



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de  
pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos, Cañete- 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO  
CIVIL**

**AUTOR:**

Ticona Peñasco, Alejandro Yuri. (ORCID: 0000-0001-5714-7538)

**ASESOR:**

Mgtr. Díaz Huiza, Luis Humberto. (ORCID: 0000-0003-1304-5008)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo de Tesis  
a Dios.*

*A mis padres, quienes fueron el  
ejemplo a seguir en un ambiente  
de perseverancia y superación, por  
alentarme para lograr los objetivos  
de mi vida.*

*A mi compañera de mi vida, y mis  
hijos quienes supieron apoyarme y  
enseñarme que la vida es una sola.*

**ALEJANDRO YURI**

## **AGRADECIMIENTOS**

- Al Laboratorio Inversiones E Ingeniería A&J SAC directivos y personal administrativo de la Empresa, por su apoyo en todo el transcurso de mi trabajo de investigación.
- A mi asesor de tesis Mgtr. Díaz Huiza, Luis Humberto, por sus valiosas sugerencias que han contribuido a la mejora de mi trabajo de tesis.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo y Universidad Alas Peruanas, por la motivación y enseñanzas impartidas durante mi titulación.

Alejandro Yuri

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	25
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	25
3.2 Variable y Operacionalización .....	27
3.3 Población, muestra y muestreo.....	30
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5 Procedimientos.....	36
3.6 Método de Análisis de Datos .....	41
3.7 Aspectos Éticos.....	44
IV. RESULTADOS .....	45
V. DISCUSIÓN .....	91
VI. CONCLUSIONES .....	96
VII. RECOMENDACIONES .....	98
REFERENCIAS .....	99
ANEXOS .....	104
Anexo 01: Matriz de Consistencia.....	105
Anexo 02 Matriz de Operacionalización de Variables.....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos granulométricos del agregado fino.....	11
Tabla 2. Porcentaje que pasa por los tamices normalizados .....	14
Tabla 3. Relación entre la resistencia a la compresión del concreto en diferentes etapas y la resistencia a los 28 días.....	17
Tabla 4. Características técnicas. ....	20
Tabla 5. Periodos de diseño de pavimentos .....	22
Tabla 6. Estudio de Tráfico de la Av. Ramos Cañete 2021 .....	22
Tabla 7. Niveles de confiabilidad .....	23
Tabla 8. Desviación estándar normal, valores que corresponden a los niveles seleccionados de confiabilidad .....	23
Tabla 9. Estudio – error estándar combinado .....	23
Tabla 10. Resultados del Estudio de Mecánica de Suelos Av. Ramos Cañete 2021 .....	24
Tabla 11. Coeficiente de Drenaje.....	24
Tabla 12. Resultado del Diseño - Espesor del Pavimento Rígido $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	24
Tabla 13. Diseño de la investigación, de la muestra patrón para el control .....	25
Tabla 14. Diseño de la investigación, de la muestra con adición de perlas de poliestireno .....	26
Tabla 15. Indicadores y escalas de variable independiente .....	28
Tabla 16. Indicadores y escalas de variable dependiente .....	29
Tabla 17. Muestra de la investigación (Rotura de probetas de Concreto – Resistencia a la compresión $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ).....	31
Tabla 18. Muestra de diseño de mezcla para pavimento rígido $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	31
Tabla 19. Ficha de observación para diseño de mezcla.....	34
Tabla 20. Ficha de observación para análisis de resistencia a la compresión.....	35
Tabla 21. Normativa de ensayos de materiales .....	37
Tabla 22. Pesos mínimos de la muestra según el tamaño de agregado - Según Norma Técnica Peruana NTP 400.010.....	38
Tabla 23. Pesos mínimos de la muestra según sea el tamaño del agregado.....	40
Tabla 24. Cantidad de muestra para diseño de mezcla para pavimento rígido $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	45
Tabla 25. Cantidad de muestra de rotura de probetas de concreto (Resistencia a la compresión)- $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	45
Tabla 26. Resultados de resistencia a la compresión del concreto – del pavimento rígido $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	46

Tabla 27. Desarrollo de esfuerzos historiales y aceptables (tiempo/porcentaje)	
Resistencia rotura de probetas en el laboratorio.....	47
Tabla 28. Resultados de las roturas de probetas - resistencia a la compresión del concreto – del pavimento rígido $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	50
Tabla 29. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 7 días .....	52
Tabla 30. Prueba “t” para dos muestras varianzas iguales, con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 7 días .....	53
Tabla 31. Prueba “t” para medias de dos muestras emparejadas, con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 7 días.....	54
Tabla 32. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 6% perlas de poliestireno - 14 días.....	55
Tabla 33. Prueba “t” para dos muestras varianzas iguales, con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 14 días .....	56
Tabla 34. Prueba “t” para medias de dos muestras emparejadas, con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 14 días.....	57
Tabla 35. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 28 días .....	58
Tabla 36. Prueba “t” para dos muestras suponiendo varianzas iguales, con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 28 días.....	59
Tabla 37. Prueba “t” para medias de dos muestras emparejadas, con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 28 días.....	60
Tabla 38. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 7 días .....	61
Tabla 39. Prueba “t” para dos muestras suponiendo varianzas iguales, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 7 días.....	62
Tabla 40. Prueba “t” para medias de dos muestras emparejadas, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 7 días.....	63
Tabla 41. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 14 días .....	64
Tabla 42. Prueba “t” para dos muestras suponiendo varianzas iguales, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 14 días.....	65
Tabla 43. Prueba “t” para medias de dos muestras emparejadas, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 14 días.....	66
Tabla 44. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 28 días .....	66

Tabla 45. Prueba “t” para dos muestras suponiendo varianzas iguales, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 28 días.....	67
Tabla 46. Prueba “t” para medias de dos muestras emparejadas, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 28 días.....	68
Tabla 47. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 18% perlas de poliestireno - a los 7 días .....	69
Tabla 48. Prueba “t” para dos muestras suponiendo varianzas iguales, con adición de 18% perlas de poliestireno - a los 7 días.....	70
Tabla 49. Prueba “t” para medias de dos muestras emparejadas, con adición de 18% perlas de poliestireno - a los 7 días.....	71
Tabla 50. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 18% perlas de poliestireno a los 14 días .....	71
Tabla 51. Prueba “t” para dos muestras suponiendo varianzas iguales, con adición de 18% perlas de poliestireno a los 14 días.....	72
Tabla 52. Prueba “t” para medias de dos muestras emparejadas, con adición de 18% perlas de poliestireno a los 14 días.....	73
Tabla 53. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 18% perlas de poliestireno, a 28 días .....	74
Tabla 54. Prueba “t” para dos muestras suponiendo varianzas iguales, con adición de 18% perlas de poliestireno, a 28 días .....	75
Tabla 55. Prueba “t” para medias de dos muestras emparejadas, con adición de 18% perlas de poliestireno, a 28 días .....	75
Tabla 56. Comparación de resistencias a la compresión de la muestra “patrón” versus las muestras con adición de 6% perlas de poliestireno en diferentes (7, 14 y 28 días).....	76
Tabla 57. Prueba “t” para dos muestras suponiendo varianzas iguales, y para adición de 6% de perlas de poliestireno en diferentes (7, 14 y 28 días).....	77
Tabla 58. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra “patrón” versus las muestras con adición de 12% perlas de poliestireno en diferentes (7, 14 y 28 días).....	78
Tabla 59. Prueba “t” para dos muestras suponiendo varianzas iguales, con adición de 12% perlas de poliestireno en diferentes (7, 14 y 28 días).....	80
Tabla 60. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra “patrón” versus las muestras con adición de 18% perlas de poliestireno en diferentes (7, 14 y 28 días).....	81
Tabla 61. Prueba “t” para dos muestras suponiendo varianzas iguales con adición de 18% perlas de poliestireno en diferentes (7, 14 y 28 días).....	82
Tabla 62. Resultados de peso unitario del pavimento rígido del diseño de mezcla $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno.....	83

Tabla 63. Dosificación – Proporción del diseño de mezcla “PATRÓN” .....	86
Tabla 64. Dosificación – Proporción del diseño de mezcla con adición de 6% de perlas de poliestireno .....	87
Tabla 65. Proporción del diseño de mezcla con adición de 12% de perlas de poliestireno .....	88
Tabla 66. Proporción del diseño de mezcla con adición de 18% de perlas de poliestireno .....	89



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Perlas de poliestireno expandido en el medio ambiente – Cañete 2021..	1
Figura 2 Ubicación de la Cantera “Conta Roma”.....	12
Figura 3. Agregados grueso – piedra chancada que se utilizó en el diseño del pavimento rígido $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de perlas de poliestireno.....	13
Figura 4: Asentamiento (Written by E., 2016).....	15
Figura 5: Ensayo resistencia a compresión (Written by E., 2016).....	16
Figura 6: Fotografías de las Perlas de Poliestireno.....	18
Figura 7: Fotografía de las Perlas de Poliestireno y Pesaje en una balanza electrónica.....	19
Figura 8: Fotografía de la Cantera Conta Roma- Cañete.....	36
Figura 9: Fotografía del tesista con la muestra del agregado grueso.....	39
Figura 10: Grafico de distribución t de Student.....	42
Figura 11: La fotografía de la derecha muestra la adición de perlas de poliestireno, y la fotografía izquierda muestra la rotura de probetas, con adiciones de perlas de poliestireno en laboratorio.....	47
Figura 12: Se muestra histograma como resultado de las resistencias a la compresión del concreto estudiado con las adiciones de perlas de poliestireno, en laboratorio.....	48
Figura 13: Se muestra otra forma de histogramas como resultado de las resistencias a la compresión del concreto estudiado con las adiciones perlas de poliestireno, en laboratorio.....	49
Figura 14: Gráfico que se muestra el comparativo de las muestras a los 7 días .	50
Figura 15: Gráfico que se muestra el comparativo de las muestras a los 14 días	51
Figura 16: Gráfico que se muestra el comparativo de las muestras a los 28 días	51
Figura 17: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión, de 6% y a 7 días.....	52
Figura 18: Gráfico de distribución t de Student - 6% perlas de poliestireno, a 7 días.....	53
Figura 19: Gráfico de distribución t de Student - 6% perlas de poliestireno, a 7 días.....	54

Figura 20: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión, de 6% y a 14 días .....	55
Figura 21: Gráfico de distribución $t$ de Student - muestra c/6% a 14 días .....	56
Figura 22: Gráfico de distribución $t$ de Student - muestra c/6% a 14 días .....	57
Figura 23: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión, de 6% y a 28 días .....	58
Figura 24: Gráfico de distribución $t$ de Student - muestra c/6% a 28 días .....	59
Figura 25: Gráfico de distribución $t$ de Student - muestra c/6% a 28 días .....	60
Figura 26: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 12% y a 7 días .....	61
Figura 27: Gráfico de distribución $t$ de Student - muestra c/12% a 7 días .....	62
Figura 28: Gráfico de distribución $t$ de Student - muestra c/12% a 7 días .....	63
Figura 29: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 12% y a 14 días.....	64
Figura 30: Gráfico de distribución $t$ de Student - muestra c/12% a 14 días .....	66
Figura 31: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 12% y a 28 días.....	67
Figura 32: Gráfico de distribución $t$ de Student - muestra c/12% a 28 días .....	67
Figura 33: Gráfico de distribución $t$ de Student - muestra c/12% a 28 días .....	68
Figura 34: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 18% y a 7 días .....	69
Figura 35: Gráfico de distribución $t$ de Student – muestra c/18% a 7 días.....	70
Figura 36: Gráfico de distribución $t$ de Student – muestra c/18% a 7 días.....	71
Figura 37: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 18% y a 14 días.....	72
Figura 38: Gráfico de distribución $t$ de Student– muestra c/18% a 14 días.....	73
Figura 39: Gráfico de distribución $t$ de Student– muestra c/ 18% a 14 días.....	73
Figura 40: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 18% y a 28 días.....	74
Figura 41: Gráfico de distribución $t$ de Student – muestra 18% a 28 días .....	75
Figura 42: Gráfico de distribución $t$ de Student– muestra 18% a 28 días .....	76
Figura 43: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 6% y a 7, 14 y 28 días.....	77

Figura 44: Gráfico de distribución t de Student – muestra 6% a 7, 14, 28 días ...	78
Figura 45: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 12% y a 7, 14 y 28 días.....	79
Figura 46: Gráfico de distribución t de Student – muestra 12% a 7, 14, 28 días..	80
Figura 47: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 18% y a 7, 14 y 28 días.....	81
Figura 48: Gráfico de distribución t de Student – muestra 18% a 7, 14, 28 días..	82
Figura 49: Gráfico de histograma dosificación de materiales del diseño de mezcla $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para un 1 metro cubico de concreto. ....	83
Figura 50: Gráfico de histograma dosificación de materiales del diseño de mezcla $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para una bolsa (pie <sup>3</sup> ) .....	84
Figura 51: Gráfico de histograma dosificación de materiales del diseño de mezcla $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para una probeta .....	84
Figura 52: Gráfico del diseño de mezcla para concreto convencional “Patrón”....	86
Figura 53: Gráfico del diseño de mezcla con adición de 6% de poliestireno.....	87
Figura 54: Gráfico del diseño de mezcla con adición de 12% de poliestireno.....	88
Figura 55: Gráfico del diseño de mezcla con adición de 18% de poliestireno.....	89

## RESUMEN

En la actual exploración el objetivo fue evaluar cómo influye en la resistencia a compresión y peso unitario del pavimento rígido (concreto con sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno), en relación al volumen del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

Tipo de estudio fue aplicada, nivel explicativo, método cuantitativo, el diseño fue experimental, la técnica basado en mediciones en laboratorio referente a resistencia a la compresión del concreto previo al diseño de mezclas; la población y muestra fue de 36 probetas (la roturas de probetas fueron en 7, 14 y 28 días). Luego conocidos los hallazgos se analizaron, comprobaron mediante la demostración estadística de t student.

Como resultado y conclusión se tiene diseño de mezcla del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , resistencias a la compresión del concreto: la muestra "Patrón" (a 7 días resultó  $206.93\text{kg/cm}^2$ , a 14 días,  $257.89\text{kg/cm}^2$ , a los 28 días,  $285.98\text{kg/cm}^2$ ); sin embargo las especímenes cilíndricos de concreto con: adición de 6% de perlas de poliestireno (a 7 días es  $201.60\text{kg/cm}^2$ , a 14 días,  $256.12\text{kg/cm}^2$ , a 28 días,  $285.12\text{kg/cm}^2$ ); y con adición de 12% de perlas de poliestireno (a 7 días,  $200.43\text{kg/cm}^2$ , a 14 días,  $253.81\text{kg/cm}^2$ , a 28 días,  $283.70\text{kg/cm}^2$ ); Y con adición de 18% de perlas de poliestireno (a 7 días,  $196.30\text{kg/cm}^2$ , a 14 días,  $250.80\text{kg/cm}^2$ , a los 28 días,  $281.38\text{kg/cm}^2$ ). Con las cuales se demuestra que la sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno si mejora la resistencia del pavimento  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Además; estos resultados sí están dentro de los parámetros aceptables según laboratorio, por lo que; es factible el uso en pavimento rígido en vías de bajo tránsito, No es recomendable su uso para vías de alto tránsito.

El peso volumétrico del concreto disminuye con la adición de perlas de poliestireno.

**Palabras clave:** Perlas de poliestireno, resistencia a la compresión, pavimento rígido concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

## ABSTRACT

In the current exploration the objective was to evaluate how it influences the compressive strength and unit weight of the rigid pavement (concrete with replacement of 6, 12 and 18% of polystyrene beads), in relation to the volume of the concrete  $f'c = 280\text{kg} / \text{cm}^2$ .

Type of study was applied, explanatory level, quantitative method, the design was experimental, the technique based on laboratory measurements regarding the compressive strength of concrete prior to the design of mixtures; the population and sample was 36 specimens (specimen breaks were in 7, 14 and 28 days). After the findings were known, they were analyzed, verified by means of the statistical demonstration of t student.

As a result and conclusion, we have a concrete mix design  $f'c = 280\text{kg} / \text{cm}^2$ , concrete compressive strengths: the sample "Pattern" (at 7 days it was  $206.93\text{kg} / \text{cm}^2$ , at 14 days,  $257.89\text{kg} / \text{cm}^2$ , at 28 days,  $285.98\text{kg} / \text{cm}^2$ ); however, cylindrical concrete specimens with: addition of 6% polystyrene beads (at 7 days it is  $201.60\text{kg} / \text{cm}^2$ , at 14 days,  $256.12\text{kg} / \text{cm}^2$ , at 28 days,  $285.12\text{kg} / \text{cm}^2$ ); and with the addition of 12% of polystyrene beads (at 7 days,  $200.43\text{kg} / \text{cm}^2$ , at 14 days,  $253.81\text{kg} / \text{cm}^2$ , at 28 days,  $283.70\text{kg} / \text{cm}^2$ ); And with the addition of 18% polystyrene beads (at 7 days,  $196.30\text{kg} / \text{cm}^2$ , at 14 days,  $250.80\text{kg} / \text{cm}^2$ , at 28 days,  $281.38\text{kg} / \text{cm}^2$ ). With which it is shown that the substitution of 6, 12 and 18% of polystyrene beads does improve the resistance of the pavement  $f'c = 280\text{kg} / \text{cm}^2$ . What's more; These results are within the acceptable parameters according to the laboratory, therefore; It is feasible to use it on rigid pavement in low traffic roads. Its use is not recommended for high traffic roads.

The volumetric weight of concrete decreases with the addition of polystyrene beads.

Keywords: Polystyrene beads, compressive strength, rigid concrete pavement  $f'c=280\text{kg}/\text{cm}^2$ .

## I. INTRODUCCIÓN

La tesis “adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en av. ramos, Cañete- 2021” consiste en estudiar la influencia en la resistencia y peso unitario por adición de perlas de poliestireno en pavimentos rígidos en la ciudad de Cañete. Asimismo, podemos utilizar las perlas de poliestireno como si fuera un agregado grueso ayudando a disminuir costos en la fabricación del mortero, ejecutando mejores obras viales y con este material innovador brindamos nuevas alternativas de alcance, y por otro lado se pretende contribuir en el reúso de residuos de tecnoport EPS y por ende contribuir con la salubridad del medio ambiente.



Figura 1 Perlas de poliestireno expandido en el medio ambiente – Cañete 2021.

Se tiene una investigación similar con resultados favorables, el título de la tesis fue “Propiedades mecánicas del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para pavimento al sustituir el cemento por cenizas de cascarilla de arroz en 5% Chimbote, Áncash – 2020” en donde para pavimento rígido sustituyeron el cemento por cenizas de cascarilla de arroz en 5%, logrando finalmente un concreto más resistente y de bajo costo, ya que se reduce el uso del cemento, y además en el proceso de elaboración de este material genera un impacto negativo en el medio ambiente, tipo de estudio fue aplicada y el diseño fue experimental; finalmente se concluye que la presión a la compresión alcanza a  $281.65\text{kg/cm}^2$  con adición del 5% de la cascarilla de arroz (Domínguez y Fernández, 2020, p. 1 y 54).

Como todos sabemos, uno de los principales retos del pavimento rígido es la resistencia que puede proporcionar, y la estructura que debe tener ciertos parámetros para asegurar la mayor vida útil posible.

También es necesario mencionar que el material más utilizado en la construcción, ingeniería vial, puentes, túneles, presas y edificaciones es el concreto, por lo que debe cumplir con determinadas propiedades mecánicas y físicas, las cuales deben cumplir unos requisitos mínimos.

El desarrollo de estos proyectos en construcción. En la ciudad de Cañete, se encontraron una serie de defectos en las losas de las aceras rígidas, que trajeron dificultades al paso de vehículos y ocasionan malestar en los conductores y la población.

Asimismo se tiene otras investigaciones, en donde enfatiza que existe muchos problemas al momento de realizar una pavimentación rígida, las fallas encontradas se debe a muchos factores ya sean ocasionados por acción de la naturaleza, como por ejemplo: cambios climáticos (lluvias), desborde de los ríos, así como también los movimientos sísmicos. Por otro lado, encontramos que el material inadecuado para pavimentar ocasiona serios problemas en la pavimentación, esto puede ocasionar las desportilladuras en juntas y fisuras, pues es cierto que son previstas en el diseño, pero ocurre que la armadura se fractura y en ese punto en donde el agua se apodera de la pavimentación ocasionando la corrosión de la armadura y el deterioro de las fisuras. Además existe la ineficiencia por parte de los profesionales de la construcción, pues es de vital importancia dejar en manos de profesionales calificados para la planeación de un bien a la sociedad. (Miranda, 2010, p.26-34).

En las vías de la ciudad de Imperial - Cañete logramos observar distintas fallas tales como: escalonamientos, levantamiento localizado, baches, grietas transversales y longitudinales. Estas fallas influyen de manera perjudicial en el desplazamiento vehicular y debido a ello afectando el desarrollo óptimo del rubro comercial, educativo y turístico.

Una de las principales fallas en el pavimento rígido en la ciudad de Imperial - Cañete es generada por el variado clima de la zona (la humedad y el cambio de

temperaturas), la falta de permeabilidad que puede tener la losa hidráulica o alguna filtración que puede generar las juntas, ocasionando pérdida de soporte de la fundación.

Se plantea desarrollar un pavimento rígido, el cual será diseñado con perlas de poliestireno en porcentajes 6, 12 y 18% para diseño de pavimento  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , esto nos ayudará a estudiar las ventajas tales como remplazo de agregado grueso, aumento de resistencia, trabajabilidad, entre otros.

### PROBLEMA GENERAL

Para formular la idea principal del problema se precisa la siguiente interrogante: ¿Cómo influye en la resistencia a compresión y peso unitario del pavimento rígido (concreto con sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno), respecto al volumen del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ?

### PROBLAMAS ESPECÍFICOS

Y se destaca como preguntas específicas las siguientes:

- a. ¿De qué manera la sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, influye en la resistencia a la compresión en concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ?
- b. ¿Cómo es que la sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, influye en el peso unitario del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  y
- c. ¿Cuál será la dosificación adecuada con la sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno, en el diseño del pavimento rígido  $f'c =280 \text{ kg/cm}^2$ ?

### IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Es importante efectuar este estudio para generar información científica útil para la realización de pavimento rígido (concreto resistente y ligero), reduciendo así la carga estática de la estructura del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  resistencia a la compresión, las consecuencias de este estudio permitirán la aplicación de un nuevo material a las vías y aceras (añadiendo perlas de poliestireno) en el proyecto de pavimentación rígida en la ciudad Imperial -



Cañete. Con la cual se aportará con el reciclaje de residuos de tecnoport EPS y por ende la disminución de la contaminación del medio ambiente.

También estipula que el mortero hidráulico tiene las características de resistencia, durabilidad y versatilidad, lo que lo convierte en el corpóreo más aplicación en la construcción. De esta forma, el pavimento rígido puede soportar el mortero, resistiendo mejor la carga transmitida por el vehículo. Por otro lado, el concreto aumentará su resistencia con el tiempo.

### OBJETIVO GENERAL

Al desarrollar esta investigación se planteó como objetivo general: Evaluar cómo influye en la resistencia a compresión y peso unitario del pavimento rígido (concreto con sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno), respecto al volumen del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ;

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

Así mismo los objetivos específicos de este estudio buscan:

- a. Determinar de qué manera la sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, influye en la resistencia a la compresión en concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .
- b. Comprobar de qué manera la sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, influye en el peso unitario del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ .
- c. Prescribir cuál es la dosificación adecuada con la sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno, en el diseño del pavimento rígido  $f'c =280 \text{ kg/cm}^2$ .

### HIPÓTESIS GENERAL

Así mismo, se dan algunas respuestas tentativas al problema de la investigación, se plantea como hipótesis general **positiva** la siguiente: La resistencia a compresión y peso unitario del concreto mejora considerablemente con sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno, respecto al volumen del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  y la hipótesis general **nula** es: La resistencia a compresión y peso unitario del concreto no mejora considerablemente con

sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno, respecto al volumen del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ .

### HIPÓTESIS ESPECIFICIOS

Así mismo de las hipótesis específicas tenemos las siguientes:

La hipótesis 1 positiva considera: La sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, mejora la resistencia a la compresión en concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ., mientras que la hipótesis 1 nula asume: La sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, no mejora la resistencia a la compresión en concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ .

La hipótesis 2 positiva plantea: La sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, disminuye el peso unitario del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que la hipótesis 2 nula asume: La sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, no disminuye el peso unitario del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ .

La hipótesis 3 positiva plantea: La sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno es adecuada para el diseño del pavimento rígido  $f'c =280 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que la hipótesis 3 nula asume: que la sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno, no es adecuada para el diseño del pavimento rígido  $f'c =280 \text{ kg/cm}^2$ .

## II. MARCO TEÓRICO

Para encontrar información, podemos encontrar los siguientes trabajos previos a la presente investigación, de nivel internacional y nacional.

### 2.1 ANTECEDENTES

#### A NIVEL EXTRANJERO

**Chicaiza Llumipanta, (2017)** En la investigación de su proyecto titulado “Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso” Universidad Ambato – Ecuador. Su objetivo principal fue efectuar un buen análisis comparativo, para que la aguante a la compresión entre muestra convencional, con muestras que serán fabricados de poliestireno expandido y de muestras fabricados, con la tusa del maíz. La metodología utilizada por los investigadores es de tipo de investigación cuantitativa Experimental. La conclusión a la que llegaron es: El bloque tradicional adquiere una resistencia de 26.57 kg/cm<sup>2</sup>, al sustituir en un 5% y 10% de chasqui por poliestireno adquieren resistencias a compresión de 24.22 kg/cm<sup>2</sup> y 18.23 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, resistencias mayores a 17.34 kg/cm<sup>2</sup> de la NTE INEN 3066 para uso en alivianamiento de losa.

En cuanto al bloque con tusa de maíz al sustituirse parcialmente en un 5% se obtiene una resistencia a compresión de 20.76 kg/cm<sup>2</sup> resistencia superior a 17.34 kg/cm<sup>2</sup> de la NTE INEN 3066 para uso en alivianamiento de losa.

En el proceso de exploración de información se encontró los siguientes trabajos previos a nivel Nacional:

**Leon Barria, (2013)** en la tesis titulada “Diseño, fabricación y ensayo de una losa unidireccional de hormigón liviano con poliestireno expandido reciclado modificado para fines habitacionales” (Universidad Austral- Chile). Tuvo como objetivo principal analizar 1 losa con hormigón en peso menor al de una losa tradicional realizándolo con agregados que son livianos reciclables (MEPS),

complaciente con el medio ambiente y a la vez puedan cumplir con las normas actuales así como los costos ideales para poder satisfacer las construcciones habitacionales, la metodología utilizada por el investigador es descriptiva, no experimental, se derivó a la cuantificación, y comparación para su evaluación de resultados obtenidos, identificando de esta forma las características mecánicas y la conducta de la losa liviana con materiales reciclados. La conclusión principal a la que llego es que la consistencia del concreto cambiado en base a MEPS es proporcionalmente menor a lo que es el hormigón tradicional y así disminuyendo hasta un 28,5% en el peso de lo que es la losa. Que es apreciable porque que al realizar los proyectos y el diseño va entrega los diversos beneficios que son como: elementos de menor demanda, y por lo tanto, una sección transversal más pequeña con una base más pequeña y / o menos delgada y reducida de lo que es el peso sísmico.

Esta es la razón, que el concreto que está en investigación se diseña de manera eficaz con todas las disposiciones actuales, procedimientos tradicionales y recomendaciones para los diseños de construcciones estructurales con características de concreto de normal peso.

Obteniendo la resistencia en el estudio según el módulo de Young que es la deformación en el proceso experimental sobrepaso en un 27,8% al valor que viene a ser teórico, por lo que se finiquita que, al menos para el concreto a utilizar en el estudio que se realizó.

En cuanto a lo que es la relación costo-resistencia se finiquita que es más económico elaborado a de base a MEPS una losa, es la más provechosa de lo que ha en el mercado, con pesos más bajos adecuados, superado en el estudio exclusivamente por la losa de estudio con perlas de EPS.

**Barros V. y Ramírez H. (2012)** en su tesis “Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencias a la compresión de 21 y 28 mpa con agregados de la cantera de pifo”. De la universidad ecuador, La cual tuvo como objetivo “determinación de la cantidad moderada de fibra de polietileno para incrementa al hormigón, para mejorar su diseño con los materiales sacados de la cantera de pifo y cemento selvalegre para presiones a la compresión de 21 y 28

megapascales” (Barros Ferro, y otros, 2012 pág. 7). Teniendo como conclusiones que “mediante la incorporación del material mencionado se obtuvo singulares aumentos de la resistencia de la compresión, generando un tanto de varianza, pues esto se generó a partir de los 28 días de curado. Es por ello que las probetas creadas para tal resistencia de  $f'c = 21$  Mpa sin incorporación de fibra se obtuvo un 111%, cabe recalcar lo contrario con las probetas que si fueron incorporada  $233 \text{ kg/cm}^2$  (115% de resistencia), pues hubo una elevación del  $8,6 \text{ kg/cm}^2$  (4% de resistencia). Lo contrario para las probetas para  $f'c=28$  MPa, estas probetas no alcanzaron el 100% de resistencia estimada de acuerdo al diseño, en cambio las probetas con la incorporación de fibra si genero un aumento en su resistencia de 36 Mpa (13% con respecto a la resistencia para la cual fue diseñada)” (Barros Ferro, y otros, 2012 pág. 223).

## **A NIVEL NACIONAL**

**Alva & Pacheco, (2019)**, en la tesis: titulada “Beneficios de las propiedades de un mortero Hidráulico usando perlas de poliestireno para mejorar el módulo de rotura en una losa hidráulica en la ciudad de Iquitos” Universidad Ricardo Palma – Perú. Con uno de sus objetivos fue verificar que cumpla la resistencia a la flexión al agregar perlas de poliestireno en el mortero hidráulico; con metodología del estudio de tipo cuantitativa y cualitativa, con un diseño de la estudio de tipo experimental; finalmente se concluyó que las perlas de poliestireno generan una mejora en el módulo de rotura, aumentando su resistencia entre un 48% y 51% de una mezcla de mortero hidráulico típico de la zona, disminuyendo los costos en la ejecución de una obra vial con este material. Las perlas de poliestireno ocasionan en el mortero un amarre entre las partículas generando que los esfuerzos de tensión se distribuyan de una forma más uniforme. Además se determinó que la implementación de perlas de poliestireno aumenta el módulo de rotura (MR) en la mezcla de mortero hidráulico para un diseño de  $210 \text{ Kg/cm}^2$  el MR del mortero hidráulico es de  $29 \text{ Kg/cm}^2$  mientras que el MR del mortero hidráulico con perlas de poliestireno aumenta a  $43 \text{ Kg/cm}^2$  y para un diseño con resistencia de  $170 \text{ Kg/cm}^2$  el MR del mortero hidráulico es de  $23 \text{ Kg/cm}^2$  y el MR del mortero hidráulico con perlas de poliestireno aumenta a  $38 \text{ Kg/cm}^2$ . Con estos resultados se puede concluir que

la adición de perlas de poliestireno a la mezcla aumenta el módulo de rotura entre 48% y 51% que una mezcla común, con esto se podrá reducir espesores en la losa hidráulica.

**Serrano Cordova, (2018)** en su papel “Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018”; Universidad cesar vallejo de Lima – Perú, sostuvo como principal objetivo establecer la autoridad de adición de aljófar de poliestireno en las propiedades del concreto, la metodología que se utilizó por los autores es cuantitativo, - explicativo-experimental. La conclusión principal a la que llegaron fue que: la adición de perlas de poliestireno de ¼” a la mezcla, le brinda la propiedad de un concreto ligero (102% de 210 kg/cm<sup>2</sup>), concreto como aislante térmico, concreto como aislante acústico y concreto estructural (105% de 1800 kg/m<sup>3</sup>).

En el proceso de búsqueda de información respecto a la tesis de investigación que se viene realizando no se encontró ningún antecedente local.

**Chuquilin Garcia, (2018)**; en su tesis titulada “Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario, resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas, Trujillo 2018” Universidad privada de norte Trujillo. tiene como objetivo principal la determinación de la influencia del porcentaje de las aljófar del poliestireno sobre lo que es la carga unitaria; el aguante de lo que es la presión al aplaste y el asiento de un concreto que es liviano constructivo, para las losas nervadas; la metodología utilizada por los investigadores es de tipo de investigación científica: Pautas que son metodológicas para de esta manera se pueda diseñar y elaborar lo que es el proyecto de investigación; la operacionalización de todas variables es un proceso que es metodológico y que consiste en descomponer las variables deductivamente. La conclusión principal a la que llegaron fue de: acordar la influencia de aljófar de poliestireno en concreto estructural liviano, en porcentajes de 0%, 10%, 20%, 30%, 40% y 50%, en reemplazo del agregado fino. Se llegó a comprobar que cuanto mayor de porcentajes de perlas de poliestireno se sustituye disminuye el peso unitario y la resistencia a la compresión, pero va aumentando el asentamiento.

**Chavez Valerio, (2019)**; en su estudio se explicó la “Influencia del poliestireno expandido reciclado y la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”, se utilizó el método de percepción directa para la adquisición de hallazgos y el tipo de investigación fue experimental – correlacional, se consiguió como población y muestra un total de 84 briquetas cilíndricas de las cuales 72 fueron utilizados con incrementos en porcentajes de poliestireno ensanchas y fibras de polipropileno (11%; 22% y 33%), a su vez se utilizaron los protocolos de laboratorio en experimentos de control de calidad, aguante a la presión según Norma NTP 339-034 o ASTM C-39, A los 7;14 y 28 días. Por último, se determinó que al incrementar poliestireno expandido y fibras de polipropileno al concreto este consiguió mínimos incrementos en su resistencia, siendo esta final adición la que aporta un aumento en su resistencia a la compresión. Se determina también que la dominio del poliestireno expandido reciclado en la resistencia mecánica de compresión es negativa, debido a que la resistencia solo alcanza el 96%, mientras que las fibras de polipropileno influyen positivamente aumentando la resistencia mecánica del concreto en un 107% para lo cual fue diseñada.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 El Concreto y sus Componentes.**

El concreto es una combinación de cemento, piedra chancada, agregado delgado y H<sub>2</sub>O. El cemento, el agua y la arena forman el almirez cuya función es juntar las diversas fracciones de agregado grueso saturados los vacíos entre ellas. En teoría, el volumen de almirez sólo debería ocupar el volumen entre partículas. En el ejercicio real en campo, este volumen es superior por el empleo de una considerable cantidad de almirez para consolidar que no se generen vacíos. Para obtener un buen concreto no sólo basta contar con materiales de mejor calidad combinados en proporciones exactas. Es importante también tener en cuenta factores como el proceso y desarrollo del mezclado, traslado, suministro o vaciado y curado. (Teodoro E. Harmsen, 2002, p.11).

### 2.2.1.1 Cemento.

La palabra cemento se emplea para designar a toda sustancia que posea condiciones de pegante cualquiera sea su origen. El cemento Portland se define, como el producto obtenido al pulverizar el Clinker con adición de yeso. El Clinker resulta de la calcinación hasta una fusión incipiente de una combinación debidamente distribuida de materiales silíceos, calcáreos férricos. (Libia Gutiérrez de López, 2003, p.35).

### 2.2.1.2 Agregado Fino o Arena.

Tanto el agregado fino y el grueso, forman materiales inertes del concreto, ya que no se entromete en las reacciones químicas entre cemento y agua. El agregado fino debe ser perdurable, fuerte, higiénico, duro y libre de materias sucias como polvo, limo, pizarra, álcalis y sustancias orgánicas. No puede contener más de 5% de arcilla o limos ni más de 1.5% de sustancias orgánicas. Sus partículas deben tener una dimensión menor a 1/4" y debe complacer su gradación las obligaciones enmarcados en la norma ASTM-C-33-99a, así como indica la Tabla 2.1. (Teodoro E. Harmsen, 2002, p.12).

Tabla 1. Requisitos granulométricos de arena fina

Requerimiento granulométrico que deben ser convencer para agregado fino	
Tamiz	% en peso que muda el tamiz
3/8"	100
# 4	95 - 100
# 8	80 - 100
# 16	50 - 85
# 30	25 - 60
# 50	10 - 30
# 100	2 - 10

Fuente: Teodoro E. Harmsen, 2002, p.12.

### 2.2.1.3 Agregado Grueso.

Desde la posición de Harmsen et al. (2002) el agregado grueso "está constituido por rocas sieníticas, graníticas, también diuréticas. También se puede usar piedra fracturada en chancadora o también grava de todos los lechos de todos los ríos,



pero zarandeada, así como de Yacimientos naturales” (p.13). Siendo así se obtendrá un agregado limpio y libre de impurezas.

La cantera de arena gruesa, arena fina se obtendrá desde la cantera llamado CONTA ROMA, ubicado en el lugar llamado Roma, Distrito Nuevo Imperial, Provincial Cañete, departamento Lima.

Ubicación: a 10 kilómetros desde del Poblado de Imperial Cañete

Acceso: 500 m de carretera (trocha carrozable)

Cantidad Disponible: 49 000 m<sup>3</sup>

Rendimiento: 82 %

Clasificación: GP - GM (grava mal graduada – grava limosa)

Uso: Obras de concreto – Municipalidades y uso público.

Meses de extracción: Todo el año (todos los meses).

Forma de extracción: Manual y Maquinaria, Zaranda.

Ubicación geográfica UTM W84WG 18 L es 357636.00 m E; 8562517.00 m S



Figura 2 Ubicación de la Cantera “Conta Roma” ubicado en Cañete.

Una vez identificada los lugares idóneas y aptos para su extracción, se realizaron las respectivas calcatas de prospección, a fin de determinar la naturaleza y

composición de las mismas, así como su potencia, rendimiento y métodos de explotación.

De los materiales que se han detectado se han recogido las muestras para analizar en el Laboratorio sus características físicas – mecánicas así como su calidad como agregados para la obras como pavimento rígido.

Se muestra la verificación del agregado proveniente de la cantera Conta Roma de Cañete, por parte del tesista.



*Figura 3. Agregados grueso – piedra chancada que se utilizó en el diseño del pavimento rígido  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  con adición de perlas de poliestireno.*

Los porcentajes de material agregado grueso y finos para el proyecto de combinación de los materiales en el concreto en base recomendaciones del autor Teodoro E. Harmsen, 2002, p.13.

Se puede observar en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2. Porcentaje que muda por lo tamices estandarizados

Tamaño Nominal (mm.)	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados												
	100 (mm)	90 (mm)	75 (mm)	63 (mm)	50 (mm)	37.5 (mm)	25 (mm)	19 (mm)	12.5 (mm)	9.5 (mm)	4.75 (mm)	2.36 (mm)	1.18 (mm)
90.0 a 37.5 (3 ½" a 1 ½")	100	90-100		25-60		0-15		0-5					
63.0 a 37.5 (2 ½" a 1 ½")			100	90-100	35-70	0-15		0-5					
50.0 a 25.0 (2" a 1")				100	90-100	35-70	0-15		0-5				
50.0 a 4.75 (2" a #4)				100	95-100		35-70		10-30		0-5		
37.5 a 19.0 (2 ½" a 3/4")					100	90-100	20-35	0-15		0-5			
37.5 a 4.75 (1 ½" a #4)					100	95-100		35-70		10-30	0-5		
25.0 a 12.5 (1" a 1 ½")						100	90-100	20-55	0-100	0-5			
25.0 a 9.5 (1" a 3/8")						100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5		
25.0 a 4.75 (1" a #4)						100	95-100		25-60		0-10	0-5	
19.0 a 9.5 (3/4" a 3/8")							100	90-100	20-55	0-15	0-5		
19.0 a 4.75 (3/4" a #4)							100	90-100		20-55	0-10	0-5	
12.5 a 4.75 (1/2" a #4)								100	90-100	40-70	0-15	0-5	
9.50 a 2.36 (3/8" a #8)									100	85-100	10-30	0-10	0-5

Fuente: Teodoro E. Harmsen, 2002, p.13.

### 2.2.1.4 Agua.

Desde la posición de Harmsen, et al. (2002) el agua “a usarse en la mezcla debe estar completamente, libre de ácidos, aceites, sales y materiales orgánicos. Se recomienda para su utilización el agua potable, su principal función es hidratar el concreto para tener mejor trabajabilidad en la mezcla” (p.13).

### 2.2.2 Concreto Liviano.

Desde la posición de Gutiérrez, et al. (2003) el concreto liviano “se define como aquel concreto que, a 28 días de edad, debe alcanzar a una resistencia de 175 y

250 kg/cm<sup>2</sup>, de acuerdo al diseño establecido, pero debe tener un peso unitario que varía los 800 a 1600 kg/m<sup>3</sup>” (p.109). Es así que los agregados ligeros tienen la característica de influir en la calidad del concreto, esta calidad son las mismas que se requieren para los agregados convencionales; se diferencia el agregado liviano del agregado que ha sido estudiado por su alta absorción entre 5% y 15% y peso unitario bajo que es entre 500 y 1500 kg/m<sup>3</sup>, mientras tanto el peso unitario de los agregados convencionales, como ya mencionado varían entre los 1500 y 1800 kg/m<sup>3</sup> y su absorción entre 1% y 5%.

### 2.2.3 Propiedades Físicas del Concreto

- **Asentamiento**

Según Pérez (2015), Es una propiedad que se mide en pulgadas y representa la trabajabilidad del concreto, es decir, es fácil moldear el concreto al mezclar agregado, agua y cemento. Debido a que se requiere que el concreto tenga fluidez en algunos casos para permitir su trabajabilidad, esta fluidez obedece a la correspondencia entre la medida de agua y cemento, si se agrega más agua se perderá la resistencia en el concreto Pero esto permite para obtener concreto fluido, por lo tanto, se deben usar aditivos superplastificantes para bajar la medida de agua y hacer que la combinación tenga la fluidez requerida. Se puede concluir que el asentamiento se basa específicamente en la cantidad de agua para determinar las características del cono de asentamiento utilizado.

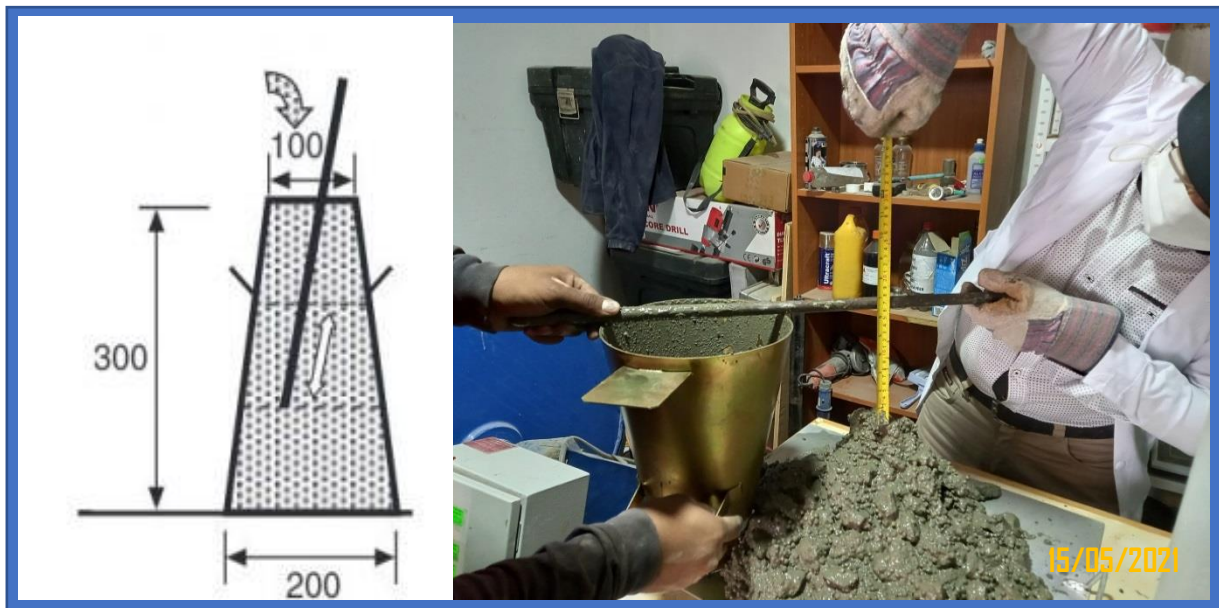


Figura 4: Asentamiento (Written by E., 2016).

## 2.2.4 Propiedades Mecánicas del Concreto

- **Resistencia a la compresión**

Según García y Vargas (2007), es la medida de esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento se manifiesta en términos de trabajo en  $\text{kg/cm}^2$  o en  $\text{lb/pulg}^2$  (psi)  $1.\text{psi} = 0.07 \text{ kg/cm}^2$  o en mega pascales. El aguante a la presión de los materiales que fallan a efectos de la rotura se definir como una característica independiente dentro de un rango bastante estricto. Sin embargo; la aguante a la presión de un material que no se rompe cuando se comprime se define como la cantidad de tensión requerida para deformar el material en cualquier cantidad. La resistencia a la compresión se obtiene haciendo una división matemática de la carga máxima por el área de la sección transversal de la muestra en la prueba de laboratorio de compresión.



*Figura 5: Ensayo resistencia a compresión (Written by E., 2016).*

En este parámetro la obtención a través del ensayo, de un determinado cilindro estándar de 6" (15 cm) de diámetro y 12" (30 cm) de altura. El espécimen debe de permanecer en el molde 24 horas después del vaciado, posteriormente debe ser curado bajo agua hasta el momento del correspondiente ensayo. La resistencia a la compresión ( $f'_c$ ) es definido como el promedio de la resistencia para lo cual es

necesario como mínimo tener, dos probetas tomadas de la misma muestra probadas a los 28 días. En la siguiente tabla se puede identificar la relación entre la resistencia del concreto en base a diferentes tiempos y su resistencia a la compresión a 28 días. (Teodoro E. Harmsen, 2002, p.39).

*Tabla 3. Relación entre resistencia a la compresión del concreto en diferentes tiempos y la resistencia a 28 días*

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	6 meses	1 año	2 año	5 año
$f'_c(t) / f'_c(28)$	0.67	0.86	1	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

*Fuente: Teodoro E. Harmsen, 2002, p.39.*

- **Aguante a la flexión**

Según García y Vargas (2007), El aguante a la flexión se usa ampliamente en pistas de aeropuertos y proyectos de losas de carreteras. La resistencia a la flexión del hormigón se determina en una sección de 15 cm x 15 cm y una viga prismática de 50 cm de largo de acuerdo con la norma NTP 339.078.

## **2.2.5 Poliestireno.**

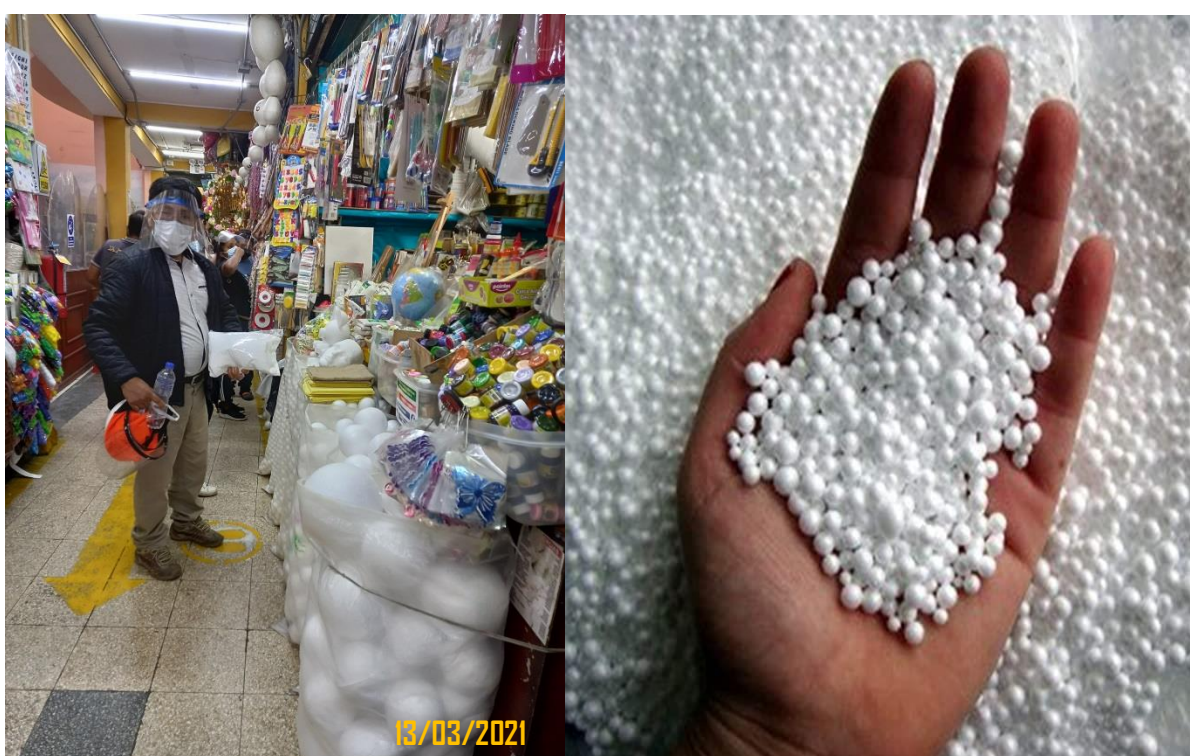
### **2.2.5.1 Perla de poliestireno expandido.**

El poliestireno expandido o Expanded Polystyrene - EPS (por sus siglas en inglés), es material derivado del poliestireno, la cual posee poca densidad y un buen aislante de calor. El poliestireno corresponde a polímero formado por un proceso repetitivo de estireno, un fluido donde sus moléculas se polimerizan, dando el principio a las macromoléculas de poliestireno. El estireno se mezcla con H<sub>2</sub>O y un agente expansivo (Lapa, 2020, p.50 y 51).

