta			
1	(Constante)	4,143	,875		4,736	,005
	Ensayos	,500	,196	,753	2,556	,051

a. Variable dependiente: Asentamiento
Fuente: Elaboración propia

Con los coeficientes obtenidos mediremos la correlación lineal, en estadística la regresión lineal es un método matemático que relaciona una variable que depende de otra “Y” y la independiente “X”.

Con la recta de regresión “Y” dependiendo de “X” se obtienen los valores posibles de “Y” tabulando valores de “X”.

Esta ecuación puede ser expresado como:

$$Y=a+bx$$

Dónde:

Y = Resistencia a la compresión.

x = N° de ensayos de los diseños de mezcla.

a = Constante que interseca con las abscisas.

b = Pendiente de la recta.

Con los datos obtenidos en la tabla 79 se forma la siguiente función de regresión lineal.

$$Y=0.50x+4.143$$

En la Figura 22 se observa la recta de regresión de acuerdo a los resultados del ensayo de cono de Abrams para determinar asentamiento.

El gráfico nos permite decir que nuestro modelo es efectivo en el rango analizado de x desde el ensayo 1 hasta el ensayo 7 y que es eficiente al cumplir con el modelo de la ecuación encontrada.

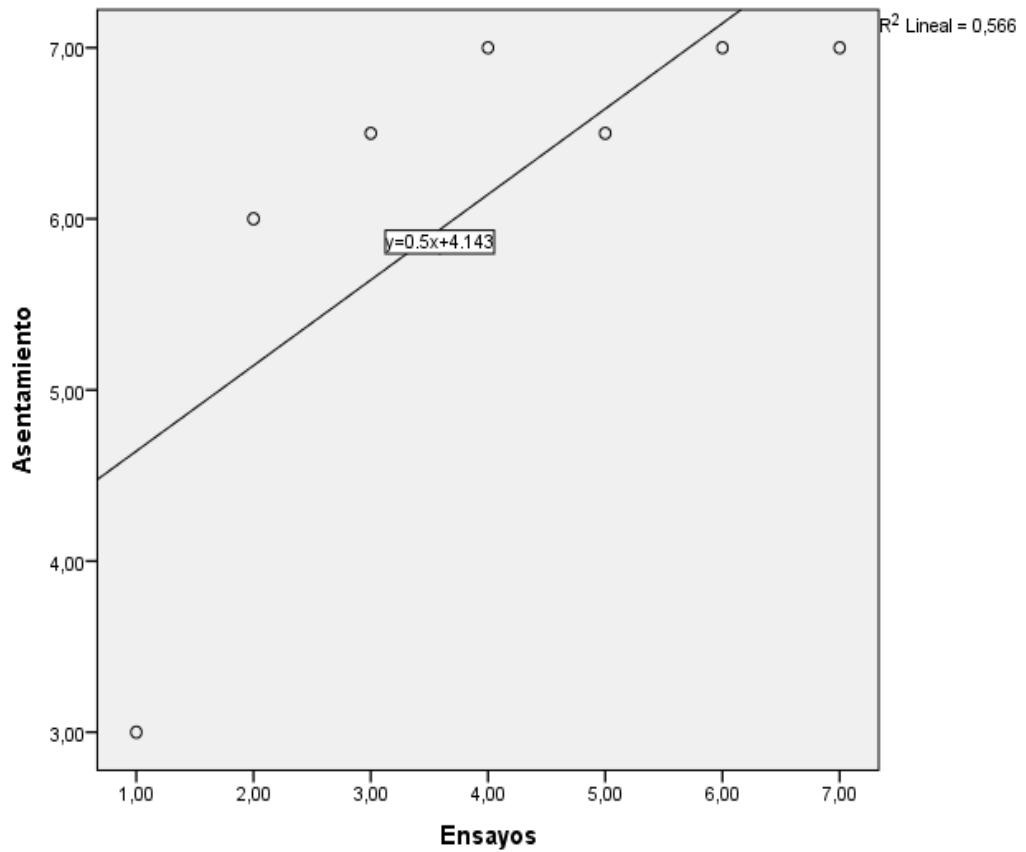


Figura 22: Recta de regresión lineal con respecto al asentamiento.

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de determinación múltiple (R²)

Con este coeficiente se puede determinar la calidad del modelo para replicar los resultados, y la proporción de la variación de los resultados que puede explicarse por el modelo, lo ideal del resultado es la cercanía a la unidad, con el programa SPSS se obtuvo los siguientes resultados que se pueden observar la Tabla 80.

Tabla 80: Resultados estadísticos del resumen del modelo con referencia al asentamiento.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,753a	,566	,480	1,03510

a. Variables predictoras: (Constante), Ensayos

Fuente: Elaboración propia

➤ **Análisis de varianza (Anova):**

La técnica del Análisis de la Varianza (ANOVA o AVAR) es una de las técnicas más utilizadas en los análisis de los datos de los diseños experimentales. Se utiliza cuando queremos contrastar más de dos medias, por lo que puede verse como una extensión de la prueba t para diferencias de dos medias.

El ANOVA es un método muy flexible que permite construir modelos estadísticos para el análisis de los datos experimentales cuyo valor ha sido constatado en muy diversas circunstancias. Básicamente es un procedimiento que permite dividir la varianza de la variable dependiente en dos o más componentes, cada uno de los cuales puede ser atribuido a una fuente (variable o factor) identificable.

Los modelos que permite construir el ANOVA pueden ser reducidos a la siguiente forma:

$$(\text{Valor observado}) = \sum (\text{efectos atribuibles}) + \sum (\text{efectos no atribuibles})$$

El valor observado se refiere al que se obtiene en la variable cuantitativa dependiente. Los efectos atribuibles son parámetros o variables aleatorias que son el resultado de cambios en los factores o variables independientes y, por tanto, atribuibles a ellos. Aquellos efectos no atribuibles a ningún factor controlado se denominan efectos residuales o variables aleatorias residuales. El ANOVA está basado en ciertos supuestos, unos más plausibles que otros, acerca de dichas variables aleatorias. Es evidente que cuantos más factores introduzcamos menos cantidad de variación residual (error) quedará por explicar. Pero siempre quedará alguna variación residual. Martín. I. (2016). Modelos de ANOVA. Análisis de varianza con SPSS 8.0, p.25.

Con la ayuda del programa SPSS se realizó el análisis de varianza en la Tabla 81 podemos observar los valores obtenidos.

Tabla 81: Resultados estadísticos ANOVA con referencia al asentamiento.

ANOVAa						
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	7,000	1	7,000	6,533	.051b
	Residual	5,357	5	1,071		
	Total	12,357	6			

a. Variable dependiente: Asentamiento

b. Variables predictoras: (Constante), Ensayos

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 81 se muestra la separación de cuadrados en componentes relativos a los factores contemplados en nuestro modelo.

$$SCTotal = SCRegresión + SCResiduo$$

Dónde:

SCRegresión: Representa el número de ensayos realizados.

SCResiduo: Representa el asentamiento.

Para determinar la tasa porcentual del “Asentamiento” para ser explicado por la variable “Número de ensayos”, para lo cual aplicaremos la siguiente formula:

$$r^2 = \frac{SC \text{ Regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$r^2 = \frac{7,000}{12,357}$$

$$r^2 = 0.566$$

El resultado de r^2 expresa que la variable independiente (el número de ensayos en función a los diseños de mezcla) influye en un 56.65% respecto a la variable dependiente (resistencia a la compresión).

➤ **Conclusión**

Con los datos obtenidos estadísticamente mediante el método de regresión lineal podemos observar la tendencia ascendente de la recta, con el valor de la significancia se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_1) ya que los diseños de mezcla usando distintas dosificaciones de perlitas de poliestireno expandido son optimizados con la adición del aditivo plastificante reductor de agua viscoconcrete 1110.

➤ **Hipótesis 02: Análisis estadístico de la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto liviano para la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018).**

Para determinar esta hipótesis se analiza el ensayo a la compresión, tracción y flexión.

Análisis estadístico de resistencia a la compresión.

Para el análisis estadístico se tomaron los resultados de resistencia a la compresión a 28 días debido a que a esa edad el concreto alcanza la resistencia para la cual fue diseñada.

Se realizó el ensayo de 3 especímenes por cada diseño de mezcla, en este caso tenemos 7 diseños de mezcla con diferentes dosificaciones en total se ensayaron 21 especímenes en total.

En la Tabla 82 se muestra los resultados obtenidos al realizarse el ensayo a la compresión con diferentes dosificaciones de poliestireno expandido y la variación de resistencia obtenidas en cada una de ellas.

Tabla 82: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

Diseño		Compresión
		Resistencia (F'c) Kg/cm ²
Relación a/c	Descripción	28 días
56	DP-Único	407
		404
		413
	DPE-01	222
		208
		214
	DPE-02	180
		183
		184
	DPE-03	121
		123
		124
42	DPEA-01	276
		274
		279
	DPEA-02	232
		229
		241
	DPEA-03	173
		162
		169

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de la variación resistencia a la compresión con cada una de los diseños de mezcla con distintas dosificaciones de poliestireno expandido. Las dosificaciones porcentuales fueron tomadas con referencia al peso del cemento en los 3 diseños de mezcla con dosificaciones de 0.5%, 0.6% y 0.8%, además se realizó 3 diseños de mezcla con la misma dosificación de poliestireno expandido con una dosificación de 1% del aditivo Viscocrete 1110 que es un aditivo plastificante reductor de agua con el cual se redujo un 25% el agua de diseño con lo cual se cambió la relación agua cemento inicial de 0.56 a 0.42.

Para evaluar el comportamiento de la adición de perlitas de poliestireno expandido en mayor o menor cantidad y el efecto que esto causa en la resistencia del concreto, se empleara el método de la regresión. Los resultados estadísticos descriptivos obtenidos con el programa SPSS se muestran en la Tabla 83.

Tabla 83: Resultados estadísticos de muestras relacionadas con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

Estadísticos de muestras relacionadas					
		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Resistencia	229,4286	21	88,16324	19,23880
	Ensayo	11,0000	21	6,20484	1,35401

Fuente: Elaboración propia

➤ **Hipótesis**

-H0:

Los diseños de mezcla de concreto liviano con dosificación de poliestireno expandido y con la dosificación del aditivo Viscocrete 1110 optimiza la resistencia a la compresión del concreto.

-H1:

Los diseños de mezcla de concreto liviano con dosificación de poliestireno expandido y con la dosificación del aditivo Viscocrete 1110 no optimiza la resistencia a la compresión del concreto.

➤ **Análisis estadístico**

Se realizó la distribución normal de los resultados obteniendo el histograma y curva de distribución (ver Figura 23), también mostramos la información estadística de las muestras (ver Tabla 84), obtenidos con el uso de programa SPSS.

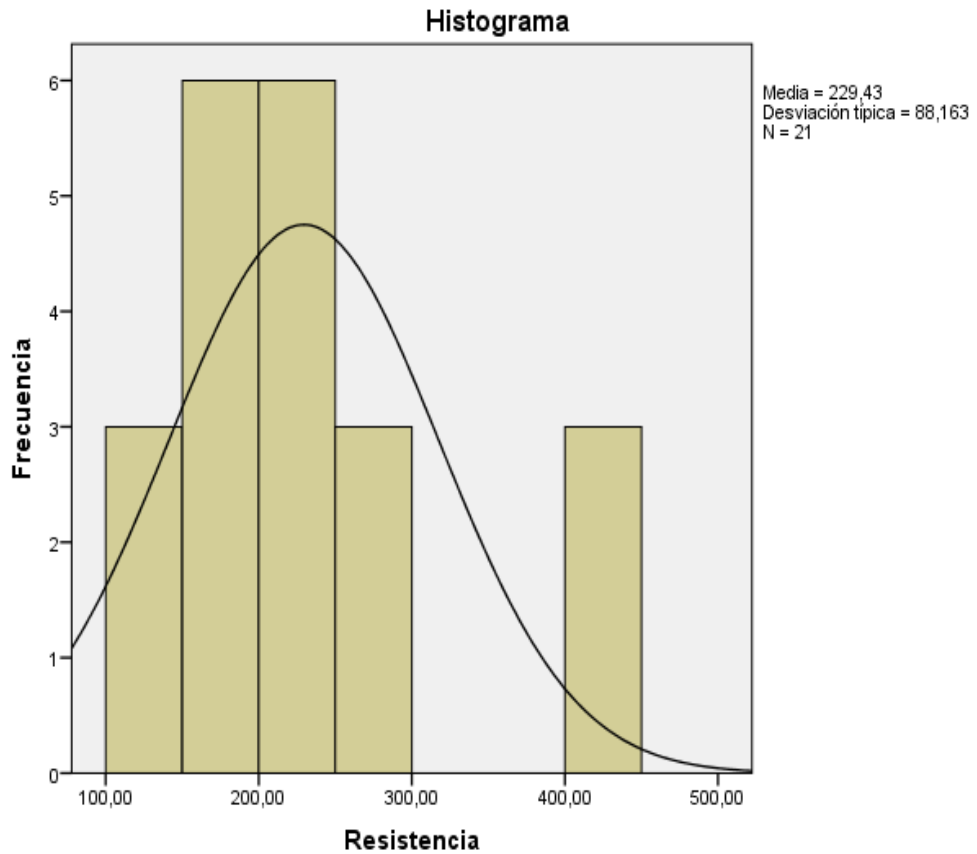


Figura 23: Histograma de la resistencia a la compresión.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84: Resultados estadísticos del resumen del procesamiento de los casos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

Resumen del procesamiento de los casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Resistencia	21	100,0%	0	0,0%	21	100,0%

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
	Media		229,4286	19,23880
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	189,2971 269,5600	
	Media recortada al 5%		225,2646	
	Mediana		214,0000	
	Varianza		7772,757	
Resistencia	Desv. típ.		88,16324	
	Mínimo		121,00	
	Máximo		413,00	
	Rango		292,00	
	Amplitud intercuartil		104,00	
	Asimetría		1,027	,501
	Curtosis		,429	,972

Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación de la hipótesis se empleó la regresión de análisis de los datos con el programa SPSS, con el cual podemos predecir la recta de regresión así mismo se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 85.

Tabla 85: Resultados estadísticos de los coeficientes con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

Coeficientesa						
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	
	B	Error típ.	Beta			
1	(Constante)	304,757	35,863		8,498	,000
	Ensayo	-6,848	2,856	-,482	-2,398	,027

a. Variable dependiente: Resistencia

Fuente: Elaboración propia

Con los coeficientes obtenidos mediremos la correlación lineal, en estadística la regresión lineal es un método matemático que relaciona una variable que depende de otra “Y” y la independiente “X”.

Con la recta de regresión “Y” dependiendo de “X” se obtienen los valores posibles de “Y” tabulando valores de “X”.

Este modelo puede ser expresado como:

$$Y=a+bx$$

Dónde:

Y = Resistencia a la compresión.

x = N° de ensayos de los diseños de mezcla.

a = Constante que interseca con las abscisas.

b = Pendiente de la recta.

Con los datos obtenidos en la Tabla 85 se forma la siguiente función de regresión lineal.

$$Y=-6.848x+304.76$$

En la Figura 24 se observa la recta de regresión de acuerdo a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

El grafico nos permite decir que nuestro modelo es efectivo en el rango analizado de x desde el ensayo 1 hasta el ensayo 21 y que es eficiente al cumplir con el modelo de la ecuación encontrada.

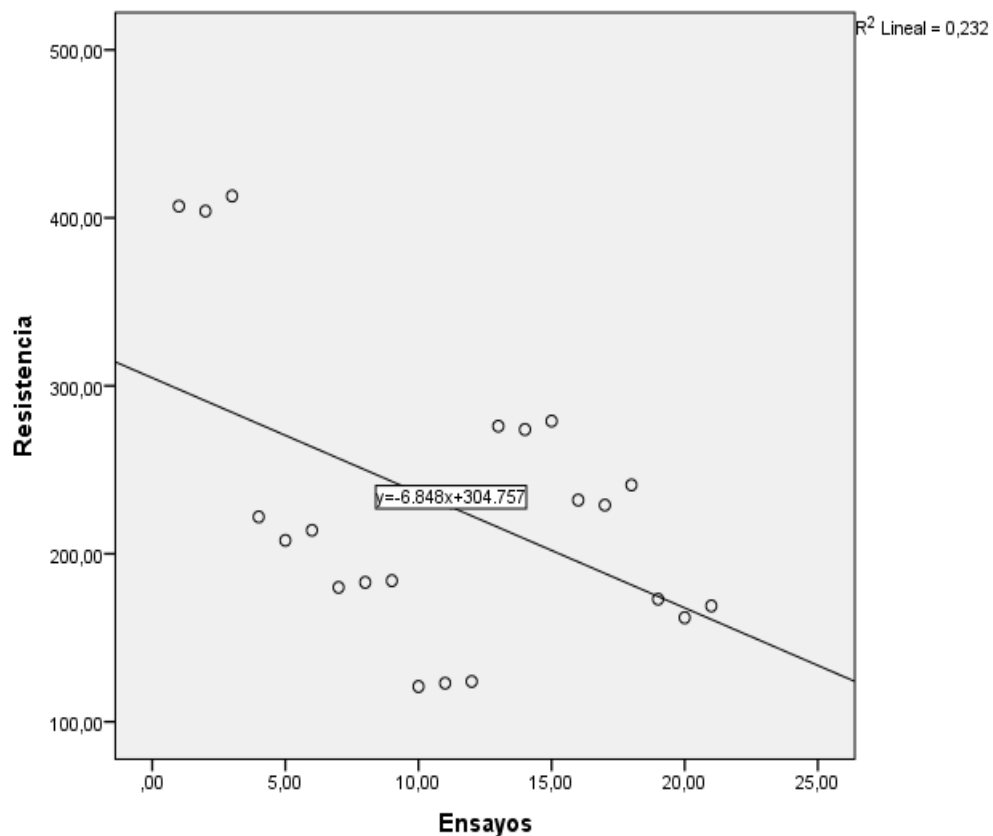


Figura 24: Recta de regresión lineal con respecto a los resultados del ensayo a compresión.

Fuente: Elaboración propia

➤ Coeficiente de determinación múltiple (R2)

Por su definición, es una medida acotada, siendo sus límites:

$$0 \leq R^2 \leq 1$$

Un R2 igual a 1 significa un ajuste lineal perfecto, ya que $STC=SEC$, esto es, la variación total de la variable Y es explicada por el modelo de regresión. El valor cero indica la no representatividad del modelo lineal, ya que $SEC = 0$, lo que supone que el modelo no explica nada de la variación total de la variable Y. (Martínez, 2005, p.321)

Con el programa SPSS se obtuvo los siguientes resultados que se pueden observar la Tabla 86.

Tabla 86: Resultados estadísticos del resumen del modelo con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,482a	,232	,192	79,25487

a. Variables predictoras: (Constante), Ensayos
Fuente: Elaboración propia

➤ **Análisis de varianza (Anova):**

Como vemos, ANOVA será especialmente útil en aquellos supuestos en los que queramos analizar distintas situaciones o alternativas de actuación y donde de alguna forma podemos intervenir en la realización del experimento. A diferencia del análisis econométrico habitual, donde las series históricas son dadas y no podemos repetir la situación, ni modificar alguna de las condiciones o variables (pensemos en el P.I.B., inflación, etc.) para estudiar sus efectos, en el contexto ANOVA y ANCOVA nos encontraremos la mayoría de las veces ante datos experimentales (controlables y/o repetibles en mayor o menor grado).

Si bien los desarrollos clásicos de ANOVA se han efectuado desde el análisis de variación de las variables y su descomposición (variaciones entre - intragrupos), podemos efectuar una sencilla aproximación desde el análisis de regresión múltiple, con idénticos resultados.

Dado que suponemos al alumno familiarizado con la aproximación tradicional de ANOVA, en base a explicaciones de otras asignaturas, aquí nos limitaremos a un breve recuerdo de la misma.

El ANOVA tradicional parte de descomponer la variación total de la muestra, en dos componentes:

$$\text{VARIACIÓN TOTAL} = \text{VARIACIÓN ENTRE} + \text{VARIACIÓN INTRA.}$$

(Vicéns. J, Herrate. A y Medina. E, 2005, p.6)

Con la ayuda del programa SPSS se realizó el análisis de varianza en la Tabla 87 podemos observar los valores obtenidos.

Tabla 87: Resultados estadísticos ANOVA con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	36109,778	1	36109,778	5,749	,027b
	Residual	119345,365	19	6281,335		
	Total	155455,143	20			

a. Variable dependiente: Resistencia

b. Variables predictoras: (Constante), Ensayos

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 87 se muestra la separación de cuadrados en componentes relativos a los factores contemplados en nuestro modelo.

$$SCTotal = SCRegresión + SCResiduo$$

Dónde:

SCRegresión: Representa el número de ensayos realizados.

SCResiduo: Representa la resistencia a la compresión.

Para determinar la tasa porcentual de la “Resistencia a la compresión” para ser explicado por la variable “Número de ensayos”, para lo cual aplicaremos la siguiente fórmula:

$$r^2 = \frac{SC \text{ Regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$r^2 = \frac{36109,778}{155455,143}$$

$$r^2 = 0.232$$

El resultado de r^2 expresa que la variable independiente (el número de ensayos en función a los diseños de mezcla) influye en un 23.23% respecto a la variable dependiente (resistencia a la compresión).