Según (Dos Santos Días, 2008) en sus Estudios realizados en la Asociación Brasileña de Poliestireno Expandido indica que el poliestireno (EPS) es un elemento plástico celular duro, resultante de la polimerización del estireno en agua y un agente expansor, su proceso de fabricación no compromete al medio ambiente. El producto final es compuesto de perlas de hasta 3 mm de diámetro. En el proceso de transformación, esas perlas son sometidas a la expansión de hasta 50 veces de su tamaño original, a través de vapor, fundiéndose y

moldeándose en formas diversas. Las perlas consisten en hasta 98% de aire y 2% de poliestireno. En 1 m<sup>3</sup> de poliestireno expandido, por ejemplo, existen de 3 a 6 billones de células cerradas y llenas de aire. En los últimos 35 años este material ganó una posición estable en la construcción civil, no solo por sus características aislantes sino también por su ligereza, resistencia, facilidad de manipuleo y bajo costo.

Se ha indagado las tiendas en donde se adquirirá las Perlas de poliestireno en la ciudad de lima (Jr. Huallaga 736 Barrios Altos), tal como se observa en las imágenes siguientes:



*Figura 6: Fotografías de las Perlas de Poliestireno*

Los tamaños comerciales de las aljófares de poliestireno expandido varían entre 2 y 8 mm.

Se ha efectuado las mediciones del peso correspondientes de las perlas de poliestireno y se ha determinado lo siguiente:



Figura 7: Fotografía de las Perlas de Poliestireno y Pesaje en una balanza electrónica.

Peso del balde de 20 litros = 1Kg.

Peso de perlas de poliestireno = 200 gramos

Por tanto el peso específico de perlas de poliestireno resulta 10.00 Kg/m<sup>3</sup>

### 2.2.5.2 Propiedades Físicas de las Perlas de Poliestireno

#### ○ Densidad

“La consistencia de los aljófares de poliestireno puede ser variable desde 10 a 25 kg/m<sup>3</sup> depende mucho del tipo de fabricación, en investigaciones de ANAPE determinó que las manufacturas y artículos elaborados con poliestireno expandido (EPS) se pueden identificar por ser extraordinariamente livianos, y a la vez resistentes. En base a las densidades se sitúan entre 10 kg/m<sup>3</sup> hasta los 30 kg/m<sup>3</sup>” (Lapa, 2020, p.51).

#### ○ Resistencia mecánica

“La resistencia del poliestireno expandido sometido a esfuerzos mecánicos son los siguientes: resistencia a la compresión con una deformación del 2% obtiene valores de 15 a 70 Kpa, resistencia a la flexión oscila entre 50 a 375 Kpa, resistencia a la tracción es menor a 100 Kpa y resistencia a la cizalladura oscila entre 25 a 184 Kpa” (Lapa, 2020, p.52).

#### ○ Comportamiento frente al agua

“El tecnopor (poliestireno expandido) no tiene la capacidad de atraer humedad, inclusive hundiéndolo totalmente en agua, los niveles de permeabilidad



son ínfimos con valores fluctuando entre el 1 % y el 3 % en volumen (prueba por inmersión posterior a 28 días). (Lapa, 2020, p.52). Esto significa que en realidad no absorbe agua.

Tabla 4. Características técnicas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Conductividad Térmica (K. cal/mh °C)	Resistencia a Compresión ( Kg / cm <sup>2</sup> )	Disminución a la bulla de Impácto (a 500hz)
200	0.052	8	15
250	0.076	10	14
300	0.083	15	13
400	0.094	21	12
500	0.106	29	10

Fuente: Ficha técnica-Timm Construction Products.

### 2.2.6 Peso unitario.

La carga volumétrica o peso unitario del material agregado, en suelto o compacto, es la carga que alcanza una cierta unidad de volumen. Suele expresarse en kilogramos por metro cúbico de material. Este valor es necesario para agregados livianos o pesados y cuando se vierte concreto en lotes por volumen.

### 2.3. Información adicional - diseño de pavimento rígido en la av. Ramos Cañete, 2021.

Si bien es cierto que la finalidad del presente estudio es Evaluar cómo influye en la resistencia a compresión y peso unitario del pavimento rígido (concreto con sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno), en relación al volumen del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ; por lo que es importante tener la referencia del diseño del pavimento rígido, para lo cual se tiene previamente los datos desde los estudios especializados tales como: Estudio de circulación de vehículos, estudio de suelo de la Av. Ramos- cañete con la finalidad de tener el CBR como dato para el diseño del pavimento, los mismos que se ha tomado de los trabajos realizados por el laboratorio de suelos concretos y pavimentos Inversiones e Ingeniería A&J SAC, realizado en febrero 2021 (Ticona, 2021).

Y se presenta lo siguiente: el método de diseño del pavimento rígido es el método AASHTO-93 que es uno de los métodos más utilizados y de mayor satisfacción a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos. Dado que investigación

de la autopista AASHTO en diferentes circuitos es desarrollado en función a un método experimental, con una profunda formulación de diseño (MTC, Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013).

La ecuación esencial de diseño de pavimento a la que arribó AASHTO para el proyecto de pavimentos rígidos para un progreso analítico, se ubica plasmada al mismo tiempo en nomogramas cálculo, esta principalmente apoyada en los hallazgos obtenidos de los ensayos experimentales de carretera AASHTO. La fórmula de diseño para pavimentos rígidos actualizada para la versión presente es la que en seguida se muestra la Ecuación General de AASHTO (MTC, Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013).

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35\text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Dónde:

D = Espesor del pavimento rígido (concreto), en milímetros

$W_{82}$  = Nro previsto de ejes equivalentes de 8.2 tn. a lo largo de la vida útil o de diseño - Tráfico (Número de ESAL's)

$Z_r$  = Desviación Estándar Normal

$S_o$  = Error Estándar compuesto en la predicción del Tráfico y en la variación de la conducta esperado del pavimento.

$\Delta\text{PSI}$  = Resta de Serviciabilidad ( $P_o - P_t$ ) "resta entre los índices de servicio inicial y final"

$P_o$  = Serviciabilidad Inicial

$P_t$  = Serviciabilidad Final (índice de serviciabilidad o rendimiento final)

$M_r$  = Módulo de fractura del concreto en (Mpa) "Resistencia media del concreto a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)".

$C_d$  = Coeficiente de Drenaje

$J$  = Coeficiente de Transferencia de Carga en las juntas

$E_c$  = Módulo de Elasticidad del concreto, en (Mpa)

$K$  = Módulo de oposición de la Sub Rasante, en (Mpa/m) de la superficie (base, sub base o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

Resultados y cálculos complementarios determinados por el Tesista Alejandro Yuri Ticona Peñasco (Estudio de Trafico y Estudio de Mecánica de Suelos Av. Ramos Cañete. Laboratorio Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos Inversiones e Ingeniería A&J SAC, Cañete)

- Periodo de diseño 20 años

Tabla 5. Periodos de diseño de pavimentos

TIPO	AÑOS DE DISEÑO
Carretera urbana con altos volúmenes de tránsito	30 a 50 años
Carretera interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 a 50 años
Carretera pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 a 25 años
Carretera revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 a 20 años

Fuente: (MTC, Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013).

- Resumen de conteo y clasificación vehicular método AASHTO

Tabla 6. Estudio de Trafico de la Av. Ramos Cañete 2021

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TOTAL
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	
E	3407	320	80	15	20	4	50	10	2	4	2		3	3917
S	3210	343	72	6	25	4	53	13	2	2	2		3	3735
TOTAL	6617	663	152	21	45	8	103	23	4	6	4		6	7652
%	86.47%	8.66%	1.99%	0.27%	0.59%	0.10%	1.35%	0.30%	0.05%	0.08%	0.05%		0.08%	100.0%
IMD	945.29	94.714	21.714	3	6.4286	1.1429	14.714	3.2857	0.5714	0.8571	0.5714		0.8571	1093.1
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	
IMD	945.29	94.714	21.714	3	6.4286	1.1429	14.714	3.2857	0.5714	0.8571	0.5714		0.8571	1093.1
<b>IMD</b>	<b>945</b>	<b>95</b>	<b>22</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1097</b>

Fuente: (Ticona, 2021).

- Índice de serviciabilidad  $P_t=2$ ;  $\Delta PSI = P_o - P_t = 2.5$
- Factor de distribución por dirección 0.50 para 2 carriles.
- Factor de distribución por carril 1.00 para porcentaje de W18 para carril de diseño = 100%.
- Código de eje repleto o cargado, corresponde L2=tipo de eje en roce con el pavimento.
- Confiabilidad R= 80%.

Tabla 7. Niveles de confiabilidad

TIPO	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Suburbanas	Rurales
Carretera Autopista Regional	85 a 99.9	80 a 99.9
Carreteras Troncales	80 a 99	75 a 95
Carretera Colectoras	80 a 95	50 a 80

Fuente: (MTC, Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013).

➤ Desviación estándar normal  $Z_R = -0.841$

Tabla 8. Desviación estándar normal, valores que corresponden a los niveles seleccionados de confiabilidad

CONFIABILIDAD R (%)	ZR	So
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32

Fuente: (MTC, Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013).

➤ Error estándar combinado  $S_o = 0.32$

Tabla 9. Estudio - error estándar combinado

TIPO	So
Pavimentos Rígidos	0.30 a 0.40
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40

Fuente: (MTC, Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013).

➤ Módulo de reacción compuesto de la sub rasante (K) = 94.74 Mpa/m

**DATOS DE LA SUB BASE:** CBR = **60.52** % Espesor: **20.00** cm

Si  $CBR \leq 10$

$$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$$

Si  $CBR > 10$

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$$

$$K = 157.41 \text{ Mpa/m}$$

**DATOS DEL SUELO DE FUNDACION:** CBR = **22.19** %

Si  $CBR \leq 10$

$$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$$

Si  $CBR > 10$

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$$

$$K = 78.99 \text{ Mpa/m}$$

**MODULO DE OPOSICIÓN COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE (K) = **94.74 Mpa/m****

Tabla 10. Resultados - Estudio de Mecánica de Suelos Av. Ramos Cañete 2021

GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	C.B.R.	C.B.R.
12	11.80	1.71	5.47	90	22.19	95%	100%
25	11.82	1.81	3.50	95	41.56	22.19	60.52
56	11.89	1.90	1.03	100	60.52		

Fuente: (Ticona, 2021)

- Pérdida de serviciabilidad  $\Delta PSI = P_o - P_t = 2.5$
- Drenaje  $C_d = 0.90$

Tabla 11. Coeficiente de Drenaje

Calidad del drenaje	% del periodo en que la obra del pavimento esta expuesta a humedades próximos a la saturación			
	Menos de 1%	De 1 % a 5 %	De 5 % a 25 %	A más del 25%
Excelente	1.25 a 1.20	1.20 a 1.15	1.15 a 1.10	1.10
Bueno	1.20 a 1.15	1.15 a 1.10	1.10 a 1.00	1.00
Mediano	1.15 a 1.10	1.10 a 1.00	1.00 a 0.90	0.90
Malo	1.10 a 1.00	1.00 a 0.90	0.90 a 0.80	0.80
Muy malo	1.00 a 0.90	0.90 a 0.80	0.80 a 0.70	0.70

Fuente: (MTC, Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", 2013).

- Coeficiente de transmisión de carga  $J = 3.0$
- Módulo de flexibilidad del concreto

$$f'_c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 57000 (f'_c)^{0.5}$$

$$E_c = 3597088 \text{ psi} = 24819.9 \text{ Mpa}$$

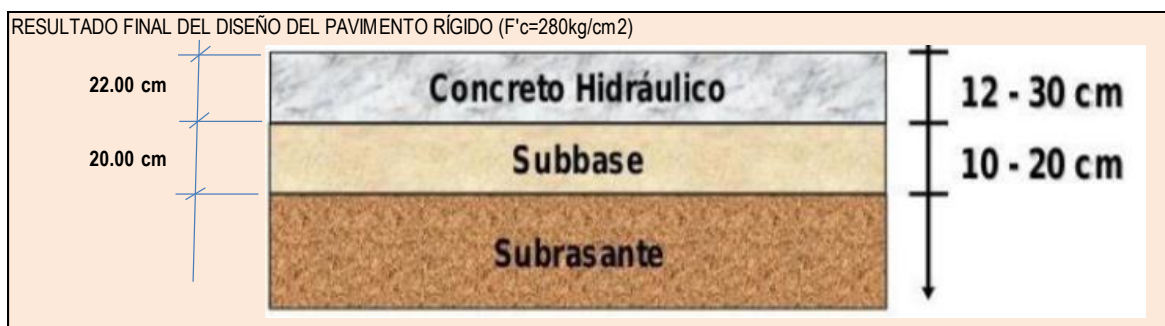
- Módulo de fractura del concreto

$$f'_c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$S'_c = 8 - 10 (f'_c)^{0.5}$$

$$S'_c = 631.1 \text{ psi} = 4.35 \text{ Mpa}$$

Tabla 12. Resultado del Diseño - Espesor del Pavimento Rígido  $F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: (Ticona, 2021) Estudio de Trafico y Estudio de Mecánica de Suelos Av. Ramos Cañete. (Estudios Especiales). Laboratorio Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos Inversiones e Ingeniería A&J SAC, Cañete.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de estudio

El diseño y tipo de estudio es experimental. Por lo tanto, que en la investigación experimental se van a mangonear intencionalmente las variables una sobre otra, para posteriormente poder analizar las consecuencias. (Hernández, 2014, p.129).

##### 3.1.1 Tipo de estudio

Esta tesis fue de tipo **APLICADA** cuya intención fue dar solución a problemas y circunstancias concretas e identificables, en donde agrupa las condiciones de una investigación fundamentada en la metodología cuantitativa debido a que mediremos la variable en la que estudiaremos la resistencia a la compresión y carga unitaria del concreto, estas se cuantificarán respecto a dimensiones e indicadores.

Así mismo podemos afirmar que de acuerdo a la esencia de la investigación, por su nivel, son de estudio científico, comparativo y técnico.

“La investigación correlacional afilia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población”. (Hernández, 2014).

Tabla 13. Diseño de la investigación, de la muestra patrón para el control

Grupo Patrón - Control						
MUESTRA PATRON	M1=Concreto $f'c = 280$ kg/cm <sup>2</sup> para pavimento rígido a la edad de 7 días de humedecido	=>	Xi= Adición de aljófar de Poliestireno en 0%	=>	Yi: Propiedades mecánicas del concreto.	=> O1= Resultados.
	M1=Concreto $f'c = 280$ kg/cm <sup>2</sup> para pavimento rígido a la edad de 14 días de humedecido	=>	Xi= Adición de aljófar de Poliestireno en 0%	=>	Yi: Propiedades mecánicas del concreto.	=> O1= Resultados.
	M1=Concreto $f'c = 280$ kg/cm <sup>2</sup> para pavimento rígido a la edad de 28 días de humedecido	=>	Xi= Adición de aljófar de Poliestireno en 0%	=>	Yi: Propiedades mecánicas del concreto.	=> O1= Resultados.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Diseño de la investigación, de la muestra con adición de perlas de poliestireno

**Grupo Experimental con Adición de aljófar de Poliestireno**

pavimento rígido a la edad de 7 días de curado	M2=Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido a 7 días de humedecido	=>	Xi= Adición de aljófar de Poliestireno en 6%	=>	Yi: Propiedades mecánicas del concreto.	=>	O2: Resultados.
	M2=Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido a 7 días de humedecido	=>	Xi= Adición de aljófar de Poliestireno en 12%	=>	Yi: Propiedades mecánicas del concreto.	=>	O2: Resultados.
	M2=Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido a 7 días de humedecido	=>	Xi= Adición de aljófar de Poliestireno en 18%	=>	Yi: Propiedades mecánicas del concreto.	=>	O2: Resultados.
pavimento rígido a la edad de 14 días de curado	M3=Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido a 14 días de humedecido	=>	Xi= Adición de aljófar de Poliestireno en 6%	=>	Yi: Propiedades mecánicas del concreto.	=>	O3: Resultados.
	M3=Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido a 14 días de humedecido	=>	Xi= Adición de aljófar de Poliestireno en 12%	=>	Yi: Propiedades mecánicas del concreto.	=>	O3: Resultados.
	M3=Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido a 14 días de humedecido	=>	Xi= Adición de aljófar de Poliestireno en 18%	=>	Yi: Propiedades mecánicas del concreto.	=>	O3: Resultados.
pavimento rígido a la edad de 28 días de curado	M4=Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido a 28 días de humedecido	=>	Xi= Adición de aljófar de Poliestireno en 6%	=>	Yi: Propiedades mecánicas del concreto.	=>	O4: Resultados.
	M4=Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido a 28 días de humedecido	=>	Xi= Adición de aljófar de Poliestireno en 12%	=>	Yi: Propiedades mecánicas del concreto.	=>	O4: Resultados.
	M4=Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido a 28 días de humedecido	=>	Xi= Adición de aljófar de Poliestireno en 18%	=>	Yi: Propiedades mecánicas del concreto.	=>	O4: Resultados.

Fuente: reproducción propia.

### 3.1.2 Nivel de la investigación

El nivel de este estudio es EXPLICATIVO, ya que al tratar con variables independientes se investigarán las razones que conducen a cambios en los resultados. "La investigación explicativa tiene como objetivo determinar la causa del evento, evento o fenómeno en estudio". (Hernández, 2014).

### 3.1.3 Método de investigación

La manera de investigación es CUANTITATIVO, toda vez que, los medios de prueba de hipótesis se basan en medición aritmética y análisis estadístico.

"Cada etapa o proceso precede a la siguiente y no se puede eludir pasos, emplea el recojo de datos para demostrar hipótesis con base en la medición aritmética y el análisis estadístico [...]" (Hernández Sampieri.p.138).

### 3.1.4 Diseño de Investigación

En el diseño del estudio, debido a que el diseño EXPERIMENTAL se realizará en dos áreas, se integrará el diseño experimental. El primero se realizará en el laboratorio. Se ejecuta el diseño de las combinaciones de los materiales, resultando en la prueba de compresión (rotura de la probeta) y el papel de las perlas de poliestireno expandido en el aguante a la presión y el peso unitario del hormigón se llevó a cabo en el gabinete, y luego se conocerán los resultados obtenidos. Analizados y comparados. Los hallazgos de los aguantes a la presión del concreto. "Refiere a un estudio en el que se manipulan deliberadamente las variables independientes" "(supuestas causas-antecedentes) [...]" (Hernández Sampieri.p.153).

## 3.2 Variable y Operacionalización

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018), Una tabla de doble acceso, en la que se muestran inconvenientes, estructura hipotética, conjetura, versatilidad y la correspondencia entre recorrido y escala de medición como método para cada recorrido. (p. 88).

Se presenta en esta investigación la variable sustitución de perlas de poliestireno expandido, así mismo anexamos la matriz de Operacionalización de la variable:



### 3 2.1 Variable Independiente.

#### Sustitución de perlas de poliestireno.

El Concreto con la adición de perlas de poliestireno expandido es un concreto liviano con una excelente capacidad de deformación, cuyo su uso es generalmente para empleo estructural debido a sus aparentes características de baja resistencia. (Tang, W.C.; Lo, Y.; Nadeem, A., “Mechanical and drying shrinkage properties of structural-graded polystyrene aggregate concrete”, in Cement & Concrete Composites, 30 (2008), 403–409).

#### **Definición conceptual.**

El Concreto con la sustitución de perlas de poliestireno expandido es un concreto hidráulico liviano con una excelente capacidad de distorsión. En general el concreto liviano se elabora con cemento, piedra chancada y aljófares de poliestireno expandido “perlas”, cuyos diámetros o tamaños oscilan entre 2 y 8 mm; llegándose a resultar con este material densidades superiores a 600 kg/m<sup>3</sup>.

#### **Definición operacional:**

Se definirá los porcentajes de aljófares de poliestireno expandido respecto al volumen del concreto a usar en el diseño de combinaciones de materiales para obtener un concreto ligero y con la resistencia a compresión requerida, para un pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

Se sustituirá porcentajes de 6, 12 y 18% de aljófares de poliestireno expandido respecto al volumen del concreto a utilizar en el diseño de combinación de materiales para obtener un concreto liviano y con la resistencia a compresión requerida la cual es  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

#### **Indicadores y escala de medición:**

*Tabla 15. Indicadores y escalas de variable independiente*

INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Tamaño de las partículas.	(mm)
Densidad	(Kg/m <sup>3</sup> )
Peso unitario.	(Kg)

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.2.2 Variable dependiente.

#### Propiedades mecánicas (resistencia a la compresión)

El aguante a la compresión es la propiedad mecánica principal del concreto. Se precisa como la capacidad para aguantar una carga por unidad de superficie, y se manifiesta en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>. Los hallazgos de las pruebas de aguante a la presión, se usan fundamentalmente para acordar que la mezcla de concreto introducida cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada ( $f'c$ ) para una construcción determinada. (ACI 214, Recommended Practice for Evaluation of Strength Tests).

#### **Definición conceptual.**

La particularidad mecánica principal del concreto es el aguante a la compresión. Los hallazgos de las pruebas de aguante a la compresión, se usan principalmente para establecer que la dosificación del concreto elaborada termine con las exigencias de la resistencia especificada ( $f'c$ ) para una construcción especificada.

#### **Definición operacional:**

Se realizará ensayo de laboratorio con sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno expandido con respecto al volumen del concreto para determinar los hallazgos del aguante a la compresión.

#### **Indicadores y escala de medición:**

*Tabla 16. Indicadores y escalas de variable dependiente*

INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Granulometría.	(mm) o Pulgadas
Dosificación de materiales	Proporción
Peso unitario.	(Kg)
Aguante a la compresión	(Kg/m <sup>3</sup> )

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.3 Población, muestra y muestreo

“La población es el conjunto de todas las ocurrencias que coinciden con determinadas especificaciones [...]” (Hernández Sampieri, p.159).

Según Sánchez, Reyes & Mejía (2018), Demuestra que la población es un montón de todas las piezas que tienen similitudes comunes y comparten determinadas características o criterios; y pueden ser identificados en el campo a estudiar, participarán en la hipótesis de investigación.

El presente investigación se ha realizado para pavimentación de la Av. Ramos de la Ciudad de Imperial, provincia de Cañete - Lima, entre los meses de mayo a julio del 2021. Teniendo en cuenta que los primeros meses serán de recolección de datos y ensayos en laboratorio. Y los meses subsiguientes se realizarán los análisis de los resultados.

Por lo que, la POBLACIÓN en estudio fue 36 probetas de concreto (D=15cm x H=30cm) de diseño de pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

Distribuidos de la siguiente manera:

- 9 probetas de PATRON.
- 9 probetas con suma de 6% aljófares de poliestireno.
- 9 probetas con suma de 12% aljófares de poliestireno.
- 9 probetas con suma de 18% aljófares de poliestireno.

Total 36 Probetas.

#### **Muestra:**

“Se dice que es una parte de las unidades de análisis sobre las cuales se ha aplicado algún criterio de selección” (Zapata, 2005). Como también la muestra es parte representativa de la población (Tamayo, 1999 p.112).

Según Hernández, Sampieri, el cálculo del tamaño de la muestra con variables cuantitativas (Cuantitativa -Estimación de promedio) usa la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * \sigma^2}{E^2}$$

Dónde:

n: número de muestra

Z: Confianza probabilística

Confianza	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%
Z	1.69	1.7	1.81	1.88	1.06	2.05	2.17	2.33	2.58

Nivel de confianza = 95%

E: margen de error = 0.05

$\sigma=q$ : es la probabilidad que ocurra el suceso esperado = 0.5

$$n = \frac{1.69^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2} = 385 \text{ probetas}$$

Sin embargo; por motivos presupuestales para la solvencia de los gastos del laboratorio y por la recomendación de nuestro asesor, optamos La muestra corresponde a rotura de 36 probetas de concreto (D=15cm x H=30cm) de diseño de pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adición de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno, y 01 patrón concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ .

Otro sí. Las roturas de probetas se realizarán en diferentes edades 7. 14 y 28 días.

Tabla 17. Muestra de la investigación (Rotura de probetas de Concreto – Resistencia a la compresión  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ )

Edad (rotura)	adición de perlas de poliestireno			PATRÓN (Convencional)	TOTAL
	6%	12%	18%		
a los 7 días	3	3	3	3	12
a los 14 días	3	3	3	3	12
a los 28 días	3	3	3	3	12
					<b>36</b>

Fuente: Formulación propia.

Tabla 18. Muestra de diseño de mezcla para pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Diseño de mezcla	adición de perlas de poliestireno			PATRÓN (Convencional)	TOTAL
	6%	12%	18%		
Diseño de mezcla	1	1	1	1	4

Fuente: Formulación propia.

**Muestreo:**

“El muestreo no probabilístico es una técnica de muestreo que radica en escoger una muestra de la población por el hecho de que sea accesible [...]” (Hernández, Sampieri.p.78).

En el actual trabajo de investigación se realizaron ensayos de 36 probetas cilíndricas:

9 probetas con sustitución de 6% de aljófares de poliestireno expandido,  
9 probetas con sustitución de 12% de aljófares de poliestireno expandido,  
9 probetas con sustitución de 18% de aljófares de poliestireno expandido y  
9 probetas sin sustitución de aljófares de poliestireno expandido respecto al volumen del concreto, las cuáles serán llevadas a ensayo de laboratorio para la obtención y análisis de resultados de esta manera obtener la resistencia a compresión  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ .

**3.4 Técnicas y herramientas de recolección de datos (información)**

Según Sánchez, Reyes & Mejía (2018), “Se utiliza para seleccionar el recurso a consultar en la consulta. Consiguieron ser seguidos o evitados. Lo inmediato es perceptivo y reflexivo; la evitación son encuestas, rangos, relaciones y pruebas.”

La técnica de cosecha de datos a emplear es la de observación. Los instrumentos que se utilizaran son los siguientes protocolos (ensayos) que se encuentran en Manual de Ensayos de Materiales establecidos por el MTC.

Normativa:

<b>MTC E – 704</b>	(ASTM C39)	Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos
--------------------	------------	---

Fuente: (MTC, Manual de Ensayos de Materiales, 2016).

3.4.1 Técnica.

Sánchez, Reyes & Mejía (2018), “El utensilio viene ase el instrumento que grafía porción de una habilidad de cogida de filiaciones. Consigue suministrar como una pauta, un apacible, una ostentación, una cata, un sondeo o un test.”

El instrumento es un acuerdo y un formato estándar, en referencia a ASTM (Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales), la resistencia a la compresión es la norma ASTM C-39 y la norma ASTM C-293, que será certificada por un laboratorio con equipo debidamente calibrado que podrá ser utilizado en condiciones ideales y por un profesional colegiado.

Se utilizó la observación durante toda la investigación tanto al momento de visitar y realizar las pruebas y al momento de cotejar y obtener datos y respuestas de la investigación.

En primer lugar, se buscó información de antecedentes relacionados a la investigación, en la cual se recopiló los datos imprescindibles para el desarrollo del presente estudio y se determinaron los datos que se obtenga del ensayo de laboratorio, mediante el programa Microsoft Excel "la prueba estadística t student".

#### 3.4.2 Instrumento

Los instrumentos a utilizar en la presente investigación fueron fichas de observación para la recolección de datos (información) de todos los experimentos realizados en laboratorio.

Se muestra las diferentes fichas de observación de obtención de datos de los agregados en el laboratorio.

Tabla 19. Ficha de observación para diseño de mezcla.

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO				
<b>FICHA TÉCNICA</b>				
RESPONSABLE	Bach.	TICONA PEÑASCO ALEJANDRO YURI		
	COD. ORCID	0000-0070-0269-3864		
TESIS	Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f'c=280kg/cm <sup>2</sup> , en Av. Ramos, Cañete- 2021			
NOMBRE DE LA CANTERA	CANTERA ROMA			
UBICACIÓN GEOGRÁFICA				
UBICACIÓN POLÍTICA	CP DE ROMA, DIST. NUEVO IMPERIAL, PROVINCIA DE CAÑETE			
ÁREA DE LA CANTERA	01 HECTARIAS RENOVABLE			
<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F'c=280Kg/cm<sup>2</sup> (Tamaño M{ax.=3/4"}</b>				
DISEÑO DE MEZCLAS				
01.- SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO				
02.- SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO				
03.- ESTIMACIÓN DEL AGUA DE MEZCLA				
04.- SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO				
05.- CANTIDAD DE CEMENTO REQUERIDO				
06.- ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO				
07.- ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO				
08.- AJUSTE POR CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS				
CANTIDAD DE MATERIALES POR TANDA CON DESPERDICIO				
Cantidad de materiales para un requerimiento de concreto dado:				
	BOLSA DE CEMENTO	1	UNIDAD	
	PESO DEL CEMENTO (KG.)	42.5	KG.	
	VOLUMEN DEL CONCRETO (M3)	1	M3	
	BOLSAS	PESO (Kg.)	VOLUMEN (m3)	VOLUMEN (pie3)
	CEMENTO =			
	AGREGADO GRUESO =			
	AGREGADO FINO =			
	AGUA EFECTIVA (LITROS)			
	<b>Observaciones:</b>			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Ficha de contemplación para análisis de aguante a la compresión.

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO									
FICHA TECNICA									
RESPONSABLE		TICONA PEÑASCO ALEJANDRO YURI							
COD. ORCID		0000-0070-0269-3864							
TESIS		Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos, Cañete- 2021							
GUÍA DE OBSERVACIÓN		Pruebas de laboratorio con la finalidad de investigación para tesis (rotura de briquetas expuestas a compresión, para determinar su resistencia a compresión con la adición de perlas de poliestireno en porcentaje indicado)							
<b><u>ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</u></b>									
NOMBRE DE LA CANTERA		CANTERA ROMA							
UBICACIÓN GEOGRAFICA									
UBICACIÓN POLÍTICA		CP DE ROMA, DIST. NUEVO IMPERIAL, PROVINCIA DE CAÑETE							
ÁREA DE LA CANTERA		01 HECTARIAS RENOVABLE							
Nro	FECHA DE ROTURA	DESCRIPCIÓN	F'c	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Hora	Resistencia	Resistencia en Kg/cm2	Días
<b>Observaciones:</b>									

Fuente: Elaboración propia.



### 3.5 Procedimientos

Se utilizó la muestra para los agregados gruesos y finos de la cantera “Conta Roma” – Cañete, se usó el Cemento Portland tipo I, una vez obtenidos los agregados se cuarteó cada uno estos y luego se vertió en la mezcladora con los materiales para así poder generar el concreto que se desea evaluar teniendo en cuenta la dosificación del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

Se muestra la cantera Romas - Cañete



*Figura 8: Fotografía de la Cantera Conta Roma- Cañete.*

Luego de preparar el concreto se procedió a llenar los testigos cilíndricos (briquetas), de los cuales para esta investigación se realizaron 36 probetas cilíndricas para rotura a la compresión, tanto para el diseño (muestra convencional) como el diseño con sustitución, para edades de 7, 14 y 28 días de curado; por lo que la cantidad total de Muestras fueron 36 ensayos.

#### 3.5.1 Procedimiento de Cosecha de Datos

La técnica de cosecha de datos a utilizar es la de observación. Los utensilios y equipos que se utilizaran son los siguientes protocolos (ensayos) que se encuentran en Manual de estudios de Materiales establecidos por el MTC.

Tabla 21. Normativa de ensayos de materiales

<b>MTC E – 704</b>	(ASTM C39)	Aguante a la compresión de testigos cilíndricos
<b>MTC E – 708</b>	(ASTM C496)	Ensayo de tensión por compresión diametral de probetas de concreto.
<b>MTC E – 711</b>	(ASTM C293)	Ensayo de flexión de vigas de hormigón.

Fuente: MTC E-704, 708, 711.

En este estudio se utilizarán normas técnicas que, dado que son elaboradas por expertos en la materia, no es necesaria ninguna verificación por juicio de expertos o evaluación de confiabilidad.

#### **a. Muestreo de la Arena Gruesa**

SE CONSIDERAN LAS REFERENCIAS DE LA: NTP 400.010 – MTC E 201 – 2000 – ASTM D 75 el muestreo, así como el ensayo son de suma importancia, se debe siempre tener la cautela de obtener las muestras que expresan la naturaleza y las especificaciones del material a los cuales representan.

#### **EQUIPOS**

- Pala
- Brocha
- Regla metálica
- Espátula
- Balanza electrónica
- Recipientes

#### **PROCEDIMIENTOS**

- La muestra debe colocarse en un espacio plano sin impurezas, y no debe haber desperdicio, pérdida o contaminación por otros materiales en este espacio.
- Mezclando toda la muestra uno por uno, los materiales se mezclan completamente, luego se dividen en cuatro partes iguales y luego se toma la muestra para su análisis Se recomienda tomar la muestra en diagonal.

Tabla 22. Pesos mínimos de la muestra según el tamaño de agregado - Según Norma Técnica Peruana NTP 400.010

Tamaño extremo nominal del Agregado	Peso mínimo aproximada para muestra de campo Kg
Agregados fino	
2.36mm	10
4.76mm	10
Agregados grueso	
9.5 mm	10
12.5 mm	15
19.0 mm	25
25.0 mm	50
35.5 mm	75
50.0 mm	100
63.0 mm	125
75.0 mm	150
90.0 mm	175

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.010.

#### b. Peso unitario de los agregados.

Uno de sus principales propósitos es obtener el peso unitario de los materiales compactados sueltos.

#### EQUIPOS

- Equilibrio (balanza)
- Varilla compactadora, acero, cilíndrica
- Recipiente metálico cilíndrico.

#### PROCEDIMIENTO.

- El material debe colocarse en el contenedor de manera que las tres capas sean iguales.
- En cada capa, se requiere un emparejamiento manual, y la varilla se golpea uniformemente 25 veces en cada capa, y se debe usar el extremo ovalado de la varilla.
- Al apisonar la primera parte, evite chocar el fondo del cilindro con una varilla. Al compactar la capa siguiente, se debe hacer un impacto de modo que la varilla solo pase a través de la capa de muestra.

- Una vez que el tanque de almacenamiento donde se colocará la muestra esté lleno, nivelar la superficie con una varilla o losa de concreto para que la muestra alcance la altura del contenedor, y luego determinar el peso del tanque lleno (en kilogramos).

Se muestra el muestreo del agregado grueso



*Figura 9: Fotografía del tesista con la muestra del agregado grueso*

### **c. Contenido de higrometría y absorción del agregado.**

Tomaremos como referencias las norma: MTC E 205 – 2000 – ASTM C 128

#### **EQUIPOS**

- Contenedores metálicos.
- Estufa eléctrico.
- Balanza electrónica.

#### **PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO**

- Peso del cilindro en kg.
- Peso del envase + agregado natural (kg).
- Peso del recipiente + agregado seco (kg).
- Porcentaje de humedad.

#### d. Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.

Considere la siguiente norma: NTP 400.012-MTC E 204-2000-ASTM C 136, el propósito es utilizar tamices para obtener cuantitativamente el dimensión de las partículas finas y gruesas del material.

#### EQUIPOS

- Romana electrónica.
- Conjunto de tamices de acuerdo con las características de la norma según el diseño de mezcla.
- Estufa eléctrico.
- Bandejas y recipientes metálicos.

Tabla 23. Pesos mínimos de la muestra según sea el tamaño del agregado

Máximo tamaño nominal con aberturas cuadradas		Peso mín. de muestras de ensayo
mm	(pulg)	kg
9.5	(3/8)	1
12.5	(1/2)	2
19	(3/4)	5
25	(1)	10
37.5	(1 1/2)	15
50	(2)	20
63	(2 1/2)	35
75	(3)	60
90	(3 1/2)	100
100	(4)	150
112	(4 1/2)	200
125	(5)	300
150	(6)	500

Fuente: MTC (2016) "Manual de Ensayo de Materiales".

#### PROCEDIMIENTO

- Se seleccionará un tamiz con un tamaño de acuerdo con los estándares vigentes para que la prueba cumpla con las especificaciones y estándares vigentes. El tamiz debe instalarse de manera decreciente desde la abertura más grande hasta la abertura más pequeña de la malla, y dentro de un tiempo estimado, se tamizará a través de un tamiz mecánico.

- El material debe colocarse en el tamiz superior para que todas las partículas de la muestra puedan llegar con frecuencia a los poros del tamiz durante el proceso de tamizado.
- Si se mezclan agregado fino y agregado grueso, la parte de 4.75 mm (No. 4) de la pantalla se convertirá en la más fina, por lo que debe dividirse en varios grupos de pantallas para evitar demasiado material en una sola pantalla.
- Para materiales de más de 75 mm (3 pulgadas), se recomienda realizar un cribado manual y establecer la apertura mínima del tamiz más chico por el que muda la partícula.
- Una vez tamizado la muestra se deberá de realizar la comparación del peso del tamizado, con el peso del material original.

**e. Aguante a la compresión del concreto de diseño.**

Para la obtención de los hallazgos del ensayo de aguante a la compresión del concreto de las probetas cilíndricas se aplicó el método según la norma NTP.339.034. HORMIGÓN (CONCRETO): “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas” y el ACI 318S-05 “Requisitos del reglamento para concreto estructural”.

**3.6 Método de comparación de Datos**

Según el método cuantitativo y el nivel de descripción analítica, desde la perspectiva del tipo de experimento, el análisis de los datos relacionados con las variables se obtendrán en el proceso de esta investigación seguirá la siguiente ruta de análisis de datos: Al obtener los datos de la prueba obtenidos en el laboratorio, los datos obtenidos serán analizados e interpretados, y los datos serán procesados en programas de Microsoft Word y Excel (Villavicencio, 2017).

La destreza estadística usada para el análisis de los hallazgos, validación de Hipótesis, fue la prueba de hipótesis estadística, en base al criterio siguiente:

- ✓ Hipótesis nula       $H_0: \mu_d = 0$
- ✓ Hipótesis alterna       $H_a: \mu_d \neq 0$                        $\mu_d$ : promedio de las diferencias

Se examinó para el análisis con niveles de significancia de  $\alpha = 0.05$ .

Estadístico de demostración para comprobación t de Student para muestras relacionadas, usado para comparar promedios en grupos de muestras relativamente pequeños ( $n < 30$ ) y las muestras de poblaciones con distribución normal, por lo que las ecuaciones se van dar uso de las ecuaciones 1 y 2 (García Oré, 2011).

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{Sc^2}{n_1} + \frac{Sc^2}{n_2}}} \dots \dots \dots [\text{Ecuación 01}]$$

$$Sc^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \dots \dots \dots [\text{Ecuación 02}]$$

Dónde:

**t** : Estadístico t calculado

$\bar{X}_1; \bar{X}_2$  : Medias muestrales.

**Sc<sup>2</sup>** : Varianza común

**n** : Número de muestras

**d** : Diferencias

$\alpha$  : Nivel de significancia

Con  $gl = n_1 + n_2 - 2$  (grados de libertad);  $t(\alpha/2; gl)$

Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) si:  $t > t(1 - \alpha/2)(n_1 + n_2 - 2)$

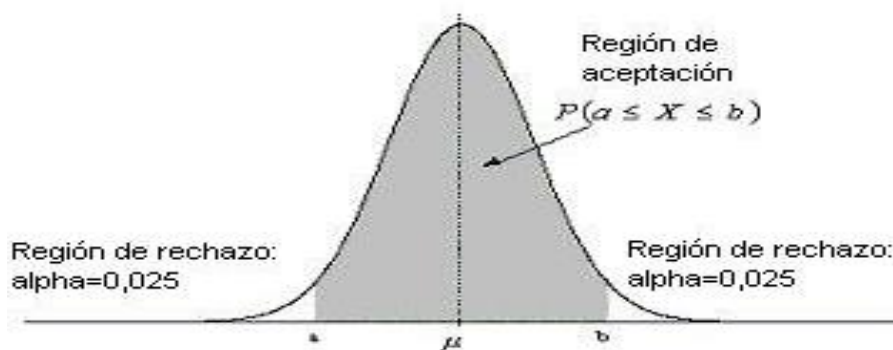


Figura 10: Campana de gauss de distribución t de Student

Fuente: (García Oré, 2011)

El análisis de verificación de los datos con la prueba "t", se utilizará el programa computacional para producir los datos es el Microsoft Excel 2020.

- ✓ Ho:  $\mu_d \leq 0$                       Ho:  $\mu_d \geq 0$
- ✓ Ha:  $\mu_d > 0$                         Ha:  $\mu_d < 0$

$$t = \frac{\bar{d}}{Sd/\sqrt{n}} \dots\dots\dots [Ecuación 03]$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (di - \bar{d})^2}{n-1}} \dots\dots\dots [Ecuación 04]$$

Dónde:

- t** : Estadístico t calculado
- $\bar{d}$**  : Promedio de las diferencias.
- Sd** : Desviación estándar de las diferencias
- n** : Número de muestras
- d** : Diferencias
- $\alpha$  : Nivel de significancia

Con gl = n-2 (grados de libertad); t( $\alpha/2$ ;gl)

Se rechaza la hipótesis nula (Ho) si:  $t > t(1-\alpha)(n - 1)$



### **3.7 Aspectos Éticos**

Durante la investigación, hemos considerado ciertos factores éticos:

- Los autores de los diferentes trabajos, libros, revistas o encuestas que se utilicen como referencias en esta encuesta serán citados oportunamente para respetar la identidad del autor y actuar de manera honesta y responsable.
- Los resultados obtenidos serán generados, analizados y publicados cuando se recabe la información, y no caerán en el error de generar o falsificar datos irreales, que restarán credibilidad a nuestra investigación.
- El informe de tesis tiene total sinceridad, compromiso y actitud firme hacia la información contenida.
- Se cumplió con las actuaciones de prueba según los parámetros fijados por el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), NTP y ACI.
- Respetar las pautas y procedimientos propugnados por la universidad, que nos permitirán dotar de validez y credibilidad a nuestra investigación.

#### IV. RESULTADOS

Con la Investigación se han obtenido los siguientes resultados, cuya finalidad es cumplir los objetivos y contrastar con las hipótesis, las mismas que se detallan a continuación:

##### 4.1 Datos generales

La población de estudio de la presente investigación fue 36 probetas, y la muestra también 36 probetas de concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , las mismas que se muestran la tabla 25.

Por otro lado, es menester mencionar la cantidad de diseños de mezcla ejecutadas, las mismas que son 4 diseños de mezcla en laboratorio, mencionados en tabla 24.

Tabla 24. Cantidad de muestra para diseño de mezcla para pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Diseño de mezcla	adición de perlas de poliestireno			PATRÓN (Convencional)	TOTAL
	6%	12%	18%		
Diseño de mezcla	1	1	1	1	4

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio ensayo a la compresión.

Tabla 25. Cantidad de muestra de rotura de probetas de concreto (Resistencia a la compresión)- $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Edad (rotura)	adición de perlas de poliestireno			PATRÓN (Convencional)	TOTAL
	6%	12%	18%		
a los 7 días	3	3	3	3	12
a los 14 días	3	3	3	3	12
a los 28 días	3	3	3	3	12
TOTAL	9	9	9	9	36

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio ensayo a la compresión.

##### 4.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PESO UNITARIO DEL PAVIMENTO RÍGIDO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE 6, 12 Y 18% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

Al desarrollar esta investigación se logró cumplir el objetivo de Evaluar cómo ayuda en el aguate a la compresión y peso unitario del pavimento rígido (concreto con sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno), en relación a la capacidad (bulto) del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ; para lo cual se detalla los siguientes resultados:

#### 4.2.1 HALLASZGOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 26. Resultados de aguate a la compresión del concreto – del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$

MUESTRAS		Hallazgo de la rotura de probetas a los 7 días - resistencia a compresión obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	Hallazgo de la rotura de probetas a los 14 días - resistencia a compresión obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	Hallazgo de la rotura de probetas a los 28 días - resistencia a compresión obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )
Probeta - Patrón	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	<b>206.93</b>	<b>257.89</b>	<b>285.98</b>
	% respecto a 280 kg/cm <sup>2</sup>	73.90%	92.11%	102.14%
Con Adición 6% de perlas de poliestireno	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	<b>201.60</b>	<b>256.12</b>	<b>285.12</b>
	% respecto a 280 kg/cm <sup>2</sup>	72.00%	91.47%	101.83%
Con Adición 12% de perlas de poliestireno	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	<b>200.43</b>	<b>253.81</b>	<b>283.70</b>
	% respecto a 280 kg/cm <sup>2</sup>	71.58%	90.65%	101.32%
Con Adición 18% de perlas de poliestireno	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	<b>196.30</b>	<b>250.80</b>	<b>281.38</b>
	% respecto a 280 kg/cm <sup>2</sup>	70.11%	89.57%	100.49%

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio ensayo a la compresión.

En la tabla 26 se puede observar los resultados a la compresión del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , para las diferentes tiempos de fraguado del concreto 7, 14 y 28 días de curado en agua, en las cuales se puede notar que todos los hallazgos se localizan dentro de las condiciones establecidos por el laboratorio que corresponden a los 7 días de edad de la probeta que oscila desde 70% hasta 85%; y a los 14 días de edad que fluctúa desde 85% hasta 95%; y finalmente a

los 28 días de edad desde 100% hasta 120%. Por lo que estos resultados son aceptables para su uso en la pavimentación de vías.

Los resultados obtenidos corresponden a las resistencias a la compresión que resultaron al someter en la prensa hidráulica las probetas de concreto en cumplimiento de la (NTP 339.034 2008)- ASTM C39 ( $V=(3.1516*(0.15^2)*0.30)/4$ ): Probeta – Patrón como testigo, y demás probetas con Adición de 6, 12 y 18% de aljófares de poliestireno. Estos experimentos fueron realizados en laboratorio de mecánica de suelos Concreto y pavimentos de la empresa Inversiones e Ingeniería A&J SAC.

*Tabla 27. Desarrollo de esfuerzos historiales y aceptables (tiempo/porcentaje) Resistencia rotura de probetas en el laboratorio.*

<b>Desarrollo de esfuerzos (tiempo/porcentaje) Resistencia rotura de probetas</b>	
7 días de edad	desde 70% hasta 85%
14 días de edad	desde 85% hasta 95%
28 días de edad	desde 100% hasta 120%

*Fuente: Laboratorio Inversiones e Ingeniería A&J SAC y NTP 339.034.*

Por lo tanto; se puede evidenciar desde la tabla 26 que en las muestras ensayadas obtienen como resultado las resistencias al aplastamiento del concreto del diseño  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en la mayoría superan el 100% del diseño deseado, a pesar de la adición de las perlas de poliestireno en el concreto si se encuentra dentro del parámetro aceptable de los porcentajes del desarrollo de esfuerzos (tiempo /porcentaje) de la resistencia en la rotura de las probetas.