➤ **Conclusión**

Con los datos obtenidos estadísticamente mediante el método de regresión lineal podemos observar que la tendencia de la recta es descendente, con el valor de la significancia de 0,027 al ser menor a 0,050 se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) ya que los diseños de mezcla usando distintas dosificaciones de perlitas de poliestireno expandido y la adición del aditivo plastificante reductor de agua Viscocrete 1110 no optimizan la resistencia a la compresión del concreto patrón y a medida que se le adiciona mayor porcentaje de poliestireno expandido la resistencia disminuye, sin embargo se puede observar que los diseños con la adición del 1% de aditivo tienen mayor resistencia que su similar sin adición del aditivo.

Análisis estadístico de resistencia a la tracción por compresión diametral.

Para el análisis estadístico se tomaron los resultados de resistencia a la tracción por compresión diametral a 28 días debido a que a esa edad el concreto alcanza la resistencia para la cual fue diseñada.

Se realizó el ensayo 3 especímenes por cada diseño de mezcla, en este caso tenemos 7 diseños de mezcla con diferentes dosificaciones en total se ensayaron 21 especímenes en total.

En la Tabla 88 se muestra los resultados obtenidos al realizarse el ensayo a la tracción por compresión diametral con diferentes dosificaciones de poliestireno expandido y la variación de resistencia obtenidas en cada una de ellas.

Tabla 88: Resultados del ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral.

Diseño		Tracción por compresión diametral
		Resistencia (F'c) Kg/cm2
Relación a/c	Descripción	28 días
56	DP-Único	41
		40
		41
	DPE-01	24
		23
		22
	DPE-02	19
		18
		20
	DPE-03	15
		14
		16
42	DPEA-01	28
		27
		28
	DPEA-02	26
		23
		24
	DPEA-03	18
		17
		19

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de la variación resistencia a la tracción por compresión diametral con cada una de los diseños de mezcla con distintas dosificaciones de poliestireno expandido. Las dosificaciones porcentuales fueron tomadas con referencia al peso del cemento en los 3 diseños de mezcla con dosificaciones de 0.5%, 0.6% y 0.8%, además se realizó 3 diseños de mezcla con la misma dosificación de poliestireno expandido con una dosificación de 1% del aditivo Viscocrete 1110 que es un aditivo plastificante reductor de agua con el cual se redujo un 25% el agua de diseño con lo cual se cambió la relación agua cemento inicial de 0.56 a 0.42.

Para evaluar el comportamiento de la adición de perlitas de poliestireno expandido en mayor o menor cantidad y el efecto que esto causa en la resistencia a la tracción del concreto, se empleara el método de la regresión. Los resultados estadísticos descriptivos obtenidos con el programa SPSS se muestran en la Tabla 89.

Tabla 89: Resultados estadísticos de muestras relacionados con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la tracción.

Estadísticos de muestras relacionadas					
		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Resistencia	23,9524	21	8,11465	1,77076
	Ensayos	11,0000	21	6,20484	1,35401

Fuente: Elaboración propia

➤ **Hipótesis**

-H0:

Los diseños de mezcla de concreto liviano con dosificación de poliestireno expandido y con la dosificación del aditivo Viscocrete 1110 optimiza la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto.

-H1:

Los diseños de mezcla de concreto liviano con dosificación de poliestireno expandido y con la dosificación del aditivo Viscocrete 1110 no optimiza la resistencia a la tracción del concreto.

➤ **Análisis estadístico**

Se realizó la distribución normal de los resultados obteniendo el histograma y curva de distribución (ver Figura 25), también mostramos la información estadística de las muestras (ver Tabla 90), obtenidos con el uso de programa SPSS.

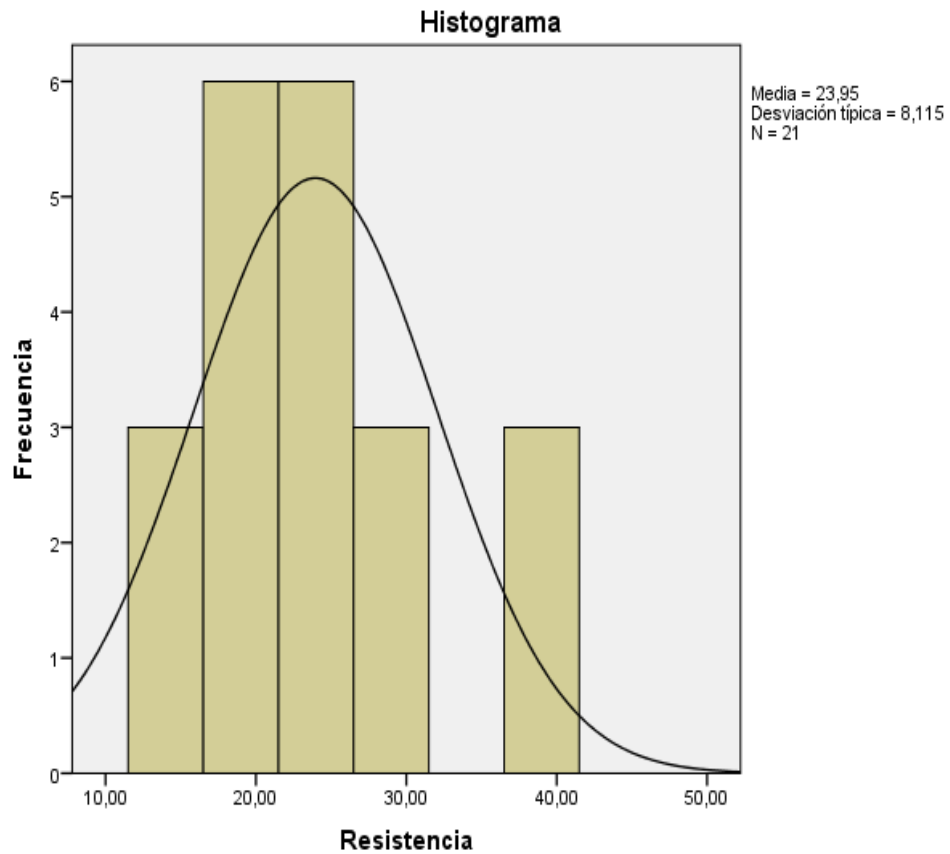


Figura 25: Histograma de la resistencia a la tracción.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 90: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la tracción.

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Resistencia	21	100,0%	0	0,0%	21	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Error tít.
Resistencia	Media	23,9524	1,77076
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	20,2586 27,6461
	Media recortada al 5%	23,5556	
	Mediana	23,0000	
	Varianza	65,848	
	Desv. tít.	8,11465	
	Mínimo	14,00	
	Máximo	41,00	
	Rango	27,00	
	Amplitud intercuartil	9,50	
	Asimetría	1,131	,501
	Curtosis	,579	,972

Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación de la hipótesis se empleó la regresión de análisis de los datos con el programa SPSS, con el cual podemos predecir la recta de regresión así mismo se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 91.

Tabla 91: Resultados estadísticos de los coeficientes con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la tracción.

Coeficientes _a					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
1 (Constante)	31,252	3,246		9,627	,000
Ensayos	-0,664	,259	-,507	-2,567	,019

a. Variable dependiente: Resistencia
Fuente: Elaboración propia

Con los coeficientes obtenidos mediremos la correlación lineal, en estadística la regresión lineal es un método matemático que relaciona una variable que depende de otra “Y” y la independiente “X”.

Con la recta de regresión “Y” dependiendo de “X” se obtienen los valores posibles de “Y” tabulando valores de “X”.

Este modelo puede ser expresado como:

$$Y=a+bx$$

Dónde:

Y = Resistencia a la tracción por compresión diametral.

x = N° de ensayos de los diseños de mezcla.

a = Constante que interseca con las abscisas.

b = Pendiente de la recta.

Con los datos obtenidos en la Tabla 91 se forma la siguiente función de regresión lineal.

$$Y=-0.664x+31.252$$

En la Figura 26 se observa la recta de regresión de acuerdo a los resultados del ensayo de resistencia a la tracción.

El grafico nos permite decir que nuestro modelo es efectivo en el rango analizado de x desde el ensayo 1 hasta el ensayo 21 y que es eficiente al cumplir con el modelo de la ecuación encontrada.

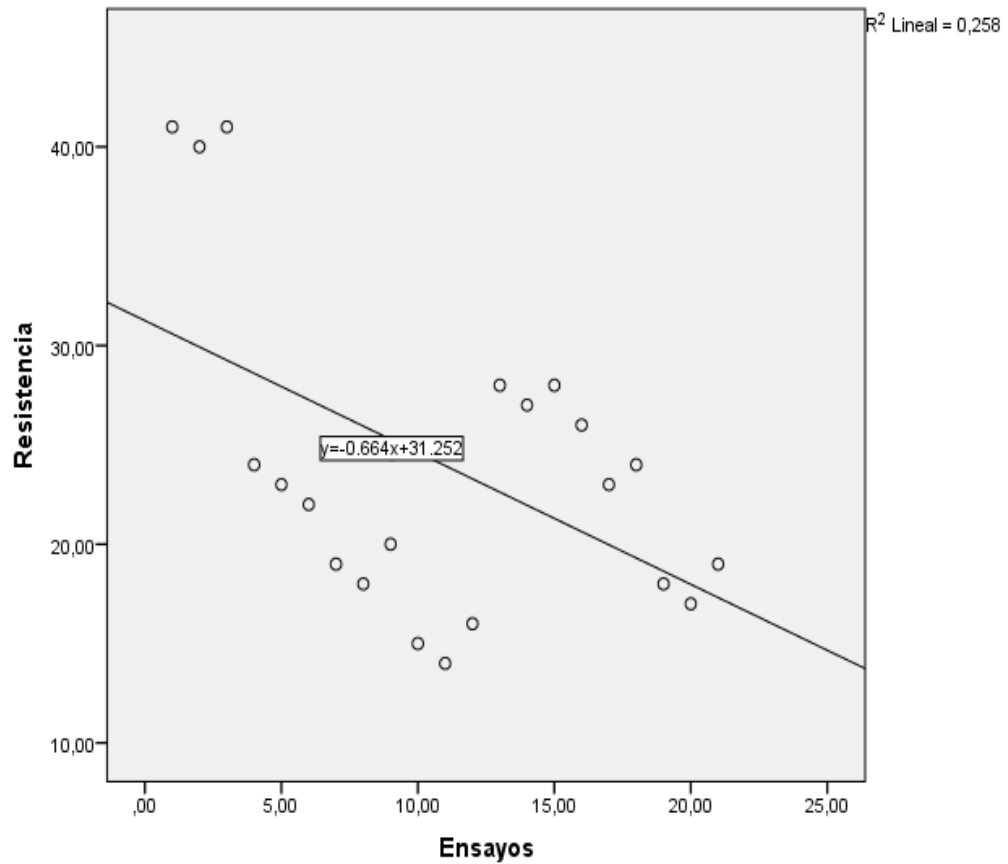


Figura 26: Recta de regresión lineal.