*Figura 11: La fotografía de la derecha muestra la adición de perlas de poliestireno, y la fotografía izquierda muestra la rotura de probetas, con adiciones de perlas de poliestireno en laboratorio.*

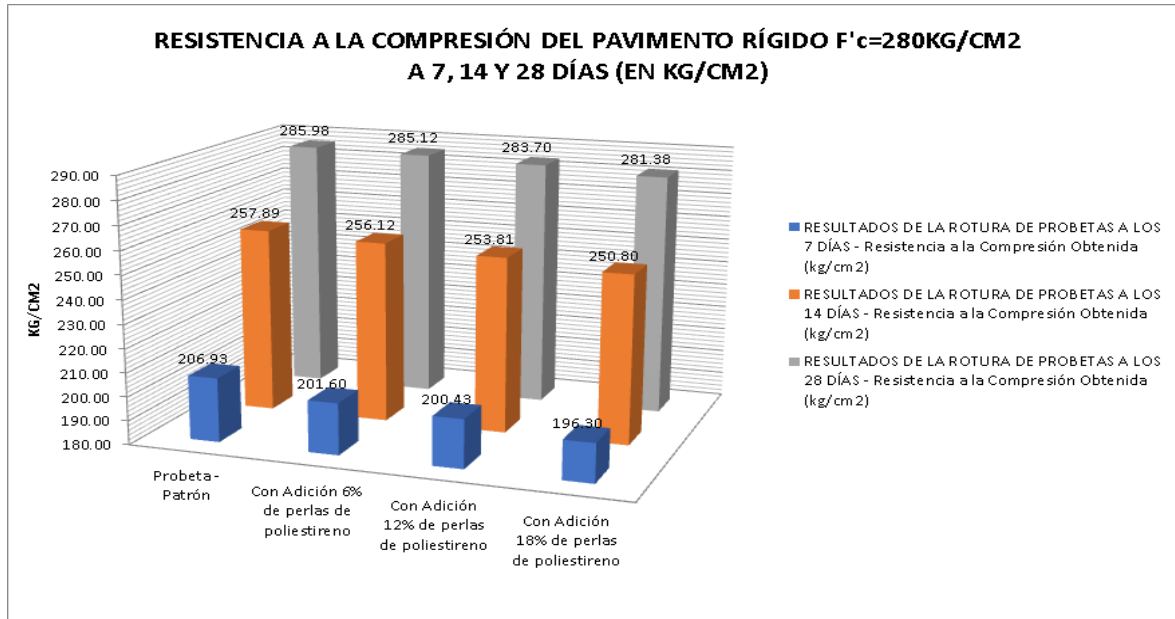


Figura 12: Se muestra histograma como resultado de las resistencias a la compresión del concreto estudiado con las adiciones de perlas de poliestireno, en laboratorio.

Se evidencia claramente el progreso de la resistencia a la compresión del pavimento rígido que adquiere en las diferentes edades de fraguado a 7, 14 y 28 días, en donde claramente todas las probetas si superaron la resistencia establecida de  $f'c=280\text{kg}/\text{cm}^2$ . Pero sin embargo también es evidente en la tabla 26, y los figuras 12 y 13, que los resultados del aguante a la presión de la muestra Patrón (concreto convencional) es superior a todas las muestras con las adiciones de perlas de poliestireno, en la cual es importante precisar que la diferencia es ínfima, por ejemplo a los 28 días de edad de curado en la muestra patrón resulta  $285.98\text{kg}/\text{cm}^2$  (102.14%) y mientras en la probeta con adición de 6% de perlas de poliestireno resulta  $285.12\text{kg}/\text{cm}^2$  (101.83%); en la probeta con adición del 12% de poliestireno resulta  $283.70\text{kg}/\text{cm}^2$  (101.32%); y finalmente con la adición del 18% de perlas de poliestireno resulta  $281.38\text{kg}/\text{cm}^2$  (100.49%). Por lo que se deduce que a mayor porcentaje de adición de perlas de poliestireno al concreto disminuye la aguante a la presión del concreto, pero también es importante resaltar que la adición del 18% de perlas de poliestireno se presume que sería el tope para uso en pavimentos rígidos de tránsito liviano, esto se afirma toda vez, que la resistencia a la compresión llega a un 100.49% del resultado respecto al diseño de  $280\text{kg}/\text{cm}^2$ , a mayor porcentaje de adición de perlas de

poliestireno disminuye por debajo del 100%, la cual no cumple con la recomendaciones del laboratorio y las y NTP 339.034.

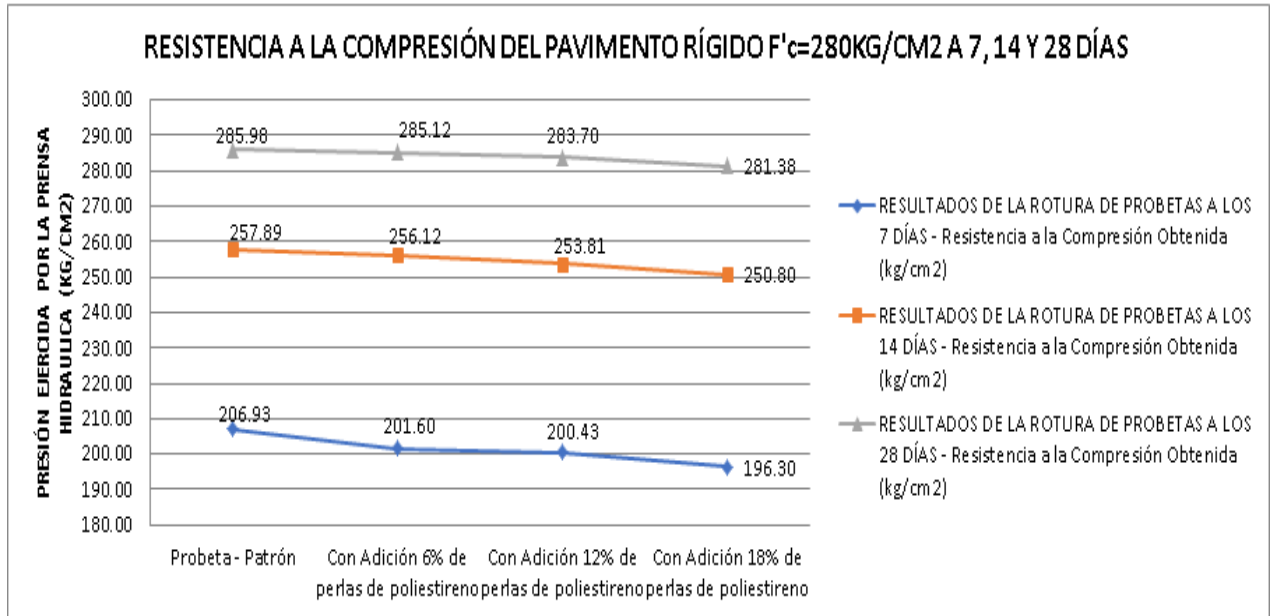


Figura 13: Se muestra otra forma de histogramas como resultado de las aguantas a la presión del concreto estudiado con las adiciones perlas de poliestireno, en laboratorio.

Se evidencia también que la adición de perlas de poliestireno a mayor porcentaje disminuye la resistencia a la comprensión, por lo que; es aceptable el uso en pequeñas cantidades de porcentaje menores a 18% de perlas de poliestireno en pavimentos duros.

En la figura 13 se observa que los hallazgos de las resistencias a la comprensión obtenidas en las roturas de probetas ensayadas del patrón, con adición de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno respectivamente, estas en diferentes edades a los 7, 14 y 28 días de curado en agua; en las cuales existe un clara disminución de los valores de la resistencia a la comprensión desde la probeta patrón (concreto convencional) disminuye gradualmente las demás probetas con adiciones de perlas de poliestireno, a mayor porcentaje de adición de perlas de poliestireno disminuye la resistencia a la comprensión del concreto.

Tabla 28. Resultados de las roturas de probetas - aguante a la presión del concreto – del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$

DESCRIPCIÓN		Hallazgos a los 7 DÍAS - Resistencia a la Compresión Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	Hallazgos a los 14 DÍAS - Resistencia a la Compresión Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	Hallazgos a los 28 DÍAS - Resistencia a la Compresión Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	Probeta 1	209.73	255.70	285.50
	Probeta 2	205.12	259.27	287.46
	Probeta 3	205.95	258.70	284.97
	<b>Promedio</b>	<b>206.93</b>	<b>257.89</b>	<b>285.98</b>
	<b>% al 280</b>	<b>73.9</b>	<b>92.11</b>	<b>102.14</b>
Adición 6% de perlas de poliestireno	Probeta 1	201.22	252.33	285.08
	Probeta 2	202.30	258.52	285.28
	Probeta 3	201.28	257.50	284.98
	<b>Promedio</b>	<b>201.60</b>	<b>256.12</b>	<b>285.12</b>
	<b>% al 280</b>	<b>72.0</b>	<b>91.47</b>	<b>101.83</b>
Adición 12% de perlas de poliestireno	Probeta 1	201.88	252.33	283.58
	Probeta 2	201.91	253.34	284.73
	Probeta 3	197.50	255.76	282.78
	<b>Promedio</b>	<b>200.43</b>	<b>253.81</b>	<b>283.70</b>
	<b>% al 280</b>	<b>71.58</b>	<b>90.65</b>	<b>101.32</b>
Adición 18% de perlas de poliestireno	Probeta 1	199.81	251.61	281.62
	Probeta 2	197.23	250.80	281.93
	Probeta 3	191.86	249.99	280.58
	<b>Promedio</b>	<b>196.30</b>	<b>250.80</b>	<b>281.38</b>
	<b>% al 280</b>	<b>70.11</b>	<b>89.57</b>	<b>100.49</b>

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio ensayo a la compresión.

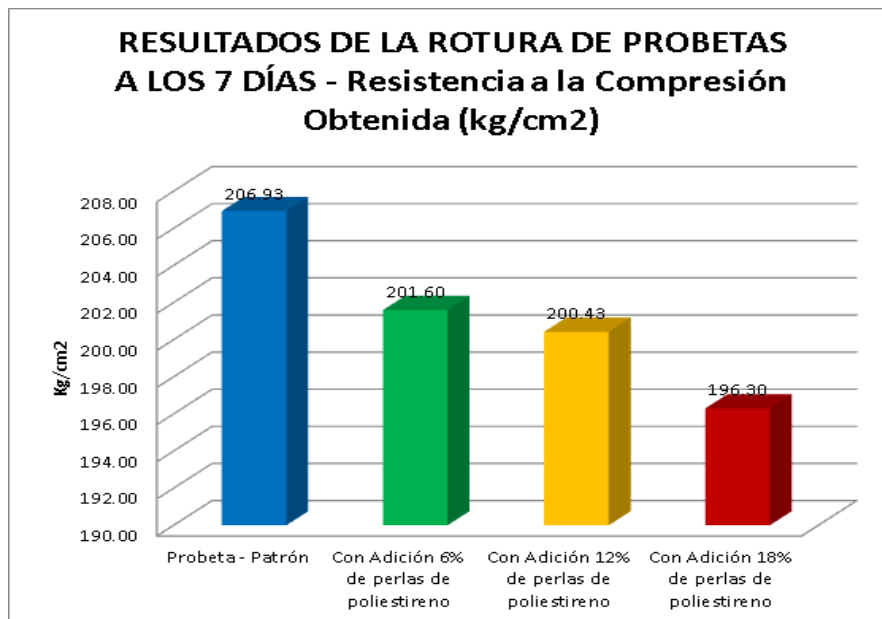


Figura 14: Gráfico que se muestra el comparativo de las muestras a los 7 días.

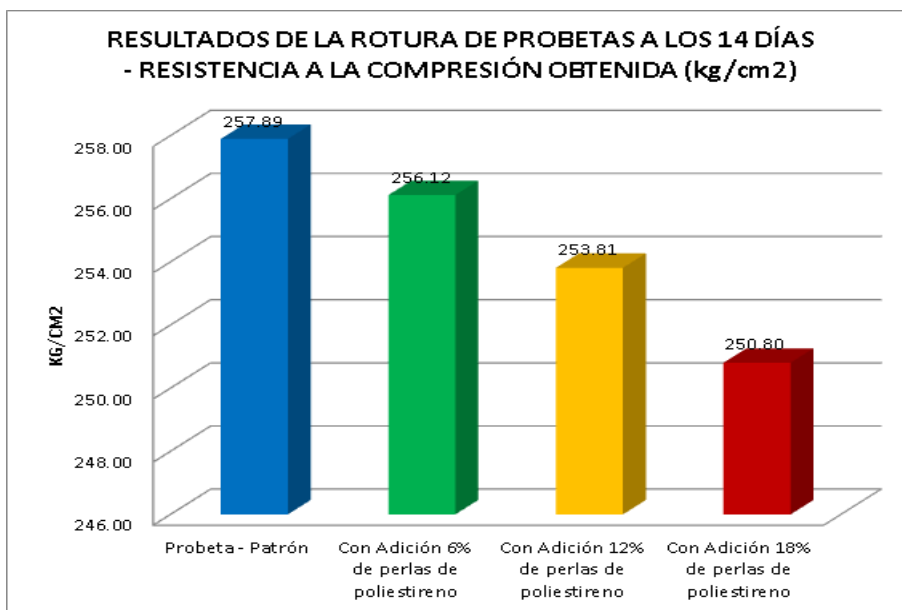


Figura 15: Gráfico que se muestra el comparativo de las muestras a los 14 días.

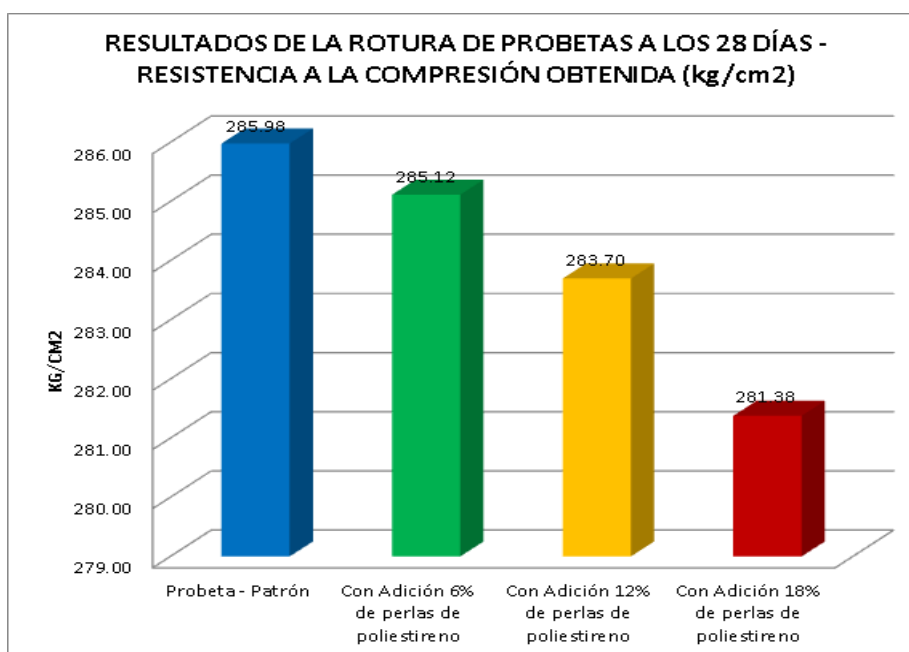


Figura 16: Gráfico que se muestra el comparativo de las muestras a los 28 días.

En las figuras 14, 15 y 16 se muestra que la adición de perlas de poliestireno en porcentajes de 6%, 12% y 18% en el diseño de pavimento rígido influye desfavorablemente a mayor porcentaje respecto al volumen. Pero sin embargo; con esta investigación de la adición de perlas de poliestireno el más crítico fue el del 18% que cumple mínimamente con la resistencia a la compresión



deseada de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Por lo que; no es favorable el uso de pavimentos rígidos en calles de alto tránsito, sin embargo es aceptable y favorable en pavimentos rígidos en calles de bajo tránsito.

#### 4.2.2 Comparación de los Resultados de la aguante a la presión del Concreto con suministro de Perlas de Poliestireno, con el Concreto Convencional "PATRÓN", utilizando la estadística "t" de Student.

A.- COMPARACIÓN CON ADICIÓN DE 6% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

#### A LOS 7 DÍAS DE CURADO (6% de aljófares poliestireno)

Tabla 29. Comparación de aguante a la presión de la muestra "patrón" versus la muestra con adición de 6% aljófares de poliestireno - a los 7 días

Prueba Estadística "t"	Probeta	Probeta Patrón	Probeta con suministro 6% de aljófares de poliestireno
RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 7 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	Probeta 1	209.73	201.22
	Probeta 2	205.12	202.30
	Probeta 3	205.95	201.28

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio para la prueba estadística.

Los resultados promedios y porcentajes respecto al  $280\text{kg/cm}^2$  se observan en tabla 26

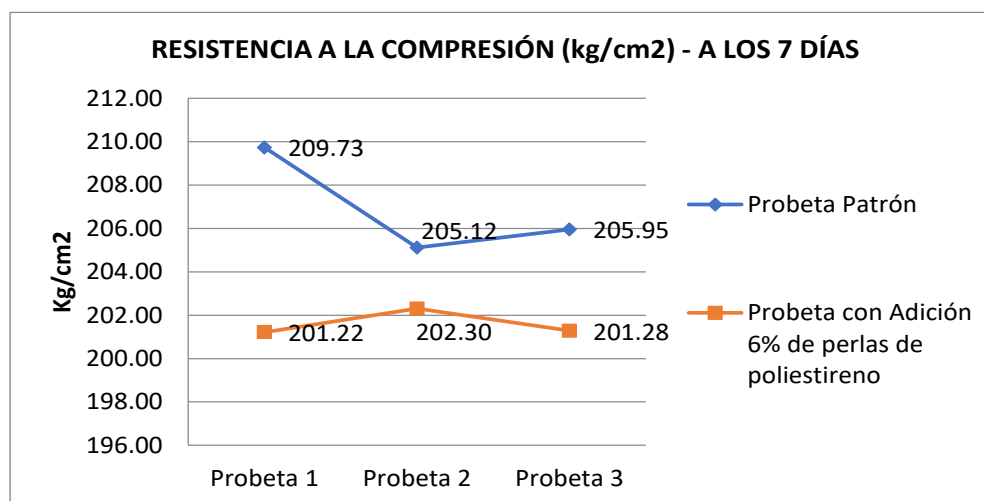


Figura 17: Polígono de frecuencias de aguante a la presión, de 6% y a 7 días.

Tabla 30. Prueba "t" 2 muestras varianzas idénticos, con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 7 días

	Probeta Patrón	Probeta /Adición 6% de perlas de poliestireno
Media	206.9333494	201.6011232
Varianza	6.047500038	0.372090923
Numero de Observaciones	3	3
Varianza conjunta	3.20979548	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico "t"	3.64515095	
P(T<=t) 1 cola	0.010932446	
Número crítico de t (1 cola)	2.131846786	
P(T<=t) 2 colas	0.021864891	
Valor crítico de t (2 colas)	2.776445105	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

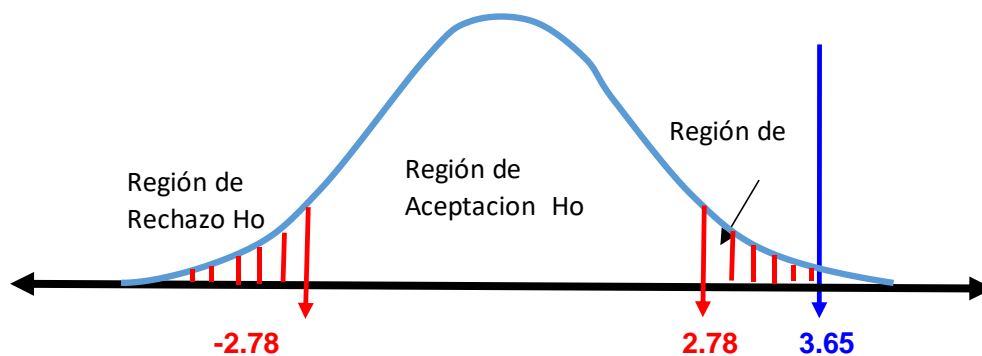


Figura 18: Gráfico de distribución t de Student - 6% perlas de poliestireno, a 7 días.

En la prueba estadístico t Student, que se observa en la tabla 30 y la figura 18 se puede evidenciar que la t calculada resulta 3.65, la misma que se encuentra fuera de la región aceptación o en el parámetro de los resultantes de los valores críticos de t de la campana de gauss, con el nivel de significancia de 0.05. Con esto se determina que no mejora el aguante a la presión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , respecto a la muestra PATRÓN; por lo que; **se rechaza** la hipótesis nula.

Tabla 31. Prueba “t” para medias de 2 muestras emparejadas, con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 7 días

	Probeta Patrón	Probeta /Adición 6% de perlas de poliestireno
Media	206.9333494	201.6011232
Varianza	6.047500038	0.372090923
Numero de Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.680814565	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico “t”</b>	<b>3.17489404</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.04326254	
Número crítico de t (1 cola)	2.91998558	
P(T<=t) 2 colas	0.086525079	
Valor crítico de t (2 colas)	4.30265273	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

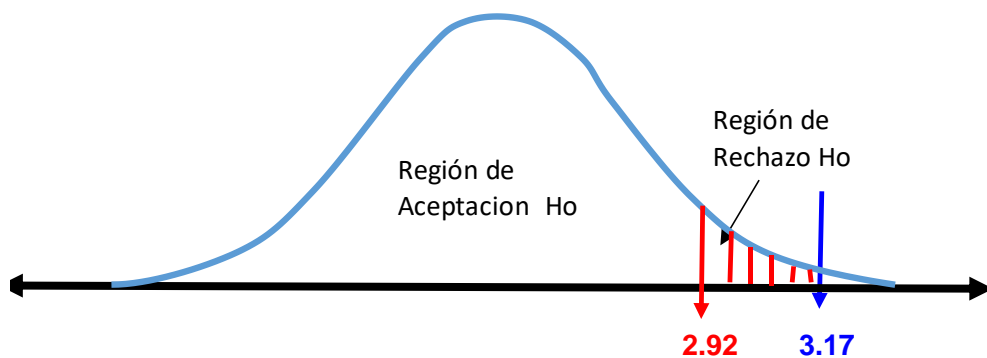


Figura 19: Gráfico de distribución t de Student - 6% perlas de poliestireno, a 7 días.

La comparación de los hallazgos del aguante a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 6% perlas de poliestireno del concreto de la edad de 7 días referidas en las tabla 29 y figura 17, no mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , respecto a la muestra PATRÓN; por lo que; **se rechaza** la hipótesis nula, la misma que se puede corroborar con la prueba estadística t de Student mencionadas en la tabla 30 y 31; el t Student estadístico resulta 3.64515095 y 3.17489404 respectivamente, las mismas que recaen fuera del valor crítico zona de rechazo

de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se muestra en la figura 18 y 19.

### **A LOS 14 DÍAS DE CURADO (6% de perlas poliestireno)**

Tabla 32. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra "patrón" versus la muestra con adición de 6% perlas de poliestireno - 14 días

Prueba Estadística "t"	Probeta	Probeta Patrón	Probeta con Adición 6% de perlas de poliestireno
RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROJETAS A LOS 14 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	Probeta 1	255.70	252.33
	Probeta 2	259.27	258.52
	Probeta 3	258.70	257.50

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio para la prueba estadística.

Los resultados promedios y porcentajes respecto al 280kg/cm<sup>2</sup> se observan en la tabla 26

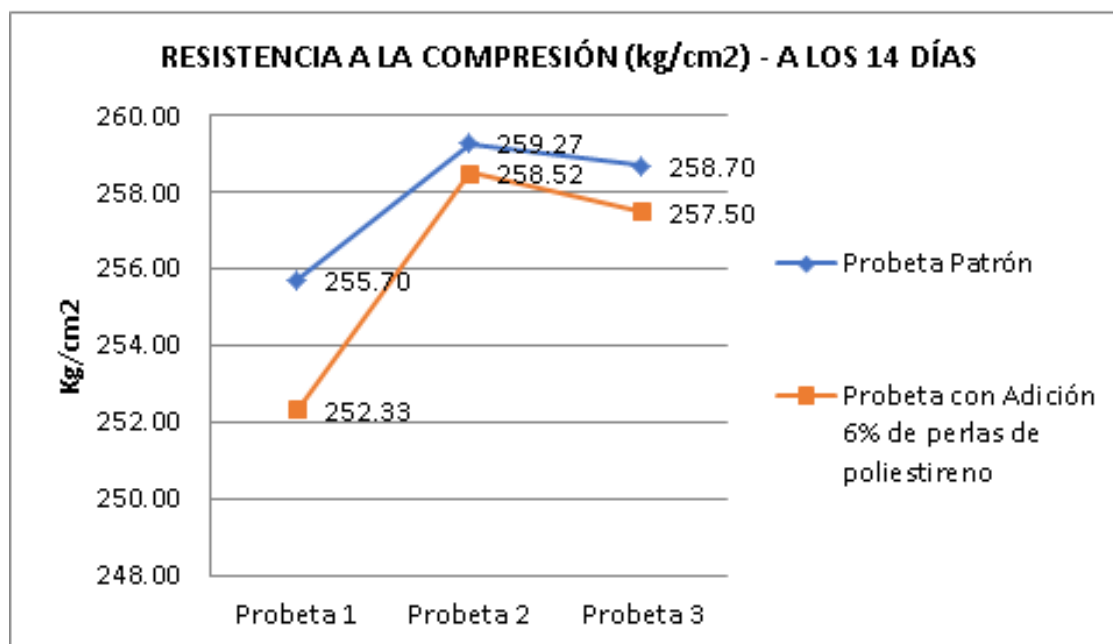


Figura 20: Polígono de frecuencias del aguante a la compresión, de 6% y a 14 días.

Tabla 33. Prueba "t" para 2 muestras varianzas similares, con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 14 días.

	Probeta Patrón	Probeta con Adición 6% de perlas de poliestireno
Media	257.89436	256.1167856
Varianza	3.6771641	11.00767094
Numero de Observaciones	3	3
Varianza juntada	7.3424175	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
<b>Estadístico "t"</b>	<b>0.8034388</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.2333751	
Número crítico de t (1 cola)	2.1318468	
P(T<=t) 2 colas	0.4667502	
Valor crítico de t (2 colas)	2.7764451	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

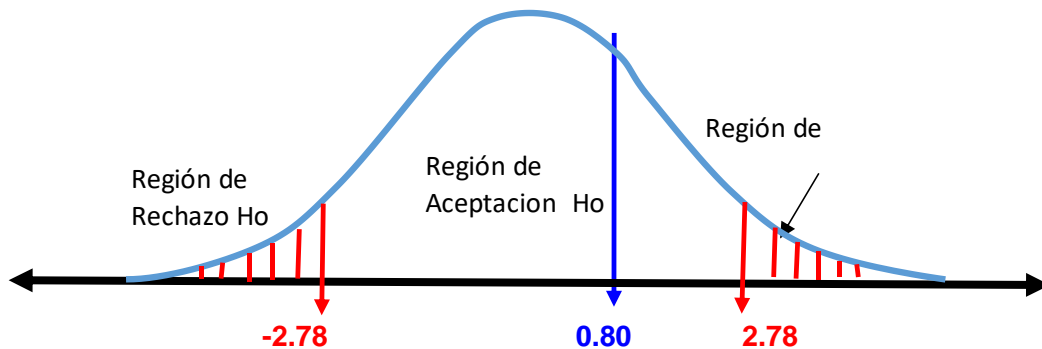


Figura 21: Gráfico de distribución t de Student - muestra c/6% a 14 días.

En la prueba estadístico t Student, que se observa en la tabla 33 y la figura 21 se puede evidenciar que la t calculada resulta 0.80, la misma que se encuentra dentro de la región aceptación o en el parámetro de los resultantes de los valores críticos de t de la campana de gauss, con el nivel de significancia de 0.05. Con esto se determina que si mejora la resistencia a la comprensión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , respecto a la muestra PATRÓN; por lo que; **se acepta** la hipótesis nula.

Tabla 34. Prueba “t” para medias de 2 muestras asociadas, con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 14 días

	Probeta Patrón	Probeta /Adición 6% de perlas de poliestireno
Media	257.89436	256.1167856
Varianza	3.6771641	11.00767094
Numero de Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0.9999854	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico “t”</b>	<b>2.1987734</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.0794731	
Número crítico de t (1 cola)	2.9199856	
P(T<=t) 2 colas	0.1589462	
Número crítico de t (2 colas)	4.3026527	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

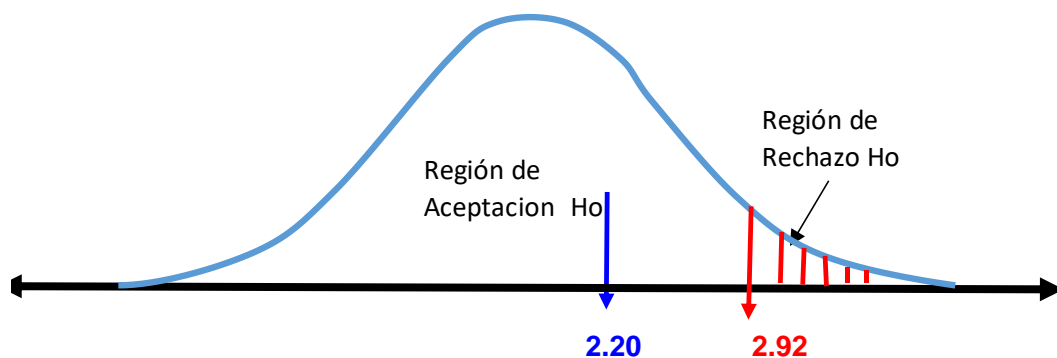


Figura 22: Gráfico de distribución t de Student - muestra c/6% a 14 días.

La comparación de los hallazgos del aguante a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 6% perlas de poliestireno del concreto de la edad de 14 días referidas en las tabla 32 y figura 20, Sí mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , respecto a la muestra PATRÓN; por lo que; **se acepta** la hipótesis nula, la misma que se puede corroborar con la prueba estadística t de Student mencionadas en la tabla 33 y 34; el t Student estadístico resulta 0.8034388 y 2.1987734 respectivamente, las mismas que recaen dentro de la zona de aceptación del valor crítico de la

campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se muestra en la figura 21 y 22.

**A LOS 28 DÍAS DE CURADO (6% de perlas poliestireno)**

Tabla 35. Comparación de los hallazgos del aguante a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 6% aljófares de poliestireno - a los 28 días

Prueba Estadística "t"	Probeta	Probeta Patrón	Probeta con Adición 6% de aljófares de poliestireno
RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 28 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	Probeta 1	285.50	285.08
	Probeta 2	287.46	285.28
	Probeta 3	284.97	284.98

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio para la prueba estadística.

Los resultados promedios y porcentajes respecto al 280kg/cm2 se observan en la tabla 26

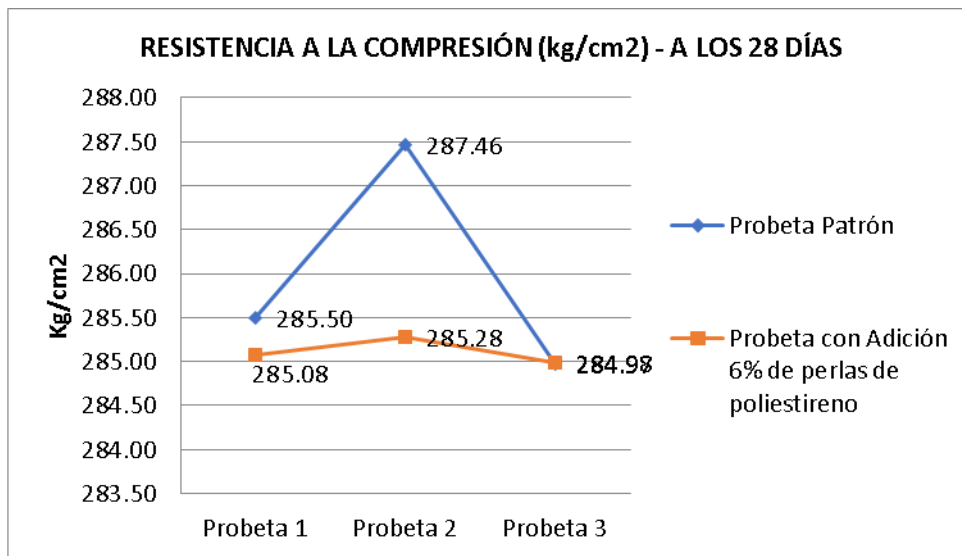


Figura 23: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión – muestra c/ 6% y a 28 días.

La comparación de los resultados de los hallazgos del aguante a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 6% perlas de poliestireno del concreto de la edad de 28 días referidas en las tabla 35 y figura 23, Sí mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}2$ , respecto a la muestra PATRÓN; por lo que; **se acepta** la hipótesis nula, la misma

que se puede corroborar con la prueba estadística t de Student mencionadas en la tabla 36 y 37; el t Student estadístico resulta 1.1329237 y 1.2891118 respectivamente, las mismas que recaen dentro de la zona de aceptación del valor crítico de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se puede observar en la figura 24 y 25.

Tabla 36. Prueba “t” para 2 muestras suponiendo varianzas similares, con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 28 días

	Probeta con Adición 6%	
	Probeta Patrón	de perlas de poliestireno
Media	285.97972	285.1152733
Varianza	1.7233226	0.023268739
Numero de Observaciones	3	3
Varianza juntada	0.8732957	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
<b>Estadístico “t”</b>	<b>1.1329237</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.1602752	
Número crítico de t (1 cola)	2.1318468	
P(T<=t) 2 colas	0.3205505	
Número crítico de t (2 colas)	2.7764451	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

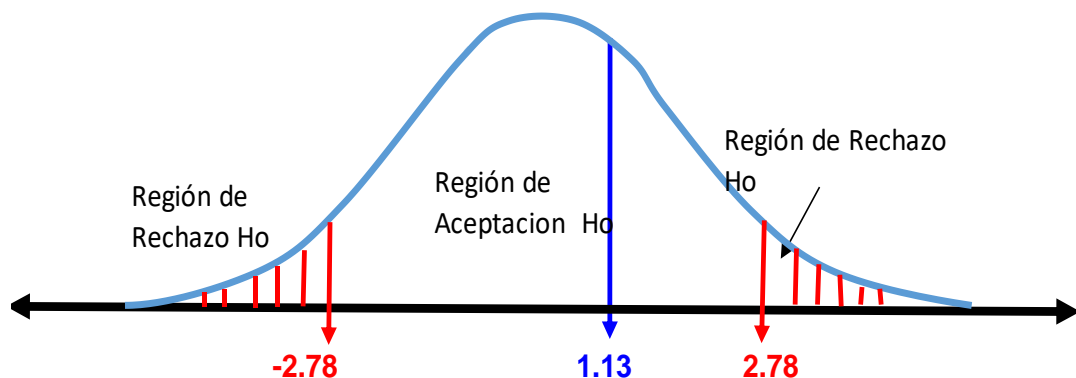


Figura 24: Gráfico de distribución t de Student - muestra c/6% a 28 días.



Tabla 37. Prueba "t" para medias de 2 muestras asociadas, con adición de 6% perlas de poliestireno - a los 28 días

	Probeta Patrón	Probeta con Adición 18% de perlas de poliestireno
Media	285.97972	285.1152733
Varianza	1.7233226	0.023268739
Numero de Observaciones	3	3
Coeficiente de correlación de Pearson	0.9927474	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico "t"</b>	<b>1.2891118</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.1631685	
Número crítico de t (1 cola)	2.9199856	
P(T<=t) 2 colas	0.326337	
Número crítico de t (2 colas)	4.3026527	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

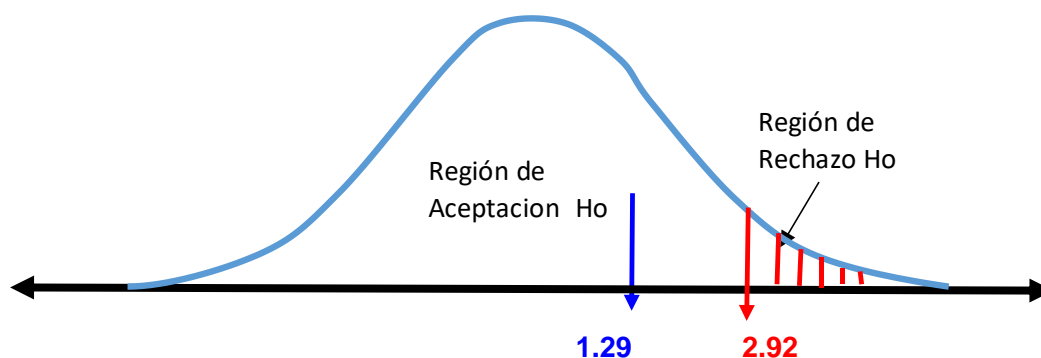


Figura 25: Gráfico de distribución t de Student - muestra c/6% a 28 días.

En la prueba estadístico t Student, que se observa en la tabla 36 y 37, la figura 24 y 25 se puede evidenciar que la t calculada resulta 1.13 y 1.29 respectivamente, la misma que se encuentra dentro de la región aceptación o en el parámetro de los resultantes de los valores críticos de t de la campana de gauss, con el nivel de significancia de 0.05. Con esto se determinó que si mejora la resistencia a la comprensión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , respecto a la muestra PATRÓN; por lo que, **se acepta** la hipótesis nula.

## B.- COMPARACIÓN CON ADICIÓN DE 12% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

### A LOS 7 DÍAS DE CURADO (12% de perlas poliestireno)

Tabla 38. Comparación del aguante a la compresión de la muestra "patrón" versus la muestra, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 7 días

Prueba Estadística "t"	Probeta	Probeta Patrón	Probeta con Adición 12% de perlas de poliestireno
RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 7 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	Probeta 1	209.73	201.88
	Probeta 2	205.12	201.91
	Probeta 3	205.95	197.50

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio para la prueba estadística.

Los resultados promedios y porcentajes respecto al 280kg/cm<sup>2</sup> se observan en la tabla 26

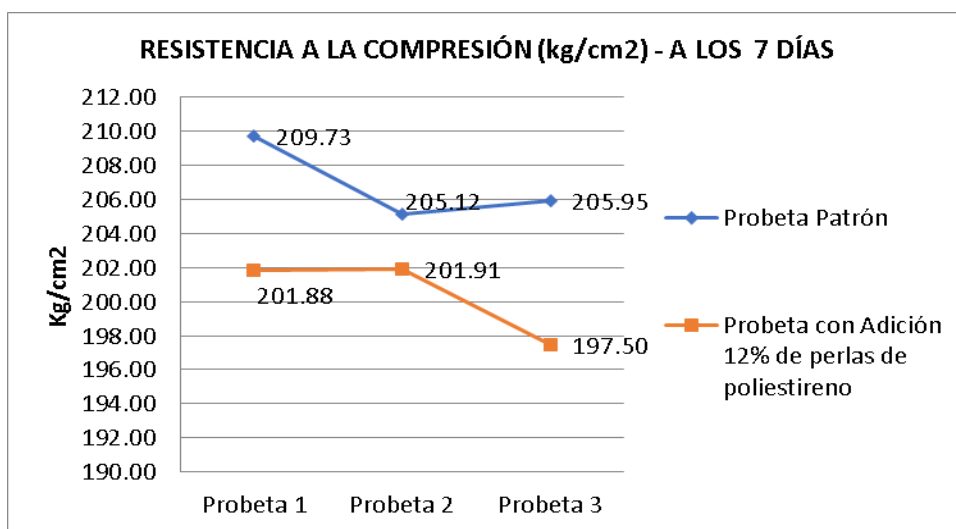


Figura 26: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 12% y a 7 días.

En esta figura 26 se observa claramente que los hallazgos de los aguantes a la compresión ensayadas en el laboratorio referente a las probetas con adición de 12% de perlas de poliestireno es inferior a los resultados de las resistencias a la compresión ensayadas en las probetas convencionales "Patrón", con la cual se evidencia que disminuye la resistencia a la compresión.

Tabla 39. Prueba “t” para 2 muestras suponiendo varianzas similares, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 7 días

	Probeta Patrón	Probeta con Adición 12% de aljófares de poliestireno
Media	206.9333494	200.429933
Varianza	6.047500038	6.438139867
Numero de Observaciones	3	3
Varianza juntada	6.242819952	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
<b>Estadístico “t”</b>	<b>3.187842016</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.016642378	
Número crítico de t (1 cola)	2.131846786	
P(T<=t) 2 colas	0.033284756	
Número crítico de t (2 colas)	2.776445105	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

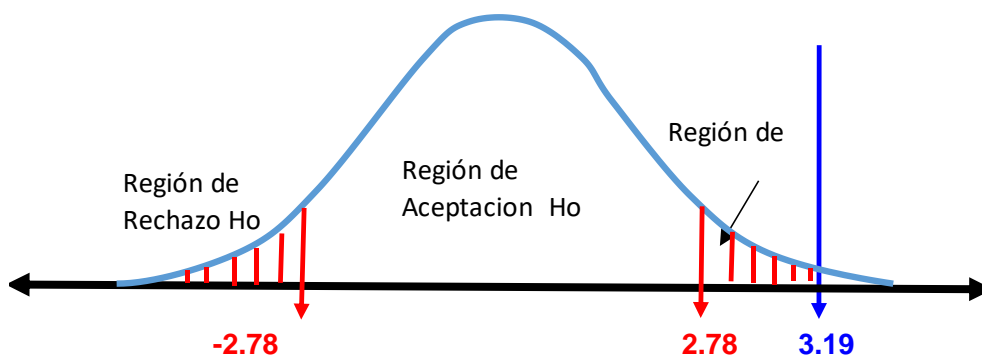


Figura 27: Gráfico de distribución t de Student - muestra c/12% a 7 días

La comparación de los hallazgos de los aguantes a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 12% perlas de poliestireno del concreto de la edad de 7 días referidas en las tabla 38 y figura 26, No mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , respecto a la muestra PATRÓN; por tanto, **no se acepta** la hipótesis nula, la misma que se puede corroborar con la prueba estadística t de Student mencionadas en la tabla 39 y 40; el t Student estadístico resulta 3.187842016 y 3.918086568

respectivamente, las mismas que recaen fuera de la zona de aceptación del valor crítico de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se observa en la figura 27 y 28.

Tabla 40. Prueba "t" para medias de 2 muestras emparejadas, con la suma de 12% aljófares de poliestireno - a los 7 días

	Probeta Patrón	Probeta con la suma de 12% de aljófares de poliestireno
Media	206.9333494	200.429933
Varianza	6.047500038	6.438139867
Numero de Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0.33818456	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico "t"</b>	<b>3.918086568</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.029698091	
Número crítico de t (1 cola)	2.91998558	
P(T<=t) 2 colas	0.059396183	
Número crítico de t (2 colas)	4.30265273	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

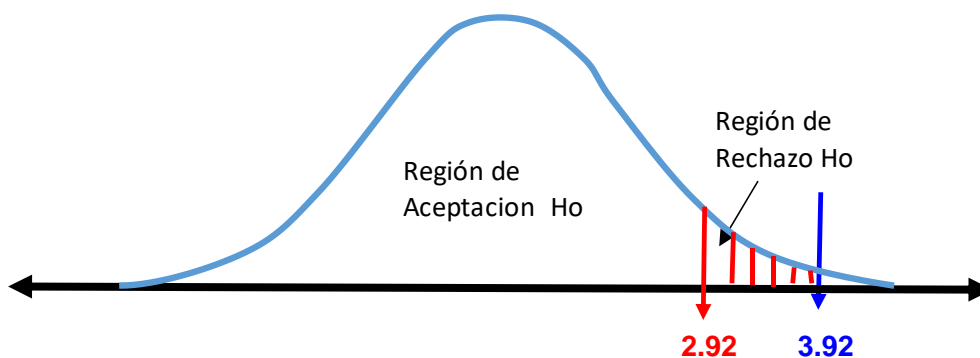


Figura 28: Gráfico de distribución t de Student - muestra c/12% a 7 días.

## A LOS 14 DÍAS DE CURADO (12% de perlas poliestireno)

Tabla 41. Comparación de hallazgos de los aguantes a la compresión de la muestra "patrón" versus la muestra con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 14 días

Prueba Estadística "t"	Probeta	Probeta Patrón	Probeta con Adición 12% de perlas de poliestireno
RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 14 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	Probeta 1	255.70	252.33
	Probeta 2	259.27	253.34
	Probeta 3	258.70	255.76

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio para la prueba estadística

Los resultados promedios y porcentajes respecto al 280kg/cm<sup>2</sup> se observan en la tabla 26.

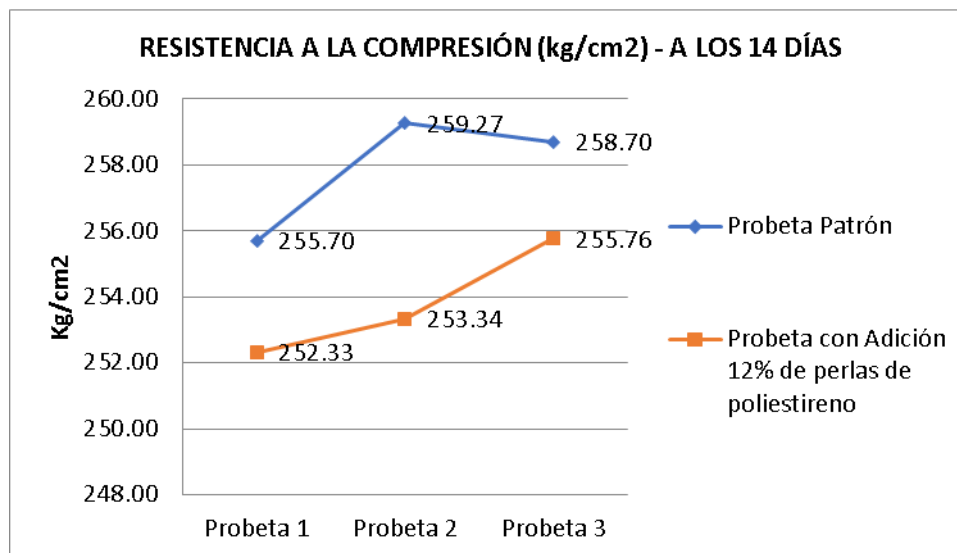


Figura 29: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 12% y a 14 días.

La comparación de los hallazgos de los aguantes a la compresión de la muestra "patrón" versus la muestra con adición de 12% perlas de poliestireno del concreto de la edad de 14 días referidas en las tabla 41 y figura 29, No mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , respecto a la muestra PATRÓN; por tanto, **no se acepta** la hipótesis nula, la misma que se puede corroborar con la prueba estadística t de Student mencionadas en la tabla 43 para medias de dos muestras emparejadas, el t Student estadístico resulta

4.3778891 la misma que recae fuera de la zona de aceptación del valor crítico de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se observa en la figura 30; mientras en la en la tabla 42 para dos muestras suponiendo varianzas iguales, el t Student estadístico resulta 2.7148239 la misma que recae dentro de la zona de aceptación del valor crítico de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se observa en la figura 30.

Tabla 42. Prueba "t" para 2 muestras suponiendo varianzas similares, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 14 días

	Probeta Patrón	Probeta con Adición 12% de perlas de poliestireno
Media	257.89436	253.8118958
Varianza	3.6771641	3.106771988
Numero de Observaciones	3	3
Varianza juntada	3.391968	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
<b>Estadístico "t"</b>	<b>2.7148239</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.0266355	
Número crítico de t (1 cola)	2.1318468	
P(T<=t) 2 colas	0.0532709	
Número crítico de t (2 colas)	2.7764451	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

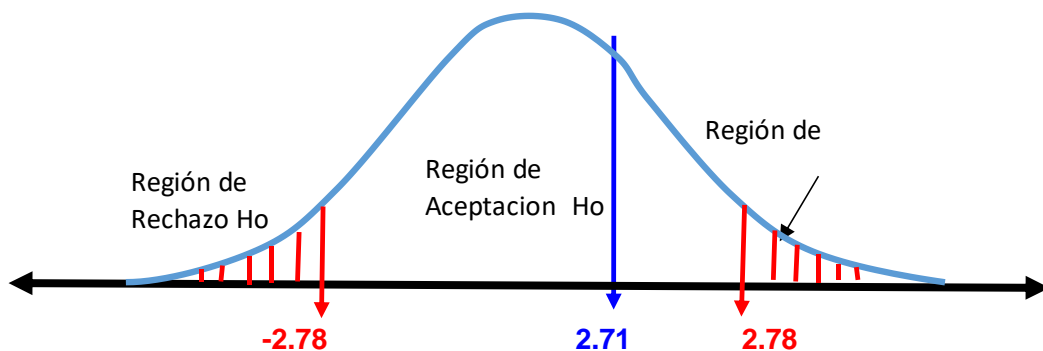


Figura 30. Gráfico de distribución t de Student - muestra c/12% a 14 días.

Tabla 43. Prueba "t" para medias de 2 muestras asociadas, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 14 días

	Probeta Patrón	Probeta con Adición 12% de perlas de poliestireno
Media	257.89436	253.8118958
Varianza	3.6771641	3.106771988
Numero de Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0.6176361	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico "t"</b>	<b>4.3778891</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.024209	
Número crítico de t (1 cola)	2.9199856	
P(T<=t) 2 colas	0.0484179	
Número crítico de t (2 colas)	4.3026527	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

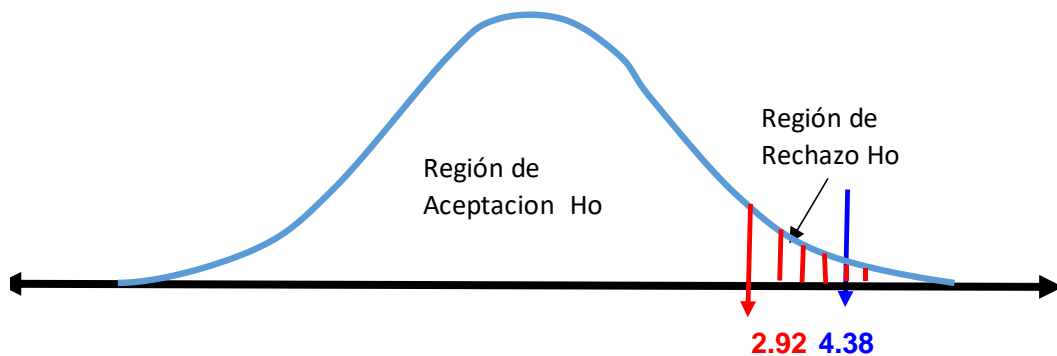


Figura 30: Gráfico de distribución t de Student - muestra c/12% a 14 días.

### A LOS 28 DÍAS DE CURADO (12% de perlas poliestireno)

Tabla 44. Comparación de aguantes a la compresión de la muestra "patrón" versus la muestra, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 28 días

Prueba Estadística "t"	Probeta	Probeta Patrón	Probeta con la suma 12% de aljófares de poliestireno
RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 28 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	Probeta 1	285.50	283.58
	Probeta 2	287.46	284.73
	Probeta 3	284.97	282.78

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio para la prueba estadística.

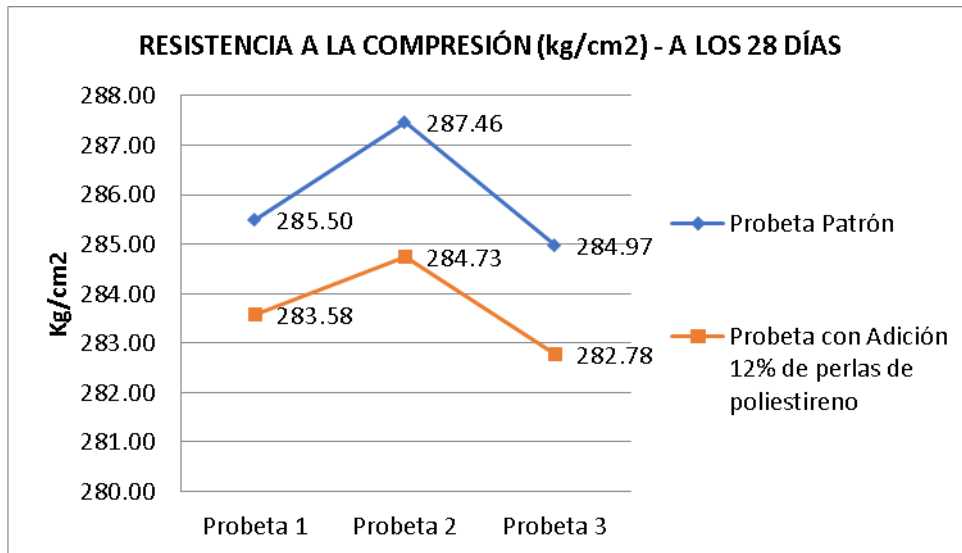


Figura 31: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 12% y a 28 días.

Tabla 45. Prueba "t" para 2 muestras suponiendo varianzas similares, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 28 días

	Probeta Patrón	Probeta con Adición 12% de perlas de poliestireno
Media	285.97972	283.697075
Varianza	1.7233226	0.962221716
Numero de Observaciones	3	3
Varianza juntada	1.3427722	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
<b>Estadístico "t"</b>	<b>2.4125809</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.0366748	
Número crítico de t (1 cola)	2.1318468	
P(T<=t) 2 colas	0.0733495	
Número crítico de t (2 colas)	2.7764451	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

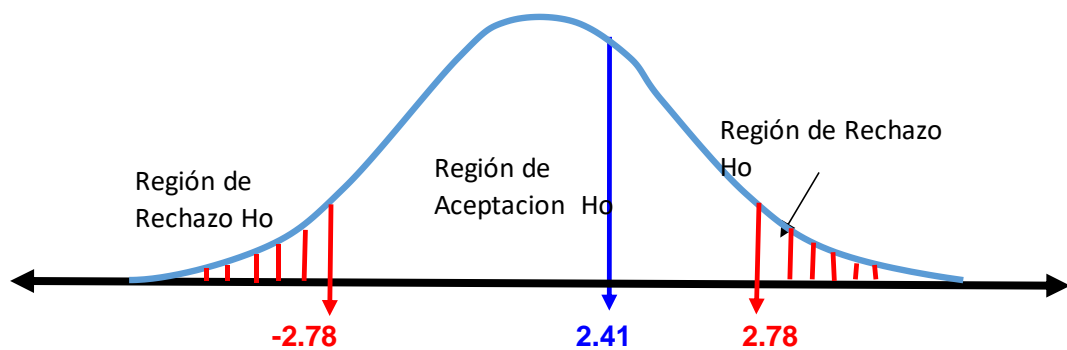


Figura 32: Gráfico de distribución t de Student - muestra c/12% a 28 días.



Tabla 46. Prueba “t” para medias de 2 muestras asociadas, con adición de 12% perlas de poliestireno - a los 28 días

	Probeta Patrón	Probeta con Adición 12% de perlas de poliestireno
Media	285.97972	283.697075
Varianza	1.7233226	0.962221716
Numero de Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0.9769662	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico t</b>	<b>9.6051288</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.005333	
Número crítico de t (1 cola)	2.9199856	
P(T<=t) 2 colas	0.010666	
Número crítico de t (2 colas)	4.3026527	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

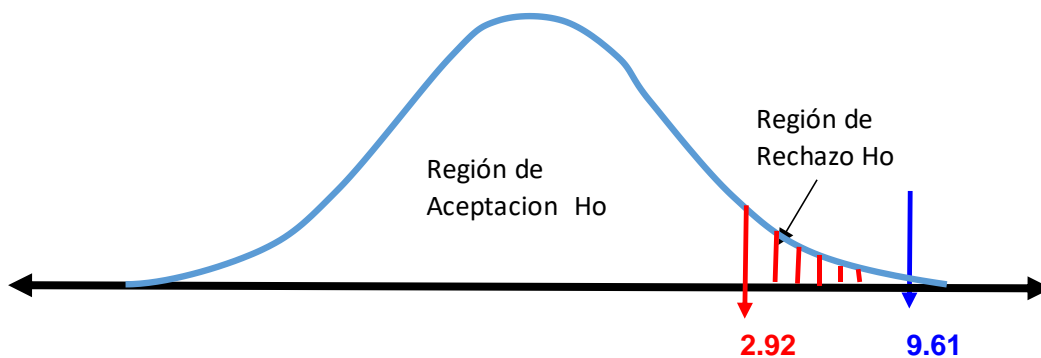


Figura 33: Gráfico de distribución t de Student - muestra c/12% a 28 días.

La comparación de los hallazgos de los aguantes a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 12% perlas de poliestireno del concreto de la edad de 28 días referidas en las tabla 44 y figura 31, No mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , respecto a la muestra PATRÓN; por tanto, **no se acepta** la hipótesis nula, la misma que se puede corroborar con la prueba estadística t de Student mencionadas en la tabla 45 para dos muestras suponiendo varianzas iguales, el t Student estadístico resulta 2.4125809 la misma que recae dentro de la zona de aceptación del valor crítico de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se observa en la figura 32; mientras en la en la tabla 46 para medias de dos muestras emparejadas, el t Student estadístico resulta 9.6051288 la misma que recae fuera de la zona de aceptación del valor crítico de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se muestra en la figura 33.

## C.- COMPARACIÓN CON ADICIÓN DE 18% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

### A LOS 7 DÍAS DE CURADO (18% de perlas poliestireno)

Tabla 47. Comparación de resistencia a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 18% perlas de poliestireno - a los 7 días

Prueba Estadística "t"	Probeta	Probeta Patrón	Probeta con Adición 18% de perlas de poliestireno
RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 7 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	Probeta 1	209.73	199.81
	Probeta 2	205.12	197.23
	Probeta 3	205.95	191.86

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio para la prueba estadística.

Los resultados promedios y porcentajes respecto al 280kg/cm<sup>2</sup> se observan en la tabla 26.

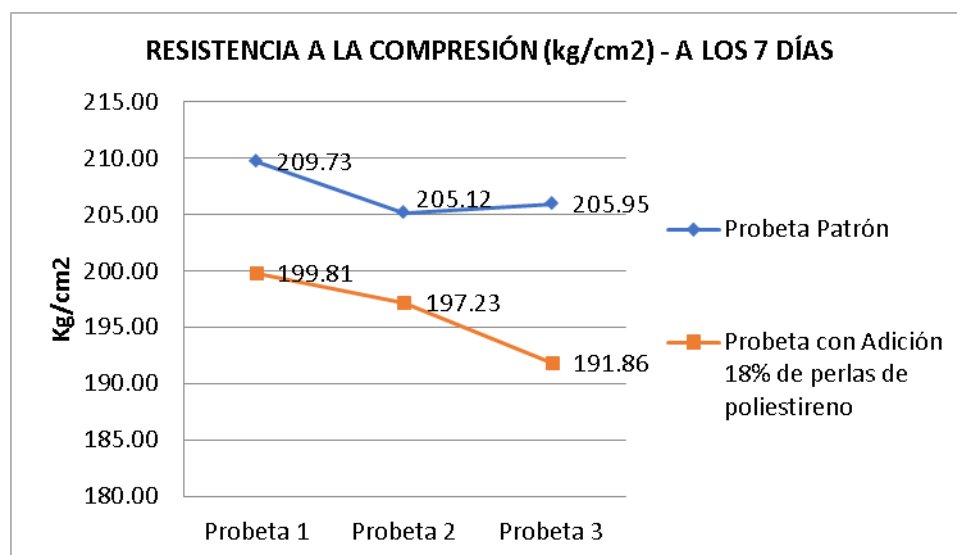


Figura 34: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 18% y a 7 días.

La comparación de los aguantes a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 18% perlas de poliestireno del concreto de la edad de 7 días referidas en las tabla 47 y figura 34, No mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , respecto a la muestra PATRÓN; por tanto, **no se acepta** la hipótesis nula, la misma que se puede corroborar con la prueba estadística t de Student mencionadas en la tabla 48 y 49; el t Student estadístico resulta 3.88450744 y 5.822957265 respectivamente,

las mismas que recaen fuera de la zona de aceptación del valor crítico de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se observa en la figura 35 y 36.

Tabla 48. Prueba “t” para 2 muestras suponiendo varianzas similares, con adición de 18% perlas de poliestireno - a los 7 días

	Probeta Patrón	Probeta con la suma 18% de aljófares de poliestireno
Media	206.9333494	196.3020385
Varianza	6.047500038	16.42353008
Numero de Observaciones	3	3
Varianza juntada	11.23551506	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
<b>Estadístico “t”</b>	<b>3.88450744</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.008886588	
Número crítico de t (1 cola)	2.131846786	
P(T<=t) 2 colas	0.017773175	
Número crítico de t (2 colas)	2.776445105	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

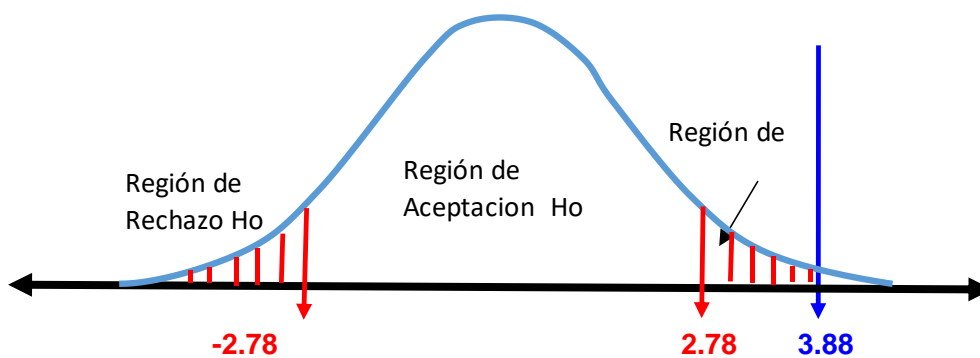


Figura 35: Gráfico de distribución t de Student – muestra c/18% a 7 días.

Tabla 49. Prueba "t" para medias de 2 muestras igualadas, con adición de 18% perlas de poliestireno - a los 7 días

	Probeta Patrón	Probeta con la suma de 18% de aljófares de poliestireno
Media	206.9333494	196.3020385
Varianza	6.047500038	16.42353008
Numero de Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0.625669479	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico "t"</b>	<b>5.822957265</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.014124426	
Número crítico de t (1 cola)	2.91998558	
P(T<=t) 2 colas	0.028248853	
Número crítico de t (2 colas)	4.30265273	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

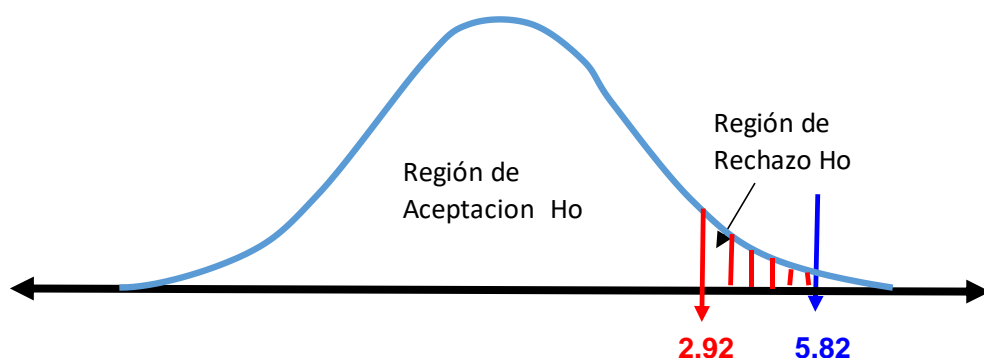


Figura 36: Gráfico de distribución t de Student – muestra c/18% a 7 días.

### **A LOS 14 DÍAS DE CURADO (18% de perlas poliestireno)**

Tabla 50. Comparación de aguantes a la compresión de la muestra "patrón" versus la muestra con adición de 18% aljófares de poliestireno a los 14 días

Prueba Estadística "t"	Probeta	Probeta Patrón	Probeta con la suma de 18% de aljófares de poliestireno expandido
RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 14 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	Probeta 1	255.70	251.61
	Probeta 2	259.27	250.80
	Probeta 3	258.70	249.99

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio para la prueba estadística.

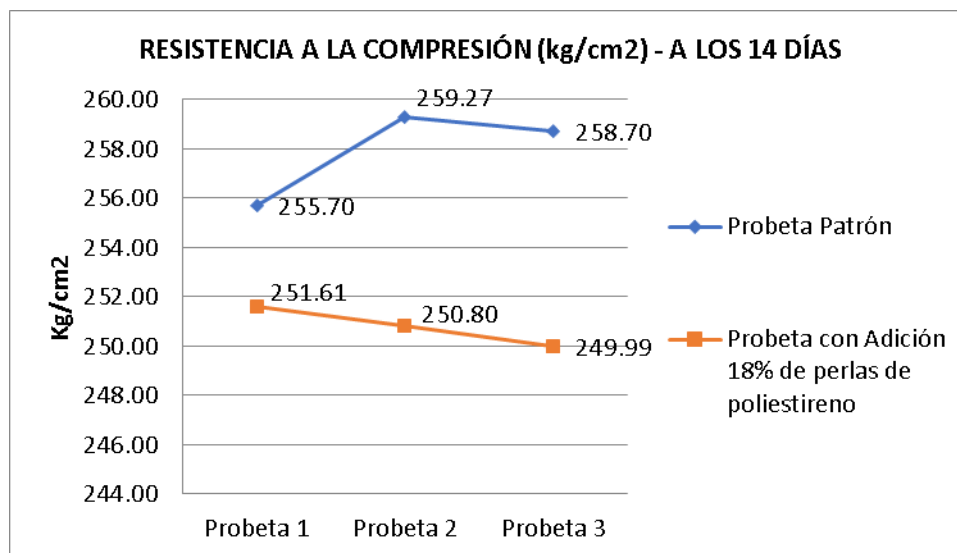


Figura 37: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 18% y a 14 días.

Tabla 51. Prueba “t” para 2 muestras suponiendo varianzas similares, con adición de 18% perlas de poliestireno a los 14 días

	Probeta Patrón	Probeta con Adición 18% de perlas de poliestireno
Media	257.89436	250.802593
Varianza	3.6771641	0.656336866
Numero de Observaciones	3	3
Varianza juntada	2.1667505	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
<b>Estadístico “t”</b>	<b>5.900589</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.0020637	
Número crítico de t (1 cola)	2.1318468	
P(T<=t) 2 colas	0.0041274	
Número crítico de t (2 colas)	2.7764451	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student.

La comparación de los hallazgos de los aguantes a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 18% perlas de poliestireno del concreto de la edad de 14 días referidas en las tabla 50 y figura 37, No mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , respecto a la muestra PATRÓN; por tanto, **no se acepta** la hipótesis nula, la misma que se puede corroborar con la prueba estadística t de Student mencionadas en la tabla 51 y 52; el t Student estadístico resulta 5.900589 y 4.7221048 respectivamente,

las mismas que recaen fuera de la zona de aceptación del valor crítico de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se observa en la figura 38 y 39.

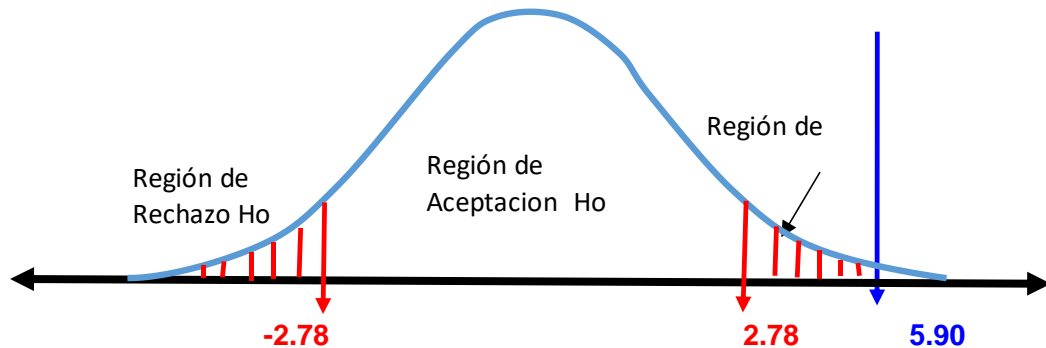


Figura 38: Gráfico de distribución t de Student– muestra c/18% a 14 días.

Tabla 52. Prueba “t” para medias de 2 muestras asociadas, con adición de 18% perlas de poliestireno a los 14 días

	Probeta Patrón	Probeta con Adición 18% de perlas de poliestireno
Media	257.89436	250.802593
Varianza	3.6771641	0.656336866
Numero de Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.783026	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico “t”</b>	<b>4.7221048</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.0210194	
Número crítico de t (1 cola)	2.9199856	
P(T<=t) 2 colas	0.0420388	
Número crítico de t (2 colas)	4.3026527	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student– muestra 18% a 14 días.

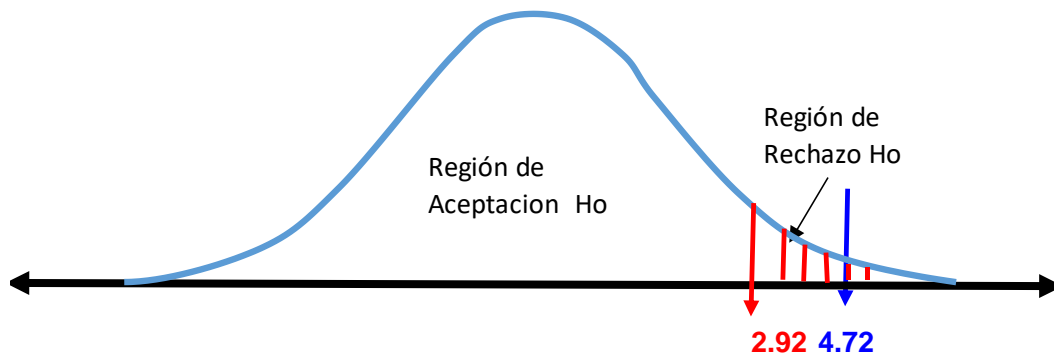


Figura 39: Gráfico de distribución t de Student– muestra c/ 18% a 14 días.

## A LOS 28 DÍAS DE CURADO (18% de perlas poliestireno)

Tabla 53. Comparación de los aguantes a la compresión de la muestra "patrón" versus la muestra con adición de 18% perlas de poliestireno, a 28 días

Prueba Estadística "t"	Probeta	Probeta Patrón	Probeta con Adición 18% de perlas de poliestireno
RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 28 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	Probeta 1	285.50	281.62
	Probeta 2	287.46	281.93
	Probeta 3	284.97	280.58

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio para la prueba estadística.

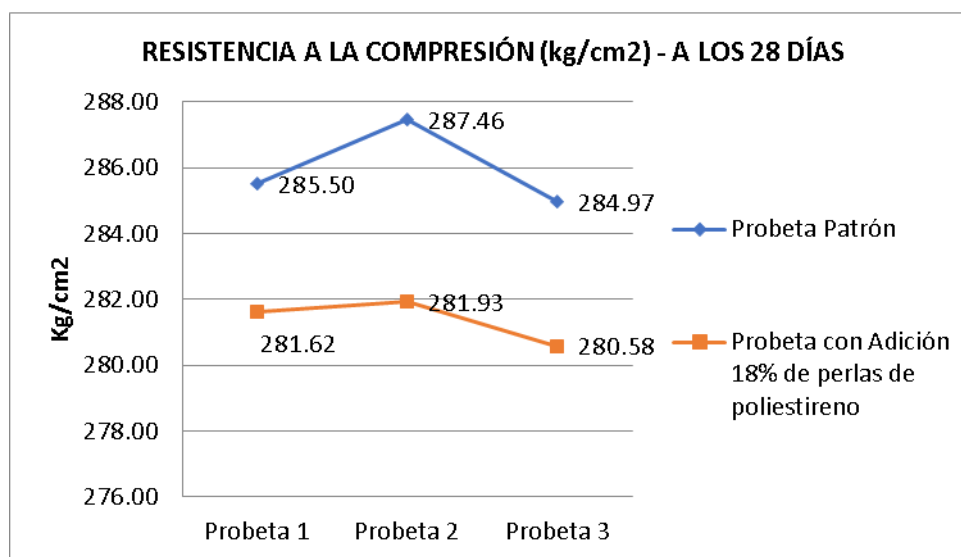


Figura 40: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 18% y a 28 días.

La comparación de los hallazgos de la presión a la compresión de la muestra "patrón" versus la muestra con adición de 18% perlas de poliestireno del concreto de la edad de 28 días referidas en las tabla 53 y figura 40, No mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , respecto a la muestra PATRÓN; por tanto, **no se acepta** la hipótesis nula, la misma que se puede corroborar con la prueba estadística t de Student mencionadas en la tabla 54 y 55; el t Student estadístico resulta 5.3473827 y 9.3892279 respectivamente, las mismas que recaen fuera de la zona de aceptación del valor crítico de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se observa en la figura 41 y 42.

Tabla 54. Prueba "t" para 2 muestras suponiendo varianzas similares, con adición de 18% perlas de poliestireno, a 28 días

	Probeta Patrón	Probeta con Adición 18% de perlas de poliestireno
Media	285.97972	281.3765949
Varianza	1.7233226	0.499697209
Numero de Observaciones	3	3
Varianza juntada	1.1115099	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
<b>Estadístico "t"</b>	<b>5.3473827</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.002948	
Número crítico de t (1 cola)	2.1318468	
P(T<=t) 2 colas	0.005896	
Número crítico de t (2 colas)	2.7764451	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student – muestra 18% a 28 días.

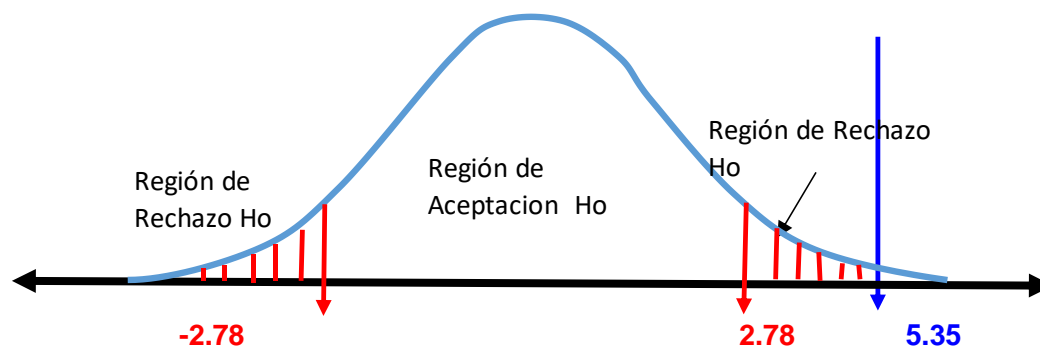


Figura 41: Gráfico de distribución t de Student – muestra 18% a 28 días.

Tabla 55. Prueba "t" para medias de 2 muestras asociadas, con adición de 18% perlas de poliestireno, a 28 días

	Probeta Patrón	Probeta con Adición 18% de perlas de poliestireno
Media	285.97972	281.3765949
Varianza	1.7233226	0.499697209
Numero de Observaciones	3	3
Coeficiente de correlación de Pearson	0.8092712	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico "t"</b>	<b>9.3892279</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.0055769	
Número crítico de t (1 cola)	2.9199856	
P(T<=t) 2 colas	0.0111539	
Número crítico de t (2 colas)	4.3026527	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student – muestra 18% a 28 días.



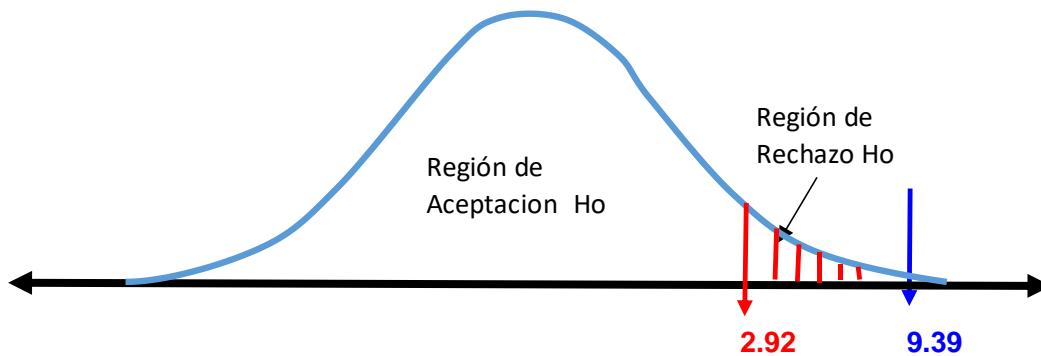


Figura 42: Gráfico de distribución t de Student- muestra 18% a 28 días.

**En resumen haciendo una comparación de las resistencias a la compresión con adición de 6,12, 18% de perlas de poliestireno con el patrón, totas a los 7, 14 y 28 días. En respuesta a la hipótesis general y específico 1 planteada.**

### CON ADICIÓN DE 6% DE ALJÓFARES DE POLIESTIRENO

Tabla 56. Comparación de hallazgos de presión a la compresión de la muestra “patrón” versus las muestras con adición de 6% perlas de poliestireno en diferentes (7, 14 y 28 días)

Prueba Estadística "t"	Probetas	Probeta Patrón	Promedio. Y % al 280kg/cm2	Probeta con Adición 6% de perlas de poliestireno	Promedio. Y % al 280kg/cm2
HALLAZGOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 7 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	Probeta 1	209.73	206.93, (73.90%)	201.22	201.60, (72.00%)
	Probeta 2	205.12		202.30	
	Probeta 3	205.95		201.28	
HALLAZGOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 14 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	Probeta 1	255.70	257.89, (92.11%)	252.33	256.12, (91.47%)
	Probeta 2	259.27		258.52	
	Probeta 3	258.70		257.50	
hALLAZGOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 28 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	Probeta 1	285.50	206.93, (102.14%)	285.08	285.12, (101.83%)
	Probeta 2	287.46		285.28	
	Probeta 3	284.97		284.98	

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio para la prueba estadística.

En la tabla 56 y la figura 43 se visualiza la tendencia hacia arriba los resultados de los hallazgos de la presión a la compresión del concreto (pavimento rígido) de manera paralela según su edad comparado entre la probeta Patrón y las probetas con adición de perlas de poliestireno en 6% del volumen. Y además

se evidencia que todos los resultados están dentro de los parámetros permisibles y aceptables para el uso en pavimentos, según laboratorio (ver % de la tabla 27 y resultados de la tabla 26).

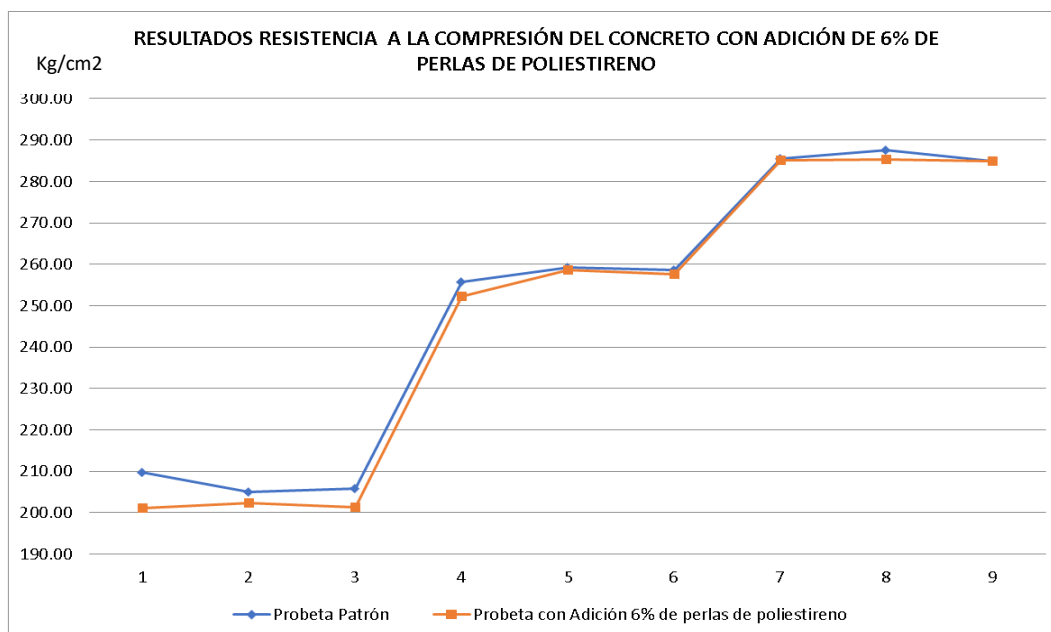


Figura 43: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 6% y a 7, 14 y 28 días.

Tabla 57. Prueba "t" para 2 muestras suponiendo varianzas similares, y para adición de 6% de perlas de poliestireno en diferentes (7, 14 y 28 días).

	Probeta Patrón	Probeta con la suma de 6% de aljófares de poliestireno
Media	250.26914	247.6110607
Varianza	1207.129432	1351.286135
Numero de Observaciones	9	9
Varianza juntada	1279.207783	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	16	
<b>Estadístico t</b>	<b>0.15765351</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.438351143	
Número crítico de t (1 cola)	1.745883676	
P(T<=t) 2 colas	0.876702287	
Número crítico de t (2 colas)	2.119905299	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student – muestra 6% a 7, 14, 28 días.

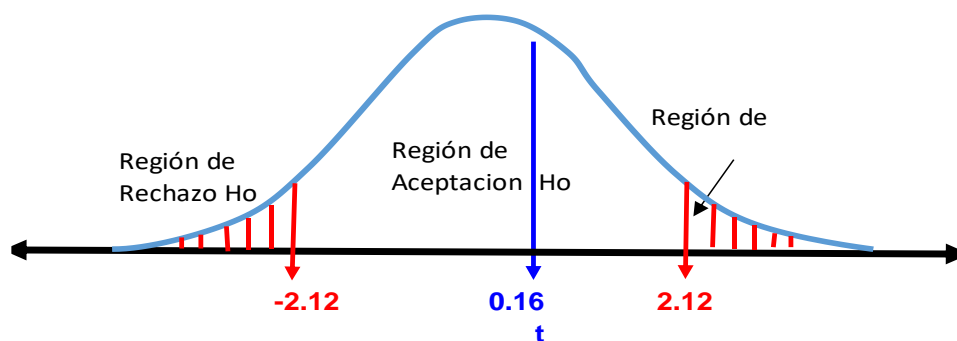


Figura 44: Gráfico de distribución  $t$  de Student – muestra 6% a 7, 14, 28 días.

La comparación de los hallazgos de los aguantes a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 6% perlas de poliestireno del concreto de la edad de 7, 14 y 28 días referidas en las tabla 56 y figura 43, Sí mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ; por lo que, **se acepta** la hipótesis nula, la misma que se puede corroborar con la prueba estadística  $t$  de Student mencionadas en la tabla 57; el  $t$  Student estadístico resulta 0.15765351 respectivamente, las mismas que recaen dentro de la zona de aceptación del valor crítico de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se observa en la figura 44.

### CON ADICIÓN DE 12% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

Tabla 58. Comparación de hallazgos de aguantes a la compresión de la muestra “patrón” versus las muestras con adición de 12% perlas de poliestireno en diferentes (7, 14 y 28 días).

Prueba Estadística "t"	Probetas	Probeta Patrón	Promedio. Y % al 280kg/cm <sup>2</sup>	Probeta con Adición 12% de perlas de poliestireno	Promedio. Y % al 280kg/cm <sup>2</sup>
HALLAZGOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 7 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	Probeta 1	209.73	206.93, (73.90%)	201.88	200.43, (71.58%)
	Probeta 2	205.12		201.91	
	Probeta 3	205.95		197.50	
HALLAZGOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 14 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	Probeta 1	255.70	257.89, (92.11%)	252.33	253.81, (90.65%)
	Probeta 2	259.27		253.34	
	Probeta 3	258.70		255.76	
HALLAZGOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 28 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	Probeta 1	285.50	206.93, (102.14%)	283.58	283.70, (101.32%)
	Probeta 2	287.46		284.73	
	Probeta 3	284.97		282.78	

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio para la prueba estadística.

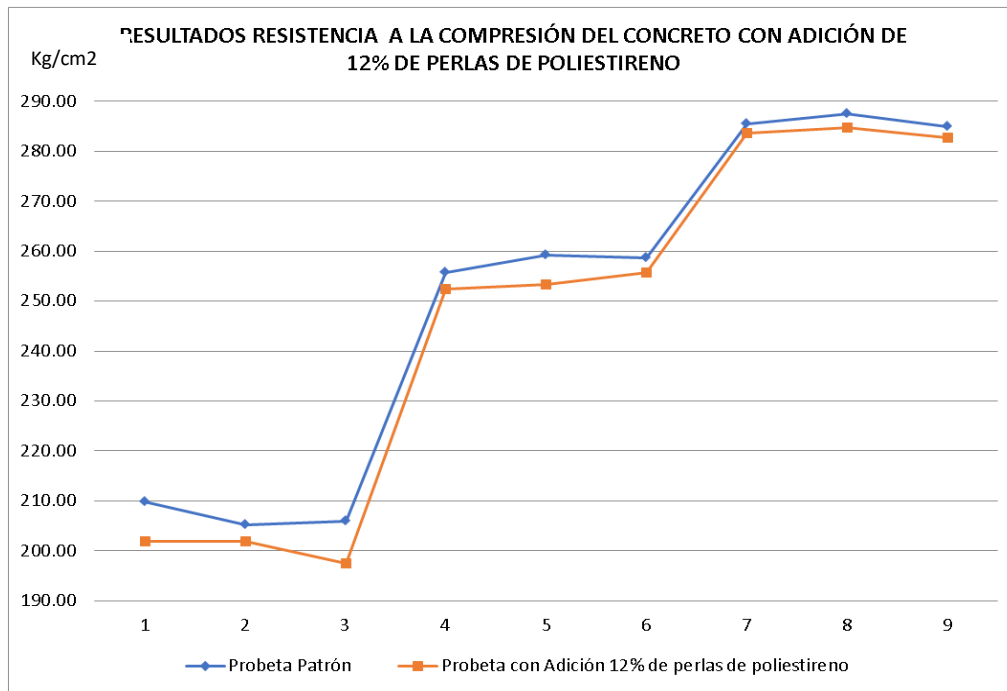


Figura 45: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 12% y a 7, 14 y 28 días.

En la tabla 58 y la figura 45 se visualiza la tendencia de los hallazgos de los aguantes a la compresión del concreto (pavimento rígido) de manera paralela según su edad comparado entre la probeta Patrón y las probetas con adición de perlas de poliestireno en 12% del volumen. Y además se evidencia que todos los resultados están dentro de los parámetros permisibles y aceptables para el uso en pavimentos (ver tabla 26 y 27).

Así mismo se puede visualizar en la tabla 60 y figura 47 en donde se visualiza la tendencia hacia arriba de los resultados de los aguantes a la compresión del concreto (pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ) de manera paralela según su edad comparado entre la probeta Patrón y las probetas con adición de aljófares de poliestireno en 18% del bulto. Y además se evidencia que todos los resultados están dentro de los parámetros permisibles y aceptables para el uso en pavimentos, según laboratorio (ver % de la tabla 27 y resultados de la tabla 26).

Tabla 59. Prueba “t” para 2 muestras sospechadas con varianzas iguales, con adición de 12% perlas de poliestireno en diferentes (7, 14 y 28 días)

	Probeta Patrón	Probeta con Adición 12% de aljófares de poliestireno
Media	250.26914	245.9796346
Varianza	1207.1294	1337.148639
Numero de Observaciones	9	9
Varianza juntada	1272.139	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	16	
<b>Estadístico t</b>	<b>0.255121</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.40094	
Número crítico de t (1 cola)	1.7458837	
P(T<=t) 2 colas	0.80188	
Número crítico de t (2 colas)	2.1199053	

Fuente: Propio – Resultados de la demostración estadística t de Student – muestra 12% a 7, 14, 28 días.

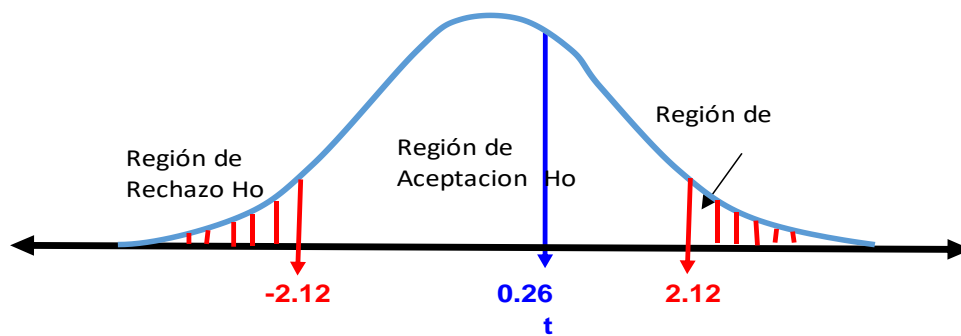


Figura 46: Gráfico de distribución t de Student – muestra 12% a 7, 14, 28 días.

La comparación de los hallazgos de los aguantos a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 12% perlas de poliestireno del concreto de la edad de 7, 14 y 28 días referidas en las tabla 58 y figura 45, Sí mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ; por lo que, **se acepta** la hipótesis nula, la misma que se puede corroborar con la prueba estadística t de Student mencionadas en la tabla 59; el t Student estadístico

resulta 0.255121 respectivamente, las mismas que recaen dentro de la zona de aceptación del valor crítico de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se observa en la figura 46.

### CON ADICIÓN DE 18% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

Tabla 60. Comparación de los aguantes a la compresión de la muestra “patrón” versus las muestras con adición de 18% perlas de poliestireno en diferentes (7, 14 y 28 días).

Prueba Estadística "t"	Probetas	Probeta Patrón	Promedio. Y % al 280kg/cm2	Probeta con Adición 18% de perlas de poliestireno	Promedio. Y % al 280kg/cm2
HALLAZGOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 7 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	Probeta 1	209.73	206.93, (73.90%)	199.81	196.30, (70.11%)
	Probeta 2	205.12		197.23	
	Probeta 3	205.95		191.86	
HALLAZGOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 14 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	Probeta 1	255.70	257.89, (92.11%)	251.61	250.80, (89.57%)
	Probeta 2	259.27		250.80	
	Probeta 3	258.70		249.99	
HALLAZGOS DE LA ROTURA DE PROBETAS A LOS 28 DÍAS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	Probeta 1	285.50	206.93, (102.14%)	281.62	281.38, (100.49%)
	Probeta 2	287.46		281.93	
	Probeta 3	284.97		280.58	

Fuente: Propio – Resultados del Laboratorio para la prueba estadística.

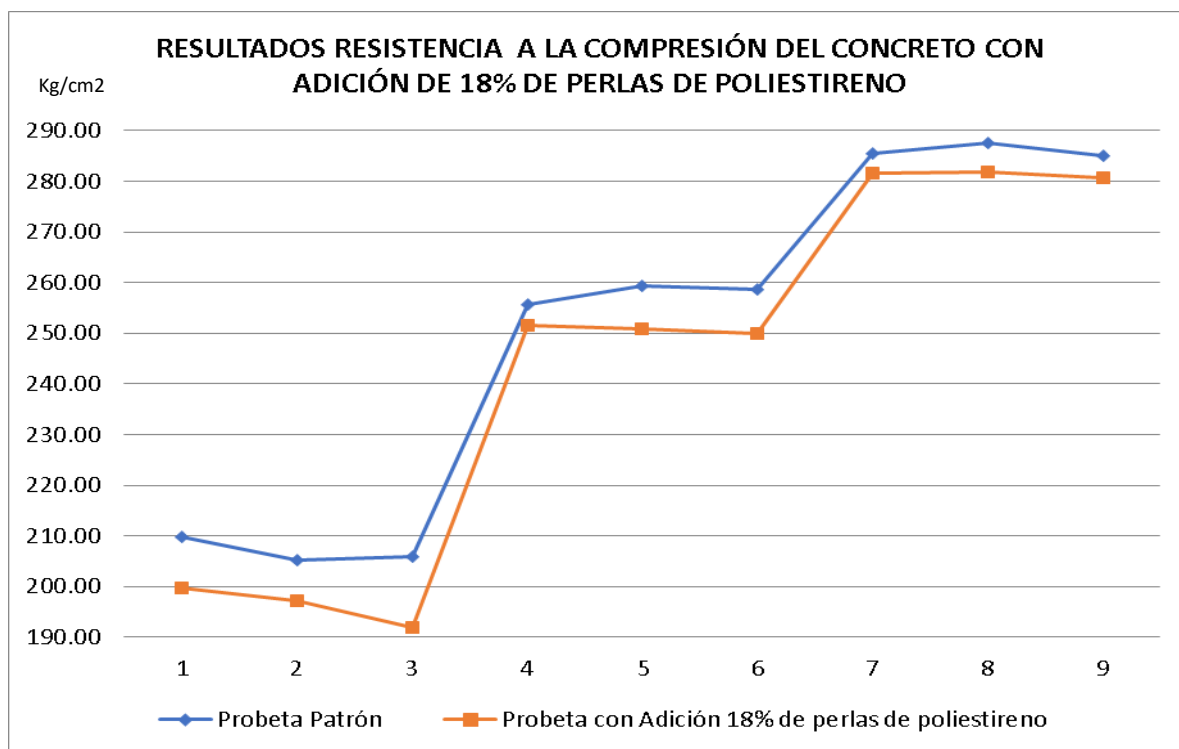


Figura 47: Polígono de frecuencias de resistencia a la compresión de adic. 18% y a 7, 14 y 28 días.

Tabla 61. Prueba “t” para 2 muestras sospechando varianzas similares con adición de 18% perlas de poliestireno en diferentes (7, 14 y 28 días).

	Probeta Patrón	Probeta con incremento 18% de aljófares de poliestireno
Media	250.26914	242.8270754
Varianza	1207.12943	1397.239916
Numero de Observaciones	9	9
Varianza juntada	1302.18467	
Resta hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	16	
<b>Estadístico t</b>	<b>0.43748523</b>	
P(T<=t) 1 cola	0.33380367	
Número crítico de t (1 cola)	1.74588368	
P(T<=t) 2 colas	0.66760734	
Número crítico de t (2 colas)	2.1199053	

Fuente: Propio – Resultados de la prueba estadística t de Student – muestra 18% a 7, 14, 28 días.

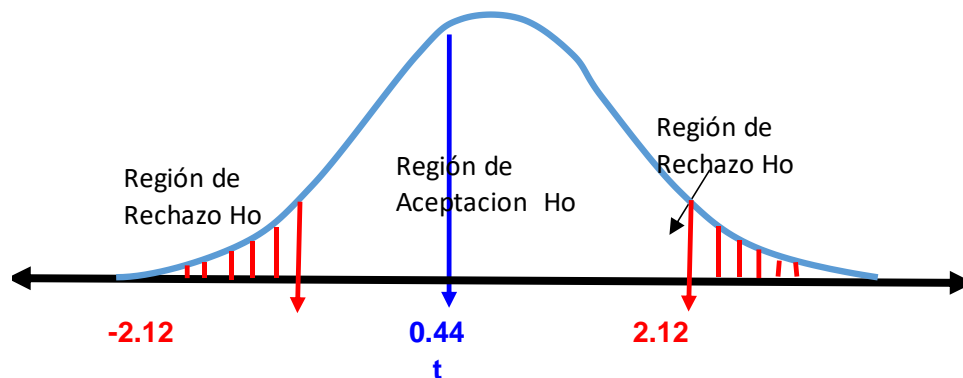


Figura 48: Gráfico de distribución t de Student – muestra 18% a 7, 14, 28 días.

La comparación de los hallazgos de los aguantes a la compresión de la muestra “patrón” versus la muestra con adición de 18% perlas de poliestireno del concreto de la edad de 7, 14 y 28 días referidas en las tabla 60 y figura 47, Sí mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ; por lo que, se acepta la hipótesis nula, la misma que se puede corroborar con la prueba estadística t de Student mencionadas en la tabla 61; el t Student estadístico resulta 0.43748523 respectivamente, las mismas que recaen dentro de la zona de aceptación del valor crítico de la campana de gauss con el nivel de significancia de 0.05, tal como se observa en la figura 48.

#### 4.2.3 RESULTADOS DE PESO UNITARIO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL DISEÑO DE MEZCLA $f'c=280\text{kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE 6, 12 Y 18% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

Tabla 62. Resultados de peso unitario del pavimento rígido del diseño de la combinación de materiales  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adición de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno.

Diseño de mezcla para pavimento rígido $f'c=280\text{Kg/cm}^2$	Cemento Tipo I (Kg/m3)	Perlas de Poliestireno (gr) (densidad 10kg/m3)	ARENA (Kg/m3)	PIEDRA 3/4" (Kg/m3)	AGUA (Lt/m3)	PESO UNITARIO DE LA MEZCLA (Kg/m3)
Patrón	463.52	0.00	673.24	981.38	229.32	2347.45
Adición 6% de perlas de poliestireno	463.52	60.00	673.24	921.38	229.32	2287.46
Adición 12% de perlas de poliestireno	463.52	120.00	673.24	861.38	229.32	2227.46
Adición 18% de perlas de poliestireno	463.52	180.00	673.24	801.38	229.32	2167.47

Fuente: Propio – Resultados del laboratorio del diseño de la combinación de materiales  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para diferentes muestras y la determinación del unitario volumétrico.