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de determinación múltiple (R²)

Con el programa SPSS se obtuvo los siguientes resultados que se pueden observar en la Tabla 92.

Tabla 92: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la tracción.

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregido	Error típ. de la estimación
1	,507a	,258	,218	7,17391

a. Variables predictoras: (Constante), Ensayos

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza (Anova):

Con la ayuda del programa SPSS se realizó el análisis de varianza en la Tabla 93 podemos observar los valores obtenidos.

Tabla 93: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la tracción.

ANOVAa						
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	339,118	1	339,118	6,589	,019b
	Residual	977,834	19	51,465		
	Total	1316,952	20			

a. Variable dependiente: Resistencia

b. Variables predictoras: (Constante), Ensayos

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 93 se muestra la separación de cuadrados en componentes relativos a los factores contemplados en nuestro modelo.

$$SCTotal = SCRegresión + SCResiduo$$

Dónde:

SCRegresión: Representa el número de ensayos realizados.

SCResiduo: Representa la resistencia a la tracción.

Para determinar la tasa porcentual de la “Resistencia a la tracción” para ser explicado por la variable “Número de ensayos”, para lo cual aplicaremos la siguiente formula:

$$r^2 = \frac{SC \text{ Regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$r^2 = \frac{339,118}{1316,952}$$

$$r^2 = 0.258$$

El resultado de r^2 expresa que la variable independiente (el número de ensayos en función a los diseños de mezcla) influye en un 25.8% respecto a la variable dependiente (resistencia a la tracción).

➤ **Conclusión**

Con los datos obtenidos estadísticamente mediante el método de regresión lineal podemos observar que la tendencia de la recta es descendente, con el valor de la significancia de 0,019 al ser menor a 0,050 se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) ya que los diseños de mezcla usando distintas dosificaciones de perlitas de poliestireno expandido y la adición del aditivo plastificante reductor de agua Viscocrete 1110 no optimizan la resistencia a la tracción del concreto patrón y a medida que se le adiciona mayor porcentaje de poliestireno expandido la resistencia disminuye, sin embargo se puede observar que los diseños con la adición del 1% de aditivo tienen mayor resistencia que su similar sin adición del aditivo.

Análisis estadístico de resistencia a la flexión.

Para el análisis estadístico se tomaron los resultados de resistencia a la flexión a 28 días debido a que a esa edad el concreto alcanza la resistencia para la cual fue diseñada.

Se realizó el ensayo de 3 especímenes por cada diseño de mezcla, en este caso tenemos 7 diseños de mezcla con diferentes dosificaciones en total se ensayaron 21 especímenes en total.

En la Tabla 94 se muestra los resultados obtenidos al realizarse el ensayo a la flexión con diferentes dosificaciones de poliestireno expandido y la variación de resistencia obtenidas en cada una de ellas.

Tabla 94: Resultados del ensayo de resistencia a la flexión.

Diseño		Flexión
		Resistencia (F'c) Kg/cm2
Relación a/c	Descripción	28 días
56	DP-Único	53
		48
		46
	DPE-01	32
		29
		30
	DPE-02	28
		25
		26
	DPE-03	16
		17
		15
42	DPEA-01	33
		34
		33
	DPEA-02	28
		27
		29
	DPEA-03	21
		19
		20

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de la variación resistencia a la flexión con cada una de los diseños de mezcla con distintas dosificaciones de poliestireno expandido. Las dosificaciones porcentuales fueron tomadas con referencia al peso del cemento en los 3 diseños de mezcla con dosificaciones de 0.5%, 0.6% y 0.8%, además se realizó 3 diseños de mezcla con la misma dosificación de poliestireno expandido con una dosificación de 1% del aditivo Viscocrete 1110 que es un aditivo plastificante reductor de agua con el cual se redujo un 25% el agua de diseño con lo cual se cambió la relación agua cemento inicial de 0.56 a 0.42.

Para evaluar el comportamiento de la adición de perlitas de poliestireno expandido en mayor o menor cantidad y el efecto que esto causa en la resistencia a la flexión del concreto, se empleara el método de la regresión. Los resultados estadísticos descriptivos obtenidos con el programa SPSS se muestran en la Tabla 95.

Tabla 95: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la flexión.

Estadísticos de muestras relacionadas					
		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Resistencia	29,0000	21	10,19313	2,22432
	Ensayos	11,0000	21	6,20484	1,35401

Fuente: Elaboración propia

➤ **Hipótesis**

-H0:

Los diseños de mezcla de concreto liviano con dosificación de poliestireno expandido aumenta la resistencia a la flexión del concreto.

-H1:

Los diseños de mezcla de concreto liviano con dosificación de poliestireno expandido no aumenta la resistencia a la flexión del concreto.

➤ **Análisis estadístico**

Se realizó la distribución normal de los resultados obteniendo el histograma y curva de distribución (ver Figura 27), también mostramos la información estadística de las muestras (ver Tabla 96), obtenidos con el uso de programa SPSS.

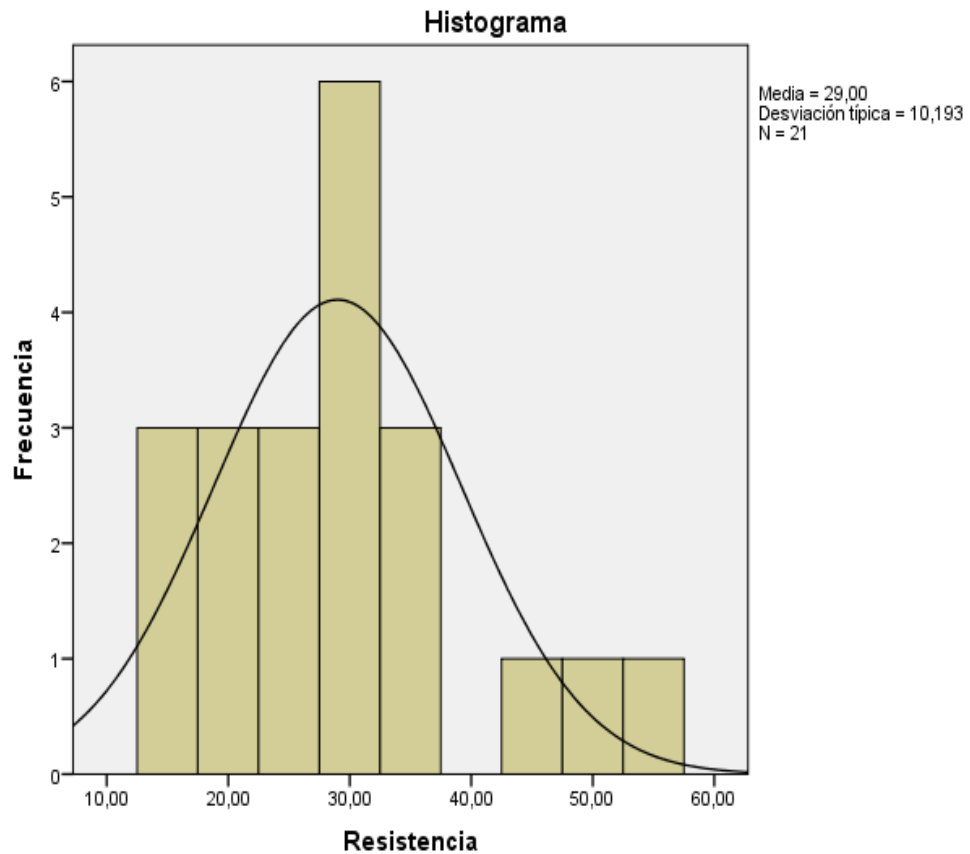


Figura 27: Histograma de la resistencia a la flexión.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 96: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la flexión.

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Resistencia	21	100,0%	0	0,0%	21	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Error típ.
Resistencia	Media	29,0000	2,22432
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	24,3601 33,6399
	Media recortada al 5%	28,4550	
	Mediana	28,0000	
	Varianza	103,900	
	Desv. típ.	10,19313	
	Mínimo	15,00	
	Máximo	53,00	
	Rango	38,00	
	Amplitud intercuartil	12,50	
	Asimetría	,880	,501
	Curtosis	,593	,972

Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación de la hipótesis se empleó la regresión de análisis de los datos con el programa SPSS, con el cual podemos predecir la recta de regresión así mismo se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 97.

Tabla 97: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la flexión.

Coeficientesa					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
1 (Constante)	40,057	3,743		10,702	,000
Ensayos	-1,005	,298	-,612	-3,372	,003

a. Variable dependiente: Resistencia

Fuente: Elaboración propia

Con los coeficientes obtenidos mediremos la correlación lineal, en estadística la regresión lineal es un método matemático que relaciona una variable que depende de otra “Y” y la independiente “X”.

Con la recta de regresión “Y” dependiendo de “X” se obtienen los valores posibles de “Y” tabulando valores de “X”.

Este modelo puede ser expresado como:

$$Y=a+bx$$

Dónde:

Y = Resistencia a la flexión.

x = N° de ensayos de los diseños de mezcla.

a = Constante que intersecta con las abscisas.

b = Pendiente de la recta.

Con los datos obtenidos en la Tabla 97 se forma la siguiente función de regresión lineal.

$$Y=-1.005x+40.057$$

En la Figura 28 se observa la recta de regresión de acuerdo a los resultados del ensayo de resistencia a la flexión.

El gráfico nos permite decir que nuestro modelo es efectivo en el rango analizado de x desde el ensayo 1 hasta el ensayo 21 y que es eficiente al cumplir con el modelo de la ecuación encontrada.

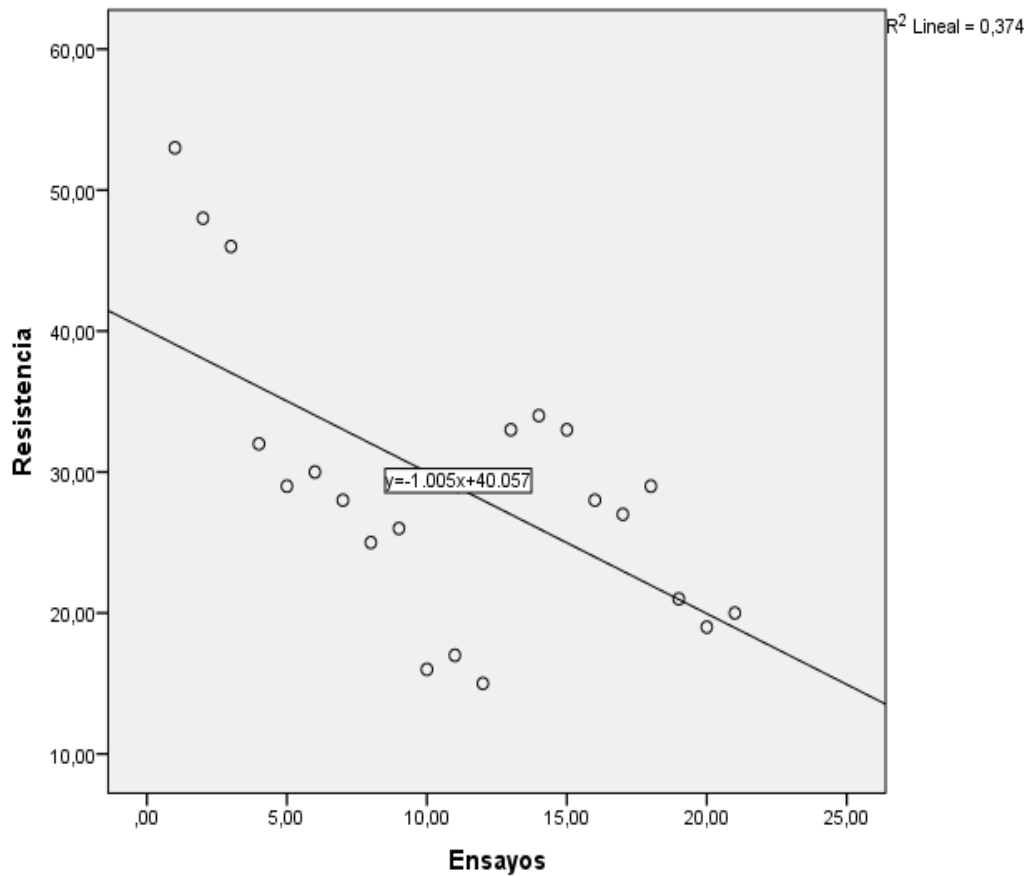


Figura 28: Recta de regresión lineal.

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de determinación múltiple (R²)

Con el programa SPSS se obtuvo los siguientes resultados que se pueden observar en la Tabla 98.

Tabla 98: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la flexión.

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregido	Error típ. de la estimación
1	,612a	,374	,341	8,27164

a. Variables predictoras: (Constante), Ensayos
Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza (Anova):

Con la ayuda del programa SPSS se realizó el análisis de varianza en la Tabla 99 podemos observar los valores obtenidos.

Tabla 99: Resultados estadísticos con referencia a los resultados del ensayo de resistencia a la flexión.

ANOVAa					
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1					
Regresión	778,021	1	778,021	11,371	,003b
Residual	1299,979	19	68,420		
Total	2078,000	20			

a. Variable dependiente: Resistencia

b. Variables predictoras: (Constante), Ensayos

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 99 se muestra la separación de cuadrados en componentes relativos a los factores contemplados en nuestro modelo.

$$SCTotal = SCRegresión + SCResiduo$$

Dónde:

SCRegresión: Representa el número de ensayos realizados.

SCResiduo: Representa la resistencia a la flexión.

Para determinar la tasa porcentual de la “Resistencia a la flexión” para ser explicado por la variable “Número de ensayos”, para lo cual aplicaremos la siguiente formula:

$$r^2 = \frac{SC \text{ Regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$r^2 = \frac{778,021}{2078,00}$$

$$r^2 = 0.374$$

El resultado de r^2 expresa que la variable independiente (el número de ensayos en función a los diseños de mezcla) influye en un 37.4% respecto a la variable dependiente (resistencia a la flexión).

➤ **Conclusión**

Con los datos obtenidos estadísticamente mediante el método de regresión lineal podemos observar que la tendencia de la recta es descendente, con el valor de la significancia de 0,003 al ser menor a 0,050 se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) ya que los diseños de mezcla usando distintas dosificaciones de perlitas de poliestireno expandido y la adición del aditivo plastificante reductor de agua Viscocrete 1110 no optimizan la resistencia a la flexión del concreto patrón y a medida que se le adiciona mayor porcentaje de poliestireno expandido la resistencia disminuye, sin embargo se puede observar que los diseños con la adición del 1% de aditivo tienen mayor resistencia que su similar sin adición del aditivo.

CAPITULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Discusión

1. En el diseño DPE-03 con una adición de 0,8% de perlitas de poliestireno expandido con una relación agua cemento igual a 0,56 y una densidad 1676 kg/m³ se obtuvo una resistencia a la compresión de 123 kg/cm², duplicando la resistencia obtenida por Rodríguez, H (2017) donde obtuvo una resistencia de 61,75 kg/cm² para una densidad de 1628 kg/m³. Sin embargo, sabemos que podemos optimizar la resistencia adicionando un aditivo plastificante reductor de agua modificando la relación agua cemento en este caso para el diseño DPEA-03 con una adición de 0,8% de perlitas de poliestireno expandido, con una dosificación de 1% de aditivo plastificante Viscocrete 1110 - Sika obteniendo una relación agua cemento de 0,42 y una densidad de 1701 kg/m³ se obteniendo una resistencia mayor a las anteriores de 168 kg/cm².
2. Se comprobó que al adicionar el aditivo plastificante Viscocrete 1110 – Sika se mejora el asentamiento del concreto considerablemente, teniendo concordancia en el asentamiento con Huarcaya, C (2014), al adicionar el aditivo Viscoflow 20E – Sika.

CONCLUSIONES

1. En las pruebas de mezcla con relación agua/cemento 0,56 se comprobó que al adicionar las perlitas de poliestireno expandido se incrementa el asentamiento del concreto significativamente con relación al diseño patrón que obtuvo un asentamiento de 3,0", con el diseño DPE-01 se obtuvo un asentamiento de 6,0", con el diseño DPE-02 se obtuvo un asentamiento de 6,5" y con el diseño DPE-03 se obtuvo un asentamiento de 7,0", no obstante al adicionarle el 1% del aditivo plastificante Viscocrete 1110 y realizar una reducción del 25% de agua se obtuvieron los siguientes resultados, con el diseño DPEA-01 se obtuvo un asentamiento de 6,5", con el diseño DPEA-02 se obtuvo un asentamiento de 7,0" y con el diseño DPEA-03 se obtuvo un asentamiento de 7,0".

Con los resultados mostrados podemos concluir que la adición de poliestireno expandido en el concreto incrementa el asentamiento al no absorber agua, sin embargo, se puede optimizar la resistencia manteniendo el asentamiento del concreto liviano con la reducción de agua y la adición del aditivo plastificante Viscocrete 1110 - Sika.

2. Al incrementar el porcentaje de las perlitas de poliestireno expandido, se observó que los pesos unitarios del concreto liviano disminuyen significativamente. Asimismo, se observa que la resistencia es directamente proporcional al peso unitario debido a que a mayor peso unitario mayor es la resistencia.

Con los resultados mostrados podemos concluir que la adición de poliestireno expandido en el concreto no incrementa la resistencia del concreto sin embargo se puede optimizar la resistencia con la reducción de agua y la adición del aditivo plastificante Viscocrete 1110 - Sika.

RECOMENDACIONES

1. La consistencia de la mezcla de concreto liviano con poliestireno expandido es recomendable para elementos que requieran una consistencia fluida con un asentamiento en el rango de 6"-7", la dosificación del aditivo plastificante Viscocrete 1110 – Sika debe estar acorde al requerimiento del proyectista ya que una inadecuada dosificación del aditivo podría llevarnos a resultados indeseados como segregación o un asentamiento no requerido en la mezcla.
2. Con los resultados mostrados en la conclusión se puede recomendar el uso del concreto liviano en elementos estructurales y no estructurales debido a que se obtiene una resistencia adecuada, los diseños que superan la resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ fueron el DPE- 01, DPEA-01 y DPEA-02 recomendables para elementos estructurales, no obstante los diseños DPE-02, DPE-03 Y DPEA-03 no superan la resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ debido a esto se pueden emplear en elementos no estructurales, para la elaboración del mismo, se requiere la supervisión de personal calificado debido a que se necesita emplear un adecuado proceso de mezclado para evitar segregación y pérdida de material durante el proceso de mezclado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (1998), *Tecnología del concreto*. Universal. Lima, Perú.
- Almonacid Valdivia, G. (2010), *Caracterización y evaluación del comportamiento de hormigones livianos, usando como materia prima poliestireno expandido modificado (MEPS)*. (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Chile.
- Benites Espinoza, C. (2011), *Concreto (hormigón) con cemento pórtland puzolánico tipo IP Atlas de resistencias tempranas con la tecnología sika Viscocrete*. (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Perú.
- Burgos Pauro, E. (2012), *Variación del módulo de finura del agregado fino de 3.0 a 3.6 en concretos de mediana a baja resistencia*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Contreras Geraro, A. (2016), *Concreto celular para uso estructural*. (Tesis de posgrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Gonzales Gutiérrez, G. y Béjar Zamudio, D. (2015), *Diseño de concreto celular de baja densidad controlada con aditivo espumante Mastercell 10 y cemento portland tipo I en la ciudad de lima metropolitana*. (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Perú.
- Huarcaya Garzón, C. (2014), *Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo Polifuncional Sikament 290N y aditivo super plastificante de alto desempeño Sika Viscoflow 20E*. (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Perú.
- León Soto, C. (2010), *Concreto (hormigón) con cemento sol tipo – I de resistencias tempranas con la tecnología Sika Viscocrete 20HE*. (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Perú.

- Luzardo, J. y Arraga, R. (2004), *Análisis del concreto celular y sus aplicaciones en la fabricación de paneles livianos. (Tesis de pregrado)* Universidad Rafael Urdaneta, Venezuela.
- Martín, I. (2016). *Modelos de ANOVA. Análisis de varianza con SPSS 8.0.* Pacifico. Lima, Perú.
- Martínez, E. (2005). *Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. Anuario Jurídico y Económico Escurialense.* Madrid, España.
- Portugal Barriga, P. (2007), *Tecnología del concreto de alto desempeño.* Lafoyette. Paris, Francia.
- Rivas Quezada, G. (2010), *(Tesis de pregrado) Determinación de la resistencia, densidad aparente y docilidad de un hormigón liviano con 10%, 20%, 30%, 40% Y 50% en volumen de perlas de Aislapol.* Universidad Austral de Chile, Chile.
- Rivva López, (1992), *Tecnología del concreto.* Hozlo. Lima, Perú.
- Rodríguez Chico, H. (2017), *(Tesis de pregrado) Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural.* Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Torre, A. (2004), *Curso básico de tecnología del concreto.* Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Valdez, L. y Suarez, G. (2010), *Hormigones Livianos.* Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Valencia Elguera, G. y Ibarra Navarro, M. (2013), *Estudio experimental para determinar patrones de correlación entre la resistencia a compresión y la*

velocidad de pulso ultrasónico en concreto simple. Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.