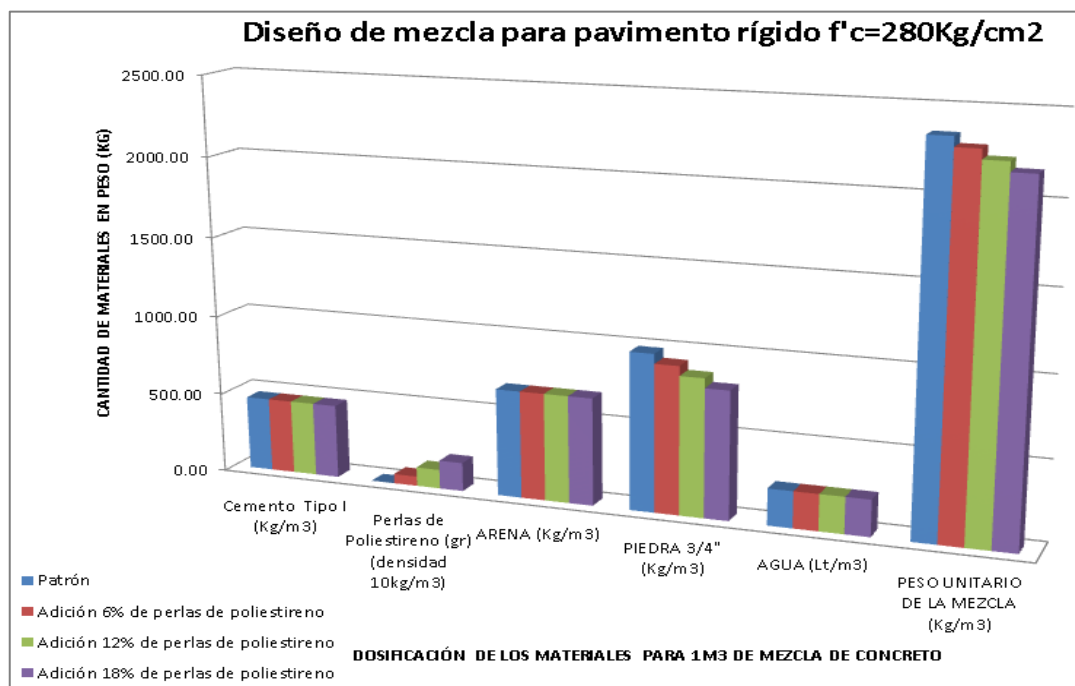


Figura 49: Gráfico de histograma dosificación de materiales del diseño de combinaciones de materiales  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para un 1 metro cubico de concreto.



### Diseño de mezcla para pavimento rígido $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ para Volumen de 1Pie3

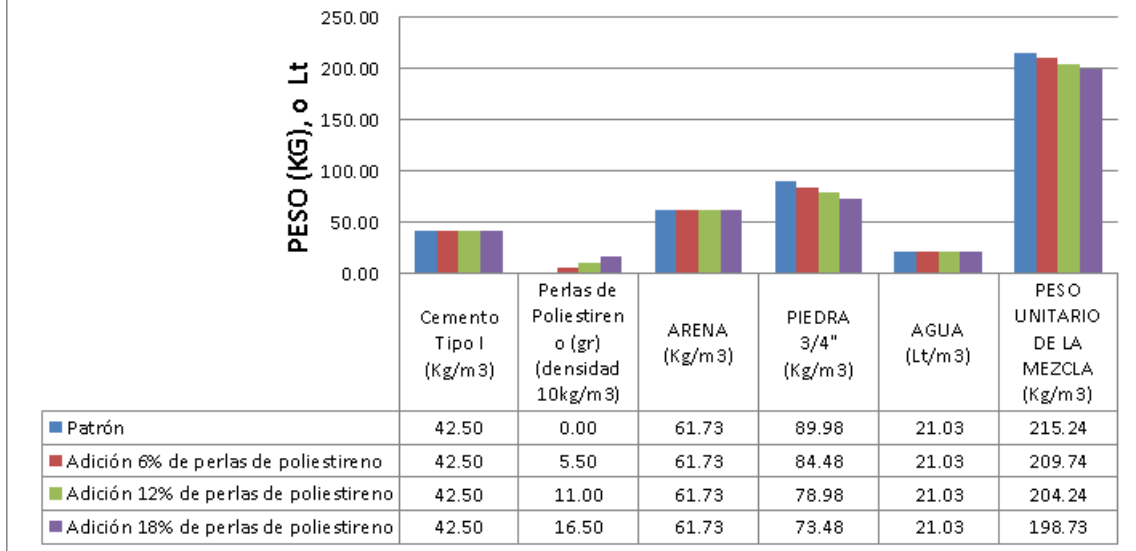


Figura 50: Gráfico de histograma dosificación de materiales del diseño de combinaciones de materiales  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para una bolsa (pie3).

### Diseño de mezcla para pavimento rígido $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ para Volumen de 1Probeta ( $V=(3.1416 \times 0.15^2/4) \times 0.3$ )

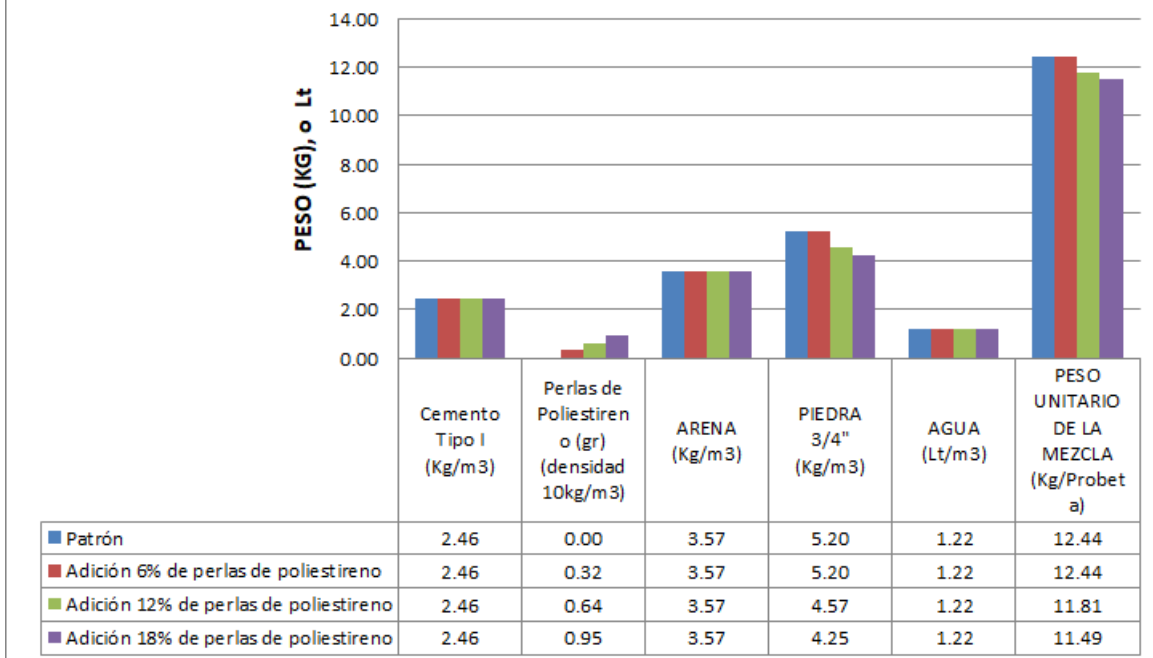


Figura 51: Gráfico de histograma dosificación de materiales del diseño de combinaciones de materiales  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para una probeta.

Se puede comentar y describir lo siguiente desde la tabla 62, figura 49, 50, 51, en donde se muestra los resultados de los pesos unitarios del diseño de pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adición de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno, la misma que se compara con el diseño de combinaciones de materiales del pavimento rígido de la muestra convencional "PATRÓN", en donde claramente se evidencia que el suministro de las perlas de poliestireno disminuye el peso volumétrico del diseño de mezcla, de acuerdo a sus porcentajes de adición de perlas, a mayor cantidad de perlas de poliestireno el peso disminuye de manera considerable, toda vez, que el peso específico de las perlas de poliestireno resulta alrededor de  $10\text{Kg/m}^3$ , que en la practica un volumen de  $1\text{m}^3$  tiene un valor de peso ínfimo.

Las perlas de poliestireno en la presente investigación han remplazo de manera parcial el volumen de la Piedra  $\frac{3}{4}$ " en el diseño de combinaciones de materiales del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en los diferentes porcentajes de adición (6, 12 y 18%) de perlas de poliestireno (ver la tabla 62).

Por lo tanto; se cumple la Hipótesis planteada especifica que la sustitución de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen disminuye el peso unitario del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en donde se puede visualizar en la tabla 62 y la figura 49 que el peso unitario de la mezcla de la muestra convencional (Patrón) resulta  $2347.45\text{kg/m}^3$ , y que a partir de ello disminuye el peso volumétrico como por ejemplo la muestra con incremento de 6% de aljófares de poliestireno resulta  $2287.46\text{kg/m}^3$ ; con adición de 12% de perlas de poliestireno resulta  $2227.46\text{ kg/m}^3$  y finalmente con incremento de 18% de aljófares de poliestireno corresponde a  $2167.47\text{ kg/m}^3$ . En donde se comprueba que a mayor porcentaje de adición de perlas de poliestireno disminuye el peso volumétrico de manera proporcional.

Cabe precisar el peso volumétrico de una probeta ( $\text{Volumen} = (3.1416 \times (0.15\text{m}^2) / 4) \times 0.3\text{m}) = 0.00530\text{m}^3$ , la misma que pesa la probeta de concreto convencional (Patrón) de  $12.44\text{kg/probeta}$  y asimismo para la probeta con incremento de 6% de aljófares de poliestireno resulta igual que el patrón, y mientras probetas con incremento de 12% de aljófares de poliestireno disminuye

su peso volumétrico a 11.81kg/probeta, y así mismo probetas con adición de 18% de perlas de poliestireno disminuye su peso volumétrico a 11.49kg/probeta.

#### 4.3 DOSIFICACIÓN ADECUADA CON LA SUSTITUCIÓN DE 6, 12 Y 18% DE PERLAS DE POLIESTIRENO, EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C =280 KG/CM2

Tabla 63. Dosificación – Proporción del diseño de mezcla “PATRÓN”

PROPORCIÓN	Cemento Tipo I	ARENA	PIEDRA 3/4"	AGUA
PROPORCION EN PESO	1	1.45	2.12	0.49
PROPORCION EN VOLUMEN	1	1.69	2.44	21.03 Lt/Bls

Fuente: Propio – Resultados del laboratorio de dosificación de materiales para el diseño de combinación de materiales  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para muestra “PATRÓN”.

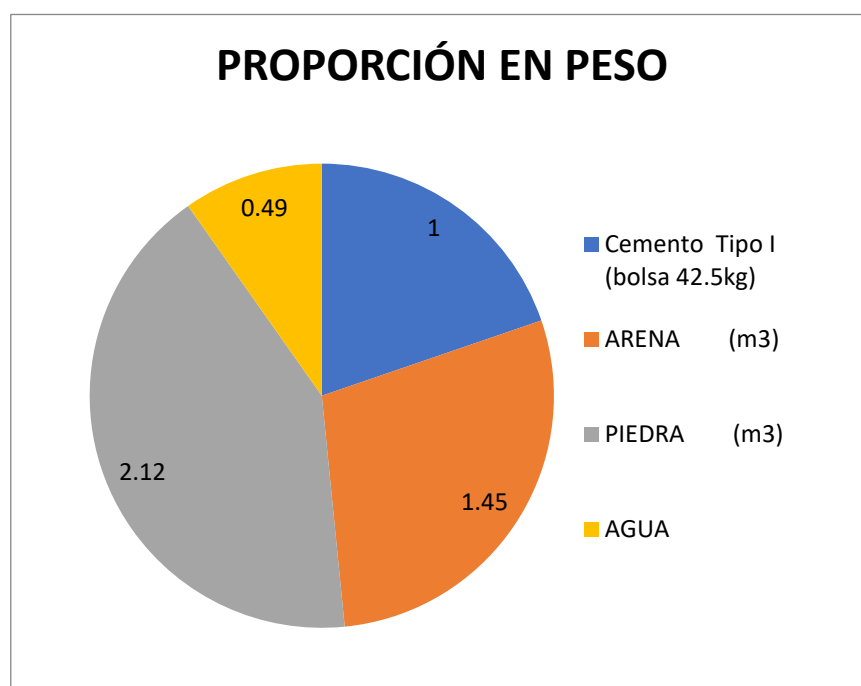


Figura 52: Gráfico del diseño de mezcla para concreto convencional “Patrón”.

La dosificación del pavimento rígido convencional (patrón) mencionada en la Tabla 63 y la figura 52 corresponde en peso C:A:Piedra:Agua, 1:1.45:2.12:0.49 en donde la relación agua cemento más trabajable resulta de 0.49, la misma que está dentro del parámetro (0.42 al 0.60).

Tabla 64. Dosificación – Proporción del diseño de combinación de materiales con adición de 6% de perlas de poliestireno

PROPORCIÓN	Cemento Tipo I	Perlas de Poliestireno 6% Vol.	ARENA	PIEDRA 3/4"	AGUA
PROPORCIÓN EN PESO	1	0.006	1.45	1.99	0.49
PROPORCIÓN EN VOLUMEN	1	0.060	1.69	2.44	21.03 Lt/Bls

Fuente: Propio – Resultados del laboratorio de dosificación de materiales en el diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para muestra con adición de 6% de perlas de poliestireno.

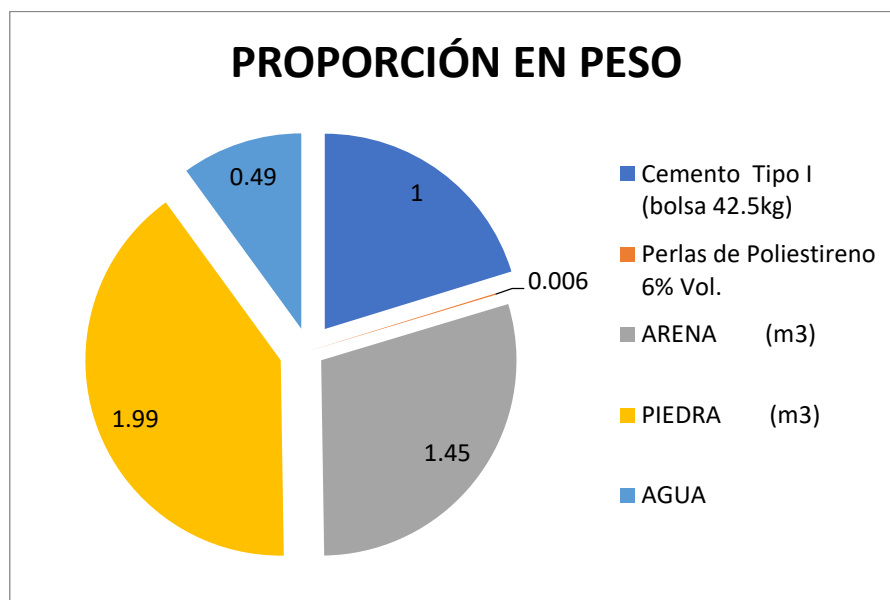


Figura 53: Gráfico del diseño de mezcla con adición de 6% de poliestireno.

En la tabla 64 y el figura 53 se certifica que las proporciones en peso de piedra  $\frac{3}{4}$  disminuyen desde 2.12m<sup>3</sup> a 1.99m<sup>3</sup> respecto al proporción de mezcla Patrón, esto ocurre al adicionar las perlas de poliestireno en un cantidad de 6% del volumen; mientras las proporciones respecto al volumen no existe ninguna variación entre la muestra convencional “patrón” y la muestra estudiada con adición del 6% de perlas de poliestireno.

La dosificación en peso con adición de 6% de perlas de poliestireno mencionados en la Tabla 64 y la figura 53 es C:A:Piedra:Agua, 1:1.45:1.99:0.49 en la cual se evidencia la proporción de la piedra  $\frac{3}{4}$  es la que disminuye respecto al Patrón.

Tabla 65. Proporción del diseño de combinación de materiales con adición de 12% de perlas de poliestireno

PROPORCIÓN	Cemento Tipo I	Perlas de Poliestireno 12% Vol.	ARENA	PIEDRA 3/4"	AGUA
PROPORCIÓN EN PESO	1	0.011	1.45	1.86	0.49
PROPORCIÓN EN VOLUMEN	1	0.120	1.69	2.44	21.03 Lt/Bls

Fuente: Propio – Resultados del laboratorio de dosificación de materiales en el diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para muestra con adición de 12% de perlas de poliestireno.

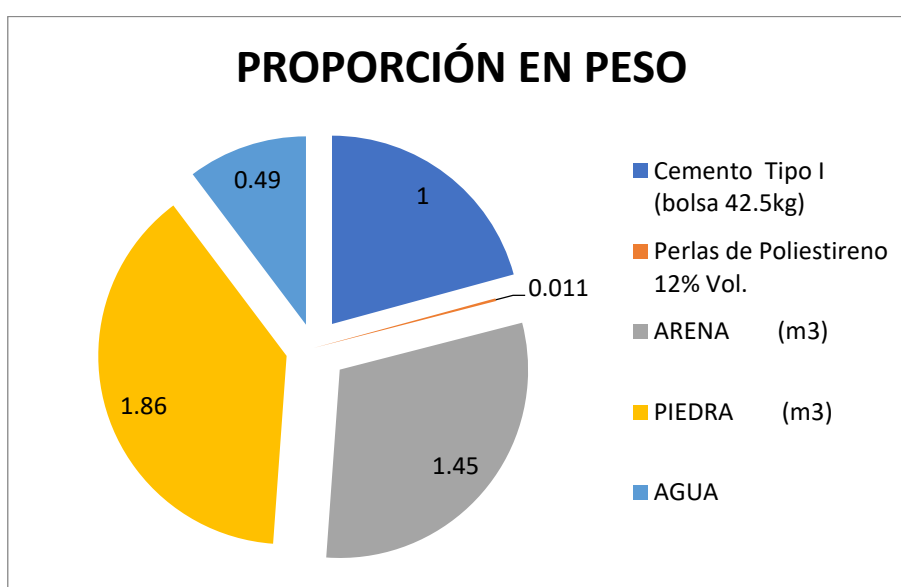


Figura 54: Gráfico del diseño de mezcla con adición de 12% de poliestireno.

En la tabla 65 y el figura 54 se evidencia que las proporciones en peso de piedra  $\frac{3}{4}$  disminuyen desde 2.12m<sup>3</sup> a 1.86m<sup>3</sup> respecto al proporción de mezcla Patrón, esto ocurre al adicionar las perlas de poliestireno en un cantidad de 12% del volumen; mientras las proporciones respecto al volumen no existe ninguna variación entre la muestra convencional “patrón” y la muestra estudiada con adición del 12% de perlas de poliestireno.

La dosificación en peso con adición de 12% de perlas de poliestireno mencionados en la Tabla 65 y la figura 54 es C:A:Piedra:Agua, 1:1.45:1.85:0.49 en la cual se evidencia la proporción de la piedra  $\frac{3}{4}$  es la que disminuye respecto al Patrón.

Tabla 66. Proporción del diseño de combinación de materiales con adición de 18% de perlas de poliestireno

PROPORCIÓN	Cemento Tipo I	Perlas de Poliestireno 18% Vol.	ARENA	PIEDRA 3/4"	AGUA
PROPORCIÓN EN PESO	1	0.017	1.45	1.73	0.49
PROPORCIÓN EN VOLUMEN	1	0.180	1.69	2.44	21.03 Lt/BlS

Fuente: Propio –Resultados del laboratorio de dosificación de materiales en el diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para muestra con adición de 18% de perlas de poliestireno.

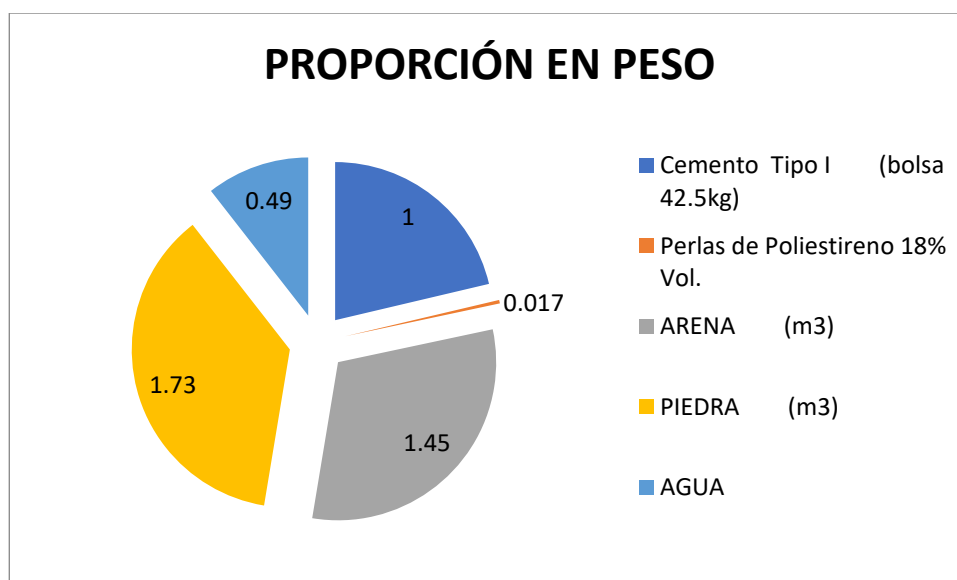


Figura 55: Gráfico del diseño de mezcla con adición de 18% de poliestireno.

En la tabla 66 y el figura 55 se certifica que las proporciones en peso de piedra  $\frac{3}{4}$  disminuyen desde 2.12m<sup>3</sup> a 1.73m<sup>3</sup> respecto al proporción de mezcla Patrón, esto ocurre al adicionar las perlas de poliestireno en un cantidad de 18% del volumen; mientras las proporciones respecto al volumen no existe ninguna variación entre la muestra convencional “patrón” y la muestra estudiada con adición del 18% de perlas de poliestireno.

Por lo tanto; en cumplimiento de la hipótesis específica planteada, en donde indica que la sustitución de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno es

adecuada para el diseño del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , se afirma que si se cumple esta hipótesis, toda vez, que en el Tabla 28. Resistencia a la compresión del concreto – del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  y la figuras 14, 15 y 16, se puede evidenciar que en todas las muestras con adiciones de perlas de poliestireno en el concreto superan la resistencia deseada como mínimo la de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , por lo que se afirma que se ha cumplido satisfactoriamente con la hipótesis específica 3 planteada.

#### 4.4. Cruce de variables

La variable independiente sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno, influye de manera negativa a los 7 días y al final a los 28 días de curado del concreto llega a los hallazgos de los aguantes a la compresión en concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  similares a las muestras PATRON. Y respecto al volumen del concreto, en realidad resulta el mismo volumen de  $1\text{m}^3$ , lo que si varía son las proporciones en el material (Piedra  $\frac{3}{4}$ "), a mayor porcentaje de perlas de poliestireno, disminuye la cantidad de piedra en forma proporcional.

La adición de 6, 12 y 18% de aljófares de poliestireno, disminuye en el peso unitario del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  de manera significativa, respecto al volumen del concreto. Este detalle es relativo su importancia en el pavimento rígido en su vida útil.

## V. DISCUSIÓN

5.1 Principales hallazgos encontrados en la investigación y la relación de los resultados con las conclusiones de otras investigaciones, se presenta a continuación:

A partir de los descubrimientos encontrados en la presente tesis, aceptamos la hipótesis general, toda vez que la resistencia a la compresión y peso unitario del concreto si mejora con sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno, en relación al volumen del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ , por lo que; se acepta la hipótesis nula. Sin embargo además los hallazgos de la presente investigación aguantes a la compresión en probetas con sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno, disminuyen de manera proporcional con respecto a la probeta patrón, estos resultados guardan relación de manera parcial con lo que sostiene León Barria (2013) en donde su conclusión y sus resultados de la presión a la compresión del concreto con adición de perlas de poliestireno **disminuye** en relación al concreto (convencional). Ello es acorde con lo que estudió y halló el autor León Barria (2013) y Barros V.; Ramírez H. (2012), y también coincide con nuestra investigación, y al igual los resultados hallados por la autora Chávez Valerio, (2019), en donde concluyó que la influencia del poliestireno expandido reciclado en el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  referente a los aguantes mecánicas de compresión es negativa, debido a que la resistencia solo alcanza el 96%; la diferencia a nuestra investigación son los porcentajes de aljófares de poliestireno y diseño de combinación de materiales de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

Así mismo los resultados de esta investigación a los 28 días de edad (Patrón = $285.98\text{kg/cm}^2$ , disminuye con la adición de 6% perlas de poliestireno a  $285.12\text{kg/cm}^2$ , y con 12% a  $283.70\text{kg/cm}^2$ ; y con 18% resulta a  $281.38\text{kg/cm}^2$  respectivamente) en donde se evidencia la disminución de la resistencia a la compresión a medida que se aumenta el porcentaje de aljófares de poliestireno, estos resultados guardan similitud con los resultados de la autora Chicaiza LLumipanta (2017) en su tesis "Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso, en Ecuador" como resultado el bloque



tradicional adquiere una resistencia de 26.57kg/cm<sup>2</sup> y al sustituir 5% y 10% de chasqui por poliestireno adquieren resistencias de 24.22kg/cm<sup>2</sup> y 18.23kg/cm<sup>2</sup>. En la cual también se evidencia el descenso de la resistencia a la compresión.

Mientras, si aceptamos la afirmación de la primera hipótesis específico “La sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, mejora el aguante a la compresión en concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ” del presente estudio, toda vez que si mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  (ver tabla 26), así mismo debo resaltar que sí se cumple la segunda hipótesis específico en donde disminuye el peso unitario volumétrico del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Estos resultados guardan similitud con los resultados que sostiene Barros V. y Ramírez H. (2012).

Por otro lado, también es coincidente mi hipótesis de esta investigación la sustitución de 6, 12 y 18% de aljófares de poliestireno en relación al volumen del concreto, mejora la resistencia a la compresión en concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ” con los resultados del autor Alva & Pacheco, (2019) quién concluyó que las perlas de poliestireno generan una mejora en su resistencia entre un 48% y 51% de una mezcla de mortero hidráulico típico. La diferencia con esta investigación es la resistencia del concreto de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , el lugar del estudio y obviamente el laboratorio y el año del estudio.

Los hallazgos de los aguantes a la compresión del concreto (pavimento rígido) con adiciones de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno, se encontraron los siguientes: para resultados de **7 días** de curado se obtuvo 201.60kg/cm<sup>2</sup> (que equivale a 72.00%) con la adición de 6% de perlas de poliestireno; 200.43kg/cm<sup>2</sup> (que equivale a 71.58%) con adición de 12% de perlas de poliestireno; y 196.30kg/cm<sup>2</sup> (que equivale a 70.11%) con adición de 18% de perlas de poliestireno respectivamente; las cuales cumplen la resistencia mínima deseada, que normalmente un concreto convencional “patrón” alcanza a los 7 días un 70% hasta 85% de la resistencia según (laboratorio de Inversiones e Ingeniería A&J SAC, 2021); Para resultados de **14 días** de curado con agua se obtuvo 256.12kg/cm<sup>2</sup> (que equivale a 91.47%) con la adición de 6% de perlas de poliestireno; 253.81kg/cm<sup>2</sup> (que equivale a 90.65%) con adición de 12% de perlas de poliestireno; y 250.80kg/cm<sup>2</sup> (que equivale a 89.57%) con adición de 18% de

perlas de poliestireno respectivamente; las cuales cumplen la resistencia mínima deseada que teóricamente un concreto convencional alcanza a los 14 días un 85% hasta 95% de la resistencia según (laboratorio de Inversiones e Ingeniería A&J SAC, 2021); Para resultados **28 días** de curado con agua se obtuvo 285.12kg/cm<sup>2</sup> (que equivale a 101.83%) con la adición de 6% de perlas de poliestireno; 283.70kg/cm<sup>2</sup> (que equivale a 101.32%) con adición de 12% de perlas de poliestireno; y 281.38kg/cm<sup>2</sup> (que equivale a 100.49%) con adición de 18% de perlas de poliestireno respectivamente; las cuales cumplen la resistencia mínima deseada de 280kg/cm<sup>2</sup> que en teoría el concreto convencional alcanza a los 28 días un 100% hasta 120% de la resistencia según (laboratorio de Inversiones e Ingeniería A&J SAC, 2021); por lo que; estos resultados obtenidos en la presente investigación superan el 100% de las resistencias deseadas, y comparado con los resultados del Barros V. y Ramírez H. (2012), indica la incorporación de perlas de polipropileno obtuvo aumentos del aguante a la presión a los 28 días de curado en donde las briquetas para  $f'c=28\text{Mpa}$  de diseño, con la incorporación de fibra si generó un aumento en su resistencia de 36MPa. Por lo que estos resultados son similares a la presente investigación. Así mismo el autor (Alva & Pacheco, 2019) concluyó que las perlas de poliestireno generan una mejora en el módulo de rotura aumentando su resistencia entre un 48% y 51% de una mezcla de mortero hidráulico típico, la diferencia con la presente investigación es que nosotros lo usamos para un diseño de combinación de materiales de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  mientras el autor (Alva & Pacheco, 2019) lo utilizó para una combinación de materiales de concreto de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Por otro lado, el peso unitario del concreto disminuye de manera proporcional con la sustitución de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno y al mismo tiempo disminuye la resistencia a la compresión a mayor comisión de adición de perlas de poliestireno, respecto al “patrón” del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ . Mientras el autor (Chuquilin Garcia , 2018) concluyen también que la influencia de aljófares de poliestireno en un concreto estructural liviano, en porcentajes de 0%, 10%, 20%, 30%, 40% y 50% en remplazo del agregado fino disminuye el peso y el aguante a la compresión; por lo que también coincidimos con nuestra la presente investigación.

Así mismo el autor de tesis Serrano Córdova (2018) en su tesis “Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018” como resultado llegó que la adición de perlas de poliestireno de  $\frac{1}{4}$  a la mezcla le brinda la propiedad de un concreto ligero ( $F'c=210\text{kg/cm}^2$  (105%) =  $1800\text{kg/m}^3$ ), la misma es concordante con nuestra investigación en donde llegamos a las muestras con incremento de 6% de aljófares de poliestireno a un peso de  $2287.46\text{kg/m}^3$ , con incremento de 12% de aljófares de poliestireno a un peso de  $2227.46\text{kg/m}^3$ , y con incremento de 18% de aljófares de poliestireno a un peso de  $2167.47\text{kg/m}^3$ . Con la cual también se llega a un concreto ligero, la diferencia es que nuestra tesis es para un diseño de concreto de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

### 5.2 Aplicaciones e implicaciones de los resultados obtenidos

Con los hallazgos obtenidos en el presente estudio se tiene la certeza de que es posible utilizar el pavimento rígido de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adición de perlas de poliestireno de 6, 12 y 18% en el diseño de combinación de materiales del concreto, en las obras viales de pavimentación, que en donde los resultantes de los aguantes a la compresión del concreto son superiores al diseño convencional de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , pero sin embargo; a medida que dé uso la adición de mayor porcentaje de 18% a más, de perlas de poliestireno no son recomendables, por lo que se debe limitar su uso en pavimentación rígida en calles de centros urbanos de bajo tránsito vehicular y más no avenidas.

Con la presente investigación se pretende contribuir con un granito de arena en la salubridad del medio ambiente, en donde se plantea arremeter de una forma novedosa de reutilizar los residuos de tecnoport EPS (en inglés expanded polystyrene) que alargar su ciclo de duración, aprovechando las propiedades útiles que aún tienen al instante de ser descartados después de su uso que usualmente es de poca duración. Se sugiere el uso de residuos de poliestireno expandido en pavimentos rígidos  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  que tiene una duración más larga.

### 5.3 Limitaciones del estudio

En la situacional actual de la pandemia covid-19 ha sido una limitante en el desarrollo de los ensayos y demás actividades de la investigación, toda vez que

era obligatorio cumplir los protocolos de bioseguridad tales como guardar el distanciamiento social de 1.5m de distancia entre personas, uso obligatorio de mascarillas, protector facial y entre otros, pero sin embargo; logramos cumplir los objetivos planteados en la investigación, por tanto fue limitaciones superadas.

5.4 Otras investigaciones que ameritan continuar con más profundización son: Adición de perlas de poliestireno con mayor porcentajes de el volumen del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , y así mismo sería importante estudiar con otro variable dependiente tales como la aguantas a la flexión del pavimento rígido (concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ).

## VI. CONCLUSIONES

Se ha determinado cómo influye la resistencia a la compresión y peso unitario del pavimento rígido (concreto con sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno), en relación al volumen del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , en las cuales los hallazgos de los aguantes a la compresión del pavimento rígido (concreto) resultaron a 28 días de edad lo siguiente: Para la probeta convencional "Patrón" llega a una resistencia de  $285.98 \text{ kg/cm}^2$ , en la probeta con la adición de perlas de poliestireno en 6% llega a la resistencia de  $285.12 \text{ kg/cm}^2$ , y la probeta con adición de 12% de perlas de poliestireno llegó a  $283.70 \text{ kg/cm}^2$ ; y finalmente en la probeta con adición del 18% de perlas de poliestireno resultó una resistencia de  $281.38 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, en donde se evidencia la disminución de los aguantes a la compresión a medida que se incrementa el mayor porcentaje de perlas de poliestireno; sin embargo, en todos los resultados se certifica que los resultados de los aguantes a la compresión superan al diseño del concreto  $280 \text{ kg/cm}^2$ , con la cual se acepta la hipótesis general y la específica 1, toda vez que la sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno en relación al volumen del concreto, si mejora el aguante a la compresión.

Se determinó que la sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno en relación al volumen del concreto, influyó positivamente en el aguante a la compresión del diseño del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , respecto a la muestra convencional "Patrón" (a 7 días de edad resultó  $206.93 \text{ kg/cm}^2$ , a 14 días resultó  $257.89 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días se halló la resistencia de  $285.98 \text{ kg/cm}^2$ ); sin embargo la muestra con adición 6% de perlas de poliestireno (a 7 días de edad resultó  $201.60 \text{ kg/cm}^2$ , a 14 días resultó  $256.12 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días se halló  $285.12 \text{ kg/cm}^2$ ); y mientras la muestra con adición de 12% de perlas de poliestireno (a 7 días de edad resultó  $200.43 \text{ kg/cm}^2$ , a 14 días resultó  $253.81 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días se halló  $283.70 \text{ kg/cm}^2$ ); Y la muestra con adición 18% de perlas de poliestireno (a 7 días de edad resultó  $196.30 \text{ kg/cm}^2$ , a 14 días resultó  $250.80 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días se halló  $281.38 \text{ kg/cm}^2$ ). Con la cual se demuestra que la primera hipótesis secundaria que corresponde, que la sustitución de 6, 12 y 18% de aljófares de poliestireno en relación al volumen del concreto, si mejora el aguante a la compresión en concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , la cual es verdadero esa afirmación.

Por otro lado, los porcentajes que alcanzaron los resultados respecto al diseño del concreto de 280kg/cm<sup>2</sup> son: Muestra convencional "Patrón" (llega a los 7 días, al 73.90%; a los 14 días, llega al 92.11%; y a los 28 días, llega a 102.14%); mientras la Muestra con adición de 6% de perlas de poliestireno (llega a los 7 días al 72.00%; a los 14 días, llega al 91.47%; y a los 28 días, llega a 101.83%); y la Muestra con adición de 12% de perlas de poliestireno (llega a los 7 días, al 71.58%; a los 14 días, llega al 90.65%; y a los 28 días, llega a 101.32%); y la Muestra con adición de 18% de perlas de poliestireno (llega a los 7 días de edad al 70.11%; a los 14 días de edad llega al 89.57%; y a los 28 días, llega a 100.49%). Todos estos resultados sí están dentro de los parámetros de las resistencias aceptables según laboratorio Inversiones e Ingeniería A&J SAC, por lo que, todos cumplen para el uso el pavimento rígido en vías, sin embargo por la disminución de los aguantes a la compresión del concreto a mayor porcentaje de adición de perlas de poliestireno no conviene el uso para vías de alto tránsito tales como en una avenida, pero si es aceptable en calles (residenciales) de bajo tránsito vehicular y en lugares donde escasean los agregados grueso, como por ejemplo en la selva.

Además se comprobó que la sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, influye de manera significativa en el peso unitario del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , a mayor % adición de aljófares de poliestireno baja de manera proporcional el peso unitario volumétrico del concreto convencional "patrón" pesa 2347.45kg/m<sup>3</sup>, mientras en las muestras con incremento de 6% de aljófares de poliestireno el peso es de 2287.46kg/m<sup>3</sup>, y en la muestra con 12% de perlas de poliestireno el peso resultó de 2227.46kg/m<sup>3</sup>; y en la muestra con 18% de aljófares de poliestireno el peso resultó de 2167.47kg/m<sup>3</sup>).

Finalmente se ha determinado la dosificación adecuada con la sustitución de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno, en el diseño del pavimento rígido  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , las mismas que se menciona a continuación: para adición de 6% de perlas de poliestireno Cemento:1, Arena: 1.45, Piedra  $\frac{3}{4}$ " : 1.99, Agua: 0.49; para adición de 12% de perlas de poliestireno Cemento:1, Arena: 1.45, Piedra  $\frac{3}{4}$ " : 1.86, Agua: 0.49; para adición de 18% de perlas de poliestireno Cemento:1, Arena: 1.45, Piedra  $\frac{3}{4}$ " : 1.73, Agua: 0.49.

## VII. RECOMENDACIONES

Establecidas las conclusiones de esta investigación se recomienda: el uso de perlas de poliestireno en 6, 12 y 18% de adición en el pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para pavimentación de calles, pasajes, aceras o veredas, en lugares donde el tráfico sea menor, y mas no en vías de alto tráfico tales como avenidas. Por tanto para la avenida Ramos de Cañete no se recomienda utilizar el pavimento rígido con adición de perlas de poliestireno.

Se recomienda a las empresas constructoras, entidades públicas (municipalidades, gobiernos regionales) deben empezar la utilización de pavimentos rígidos  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adiciones de perlas de poliestireno expandido en porcentajes menores al 18% del volumen del concreto, en vías de tráfico liviano (calles, pasajes) y en lugares donde con suelos de fundación subrasante de poca capacidad portante, toda vez que el pavimento rígido resulta ya concreto liviano.

Se recomienda compensar el volumen de concreto dando uso de las proporciones determinadas en el diseño de mezcla, referente al uso de piedra  $\frac{3}{4}$ " por el porcentaje perlas de poliestireno, en el presente tesis los porcentajes ensayadas son de 6%, 12% y 18% del volumen del concreto, siendo la adición del 18% de perlas de poliestireno el más crítico toda vez que, supera de manera ínfima al diseño de pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  los porcentajes superiores al 18% no se recomienda el uso en pavimentos rígidos.

Se recomienda también a las entidades del mundo de la construcción, que debemos intensificar el uso de los residuos de tecnopor o EPS (en inglés expanded polystyrene) que contaminan nuestro medio ambiente, y por otro lado utilizar las características benéficas que aún tienen los poliestireno expandidos al instante de ser depurados, por lo que; el uso de estos residuos de poliestireno expandido en pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  como nuevo producto. De esa manera se contribuye con la salubridad del medio ambiente.

Se recomienda a los estudiantes y profesionales dedicados a la investigación, realizar otras investigaciones en temas como por ejemplo: pavimentos rígidos con adiciones de mayores porcentajes de perlas de poliestireno al del 18%, la sustitución al agregado fino. Así el uso de las perlas de poliestireno de otros tamaños y densidades.

## REFERENCIAS

- ACI 214 RS-11 (2017).** *Guía para la evaluación de resultados de ensayos de resistencia del concreto Preparado por el Comité ACI 214.* Primera impresión Febrero del 2017 ISBN: 978-1-945487-48-4.  
<https://www.concrete.org/portals/0/files/pdf/previews/214r-11web.pdf>
- Alva, A., & Pacheco, M. (2019).** *Beneficios de las propiedades de un mortero hidraulico usando perlas de poliestireno para mejorar el modulo de rotura en una losa hidraulica en la ciudad de Iquitos. (Tesis de pregrado).* Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- ANAPE, Eco EPS (2011).** *Formas Recicladas, CICLO PLAST. Reciclado de Envases y Embalajes de Poliestireno Expandido Usado. Madrid, España: s.n.*
- Barros, V., Ramírez, H. (2012).** *Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencias a la compresión de 21 y 28 mpa con agregados de la cantera de pifo. (Tesis de pregrado).* Quito, Universidad central de Ecuador, carrera de ingeniería civil.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/517>
- Beraún, E. (2017).** *Resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una porción de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Jaén, (Tesis Universitaria) Universidad Nacional de Cajamarca.*  
[file:///C:/Users/ALUMNO104B/Downloads/T016\\_70766499\\_T.pdf](file:///C:/Users/ALUMNO104B/Downloads/T016_70766499_T.pdf)
- Botía, Wilmar (2015).** *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo. (Tesis Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería. Bogotá, 2015. p 47.*
- Ccanto Mallma G. (2010).** *Metodología de la investigación científica en ingeniería civil. Ingeniería de transporte. Perú: s.n.*
- Chavez, L. (2019).** *Influencia del poliestireno expandido reciclado y la fibra de plipropileno en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . (Tesis de Título Profesional). Universidad Cesar Vallejo, Chimbote - Perú.*
- Chicaiza LI., Veronica A. (2017).** *Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con*



*poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso. (Tesis Universitaria).* Universidad de Ambato, Huayaquil.

**Chuquilin G., Jorge A. (2018).** *Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario, resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas, (Tesis Universitaria)* Trujillo. Universidad Privada del Norte Trujillo.

**Karthick, M. D., Ramya S. B., Bharath, R., Mullainathan, R. (2018).** Experimental Study on Strength Behaviour of Concrete Block with Partial Replacement of “Expanded Polystyrene Beads”, *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) ISSN: 2278-0181* Recuperado de <https://www.ijert.org/research/experimental-study-on-strength-behaviour-of-concrete-block-with-partial-replacement-of-expanded-polystyrene-beads-IJERTCONV6IS10002.pdf>

**Domínguez, Maryorie y Fernández, Cecilia. (2020).** *Propiedades mecánicas del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  para pavimento al sustituir el cemento por cenizas de cascarilla de arroz en 5%, Chimbote, Ancash - 2020. (Tesis Ingeniería Civil).* Lima: Universidad César Vallejo, 2020. 62 pp.

**Dos Santos Días, R. (2008).** *Estudio térmico y de materiales de un compuesto a base de yeso y EPS para construcción de casas populares. Río Grande del Norte. (Tesis Universitaria).* Universidad Federal de Río Grande del Norte, Río Grande del Norte.

**Ede, A. N., & Agbede, J. O. (2015).** *Use of coconut husk fiber for improved compressive and flexural strength of concrete. International Journal of Scientific & Engineering Research, 6(2), 968-974.* Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/305985435\\_Use\\_of\\_Coconut\\_Husk\\_Fiber\\_for\\_Improved\\_Compressive\\_and\\_Flexural\\_Strength\\_of\\_Concrete](https://www.researchgate.net/publication/305985435_Use_of_Coconut_Husk_Fiber_for_Improved_Compressive_and_Flexural_Strength_of_Concrete)

**García Oré, C. (2011).** *Estadística Descriptiva y Probabilidades Para Ingenieros.* Volumen I. Colombia: Editorial Macro.

**García, J., & Vargas, M. (2007).** *Material de apoyo didáctico de la enseñanza aprendizaje en la asignatura de resistencia de materiales I. Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.* Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/84528539/001ResistenciaMateriales/>

- Hernández Sampieri. (2014).** *Metodología de la Investigación*. 6 ed. México. Interamericana Editores S.A.2014.634pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- Indecopi, NTP 339.034, (2008).** *Metodo de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. Lima Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- Indecopi. NTP.339.033 (2009).** *Concreto, práctica normalizado para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*. Lima, Perú.
- Indecopi. NTP 339.009 (2008).** *Cemento portland, requisitos*. Lima, Perú. 3ra Ed.
- Indecopi. NTP .400.010 (2008).** *Agregados, extracción y preparación de las muestras*. Lima Perú.
- Kan, A., & Demirboga, R. (2007).** Effect of cement and EPS beads ratios on compressive strength and density of lightweight concrete, *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences* 14(2):158-162.  
[https://www.researchgate.net/publication/287509477\\_Effect\\_of\\_cement\\_and\\_EPS\\_beads\\_ratios\\_on\\_compressive\\_strength\\_and\\_density\\_of\\_lightweight\\_concrete](https://www.researchgate.net/publication/287509477_Effect_of_cement_and_EPS_beads_ratios_on_compressive_strength_and_density_of_lightweight_concrete)
- Lapa, J. (2020).** *Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo*. (Tesis Universitario). Universidad Continental, Huancayo.
- Leon Barria , J. (2013).** *Diseño, fabricación y ensayo de una losa unidireccional de hormigón liviano con poliestireno expandido reciclado modificado para fines habitacionales*, (Tesis Universitaria). Universidad Austral. UNiversidad Austral de Chile, Santiago de Chile.
- Lituma Vicuña, M., & Zhunio Cardenas , B. (2015).** *Influencia de las perlas de poliestireno expandido (EPS) en el peso y en la resistencia a compresión del hormigón*, (Tesis Universitaria). Universidad de Cuenca Ecuador, Quito.
- MTC. (2013).** *Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos"*. (Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos). Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú, Lima.
- MTC. (2016).** *Manual de Ensayos de Materiales*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Recuperado el 12 de junio de 2021, de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf)

- Perez, P. (2015).** *Variación en la resistencia de testigos de concreto por el tamaño y forma de probetas. Perú, (Tesis Universitaria)* Universidad Nacional Agraria La Molina.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/917/N10-P474-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Rodríguez, H. (2017).** *Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca. (Tesis Universitario).* Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Sánchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., & Mejía Sáenz, K. (2018).** *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* Recuperado el 11 de junio de 2021, de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1480>
- Serrano Cordova, P. (2018).** *Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018, (Tesis Universitario).* Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Shi, W., Miao, L., Luo J., Wang, J., Chen, Y. (2016).** Durability of Modified Expanded Polystyrene Concrete after Dynamic Cyclic Loading. *Hindawi Publishing Corporation*, Volume 2016, Article ID 2391476, 7pages.  
<https://downloads.hindawi.com/journals/sv/2016/2391476.pdf>
- Tamayo y Tamayo, M. (1999).** *Aprender a investigar. Módulo 5: El proyecto de investigación. Aprender a Investigar (3ra ed.).* Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia: ARFO Editores Ltda.
- Tang, W.C.; Lo, Y.; Nadeem, A. 2008,** “*Mechanical and drying shrinkage properties of structural-graded polystyrene aggregate concrete*”, en *Cement & Concrete Composites*, 30 (2008), 403–409
- Ticona, A. (2021).** *Estudio de Trafico y Estudio de Mecanica de Suelos Av. Ramos Cañete. (Estudios Especiales).* Laboratorio Mecanica de Suelos Concretos y Pavimentos Inversiones e Ingeniería A&J SAC, Cañete.
- Vandhiyan, R., Ranjith, B. & Nagarajan, M. (2016).** A study on mechanical properties of concrete by replacing Aggregate with expanded polystyrene beads. *Global journal of engineering science and researches*, 3(11).  
[https://www.researchgate.net/publication/311429663\\_A\\_Study\\_On\\_Mechanical\\_Properties\\_Of\\_Concrete\\_By\\_Replacing\\_Aggregate\\_With\\_Expanded\\_Polystyrene\\_Beads](https://www.researchgate.net/publication/311429663_A_Study_On_Mechanical_Properties_Of_Concrete_By_Replacing_Aggregate_With_Expanded_Polystyrene_Beads)

**Villavicencio, E. (2017).** *¿CÓMO REALIZAR LA T DE STUDENT CON EXCEL?* BOOK [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net), 7. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/319535282\\_COMO\\_REALIZAR\\_LA\\_T\\_DE\\_STUDENT\\_CON\\_EXCEL](https://www.researchgate.net/publication/319535282_COMO_REALIZAR_LA_T_DE_STUDENT_CON_EXCEL)

**Wasaosky, M. (2012).** *El Concreto Hidraulico.* ClubEnsayos. Obtenido de <https://www.clubensayos.com/Ciencia/El-Concreto-Hidraulico/442710.html>

**ZAILÉ, Rivera. (2011).** *Incidencia del poliestireno expandido reciclado y la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión del concreto para un diseño de mezcla con  $f'c$  de 250 kgf/cm<sup>2</sup>.* Caracas, Universidad Nueva Esparta, 2011.

<http://miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/402/3/TG4483%20tesis.pdf>

**Zapata, O. A. (2005).** *¿Cómo encontrar un tema y construir un tema de investigación?* *Innovación Educativa*, 5(29), 37–45. Disponible en: <https://goo.gl/PjhiBY>

## **ANEXOS**

## ANEXO 01: Matriz de Consistencia

### “ADICIÓN DE PERLAS POLIESTIRENO EN 6%, 12% y 18% PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO F’C=280KG/CM2, EN AV. RAMOS, CAÑETE- 2021”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO	POBLACIÓN
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis General</b>	V. 1:  <b>SUSTITUCIÓN CON PERLAS DE POLIESTIRENO.</b>	Propiedad es físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tamaño de las partículas.</li> <li>Densidad</li> <li>Peso unitario.</li> </ul>	<b>MÉTODO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuantitativo</li> </ul> <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicada</li> </ul> <b>NIVEL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Explicativo</li> </ul> <b>DISEÑO METODOLÓGICO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Experimental</li> </ul> <b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recopilación de investigaciones afines</li> <li>Caracterización de los materiales de la cantera</li> <li>Ensayos de diseño de mezclas y elaboración de probetas para ser comparadas</li> <li>Evaluar la resistencia a la compresión y peso unitario convencional y con adición de perlas de poliestireno</li> <li>Método estadístico de prueba para comprobación t de Student.</li> <li>Obtención de conclusiones para luego hacer recomendaciones.</li> </ul>	<b>POBLACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>36 probetas de concreto (D=15cm x H=30cm) de diseño de pavimento rígido f’c=280kg/cm2.</li> </ul> 9 probetas de PATRON 9 probetas con adición de 6% 9 probetas con adición de 12% 9 probetas con adición de 18% <b>Total 36 Probetas</b>
<b>Problema específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>					
a. ¿De qué manera la sustitución de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, <b>influye en la resistencia a la compresión</b> en concreto f’c= 280 kg/cm2?	a. - Determinar de qué manera la sustitución de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno expandido respecto al volumen del concreto, <b>influye en la resistencia a la compresión</b> en concreto f’c= 280 kg/cm2.	La sustitución de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, <b>mejora la resistencia</b> a la compresión en concreto f’c= 280 kg/cm2.	V. 2:  <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	Propiedad es físicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Granulometría</li> <li>Dosificación de materiales</li> <li>Peso unitario.</li> <li>Resistencia a la compresión.</li> </ul>	<b>MUESTRA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>La muestra corresponde a rotura de 36 probetas de concreto (D=15cm x H=30cm) de diseño de pavimento rígido f’c=280kg/cm2 con adición de 6, 12 y 18% de perlas de poliestireno. y 01 patrón concreto f’c= 280 kg/cm2.</li> </ul> Otro sí. Las roturas de probetas se realizaron en diferentes edades 7. 14 y 28 días.	
b. ¿Cómo es que la sustitución de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, <b>influye en el peso unitario</b> del concreto f’c= 280 kg/cm2?	b. - Comprobar de qué manera la sustitución de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno expandido respecto al volumen del concreto, <b>influye en el peso unitario</b> del concreto f’c= 280 kg/cm2.	La sustitución de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, <b>disminuye el peso unitario</b> del concreto f’c= 280 kg/cm2.					
c. ¿Cuál será <b>la dosificación adecuada</b> con la sustitución de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno, en el diseño del pavimento rígido f’c =280 kg/cm2?	c. - Prescribir cuál es la dosificación adecuada con la sustitución de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno, en el diseño del pavimento rígido f’c =280 kg/cm2	La sustitución de 6%, 12% y 18% de perlas de poliestireno, <b>es adecuada para el diseño</b> del pavimento rígido f’c =280 kg/cm2.					

## Anexo 02 Matriz de Operacionalización de Variables.

### “ADICIÓN DE PERLAS POLIESTIRENO EN 6%, 12% y 18% PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO $f'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ , EN AV. RAMOS, CAÑETE- 2021”

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	TÉCNICA/ INSTRUMENTO
<b>Independiente:</b>  <b>SUSTITUCION CON PERLAS DE POLIESTIRENO.</b>	El Concreto con la adición de perlas de poliestireno expandido es un concreto liviano con una buena capacidad de deformación, cuya aplicación se limita generalmente para uso estructural debido a sus aparentes propiedades de baja resistencia. (Tang, W.C.; Lo, Y.; Nadeem, A., "Mechanical and drying shrinkage properties of structural-graded polystyrene aggregate concrete", in Cement & Concrete Composites, 30 (2008), 403–409).	Se definirá los porcentajes de perlas de poliestireno expandido respecto al volumen del concreto a utilizar en el diseño de mezclas para obtener un concreto ligero y con la resistencia a compresión requerida, para un pavimento rígido $f'c=280\text{kg}/\text{cm}^2$ .	Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tamaño de las partículas.</li> <li>Densidad</li> <li>Peso unitario.</li> </ul>	(mm)  (Kg/m <sup>3</sup> )  (Kg)	<b>Instrumentos;</b>  Ficha de observación.
<b>Dependiente:</b>  <b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>	El aguante a la compresión es la propiedad mecánica principal del concreto. Se precisa como la capacidad para aguantar una carga por unidad de superficie, y se manifiesta en términos de esfuerzo, generalmente en $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Los hallazgos de las pruebas de aguante a la presión, se usan fundamentalmente para acordar que la mezcla de concreto introducida cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada ( $f'c$ ) para una construcción determinada. (ACI 214, Recommended Practice for Evaluation of Strength Tests).	Se realizara ensayos de laboratorio con la adición de diferentes porcentajes de perlas de poliestireno expandido respecto al volumen del concreto para conocer la influencia en la resistencia a la compresión y peso unitario del concreto (pavimento rígido).	Propiedades físicas.  Propiedades mecánicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Granulometría</li> <li>Dosificación de materiales</li> <li>Peso unitario.</li> <li>Resistencia a la compresión.</li> </ul>	(mm) o Pulgadas  Proporción  (kg)  (Kg/m <sup>3</sup> )	Observación/ Guía de observación.

**Palabras clave:** Perlas de poliestireno, resistencia a la compresión, pavimento rígido concreto  $f'c=280\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Anexo 3

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR

Yo TICONA PEÑASCO, Alejandro Yuri, egresado de la facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la tesis titulado: "Adición de perlas poliestireno en 6%, 12% y 18% para diseño de pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos, Cañete- 2021", es de mi autoría, por lo tanto, declara que la Investigación:

No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.

Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.

No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.

Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 22 de julio del 2021.

TICONA PEÑASCO, Alejandro Yuri	
DNI: 40834703	
ORCID: ORCID: 0000-0001-5714-7538	



Anexo 4

**DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR**

Yo, DIAZ HUIZA, Luis Humberto, docente de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, asesor del Proyecto de Investigación titulado: “Adición de perlas poliestireno en 6%, 12% y 18% para diseño de pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos, Cañete- 2021”, del autor TICONA PEÑASCO, Alejandro Yuri, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 23 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el proyecto de investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 22 de julio del 2021.

Mgtr. DIAZ HUIZA, Luis Humberto	
DNI: 08196873	
ORCID: 0000-0003-1304-5008	

## Anexo 5. Informe de Turnitin.

Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos, Cañete- 2021

### INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

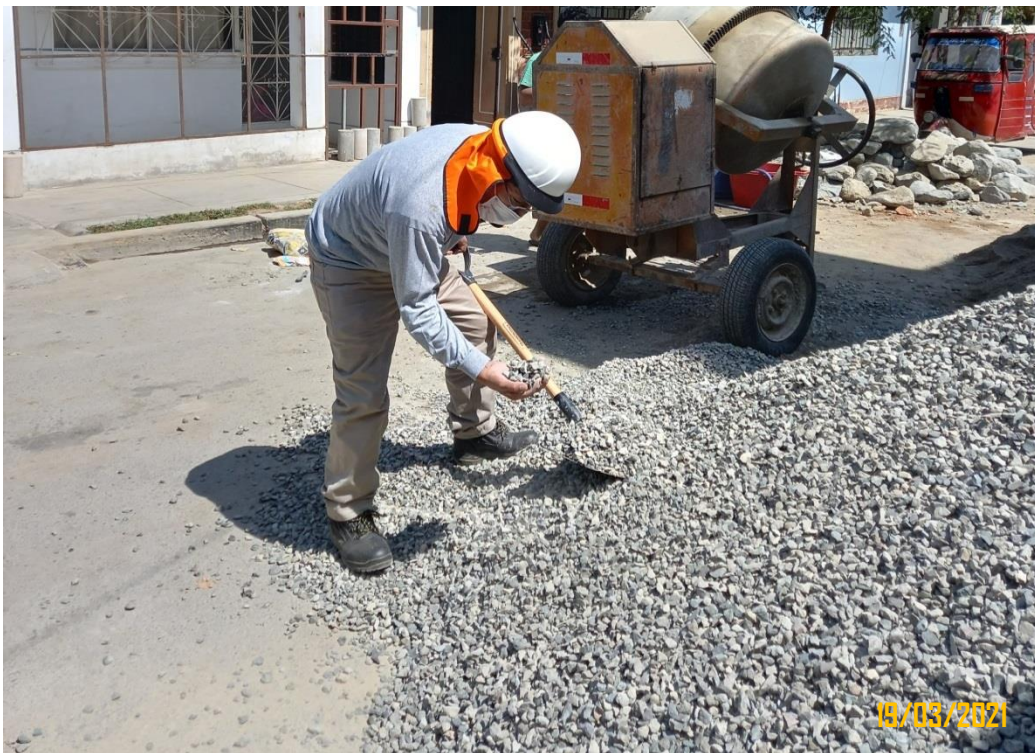
### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://transparencia.mtc.gob.pe">transparencia.mtc.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://recursosbiblio.url.edu.gt">recursosbiblio.url.edu.gt</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.repositorio.usac.edu.gt">www.repositorio.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	1%
6	V. Ferrándiz-Mas, E. García-Alcofel. "Caracterización física y mecánica de morteros de cemento Portland fabricados con adición de partículas de poliestireno expandido (EPS)", Materiales de Construcción, 2012 Publicación	1%
7	Submitted to Universidad Carlos III de Madrid Trabajo del estudiante	

## ANEXO 6. Álbum fotográfico.



*Figura 56: Vista de la cantera CONTA ROMA ubicado en Cañete.*



*Figura 57: Seleccionando el agrega grueso (piedra ¾") cantera CONTA ROMA.*



*Figura 58: Vista del tamizado del agregado fino grueso de la cantera CONTA ROMA.*



*Figura 59: Vista de pesaje del agregado grueso (piedra ¾").*



*Figura 60: Seleccionando las perlas de poliestireno*



*Figura 61: Pesaje de perlas de poliestireno en laboratorio.*



*Figura 62: Se muestra el uso del cemento Sol en el laboratorio.*



*Figura 63: Pesaje de del cemento en la proporción producto del diseño.*



*Figura 64: Se muestra la medición del agua potable en el laboratorio.*



*Figura 65: Medición de la cantidad de agua en la proporción producto del diseño.*



*Figura 66: Labor del mezclado en la mezcladora en laboratorio.*



*Figura 67: vaciado de las probetas en laboratorio.*





*Figura 68: Vista que demuestra la realización de prueba de slump de la mezcla.*



*Figura 69: prueba de slump de la mezcla para vaciado de las probetas, en donde se visualiza un asentamiento 12cm que corresponde a consistencia fluida.*



*Figura 70: Vaciado de 36 probetas en la fecha 15/0/2021.*



*Figura 71: Vaciado de 36 probetas en la fecha 15/0/2021.*



Figura 72: Curado en agua de las probetas de concreto en laboratorio.



Figura 73: Rotura de probetas, patrón, con adiciones de perlas de poliestireno de 6, 12 y 18%, todas a la edad de 7 días en laboratorio.



Figura 74: Rotura de probetas, patrón, con adiciones de perlas de poliestireno de 6, 12 y 18%, todas a la edad de 14 días en laboratorio.



Figura 75: Rotura de probetas de concreto a los 14 días en laboratorio.



Figura 76: Rotura de probetas, patrón, con adiciones de perlas de poliestireno de 6, 12 y 18%, todas a la edad de 28 días en laboratorio.



Figura 77: Rotura de probetas de concreto a los 28 días en laboratorio.



*Figura 78: Se muestra la probeta de una briqueta convencional "Patrón".*



*Figura 79: Probeta roturada, con adición de perlas de poliestireno de 6, 12 y 18%, motivo de la investigación.*



Figura 80: Se muestra preparativos al vaciado del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adición de 18% perlas de poliestireno, en la av. Ramos Cañete, fecha 27/05/2021.



Figura 81: Se muestra la adición de las perlas de poliestireno en el diseño de mezcla previas al vaciado del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adición de 18% perlas de poliestireno, en la av. Ramos Cañete; así mismo se muestra el encofrado de la losa pavimento rígido.



Figura 82: Se muestra la mezcla correspondiente en la mezcladora el concreto el vaciado del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adición de 18% perlas de poliestireno.



Figura 83: Se muestra el vaciado del concreto preparado en el molde de dimensiones 2.5m x 0.6m, esto con fines que una vez se cumpla con el curado con agua y a los 28 días, sea sometida a la prueba de la deformación real en campo, mediante un vehículo, con el fin de identificar que si el pavimento pueda sufrir deterioros, fisuras.





*Figura 84: Se muestra el pavimento rígido de dimensiones de 2.50m x 0.60m x 0.22cm, con adición de perlas de poliestireno de 18%.*



*Figura 85: Se muestra el sometimiento real del peso de un vehículo liviano como una prueba de la deformación real en campo, en la cual se evidencia que el pavimento no sufre ningún deterioro, fisuras en la muestra del pavimento rígido de dimensiones de 2.50m x 0.60m x 0.22cm.*



Figura 86: Se muestra acciones previas al sometimiento de la fuerza viva (camión volquete) en la cual se pretende evidencias la deformación real del pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  en campo, mediante un vehículo de peso de 20TN.



Figura 87: Se muestra la prueba de la deformación real en campo, mediante un vehículo de peso de 20TN, en donde claramente el pavimento no sufre deterioros (no se observa ninguna rajadura ni fisuras en el bloque del concreto).

ANEXO 7. Informes de ensayo de laboratorio.

 **INVERSIONES E INGENIERÍA A&J SAC**  
**CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**  
RUC: 20448419160

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGÍA**  
<http://inversioneseingenieriaaajsac.es.tl/>  
OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

CERTIFICADO DM 001 - Nº 0201-21



**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE RESISTENCIA 280 Kg/cm<sup>2</sup>**



CANTERA : *CONTA ROMA*

SOLICITA : *ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO*

TESIS : *ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm<sup>2</sup>, EN AV. RAMOS , CAÑETE-2021*

UBICACIÓN

DISTRITO : *IMPERIAL*

PROVINCIA : *CAÑETE*

DEPARTAMENTO : *LIMA*

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

  
Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
C.I.P. N° 141379 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

*MAYO-2021*

# Diseño de mezcla del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ convencional "PATRÓN"

PATRON

 <b>INVERSIONES E INGENIERÍA A&amp;J S.A.C.</b> CONSULTORA Y CONSTRUCTORA RUC: 20448419160	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA</b> <a href="http://inversioneseingenieriaaajsac.es.tl/">http://inversioneseingenieriaaajsac.es.tl/</a> <small>OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA</small>
	CERTIFICADO DM 001 - N° 0202-21

ANALISIS GRANULOMETRICO DE ARENA ASTM C-136 - 01 / AASHTO T 27	
SOLICITA	: ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO
TESIS	: ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021
UBICACIÓN	: AV. RAMOS -CAÑETE, DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA	: 15/05/2021

## ANALISIS GRANULOMETRICO PARA ARENA FINA

CANTERA : CONTA ROMA

PESO UNITARIO SECO EN ESTADO SUELTO	1644 $\text{Kg/m}^3$
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO COMPACTO	1732 $\text{Kg/m}^3$
PESO ESPECIFICO	2.66 $\text{Gr/cm}^3$
PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	0.60 %
PORCENTAJE DE ABSORCION	1.10 %
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	N° 4
MODULO DE FINEZA	2.93
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	1867.0 Gr

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMIZ		PESO RET. (GRS.)	RET (%)	(% ) RET . ACUM	PASA (%)
N°	ABERTURA (mm)				
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.0	100.00
N° 4	4.760	82.00	4.39	4.4	95.61
N° 8	2.380	180.00	9.64	14.0	85.97
N°16	1.190	240.00	12.85	26.9	73.11
N° 30	0.590	654.00	35.03	61.9	38.08
N° 50	0.297	480.00	25.71	87.6	12.37
N° 100	0.149	194.00	10.39	98.0	1.98
N° 200	0.074	26.00	1.39	99.4	0.59
-200		11.00	0.59	100.0	-
<b>Peso Inicial:</b>		1867.00			

Gramos

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

ing. JOSE CARLOS MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 10173 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOTA: La muestra de agregado fue proporcionado por el solicitante.

CALLE LOS ROBLES Mz-Ba L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : [iaajsac@gmail.com](mailto:iaajsac@gmail.com)

CEL : 951527929 ; 951835464

PATRON

 <b>INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J. S.A.C.</b> CONSULTORA Y CONSTRUCTORA RUC: 20448419160	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA</b> <a href="http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/">http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/</a> <small>OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA</small>
--	--

CERTIFICADO DM 001 - N° 0202-21

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO ASTM C-136 - 01 / AASHTO T 27	
SOLICITA	: ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO
TESIS	: ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm <sup>2</sup> , EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021
UBICACIÓN	: AV. RAMOS - CAÑETE, DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA	: 15/05/2021

**ANALISIS GRANULOMETRICO PARA AGREGADO GRUESO**

CANTERA : CONTA ROMA

PESO UNITARIO SECO EN ESTADO SUELTO	1534 Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO COMPACTO	1610 Kg/m <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO	2.69 Gr/cm <sup>3</sup>
PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	0.40 %
PORCENTAJE DE ABSORCION	0.62 %
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"
MODULO DE FINEZA	4.20
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	10505.0 Gr

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

TAMIZ		PESOS RETENIDOS	RET (%)	(% ) RET . ACUM.	PASA (%)
Nº	ABERTURA (mm)				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.0	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.0	100.00
3/4"	19.050	4040.00	38.46	38.5	61.54
1/2"	12.700	5060.00	48.17	86.6	13.37
3/8"	9.525	980.00	9.33	96.0	4.05
Nº 4	4.760	320.00	3.05	99.0	1.00
Nº 8	2.380	98.00	0.93	99.9	0.07
Nº 200	0.074	2.00	0.02	100.0	0.05
-200		5.00	0.05	100.0	-
Peso Inicial:		10505.00			

INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J. S.A.C.

Ing. JOSE MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 10717 INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOTA: La muestra de agregado fue proporcionado por el solicitante.

CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : iiajsac@gmail.com

CEL. : 951527929 ; 951835464

PATRON

 <b>INVERSIONES E INGENIERIA A.I.J. S.A.C.</b> CONSULTORA Y CONSTRUCTORA RUC: 20448419160	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA</b> <a href="http://inversioneseingenieriaaijsac.es.tl/">http://inversioneseingenieriaaijsac.es.tl/</a> <small>OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA</small>
	CERTIFICADO DM 001 - Nº 0202-21

**DISEÑO DE MEZCLA ACI 211.2- 280 KG/Cm2**

SOLICITA	: ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO
TESIS	: ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm2, EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021
UBICACIÓN	: AV. RAMOS -CAÑETE , DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA	: 15/05/2021

CANTERA : CONTA ROMA

DOSIFICACION DE CONCRETO PARA f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>  
 Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días en condiciones normales y en probetas cilíndricas de 6 " x 12"

a) CANTIDAD DE MATERIALES PARA UN METRO CUBICO				
Cemento Tipo I	463.52 Kg/m <sup>3</sup>			
Arena	673.24 Kg/m <sup>3</sup>			
Piedra	981.38 Kg/m <sup>3</sup>			
Agua	229.32 Lt/m <sup>3</sup>			
PERLAS DE POLIESTIRENO	0.00 %	0.00 gr/m <sup>3</sup>		
	0.00 %	0.00 Lt/m <sup>3</sup>		
	0.00 %	0.00 Lt/m <sup>3</sup>		
b) CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA				
A/C	0.45			
SLUMP TEST	4" - 6"			
Densidad	2347.45 Kg/m <sup>3</sup>			
c) PARA UNA BOLSA DE CEMENTO (01 pie 3)				
Cemento Tipo I	42.5 Kgs/bolsa			
Arena	61.73 Kgs/bolsa			
Piedra	89.98 Kgs/bolsa			
Agua	21.03 Lts/bolsa			
	0.00 %	0.00 gr/bolsa		
	0.00 %	0.00 Lts/bolsa		
	0.00 %	0.00 Lt/bolsa		
PROPORCION	Cemento Tipo I	ARENA	PIEDRA	AGUA
PROPORCION EN PESO	1	1.45	2.12	0.49
PROPORCION EN VOLUMEN	1	1.69	2.44	21.03 Lt/Bls

INVERSIONES E INGENIERIA A.I.J. S.A.C.

Ing. JOSE MARCA QUISPÉ  
 C.I.P. N.º 11777 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LA DIVISION DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOTA: La muestra de agregado fue proporcionado por el solicitante.

CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : iijsac@gmail.com

CEL. : 951527929 ; 951835464

PATRON



**1- PROCESO CONSTRUCTIVO**  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Para el Proyecto Denominado :  
ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO  $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , EN AV.  
RAMOS , CAÑETE-2021

**2- RECOMENDACIONES**

- El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser de preferencia potable, se utilizara aguas No potables solo si están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras.
- El curado consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién vaciado, de manera que pueda desarrollar las propiedades deseadas.
- La duración del curado es de 7 días o el tiempo para alcanzar el 70 % de la resistencia especificada a la compresión o de acuerdo al cemento que se esta utilizando.
- Realizar pruebas de consistencia del concreto fresco a fin de ajustar el agua necesaria, toda vez que los materiales tienen humedad variables.

INVERSIONES E INGENIERIA ASJ S.A.C.  
ING. JOSÉ LUIS MARCA QUISE  
C.I.P. N° 10015 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DE LA OFICINA DE MECANICA  
DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Diseño de mezcla del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adición del 6% de perlas de poliestireno

CON ADICIÓN DE 6% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

**A&J** INVERSIONES E INGENIERÍA A&J S.A.C.  
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
RUC: 20448419160

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGÍA  
<http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/>  
OFICINA L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

CERTIFICADO DM 001 - N° 0202-22

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ARENA ASTM C-136 - 01 / AASHTO T 27**

SOLICITA	: ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO
TESIS	: ADICION DE PERLAS POLIESTIRENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO $F_c=280\text{ kg/cm}^2$ , EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021
UBICACIÓN	: AV. RAMOS -CAÑETE, DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA	: 15/05/2021

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA ARENA FINA**

CANTERA : CONTA ROMA

PESO UNITARIO SECO EN ESTADO SUELTO	1644 $\text{Kg/m}^3$
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO COMPACTO	1732 $\text{Kg/m}^3$
PESO ESPECÍFICO	2.66 $\text{Gr/cm}^3$
PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	0.60 %
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.10 %
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	N° 4
MODULO DE FINEZA	2.93
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	1867.0 Gr

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

TAMIZ		PESO RET. (GRS.)	RET (%)	(% ) RET . ACUM	PASA (%)
N°	ABERTURA (mm)				
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.0	100.00
N° 4	4.760	82.00	4.39	4.4	95.61
N° 8	2.380	180.00	9.64	14.0	85.97
N° 16	1.190	240.00	12.85	26.9	73.11
N° 30	0.590	654.00	35.03	61.9	38.08
N° 50	0.297	480.00	25.71	87.6	12.37
N° 100	0.149	194.00	10.39	98.0	1.98
N° 200	0.074	26.00	1.39	99.4	0.59
-200		11.00	0.59	100.0	-
<b>Peso Inicial:</b>		1867.00			

Gramos

INVERSIONES E INGENIERÍA A&J S.A.C.

Ing. JOSÉ ELI MARCA QUISPE  
C.I.P. N° 141679 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOTA: La muestra de agregado fue proporcionado por el solicitante.

CALLE LOS ROBLES Mz-Ba L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : iiajsac@gmail.com

CEL. : 951527929 ; 951835464



ADICIÓN DE 6% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

	<b>INVERSIONES E INGENIERÍA A&amp;J S.A.C.</b> CONSULTORA Y CONSTRUCTORA RUC: 20448419160	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGÍA</b> <a href="http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/">http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/</a> <small>OFICINA: L-7, Mz-B-9, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA</small>

CERTIFICADO DM 001 - Nº 0202-21

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO ASTM C-136 - 01 / AASHTO T 27**

SOLICITA	: ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO
TESIS	: ADICIÓN DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm <sup>2</sup> , EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021
UBICACIÓN	: AV. RAMOS-CAÑETE, DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA	: 15/05/2021

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO**

CANTERA : CONTA ROMA

PESO UNITARIO SECO EN ESTADO SUELTO	1534 Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO COMPACTO	1610 Kg/m <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO	2.69 Gr/cm <sup>3</sup>
PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	0.40 %
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	0.62 %
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"
MODULO DE FINEZA	4.20
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	10505.0 Gr

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

TAMIZ		PESOS RETENIDOS	RET (%)	(% ) RET . ACUM.	PASA (%)
Nº	ABERTURA (mm)				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.0	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.0	100.00
3/4"	19.050	4040.00	38.46	38.5	61.54
1/2"	12.700	5060.00	48.17	86.6	13.37
3/8"	9.525	980.00	9.33	96.0	4.05
Nº 4	4.760	320.00	3.05	99.0	1.00
Nº 8	2.380	98.00	0.93	99.9	0.07
Nº 200	0.074	2.00	0.02	100.0	0.05
-200		5.00	0.05	100.0	-
Peso Inicial:		10505.00			

INVERSIONES E INGENIERÍA A&J S.A.C.

Ing. JOSÉ EL MARCA QUISPE  
C.I.P. N° 14709 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOTA: La muestra de agregado fue proporcionado por el solicitante.

CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : iiajsac@gmail.com

CEL : 951527929 ; 951835464

CON ADICIÓN 6% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

 <b>INVERSIONES E INGENIERÍA A&amp;J S.A.C.</b> CONSULTORA Y CONSTRUCTORA RUC: 20448419160	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGÍA</b> <a href="http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/">http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/</a> <small>OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL, IMPERIAL, CAÑETE - LIMA</small>
---	--

CERTIFICADO DM 001 - Nº 0202-21

**DISEÑO DE MEZCLA ACI 211.2- 280 KG/Cm2**

SOLICITA	: ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO
TESIS	: ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm2, EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021
UBICACIÓN	: AV. RAMOS -CAÑETE, DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA	: 15/05/2021

CANTERA : CONTA ROMA

DOSIFICACION DE CONCRETO PARA f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>  
 Fc = 280 kg/cm2 a los 28 días en condiciones normales y en probetas cilíndricas de 6 " x 12"

a) CANTIDAD DE MATERIALES PARA UN METRO CUBICO				Bolsa 42.5Kg	
Cemento Tipo I		463.52 Kg/m <sup>3</sup>		10.91	
Arena		673.24 Kg/m <sup>3</sup>		15.84	
Piedra		921.38 Kg/m <sup>3</sup>		21.68	
Agua		229.32 Lt/m <sup>3</sup>		21.03	
PERLAS DE POLIESTIRENO	6.00 %	60.00 Gr/m3		0.006	
AIRE	0.00 %	0.00 Lt/m3			
	0.00 %	0.00 Lt/m3			
b) CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA					
A/C		0.45			
SLUMP TEST		4" - 6"			
Densidad		2347.45 Kg/m <sup>3</sup>			
c) PARA UNA BOLSA DE CEMENTO (01 pie 3)					
Cemento Tipo I		42.5 Kgs/bolsa			
Arena		61.73 Kgs/bolsa			
Piedra		84.48 Kgs/bolsa			
Agua		21.03 Lts/bolsa			
PERLAS DE POLIESTIRENO	6.00 %	5.50 gr/bolsa			
	0.00 %	0.00 Lts/bolsa			
	0.00 %	0.00 Lt/bolsa			
PROPORCION	Cemento Tipo I	Perlas de Poliestireno 6.00%	ARENA	PIEDRA	AGUA
PROPORCION EN PESO	1	0.006	1.45	1.99	0.49
PROPORCION EN VOLUMEN	1	0.060	1.69	2.44	21.03 Lt/Bls

PERLAS DE POLIESTIRENO, Del 6 % al 18 % del Volumen del concreto

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

Ing. JOSÉ MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 14379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOTA: La muestra de agregado fue proporcionado por el solicitante.

CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA  
 Email : liajsac@gmail.com

CEL. : 951527929 ; 951835464



**1- PROCESO CONSTRUCTIVO**       $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Para el Proyecto Denominado :  
ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO  $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , EN AV. RAMOS,  
CAÑETE-2021

**2- RECOMENDACIONES**

- El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser de preferencia potable, se utilizara aguas No potables solo si están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras.
- El curado consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién vaciado, de manera que pueda desarrollar las propiedades deseadas.
- La duración del curado es de 7 días o el tiempo para alcanzar el 70 % de la resistencia especificada a la compresión o de acuerdo al cemento que se esta utilizando.
- Realizar pruebas de consistencia del concreto fresco a fin de ajustar el agua necesaria, toda vez que los materiales tienen humedad variables.

INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J. S.A.C.

  
ING. JOSÉ CARLOS MARICA QUISPE  
C.I.R. N° 11378 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA  
DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

---

CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : [iajsac@gmail.com](mailto:iajsac@gmail.com)

CEL. : 951527929 ; 951835464

Diseño de mezcla del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adición del 12% de perlas de poliestireno

CON ADICIÓN DE 12% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

**A&J** INVERSIONES E INGENIERÍA A&J S.A.C.  
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
RUC: 20448419160  
<http://inversioneseingenieriaaajsac.es.tl/>  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGÍA  
OFICINA: L7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

CERTIFICADO DM 001 - N° 0202-23

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE ARENA ASTM C-136 – 01 / AASHTO T 27**

SOLICITA	: ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO
TESIS	: ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO $F_c=280\text{ kg/cm}^2$ , EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021
UBICACIÓN	: AV. RAMOS -CAÑETE, DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA	: 15/05/2021

**ANALISIS GRANULOMETRICO PARA ARENA FINA**

CANTERA : CONTA ROMA

PESO UNITARIO SECO EN ESTADO SUELTO	1644 $\text{Kg/m}^3$
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO COMPACTO	1732 $\text{Kg/m}^3$
PESO ESPECIFICO	2.66 $\text{Gr/cm}^3$
PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	0.60 %
PORCENTAJE DE ABSORCION	1.10 %
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	N° 4
MODULO DE FINEZA	2.93
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	1867.0 Gr

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

TAMIZ		PESO RET. (GRS.)	RET (%)	(% ) RET . ACUM	PASA (%)
N°	ABERTURA (mm)				
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.0	100.00
N° 4	4.760	82.00	4.39	4.4	95.61
N° 8	2.380	180.00	9.64	14.0	85.97
N°16	1.190	240.00	12.85	26.9	73.11
N° 30	0.590	654.00	35.03	61.9	38.08
N° 50	0.297	480.00	25.71	87.6	12.37
N° 100	0.149	194.00	10.39	98.0	1.98
N° 200	0.074	26.00	1.39	99.4	0.59
-200		11.00	0.59	100.0	-
<b>Peso Inicial:</b>		1867.00			

Gramos

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

Ing. JOSE ELIAS MARCA QUISPE  
C.I.P. N° 41379 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOTA: La muestra de agregado fue proporcionado por el solicitante.

CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : iiajsac@gmail.com

CEL. : 951527929 ; 951835464

12% de PERLAS DE POLIESTIRENO

**A&J** INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.  
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
RUC: 20448419160

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA  
<http://inversioneseingenieriaaj.sac.es.il/>  
OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

CERTIFICADO DM 001 - N° 0202-21

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO ASTM C-136 - 01 / AASHTO T 27	
SOLICITA	: ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO
TESIS	: ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm2, EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021
UBICACIÓN	: AV. RAMOS-CAÑETE, DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA	: 15/05/2021

**ANALISIS GRANULOMETRICO PARA AGREGADO GRUESO**

CANTERA : CONTA ROMA

PESO UNITARIO SECO EN ESTADO SUELTO	1534 Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO COMPACTO	1610 Kg/m <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO	2.69 Gr/cm <sup>3</sup>
PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	0.40 %
PORCENTAJE DE ABSORCION	0.62 %
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"
MODULO DE FINEZA	4.20
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	10505.0 Gr

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

TAMIZ		PESOS RETENIDOS	RET (%)	(% ) RET . ACUM.	PASA (%)
Nº	ABERTURA (mm)				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.0	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.0	100.00
3/4"	19.050	4040.00	38.46	38.5	61.54
1/2"	12.700	5060.00	48.17	86.6	13.37
3/8"	9.525	980.00	9.33	96.0	4.05
Nº 4	4.760	320.00	3.05	99.0	1.00
Nº 8	2.380	98.00	0.93	99.9	0.07
Nº 200	0.074	2.00	0.02	100.0	0.05
-200		5.00	0.05	100.0	-
Peso Inicial:		10505.00			

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

Ing. JOSE LUIS MARCA QUISPE  
C.I.P. N° 111379 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOTA: La muestra de agregado fue proporcionado por el solicitante.

CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : iiajsac@gmail.com

CEL. : 951527929 ; 951835464

CON ADICIÓN DE 12% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

 <b>INVERSIONES e INGENIERÍA A.I.J. S.A.C.</b> CONSULTORA Y CONSTRUCTORA RUC: 20448419160	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA</b> <a href="http://inversioneseingenieriaaijsac.es.tl/">http://inversioneseingenieriaaijsac.es.tl/</a> <small>OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA</small>
--	--

CERTIFICADO DM 001 - N° 0202-21

**DISEÑO DE MEZCLA ACI 211.2- 280 KG/Cm2**

SOLICITA	: ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO
TESIS	: ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm2, EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021
UBICACIÓN	: AV. RAMOS -CAÑETE, DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA	: 15/05/2021

CANTERA : CONTA ROMA

DOSIFICACION DE CONCRETO PARA f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>  
 Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días en condiciones normales y en probetas cilíndricas de 6 " x 12"

a) CANTIDAD DE MATERIALES PARA UN METRO CUBICO			Bolsa		
Cemento Tipo I		463.52 Kg/m <sup>3</sup>			10.91
Arena		673.24 Kg/m <sup>3</sup>			15.84
Piedra		861.38 Kg/m <sup>3</sup>			20.27
Agua		229.32 Lt/m <sup>3</sup>			21.03
PERLAS DE POLIESTIRENO	12.00 %	120.00 Gr/m <sup>3</sup>			0.011
AIRE	0.00 %	0.00 Lt/m <sup>3</sup>			
	0.00 %	0.00 Lt/m <sup>3</sup>			
b) CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA					
A/C		0.45			
SLUMP TEST		4" - 6"			
Densidad		2347.45 Kg/m <sup>3</sup>			
c) PARA UNA BOLSA DE CEMENTO (01 pie 3)					
Cemento Tipo I		42.5 Kgs/bolsa			
Arena		61.73 Kgs/bolsa			
Piedra		78.98 Kgs/bolsa			
Agua		21.03 Lts/bolsa			
PERLAS DE POLIESTIRENO	12.00 %	11.00 gr/bolsa			
	0.00 %	0.00 Lts/bolsa			
	0.00 %	0.00 Lt/bolsa			
PROPORCION	Cemento Tipo I	Perlas de Poliestireno 12.00%	ARENA	PIEDRA	AGUA
PROPORCION EN PESO	1	0.011	1.45	1.86	0.49
PROPORCION EN VOLUMEN	1	0.120	1.69	2.44	21.03 Lt/Bl

PERLAS DE POLIESTIRENO, Del 6 % al 18 % del Volumen del concreto

INVERSIONES E INGENIERIA A.I.J. S.A.C.  
 Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 171379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOTA: La muestra de agregado fue proporcionado por el solicitante.

CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA  
 Email : iiajsac@gmail.com

CEL : 951527929 ; 951835464

12% DE PERLAS DE POLIESTIRENO



#### 1- PROCESO CONSTRUCTIVO $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Para el Proyecto Denominado :  
ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO  $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , EN AV. RAMOS ,  
CAÑETE-2021

#### 2- RECOMENDACIONES

- El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser de preferencia potable, se utilizara aguas No potables solo si están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras.
- El curado consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién vaciado, de manera que pueda desarrollar las propiedades deseadas.
- La duración del curado es de 7 días o el tiempo para alcanzar el 70 % de la resistencia especificada a la compresión o de acuerdo al cemento que se esta utilizando.
- Realizar pruebas de consistencia del concreto fresco a fin de ajustar el agua necesaria, toda vez que los materiales tienen humedad variables.

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
C.I.P. N° 121379 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : [iiajsac@gmail.com](mailto:iiajsac@gmail.com)

CEL. : 951527929 ; 951835464

Diseño de mezcla del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con adición del 18% de perlas de poliestireno

18% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

**A&J** INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.  
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
RUC: 20448419160

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA  
<http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/>  
OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

CERTIFICADO DM 001 - N° 0202-24

ANALISIS GRANULOMETRICO DE ARENA ASTM C-136 - 01 / AASHTO T 27	
SOLICITA	: ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO
TESIS	: ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO $F_c=280\text{ kg/cm}^2$ , EN AV. RAMOS , CAÑETE-2021
UBICACIÓN	: AV. RAMOS -CAÑETE , DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA	: 15/05/2021

**ANALISIS GRANULOMETRICO PARA ARENA FINA**

CANTERA : CONTA ROMA

PESO UNITARIO SECO EN ESTADO SUELTO	1644 $\text{Kg/m}^3$
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO COMPACTO	1732 $\text{Kg/m}^3$
PESO ESPECIFICO	2.66 $\text{Gr/cm}^3$
PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	0.60 %
PORCENTAJE DE ABSORCION	1.10 %
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	N° 4
MODULO DE FINEZA	2.93
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	1867.0 Gr

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

TAMIZ		PESO RET. (GRS.)	RET (%)	(% ) RET . ACUM	PASA (%)
N°	ABERTURA (mm)				
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.0	100.00
N° 4	4.760	82.00	4.39	4.4	95.61
N° 8	2.380	180.00	9.64	14.0	85.97
N° 16	1.190	240.00	12.85	26.9	73.11
N° 30	0.590	654.00	35.03	61.9	38.08
N° 50	0.297	480.00	25.71	87.6	12.37
N° 100	0.149	194.00	10.39	98.0	1.98
N° 200	0.074	26.00	1.39	99.4	0.59
-200		11.00	0.59	100.0	-
<b>Peso Inicial:</b>		1867.00			

Gramos

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
C.I.P. N° 741379 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOTA: La muestra de agregado fue proporcionado por el solicitante.

CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : iiajsac@gmail.com

CEL : 951527929 ; 951835464





18% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA**  
<http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/>  
OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

CERTIFICADO DM 001 - N° 0202-21

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO ASTM C-136 - 01 / AASHTO T 27	
SOLICITA	: ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO
TESIS	: ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm2, EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021
UBICACIÓN	: AV. RAMOS - CAÑETE, DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA	: 15/05/2021

**ANALISIS GRANULOMETRICO PARA AGREGADO GRUESO**

CANTERA : CONTA ROMA

PESO UNITARIO SECO EN ESTADO SUELTO	1534 Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO COMPACTO	1610 Kg/m <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO	2.69 Gr/cm <sup>3</sup>
PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	0.40 %
PORCENTAJE DE ABSORCION	0.62 %
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"
MODULO DE FINEZA	4.20
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	10505.0 Gr

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

TAMIZ		PESOS RETENIDOS	RET (%)	(% ) RET . ACUM.	PASA (%)
Nº	ABERTURA (mm)				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.0	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.0	100.00
3/4"	19.050	4040.00	38.46	38.5	61.54
1/2"	12.700	5060.00	48.17	86.6	13.37
3/8"	9.525	980.00	9.33	96.0	4.05
Nº 4	4.760	320.00	3.05	99.0	1.00
Nº 8	2.380	98.00	0.93	99.9	0.07
Nº 200	0.074	2.00	0.02	100.0	0.05
-200		5.00	0.05	100.0	-
<b>Peso Inicial:</b>		10505.00			

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

Ing. JOSÉ EMAS MARCA QUISPE  
C.I.P. N° 141379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOTA: La muestra de agregado fue proporcionado por el solicitante.

CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : iiajsac@gmail.com

CEL. : 951527929 ; 951835464

CON ADICION DE PERLAS POLIESTIRENO EN 18%



CERTIFICADO DM 001 - N° 0202-21

**DISEÑO DE MEZCLA ACI 211.2- 280 KG/Cm2**

SOLICITA	: ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO
TESIS	: ADICION DE PERLAS POLIESTIRENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm2, EN AV. RAMOS , CAÑETE-2021
UBICACIÓN	: AV. RAMOS -CAÑETE , DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA	: 15/05/2021

CANTERA : CONTA ROMA

DOSIFICACION DE CONCRETO PARA Fc 280 kg/cm<sup>2</sup>  
Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días en condiciones normales y en probetas cilíndricas de 6 " x 12"

a) CANTIDAD DE MATERIALES PARA UN METRO CUBICO			Bolsa 42.5Kg		
Cemento Tipo I		463.52 Kg/m <sup>3</sup>			10.91
Arena		673.24 Kg/m <sup>3</sup>			15.84
Piedra		801.38 Kg/m <sup>3</sup>			18.86
Agua		229.32 Lt/m <sup>3</sup>			21.03
PERLAS DE POLIESTIRENO	18.00 %	180.00 Gr/m <sup>3</sup>			0.017
AIRE	0.00 %	0.00 Lt/m <sup>3</sup>			
	0.00 %	0.00 Lt/m <sup>3</sup>			
b) CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA					
A/C		0.45			
SLUMP TEST		4" - 6"			
Densidad		2347.45 Kg/m <sup>3</sup>			
c) PARA UNA BOLSA DE CEMENTO (01 pie 3)					
Cemento Tipo I		42.5 Kgs/bolsa			
Arena		61.73 Kgs/bolsa			
Piedra		73.48 Kgs/bolsa			
Agua		21.03 Lts/bolsa			
PERLAS DE POLIESTIRENO	18.00 %	16.50 gr/bolsa			
	0.00 %	0.00 Lts/bolsa			
	0.00 %	0.00 Lt/bolsa			
PROPORCION	Cemento Tipo I	Perlas de Poliestireno 18.00%	ARENA	PIEDRA	AGUA
PROPORCION EN PESO	1	0.017	1.45	1.73	0.49
PROPORCION EN VOLUMEN	1	0.180	1.69	2.44	21.03 Lt/Bls

PERLAS DE POLIESTIRENO, Del 6 % al 18 % del Volumen del concreto **INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J. S.A.C.**

**Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE**  
C.I.F. N° 141379 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

NOTA: La muestra de agregado fue proporcionado por el solicitante.

CALLE LOS ROBLES M2-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : iiajsac@gmail.com

CEL. : 951527929 ; 951835464



**1- PROCESO CONSTRUCTIVO**       $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Para el Proyecto Denominado :  
ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO  $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , EN AV. RAMOS,  
CAÑETE-2021

**2- RECOMENDACIONES**

- El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser de preferencia potable, se utilizara aguas No potables solo si están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras.
- El curado consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién vaciado, de manera que pueda desarrollar las propiedades deseadas.
- La duración del curado es de 7 días o el tiempo para alcanzar el 70 % de la resistencia especificada a la compresión o de acuerdo al cemento que se esta utilizando.
- Realizar pruebas de consistencia del concreto fresco a fin de ajustar el agua necesaria, toda vez que los materiales tienen humedad variables.

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
C.I.P. N° 141579 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA  
DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : [iajsac@gmail.com](mailto:iajsac@gmail.com)

CEL. : 951527929 ; 951835464

# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO

## Rotura de probetas – a los 07 días de curación del concreto



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA**  
<http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/>  
 OFICINA 1 : AV. RAMOS, CORONDO, CIUDAD EL SOL, IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

### ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO NTP 339.034 - ASTM C39

SOLICITA : ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO  
 TESIS : Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f'c=280kg/cm<sup>2</sup>, en Av. Ramos, Cañete- 2021  
 UBICACIÓN : AV. RAMOS - CAÑETE DISTRITO DE IMPERIAL-PROVINCIA DE CAÑETE - REGION DE LIMA  
 FECHA : 22/05/2021

CANTERA : CONTA ROMIA

Ensayo de resistencia a la Compresion Simple en Probetas Standard de Concreto.

#### PROBETAS DE CONCRETO - "PATRÓN" RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm<sup>2</sup>

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGUN DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	TENSION MAX (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)	CODIGO DE PROBETA	PRUEBA DE LABORATORIO		OBSERVACION
											DOSIFICACION	DOSIFICACION	
1	15/05/2021	7	22/05/2021	280	37,164.00	45.02	177.20	209.73	74.9	M-1	ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO f'c=280 Kg/Cm <sup>2</sup>	ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO f'c=280 Kg/Cm <sup>2</sup>	RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm <sup>2</sup>
2	15/05/2021	7	22/05/2021	280	36,380.00	15.03	177.36	205.12	73.3	M-2	ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO f'c=280 Kg/Cm <sup>2</sup>	ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO f'c=280 Kg/Cm <sup>2</sup>	RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm <sup>2</sup>
3	15/05/2021	7	22/05/2021	280	36,540.55	15.03	177.42	205.95	73.6	M-3	ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO f'c=280 Kg/Cm <sup>2</sup>	ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO f'c=280 Kg/Cm <sup>2</sup>	RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm <sup>2</sup>

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - CALLE LOS ROBLES Nº 841-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL, CAÑETE - LIMA**  
 Email : [liajsac@gmail.com](mailto:liajsac@gmail.com) CEL : 951527929 ; 951835464

**DESARROLLO DE ESTUARIOS (Tiempo/porcentaje)**  
 Resistencia Rotura de Probetas  
 7 DIAS DE MADUREZ Desde 70% hasta 85%  
 14 DIAS DE MADUREZ Desde 85% hasta 95%  
 28 DIAS DE MADUREZ Desde 100% hasta 120%

**OBSERVACION :** Las probetas fueron elaboradas en nuestro laboratorio, de acuerdo al diseño 280 kg/cm<sup>2</sup>.

ELABORADO POR: **FRAN INVERSIONES E INGENIERIA S.A.S.C.**  
 INGENIERO CIVIL  
 ING. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
 FECHA: 22/05/2021

REVISADO POR: **FRAN INVERSIONES E INGENIERIA S.A.S.C.**  
 INGENIERO CIVIL  
 ING. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
 FECHA: 22/05/2021

APROBADO POR: **FRAN INVERSIONES E INGENIERIA S.A.S.C.**  
 INGENIERO CIVIL  
 ING. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
 FECHA: 22/05/2021

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - CALLE LOS ROBLES Nº 841-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL, CAÑETE - LIMA



**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO**

NTP 339.034 - ASTM C39

**SOLICITA :** ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO  
**TESIS :** Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos, Cañete- 2021  
**UBICACIÓN :** AV. RAMOS - CAÑETE DISTRITO DE IMPERIAL-PROVINCIA DE CAÑETE - REGION DE LIMA  
**FECHA :** 22/05/2021

**CANTERA :** CONTA ROMA  
**Ensayo de resistencia a la Compresion Simple en Probetas Standar de Concreto.**

**Probetas de Concreto - "C/Adición de 6% de PERLAS POLIESTIRENO"**  
**RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROBETAS AL OS 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/cm2**

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGUN DISEÑO (kg/cm2)	TENSIÓN MAX (kg/cm2)	DIAMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	CODIGO DE PROBETA	PRUEBA DE LABORATORIO		OBSERVACION
											ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO EN 6,00 %	ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO EN 6,00 %	
1	15/05/2021	7	22/05/2021	280	35.655.12	15.02	177.20	201.22	71.9	M-1	Adición de Perlas de Poliestireno en 6.00 %	RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROBETAS AL OS 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/cm2	
2	15/05/2021	7	22/05/2021	280	35.881.35	15.03	177.36	202.30	72.3	M-2	Adición de Perlas de Poliestireno en 6.00 %	RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROBETAS AL OS 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/cm2	
3	15/05/2021	7	22/05/2021	280	35.711.99	15.03	177.42	201.28	71.9	M-3	Adición de Perlas de Poliestireno en 6.00 %	RESULTADOS DE LA ROTURA DE PROBETAS AL OS 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/cm2	

**OBSERVACION :**  
 OBSERVACION : Las probetas fueron elaboradas en nuestro laboratorio, de acuerdo al diseño 280 kg/cm2.

**Desarrollo de Esfuerzos (Tiempo/Percentage)**  
 Resistencia Rotura de Probetas  
 7 DIAS DE MADUREZ Desde 70% hasta 85%  
 14 DIAS DE MADUREZ Desde 85% hasta 95%  
 28 DIAS DE MADUREZ Desde 100% hasta 120%

**ELABORADO POR:** FIRMAS INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.S.  
**REVISADO POR:** FIRMAS INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.S.  
**FECHA:** DE 2021/05/22 A 2021/05/22

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.S.  
 Consultora y Constructora  
  
 JOAQUÍN JARAMANI  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - CALLE LOS ROBLES M5-8A-L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA  
 Email : liajsac@gmail.com  
 CEL : 951527929 ; 951835464



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA**  
<http://inversioneingenieriaajsac.es.tl/>  
 OFICINA: L-7 AV. RAMOS, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

**INVERSIONES E INGENIERIA A.J. SAC**  
**CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**  
 RUC: 20448419160

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO**  
 NTP 339.034 - ASTM C39

SOLICITA : ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO  
 TESIS : Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. ramos, Cañete- 2021  
 UBICACIÓN : AV. RAMOS - CAÑETE DISTRITO DE IMPERIAL-PROVINCIA DE CAÑETE - REGION DE LIMA  
 FECHA : 22/05/2021

CANTERA : CONTA ROMA

**Pruebas de Concreto "C/Adición de 12% de PERLAS POLIESTIRENO"**  
 RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/cm2

Ensayo de resistencia a la Compresión Simple en Probetas Estándar de Concreto.