Vicéns. J, Herrarte. A y Medina. E. (2005), *Análisis de la varianza (ANOVA)*. Universidad Autónoma de Madrid. España.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
			VARIABLES	INDICADORES	INDICES	INSTRUMENTOS
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo el diseño de mezcla de concreto con poliestireno expandido influye en las propiedades del concreto liviano para la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018)?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Realizar un diseño de mezcla de concreto liviano con poliestireno expandido y evaluar su influencia en las propiedades del concreto para la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018).</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>En el Perú se puede afirmar que la tasa poblacional está en crecimiento en los sectores de los asentamientos humanos debido a ello planteamos que al realizar un diseño de mezcla de concreto liviano con poliestireno expandido tenemos una mayor probabilidad de construir losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018), permitiendo que dicha población pueda mejorar su calidad de vida.</p>	<p>V.INDEPENDIENTE</p> <p>DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO LIVIANO</p>	<p>DOSIFICACIÓN DEL ADITIVO PLASTIFICANTE</p>	<p>- Recopilar la mayor información relacionada al tema de investigación.</p> <p>- Determinar dosificaciones distintas de aditivo para cada diseño de concreto liviano.</p>	<p>- Tesis, fuentes documentales, libros, fichas técnicas e internet.</p> <p>- Ficha técnica del aditivo plastificante-SIKA</p>
				<p>PORCENTAJES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO</p>	<p>- Realizar el diseño de mezcla de concreto liviano con diferentes porcentajes de poliestireno expandido.</p> <p>- Evaluar el comportamiento del poliestireno expandido en diferentes porcentajes en la mezcla.</p>	<p>- ASTM C685-07.</p> <p>- Equipos de Laboratorio de Ensayo de Materiales.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿En qué medida la dosificación del aditivo plastificante influye en el asentamiento del concreto liviano?</p> <p>¿Cómo un mayor porcentaje de poliestireno expandido influye en la resistencia del concreto liviano?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar como la dosificación del aditivo plastificante influye en el asentamiento del concreto liviano.</p> <p>Determinar qué porcentaje de poliestireno expandido será el adecuado para optimizar la resistencia del concreto liviano.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Al determinar la dosificación del aditivo plastificante se optimiza el asentamiento del concreto liviano para la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018)</p> <p>Al determinar un adecuado porcentaje de poliestireno expandido y con la dosificación del aditivo Viscocrete 1110 se optimiza la resistencia del concreto liviano para la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018).</p>	<p>V.DEPENDIENTE</p> <p>PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO</p>	<p>ASENTAMIENTO DEL CONCRETO LIVIANO</p>	<p>- Ensayo de Cono de Abrams, para medir el asentamiento.</p> <p>- Ensayo de Peso unitario del concreto liviano.</p> <p>-Tener en cuenta la gradación del agregado fino y del agregado grueso</p>	<p>- NTP 339.035 y ASTM C143.</p> <p>- NTP 339.046 y ASTM C138.</p> <p>- NTP 400.012 Y ASTM C117</p>
				<p>RESISTENCIA DEL CONCRETO LIVIANO</p>	<p>- Ensayo de resistencia a la compresión y tracción.</p> <p>- Realizar cuadros y gráficos de los resultados de prueba de mezcla.</p>	<p>- NTP 339.034 y ASTM C39.</p> <p>- Software Excel.</p> <p>- SPSS</p>

Anexo 2: Normas Técnicas peruanas.

NTP 400.037 : AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)

- NTP 400.022 : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.

- NTP 400.018 : Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75um (200) por lavado en agregados.

- NTP 400.017 : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

- NTP 400.012 : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

- NPT 400.011 : AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).

- NTP 339.185 : Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

- NTP 339.184 : Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto.

- NTP 339.183 : HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigos (concreto) en el laboratorio.

- NTP 339.080 : HORMIGÓN (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. Ensayo tipo hidráulico.

- NTP 339.046 : Método de Ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).

- NTP 339.036 : Práctica Normalizada para Muestreo de Mezclas de Concreto Fresco.

- NTP 339.035 : Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Ábrams.

- NTP 339.034: HORMIGO. Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

- NTP 339.33: HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.

Anexo 3: Normas Técnicas Internacionales.

- ASTM C1064/C 1064M: Standard Test Method for Temperature of Mixed Portland Cement Concrete.
- ASTM C869/C 869M: Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete
- ASTM C685/C 685-07 : Especificación normalizada para concreto elaborado con dosificación volumétrica y mezclado continuo.
- ASTM C231: Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method
- ASTM C172: Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado.
- ASTM C150: Standard Specification for Portland Cement
- ASTM C143: Standard Test Method for Slump of Hydraulic- Cement Concrete.
- ASTM C138: Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete
- ASTM C128: Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción de agregados finos.
- ASTM C39/ C39M: Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
- ASTM C33: Standard Specification for Concrete Aggregates.
- NCH-2432: Bloques macizos de hormigón celular – Especificaciones.

Anexo 4: Certificados de calibración - Balanza de funcionamiento no automático.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCB-049-2018

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Atención : Ing. Liliana Chavarria

Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)
Surco - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS

Número de serie : 1203150517 Tipo : Electrónica

Clase : II Procedencia : China

Modelo : AV8101

Capacidad máxima : 8100 g

División de escala (d) : 0,1 g

División de verificación (e) : 0,1 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,5 °C / 76%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19,7 °C / 76%

Patrones de referencia : Trazabilidad INACAL , 01 juego de pesas Hiweigh clase OIML F1 de 1 mg a 1 kg con certificado de calibración N° LM-C-539-2016, 02 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-600-2016 y 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° LM-595-2016.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2018-08-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-08-13	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO BAUPREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros IP 04276

CCB-049-2018

Página 1 de 3

Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaairl.com email: celda@celdaairl.com

RESULTADOS DE MEDICIÓN
INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	19,5	19,5		76	76

Medición N°	Carga L1 = 4000 g			Carga L2 = 8100 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
2	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
3	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
4	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
5	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
6	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
7	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
8	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
9	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
10	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	3	Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
5	4				19,6	19,6		76	76

Posición de carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	carga en cero* (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,0	1,0	0,04	0,01	2500,0	2500,0	0,05	0,00	-0,01
2	1,0	1,0	0,04	0,01	2500,0	2500,0	0,05	0,00	-0,01
3	1,0	1,0	0,04	0,01	2500,0	2500,0	0,05	0,00	-0,01
4	1,0	1,0	0,04	0,01	2500,0	2500,0	0,05	0,00	-0,01
5	1,0	1,0	0,04	0,01	2500,0	2499,9	0,05	-0,10	-0,11

* valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	19,7	19,7		76	76

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,0	0,04	0,01	(*)					
50,0	50,0	0,04	0,01	0,00	50,0	0,04	0,01	0,00	0,1
100,0	100,0	0,04	0,01	0,00	100,0	0,04	0,01	0,00	0,1
200,0	200,0	0,04	0,01	0,00	200,0	0,04	0,01	0,00	0,1
500,0	500,0	0,05	0,00	-0,01	500,0	0,05	0,00	-0,01	0,1
1000,0	1000,0	0,05	0,00	-0,01	1000,0	0,05	0,00	-0,01	0,2
1500,0	1500,0	0,05	0,00	-0,01	1500,0	0,05	0,00	-0,01	0,2
2000,0	2000,0	0,05	0,00	-0,01	2000,0	0,05	0,00	-0,01	0,2
3000,0	3000,0	0,06	-0,01	-0,02	3000,0	0,06	-0,01	-0,02	0,3
5000,0	5000,0	0,06	-0,01	-0,02	5000,0	0,06	-0,01	-0,02	0,3
8100,0	8100,0	0,07	-0,02	-0,03	8100,0	0,07	-0,02	-0,03	0,3

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,00016g + (0,0000023) I $
------------------------------	---------------------------------

I = Indicación de la balanza
Eo = Error en cero

E = Error de la balanza
Ec = Error corregido

incertidumbre


La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



Anexo 5: Certificados de calibración - Balanza de funcionamiento no automático.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCB-048-2018

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Atención : Ing. Liliana Chavarria

Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)
Surco - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS

Número de serie : 1203130714 Tipo : Electrónica

Clase : II Procedencia : China

Modelo : AV8101

Capacidad máxima : 8100 g

División de escala (d) : 0,1 g

División de verificación (e) : 0,1 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,4 °C / 76%


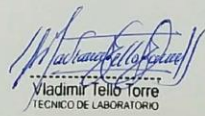

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19,6 °C / 76%

Patrones de referencia : Trazabilidad INACAL , 01 juego de pesas Hiweigh clase OIML F1 de 1 mg a 1 kg con certificado de calibración N° LM-C-539-2016, 02 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-600-2016 y 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° LM-595-2016.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2018-08-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-08-13	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros P° 5485

CCB-048-2018 Página 1 de 3

Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaairl.com email: celda@celdaairl.com

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si	Escala	No
Oscilación Libre	Si	Cursor	No
Plataforma	Si	Nivelación	Si
Sistema de Traba	No		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	19,4	19,4		76	76

Medición N°	Carga L1 = 4000 g			Carga L2 = 8100 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
2	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
3	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
4	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
5	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
6	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
7	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
8	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
9	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02
10	4000,0	0,05	0,00	8100,0	0,07	-0,02

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

<table border="1"> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td>4</td></tr> </table>	2	1	3	5		4	Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
2	1	3											
5		4											
		19,5	19,5	76	76								

Posición de carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	carga en cero* (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,0	1,0	0,04	0,01	2500,0	2500,0	0,06	-0,01	-0,02
2	1,0	1,0	0,04	0,01	2500,0	2500,0	0,06	-0,01	-0,02
3	1,0	1,0	0,04	0,01	2500,0	2500,0	0,06	-0,01	-0,02
4	1,0	1,0	0,04	0,01	2500,0	2500,0	0,06	-0,01	-0,02
5	1,0	1,0	0,04	0,01	2500,0	2499,9	0,06	-0,11	-0,12

* valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
T. (°C)	19,6	19,6

	Inicial	Final
H. R. (%)	76	76

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,0	0,04	0,01	(*)					
50,0	50,0	0,04	0,01	0,00	50,0	0,04	0,01	0,00	0,1
100,0	100,0	0,04	0,01	0,00	100,0	0,04	0,01	0,00	0,1
200,0	200,0	0,04	0,01	0,00	200,0	0,04	0,01	0,00	0,1
500,0	500,0	0,05	0,00	-0,01	500,0	0,05	0,00	-0,01	0,1
1000,0	1000,0	0,05	0,00	-0,01	1000,0	0,05	0,00	-0,01	0,2
1500,0	1500,0	0,05	0,00	-0,01	1500,0	0,05	0,00	-0,01	0,2
2000,0	2000,0	0,05	0,00	-0,01	2000,0	0,05	0,00	-0,01	0,2
3000,0	3000,0	0,06	-0,01	-0,02	3000,0	0,06	-0,01	-0,02	0,3
5000,0	5000,0	0,06	-0,01	-0,02	5000,0	0,06	-0,01	-0,02	0,3
8100,0	8099,9	0,07	-0,12	-0,13	8100,0	0,07	-0,02	-0,03	0,3

(*) Carga para determinar Eo

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,00016g + (0,0000021)l$
------------------------------	-------------------------------

 l = Indicación de la balanza
 Eo = Error en cero

 E = Error de la balanza
 Ec = Error corregido

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



Anexo 6: Certificados de calibración – Máquina para ensayo de flexión en vigas de concreto.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-078-2018

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Atención : Ing. Liliana Chavarria

Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)
Surco- Lima

Tipo de equipo : Máquina para ensayos de flexión en vigas de concreto endurecido

Capacidad del equipo : 150 kN

División de escala : 0,50 kN

Marca : TECNOTEST

N° de Serie : 920

Modelo : No Indica.

Lector digital : Analógico

N° de serie del indicador : 31556

Procedencia : Italy.

Código Interno : No Indica.

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,1°C / 70%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,1°C / 70%

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8295, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829511216

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2018-08-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-08-10	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ YANAJA INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 54916

Página 1 de 2

Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaairl.com email: celda@celdaairl.com

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre
(%)	(kN)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º ascenso (kN)	(kN)	(%)	K=2 U (%)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
10	15,0	17,48	17,45	16,92	17,28	-13,2	0,4
20	30,0	31,90	31,32	31,10	31,44	-4,6	0,4
30	45,0	46,14	46,53	46,38	46,35	-2,9	0,3
40	60,0	60,97	60,92	60,87	60,92	-1,5	0,2
50	75,0	75,74	75,73	75,71	75,73	-1,0	0,2
60	90,0	90,83	90,85	90,83	90,84	-0,9	0,1
70	105,0	105,09	105,74	105,70	105,51	-0,5	0,1
80	120,0	120,35	120,71	120,63	120,56	-0,5	0,1
90	135,0	135,18	136,60	136,53	136,10	-0,8	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.

kN = Kilonewtons = 102 Kilogramos.



Anexo 7: Certificados de calibración – Horno de secado para muestras.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMI-006-2018

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
Atención : Ing. Liliana Chavarria
Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)
Surco - Lima
Tipo de instrumento : Horno de secado para muestras
Marca : Despatch
N° de serie : 171398
Modelo : LEB2-18-1
Resolución : 1 °C
Alcance de indicación : T. Amb. hasta 204 °C
Selector de temperatura : Digital
Código : 025866
Método de calibración : Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático PC 018 - Indecopi: 2° Edición.
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,7 °C / 77%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,1 °C / 77%
Patrones de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Thermometer mit PT-100, marca MBW Calibration AG, modelo T12, N° de serie 13-0728, certificado de calibración 2999MBW2013 y 3000MBW2013.
Número de páginas : 4
Fecha de calibración : 2018-08-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-08-14	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO HUÉRFANO JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 84266

CMI-006-2018

Página 1 de 4

Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaairl.com email: celda@celdaairl.com



CELDA EIRL

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Indicador (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	T máx. - T mín. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	120	110,1	109,7	109,8	109,6	109,6	110,1	106,6	106,7	106,6	107,4	108,6	3,5
2	120	109,1	109,0	108,8	108,5	108,8	109,6	106,0	105,9	105,5	105,6	107,7	4,1
4	120	110,0	109,7	109,8	109,3	109,7	109,7	105,5	106,7	106,3	107,0	108,5	3,7
6	120	110,2	109,9	110,0	109,7	109,9	110,7	106,6	106,8	106,7	107,6	108,8	4,1
8	120	108,9	108,9	108,6	108,3	108,7	108,8	105,8	105,9	105,5	105,4	107,5	3,5
10	120	109,9	109,7	109,7	109,3	109,6	110,6	106,4	106,7	106,2	106,8	108,5	4,4
12	120	110,1	110,0	110,0	109,6	110,0	111,5	106,6	106,7	106,5	107,3	108,8	5,0
14	120	109,0	108,9	108,7	108,4	108,8	109,2	105,8	105,8	105,5	105,9	107,6	3,7
16	120	110,0	109,8	109,7	109,4	109,7	110,0	106,5	106,7	106,2	107,2	108,5	3,8
18	120	110,1	109,9	110,0	109,6	109,8	111,1	106,6	106,9	106,6	107,7	108,8	4,5
20	120	109,0	108,9	108,6	108,4	108,7	109,5	105,8	105,8	105,5	105,7	107,6	4,0
22	120	109,9	109,7	109,7	109,3	109,7	109,8	106,6	106,5	106,1	106,9	108,4	3,8
24	120	110,4	109,9	110,2	110,0	110,0	111,3	106,7	106,7	106,6	107,3	108,9	4,7
26	120	109,0	108,8	108,7	108,5	108,7	108,6	105,9	105,8	105,5	105,6	107,5	3,5
28	120	109,9	109,5	109,4	109,2	109,5	110,2	106,4	106,4	106,1	106,5	108,3	4,1
30	120	110,5	110,0	110,3	109,7	110,1	110,6	106,7	107,0	106,6	107,6	108,9	4,0
32	120	109,1	108,8	108,6	108,4	108,7	108,6	105,8	105,7	105,5	105,4	107,5	3,7
34	120	109,7	109,5	109,4	109,1	109,5	109,2	106,2	106,3	106,0	106,9	108,2	3,7
36	120	110,5	110,0	110,3	109,7	110,0	111,1	106,7	107,0	106,6	108,1	109,0	4,5
38	120	109,1	108,9	108,7	108,4	108,7	108,7	105,8	105,9	105,6	106,1	107,6	3,5
40	120	109,9	109,6	109,6	109,2	109,6	110,1	106,4	106,4	106,1	107,1	108,4	4,0
42	120	110,3	109,8	110,1	109,7	110,0	111,1	106,7	107,0	106,7	107,9	108,9	4,4
44	120	109,0	108,7	108,6	108,4	108,6	109,0	105,8	105,9	105,6	105,4	107,5	3,6
46	120	109,8	109,6	109,7	109,2	109,7	110,0	106,4	106,4	106,0	106,7	108,4	4,0
48	120	110,4	110,1	110,2	109,6	110,0	110,7	106,8	106,8	106,7	107,3	108,9	4,0
50	120	109,0	108,9	108,7	108,4	108,8	109,0	106,0	105,9	105,7	105,8	107,6	3,3
52	120	109,9	109,6	109,6	109,1	109,6	110,1	106,4	106,4	106,2	106,9	108,4	3,9
54	120	110,6	110,1	110,3	109,9	110,3	111,2	106,6	106,9	106,8	107,7	109,0	4,6
56	120	109,0	108,8	108,7	108,5	108,7	109,2	105,9	105,8	105,6	105,9	107,6	3,6
58	120	110,0	109,7	109,7	109,4	109,7	110,4	106,4	106,6	106,2	106,1	108,4	4,3
60	120	110,4	110,0	110,2	109,8	110,1	110,9	106,8	106,9	106,6	107,1	108,9	4,3
T.PROM	120	109,8	109,5	109,5	109,1	109,5	110,0	106,3	106,4	106,1	106,7	108,3	
T.MAX	120	110,6	110,1	110,3	110,0	110,3	111,5	106,8	107,0	106,8	108,1		
T.MIN	120	108,9	108,7	108,6	108,3	108,6	108,6	105,8	105,7	105,5	105,4		
DTT	0	1,7	1,4	1,7	1,7	1,7	2,9	1,0	1,3	1,3	2,7		

Temperatura ambiental promedio : 19,9 °C

Tiempo de calibración del equipo : 60 minutos



PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,5	0,3
Mínima Temperatura Medida	105,4	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,9	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,9	0,3
Estabilidad Medida (±)	1,45	0,04
Uniformidad Medida	5,0	0,3

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

T.MIN : Temperatura mínima

DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

CMI-006-2018

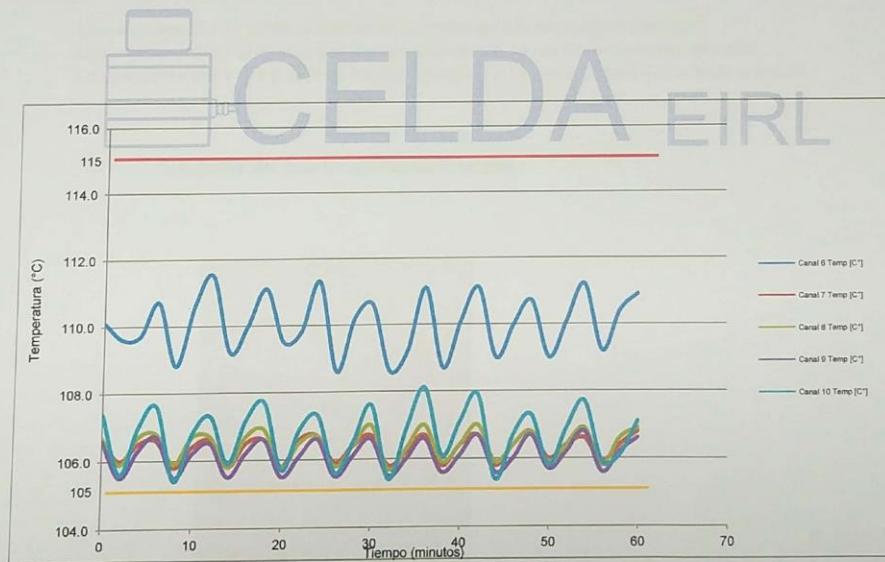
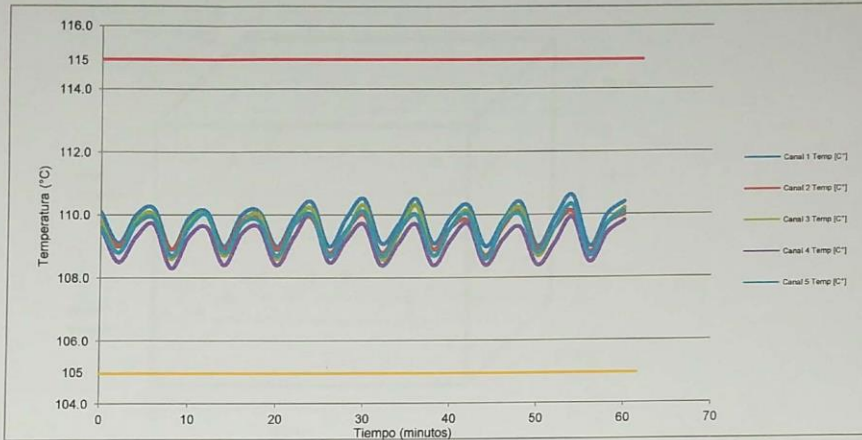
Página 2 de 4

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe



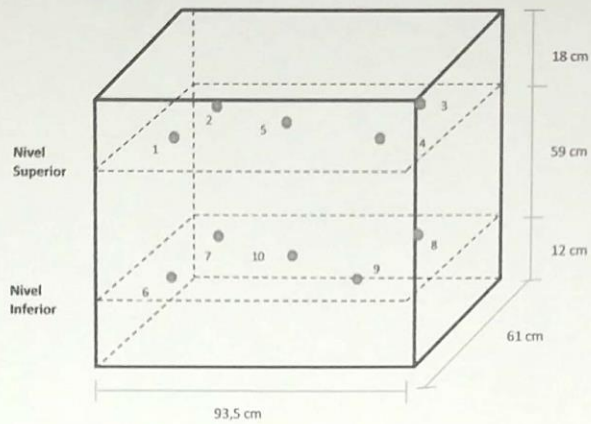
CELDA EIRL

TEMPERATURA DE TRABAJO $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



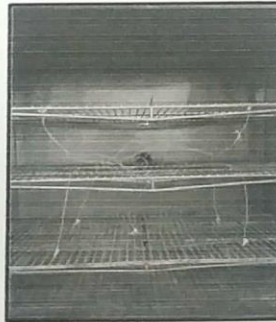
CMI-006-2018

Página 3 de 4


DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA

Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 19 cm de las paredes laterales.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 12 cm del frente y fondo de la estufa.

Fotografía del interior del medio isoterma



Anexo 8: Certificados de calibración – Máquina de compresión axial.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-079-2018**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Atención : Ing. Liliana Chavarria

Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)
Surco- Lima

Tipo de equipo : Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital

Capacidad del equipo : 1,200 kN

División de escala : 0,1 kN

Marca : TECNOTEST

Nº de serie del equipo : 917

Panel digital : DIGITAL TOUCH ELE-INTERNATIONAL

Número serie panel digital : 1887-1-00078

Procedencia : USA

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,4°C / 76%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,4°C / 69%


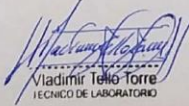
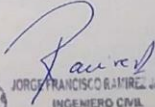
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2018-08-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-08-10	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 84288

CMC-079-2018 Página 1 de 2

Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaairl.com email: celda@celdaairl.com

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
8	100,0	100,4	100,6	99,7	100,2	-0,2	0,2
17	200,0	200,0	199,6	199,7	199,8	0,1	0,2
25	300,0	300,3	300,1	299,9	300,1	0,0	0,1
33	400,0	400,3	400,0	399,9	400,1	0,0	0,1
42	500,0	500,5	500,8	500,5	500,6	-0,1	0,1
50	600,0	600,7	601,0	600,5	600,7	-0,1	0,1
58	700,0	699,7	699,9	700,7	700,1	0,0	0,1
67	800,0	800,9	801,1	801,2	801,0	-0,1	0,1
75	900,0	899,8	900,1	900,5	900,2	0,0	0,1
83	1000,0	999,5	1000,3	1001,3	1000,4	0,0	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.



Anexo 9: Certificados de calibración – Máquina de compresión axial.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-077-2018**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
Atención : Ing. Liliana Chavarria
Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingenieria Civil)
Surco- Lima
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica digital
Capacidad del equipo : 2,227 kN (500,000 lbf ó 227 TN)
División de escala : 0,1 kN
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Nº de serie del equipo : 04040000001
Panel digital : DIGITAL TOUCH ELE-INTERNATIONAL
Número serie panel digital : 1887-1-00081
Procedencia : USA
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,9°C / 78%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,0°C / 71%
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2018-08-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-08-10	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ LAJAJA INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 84288

CMC-077-2018 Página 1 de 2

Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaairl.com email: celda@celdaairl.com

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
4	100,0	100,2	100,5	100,5	100,4	-0,4	0,2
9	200,0	200,0	200,6	200,7	200,4	-0,2	0,2
13	300,0	300,3	300,0	299,9	300,0	0,0	0,1
18	400,0	400,0	400,8	400,6	400,5	-0,1	0,1
27	600,0	600,2	600,3	600,5	600,3	0,0	0,1
36	800,0	800,3	800,8	800,0	800,4	0,0	0,1
45	1000,0	1000,2	1000,1	1000,1	1000,1	0,0	0,1
54	1200,0	1200,7	1200,8	1200,7	1200,7	-0,1	0,1
72	1600,0	1600,8	1600,8	1600,8	1600,8	0,0	0,1
90	2000,0	2003,0	2003,0	2002,9	2003,0	-0,1	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.



Anexo 10: Certificados de calibración - Balanza de funcionamiento no automático.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-051-2018**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Atención : Ing. Liliana Chavarria

Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)
Surco - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS

Número de serie : 11281203520065 P Tipo : Electrónica

Clase : II Procedencia : USA

Modelo : Adventurer ARC120

Capacidad máxima : 3100 g

División de escala (d) : 0,01 g

División de verificación (e) : 0,1 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 21,0 °C / 70%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 21,1 °C / 70%

Patrones de referencia : Trazabilidad INACAL , 01 juego de pesas Hiweigh clase OIML F1 de 1 mg a 1 kg con certificado de calibración N° LM-C-539-2016 y 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-600-2016.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2018-08-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-08-13	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 Jorge Francisco Ramirez Jajaja INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 14281

CCB-051-2018 Página 1 de 3

Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaairl.com email: celda@celdaairl.com

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
T. (°C)	21,0	21,0

	Inicial	Final
H. R. (%)	70	70

Medición N°	Carga L1 = 1500 g			Carga L2 = 3100 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1500,00	0,006	-0,001	3100,00	0,008	-0,003
2	1500,00	0,006	-0,001	3100,00	0,008	-0,003
3	1500,00	0,006	-0,001	3099,99	0,008	-0,013
4	1500,00	0,006	-0,001	3099,99	0,008	-0,013
5	1500,00	0,006	-0,001	3099,99	0,008	-0,013
6	1500,00	0,006	-0,001	3099,99	0,008	-0,013
7	1500,00	0,006	-0,001	3100,00	0,008	-0,003
8	1500,00	0,006	-0,001	3099,99	0,008	-0,013
9	1500,00	0,006	-0,001	3099,99	0,008	-0,013
10	1500,00	0,006	-0,001	3099,99	0,008	-0,013

$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	3
5	4	

Posición de las cargas

	Inicial	Final
T. (°C)	21,1	21,1

	Inicial	Final
H. R. (%)	70	70

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,00	1,00	0,004	0,001	1000,00	1000,00	0,005	0,000	-0,001
2	1,00	1,00	0,004	0,001	1000,00	1000,01	0,005	0,010	0,009
3	1,00	1,00	0,004	0,001	1000,00	999,99	0,005	-0,010	-0,011
4	1,00	1,00	0,004	0,001	1000,00	1000,00	0,005	0,000	-0,001
5	1,00	1,00	0,004	0,001	1000,00	1000,00	0,005	0,000	-0,001

* valor entre 0 y 10e

$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	21,1	21,1

H. R. (%)	Inicial	Final
	70	70

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,00	0,004	0,001	(*)					
10,00	10,00	0,004	0,001	0,000	10,00	0,004	0,001	0,000	0,1
100,00	100,00	0,004	0,001	0,000	100,00	0,004	0,001	0,000	0,1
300,00	300,00	0,005	0,000	-0,001	300,00	0,005	0,000	-0,001	0,1
500,00	500,00	0,005	0,000	-0,001	500,00	0,005	0,000	-0,001	0,1
800,00	800,00	0,006	-0,001	-0,002	800,00	0,006	-0,001	-0,002	0,2
1200,00	1200,00	0,006	-0,001	-0,002	1200,00	0,006	-0,001	-0,002	0,2
1500,00	1500,00	0,006	-0,001	-0,002	1500,00	0,007	-0,002	-0,003	0,2
2000,00	2000,00	0,007	-0,002	-0,003	2000,00	0,007	-0,002	-0,003	0,2
2500,00	2500,00	0,008	-0,003	-0,004	2500,01	0,008	0,007	0,006	0,3
3100,00	3100,01	0,008	0,007	0,006	3100,01	0,008	0,007	0,006	0,3

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,0037g + (0,0000033)I$
------------------------------	------------------------------

I = Indicación de la balanza

E = Error de la balanza

Eo = Error en cero

Ec = Error corregido

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



Anexo 11: Informe técnico – prensa de concreto Tecnotest.



INFORME TÉCNICO 105-18

A : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA.
De : Ing. Vladimir Tello - Asesor Técnico - CELDA EIRL.
Asunto: Mantenimiento y Calibración de prensa de concreto marca TECNOTEST, N° de serie 917, de 1.200 kN. De capacidad, realizado en el Laboratorio De Ensayo de Materiales. Escuela de Ingeniería Civil. Surco - Lima. El 09 de Agosto del 2018.
Fecha : 10 de Agosto del 2018.

Estimados Señores; respecto al mantenimiento y la calibración del equipo arriba descrito, tengo a bien informar lo siguiente:

1.- El equipo se encontraba en buen estado de funcionamiento, se realizó el mantenimiento de acuerdo a nuestro protocolo que incluye:

- Desarmado de las partes eléctrica e hidráulica.
- Limpieza general de las partes.
- Evaluación de componentes.
- Puesta de sello en la base del impulsor del motor.
- Cambio de aceite.
- Mantenimiento general del motor eléctrico.
- Armado del equipo.
- Pruebas de funcionamiento.

2.- Cuando se sometió el equipo a pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de éste, así como verificar la calibración del mismo, se observó que las lecturas indicadas por el equipo no eran similares al del patrón utilizado, por lo que se realizó ajuste antes de la calibración.

3.- El equipo se encuentra operativo.

Atentamente;


Ing. Vladimir Tello
Asesor Técnico
CELDA EIRL

Anexo 12: Informe técnico – prensa de concreto ELE.



INFORME TÉCNICO 104-18

A : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA.
De : Ing. Vladimir Tello - Asesor Técnico - CELDA EIRL.
Asunto: Mantenimiento y Calibración de prensa de concreto marca ELE - INTERNATIONAL, N° de serie 04040000001, de 2.227 kN. De Capacidad. Realizado en el Laboratorio de Ensayo de Materiales. Escuela de Ingeniería Civil. Surco - Lima. El 09 de Agosto del 2018.
Fecha : 10 de Agosto del 2018.

Estimados Señores; respecto al mantenimiento y la calibración del equipo arriba descrito, tengo a bien informar lo siguiente:

1.- El equipo se encontraba en buen estado de funcionamiento, se realizó el mantenimiento de acuerdo a nuestro protocolo que incluye:

- Desarmado de las partes eléctrica e hidráulica.
- Limpieza general de las partes.
- Evaluación de componentes.
- Puesta de sello en la base del impulsor del motor.
- Cambio de aceite.
- Mantenimiento general del motor eléctrico.
- Armado del equipo.
- Pruebas de funcionamiento.

2.- Cuando se sometió el equipo a pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de éste, así como verificar la calibración del mismo, se observó que las lecturas indicadas por el equipo no eran similares al del patrón utilizado, por lo que se realizó ajuste antes de la calibración.

3.- El equipo se encuentra operativo.

Atentamente;