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGUN DISEÑO (kg/cm2)	TENSION MAX (kg/cm2)	DIAMETRO (cm2)	AREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	CODIGO DE PROBETA	PRUEBA DE LABORATORIO	
											OBSERVACION	DOSIIFICACION
1	15/05/2021	7	22/05/2021	280	35,771.90	15.02	177.20	201.88	72.1	M-1	Adición de Perlas de Poliestireno en 12.00 %	RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/cm2
2	15/05/2021	7	22/05/2021	280	35,812.15	15.03	177.36	201.91	72.1	M-2	Adición de Perlas de Poliestireno en 12.00 %	RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/cm2
3	15/05/2021	7	22/05/2021	280	35,040.90	15.03	177.42	197.50	70.5	M-3	Adición de Perlas de Poliestireno en 12.00 %	RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/cm2

**OBSERVACION :**  
 OBSERVACION : Las probetas fueron elaboradas en nuestro laboratorio, de acuerdo al diseño 280 kg/cm2.

Desarrollo de Esfuerzos (Tiempo/Porcentaje)  
 Resistencia Rotura de Probetas  
 7 DIAS DE MADUREZ Desde 70% hasta 85%  
 14 DIAS DE MADUREZ Desde 85% hasta 95%  
 28 DIAS DE MADUREZ Desde 100% hasta 120%

ELABORADO POR:  
 Firma: **INGENIEROS E INGENIERIA A.J. SAC**  
 REVISADO POR:  
 Firma: **INGENIEROS E INGENIERIA A.J. SAC**  
 APROBADO POR:  
 Firma: **INGENIEROS E INGENIERIA A.J. SAC**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - CALLE LOS ROBLES MS-BA-I-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA  
 Email : [iaajsac@gmail.com](mailto:iaajsac@gmail.com)  
 CEL. : 951527929 ; 951835464

INGENIEROS E INGENIERIA A.J. SAC  
 Consultora Constructora  
**LUIS CARLOS MAMANI**  
 GERENTE GENERAL



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA**  
<http://inversioneseingenieriaajj.sac.es.tl/>  
 ORIGINAL Y VÁLIDA COMO CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

**INVERSIONES E INGENIERIA A.J.J S.A.C**  
**CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**  
**RUC: 20448419160**

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO**  
 NTP 339.034 - ASTM C39

SOLICITA : ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO  
 TESIS : Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. ramos, Cañete- 2021  
 UBICACIÓN : AV. RAMOS - CAÑETE DISTRITO DE IMPERIAL-PROVINCIA DE CAÑETE - REGION DE LIMA  
 FECHA : 22/05/2021

CANTERA : CONTA ROMA

**Probetas de Concreto "C/Adición de 18% de PERLAS POLIESTIRENO"**  
 RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/cm2

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGUN DISEÑO (kg/cm2)	TENSION MAX (kg/cm2)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	CODIGO DE PROBETA	PRUEBA DE LABORATORIO		OBSERVACION
											ADICIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO EN 18.00%	RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/cm2	
1	15/05/2021	7	22/05/2021	280	35,405.60	15.02	177.20	199.81	71.4	M-1	Adición de Perlas de Poliestireno en 18.00%	RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/cm2	
2	15/05/2021	7	22/05/2021	280	34,981.85	15.03	177.36	197.23	70.4	M-2	Adición de Perlas de Poliestireno en 18.00%	RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/cm2	
3	15/05/2021	7	22/05/2021	280	34,041.10	15.03	177.42	191.86	68.5	M-3	Adición de Perlas de Poliestireno en 18.00%	RESULTADOS DE 7 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/cm2	

**ELABORADO POR:** INVERSIONES E INGENIERIA A.J.J S.A.C. Firma: *[Firma]*  
**REVISADO POR:** INVERSIONES E INGENIERIA A.J.J S.A.C. Firma: *[Firma]*

**DESEMPEÑO DE ESTIERNOS (Tiempo/porcentaje)**  
 Resistencia Rotura de Pruebas  
 7 DIAS DE MADUREZ Desde 70% hasta 85%  
 14 DIAS DE MADUREZ Desde 85% hasta 95%  
 28 DIAS DE MADUREZ Desde 100% hasta 120%

**OBSERVACION :** Las probetas fueron elaboradas en nuestro laboratorio, de acuerdo al diseño 280 kg/cm2.

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - CALLE LOS ROBLES MS-BA-1-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA**  
 Email : [iiajsac@gmail.com](mailto:iiajsac@gmail.com) CEL. : 951527929 ; 951835464

**INVERSIONES E INGENIERIA A.J.J S.A.C.**  
 INGENIEROS E INGENIERA A.J.J S.A.C.  
**ING. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 15653 - INGENIERO DE ARQUITECTURA  
 C.I.P. N° 15653 - INGENIERO DE PAVIMENTOS  
 DE SUELOS Y FUNDACIONES  
**ING. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 15653 - INGENIERO DE ARQUITECTURA  
 C.I.P. N° 15653 - INGENIERO DE PAVIMENTOS  
 DE SUELOS Y FUNDACIONES

**INVERSIONES E INGENIERIA A.J.J S.A.C.**  
 CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
**ING. JULIANA ARIAS MAMANI**  
 GERENTE GENERAL

# Rotura de probetas – a los 14 días de curación del concreto



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA**  
<http://inversionesingenieriaaaj.sac>  
 CALLE LOS ROBLES M2-BAL-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

**INVERSIONES E INGENIERIA A.A.J. S.A.C.**  
 CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
 RUC: 20448419160

## ENSAJO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO

NTP 339.034 - ASTM C39

SOLICITA : ALEJANDRO YURI TICOMA PEÑASCO  
 TESIS : Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos, Cañete. 2021  
 UBICACIÓN : AV. RAMOS - CAÑETE DISTRITO DE IMPERIAL-PROVINCIA DE CAÑETE - REGION DE LIMA  
 FECHA : 22/05/2021

CANTERA : CONTA ROMA

Ensayo de resistencia a la Compresion Simple en Probetas Standar de Concreto.

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGUN DISEÑO (kg/cm2)	TENSION MAX (kg/cm2)	DIAMETRO (cm2)	AREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	CODIGO DE PROBETA	PRUEBA DE LABORATORIO		OBSERVACION
											DOSESIFICACION	RESULTADOS	
1	15/05/2021	14	29/05/2021	280	45,310.33	15.02	177.20	255.70	91.3	M-1	ROTURA DE BRIQUETA DE DE CONCRETO $f_c=280\text{ Kg/Cm}^2$	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2
2	15/05/2021	14	29/05/2021	280	45,985.60	15.03	177.36	259.27	92.6	M-2	ROTURA DE BRIQUETA DE DE CONCRETO $f_c=280\text{ Kg/Cm}^3$	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2
3	15/05/2021	14	29/05/2021	280	45,899.95	15.03	177.42	258.70	92.4	M-3	ROTURA DE BRIQUETA DE DE CONCRETO $f_c=280\text{ Kg/Cm}^4$	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2

OBSERVACION : Las probetas fueron elaboradas en nuestro laboratorio, de acuerdo al diseño 280 kg/cm2.

Desarrollo de Esfuerzos (Tiempo/Porcentaje)  
 Resistencia Rotura de Probetas  
 7 DIAS DE MADURES Desde 70% hasta 85%  
 14 DIAS DE MADURES Desde 85% hasta 95%  
 28 DIAS DE MADURES Desde 100% hasta 120%

Elaborado por: INVERSIONES E INGENIERIA A.A.J. S.A.C.  
 Firmo: Inq. JOSÉ ELIÚ MARCA QUISPE  
 INGENIERO CIVIL  
 CLIP IN LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, PAVIMENTOS Y ASFALTOS

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - CALLE LOS ROBLES M2-BAL-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA  
 Email : iiajsac@gmail.com

Aprobado por: INVERSIONES E INGENIERIA A.A.J. S.A.C.  
 Firmo: Inq. JOSÉ ELIÚ MARCA QUISPE  
 INGENIERO CIVIL  
 CLIP IN LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, PAVIMENTOS Y ASFALTOS

INVERSIONES E INGENIERIA A.A.J. S.A.C.  
 CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
 JUAN MARIAS MARIANI  
 GERENTE GENERAL

CEL. : 951527929 ; 951835464





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA  
<http://inversioneseingenieriaaiaj.sac.es.tl/>  
 ORIGINAL - C/ AV. RAMOS - CAÑETE - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

**A&J** INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.  
 CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
 RUC: 20448419160

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO**  
 NTP 339.034 - ASTM C39

SOLICITA : ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO  
 TESIS : Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos, Cañete, 2021  
 UBICACIÓN : AV. RAMOS - CAÑETE DISTRITO DE IMPERIAL-PROVINCIA DE CAÑETE - REGION DE LIMA  
 FECHA : 22/05/2021

**CANTERA : CONTA ROMA**  
 Ensayo de resistencia a la Compresión Simple en Probetas Simple de Concreto.

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGUN DISEÑO (kg/cm2)	TENSION MAX (kg/cm2)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	CODIGO DE PROBETA	PRUEBA DE LABORATORIO		OBSERVACION
											DOSIFICACION		
1	15/05/2021	14	29/05/2021	280	44,712.58	15.02	177.20	252.33	90.1	M-1	Adición de Perlas de Poliestireno en 6.00 %		RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/cm2
2	15/05/2021	14	29/05/2021	280	45,851.83	15.03	177.36	258.52	92.3	M-2	Adición de Perlas de Poliestireno en 6.00 %		RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/cm2
3	15/05/2021	14	29/05/2021	280	45,886.13	15.03	177.42	257.50	92.0	M-3	Adición de Perlas de Poliestireno en 6.00 %		RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/cm2

**OBSERVACION :** Las probetas fueron elaboradas en nuestro laboratorio, de acuerdo al diseño 280 kg/cm2.

Desarrollo de Esfuerzos (Tiempo/Porcentaje)  
 Resistencia Rotura de Probetas  
 7 DIAS DE MADUREZ Desde 70% hasta 85%  
 14 DIAS DE MADUREZ Desde 85% hasta 95%  
 28 DIAS DE MADUREZ Desde 100% hasta 120%

ELABORACIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.  
 Firma:   
 Ing. JOSE ELIAS MARICA QUISPE  
 C.I.P. N° 44153 INGENIERO CIVIL  
 CLP N° 1435 LABORADOR DE ASISTENTES  
 JEFE DE LOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO  
 Firma:   
 Ing. JOSE ELIAS MARICA QUISPE  
 C.I.P. N° 44153 INGENIERO CIVIL  
 CLP N° 1435 LABORADOR DE ASISTENTES  
 JEFE DE LOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ELABORACIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.  
 Firma:   
 Ing. JOSE ELIAS MARICA QUISPE  
 C.I.P. N° 44153 INGENIERO CIVIL  
 CLP N° 1435 LABORADOR DE ASISTENTES  
 JEFE DE LOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

APROBADO POR:  
 Firma:   
 JUAN CARLOS SOLIS  
 C.I.P. N° 44153 INGENIERO CIVIL  
 CLP N° 1435 LABORADOR DE ASISTENTES  
 JEFE DE LOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - CALLE LOS ROBLES M2-BAL-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA  
 Email : [iajsac@gmail.com](mailto:iajsac@gmail.com) CEL. : 951527929 ; 951835464



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGÍA**  
<http://inversioneseingenieriaiajsac.es.tl/>  
CALLE LOS ROBLES M2-BAL-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

**INVERSIONES E INGENIERÍA A.S.J. S.A.C.**  
**CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**  
**RUC: 20448419160**

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO**  
 NTP 339.034 - ASTM C39

SOLICITA : ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO  
 TESIS : Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos, Cañete. 2021  
 UBICACIÓN : AV. RAMOS - CAÑETE DISTRITO DE IMPERIAL-PROVINCIA DE CAÑETE - REGION DE LIMA  
 FECHA : 22/05/2021

**Probetas de Concreto "C/Adición de 12% de PERLAS POLIESTIRENO"**  
 RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/cm2

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGUN DISEÑO (kg/cm2)	TENSION MAX (kg/cm2)	DIAMETRO (cm2)	AREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	CODIGO DE PROBETA	PRUEBA DE LABORATORIO		OBSERVACION
											DOSIFICACION	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/cm2	
1	15/05/2021	14	29/05/2021	280	44,712.58	15.02	177.20	252.33	90.1	M-1	Adición de Perlas de Poliestireno en 12.00 %	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/cm2	
2	15/05/2021	14	29/05/2021	280	44,933.68	15.03	177.36	253.34	90.5	M-2	Adición de Perlas de Poliestireno en 12.00 %	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/cm2	
3	15/05/2021	14	29/05/2021	280	45,377.77	15.03	177.42	255.76	91.3	M-3	Adición de Perlas de Poliestireno en 12.00 %	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/cm2	

**OBSERVACION :** Las probetas fueron elaboradas en nuestro laboratorio, de acuerdo al diseño 280 kg/cm2.

DESENVOLVEDOR: INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J. S.A.C.  
 Firmas:

REVISADO POR: INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J. S.A.C.  
 Firmas:

ING. JOSE ELIA MARACA QUISPE  
 CIP: 14317 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALIDAD EN CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 REVISOR: INGENIERO EN CONCRETOS Y PAVIMENTOS

DESENVOLVIDOR: INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J. S.A.C.  
 Firmas:

REVISADO POR: INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J. S.A.C.  
 Firmas:

ING. JOSE ELIA MARACA QUISPE  
 CIP: 14317 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALIDAD EN CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
 REVISOR: INGENIERO EN CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA**  
<http://inversioneingenieriaajsac.es.tl/>  
 OFICINA: L-2, AV. RAMOS, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

**INVERSIONES E INGENIERIA A.J.S.A.C.**  
**CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**  
 RUC: 20448419160

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO**  
 NTP 339.034 - ASTM C39

SOLICITA : ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO  
 TESIS : Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos, Cañete, 2021  
 UBICACIÓN : AV. RAMOS - CAÑETE DISTRITO DE IMPERIAL-PROVINCIA DE CAÑETE - REGION DE LIMA  
 FECHA : 22/05/2021

**CANTERA : CONTA ROMA**  
**Ensayo de resistencia a la Compresion Simple en Probetas Standar de Concreto.**

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGUN DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TENSION MAX (kg/cm <sup>2</sup> )	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)	CODIGO DE PROBETA	PRUEBA DE LABORATORIO		OBSERVACION
											ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO EN 18.00 %	ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO EN 18.00 %	
1	15/05/2021	14	29/05/2021	280	44,585.36	15.02	177.20	251.61	89.9	M-1	ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO EN 18.00 %	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2	
2	15/05/2021	14	29/05/2021	280	44,482.93	15.03	177.36	250.80	89.6	M-2	ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO EN 18.00 %	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2	
3	15/05/2021	14	29/05/2021	280	44,354.30	15.03	177.42	249.99	89.3	M-3	ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO EN 18.00 %	RESULTADOS DE 14 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2	

**OBSERVACION :** Las probetas fueron elaboradas en nuestro laboratorio, de acuerdo al diseño 280 kg/cm<sup>2</sup>.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - CALLE LOS ROBLES M-8A L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA.  
 Email : liajsac@gmail.com  
 CEL : 951527929 ; 951835464

**ELABORADO POR:** INVERSIONES E INGENIERIA A.J.S.A.C.  
**REVISADO POR:** INVERSIONES E INGENIERIA A.J.S.A.C.  
**FECHA:**  
**APROBADO POR:**  
**FECHA:**

**ING. JOSE ELI GUZMAN QUISPE**  
 C.E.P. INGENIERO CIVIL  
 C.E.P. LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
**ING. JOSE ELI GUZMAN QUISPE**  
 C.E.P. INGENIERO CIVIL  
 C.E.P. LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**ING. JULIA RAMOS IMPERIAL**  
 INGENIEROS E INGENIERA PARA S.A. S.A.  
 INGENIERIA Y CONSULTORIA  
 GERENTE GENERAL

# Rotura de probetas – a los 28 días de curación del concreto



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA**  
<http://inversioneseingenieriaaj.com>  
 CALLES 12, AV. RAMOS, CAÑETE, LIMA

**INVERSIONES E INGENIERIA A.J. S.A.C.**  
**CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**  
**RUC: 20448419160**

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO

NTP 339.034 - ASTM C39

SOLICITA : ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO  
 TESIS : Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos, Cañete- 2021  
 UBICACIÓN : AV. RAMOS - CAÑETE DISTRITO DE IMPERIAL-PROVINCIA DE CAÑETE - REGION DE LIMA  
 FECHA : 22/05/2021

### PROBETAS DE CONCRETO - "PATRON"

RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGUN DISEÑO (kg/cm2)	TENSION MAX (kg/cm2)	DIAMETRO (cm2)	AREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	CODIGO DE PROBETA	PRUEBA DE LABORATORIO		OBSERVACION
											DOSIFICACION		
1	15/05/2021	28	12/06/2021	280	50,590.33	15.02	177.20	285.50	102.0	M-1	ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO $f_c=280\text{Kg/Cm}^2$		RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/Cm2
2	15/05/2021	28	12/06/2021	280	50,985.60	15.03	177.36	287.46	102.7	M-2	ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO $f_c=280\text{Kg/Cm}^2$		RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/Cm2
3	15/05/2021	28	12/06/2021	280	50,560.50	15.03	177.42	284.97	101.8	M-3	ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO $f_c=280\text{Kg/Cm}^2$		RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/Cm2

**INVERSIONES E INGENIERIA A.J. S.A.C.**  
 CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
**JUAN PABLO MAMANI**  
 GERENTE GENERAL

**OBSERVACION :** Las probetas fueron elaboradas en nuestro laboratorio, de acuerdo al diseño 280 kg/cm2.

**DECLARACION DE EFUERZOS (Tiempo/Porcentaje)**  
 Resistencia Rotura de Probetas  
 7 DIAS DE MADUREZ Desde 70% hasta 85%  
 14 DIAS DE MADUREZ Desde 85% hasta 95%  
 28 DIAS DE MADUREZ Desde 100% hasta 120%

ELABORADO POR: **INVERSIONES E INGENIERIA A.J. S.A.C.**  
 Firmas: **ING. JOSÉ P. LA ROSA A. QUISPE**  
 REGISTRO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS  
 REGISTRO DE LOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

REVISADO POR: **INVERSIONES E INGENIERIA A.J. S.A.C.**  
 Firmas: **JUAN PABLO MAMANI**  
 GERENTE GENERAL



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA**  
<http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/>  
 OFICINA: C/ AV. RAMOS, 2021, CIUDAD DEL SOL, IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

**INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J S.A.C**  
**CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**  
 RUC: 20448419160

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO**

NTP 339.034 - ASTM C39

SOLICITA : ALEJANDRO YURI TICOMA PEÑASCO

TESES : Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f'c=280kg/cm2, en Av. Ramos, Cañete- 2021

UBICACIÓN : AV. RAMOS - CAÑETE DISTRITO DE IMPERIAL-PROVINCIA DE CAÑETE - REGION DE LIMA

FECHA : 22/05/2021

CANTERA : CONITA ROMA

Ensayo de resistencia a la Compresion Simple en Probetas Standar de Concreto.

**Probetas de Concreto - "C/Adición de 6% de PERLAS POLIESTIRENO"**

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGUN DISEÑO (kg/cm2)	TENSION MAX (kg/cm2)	DIAMETRO (cm2)	AREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	CODIGO DE PROBETA	PRUEBA DE LABORATORIO		OBSERVACION
											DOSIFICACION		
1	15/05/2021	28	12/06/2021	280	50,515.63	15.02	177.20	285.08	101.8	M-1	Adición de Perlas de Poliestireno en 6.00 %		RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/Cm2
2	15/05/2021	28	12/06/2021	280	50,598.56	15.03	177.36	285.28	101.9	M-2	Adición de Perlas de Poliestireno en 6.00 %		RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/Cm2
3	15/05/2021	28	12/06/2021	280	50,562.35	15.03	177.42	284.98	101.8	M-3	Adición de Perlas de Poliestireno en 6.00 %		RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 kg/Cm2

EL REVISADO POR: **INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J S.A.C.**

Firma: **Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE**  
 C.I. N° 41379 - INGENIERO CIVIL  
 CLASE DE LABORATORIOS Y PAVIMENTOS  
 DE LOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

FECHA: 22/05/2021

REVISADO POR: **INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J S.A.C.**

Firma: **Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE**  
 C.I. N° 41379 - INGENIERO CIVIL  
 CLASE DE LABORATORIOS Y PAVIMENTOS  
 DE LOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

FECHA: 22/05/2021

**OBSERVACION :** Las probetas fueron elaboradas en nuestro laboratorio, de acuerdo al diseño 280 kg/cm2.

Desarrollo de Esfuerzos (Tiempo/Porcentaje)  
 Resistencia Rotura de Probetas  
 7 DIAS DE MADURES : Desde 70% hasta 85%  
 14 DIAS DE MADURES : Desde 85% hasta 95%  
 28 DIAS DE MADURES : Desde 100% hasta 100%

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - CALLE LOS NOBLES M2-B-A L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : [itajsac@gmail.com](mailto:itajsac@gmail.com)

CEL : 95157929 ; 951835464



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA**  
<http://inversioneingenieriaajsac.es.tl/>  
 OFICINA: L-7, Av. B-6, COM. ESTAD. EL SOL, IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

**INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J. S.A.C.**  
**CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**  
 RUC: 20448419160

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO**  
 NTP 339.034 - ASTM C39

SOLICITA : ALEJANDRO YURI TICOMA PEÑASCO  
 TESIS : Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18%, para diseño de pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos, Cañete- 2021  
 UBICACIÓN : AV. RAMOS - CAÑETE DISTRITO DE IMPERIAL-PROVINCIA DE CAÑETE - REGION DE LIMA  
 FECHA : 22/05/2021

**CANTERA : CONITA ROMA**  
**Ensayo de resistencia a la Compresión Simple en Probetas Estándar de Concreto.**

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGUN DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	TENSION MAX (kg/cm <sup>2</sup> )	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)	CODIGO DE PROBETA	PRUEBA DE LABORATORIO	
											DOSEIFICACION	OBSERVACION
1	15/05/2021	28	12/06/2021	280	50,249.36	15.02	177.20	283.58	101.3	M-1	Adición de Perlas de Poliestireno en 12.00 %	RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2
2	15/05/2021	28	12/06/2021	280	50,501.01	15.03	177.36	284.73	101.7	M-2	Adición de Perlas de Poliestireno en 12.00 %	RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2
3	15/05/2021	28	12/06/2021	280	50,171.68	15.03	177.42	282.78	101.0	M-3	Adición de Perlas de Poliestireno en 12.00 %	RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2

**OBSERVACION :**  
 OBSERVACION : Las probetas fueron elaboradas en nuestro laboratorio, de acuerdo al diseño 280 kg/cm<sup>2</sup>.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - CALLE LOS ROBLES M-8A L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA  
 Email : iiajsac@gmail.com  
 CEL : 951527929 ; 951835464

**INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J. S.A.C.**

APROBADO POR: \_\_\_\_\_  
 Firma: \_\_\_\_\_

REVISADO POR: \_\_\_\_\_  
 Firma: \_\_\_\_\_

Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 141376 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DEL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

REVISADO POR: \_\_\_\_\_  
 Firma: \_\_\_\_\_

Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 141376 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DEL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA**  
<http://inversioneingenieriaajsac.es.tl/>  
 CHIMBA 1276 - AV. RAMOS, CP. CAÑETE - LIMA

**INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J S.R.L.**  
**CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**  
**RUC: 20448419160**

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO**  
 NTP 339.034 - ASTM C39

SOLICITA : ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO  
 TESIS : Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f'c=280kg/cm2, en Av. Ramos, Cañete- 2021  
 UBICACIÓN : AV. RAMOS - CAÑETE DISTRITO DE IMPERIAL-PROVINCIA DE CAÑETE - REGION DE LIMA  
 FECHA : 22/05/2021

**CANTERA : CONTA ROMA**  
**Ensayo de resistencia a la Compresión Simple en Probetas Standar de Concreto.**  
**Probetas de Concreto "C/Adición de 18% de PERLAS POLIESTIRENO"**  
**RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2**

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGUN DISEÑO (kg/cm2)	TENSION MAX (kg/cm2)	DIAMETRO (cm2)	AREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	CODIGO DE PROBETA	PRUEBA DE LABORATORIO		OBSERVACION
											DOSEIFICACION	ADICION	
1	15/05/2021	28	12/06/2021	280	49,903.08	15.02	177.20	281.62	100.6	M-1	Adición de Perlas de Poliestireno en 18.00 %	RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2	
2	15/05/2021	28	12/06/2021	280	50,003.46	15.03	177.36	281.93	100.7	M-2	Adición de Perlas de Poliestireno en 18.00 %	RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2	
3	15/05/2021	28	12/06/2021	280	49,781.00	15.03	177.42	280.58	100.2	M-3	Adición de Perlas de Poliestireno en 18.00 %	RESULTADOS DE 28 DIAS DE DISEÑO DE MEZCLA DE 280 Kg/Cm2	

**OBSERVACION :** Las probetas fueron elaboradas en nuestro laboratorio, de acuerdo al diseño 280 kg/cm2.


Desarrollo de Esfuerzos (Tiempo/porcentaje)  
 Resistencia Nominal de Probetas  
 7 DIAS DE MADUREZ Desde 70% hasta 85%  
 14 DIAS DE MADUREZ Desde 85% hasta 95%  
 28 DIAS DE MADUREZ Desde 100% hasta 100%

APROBADO POR: [Firma]

FECHA: [Fecha]

ELABORACIONES E INGENIERIA A.S.J S.R.L.  
 INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J S.R.L.  
 ING. JOSE ELIAS MARCA QUISPE  
 C.P. N° 14199 - TERCERO CIVIL  
 EXP. N° 14199 - TERCERO CIVIL  
 INGENIERO EN INGENIERIA DE CONCRETOS Y PAVIMENTOS

## ANEXO 8. Certificados de calibración de Equipos del laboratorio.



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 071 - 2021** Página : 1 de 2

**Expediente** : 017-2021  
**Fecha de emisión** : 2021-02-15

**1. Solicitante** : ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNICO DE SUELOS S.A.C.  
**Dirección** : MZA. K LOTE. 16 P.J. ANDRES AVELINO CACERES - PARCONA - ICA

**2. Descripción del Equipo** : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

**Marca de Prensa** : A&A INSTRUMENTS  
**Modelo de Prensa** : STYE-2000  
**Serie de Prensa** : 190510  
**Capacidad de Prensa** : 2000 kN  
**Código de Identificación** : NO INDICA

**Marca de indicador** : MC  
**Modelo de Indicador** : LM-02  
**Serie de Indicador** : NO INDICA  
**Código de Identificación** : NO INDICA

**Bomba Hidraulica** : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
MZA. K LOTE. 16 P.J. ANDRES AVELINO CACERES - PARCONA - ICA  
12 - FEBRERO - 2021

**4. Método de Calibración**  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

**5. Trazabilidad**


INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	KELJ	INF-LE 255-2019	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIWEIGH		

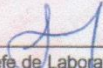
**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,5	29,7
Humedad %	57	57

**7. Resultados de la Medición**  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

**8. Observaciones**  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 071 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,498	99,831	-0,50	0,17	100,2	-0,16	0,67
200	201,595	201,536	-0,80	-0,77	201,6	-0,78	0,03
300	300,691	299,387	-0,23	0,20	300,0	-0,01	0,43
400	400,385	399,738	-0,10	0,07	400,1	-0,02	0,16
500	500,498	500,560	-0,10	-0,11	500,5	-0,11	-0,01
600	601,265	600,019	-0,21	0,00	600,6	-0,11	0,21
700	705,457	704,236	-0,78	-0,61	704,8	-0,69	0,17

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = \frac{(A-B)}{B} * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente de Correlación :  $R^2 = 1,0000$

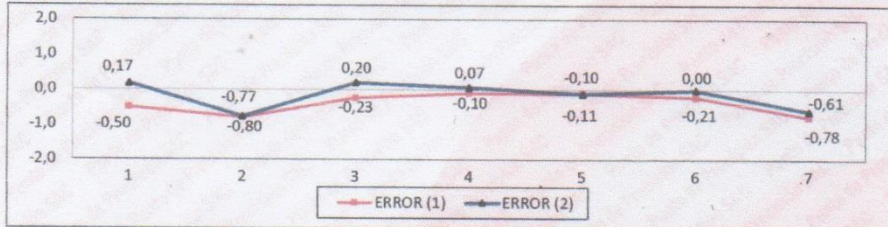
Ecuación de ajuste :  $y = 0,9954x + 0,7056$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LÍMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

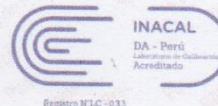
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-057-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 017-2021  
Fecha de Emisión : 2021-02-18

**1. Solicitante** : ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y  
GEOTECNICO DE SUELOS S.A.C.  
**Dirección** : MZA. K LOTE. 16 P.J. ANDRES AVELINO CACERES -  
PARCONA - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : NO INDICA  
**Modelo** : SUPER-6  
**Número de Serie** : S630000099  
**Alicance de Indicación** : 30 kg  
**División de Escala de Verificación (e)** : 5 g  
**División de Escala Real (d)** : 5 g  
**Procedencia** : CHINA  
**Identificación** : BAL-004  
**Tipo** : ELECTRÓNICA  
**Ubicación** : LABORATORIO  
**Fecha de Calibración** : 2021-02-12

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**


La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNICO DE SUELOS S.A.C.  
MZA. K LOTE. 16 P.J. ANDRES AVELINO CACERES - PARCONA - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

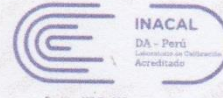
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S A C



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-057-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	28,9	29,2
Humedad Relativa	59,2	60,2

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C-0772-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2020
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-115-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-116-2019

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30,000 kg  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 30,020 kg para una carga de 30,000 kg  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACION	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15,000 kg	Temp. (°C)		Carga L2= 30,000 kg	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	
		Inicial	Final					
		28,9	29,0					
1	15,000	4,0	-1,6	30,000	3,5	-1,1		
2	15,000	3,5	-1,1	30,000	4,0	-1,6		
3	15,000	4,0	-1,6	30,000	3,5	-1,1		
4	15,000	4,5	-2,1	30,000	4,0	-1,6		
5	15,000	3,0	-0,6	30,000	3,5	-1,1		
6	15,000	4,0	-1,6	30,000	3,5	-1,1		
7	15,000	3,5	-1,1	30,000	4,0	-1,6		
8	15,000	3,0	-0,6	30,000	4,0	-1,6		
9	15,000	4,0	-1,6	30,000	3,0	-0,6		
10	15,000	3,5	-1,1	30,000	4,0	-1,6		
Diferencia Máxima							1,5	1,0
Error máximo permitido ±							15 g	15 g



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

*[Signature]*  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

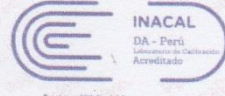
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-057-2021

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

		Temp. (°C)		Initial	Final					
				29,0	29,1					
Posición de la Carga	Determinación de E <sub>e</sub>					Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,050	0,050	3,5	-1,0		10,000	10,000	4,0	-1,5	-0,5
2		0,050	4,5	-2,0			10,005	3,5	4,0	6,0
3		0,050	3,0	-0,5			10,000	4,5	-2,0	-1,5
4		0,050	3,5	-1,0			9,995	3,0	-5,5	-4,5
5		0,050	4,0	-1,5			9,995	3,5	-6,0	-4,5
						Error máximo permitido: ± 15 g				

(\*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

		Temp. (°C)		Initial	Final					
				29,1	29,2					
Carga L (kg)	CRECIENTES					DECRECIENTES				± emp (g)
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)		
0,1	0,050	4,0	-1,5							
0,1	0,100	3,5	-1,0	0,5	0,100	4,0	-1,5	0,0	5	
0,5	0,500	4,0	-1,5	0,0	0,500	3,5	-1,0	0,5	5	
2,5	2,500	4,5	-2,0	-0,5	2,500	3,0	-0,5	1,0	5	
5,0	5,000	4,0	-1,5	0,0	5,000	4,5	-2,0	-0,5	10	
7,0	7,000	3,5	-1,0	0,5	7,000	3,5	-1,0	0,5	10	
10,0	10,000	3,5	-1,0	0,5	10,000	4,0	-1,5	0,0	10	
15,0	15,000	3,0	-0,6	0,9	15,000	4,0	-1,6	-0,1	15	
20,0	20,000	4,0	-1,6	-0,1	20,000	3,5	-1,1	0,4	15	
25,0	25,000	3,5	-1,1	0,4	25,000	4,0	-1,6	-0,1	15	
30,0	30,000	3,0	-0,6	0,9	30,000	3,0	-0,6	0,9	15	

e. m. p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,87 \times 10^{-2} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,59 \times 10^6 \text{ g}^2 + 1,75 \times 10^6 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>e</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 176 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 017-2021  
Fecha de Emisión : 2021-02-18

1. Solicitante : ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNICO DE SUELOS S.A.C.  
Dirección : MZA. K LOTE. 16 P.J. ANDRES AVELINO CACERES - PARCONA - ICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 3/4 pulg  
Diametro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : GRAN TEST  
Serie : 79347  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO  
Código de Identificación : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
MZA. K LOTE. 16 P.J. ANDRES AVELINO CACERES - PARCONA - ICA  
12 - FEBRERO - 2021

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

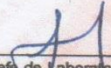
### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,6	29,6
Humedad %	59	59

### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

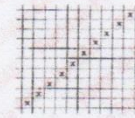
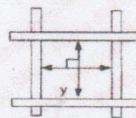
# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 176 - 2021

Página - 2 de 2

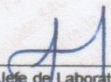
## 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
										mm	mm	mm	mm	mm
19,10	19,12	19,04	19,03	19,12	19,09	19,02	19,05	19,08	19,09	19,08	19,00	0,08	0,446	0,032
19,08	19,03	19,10	19,12	19,08	19,03	19,12	19,10	19,03	19,08					
19,09	19,12	19,03	19,10	19,09	19,08	19,10	19,03	19,09	19,12					
19,08	19,03	19,10	19,08	19,10	19,09	19,04	19,10	19,08	19,10					
19,10	19,12	19,09	19,04	19,12	19,03	19,08	19,12	19,10	19,09					



FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 178 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 017-2021  
Fecha de Emisión : 2021-02-18

1. Solicitante : ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNICO DE SUELOS S.A.C.  
Dirección : MZA. K LOTE. 16 P.J. ANDRES AVELINO CACERES - PARCONA - ICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/8 pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 71204

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. K LOTE. 16 P.J. ANDRES AVELINO CACERES - PARCONA - ICA  
12 - FEBRERO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,6	29,6
Humedad %	59	59

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

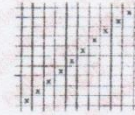
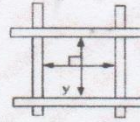
# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 178 - 2021

Página : 2 de 2

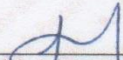
## 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
										mm	mm	mm	mm	mm
9,45	9,51	9,49	9,31	9,33	9,37	9,38	9,53	9,40	9,56	9,44	9,50	-0,06	0,237	0,077
9,49	9,40	9,37	9,51	9,51	9,33	9,40	9,51	9,49	9,33					
9,53	9,33	9,40	9,33	9,53	9,37	9,53	9,37	9,33	9,53					
9,37	9,49	9,53	9,40	9,51	9,49	9,33	9,49	9,40	9,37					
9,40	9,53	9,51	9,49	9,33	9,53	9,37	9,40	9,49	9,40					
9,37	9,49	9,33	9,53	9,40	9,51	9,49	9,51	9,53	9,49					
9,53	9,40	9,37	9,40	9,49	9,33	9,53	9,33	9,49	9,53					



FIN DEL DOCUMENTO



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



**ANEXO 9.** Estudio de tráfico, Suelos y Diseño del Pavimento Rígido de la Av. Ramos – Cañete, 2021, Realizados por Alejandro Ticona Peñasco mediante el laboratorio Inversiones e Ingeniería A&J SAC.

 **INVERSIONES E INGENIERIA A&J SAC**  
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
RUC: 20448419160

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA**  
<http://inversioneseingenieriaaajsac.es.tl/>  
OFICINA: L-7, Mz-8a, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

CERTIFICADO ESTUDIO DE TRÁFICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO 003 - Nº 02-21

## ESTUDIO DE TRÁFICO, DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA AV. RAMOS - CAÑETE - LIMA - 2021

CANTERA : CONTA ROMA

ELABORADO POR : ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO

PARA COMPLEMENTO DE TESIS DENOMINADO :  
ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA  
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO  $F_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, EN AV.  
RAMOS , CAÑETE-2021

UBICACIÓN

DISTRITO : IMPERIAL

PROVINCIA : CAÑETE

DEPARTAMENTO : LIMA

MAYO-2021



INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

Ing. JOSÉ EDUARDO MARCA QUISPE  
C.I.R. N° 12774 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA  
DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



CALLE LOS ROBLES Mz-BA L-07 CONDOMINIO CIUDAD EL SOL CAÑETE - LIMA

Email : ilajsac@gmail.com

CEL. : 951527929 ; 951835464

1

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)

ESTACION: C-1  
 PROYECTO: "Adición de perlas poliestireno en 8, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido For280kg/m<sup>2</sup>, en Av. Ramos, Cañete- 2021"  
 K= 1

UBICACION: AV. RAMOS - CAÑETE

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2E/2B2	2B3	3E/3B2	>=3B3	2T2	2T3	3T2	3T3			
E	3407	320	80	15	20	4	50	10	2	4	2		3					3917	51.2%	
S	3210	343	72	6	25	4	53	13	2	2	2		3					3735	48.8%	
TOTAL	6617	663	152	21	45	8	103	23	4	6	4		6					7652		
%	86.47%	8.66%	1.99%	0.27%	0.59%	0.10%	1.35%	0.30%	0.05%	0.08%	0.05%		0.08%					100.0%		
IMD	945.29	94.714	21.714	3	6.4286	1.1429	14.714	3.2857	0.5714	0.8571	0.5714		0.8571					1093.1		
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1					1093.1		
IMD	945.29	94.714	21.714	3	6.4286	1.1429	14.714	3.2857	0.5714	0.8571	0.5714		0.8571					1093.1		
																		1097		

*[Handwritten Signature]*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.  
 Ing. JOSÉ ELÍAS MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 14.678 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**CALCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (METODO AASHTO)**

ESTACION: C-1  
 PROYECTO: "Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f'c=280kg/cm2, en Av. ramos, Cañete- 2021"

DATOS:

**1) PERIODO DE DISEÑO**

T = 20 años

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 - 50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

**2) ESPESOR DE PAVIMENTO**

esp = 200 mm asumido

**3) INDICES DE SERVICIABILIDAD**

Pt = 2 serviciabilidad final

$\Delta PSI = P_o - P_t = 2.5$

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL
Po = 4.5 para pavimentos rígidos
Po = 4.2 para pavimentos flexibles

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

**4) FACTOR DE DISTRIBUCION POR DIRECCION**

D = 0.5

Número de carriles en ambas direcciones	LD 10
2	0.50
4	0.45
6 o más	0.40

factor de direccion ida y vuelta

**5) FACTOR DE DISTRIBUCION POR CARRIL**

L = 1 un carril en cada sentido =>

W18 = 100%

Nº DE CARRIL EN CADA SENTIDO	PORCENTAJE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

*[Handwritten Signature]*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

**6) CODIGO DE EJE CARGADO**

L2 = tipo de eje en contacto con el pavimento

L2 = 1	eje simple
L2 = 2	eje tandem
L2 = 3	eje tridem

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.  
 Ing. JOSÉ MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 15079 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**CÁLCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (MÉTODO AASHTO)**

ESTACION: C-1  
 PROYECTO: Adición de perlas polifásicas en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f=280kg/cm<sup>2</sup> en Av. Ramos, Cantele-2021\*  
 UBICACION: AV. RAMOS - CARRETE

DATOS:  
 T= 20 años  
 esp = 200 mm  
 Pr = 2  
 D = 0.5  
 L = 1  
 W18 = 100%

FORMULA DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO METODO DEL AASHTO

$$Fec = \frac{W_{18}}{W_{10}}$$

$$\log \frac{W_{18}}{W_{10}} = 4.62 \log (18+1) - 4.62 \log (L_1 + L_2) + 3.28 \log (L_1) + \frac{G_1}{I_p} - \frac{G_2}{I_{p0}}$$

$$G_1 = \log \frac{4.5 - PI}{4.5 - 1.5}$$

$$I_p = 1 + \frac{3.63(L_1 + L_2)^{1.42}}{(D+1)^{1.42} (L_2)^{1.42}}$$

$$G \cdot Y = \frac{(1 + r)^Y - 1}{r}$$

FACTOR DE CRECIMIENTO:

$$G \cdot Y = \frac{(1 + r)^Y - 1}{r}$$

En Donde: W<sub>18</sub> = # Aplicaciones de carga definidas al final del tiempo t

W<sub>10</sub> = # Aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo t

ESAL = ml = (no) (G) (D) (L) (365) (Y)

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIVEROS				BUS				CAMIONES UNITARIOS				SEMITRAILER				
	Autos	Pick-Up	C. Rural	Micros	2E	3E	4E	5E	6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	2	3	7	11	16	23	31	41	54	71	91	115	148
Lx (kips)	2.206	1.765	2.647	3.309	4.412	6.618	15.44	24.26	35.29	45.44	50.74	57.44	65.44	75.44	87.44	101.44	117.44
no	945	945	95	22	22	3	7	7	2	2	15	15	4	4	1	1	1
P%	0.045	0.045	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Gt	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
log(W <sub>18</sub> /W <sub>10</sub> )	3.57	3.867	3.312	2.977	2.52	2.52	1.834	0.29	-0.366	0.29	-0.572	0.29	-0.521	0.29	-0.572	0.29	-0.521
G = W <sub>18</sub> /W <sub>10</sub>	3E-04	1E-04	5E-04	0.001	0.003	0.015	0.513	3.731	3.232	0.513	3.731	3.232	0.513	3.731	3.232	0.513	3.731
G.Y	31.371	31.371	29.778	29.778	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870	26.870
ESAL	2455	734.2	251.9	544.2	113.7	326	44.45	215.7	17586	1E+05	5027	22769	37706	3E+05	17455.6028	2786	18037
PARCIAL																	
TOTAL																	

*Jose Luis Quispe*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A.S.J S.A.C.  
 Ing. JOSE LUIS MARCA QUISPE  
 INGENIERO CIVIL  
 JEFE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**DETERMINACION DE LA CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR**

ESTACION: C-1

PROYECTO: "Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  
f'c=280kg/cm2, en Av. ramos, Cañete- 2021"

**1) CONFIABILIDAD**

TIPO DE CARRETERA	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85 - 99.9	80 - 99.9
Troncales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	50 - 80

R = **80** %

**2) DESVIACION ESTANDAR NORMAL**

DESVIACION ESTANDAR NORMAL, VALORES QUE CORRESPONDEN A LOS NIVELES SELECCIONADOS DE CONFIABILIDAD		
CONFIABILIDAD R (%)	( ZR )	( So )
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32
90	-1.282	0.31
91	-1.340	0.31
92	-1.405	0.30
93	-1.476	0.30
94	-1.555	0.30
95	-1.645	0.30
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.090	0.29
99.99	-3.750	0.29

ZR = **-0.841**

**3) ERROR ESTANDAR COMBINADO So**

TIPO	( So )
Pavimentos Rígidos	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40

So = **0.32**

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

Ing. JOSE EDUARDO MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 14179 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

*Mano firmada*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

**DETERMINACION DEL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUBRAZANTE**

ESTACION: C-1  
 PROYECTO: "Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. ramos, Cañete- 2021"

**1) METODO EMPIRICO O MECANISTICO**

DATOS DE LA SUBBASE : CBR = **60.52** %

Ecuación Guia Mecanica Empirica NCHRP (2002)

$MR = 2555 (CBR)^{0.64}$   
 MR = 35302.561 psi = 243.59 Mpa

Ecuación de Kentucky

(regresión exponencial)  
 $MR = 1910 (CBR)^{0.68}$   
 MR = 31097.44 psi = 214.57 Mpa  
 (regresión polinómica 2°) Solo para CBR < 55 %  
 $MR = -7.5 CBR^2 + 800 CBR + 1820$   
 MR = 23976.372 psi = 165.44 Mpa

**Mínimo: ME = 165.44 Mpa**

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = **22.19** %

Ecuación Guia Mecanica Empirica NCHRP (2002)

$MR = 2555 (CBR)^{0.64}$   
 MR = 18575.118 psi = 128.17 Mpa

Ecuación de After Van Til et al

(regresión exponencial)  
 $MR = 5490 (CBR)^{0.30}$   
 MR = 13912.96 psi = 96.00 Mpa

**Mínimo: MR = 96.00 Mpa**

**En el monograma**

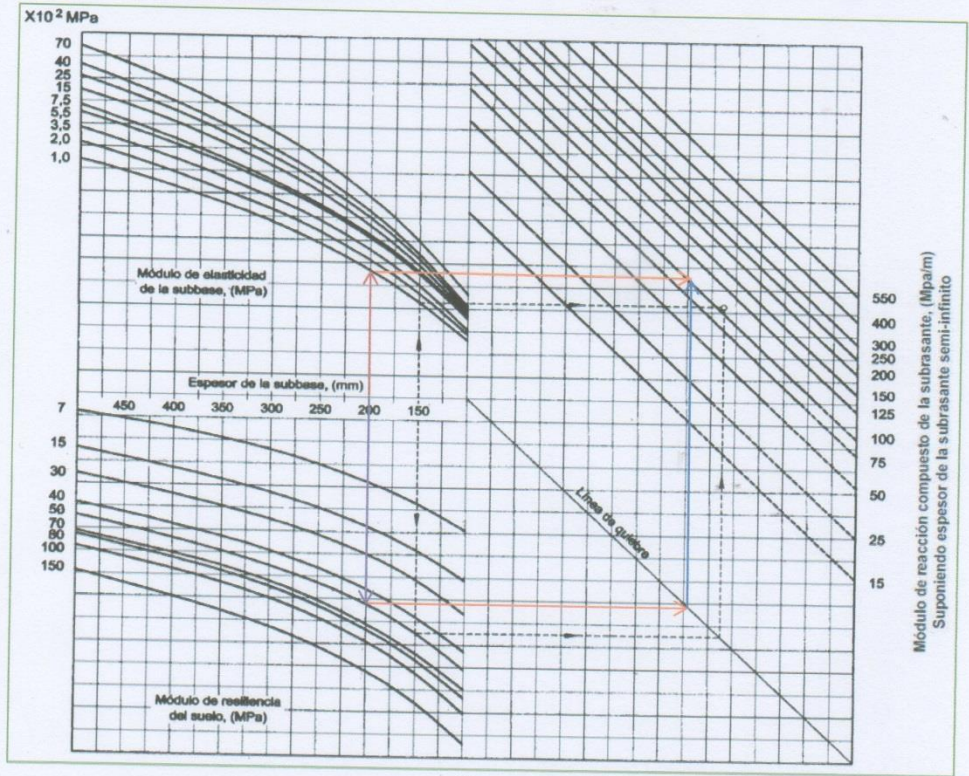
1. Estimamos el espesor de la sub base como dato preliminar
2. Obtenemos el módulo resiliente y módulo de lasticidad del suelo de fundación y de la sub base respectivamente
3. Proyectamos con las flechas y obtenemos el módulo de reacción compuesto

*[Firma]*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

*[Firma]*  
 Ing. JOSÉ LUIS MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 13379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

MONOGRAMA PARA DETERMINAR EL MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE, SUPONIENDO UNA PROFUNDIDAD INFINITA



MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE (K) = **100.00** Mpa/m

**2) METODO AASHTO**

**DATOS DE LASUB BASE:** CBR = **60.52** % Espesor: **20.00** cm

Si CBR <= 10  
 $K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$   
 Si CBR > 10  
 $K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$   
 K = 157.41 Mpa/m

**DATOS DEL SUELO DE FUNDACION:** CBR = **22.19** %

Si CBR <= 10  
 $K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$   
 Si CBR > 10  
 $K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$   
 K = 78.99 Mpa/m

MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE (K) = **94.74** Mpa/m

INVERSIONES E INGENIERIA A.S. S.A.C.

Ing. JOSÉ EDUARDO MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 14179 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

*[Handwritten Signature]*  
 DNI 40934703  
 CIP: 87712

**DETERMINACION DE LA PERDIDA DE SERVICIABILIDAD**

ESTACION: C-1  
 PROYECTO: "Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. ramos, Cañete- 2021"

**1) PERDIDA DE SERVICIABILIDAD**

Pt = 2      seviabilidad final

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Po = 4.5 para pavimentos rígidos	Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Po = 4.2 para pavimentos flexibles	Pt = 2.0 para caminos de transito menor

$\Delta\text{PSI} = P_o - P_t = 2.5$

**2) DRENAJE**

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Exelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	el agua no evacua

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad proximos a la saturación			
	Menos de 1%	1% - 5%	5% - 25%	más del 25%
Exelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Cd = 0.90

**3) COEFICIENTE DE TRANSMISION DE CARGA**

Valores de coeficiente de transmisión de carga

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	---	2.3 - 2.9	---

J = 3.00

**4) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO**

Concreto  $f_c = 280.00$  kg/cm2  
 $E_c = 57000 (f_c)^{0.5}$   
 $E_c = 3597088$       psi = 24819.9      Mpa

**5) MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO**

Concreto  $f_c = 280.00$  kg/cm2  
 $S'_c = 8 - 10 (f_c)^{0.5}$   
 $S'_c = 631.1$       psi = 4.35      Mpa

*[Signature]*

DNI 40834203  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

Ing. JOSÉ EDUARD MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 140379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR LA FORMULA AASHTO**

ESTACION: C-1  
 PROYECTO:

"Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f'c=280kg/cm2, en Av. ramos, Cañete- 2021"

Para el método de diseño AASHTO la formula de diseño es:

$$\text{Log}_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10} \left( \frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{10}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \text{Log}_{10} \left[ \frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right]$$

En donde:

- W<sub>82</sub> = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas<sup>5</sup>, a lo largo del período de diseño.
- Z<sub>r</sub> = Desviación normal estándar
- S<sub>o</sub> = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P<sub>i</sub> = Índice de serviciabilidad o servicio final
- M<sub>r</sub> = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- C<sub>dr</sub> = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- E<sub>c</sub> = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

**DATOS:**

K =	94.74	Mpa/m	So =	0.32	
Ec =	24820	Mpa	R =	80 % =>	ZR = -0.841
S'c = Mr =	4.35	Mpa	Pt =	2	
J =	3.00		ΔPSI =	2.5	
Cd =	0.90		W80 =	7.44 x 10 <sup>6</sup>	
			D =	???	mm por tanteo
			D =	216.80	mm
			D =	217.00	mm
			D =	22.00	cm

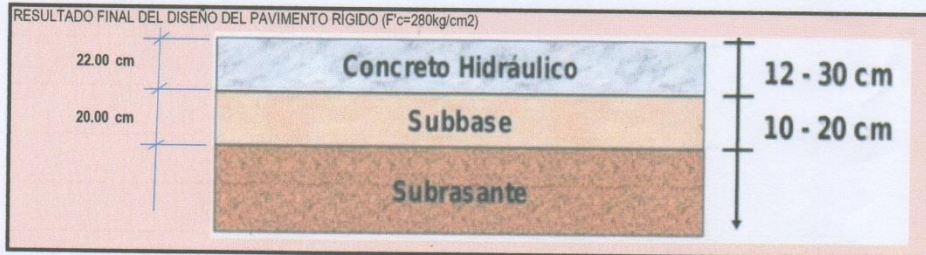
**RESOLVIENDO:**

1er miembro = Segundo miembro

$$6.87 = -0.26912 + 7.13367992 + (-0.073012538) + 0.078878135$$

6.87 = 6.870

OK



*[Firma]*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.  
 Ing. JOSÉ E. MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 34779 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**A&J**  
**INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.**  
**CONSULTORIA Y CONSTRUCCION**  
 RUC: 20448419160  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA  
 C/AV. 12 DE AGOSTO, 1000, TEL. 011 422 1000, WEB: WWW.A&J.COM

**DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR EL A.B.A.C.O. AASHTO**

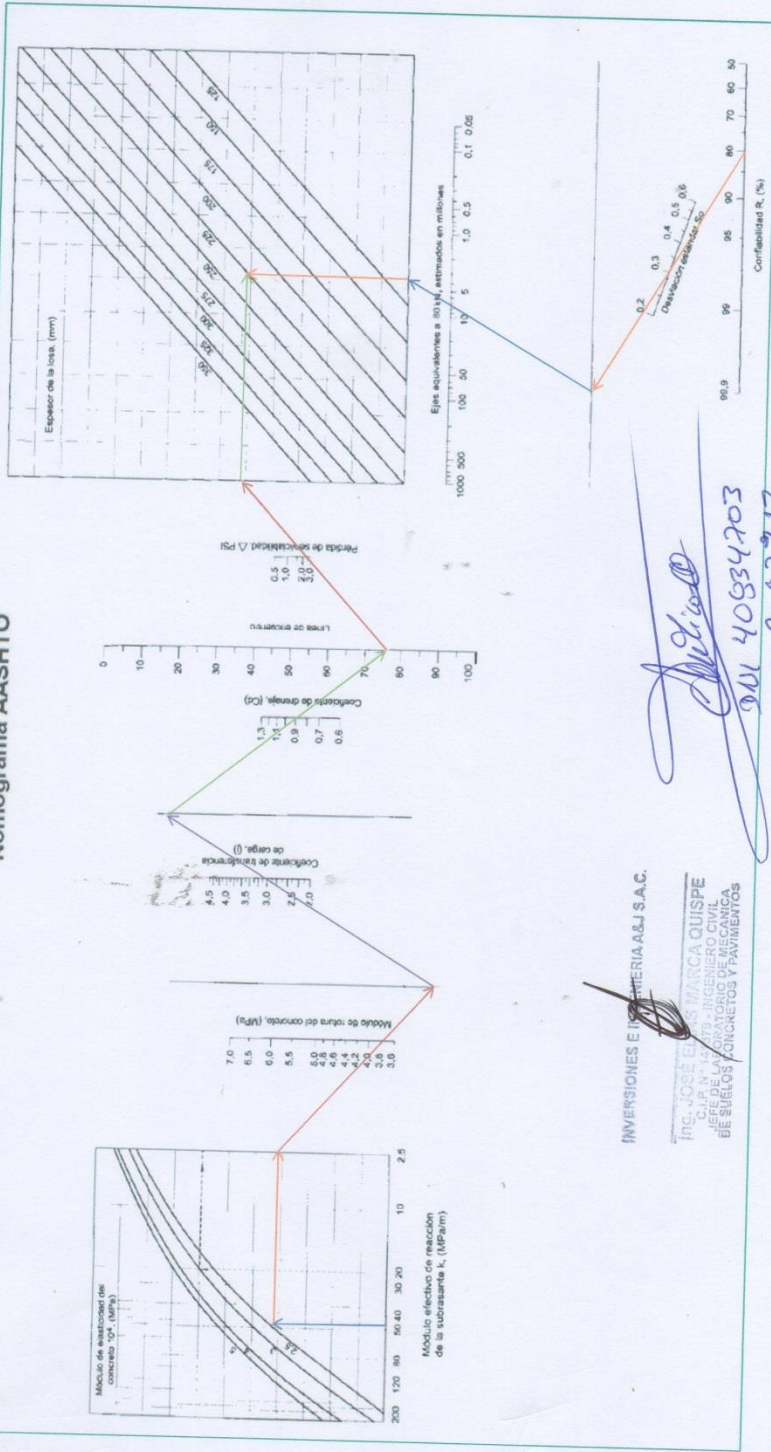
ESTACION: C-1

PROYECTO: "Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18%, para diseño de pavimento rígido Fc=2800kg/cm<sup>2</sup>, en Av. Ramos, Cañete- 2021"

DATOS:

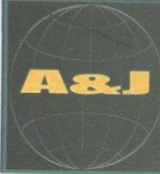
K =	94.74	Mpa/m	So =	0.32
Ec =	24820	Mpa	R =	80 % =>
S'c =	4.35	Mpa	ΔPSI =	2.5
J =	3.00		W80 =	7.44 x 10 <sup>-6</sup>
Cd =	0.90		D =	216.80 mm
			ZR =	-0.841

**Nomograma AASHTO**



INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.  
 ING. JOSÉ FRANCISCO QUISPE  
 C.I.P. N° 14376 INGENIERO CIVIL  
 JEFE DEL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

*[Signature]*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712



**INVERSIONES E INGENIERÍA A&J S.A.C.**  
**CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**

RUC: 20448419160

**LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS,  
PAVIMENTOS E HIDROLOGÍA**

<http://inversioneseingenieriaaajsac.es.tl/>

OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

## ANEXOS

### A:- CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

Días: 24/05/2021 al 30/05/2021

### B:- ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN AV. RAMOS - CAÑETE.

- PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO CALICATA
- ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMISADO
- HUMEDAD NATURAL
- PESO ESPECÍFICO, VOLUMETRICO
- LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO
- ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
- CBR "VALOR DE SOPORTE RELATIVO"

  
DNI 40834703  
CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERÍA A&J S.A.C.

  
Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
C.I.P. N° 14779 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DEL LABORATORIO DE MECANICA  
DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ESTACION: C-1 CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR  
 FECHA: 24/05/2021 UBICACION: AV. RAMOS - CAÑETE  
 PROYECTO: "Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f'c=280kg/cm2, en Av. ramos, Cañete- 2021"

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E	2																	2	0.4%
	S	1																	1	0.2%
1-2	E	2																	2	0.4%
	S	0																	0	0.0%
2-3	E	2																	2	0.4%
	S	2																	2	0.4%
3-4	E	1																	1	0.2%
	S	1																	1	0.2%
4-5	E	3																	3	0.6%
	S	3																	3	0.6%
5-6	E	6	1																7	1.4%
	S	5																	5	1.0%
6-7	E	6		1					1										8	1.6%
	S	8	1																9	1.8%
7-8	E	9	6	2			1	2				1							21	4.2%
	S	12	7	1					3			1							24	4.9%
8-9	E	15	3																18	3.6%
	S	22	2					2											26	5.3%
9-10	E	21	3						1	1									28	5.1%
	S	15	1	2					1										19	3.9%
10-11	E	23	2						2										27	5.3%
	S	16	2																18	3.7%
11-12	E	25	3																28	5.5%
	S	45								1									46	9.3%
12-13	E	12																	12	2.4%
	S	11	3				1												15	3.0%
13-14	E	31	2																33	6.5%
	S	37	2																39	7.9%
14-15	E	55	1																56	11.1%
	S	28	2																30	6.1%
15-16	E	24	1						1										26	5.1%
	S	29	2																31	6.3%
16-17	E	36	3						1										40	7.9%
	S	48	3						1										52	10.6%
17-18	E	38	4																42	8.3%
	S	31	3						1										35	7.1%
18-19	E	47	4																51	10.1%
	S	53	3																56	11.4%
19-20	E	38	2	1															41	8.1%
	S	28	3	1															32	6.5%
20-21	E	23	2																25	4.9%
	S	21	1																22	4.5%
21-22	E	14																	14	2.8%
	S	12	2																14	2.8%
22-23	E	19																	19	3.8%
	S	11																	11	2.2%
23-24	E	2																	2	0.4%
	S	1																	1	0.2%
Parcial	E	464	37	4			1	2	1	5	1			1					506	100.0%
	S	440	37	4			2	4	2	10	2			2					492	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		894	74	8			2	4	2	10	2			2					998	
		89.58%	7.41%	0.80%			0.20%	0.40%	0.20%	1.00%	0.20%			0.20%						100.0%


*[Handwritten Signature]*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A.S. S.A.C.

Ing. JOSÉ MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 140795 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR**  
 ESTACION: C-1 FECHA: 26/05/2021 UBICACION: AV. RAMOS - CAÑETE  
 PROYECTO: "Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f'c=280kg/cm2, en Av. Ramos, Cañete- 2021"

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
0-1	E	4																	4	0.8%	
	S	3																	3	0.6%	
1-2	E	1																	1	0.2%	
	S	2																	2	0.4%	
2-3	E	1																	1	0.2%	
	S	2																	2	0.4%	
3-4	E	1																	1	0.2%	
	S	1																	1	0.2%	
4-5	E	3																	3	0.6%	
	S	3																	3	0.6%	
5-6	E	6	1																7	1.4%	
	S	5																	5	1.0%	
6-7	E	9		1						1									11	2.2%	
	S	10	1																11	2.2%	
7-8	E	15	6	2		1	2						1						27	5.4%	
	S	22	7	1						3			1						34	6.7%	
8-9	E	20	3																23	4.6%	
	S	21	2					2											25	5.0%	
9-10	E	25	3							1	1								30	6.0%	
	S	21	1	2						1									25	5.0%	
10-11	E	15	2							2									19	3.8%	
	S	16	2																18	3.6%	
11-12	E	25	3																28	5.6%	
	S	45									1								46	9.1%	
12-13	E	12																	12	2.4%	
	S	11	3			1													15	3.0%	
13-14	E	31	2																33	6.6%	
	S	37	2																39	7.7%	
14-15	E	55	1																56	11.2%	
	S	26	2																30	6.0%	
15-16	E	24	1						1										26	5.2%	
	S	29	2																31	6.2%	
16-17	E	36	3							1									40	8.0%	
	S	48	3							1									52	10.3%	
17-18	E	38	4																42	8.4%	
	S	31	3							1									35	6.9%	
18-19	E	47	4																51	10.2%	
	S	53	3																56	11.1%	
19-20	E	38	2	1															41	8.2%	
	S	28	3	1															32	6.3%	
20-21	E	23	2																25	5.0%	
	S	21	1																22	4.4%	
21-22	E	14																	14	2.8%	
	S	12	2																14	2.8%	
22-23	E	5																	5	1.0%	
	S	1																	1	0.2%	
23-24	E	2																	2	0.4%	
	S	2																	2	0.4%	
Parcial	E	450	37	4		1	2	1	5	1			1						502	100.0%	
	S	452	37	4		1	2	1	5	1			1						504	100.0%	
TOTAL AMBOS SENT.		902	74	8		2	4	2	10	2			2						1006		
		90.38%	7.41%	0.80%		0.20%	0.40%	0.20%	1.00%	0.20%			0.20%						100.8%		

  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A.S.A.C.  
 Ing. JOSÉ ELIAS MANAQA QUISPE  
 C.N.P. N° 141379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ESTACION: C-1 CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR  
 FECHA: 26/05/2021 UBICACION: AV. RAMOS - CAÑETE  
 PROYECTO: "Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f'c=280kg/cm2, en Av. ramos, Cañete- 2021"

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS				SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
0-1	E	1	2																3	0.5%		
	S	1	1																2	0.3%		
1-2	E	0																	0	0.0%		
	S	0																	0	0.0%		
2-3	E	0																	0	0.0%		
	S	2	1																3	0.5%		
3-4	E	1																	1	0.2%		
	S	1																	1	0.2%		
4-5	E	3																	3	0.5%		
	S	3						1											4	0.7%		
5-6	E	6	1																7	1.1%		
	S	5	2																7	1.2%		
6-7	E	20	1																21	3.4%		
	S	15	1	1															17	2.9%		
7-8	E	62	5		1	1			3								1		73	11.8%		
	S	58	3	1		2			1										65	11.1%		
8-9	E	33	2																35	5.7%		
	S	46	1						1										48	8.2%		
9-10	E	22	1																23	3.7%		
	S	21	4						1	1									27	4.6%		
10-11	E	14	5			1			1										21	3.4%		
	S	16	3															1		20	3.4%	
11-12	E	25	4			1													30	4.9%		
	S	45	5	1					1										52	8.9%		
12-13	E	12	5							3									20	3.2%		
	S	11	4							3									18	3.1%		
13-14	E	31	10			1													42	6.8%		
	S	37	12						3										52	8.9%		
14-15	E	55	3																58	9.4%		
	S	28	5			1													34	5.8%		
15-16	E	24	7						1										32	5.2%		
	S	29	8			1													38	6.5%		
16-17	E	36	6			1													43	7.0%		
	S	48	3						2										53	9.0%		
17-18	E	36	3						4										45	7.3%		
	S	31	4																35	6.0%		
18-19	E	47	8	1					2										58	9.4%		
	S	15	8						1										24	4.1%		
19-20	E	38	2	1		1													42	6.8%		
	S	28	3	1		1			1										34	5.8%		
20-21	E	23	8	1															32	5.2%		
	S	21	5	1															27	4.6%		
21-22	E	14	1	1															16	2.8%		
	S	12	3	1															16	2.7%		
22-23	E	6	1	3															10	1.8%		
	S	5	2	2															9	1.5%		
23-24	E	1	1	1															3	0.5%		
	S	0	1																1	0.2%		
Parcial	E	512	76	8	1	6			14	0								1	618	100.0%		
	S	478	79	8	0	5			15	1									587	100.0%		
TOTAL AMBOS SENT.		990	155	16	1	11			29	1								2	1205			
		82.16%	12.86%	1.33%	0.08%	0.91%			2.41%	0.08%								0.17%		100.0%		

*Manuel*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA S.A.S.  
 Ing. JOSÉ ELIAS MARÍA QUISPE  
 C.I.P. N° 141979 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1      FECHA: 27/09/2021      UBICACION: AV. RAMOS - CAÑETE  
 PROYECTO: "Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f' = 280kg/cm2, en Av. Ramos, Cañete- 2021"

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMIRTRAILER			TRAILER				TOTAL	%	
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			3T3
0-1	E	0	2																2	0.4%
	S	1	1																2	0.4%
1-2	E	2																	2	0.4%
	S	2																	2	0.4%
2-3	E	2																	2	0.4%
	S	2	1																3	0.6%
3-4	E	1																	1	0.2%
	S	1																	1	0.2%
4-5	E	3																	3	0.6%
	S	3							1										4	0.7%
5-6	E	6	1																7	1.3%
	S	5	2																7	1.3%
6-7	E	4	1																5	0.9%
	S	6	1	1															8	1.5%
7-8	E	8	5		1	1			3								1		19	3.6%
	S	12	3	1		2			1										19	3.6%
8-9	E	20	2																22	4.1%
	S	15	1						1										17	3.2%
9-10	E	12	1																13	2.4%
	S	14	4						1	1									20	3.7%
10-11	E	22	5			1			1										29	5.4%
	S	16	3											1					20	3.7%
11-12	E	25	4			1													30	5.6%
	S	45	5	1					1										52	9.7%
12-13	E	12	5						3										20	3.7%
	S	11	4						3										18	3.4%
13-14	E	31	10			1													42	7.9%
	S	37	12						3										52	9.7%
14-15	E	55	3																58	10.8%
	S	26	5			1													34	6.4%
15-16	E	24	7						1										32	6.0%
	S	29	8			1													38	7.1%
16-17	E	36	6			1													43	8.0%
	S	48	3						2										53	9.9%
17-18	E	36	3						4										45	8.4%
	S	31	4																35	6.6%
18-19	E	47	8	1					2										58	10.8%
	S	53	8						1										62	11.6%
19-20	E	38	2	1		1													42	7.9%
	S	26	3	1		1			1										34	6.4%
20-21	E	23	8	1															32	6.0%
	S	21	5	1															27	5.1%
21-22	E	14	1	1															16	3.0%
	S	12	3	1															16	3.0%
22-23	E	5	1	3															9	1.7%
	S	3	2	2															7	1.3%
23-24	E	1	1	1															3	0.6%
	S	2	1																3	0.6%
Parcial	E	429	76	8	1	8			14	0								1	535	100.0%
	S	425	79	8	0	5			15	1								1	534	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		854	155	16	1	11			29	1								2	1069	
		70.87%	12.86%	1.33%	0.08%	0.91%			2.41%	0.06%								0.17%		88.7%


  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES e INGENIERIA A.S.A.  
 Ing. JOSÉ ELIAS MARCO QUISPE  
 C.I.F. N° 141379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-1      FECHA: 28/06/2021      UBICACION: AV. RAMOS - CAÑETE  
 PROYECTO: "Adición de perlas poliestirano en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f'c=280kg/cm2, en Av. Ramos, Cañete- 2021"

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER			TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
0-1	E	2	2															4	0.8%
	S	2	1															3	0.6%
1-2	E	2																2	0.4%
	S	2																2	0.4%
2-3	E	2																2	0.4%
	S	2	1															3	0.6%
3-4	E	1																1	0.2%
	S	1																1	0.2%
4-5	E	3																3	0.6%
	S	3									1							4	0.9%
5-6	E	6	1															7	1.4%
	S	5	2															7	1.5%
6-7	E	10	1															11	2.2%
	S	15	1	1														17	3.6%
7-8	E	24	5		1	1			3							1		35	7.0%
	S	15	3	1			2		1									22	4.7%
8-9	E	33	2															35	7.0%
	S	13	1						1									15	3.2%
9-10	E	22	1															23	4.6%
	S	20	4						1	1								26	5.6%
10-11	E	15	5			1			1									22	4.4%
	S	16	3													1		20	4.3%
11-12	E	25	4			1												30	6.0%
	S	21	5	1					1									28	6.0%
12-13	E	12	5															20	4.0%
	S	11	4								3							18	3.9%
13-14	E	31	10			1												42	8.4%
	S	37	12							3								52	11.2%
14-15	E	22	3															25	5.0%
	S	28	5			1												34	7.3%
15-16	E	24	7						1									32	6.4%
	S	29	8			1												38	8.2%
16-17	E	36	6			1												43	8.6%
	S	15	3							2								20	4.3%
17-18	E	38	3							4								45	9.0%
	S	31	4															35	7.5%
18-19	E	25	8	1					2									36	7.2%
	S	24	8							1								33	7.1%
19-20	E	20	2	1		1												24	4.8%
	S	28	3	1		1			1									34	7.3%
20-21	E	23	8	1														32	6.4%
	S	21	5	1														27	5.8%
21-22	E	14	1	1														16	3.2%
	S	12	3	1														16	3.4%
22-23	E	5	1	3														9	1.8%
	S	4	2	2														8	1.7%
23-24	E	1	1	1														3	0.6%
	S	2	1															3	0.6%
Parcial	E	396	76	8	1	6			14	0							1	502	100.0%
	S	357	79	8	0	5			15	1							1	466	100.0%
TOTAL AMSOS SENT.		753	155	16	1	11			29	1							2	968	
		82.49%	12.86%	1.33%	0.08%	0.91%			2.41%	0.08%							0.17%		80.3%

  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A.S.A.C.  
 Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 141379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



ESTACION: C-1 CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR  
 PROYECTO: "Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido f'c=280kg/cm2, en Av. Ramos, Cañete- 2021" FECHA: 29/05/2021 UBICACION: AV. RAMOS - CAÑETE


Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%	
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	4E	2E	3E	4E	2E1/2E2	2E3	3E1/3E2	>=3E3	2T2	2T3	3T2	3T3			
0-1	E	1																		1	0.2%	
	S	1																		1	0.2%	
1-2	E	1																		1	0.2%	
	S	1																		1	0.2%	
2-3	E	1		2																3	0.5%	
	S	2		1																3	0.5%	
3-4	E	1		2																3	0.5%	
	S	1		2																3	0.5%	
4-5	E	3	1	2																6	0.9%	
	S	3			1															4	0.7%	
5-6	E	6		2	1															9	1.4%	
	S	5																		5	0.8%	
6-7	E	9	2	2																13	2.0%	
	S	15	1	1	2															19	3.2%	
7-8	E	62		1										1						64	9.8%	
	S	58		3																61	10.1%	
8-9	E	33		4	2															39	5.8%	
	S	46	1	5		1														53	8.8%	
9-10	E	52		1																53	8.8%	
	S	55	1	1						1										58	9.7%	
10-11	E	92		2	1					1										96	14.8%	
	S	16	3	1																20	3.3%	
11-12	E	25																		25	3.8%	
	S	45																		45	7.5%	
12-13	E	12	1																	13	2.0%	
	S	11	1																	12	2.0%	
13-14	E	31		1						1										33	5.0%	
	S	37	1	1																39	6.5%	
14-15	E	55		3																58	8.8%	
	S	28	1																	32	5.3%	
15-16	E	24												1						24	3.7%	
	S	29	1																	30	5.0%	
16-17	E	36	2																	38	5.8%	
	S	48	1	2																51	8.5%	
17-18	E	38		2	1															41	6.3%	
	S	31		4																35	5.8%	
18-19	E	47																		48	7.3%	
	S	53	3											1						56	9.3%	
19-20	E	38	1							1										40	6.1%	
	S	28		1																29	4.8%	
20-21	E	23	1																	24	3.7%	
	S	21	1							1										23	3.8%	
21-22	E	14	1																	15	2.3%	
	S	12	1							1										14	2.3%	
22-23	E	5			1															6	0.9%	
	S	6								1										7	1.2%	
23-24	E	3																		3	0.5%	
	S	2																		2	0.3%	
Parcial	E	812	9	24	6	0				3				2						856	100.0%	
	S	554	16	20	3	4				3				1						601	100.0%	
TOTAL AMBOS SENT		1166	25	44	9	4				6				3						1257	100.0%	
		92.76%	1.99%	3.50%	0.72%	0.32%				0.48%				0.24%								

*[Handwritten Signature]*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A.S. S.A.C.  
 Ing. JOSÉ ELIAS MARQUEZ QUISPE  
 C.I.P. N° 141379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ESTACION: C-1 CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR FECHA: 30/05/2021 UBICACION: AV. RAMOS - CAÑETE  
 PROYECTO: "Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido Fc=280kg/cm2, en Av. Ramos, Cañete- 2021"

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER			TRAILER				TOTAL	%		
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			3T3	
0-1	E	1																	1	0.2%	
	S	0																		0	0.0%
1-2	E	1																		1	0.2%
	S	1																		1	0.2%
2-3	E	0		2																2	0.3%
	S	0		1																1	0.2%
3-4	E	1		2																3	0.5%
	S	1																		2	0.3%
4-5	E	3	1	2																6	1.0%
	S	3			1															4	0.7%
5-6	E	6		2	1															9	1.5%
	S	5																		5	0.9%
6-7	E	20	2	2																24	4.0%
	S	15	1	1	2															19	3.4%
7-8	E	62		1							1									64	10.7%
	S	58		3																61	11.1%
8-9	E	33		4	2															39	6.5%
	S	46	1	5		1														53	9.6%
9-10	E	52		1																53	9.6%
	S	55	1	1				1												53	8.9%
10-11	E	92		2	1				1											58	10.5%
	S	16	3	1																98	16.1%
11-12	E	25																		20	3.6%
	S	45																		25	4.2%
12-13	E	12	1																	45	8.2%
	S	11	1																	13	2.2%
13-14	E	31		1						1										12	2.2%
	S	37	1	1																33	5.5%
14-15	E	55		3																39	7.1%
	S	28	1					1												58	9.7%
15-16	E	24								1										32	5.8%
	S	29	1																	24	4.0%
16-17	E	36	2																	30	5.4%
	S	48	1	2																38	6.4%
17-18	E	8		2	1															51	9.3%
	S	31		4																11	1.8%
18-19	E	7																		35	6.4%
	S	3	3							1										8	1.3%
19-20	E	38	1							1										6	1.1%
	S	28		1																40	6.7%
20-21	E	23	1																	29	5.3%
	S	21	1					1												24	4.0%
21-22	E	14	1																	23	4.2%
	S	12	1							1										15	2.5%
22-23	E	9			1															14	2.5%
	S	11								1										10	1.7%
23-24	E	1																		12	2.2%
	S	0																		1	0.2%
Parcial	E	554	9	24	6	0		3			2									0	0.0%
	S	504	16	20	3	4		3												598	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		1058	25	44	9	4		6			3									551	100.0%
		84.17%	1.99%	3.50%	0.72%	0.32%		0.48%			0.24%									1149	91.4%

  
 DNI 40834703  
 CIP: 07712

INVERSIONES E INGENIERIA A.S.A. S.A.C.  
 Ing. JOSE ELIAS MARCHI QUISPE  
 C.I.P. N° 141379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.**  
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

RUC: 20448419160

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, CONCRETOS, PAVIMENTOS E HIDROLOGIA**

<http://inversioneseingenieriaajsac.es.pe/>

OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

TESIS : ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm2, EN AV. RAMOS , CAÑETE-2021

**PERFIL ESTRATIGRAFICO - REGISTRO DE EXCAVACION**

**CONCEPTO** Cimientos de Estructuras - PAVIMENTO RIGIDO f<sub>c</sub>=280kg/cm2  
**LUGAR** AV. RAMOS - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA  
**CALICATA** C-1  
**ESTRATO**  
**PROFUNDIDAD** 0.10 - 1.60 m  
**SOLICITADO :** ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO  
**FECHA** 15 DE MAYO DEL 2021

PROFUNDIDAD ( m )	TIPO DE EXCAVACION	SIMBOLO	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION DEL MATERIA	ENSAYOS EN LABORATORIO			
					LL	LP	I.P	H.N
0.20	A CIELO ABIERTO		<b>GM</b> A-2-7(0)	PAVIMENTO FLEXIBLE Y MUY DETERIORADO				
0.40				SUELOS CONFORMADOS POR GRAVA LIMOSA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD				
0.60			<b>SC</b> A-2-7(0)	ESTOS SUELOS ESTAN CONFORMADOS				
0.80				POR ARENA ARCILLOSA				
1.00				DE BAJA PLASTICIDAD				
1.20								
1.40								
1.60			<b>SW</b>	SUELOS CONF. POR ARENA BIEN GRADADA				
1.80								
2.00								

**OBSERVACIONES** El tipo de suelo predominante es Arena Arcillosa, "SC",

*[Handwritten Signature]*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

*[Handwritten Signature]*  
 Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 141379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA  
 DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**Tesis:** ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO  $F_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, EN AV. RAMOS , CAÑETE-2021

**Localización:** AV. RAMOS - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

**Muestra:** M-2 **Calicata:** C-1

**Material:** Arena Arcillosa hasta 1" de consistencia semi dura y de color marrón

**Para Uso:** Cimientos de Estructuras - PAVIMENTO RIGIDO  $f_c=280$ kg/cm<sup>2</sup>

**SOLICITADO:** ALEJANDRO YURI TICONA PENASCO

**Perforación:** Cielo Abierto

**Profundidad de Muestra:** 0.10 - 1.60 m

**Fecha:** 15 DE MAYO DEL 2021

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	127.00			
4"	101.60			
3"	76.20			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	80.25	8.15	91.85
3/4"	19.050	42.23	4.29	87.57
1/2"	12.700	29.32	2.98	84.59
3/8"	9.525	15.85	1.61	82.98
1/4"	6.350	10.52	1.07	81.91
Nº 4	4.760	23.32	2.37	79.54
Nº 8	2.380	12.32	1.25	78.29
Nº 10	2.000	16.52	1.68	76.62
Nº 16	1.190	20.12	2.04	74.57
Nº 20	0.840	6.85	0.70	73.88
Nº 30	0.690	10.25	1.04	72.84
Nº 40	0.426	226.32	22.98	49.86
Nº 50	0.297	228.65	23.21	26.65
Nº 60	0.250	10.85	1.10	25.55
Nº 80	0.177	30.85	3.13	22.41
Nº 100	0.149	10.52	1.07	21.35
Nº 200	0.074	75.32	7.65	13.70
Fondo	0.01	134.94	13.70	0.00
PESO INICIAL	985.00			

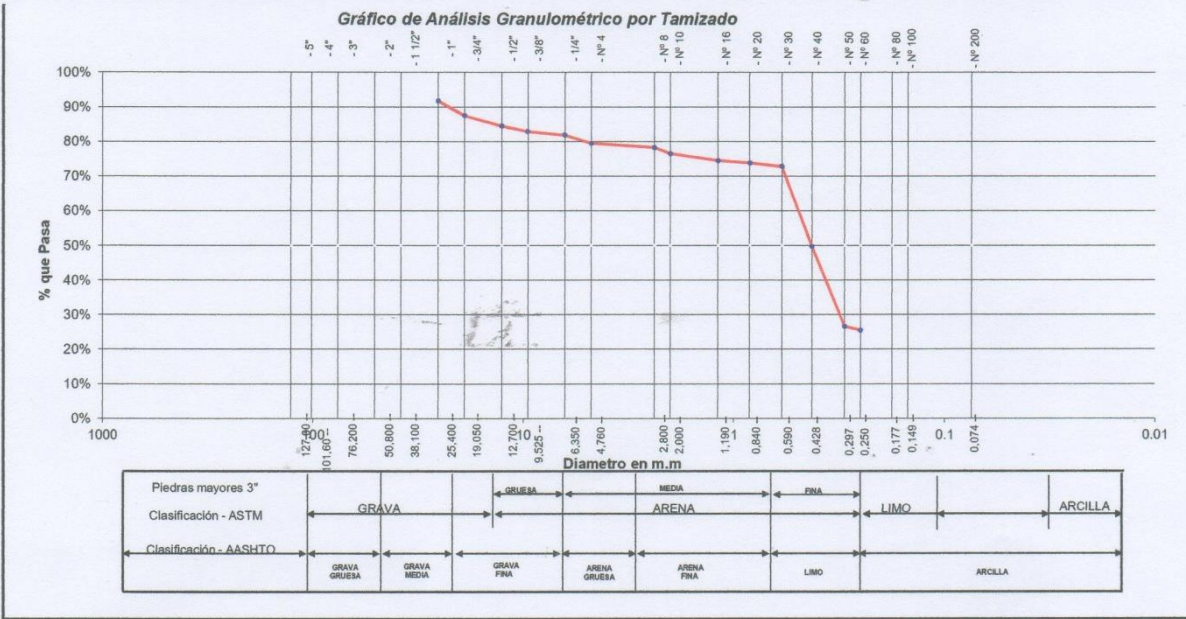
Tamaño Máximo: \_\_\_\_\_  
 Modulo de Fineza AF: \_\_\_\_\_  
 Modulo de Fineza AG: \_\_\_\_\_  
 Equivalente de Arena: \_\_\_\_\_

**Descripción Muestra:** Limo arenosa con mezcla de gravas

SUCS =	SC	AASHTO =	A-2-7(0)
LL	43.21	WT	
LP	17.46	WT+SAL	
IP	25.75	WSAL	
IG		WT+SDL	
		WSDL	
D 90=		%ARC.	13.70
D 60=		%ERR.	
D 30=		Cc	
D 10=		Cu	

**Observaciones:**

Limo arenosa con mezcla de gravas de consistencia semi dura y de color marrón, de mediana plasticidad con 13.70% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Liq. = 43.21% e Ind. Plast. = 25.75%.



*Adicional*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A.S.  
 Ing. JOSE ELIAS MARRA QUISPE  
 C.I.P. N° 341379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



INVERSIONES E INGENIERIA A.I.J.  
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
RUC: 20448419160

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**

<http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/>

OFICINA: L-7, Mx-Ra, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

**Tesis:** ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm<sup>2</sup>, EN AV. RAMOS , CAÑETE-2021

**Localización:** AV. RAMOS - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

**Muestra:** M-2 **Calicata:** C-1

**Material:** Arena Arcillosa hasta 1" de consistencia semi dura y de color marrón

**Para Uso :** Cimientos de Estructuras - PAVIMENTO RIGIDO Fc=280kg/cm<sup>2</sup> **Prof. de Muestra:** 0.10 - 1.60 m

**Perforación:** Cielo Abierto **Fecha:** 15 DE MAYO DEL 2021

**SOLICITADO :** ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO

**HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	23.35	25.63	28.45
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	121.38	113.21	119.56
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	106.00	104.65	107.95
PESO DEL AGUA grs	15.38	8.56	11.61
PESO DEL SUELO SECO grs	82.65	79.02	79.50
% DE HUMEDAD	18.61	10.83	14.60
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>	14.68		

**PESO ESPECÍFICO : ASTM D - 854**

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO	1653.00	1649.00	1670.00	grs.
PESO FRASCO+AGUA	1270.00	1270.00	1270.00	grs.
PESO SUELO SECO	1020.00	974.00	910.00	grs.
PESO SUELO EN AGUA	383.00	379.00	400.00	grs.
VOLUMEN DEL SUELO	637.00	595.00	510.00	cm <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO	1.60	1.64	1.78	grs./cm <sup>3</sup>
<b>PROMEDIO</b>	1.67			<b>grs./cm<sup>3</sup></b>

Por lo que la Densidad relativa es  
16.42 %

**PESO VOLUMETRICO : ASTM D - 2937**

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE grs	1277	1285	1298
PESO DEL SUELO + MOLDE grs	6482	6965	7542
PESO DEL SUELO SECO grs	5205	5680	6244
VOLUMEN DEL MOLDE cm <sup>3</sup>	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO grs/cm <sup>3</sup>	1.53	1.67	1.84
<b>PROMEDIO grs/cm<sup>3</sup></b>	1.68		

1679 Kg/m<sup>3</sup>

*Alejandro Yuri Ticona Peñasco*  
DNI 40834703  
CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A.I.J. S.A.C.

*José Elías Marc Quispe*  
Ing. JOSÉ ELÍAS MARC QUISPE  
C.I.F. N° 141379 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA  
DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**Tesis:** ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO. Fc=280 kg/cm<sup>2</sup>, EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021

**Localización:** AV. RAMOS - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

**Muestra:** M-2 **Calicata:** C-1

**Material:** Arena Arcillosa hasta 1" de consistencia semi dura y de color marrón

**Para Uso:** Cimientos de Estructuras - PAVIMENTO RIGIDO Fc=280kg/cm<sup>2</sup>

**SOLICITADO:** ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO

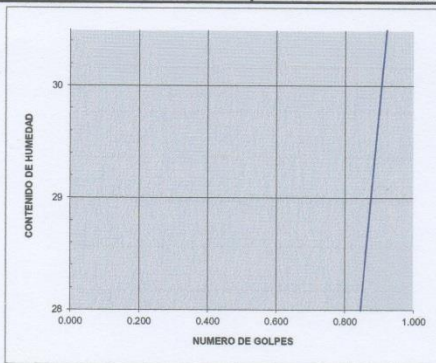
**Perforación:** Cielo Abierto

**Profundidad de la Muestra:** 0.10 - 1.60 m

**Fecha:** 15 DE MAYO DEL 2021

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	23.32	25.20	20.12
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	69.22	69.24	61.35
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	54.43	56.00	50.45
PESO DEL AGUA grs	14.79	13.24	10.90
PESO DEL SUELO SECO grs	31.11	30.80	30.33
% DE HUMEDAD	47.54	42.99	35.94
NUMERO DE GOLPES	20	35	45
	46.27	44.77	38.59
% PROMEDIO	43.21		



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	43.21
Límite Plástico (%)	17.46
Indice de Plasticidad Ip (%)	25.75
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-7(0)
Indice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	16.63	16.56	14.74
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	54.69	58.89	53.01
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	51.25	52.00	45.85
PESO DEL AGUA grs	3.44	6.89	7.16
PESO DEL SUELO SECO grs	34.62	35.44	31.11
% DE HUMEDAD	9.94	19.44	23.02
% PROMEDIO	17.46		

*[Handwritten Signature]*  
 DNI: 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A.S.A.C.

*[Handwritten Signature]*  
 Ing. JOSÉ ELIAS MARI QUISPE  
 C.I.P. N° 141379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA  
 DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**Tesis:** ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO  $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021  
**Localización:** AV. RAMOS - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA  
**Muestra:** M-2 **Calicata:** C-1  
**Material:** AFIRMADO CANTERA CONTÁ ROMA  
**Para Uso:** Cimientos de Estructuras - PAVIMENTO RIGIDO  $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$   
**SOLICITADO:** ALEJANDRO YURI TICONA PEÑASCO  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 0.10 - 1.60 m  
**Fecha:** 15 DE MAYO DEL 2021

**Nº Golpes / capa:** 56 **Nº Capas:** 5 **Peso del Martillo:** 10 Lbs.  
**Dimensiones del Molde:** **Diametro:** 15.10 **Altura:** 12.2 **Vol.:** 2177  
**Sobrecarga:** 10 Lbs.

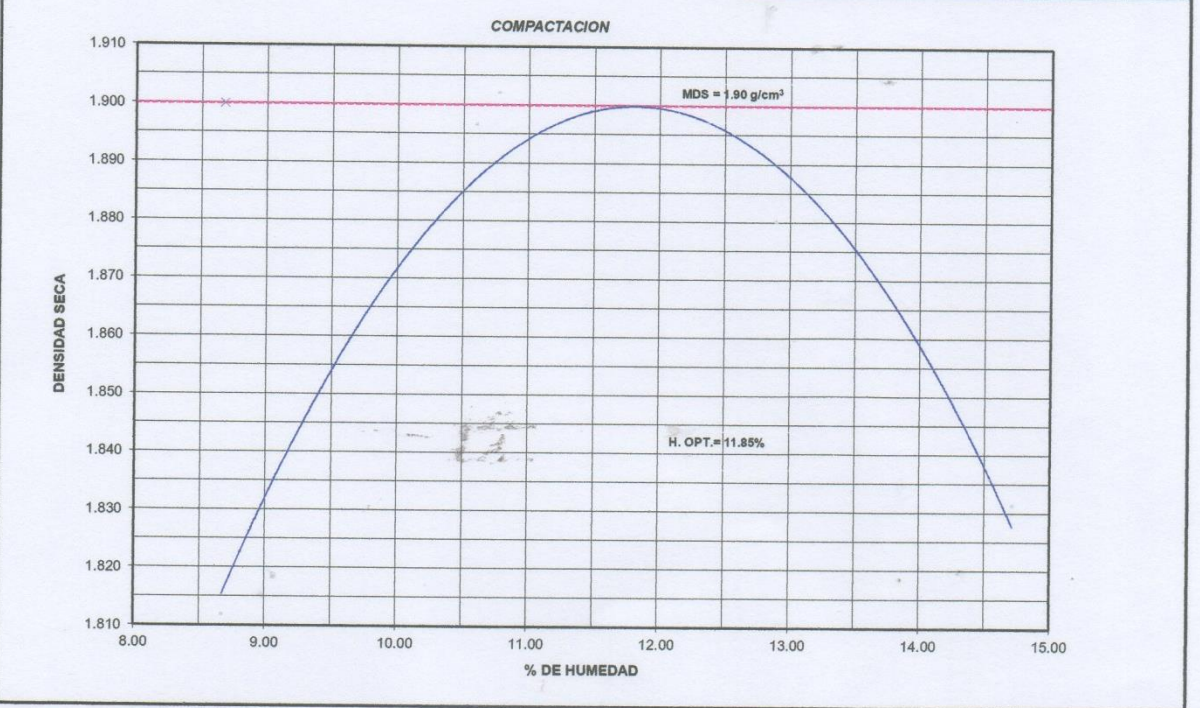
**RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	56.78	56.78	55.85	56.60
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	157.76	157.67	156.89	157.09
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	149.70	148.00	145.35	144.20
PESO DEL AGUA (grs)	8.06	9.67	11.54	12.89
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	92.9	91.2	89.5	87.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	8.67	10.60	12.89	14.71
% PROMEDIO	8.67	10.60	12.89	14.71

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.67	10.60	12.89	14.71
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10732	11012	11066	11019
PESO DEL MOLDE (grs)	6445	6445	6445	6445
PESO DEL SUELO (grs)	4287	4567	4621	4574
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.969	2.098	2.123	2.101
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.812	1.897	1.880	1.831
Densidad Máxima (grs/cm3)				1.90
Humedad Optima%				41.85



*(Handwritten Signature)*  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A.J.S.A.C.

Ing. JOSÉ ELIAS MARCO QUISPE  
 C.I.P. Nº 141379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**INVERSIONES E INGENIERIA A.J. S.A.C.**  
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
R.U.C. 20448419160

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**

<http://inversioneseingenieriaajsac.es.tl/>

OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

**VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883**

**PROYECTO :** ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm2, EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021

**LOCALIZACION:** AV. RAMOS - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

**MUESTRA :** M-2

**MATERIAL :** AFIRMADO CANTERA CONTA ROMA

**FECHA:** 15 DE MAYO DEL 2021

**COMPACTACIÓN**

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8765	8895	9195
Peso del molde (gramos)	4325	4195	4260
Peso del suelo húmedo (grs.)	4440	4700	4935
Volumen del molde (cc)	2323	2323	2323
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.91	2.02	2.12
Densidad seca (grs./cm3)	1.71	1.81	1.90
Tarro N°	10	12	16
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	200.52	215.02	185.65
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	183.20	197.85	171.25
Peso del agua (grs.)	17.32	17.17	14.40
Peso del tarro (grs.)	36.45	52.62	50.12
Peso del suelo seco (grs.)	146.75	145.23	121.13
% de humedad	11.80	11.82	11.89
PROMEDIO DE HUMEDAD			

**EXPANSIÓN**

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%			
		320	0	0	145	0	0	410	0	0			
		320	0	0.00	168	23	0.50	431	21	0.46			
		359	39	0.85	182	37	0.81	445	35	0.77			
		369	49	1.07	192	47	1.03	453	43	0.93			
		570	250	5.47	305	160	3.50	457	47	1.03			

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras.		Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44	99	249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	189	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302

*Elías*  
DNI 40834703  
CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A.J. S.A.C.

Ing. JOSÉ ELÍAS MATA QUISPE  
C.I.P. N° 141375 - INGENIERO CIVIL  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS





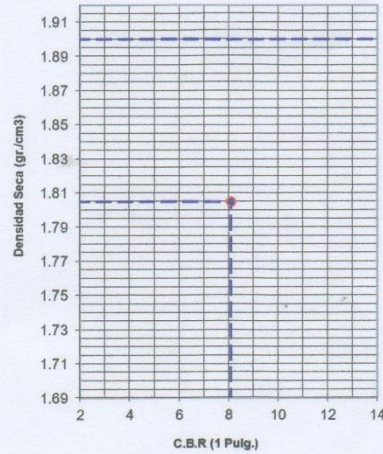
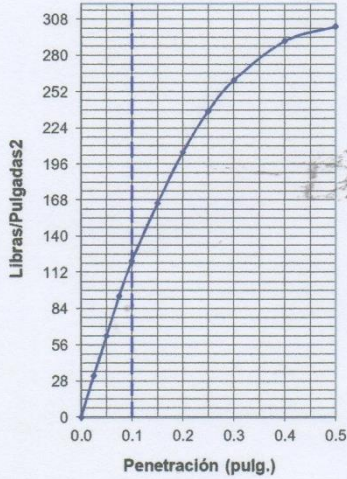
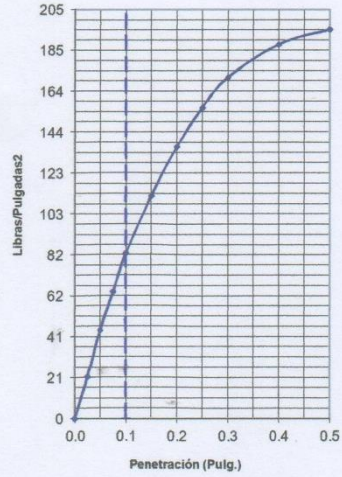
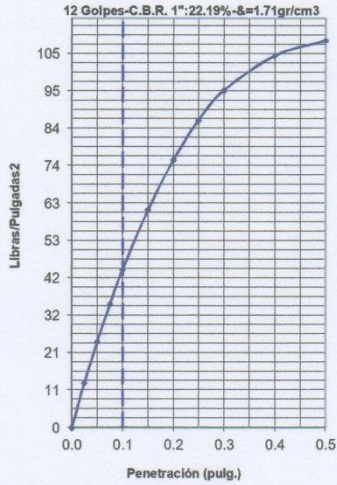
**INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.**  
**CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**  
 RUC: 20448419160

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**

<http://inversioneseingenieriaajisac.es.tl/>

OFICINA: L-7, Mz-Ba, COND. CIUDAD EL SOL - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA

<b>PROYECTO</b>	ADICION DE PERLAS POLIESTERENO EN 6, 12 Y 18 % PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fc=280 kg/cm <sup>2</sup> , EN AV. RAMOS, CAÑETE-2021	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACION</b>	AV. RAMOS - IMPERIAL - CAÑETE - LIMA	Humedad Optima Porct.. Mod.:	<b>41.85</b> %
<b>MUESTRA</b>	M-2	Max. Des. Porct.. Mod.:	<b>1.900</b> gr/cm <sup>3</sup>
<b>MATERIAL</b>	AFIRMADO CANTERA CONTA ROMA		
<b>FECHA</b>	15 DE MAYO DEL 2021		



GOLPES	W. %	&.gr./cm <sup>3</sup>	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	11.80	1.71	5.47	90	22.19		95%	100%
25	11.82	1.81	3.50	95	41.56		22.19	60.52
56	11.89	1.90	1.03	100	60.52			

*Handwritten signature*  
 DNI 40834703  
 CIP: 87712

INVERSIONES E INGENIERIA A&J S.A.C.

Ing. JOSÉ ELIAS MARCA QUISPE  
 C.I.P. N° 141379 - INGENIERO CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA  
 DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS