

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos

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

AUTOR

Samir Ubaldo Perez Perez

ASESOR

Evelyng Lorena Rios Villanueva

<https://orcid.org/0000-0003-4690-7022>

Chiclayo, 2026

**Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F
para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del
concreto en pavimentos rígidos**

PRESENTADA POR

Samir Ubaldo Perez Perez

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Juan Jacobo Sanchez Bautista

PRESIDENTE

Roberto Carlos Castillo Velarde

SECRETARIO

Evelyng Lorena Rios Villanueva

VOCAL

Dedicatoria

A mis queridos abuelos, a quienes con su amor, sabiduría y apoyo incondicional han sido mi fuente de inspiración y motivación. Su legado de valores y perseverancia me ha permitido alcanzar este logro. Dedico este trabajo a ustedes, en agradecimiento por: Su presencia constante en mi vida, Su aliento en momentos difíciles, Su fe en mi capacidad. Gracias por creer en mí y por ser mi ejemplo a seguir.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mis padres, quienes con su amor incondicional y apoyo inquebrantable me han permitido llegar hasta aquí. Su sacrificio y dedicación han sido mi motor y mi inspiración. A Dios, que me ha guiado y bendecido en este camino, dándome la fortaleza y la sabiduría necesarias para superar los obstáculos y alcanzar mis objetivos. Gracias por creer en mí y por estar siempre presentes en mi vida. Este logro es también es para ustedes.

INFORME DE TURNITIN

Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

19 %

FUENTES DE INTERNET

5 %

PUBLICACIONES

9 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8 %
2	Submitted to University of North Carolina, Greensboro Trabajo del estudiante	2 %
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1 %
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	1 %
8	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Índice

Resumen	14
Abstract	15
Introducción.....	16
Revisión de la literatura.....	20
Antecedentes del problema.....	20
Internacionales	20
Nacionales.....	21
Bases teórico-científicas	23
Pavimento rígido.....	23
Características del pavimento rígido.....	24
Flexo tracción del concreto (Mr)	24
Concreto	24
Relación a/c	24
Componentes del concreto.....	25
Granulometría NTP 400.012	26
Contenido de humedad NTP 339.185	26
Peso Unitario y Compactado (NTP 339.046)	26
Peso Específico y Absorción	27
Aditivos	28
Propiedades del Concreto en estado fresco	29
Propiedades del concreto en estado endurecido.....	31
Normativa	32
Diseño de mezcla	33
Materiales y métodos	36
Tipo de investigación.....	36
Diseño de investigación	36
Población, muestra y muestreo	37
Formulación de hipótesis.....	44

Operacionalización de variables	44
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	46
Procedimiento	48
Adquisición de materiales	48
Características de los materiales	50
Proceso de fabricación	54
Propiedades en estado fresco	55
Propiedades en estado endurecido	57
Resultados y Discusión.....	60
<i>Propiedades de los agregados</i>	60
Granulometría.....	60
Caracterización	62
<i>Diseño de mezcla de concreto patrón por el método ACI y Fuller.....</i>	62
Método ACI 211.1 para concreto patrón	62
Método Fuller para concreto patrón	63
<i>Diseño de mezcla de concreto incorporando diferentes dosificaciones de aditivos superplastificantes Sikament 290 N y los que son a base de policarboxilatos</i>	65
Diseño de mezcla patrón con reducción del 10% de cemento.....	65
Diseño de mezcla patrón con reducción del 15% de cemento.....	66
Diseño de mezcla patrón con reducción del 20% de cemento.....	67
Diseño de mezcla usando 0.7% Sikament 290n y reduciendo el cemento en %	67
Diseño de mezcla usando 1.05% Sikament 290n y reduciendo el cemento en %	69
Diseño de mezcla usando 1.05% Sikament 290n y reduciendo el cemento en %	70
Diseño de mezcla usando 0.2% Z Fluidizante SR-1000 y reduciendo el cemento en %.....	71
Diseño de mezcla usando 0.5% Z Fluidizante SR-1000 y reduciendo el cemento en %.....	73
Diseño de mezcla usando 0.7% Z Fluidizante SR-1000 y reduciendo el cemento en %.....	75
<i>Ensayos de laboratorio en estado fresco del concreto</i>	76
Asentamiento (NTP 339.035)	76
Peso unitario (NTP 339.046)	77

<i>Ensayos de laboratorio en estado endurecido del concreto</i>	77
Resistencia a la compresión	77
Módulo de rotura.....	80
<i>Determinación de la dosificación más óptima según la reducción del cemento</i>	82
<i>Resistencia a los Sulfatos para diseños óptimos</i>	83
<i>Análisis estadístico</i>	84
<i>Identificación del aditivo superplastificante más eficiente técnica y económicamente</i>	91
<i>Análisis comparativo de Costos</i>	93
Discusiones:	99
Conclusiones	104
Recomendaciones	107
Referencias bibliográficas	108
Anexos	112

Lista de tablas

TABLA I RESISTENCIA DEL CONCRETO RECOMENDADO EN RELACIÓN AL TRÁFICO.....	24
TABLA II RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SEGÚN LA RELACIÓN AGUA-CEMENTO.....	25
TABLA III TIPOS DE CEMENTO PORTLAND	25
TABLA IV CLASIFICACIÓN SEGÚN EL SLUMP DE LA MEZCLA	29
TABLA V SLUMP RECOMENDADO SEGÚN EL ELEMENTO CONSTRUCTIVO.....	30
TABLA VI PESO UNITARIO SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DEL CONCRETO.....	30
TABLA VII NORMATIVA EMPLEADA.....	33
TABLA VIII PASOS FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO ACI	34
TABLA IX PASOS DISEÑO CUASI-EXPERIMENTAL	36
TABLA X GRUPOS EXPERIMENTALES.....	37
TABLA XI ENSAYOS A REALIZAR EN EL DISEÑO TRADICIONAL	39
TABLA XII MUESTRAS PARA ENSAYOS DE ASENTAMIENTO Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO CON UNA DISMINUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO.....	39
TABLA XIII MUESTRAS PARA ENSAYOS DE ASENTAMIENTO Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO CON UNA DISMINUCIÓN DEL 15 % DE CEMENTO.....	40
TABLA XIV MUESTRAS PARA ENSAYOS DE ASENTAMIENTO Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO CON UNA DISMINUCIÓN DEL 20 % DE CEMENTO.....	40
TABLA XV NÚMERO DE PROBETAS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON UNA DISMINUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO	41
TABLA XVI NÚMERO DE PROBETAS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON UNA DISMINUCIÓN DEL 15 % DE CEMENTO	41
TABLA XVII NÚMERO DE PROBETAS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON UNA DISMINUCIÓN DEL 20 % DE CEMENTO	42
TABLA XVIII NÚMERO DE PROBETAS A ENSAYAR PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ROTURA CON UNA DISMINUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO.....	42
TABLA XIX NÚMERO DE PROBETAS A ENSAYAR PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ROTURA CON UNA DISMINUCIÓN DEL 15 % DE CEMENTO.....	43
TABLA XX NÚMERO DE PROBETAS A ENSAYAR PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ROTURA CON UNA DISMINUCIÓN DEL 20 % DE CEMENTO.....	43

TABLA XXI MUESTRAS PARA ENSAYOS DE ATAQUE POR SULFATOS CON UNA DISMINUCIÓN DEL 20% DE CEMENTO	44
TABLA XXII OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	45
TABLA XXIII COMPARACIÓN DEL MÉTODO ACI 211.1 Y FULLER	54
TABLA XXIV ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL AF	60
TABLA XXV ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL AG.....	61
TABLA XXVI RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS.....	62
TABLA XXVII DISEÑO DE MEZCLA TRADICIONAL – MÉTODO ACI 211.1	63
TABLA XXVIII DISEÑO DE MEZCLA TRADICIONAL – MÉTODO FULLER.....	64
TABLA XXIX COMPARACIÓN DEL MÉTODO ACI 211.1 Y FULLER	65
TABLA XXX DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN CON REDUCCIÓN DEL 10% DE CEMENTO.....	66
TABLA XXXI DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN CON REDUCCIÓN DEL 15% DE CEMENTO.....	66
TABLA XXXII DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN CON REDUCCIÓN DEL 20% DE CEMENTO.....	67
TABLA XXXIII DISEÑOS DE MEZCLA USANDO 0.7% SIKAMENT 290N.....	68
TABLA XXXIV DISEÑOS DE MEZCLA CON 1.05% SIKAMENT 290N.....	69
TABLA XXXV DISEÑOS DE MEZCLA CON 1.4% SIKAMENT 290N	70
TABLA XXXVI DISEÑOS DE MEZCLA CON 0.2% Z FLUIDIZANTE SR-1000	72
TABLA XXXVII DISEÑOS DE MEZCLA CON 0.5% Z FLUIDIZANTE SR-1000.....	73
TABLA XXXVIII DISEÑO DE MEZCLA CON + 0.7% Z FLUIDIZANTE SR-1000.....	75
TABLA XXXIX ASENTAMIENTO NTP 339.035 - RESULTADOS	76
TABLA XL PESO UNITARIO NTP 220.046 - RESULTADOS	77
TABLA XLI RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 7 DÍAS	78
TABLA XLII RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS	78
TABLA XLIII MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO.....	81
TABLA XLIV DESCRIPTIVOS.....	84

TABLA XLV LEVENE.....	85
TABLA XLVI ANOVA.....	85
TABLA XLVII COMPARACIONES MÚLTIPLES	86
TABLA XLVIII DESCRIPTIVOS	87
TABLA XLIX LEVENE	88
TABLA L ANOVA.....	89
TABLA LI COMPARACIONES MÚLTIPLES.....	89
TABLA LII ANÁLISIS DE COSTOS.....	92
TABLA LIII ANÁLISIS DE COSTOS DE CONCRETO PATRÓN	93
TABLA LIV ANÁLISIS DE COSTOS DE CONCRETO -15% DE CEMENTO CON 0.7% DE SIKAMENT 290 N	94
TABLA LV ANÁLISIS DE COSTOS DE CONCRETO -20% DE CEMENTO CON 1.05% DE SIKAMENT 290 N	95
TABLA LVI ANÁLISIS DE COSTOS DE CONCRETO -20% DE CEMENTO CON 0.7% DE Z SR1000	96
TABLA LVII ANÁLISIS DE COSTOS DE CONCRETO -15% DE CEMENTO CON 0.5% DE ZSR1000	97
TABLA LVIII ANÁLISIS DE COSTOS DE CONCRETO -10% DE CEMENTO CON 0.2% DE ZSR1000	98

Lista de figuras

Fig. 1. Metodología de la demostración de hipótesis.....	47
Fig. 2. Muestra de agregado fino	48
Fig. 3. Muestra de agregado grueso	48
Fig. 4. Cemento Pacasmayo – Fortimax - [41]	49
Fig. 5. Aditivo Sikament 290N - [42]	49
Fig. 6. Cálculo de peso de material retenido en tamices para el agregado fino	50
Fig. 7. Cálculo de peso de material retenido en tamices para el agregado grueso.....	50
Fig. 8. Peso de muestra de agregado fino en condición húmeda	51
Fig. 9. Peso de muestra de agregado grueso en condición húmeda	51
Fig. 10. Peso de muestra de agregado fino en condición suelto	52
Fig. 11. Peso de muestra de agregado grueso en condición suelto	52
Fig. 12. Ensayo de peso específico del AF	53
Fig. 13. Ensayo de peso específico del AG.....	53
Fig. 14. Reposo de probetas cilíndricas	55
Fig. 15. Viguetas de concreto después de su proceso de curado	55
Fig. 16. Medida de asentamiento del concreto fresco.....	56
Fig. 17. Medida de asentamiento del concreto fresco.....	56
Fig. 18. Rotura de probeta en prensa de compresión axial	57
Fig. 19. Rotura de vigueta de concreto en ensayo de flexión	58
Fig. 20. Aplicación de ensayo de durabilidad por ataque de sulfatos	59
Fig. 21. Curva granulométrica del AF	61
Fig. 22. Curva granulométrica del AG.....	61
Fig. 23. Cantidad de agregados en porción en peso usando 0.7% Sikament 290N	68
Fig. 24. Cantidad de agregados en porción en peso usando 1.05% Sikament 290N	70
Fig. 25. Cantidad de agregados en porción en peso usando 1.4% Sikament 290N	71
Fig. 26. Cantidad de agregados en porción en peso usando 0.2% Z fluidizante SR-1000	73

Fig. 27. Cantidad de agregados en porción en peso usando 0.5% Z fluidizante SR-1000	74
Fig. 28. Cantidad de agregados en porción en peso usando 0.7% Z fluidizante SR-1000	76
Fig. 29. Resistencia a la compresión de diseños con aditivo Sikament 290N /28 DÍAS (Kg/cm2)	80
Fig. 30. Resistencia a la compresión de diseños con aditivo Z-SR1000 /28 DÍAS (Kg/cm2)	80
Fig. 31. Resistencia a la flexión, diseños con aditivo Sikament 290N	82
Fig. 32. Resistencia a la flexión, diseños con aditivo Z-SR1000.....	82
Fig. 33. Dosificaciones óptimas respecto a resistencia	83
Fig. 34. Variación de Longitud con disminución del 20% de Cemento/ $f'c= 280\text{kg/cm}^2$	83
Fig. 35. Gráfico de medias.	87
Fig. 36. Gráfico de medias.	90
Fig. 37 Módulo de rotura	92

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1: Contenido de Humedad.....	26
Ecuación 2: Peso Unitario Suelto.....	26
Ecuación 3: Peso Unitario Compactado.....	27
Ecuación 4: Peso Específico Aparente.....	27
Ecuación 5: Peso Específico Seco.....	28
Ecuación 6: Peso Específico Aparente.....	28
Ecuación 7: % de Absorción.....	28
Ecuación 8: Peso Unitario.....	30
Ecuación 9: Resistencia a Compresión.....	31
Ecuación 10: Módulo de Rotura.....	32

Resumen

El título del trabajo de investigación es “Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos”, esta investigación tiene como objetivo llevar a cabo un análisis comparativo para los aditivos superplastificantes con el objetivo de optimizar la cantidad de cemento y reducir el componente económico asociado a la elaboración de concreto para pavimentos rígidos. El objetivo no solo consistió en disminuir la relación agua/cemento en el diseño de las mezclas, se considera además en mejorar, en lugar de alterar, las propiedades físicomecánicas del concreto, proporcionando así un mayor ciclo de vida a los pavimentos rígidos. Los aditivos objeto de estudio son el Sikament 290 N en 0.7%, 1.05% y 1.4% y aquellos basados en policarboxilatos en 0.2%, 0.5% y 0.7%, con la disminución del cemento en 10%, 15% y 20% para evaluar su comportamiento en la resistencia a los sulfatos, resistencia a la compresión y resistencia a flexión. Los resultados obtenidos de compresión nos dicen que, si es posible disminuir hasta el 20% de cemento usando 1.05% y 1.4% de Sikament 290 N y 0.7% de Z-SR1000, sin embargo, el ensayo de módulo de rotura nos mostró que solo la adición de Sikament 290N supero la resistencia de la muestra patrón. Además, que al realizar el ensayo de resistencia a los sulfatos para los resultados óptimos de resistencia a la compresión la disminución del 20% de cemento, adicionando 1.4 de SK2920 y 0.7 de ZSR100. El mejor comportamiento ante la variación de la longitud es la del 20% menos de cemento añadiendo 0.7 del Z SR1000 teniendo como resultado 0.053%, sin embargo, el diseño con 20% menos de cemento con 1.4 de SK290N tiene un resultado muy similar siendo 0.055%. Habiendo una diferencia del 0.002% entre ambos diseños. Finalmente determinó que el diseño de concreto - 20% de Cemento con 1.05% SIKAMENT 290 N, fue el diseño de mezcla optimo no solo en termino técnicos sino también económicos.

Palabras clave: Relación agua/cemento, Sikament 290N, Policarboxilato, Resistencia a la compresión, Resistencia a la Flexión, Sulfatos

Abstract

The title of the research study is "Comparative Analysis of Type D and F Superplasticizer Additives to Optimize Cement Quantity and Reduce Concrete Costs in Rigid Pavements." This research aims to carry out a comparative analysis of superplasticizer additives to optimize cement quantity and reduce the economic component associated with the production of concrete for rigid pavements. The goal is not only to reduce the water/cement ratio in mix design but also to improve, rather than alter, the physico-mechanical properties of the concrete, thereby providing a longer lifecycle for rigid pavements. The additives studied include Sikament 290 N at 0.7%, 1.05%, and 1.4%, and those based on polycarboxylates at 0.2%, 1.5%, and 0.7%, with cement reduction levels of 10%, 15%, and 20% to evaluate their performance in sulfate resistance, compressive strength, and flexural strength. The results from compressive strength tests indicate that it is possible to reduce cement by up to 20% using 1.05% and 1.4% of Sikament 290 N and 0.7% of Z-SR1000. However, the modulus of rupture test showed that only the addition of Sikament 290 N exceeded the strength of the control sample. In the sulfate resistance test for optimal compressive strength results, a 20% cement reduction with 1.4% SK2920 and 0.7% Z-SR1000 showed the best performance. The best behavior in length variation was achieved with a 20% cement reduction and 0.7% Z-SR1000, resulting in 0.053%, though a similar result of 0.055% was obtained with a 20% reduction and 1.4% SK290N, showing a mere 0.002% difference between both designs. Finally, it was concluded that the concrete mix design with a 20% cement reduction and 1.05% SIKAMENT 290 N was the optimal mix design, not only in technical terms but also economically.

Keywords: Water/cement ratio, Sikament 290N, Polycarboxylate, Compressive strength, Flexural strength, Sulfates.

Introducción

A nivel mundial se conoce las deficiencias que existen en grandes ciudades con lo que respecta a pavimentaciones adecuadas, por lo que es común poder observar grietas de forma longitudinal, bacheos, entre otros; todos estos problemas afectando el correcto desarrollo de la población, generando incomodidad en los usuarios, accidentes de tránsito, mayores plazos de llegada a destinos como trabajos, colegios, etc [1]. Así mismo se conoce que en ciudades de Egipto, comparten el mismo problema de poseer deficiencias en la pavimentación, dónde muestran que el factor importante radica en las características específicas que debe poseer el concreto para soportar las cargas vehiculares y evitar fallas producidas en el concreto, por lo que actualmente se busca en las propiedades del concreto mejorar sus propiedades mediante uso de nuevos diseños con innovadores materiales o aditivos que permitan este fin [2].

A nivel nacional se conocen también problemas relacionados con el pavimento rígido, donde se evidencian en forma de fallas o agrietamientos sobre la superficie de las carpetas de rodadura de los pavimentos rígidos, además de observar hundimientos de la capa que constituye la estructura del pavimento, esto genera que se convierta en una capa permeable a la filtración de humedad y agua, ocasionando que el pavimento progresivamente vaya fallando de manera más rápida [3]. Los baches, las fallas más típicas, son marcas que demuestran que las deformaciones son mucho más graves en la carpeta y esto es causado por la incapacidad del pavimento de soportar las cargas repetitivas de tráfico, un problema que inicia en el diseño del concreto del pavimento, ya que no puede llegar a la resistencia de diseño inicialmente requerida y establecida. Generalmente, se debe a la inadecuada selección del tamaño de los agregados y de su calidad que no garantizan la durabilidad y resistencia del concreto de pavimento rígido [4].

Hoy en día, es evidente el deterioro generalizado de los pavimentos en la ciudad de Chiclayo. Los daños, presentes desde el inicio o que surgen durante su uso, son atribuibles a factores entre ellos, la deficiente calidad de insumos, una propuesta inadecuada o un proceso constructivo deficiente. En pavimentos rígidos, el concreto es afectado también por un deterioro progresivo, siendo el desgaste causado por las cargas constantes del tráfico vehicular una de las razones más significativas y recurrentes, provocando en ocasiones daños irreparables.

La resistencia y la durabilidad son dos de las propiedades más importantes que debe cumplir el concreto a emplear en los pavimentos, porque se encargan de garantizar la capacidad de resistencia ante los factores del clima, agentes externos químicos y también las cargas de tráfico, Estas dos propiedades se pueden desempeñar hoy con la aplicación de aditivos

superplastificantes, que se usan para obtener altas resistencias sin necesidad de usar mayores recursos, por el contrario, reducen el material y con ello los costos.

La producción de concreto conlleva un aumento en la fabricación de cemento, lo que implica la combustión de materia prima para conseguir el clinker, principal ingrediente del cemento. Desafortunadamente, este procedimiento genera gases de efecto invernadero, tal como el CO₂, que son perjudiciales para la atmósfera. En respuesta a esto, se plantea una solución para optimizar los recursos, reduciendo la cantidad de cemento usada en el diseño de mezcla. Anteriores investigadores reafirman la existencia del aditivo superplastificante, los cuales ayudan con la mejora de la relación agua-cemento en el diseño de concreto, optimizando así sus propiedades físico-mecánicas [5].

Para la producción de pavimentos rígidos, es esencial centrarse en las características físico-mecánicas de las mezclas de concreto. No obstante, los aspectos económicos, como la reducción de costos, también son cruciales. Actualmente, existen innovaciones tecnológicas, como la incorporación de aditivos superplastificantes en el concreto, que han posibilitado la disminución de agua y/o cemento necesario en el diseño, lo que reduce los costos de producción. Esto es particularmente relevante considerando que el cemento es considerado el insumo de mayor costo para la producción del concreto [6].

Huamán y Llanos realizaron una investigación en la que narran una problemática común del deterioro de los pavimentos en Lambayeque. Se destaca la baja calidad del concreto como una causa significativa de este problema. El principal objetivo de su estudio fue determinar las propiedades del concreto, al agregar aditivos superplastificantes, con la intención de verificar su eficiencia y ventajas. Estas adiciones Sikament 290 N y Chemament 400 fueron utilizadas en distintas proporciones en el diseño de concreto. Para el Sikament 290 N, se emplearon porcentajes del 0,7 %, 1,05 % y 1,4 %, mientras que para el Chemament 400 se probaron porcentajes de 0,7 %, 1,35 % y 2 %. Estas dosificaciones se ajustaron para lograr una resistencia a la compresión de 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm². En consecuencia, se demostró una mejoría en la calidad del concreto, una reducción en la relación a/c y una mejora en la adherencia, lo que causó un incremento de resistencia. Se observó en el pavimento una prolongación en su vida útil, previniendo fallas en su estructura. Además, respecto al factor económico, se concluye que la adición de aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament-290N aumentan los precios en un 8 % y 9 % por metro cúbico, en el orden dado.

La finalidad de este estudio es llevar a cabo un análisis comparativo para los aditivos superplastificantes con el objetivo de optimizar la cantidad de cemento y reducir el componente económico asociado a la elaboración de concreto para pavimentos rígidos. El objetivo no solo

consiste en disminuir la relación agua/cemento en el diseño de las mezclas, se considera además en mejorar, en lugar de alterar, las propiedades físicomecánicas del concreto, proporcionando así un mayor ciclo de vida a los pavimentos rígidos. Los aditivos objeto de estudio son el Sikament 290 N y aquellos basados en policarboxilatos. Se llevará a cabo una comparación de su intervención en las mezclas de concreto, evaluando la cantidad de cemento a disminuir y determinando la dosificación óptima del aditivo para lograr esta reducción. La elección final se basará en la opción que demuestre ser más eficiente técnicamente y con la cual se vean mayores reducciones de costos.

El desarrollo de la presente investigación reviste una importancia significativa al revelar como influye en el concreto de pavimentos rígidos la integración de aditivos superplastificantes en su diseño de mezcla. Este estudio no solo evidenciará mejoras sustanciales en las características físicas y mecánicas de estas mezclas, sino que además resaltarán los beneficios asociados con la utilización más eficiente del material de cemento, resultando en una reducción considerable de los costos vinculados al proceso de elaboración. Asimismo, la investigación busca determinar la superioridad entre dos aditivos el superplastificante Sikament 290 N y los que son a base de policarboxilatos. La comparación se enfoca en discernir cuál de estas propuestas permite una disminución significativa en la cantidad de cemento sin comprometer la calidad del concreto. Por lo tanto, se realiza un análisis detallado del factor económico. Un aspecto relevante es la contribución al medio natural y la economía circular en la industria del cemento. La investigación demostrará que el empleo de estos aditivos mejora las propiedades del concreto tanto en físicas como mecánicas, incluso con una disminución de cemento, fomentando así a menorar la dependencia del cemento en el concreto, al mismo tiempo que se minimiza las emisiones de CO₂ que genera la producción de cemento, generando así una construcción sostenible. El estudio también aportará a futuros investigadores al servir como base que muestra la eficiencia de la aplicación de aditivos superplastificantes en el diseño de mezcla para pavimentos rígidos. Proporcionará información sobre la proporción de aditivo que resultó en la disminución de cemento utilizado, así como el porcentaje de reducción de cemento. Para las municipalidades, la investigación ofrecerá orientación sobre la aplicación de innovaciones constructivas con aditivos superplastificantes en el concreto para la construcción de futuros pavimentos. Permitirá seleccionar la opción más óptima y su porcentaje de adición que permitan mejores resultados, reduciendo los costos de elaboración y garantizando la calidad de los pavimentos rígidos, evitando así el deterioro prematuro y las molestias asociadas a calles con baches.

En el sentido de la investigación se centrará como objetivo general: Comparar dos tipos de aditivos superplastificantes empleados para la optimización de cemento en la mezcla de concreto para pavimientos rígidos y con ello la disminución de los gastos asociados a su producción. Y como objetivos específicos: a) Determinar las propiedades de los agregados empleados en la elaboración de la mezcla de concreto a partir de ensayos de laboratorio. b) Realizar el diseño de mezcla de concreto patrón por el método ACI y Fuller, optimizando las cantidades de cemento. c) Determinar el método de diseño de mezcla más eficiente a partir de una comparación económica para utilizar en la elaboración de muestras de concreto. d) Elaborar el diseño de mezcla de concreto incorporando diferentes dosificaciones de aditivos superplastificantes Sikament 290 N y los que son a base de policarboxilatos. e) Ensayar en el laboratorio el concreto en estado fresco con la incorporación de diferentes dosificaciones de aditivos superplastificantes Sikament 290 N y los que son a base de policarboxilatos para determinar el peso unitario y el asentamiento de la mezcla. f) Realizar los ensayos de laboratorio para determinar la resistencia a la compresión, a la flexión y la durabilidad del concreto con adición de diferentes dosificaciones de aditivo superplastificante Sikament 290N y aquellos a base de policarboxilatos. g) Determinar la dosificación más óptima de aditivos superplastificantes Sikament 290N y aquellos a base de policarboxilatos con la cual se obtienen mayores reducciones de cantidad de cemento utilizada en la mezcla de concreto. h) Identificar el aditivo superplastificante más eficiente técnica y económicamente. i) Realizar un estudio comparativo de costos del empleo del aditivo Sikament 290 N y el aditivo a base de policarboxilatos para la disminución de porcentaje de cemento empleado en la mezcla de concreto para pavimientos rígidos basándose también en la probabilidad de cumplir un mayor ciclo de vida.

Revisión de la literatura

Antecedentes del problema

Internacionales

Muñoz et al [7], mencionan que la capa de ozono es contaminada por la emanación de CO₂ en el proceso de calcinación que se realiza a la materia prima para la creación de Clinker que es un elemento fundamental en la fabricación del cemento, esto genera un conflicto el cual la industria del cemento intenta contrarrestar, no obstante es notable la falta de mecanismos ambientales y de estudios que planteen el uso de menor proporción de cemento a emplear en el diseño de mezcla. Es por esto que el presente proyecto tiene como finalidad menorar la cuantía de cemento Portland empleando aditivo en su diseño de mezcla del concreto. Para empezar, se llevó a cabo dos muestras de mortero utilizando en cada una un aditivo superplastificante, el primero con base de policarboxilato y el segundo de naftaleno. Logrando aumentar la trabajabilidad con ambos aditivos, pero siendo más óptimo en cuanto a la disminución de la relación agua cemento en el aditivo con base de policarboxilatos pues esta se redujo de un 0.485 a 0.38, y por lo tanto se reduce la cantidad de cemento un 7.3% y el agua en un 27.3%. Además de optimizar la dosificación un 0.8%.

Según Sadegh-Zadeh et al [8], es difícil pronosticar la reacción y las características del concreto al añadirle aditivo superplastificante, por esto en su estudio realizan una muestra empleando la técnica “extra trees” ensayando su resistencia a la compresión, para ello se analiza estadísticamente la relación no lineal del concreto adicionado con superplastificantes, posteriormente se determina la conexión de dichos elementos, y por último se aplican las 16 técnicas de regresión de aprendizaje automático supervisadas, llegando a la conclusión que los aditivos superplastificantes logran menorar la cantidad de agua entre un 25% y 35%, también acrecientan la resistencia por compresión del concreto en un 50% y 75% mejorando la dosificación de 12kg por metro cúbico, y por lo tanto se obtiene resultados óptimos en relación a la resistencia y la dosificación.

Según Sunarmo et al [9], muestran en su investigación la necesidad de innovar en los diseños de mezclas de concreto, mejorando propiedades físicas y mecánicas, mediante el uso de aditivos superplastificantes HESC1, 2 y 3 que presentan propiedades similares pero de diferentes fabricantes, en dónde tienen resultados de SLUMP de 64, 69.5 y 70.5 mm, llegando a

resistencias a compresión de 34 MPa, 43.2 MPa y 39.1 MPa respectivamente a cada diseño, con estos resultados se demuestra el efecto positivo que tienen los aditivos superplastificantes en especial el HESC2 el cuál presenta una mejora del 27.05% frente al diseño con HESC1 y del 10.49% frente al diseño con HESC3, por lo que se consideran resultados positivos en la innovación de diseños de mezclas de concreto mediante el uso de aditivos superplastificantes.

Nacionales

Chumán et al [10], resaltan los distintos factores que intervienen en las propiedades del concreto, los cuales son principalmente la informalidad al construir y la ausencia de supervisión, en cuanto a la ejecución de los proyectos constructivos lo que se busca es que el concreto sea trabajable en su estado fresco y de esta forma mejorar componentes como la mano de obra y el tiempo de vibrado, optimizando la producción, calidad y obteniendo menores costos. Por ello, se investiga el mejoramiento del concreto aplicando aditivos superplastificantes de poliacarboxilatos. Para esto, se realizan muestras añadiendo de un 0.12% a 0.60% de aditivo al concreto. Obteniendo que al agregar 0.60% de aditivo el asentamiento disminuye hasta 25 cm, por otro lado, al adicionar 0.30% la resistencia a la compresión mejora a 72 MPa, y al añadir 0.40% de aditivo la resistencia a la flexión acrecienta a 12.03 MPa, en relación con la trabajabilidad se concluye que al añadir 0.24% se logran resultados óptimos y por lo tanto el aditivo superplastificante a base de poliacarboxilato disminuye la relación a/c contribuyendo a un mejoramiento de las propiedades físico mecánicas, siendo una mezcla más trabajable, logrando aumentar la resistencia a la compresión en estado sólido.

Por otro lado, Ángeles [11], se refiere al desafío constructivo que atraviesa Huancayo por sus lluvias, que en extremo genera inundaciones, pues no cuenta con un plan de aprovechamiento de dichas aguas pluviales. Su investigación se basa en una propuesta en la que las aguas sean recolectadas por el pavimento aprovechando sus propiedades de permeabilidad y de este modo obtener resultados sostenibles y sustentables frente a las elevadas precipitaciones. Para esto, es primordial definir el efecto que tiene los aditivos plastificantes y superplastificantes en las características físico-mecánicas del concreto permeable en pavimentos. Como primer punto se tomaron dos muestras con el aditivo SikaCem, la primera con un diseño de mezcla de 0.25%, 0.50% y 0.75% y la segunda con una dosis de 1.00%, 1.25% y 1.50%. Los resultados de la primera muestra evidencian un crecimiento de 27.5 kg/cm² en la

resistencia a la tracción, y un valor de 52.9kg/cm² en su resistencia a la flexión, mientras que la segunda dosis obtiene una adición de 31.8 kg/cm² en la resistencia a la tracción y una resistencia a la flexión de 59.7kg/cm². En cuanto sus propiedades de permeabilidad y de infiltración, están en el rango de 0.14cm/s a 1.22 cm/s, no obstante, al agregar mayores cantidades de aditivo, dichas propiedades van disminuyendo. En conclusión, el emplear aditivo SikaCem en el diseño de mezclas del concreto, conlleva a que este tenga un comportamiento plastificante y superplastificante según la dosificación aplicada, resaltando un progreso en las propiedades físico-mecánicas del concreto, aprovechando de este modo las aguas pluviales.

Molina [12], recalca la elevación de gases de efecto invernadero en la atmósfera causado por la fabricación de cemento Portland, principalmente de dióxido de carbono (CO₂), o cual genera daños irreversibles a la capa de ozono. Por esto, se busca innovar los diseños de mezcla de concreto a modo que las cantidades de cemento sean reducidas. Para esto se realiza un análisis a la modificación de propiedades mecánicas a la mezcla hecha con cemento Sol tipo I, agregados de la cantera UNICON y aditivo superplastificante SikaCem. Se toman en cuenta tres distintas dosis de aditivo, cuyos valores son de 0.5%, 1%, y 2% en referencia al peso del cemento. Obteniendo mayores valores en la resistencia a la compresión de 10.09% y a la tracción en un 36.68% al añadir 1% de aditivo, un incremento en la resistencia, sin embargo, su resistencia a la flexión decrece a 7.25%, pero este valor está en el rango permisible. Además, se verifica que al emplear aditivos superplastificantes en las 3 dosis mencionas disminuye la cuantía de cemento en 0.91 bls/m³ para 0.5% de aditivo, 1.52 bls/m³ para 1% de aditivo y 2.38 bls/m³ para 2% de aditivo. Asimismo, en el aspecto económico se tiene que, al agregar mayor cantidad de aditivo, el costo de los materiales se ve disminuido, generando un ahorro de 6.64% al añadir 2% de aditivo al diseño del concreto, llegando a la conclusión que al aplicar aditivos superplastificantes disminuye la relación agua cemento y mejora sus propiedades.

En Lambayeque, Huamán et al [13], analizan el deterioro de los pavimentos de la región causado por distintos factores, siendo uno de los principales la baja calidad del concreto utilizado, por esto en su investigación determina cuales son las propiedades en estado líquido y sólido del concreto al agregar aditivo superplastificante y de este modo verificar la eficacia y beneficios de su aplicación. Se han utilizado 2 tipos de aditivos superplastificantes, el Sikament-290N y el Chemament 400, empleando una primera dosis de 0.7%, 1.05% y 1.4% y una segunda dosis de 0.7%, 1.35% y 2%. Logrando un mejoramiento en la calidad del concreto, además de menorar la cantidad de cemento y aumentar las propiedades de adherencia generando mejores

resistencias y una larga vida útil del pavimento, siendo de manera óptima al aplicar 0.7% de aditivo Chemament 400 con relación al peso del cemento. Por otro lado, en cuanto al componente económico, está directamente relacionado con los aditivos superplastificantes en la mezcla, ya que al añadir dicho insumo este también aumenta en un 8% y 9% por m³ de concreto.

Para De la Cruz [14], uno de los principales causantes del elevado coste del concreto es el número de bolsas de cemento usadas en la preparación del concreto, por esto se investigan alternativas que disminuyan el cemento utilizado y a la vez los costos de producción, para esto se realiza un análisis comparativo al pavimento rígido con un $f'c=210$ kg/cm², añadiendo aditivo plastificante SIKA MENT 290 N. La dosificación empleada con relación al peso del cemento es de 0.7%, 1.05% y 1.4% de aditivo en pavimentos rígidos, la proporción agua cemento es 0.65. De dichas muestras se obtiene que al aplicar 1.4% de aditivo se obtiene una dosificación óptima pues la resistencia a la compresión va creciendo en relación a cómo va aumentando la edad del concreto, de este modo se logra economizar al disminuir las bolsas de cemento en el diseño sin perjudicar la resistencia del concreto, además de optimizar el tiempo de desencofrado.

Bases teórico-científicas

Pavimento rígido

Se trata de una construcción vial con criterios para su diseño y ejecución los cuales son necesarios para lograr una durabilidad y un mejor rendimiento de la carretera.

Está conformada por 2 capas básicas, la sub-base granular la cual podría estar formada por una capa base granular o reforzada con material aglutinante ya sea cemento, cal o asfalto, por otro lado, tenemos la capa de la losa de concreto hecha de cemento con fuerzas como aglutinantes y agregados.

Además, se pueden añadir y de este modo optimizar las características de la mezcla y con ello prolongar la vida útil de este [15].

Características del pavimento rígido

Compuesto esencialmente por una capa de concreto hidráulico colocada sobre una subrasante o cimienta, y también pueden ser una capa de materiales seleccionados. Las cargas del tráfico se distribuyen en un área amplia gracias al concreto hidráulico, lo que permite que la superficie resista las tensiones de flexión. Por lo tanto, es recomendable que la tracción y la flexión del pavimento sea mayor a 40 MPa para evitar la deformación de la losa de hormigón debido a grandes cargas de tráfico [15].

Flexo tracción del concreto (Mr)

Las pruebas de módulo de rotura se llevan a cabo en vigas que se prueban después de 28 días con cargas de un tercio y centrales los cuales deben cumplir con los valores indicados en la tabla de resistencia en una zona de intenso tráfico [15].

TABLA I
RESISTENCIA DEL CONCRETO RECOMENDADO EN RELACIÓN AL TRÁFICO

Rangos de tráfico pesado expresado en EE	Resistencia mínima al flexo tracción del concreto (Mr)	Resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto (f'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
>15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fuente: MTC

Concreto

Conformado por agua, agregado fino, agregado grueso y cemento, este último utilizado como aglutinante. Tiene una consistencia dura el cual al contar con buenas condiciones de curado logra una resistencia óptima [16].

Relación a/c

Es la proporción utilizada con respecto al agua y cemento para el diseño de mezcla del concreto. Dicha relación es influyente en la resistencia, pues a menor a/c se tiene un aumento en la resistencia, asimismo para mayor a/c se obtiene una disminución en la resistencia. Por otro lado, determina si el concreto es trabajable, ya que si la relación es mayor esta propiedad aumenta. La relación a/c es el resultado de dividir la cantidad de agua con la del cemento [17].

TABLA II
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SEGÚN LA RELACIÓN AGUA-CEMENTO

Relación a/c	Resistencia probable a la compresión a 28 días	
	Sin aire incluido	Con aire incluido
0.36	420 kg/cm ²	340 kg/cm ²
0.45	350 kg/cm ²	280 kg/cm ²
0.53	280 kg/cm ²	225 kg/cm ²
0.62	225 kg/cm ²	180 kg/cm ²
0.71	175 kg/cm ²	140 kg/cm ²
0.80	140 kg/cm ²	110 kg/cm ²

Fuente: Método ACI 211.1

Componentes del concreto

Cemento

Es el elemento aglutinante en las mezclas siendo un elemento primordial en el diseño de mezclas del concreto [18], se sabe que hay diversos tipos de cemento, uno de los más empleados es el Portland que a su vez se categoriza en 6 tipos

TABLA III
TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

Tipos de cemento Portland					
Tipo I	Tipo II	Tipo II (MH)	Tipo III	Tipo IV	Tipo V
Cemento mayor empleado por su practicidad diversa	Cemento resistente a sulfatos	Cemento resistente a sulfatos con alto calor de hidratación	Cemento de resistencias iniciales altas	Cemento con bajo calor de hidratación	Cemento con alta resistencia a sulfatos

Agua

Se recomienda el uso de agua potable en el diseño del concreto, además de ser libre de sulfatos y materia orgánica, ya que estos alteran las propiedades fisicoquímicas del concreto.

Agregados

Está clasificado en finos y gruesos, además es esencial considerar su calidad, que puede ser afectada por residuos que perjudiquen las características en el concreto, por esto, se debe realizar ensayos a los agregados y de este modo determinar sus propiedades los cuales deben

cumplir con requisitos establecidos en las normas que me garanticen una buena mezcla de concreto [19].

Granulometría NTP 400.012

El ensayo de granulometría se basa en normas técnicas que aseguran una correcta clasificación del material. El procedimiento consiste en pesar la muestra total antes del tamizado.

Contenido de humedad NTP 339.185

Para este ensayo se pesa la muestra de agregado en su estado original (peso húmedo). Luego, se procede a secar la muestra en un horno a 110 ± 5 °C [20] y se determina utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 1:
Contenido de Humedad

$$\%H = \frac{W_{hum} - W_{seco}}{W_{seco}} \times 100$$

Dónde:

%H: Contenido de humedad (%)

W_{hum} : Peso de muestra húmeda (kg)

W_{seco} : Peso de muestra seca (kg)

Peso Unitario y Compactado (NTP 339.046)

Basado en normas técnicas que aseguran que se realice de manera adecuada el ensayo garantizando un adecuado diseño en el concreto. El procedimiento para el peso unitario suelto consiste en llenar el recipiente con el agregado vertiéndolo sin compactar ni manipular. Luego usar una regla para nivelar la superficie del agregado, eliminando cualquier exceso.

Se determina utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 2: Peso Unitario Suelto

$$PUS = \frac{P_{ag}}{V_{recipiente}}$$

Dónde:

PUS: Peso Unitario Suelto (kg/m³)

P_{ag} : Peso de muestra (kg)

$V_{\text{recipiente}}$: Volumen del recipiente (m^3)

El procedimiento consiste en llenar el recipiente con el agregado en tres capas aproximadamente iguales. Luego compactar cada capa golpeando la varilla de compactación 25 veces uniformemente sobre la superficie. Además, se debe nivelar la superficie del agregado y pesar el recipiente con el agregado compactado.

Se halla utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 3:
Peso Unitario Compactado

$$PUC = \frac{P_{ag.c}}{V_{\text{recipiente}}}$$

Dónde:

PUC: Peso Unitario Compactado (kg/m^3)

P_{ag} : Peso de muestra compactada (kg)

$V_{\text{recipiente}}$: Volumen del recipiente (m^3)

Peso Específico y Absorción

Se basa en normas técnicas que aseguran que se realice de manera adecuada el ensayo garantizando un adecuado diseño en el concreto. El procedimiento difiere para agregados finos y gruesos. Para el agregado grueso, se realiza primero una limpieza con agua para eliminar impurezas superficiales, seguida de una inmersión prolongada de al menos 24 horas con el fin de asegurar que el material quede totalmente saturado. Luego pesar la muestra mientras está sumergida en agua y registrar el peso (peso sumergido). Además, se debe secar la superficie de la muestra con una toalla absorbente y pesar la muestra en aire (peso SSS). Posterior a ello se debe usar el método del cono de arena para obtener el peso sumergido. Y finalmente es secada a 110 ± 5 °C en el horno, hasta peso constante y luego pesar (peso seco). [21] [22]

Se determina utilizando la siguiente fórmula:

- Peso Específico Aparente

Ecuación 4:
Peso Específico Aparente

$$\text{Peso Específico Aparente} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso SSS} - \text{Peso sumergido}}$$

- Peso Específico Seco (Basado en Peso Seco)

Ecuación 5:
Peso Específico Seco

$$\text{Peso Específico Seco} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso SSS} - \text{Peso sumergido}}$$

- Peso Específico Seco (Basado en Peso Seco)

Ecuación 6:
Peso Específico Aparente

$$\text{Peso Específico Aparente} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso SSS} - \text{Peso sumergido}}$$

- Absorción

Ecuación 7:
% de Absorción

$$\text{Absorción} = \frac{\text{Peso SSS} - \text{Peso seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

Aditivos

Es una sustancia líquida añadida al diseño del concreto o mortero, al inicio o durante la producción de mezcla, esto se realiza de manera controlada según la dosificación planificada en el diseño o en los criterios técnicos de dicho insumo. Se sabe que este elemento mejora las propiedades fisicoquímicas de la mezcla, aportando en la disminución de agua o cemento, además brinda una mejor trabajabilidad en la mezcla, y me genera un aumento en la resistencia.

Aditivos superplastificantes

Su función principal es generar una mayor trabajabilidad en la mezcla con menores cantidades de agua, también en algunos casos dicho insumo aumenta la resistencia del concreto.

- **Sikament 290N:** Este aditivo brinda mayor trabajabilidad a la mezcla utilizado como plastificante o superplastificante, esto depende de la dosis aplicada, además funciona como impermeabilizante, y mejora la resistencia, disminuyendo las cantidades de agua. [23].
- **Policarboxilatos:** Caracterizado por aumentar la plasticidad de la mezcla, además disminuye la cuantía de agua y brinda una mejor trabajabilidad. También su aplicación genera una absorción retardada dada por las partículas del material aglutinante debido a la configuración de su enlace químico [24].

Además, disminuye la cantidad de agua y cemento de forma eficiente logrando una elevada resistencia inicial.

- **Z Fluidizante SR 1000:** elaborado con tecnología policarboxílica avanzada, que satisface los estándares ASTM C494 en las categorías A y F. No contiene cloruros en su composición, no es perjudicial para la salud ni representa riesgos de combustión [25].

Propiedades del Concreto en estado fresco

Asentamiento

Es determinado por la consistencia de la mezcla al elaborarlo y colocarlo en obra, en estado fresco, es importante que dicha mezcla sea homogénea y contenga la menor cantidad de vacíos [26].

TABLA IV
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL SLUMP DE LA MEZCLA

Clasificación del Slump		
TIPOS	Consistencia seca	La mezcla presenta cantidad de agua mínima y mayor cantidad de agregados
		Asentamiento entre 0" - 2"
	Consistencia plástica	La mezcla se adapta con facilidad al molde, presenta homogeneidad en la mezcla
		Asentamiento entre 3" - 4"
	Consistencia fluida	Exceso en la proporción de agua
		Asentamiento superior a 5"

El slump

Es determinado por las especificaciones del proyecto constructivo, pero, en caso no se cuente con dicha data, hay distintos asentamientos sugeridos dependiendo del elemento estructural que se vaciará [26]

TABLA V
SLUMP RECOMENDADO SEGÚN EL ELEMENTO CONSTRUCTIVO

Tipos de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto ciclópeo y masivo	5	2

Fuente: Aceros Arequipa

Peso Unitario

Está relacionado a la resistencia del concreto en estado fresco, por esto al tener un menor peso unitario esto trae consigo una menor resistencia y viceversa [16].

TABLA VI
PESO UNITARIO SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DEL CONCRETO

Clasificación		
Peso Unitario	Concreto convencional	2200 kg/m ³ a 2400 kg/m ³
	Concreto ligero	1900 kg/m ³ a 2200 kg/m ³
	Concreto pesado	Mayor al tradicional, pero sin ser mayor a 6000 kg/m ³

El ensayo de peso unitario obedece la siguiente fórmula:

Ecuación 8:
Peso Unitario

$$Pu = \frac{(Mc - Mm)}{Vm}$$

Dónde:

Pu: Peso unitario (kg/m³)

Mc: Peso del recipiente + muestra (kg)

Mm: Peso del recipiente (kg)

Vm: Volumen del molde (m³)

Propiedades del concreto en estado endurecido

Resistencia a la compresión

Esta característica mecánica está relacionada a la capacidad a la que llega el elemento constructivo al endurecer ante la aplicación de cargas en su área transversal, por lo general sus unidades son kg/m². Además, esta propiedad constituye un factor fundamental para el adecuado desarrollo de los pavimentos rígidos, ya que determina la calidad del concreto, componente principal de estos pavimentos, una vez que ha completado de manera satisfactoria su proceso de fraguado y curado [27].

El ensayo de resistencia a compresión obedece la siguiente fórmula:

Ecuación 9:
Resistencia a Compresión

$$R_c = \frac{P}{\pi * (r)^2}$$

Dónde:

Rc: Resistencia a compresión (f'c)

P: Carga máxima (kg)

r: Radio del Especímen (cm)

π : Valor de pi (3.141592...)

Módulo de Rotura

Esta característica depende de la resistencia a la flexión del elemento constructivo al endurecer, definido por la carga última que soporta. Para dicha prueba se realiza un ensayo de una viga sin refuerzo con apoyo simple, por lo general sus unidades son kg/m² [27].

El ensayo de módulo de rotura obedece la siguiente fórmula:

Ecuación 10:
Módulo de Rotura

$$Mr = \frac{P * L}{b * (h)^2}$$

Dónde:

Mr: Módulo de rotura (kg/cm²)

P: Carga máxima (kg)

L: Longitud (cm)

b: Base (cm)

h: altura (cm)

Durabilidad

Es la propiedad que tiene el concreto en estado endurecido para tener la capacidad de resistir distintos factores que puedan alterar propiedades del concreto como lo son las acciones del clima como el congelamiento y descongelamiento, así como también ataques de agentes químicos, al igual que la abrasión, la corrosión de metales en el concreto.

Normativa

La NTP es un conjunto de reglas y especificaciones técnicas establecidas por el INDECOPI en Perú. Estas normas buscan estandarizar y regular diversos aspectos relacionados con la calidad, seguridad, interoperabilidad y otros criterios técnicos en productos, servicios y procesos. Estas normas son desarrolladas por comités técnicos conformados por expertos en cada área, y su objetivo principal es asegurar que los productos y servicios cumplan con los estándares de calidad y seguridad, promoviendo así la competitividad y la protección de los consumidores en el mercado peruano.

TABLA VII
NORMATIVA EMPLEADA

Materiales	Descripción	NTP	ASTM
Agregados	Parámetros de norma para agregados en el concreto	400.037	C-33
	Muestreo de agregados	400.010	C-702
	Contenido de Humedad	339.185	C-566
	Peso unitario	400.017	C-29
	Absorción y Peso específico del agregado fino	400.022	C-127
	Absorción y Peso específico del agregado grueso	400.021	C-128
	Granulometría	400.012	C-136
	Forma de ensayo para obtener, a través de un lavado, los materiales más finos que el tamiz No. 200	400.018	C-177
Agua	Especificación de norma para aguas que se usen con mortero y concretos	339.088	---
Concreto	Método de ensayo para obtener el revenimiento (asentamiento) del concreto con cemento portland	339.035	C-143
	Práctica normalizada para el muestreo del concreto fresco	339.036	C-112
	Procedimiento a seguir para la elaboración y curado de especímenes	339.183	--
	Método a realizar para hallar el peso unitario	339.046	--
	Método de ensayo para determinar la resistencia a compresión de cilindros de concreto	339.034	C-39
	Método de ensayo para determinar la resistencia a flexión en viguetas de concreto	339.078	--
	Método para analizar el cambio de longitud del mortero y concreto por exposición a sulfatos	--	C157

Fuente: Tabla realizada en base la NTP

Diseño de mezcla

Método de diseño según ACI

Procedimiento elaborado por el Instituto Americano del Concreto (ACI), el cual brinda la dosificación de mezcla, teniendo en cuenta los elementos de este, además tiene como resultante pruebas de rendimiento [17].

TABLA VIII
PASOS FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO ACI

Método ACI 211.1	
Pasos necesarios en el diseño	Elección de la recesión
	Selección de TM del agregado
	Agua de mezcla y contenido de aire
	Relación a/c
	Cont. De cemento
	Cont, de ag, grueso
	Cont, de ag, fino
	Ajustes por humedad de agregados

Fuente: [17]

Consideraciones en pavimentos rígidos para su diseño de mezcla

Pasos para aplicar el Método ACI 211 para diseño de mezclas de concreto

- Cálculo de la resistencia promedio requerida (f'_{cr}): Esto se hace combinando la resistencia mínima que se desea (f'_c) con la variabilidad esperada en la obra, representada por la desviación estándar (s) [17].
- Elección del TMN del agregado grueso [17].
- Determinación del asentamiento o fluidez del concreto (slump): Los valores usuales de asentamiento pueden variar desde 25 mm (mezclas más firmes) hasta 125 mm (mezclas más fluidas) [17].
- Estimación del contenido de aire en la mezcla: Se calcula el porcentaje de aire atrapado o incorporado, que depende principalmente del ambiente en el que se usará el concreto. Generalmente, este porcentaje está entre el 1% y el 3%, ya que el aire influye en la durabilidad y resistencia del material [17].
- Determinación de la cantidad de agua necesaria [17].
- Selección de la relación a/c: por lo general, este parámetro varía entre 0.40 y 0.60, siendo ajustado según las condiciones estructurales y de durabilidad [17].
- Cálculo del contenido de cemento [17].
- Distribución de los agregados [17].
- Ajustes por humedad de los materiales [17].

Dosificación

Se selecciona una dosis adecuada que mantenga la mejor interrelación entre el concreto su componente económico. También tiene que considerar los criterios técnicos del proyecto, verificando su resistencia del concreto, la trabajabilidad de la mezcla, y sus propiedades fisicoquímicas [17].

Diseño de Mezcla Fuller

- Selección del TMN del agregado grueso.
- Definición de la curva granulométrica objetivo (Curva Fuller): Esto se logra con la llamada curva de distribución granulométrica Fuller, que sigue la fórmula:

$$P(d) = \left(\frac{d}{D}\right)^n * 100$$

donde $P(d)$ es el porcentaje acumulado de agregados que pasan por un tamiz de tamaño d , D es el tamaño máximo nominal del agregado, y n es un exponente típicamente cercano a 0.5 para mezclas bien gradadas.

- Selección del valor del exponente n : Un valor cerca de 0.5 suele proporcionar una buena combinación de agregados finos y gruesos, pero puede ajustarse según las necesidades específicas de la mezcla para mejorar la trabajabilidad o resistencia.
- Determinación del contenido total de agregado.
- Distribución entre agregado grueso y fino.
- Cálculo del contenido de cemento y agua.
- Ajustes por humedad y corrección de materiales: Como en otros métodos, se deben realizar correcciones en la dosificación por la humedad que contienen los agregados para evitar desviaciones en la mezcla final.
- Verificación y ajustes finales.

Materiales y métodos

Tipo de investigación

Este estudio tiene un propósito tecnológico, pues se basa en brindar soluciones a una problemática práctica con base en la creación de un diseño, ejecución de una nueva metodología [33]. Para esta investigación se analizan 2 aditivos superplastificantes, estableciendo el porcentaje de aditivo empleado en la mezcla, para que sea eficaz y de gran utilidad, optimizando la cantidad de cemento en el concreto para pavimentos rígidos. Es importante mencionar el efecto multiplicador que genera la solución de dicha problemática que se presenta globalmente [34].

Es un estudio cuantitativo, pues se realiza la verificación de una hipótesis de manera numérica [35], por ejemplo, se tienen los resultados cuantitativos de los ensayos realizados que establecen las propiedades fisicoquímicas del concreto, por otro lado, mediante la comparación de resultados se puede resolver la propuesta de aditivo más económica.

Así mismo se considera un nivel explicativo dado que se buscará mediante ensayos poder dar respuesta a un problema específico, en la medida en que una variable influye directamente sobre el comportamiento de la otra [36].

Diseño de investigación

Se trabaja la hipótesis experimentalmente, realizando la operacionalización de las variables, la presente investigación analizará de manera práctica la dosificación de aditivos superplastificantes, además considerará la cantidad de cemento que generen una optimización, también se busca disminuir la relación a/c y economizar la propuesta.

Según su clasificación es un análisis cuasiexperimental pues se realiza la manipulación de variables, considerando criterios técnicos que optimicen las propiedades del concreto y generen menores precios en los resultados del proyecto [37].

TABLA IX
PASOS DISEÑO CUASI-EXPERIMENTAL

G1	X 01
G2	X 02
G3	X 03
G4	X 04
G5	X 05
G6	X 06

Donde:

G1 al G6: son grupos experimentales

X: tratamiento experimental

O1 al O6: grupos tratados experimentalmente

TABLA X
GRUPOS EXPERIMENTALES

Diseño Cuasiexperimental		
Grupos Post- prueba	O1	Especímenes de concreto elaborados con cemento tipo I con una disminución de cantidad en un 10% que se ensayarán con la adición de un porcentaje de aditivo superplastificante Sikament 290N al 0%, 0.7%, 1.05% y 1.4%
	O2	Especímenes de concreto elaborados con cemento tipo I con una disminución de cantidad en un 10% que se ensayarán con la adición de un porcentaje de aditivo superplastificante a base de policarboxilatos al 0%, 0.2%, 0.5% y 0.7%
	O3	Especímenes de concreto elaborados con cemento tipo I con una disminución de cantidad en un 15% que se ensayarán con la adición de un porcentaje de aditivo superplastificante Sikament 290N al 0%, 0.7%, 1.05% y 1.4%
	O4	Especímenes de concreto elaborados con cemento tipo I con una disminución de cantidad en un 15% que se ensayarán con la adición de un porcentaje de aditivo superplastificante a base de policarboxilatos al 0%, 0.2%, 0.5% y 0.7%
	O5	Especímenes de concreto elaborados con cemento tipo I con una disminución de cantidad en un 20% que se ensayarán con la adición de un porcentaje de aditivo superplastificante Sikament 290N al 0%, 0.7%, 1.05% y 1.4%
	O6	Especímenes de concreto elaborados con cemento tipo I con una disminución de cantidad en un 20% que se ensayarán con la adición de un porcentaje de aditivo superplastificante a base de policarboxilatos al 0%, 0.2%, 0.5% y 0.7%

Población, muestra y muestreo

Población:

Según [52], se entiende por población al total de unidades de análisis involucradas en un proceso de investigación. Dichas unidades pueden estar representadas por personas, organismos vivos, registros médicos, datos estadísticos, muestras de laboratorio o eventos específicos, y su composición dependerá directamente del enfoque metodológico y de los objetivos planteados en el estudio.

La población de esta investigación está conformada por todas las mezclas de concreto elaboradas con cemento Portland Tipo I que presentan reducciones del 10 %, 15 % y 20 % en la cantidad de cemento, tanto en su condición convencional (sin aditivos superplastificantes) como en aquellas en las que se incorporan aditivos superplastificantes de tipo D (Sikament 290 N) y tipo F (a base de policarboxilatos) en diferentes dosificaciones.

Muestra:

De acuerdo con [52], la muestra constituye un subconjunto representativo del total de la población, sobre el cual se realiza el estudio. Su función principal es permitir inferir las características generales del conjunto completo sin necesidad de analizar cada elemento de manera individual.

Para esta investigación se elaborarán 132 probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a la compresión y 66 viguetas prismáticas para ensayos de flexión, distribuidas entre las combinaciones definidas de reducción de cemento, tipo de aditivo y dosis, asegurando al menos tres especímenes por tratamiento y por edad de ensayo. Adicionalmente, se fabricarán 12 barras de concreto destinadas a los ensayos de durabilidad frente a sulfatos. Esta cantidad de especímenes permite realizar análisis comparativos confiables y cumplir con las exigencias establecidas en la NTP 339.183 destinado a la preparación y tratamiento de especímenes de concreto bajo condiciones de ensayo

Muestreo:

El muestreo empleado en esta investigación es de tipo **no probabilístico por juicio o criterio técnico**, debido a que el procedimiento de selección no contempla un enfoque aleatorio, sino en criterios técnicos que priorizan aquellas combinaciones más representativas y relevantes para los objetivos del estudio [40].

Esta elección responde a la naturaleza experimental de la investigación, donde se controlan las variables y condiciones de ensayo para evaluar la influencia específica de la reducción de cemento y de los aditivos superplastificantes en las propiedades del concreto. Además, se considera lo establecido en la NTP 339.183 y la NTP 339.036 sobre la elaboración y muestreo de mezclas de concreto, garantizando la calidad y reproducibilidad de los ensayos realizados.

Criterio de selección

La investigación obedece la toma de porcentajes experimentales de aditivo SIKA 290 N de 0.7, 1.05 y 1.4% y aditivo Z SR 1000 en porcentajes de 0.2, 0.5 y 0.7% en base a los antecedentes, donde en su mayoría hacen usos de aditivos con proporciones comprendidas entre 0.12 a 1.4% de aditivo demostrando valores favorables en relación a sus propiedades físicas y mecánicas del concreto y también considerando las fichas técnicas de dichos aditivos, por lo que se toma la decisión de usar valores dentro de este rango ya que valores inferiores o superiores las propiedades del concreto tienden a disminuir. Así mismo en las investigaciones citadas en antecedentes muestran el problema de la gran cantidad de cemento que se requiere en los diseños de mezcla tradicional y que la producción de este componente genera grandes

cantidades de CO₂, por lo que la investigación adopta la posibilidad de disminuir porcentualmente la cantidad de cemento usado en los diseños. Es por ello que en base a las fichas técnicas del aditivo Sikament – 290N y Z Fluidizante SR-1000 debidamente citadas en anexos mencionan que es posible reducir la cantidad de agua hasta en un 20%, por el tipo de aditivo que son superplastificantes, y con el fin de no modificar la relación a/c ideal para un concreto 280 kg/cm², se debe reducir la cantidad de cemento, debido a esto es que en los diseños se consideran 3 escenarios posibles de reducción de 10, 15 y 20% de cemento en la mezcla de concreto, con el fin de analizar los cambios en las propiedades del concreto con la incorporación de aditivos superplastificantes y los aportes para la construcción sostenible. Por otro lado, en relación a la cantidad de ensayos estos obedecen a la normativa de NTP 339.183 donde nos indica un valor mínimo muestral de 2 unidades, pero a conveniencia de la investigación se decide realizar 3 muestras por cada estudio para tener mayor rango de evaluación y media muestral.

TABLA XI
ENSAYOS A REALIZAR EN EL DISEÑO TRADICIONAL

DISEÑO TRADICIONAL DE CONCRETO			
<i>Tipo de muestra</i>	<i>N° de tandas</i>		<i>Total</i>
Peso unitario y asentamiento	1 und		1 und
Resistencia a la compresión	7 días	3 und	6 und
	28 días	3 und	
Resistencia a la flexión	28 días	3 und	6 und
Durabilidad	3 und		3 und

TABLA XII
MUESTRAS PARA ENSAYOS DE ASENTAMIENTO Y PESO UNITARIO DEL
CONCRETO CON UNA DISMINUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO

MUESTRAS PARA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
<i>Tipo de muestra</i>	<i>Rango de aplicación</i>	<i>N° de tandas</i>
Muestra 1 (-10% cemento)	0%	1
Muestra con aditivos plastificantes Sikament 290 N	0.7	1
	1.05	1
	1.4	1
Muestra con aditivos plastificantes policarboxilatos	0.2	1
	0.5	1
	0.7	1
TOTAL		7 tandas

TABLA XIII
MUESTRAS PARA ENSAYOS DE ASENTAMIENTO Y PESO UNITARIO DEL
CONCRETO CON UNA DISMINUCIÓN DEL 15 % DE CEMENTO

MUESTRAS PARA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
<i>Tipo de muestra</i>	<i>Rango de aplicación</i>	<i>N° de tandas</i>
Muestra 2 (-15% cemento)	0%	1
Muestra con aditivos plastificantes Sikament 290 N	0.7	1
	1.05	1
	1.4	1
Muestra con aditivos plastificantes policarboxilatos	0.2	1
	0.5	1
	0.7	1
TOTAL		7 tandas

TABLA XIV
MUESTRAS PARA ENSAYOS DE ASENTAMIENTO Y PESO UNITARIO DEL
CONCRETO CON UNA DISMINUCIÓN DEL 20 % DE CEMENTO

MUESTRAS PARA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
<i>Tipo de muestra</i>	<i>Rango de aplicación</i>	<i>N° de tandas</i>
Muestra 3 (-20% cemento)	0%	1
Muestra con aditivos plastificantes Sikament 290 N	0.7	1
	1.05	1
	1.4	1
Muestra con aditivos plastificantes policarboxilatos	0.2	1
	0.5	1
	0.7	1
TOTAL		7 tandas

TABLA XV
NÚMERO DE PROBETAS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
CON UNA DISMINUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (cantidad de probetas)			
<i>Tipo de muestra</i>	<i>Rango de aplicación</i>	<i>Edad</i>	
		<i>7 días</i>	<i>28 días</i>
Muestra 1 (-10% cemento)	0%	3 und	3 und
Muestra con aditivos superplastificantes Sikament 290 N	0.7	3 und	3 und
	1.05	3 und	3 und
	1.4	3 und	3 und
Muestra con aditivos superplastificantes policarboxilatos	0.2	3 und	3 und
	0.5	3 und	3 und
	0.7	3 und	3 und
Total por edades		21 und	21 und
TOTAL		42 und	

TABLA XVI
NÚMERO DE PROBETAS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
CON UNA DISMINUCIÓN DEL 15 % DE CEMENTO

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (cantidad de probetas)			
<i>Tipo de muestra</i>	<i>Rango de aplicación</i>	<i>Edad</i>	
		<i>7 días</i>	<i>28 días</i>
Muestra 2 (-15% cemento)	0%	3 und	3 und
Muestra con aditivos superplastificantes Sikament 290 N	0.7	3 und	3 und
	1.05	3 und	3 und
	1.4	3 und	3 und
Muestra con aditivos superplastificantes policarboxilatos	0.2	3 und	3 und
	0.5	3 und	3 und
	0.7	3 und	3 und
Total por edades		21 und	21 und
TOTAL		42 und	

TABLA XVII
NÚMERO DE PROBETAS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
CON UNA DISMINUCIÓN DEL 20 % DE CEMENTO

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (cantidad de probetas)			
<i>Tipo de muestra</i>	<i>Rango de aplicación</i>	<i>Edad</i>	
		<i>7 días</i>	<i>28 días</i>
Muestra 3 (-20% cemento)	0%	3 und	3 und
Muestra con aditivos superplastificantes Sikament 290 N	0.7	3 und	3 und
	1.05	3 und	3 und
	1.4	3 und	3 und
Muestra con aditivos superplastificantes policarboxilatos	0.2	3 und	3 und
	0.5	3 und	3 und
	0.7	3 und	3 und
Total por edades		21 und	21 und
TOTAL		42 und	

TABLA XVIII
NÚMERO DE PROBETAS A ENSAYAR PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE
ROTURA CON UNA DISMINUCIÓN DEL 10 % DE CEMENTO

MUESTRAS PARA ENSAYO MR (cantidad de viguetas)		
<i>Tipo de muestra</i>	<i>Rango de aplicación</i>	<i>Edad</i>
		<i>28 días</i>
Muestra 1 (-10% cemento)	0%	3 und
Muestra con aditivos superplastificantes Sikament 290 N	0.7	3 und
	1.05	3 und
	1.4	3 und
Muestra con aditivos plastificantes policarboxilatos	0.2	3 und
	0.5	3 und
	0.7	3 und
TOTAL		21 und

TABLA XIX
NÚMERO DE PROBETAS A ENSAYAR PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE
ROTURA CON UNA DISMINUCIÓN DEL 15 % DE CEMENTO

MUESTRAS PARA ENSAYO MR (cantidad de viguetas)		
<i>Tipo de muestra</i>	<i>Rango de aplicación</i>	<i>Edad</i>
		<i>28 días</i>
Muestra 2 (-15% cemento)	0%	3 und
Muestra con aditivos superplastificantes Sikament 290 N	0.7	3 und
	1.05	3 und
	1.4	3 und
Muestra con aditivos plastificantes policarboxilatos	0.2	3 und
	0.5	3 und
	0.7	3 und
TOTAL		21 und

TABLA XX
NÚMERO DE PROBETAS A ENSAYAR PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE
ROTURA CON UNA DISMINUCIÓN DEL 20 % DE CEMENTO

MUESTRAS PARA ENSAYO MR (cantidad de viguetas)		
<i>Tipo de muestra</i>	<i>Rango de aplicación</i>	<i>Edad</i>
		<i>28 días</i>
Muestra 3 (-20% cemento)	0%	3 und
Muestra con aditivos superplastificantes Sikament 290 N	0.7	3 und
	1.05	3 und
	1.4	3 und
Muestra con aditivos plastificantes policarboxilatos	0.2	3 und
	0.5	3 und
	0.7	3 und
TOTAL		21 und

TABLA XXI
MUESTRAS PARA ENSAYOS DE ATAQUE POR SULFATOS CON UNA
DISMINUCIÓN DEL 20% DE CEMENTO

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE DURABILIDAD (Barras de concreto para expansión por sulfatos)		
<i>Tipo de muestra</i>	<i>Rango de aplicación</i>	<i>Edad</i>
		<i>24h,28d,8,16 Semanas</i>
Muestra (-20% cemento)	0%	3 und
Muestra con aditivos superplastificantes Sikament 290 N	1.4	3 und
Muestra con aditivos superplastificantes policarboxilatos	0.7	3 und
Total por edades		9 und
TOTAL		9 und

Formulación de hipótesis

La aplicación de aditivos superplastificantes Sikament 290 N y los que son a base de policarboxilatos en el diseño de mezcla del concreto para pavimentos rígidos, disminuye el porcentaje de cemento empleado y economiza la producción de concreto sin perjudicar sus propiedades físicas y mecánicas.

Operacionalización de variables

Para este estudio, se establece el aditivo superplastificante Sikament 290N y el aditivo superplastificante de policarboxilatos como variables independientes en distintas proporciones según el diseño de mezcla para pavimentos rígidos. Las variables dependientes del proyecto son 3, las propiedades físicomecánicas que están relacionadas con porcentaje del aditivo añadido, optimizando las cantidades de cemento a emplear en la mezcla de concreto, lo cual se verá reflejado en una reducción del presupuesto al ser una propuesta más económica. En conclusión, existe una relación causa y efecto que generan las variables independientes sobre las variables dependientes, sin embargo, hay variables intervinientes, que influyen en el resultado como lo son la resistencia inicial, la granulometría del agregado y el tiempo de curado.

TABLA XXII
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN (Aplicado por separado)	INDICADOR	UNID. DE MEDIDA	RANGO DE APLICACIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN
Aditivos superplastificantes	Dosificación de aditivo Sikament 290N	Aditivo Sikament 290 N.	% en peso	0%, 0.7%, 1.05% y 1.4%	balanza
	Dosificación de aditivo policarboxilato	Aditivo policarboxilato	% en peso	0%, 0.2%, 0.5% y 0.7%	balanza
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNID. DE MEDIDA	RANGO DE APLICACIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN
Concreto	Propiedades de los agregados	Análisis granulométrico	% en peso	-	NTP 400.012
		Peso unitario	kg/m ³	-	NTP 400.017
		Peso específico	g/cm ³	-	NTP 400.021 - NTP 400.022
		Absorción	%	-	NTP 400.021 - NTP 400.022
		Contenido de humedad	%	-	NTP 339.185
	Análisis económico	Análisis económico	S/.	-	Hoja de cálculo
	Propiedades del concreto fresco	peso unitario	kg/m ³	-	NTP 339.046
		asentamiento	pulg	-	NTP 339.035
	Propiedades del concreto endurecido	compresión	kg/cm ²	-	NTP 339.034
		MR	kg/cm ²	-	NTP 339.078
Expansión por sulfatos		mm	-	ASTM C157	
VARIABLES INTERVINIENTES			UNID. DE MEDIDA	VALOR	MÉTODO DE MEDICIÓN
Resistencia característica (f'c)			kg/cm ²	280	NORMA E.060
Tiempo de curado			días	7 y 28 días	NTP 339.033
Tamaño máximo del agregado grueso			pulg	3/4"	NTP 400.012
Temperatura			°C	Variable	NTP 339.033

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación

Es esencial esta metodología pues ayuda a registrar la data resultante producto de ensayos de laboratorio al concreto en su estado fresco y endurecido.

Análisis estadístico de datos

Los resultados cuantitativos de los ensayos serán analizados mediante cuadros y tablas, la información a comparar se realizará según la dosificación del diseño, sin aditivo y con los distintos porcentajes de aditivo antes mencionados. Los resultados de laboratorio son la resistencia a la compresión y a la flexión de las probetas y viguetas respectivamente, así como también los resultados de los ensayos de muestras para determinar la durabilidad del concreto, además de determinar cuánto cemento se utilizará para tener resultados óptimos, y con una propuesta económica, para llegar a la conclusión del aditivo superplastificante más eficiente.

Instrumentos

Para esta investigación se han empleado fichas de laboratorio en las cuales se registran los resultados de ensayos, además se realizarán tablas y cuadros para una mejor organización de la información.

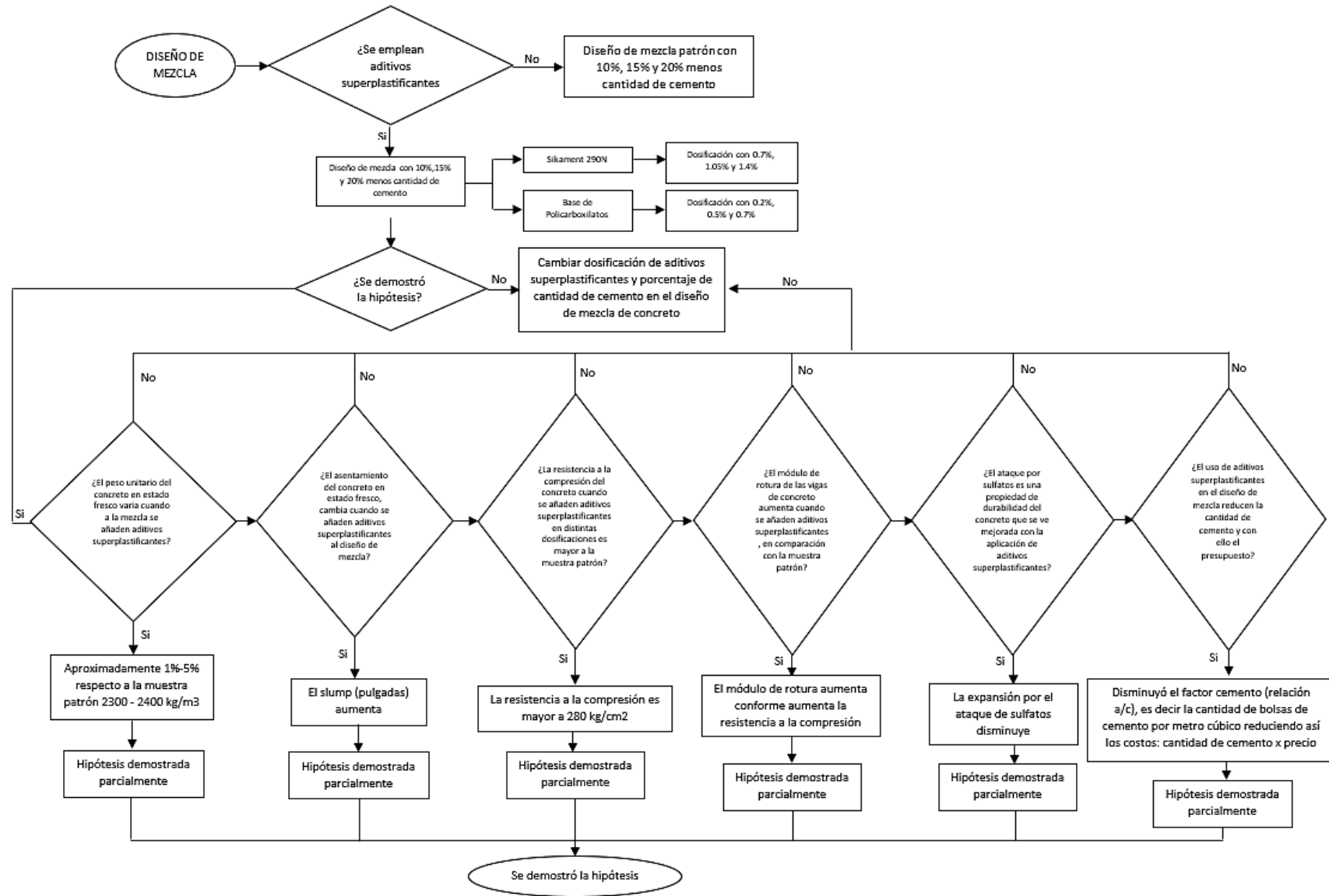


Fig. 1. Metodología de la demostración de hipótesis

Procedimiento

Adquisición de materiales

Agregado fino (AF)

El agregado fino utilizado en el estudio se obtuvo de la cantera “La Victoria” ubicado en Pátapo, donde se recolectó una cantidad de 200 kg.



Fig. 2. Muestra de agregado fino

Agregado grueso (AG)

El material utilizado en la presente investigación se obtuvo de la cantera “La Victoria” ubicado en Pátapo, donde se recolectó una cantidad de 500 kg.



Fig. 3. Muestra de agregado grueso

Cemento

El cemento utilizado en el estudio fue de la marca Pacasmayo con una denominación fortimax y con propiedades de mayor durabilidad y antisalitre, tal como se observa en la figura 4.



Fig. 4. Cemento Pacasmayo – Fortimax - [41]

Fuente: Tomada de Pacasmayo

Aditivos plastificantes

El aditivo utilizado en el diseño fue de la marca SikaCem de característica superplastificante con denominación Sikament 290N con característica que te permite reducir hasta en 20 el agua y el aditivo Z Fluidizante SR-1000.



Fig. 5. Aditivo Sikament 290N - [42]

Fuente: Tomada de Sika

Características de los materiales

Granulometría NTP 400.012

De los agregados se extrae una cantidad específica de muestra, la cual será sometida a un proceso de cuarteo, que consiste en dividir la muestra en cuatro partes y seleccionar una parte representativa para el ensayo de granulometría. A continuación, la muestra se coloca en una serie de tamices seleccionados para el ensayo, y se realiza el zarandeo para permitir que el agregado pase a través de los tamices, reteniendo el material en cada uno. Finalmente, se pesa el material retenido en cada tamiz. Con esta información, se elabora la curva granulométrica que muestra la distribución de las partículas, indicando si es homogénea o no. Esto se ilustra en las figuras 6 y 7. [43]



Fig. 6. Cálculo de peso de material retenido en tamices para el agregado fino



Fig. 7. Cálculo de peso de material retenido en tamices para el agregado grueso

Contenido de humedad

Para este ensayo se tomó una cantidad de muestra del AF de 1000.3 gramos y del AG de 5767 gramos para ser pesada en la balanza en su estado natural. Después de ello, la muestra permaneció en el horno por 24 horas para su seca con el propósito de secarla lo máximo posible. Una vez transcurrido el tiempo especificado por el ensayo, se extrajo la muestra y se volvió a pesar. Con estas actividades es posible determinar el porcentaje de humedad presente en la muestra. Este procedimiento se ilustra en las figuras 8 y 9.



Fig. 8. Peso de muestra de agregado fino en condición húmeda



Fig. 9. Peso de muestra de agregado grueso en condición húmeda

Peso Unitario y Compactado

Se utilizaron materiales como apisonador, balanza, enrasador y moldes metálicos. El procedimiento consiste en llenar el molde con la muestra en tres etapas, aplicando aproximadamente 25 golpes en cada una de ellas hasta que el recipiente esté completamente lleno. A continuación, se aplica aceite en el molde para nivelarlo y asegurar un volumen adecuado, seguido de la toma de peso y el registro del resultado obtenido. Para medir los pesos sueltos, se llena el recipiente completamente sin exceder su nivel, se utiliza el enrasador para eliminar cualquier exceso y, finalmente, se pesa el recipiente con la muestra. En este ensayo, se empleó una muestra representativa de 18.478 kg de AF y 15.785 kg de AG. Este procedimiento se ilustra en las figuras 10 y 11.



Fig. 10. Peso de muestra de agregado fino en condición suelta



Fig. 11. Peso de muestra de agregado grueso en condición suelta

Peso Específico y Absorción NTP 400.021 y NTP 400.022

Para el ensayo de absorción y peso específico se utilizan equipos como el horno, un recipiente, una malla de alambre, una balanza de precisión y otra de mayor capacidad. El proceso comienza con el lavado de la muestra seleccionada. Luego, esta muestra se coloca en el horno durante 24 horas. Después de este periodo, se retira la muestra y se satura con el agregado. Posteriormente, se seca con un paño y se registra su peso para obtener el peso saturado superficial. A continuación, la muestra se sumerge en un recipiente con agua, utilizando una malla metálica, para determinar el peso bajo inmersión. Pasadas 24 horas, la muestra se vuelve a llevar al horno para obtener el peso seco final. Se registran los diferentes pesos obtenidos durante el procedimiento y se efectúan los cálculos pertinentes. Para este ensayo, se empleó una muestra representativa de 0.953 kg de AF y 2.48 kg de AG. [22] [21]

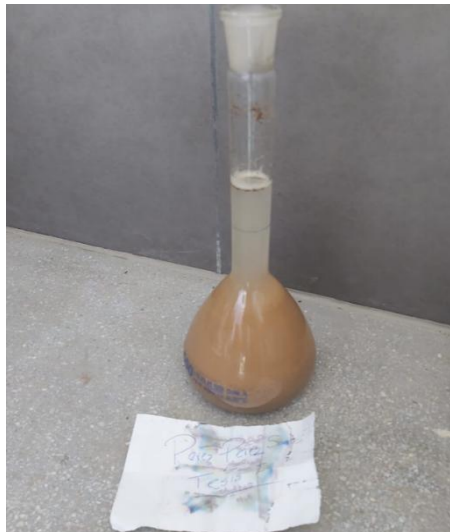


Fig. 12. Ensayo de peso específico del AF



Fig. 13. Ensayo de peso específico del AG

Diseño de mezcla.

Se consideraron el método de ACI 211.1 y el método FULLER, con la finalidad de elegir uno de ellos como el método final para todos los diseños de mezclas experimentales.

TABLA XXIII
COMPARACIÓN DEL MÉTODO ACI 211.1 Y FULLER

Diferencias entre diseños de mezcla	
Método ACI 211.1	Método FULLER
Desarrollado por American Concrete Institute (ACI)	Basado en la curva de gradación ideal desarrollada por Fuller y Thompson, conocido como la "Curva de Fuller"
Enfocado en proporcionar una guía para la proporción de materiales en la mezcla de concreto que cumpla con los requisitos de resistencia, trabajabilidad y durabilidad para aplicaciones específicas	Enfocado en la optimización de la gradación de los agregados para lograr la máxima densidad y reducir el contenido de vacíos
Basado en requisitos específicos de resistencia, trabajabilidad y durabilidad	Basado en la optimización de la gradación de los agregados para lograr la máxima densidad
Incluye selección de slump, relación agua/cemento, contenido de cemento, y ajustes para durabilidad y aditivos	Utiliza la curva de Fuller para la gradación de los agregados, enfocándose en la densidad
Más completo y ampliamente utilizado en proyectos donde se especifican propiedades mecánicas y de durabilidad	Principalmente utilizado para optimizar la gradación de agregados en mezclas donde la densidad es crítica

Proceso de fabricación

Testigos de concreto:

En el caso de las muestras que serán ensayadas a compresión a edades de 7 y 28 días se hizo uso de moldes cilíndricos en los que se realizó la mezcla de concreto con las dosificaciones para el diseño tradicional, los diseños patrón y los diseños experimentales que cuentan con aditivos superplastificantes, se llevó a cabo el vertido del concreto en los moldes, los cuales habían sido previamente recubiertos con un agente desmoldante para prevenir que el concreto se pegara a las paredes del molde, posterior a ello se realizó el chuseado y enrasado con una varilla lisa, luego de ello se dejó secar por 24 horas antes de ser desmoldado y colocado en pozas de agua de las cuales estarán por 7 y 28 días para luego ser llevadas a realizarles el ensayo de compresión, de la misma manera se realizó con las vigas de concreto pero con un molde prismático para ser ensayados a los 28 días. Lo mencionado se puede apreciar en imágenes siguientes:



Fig. 14. Reposo de probetas cilíndricas



Fig. 15. Viguetas de concreto después de su proceso de curado

Propiedades en estado fresco

Asentamiento

Conforme al punto mencionado, se procedió a realizar la mezcla según el diseño de mezcla previamente establecido. Los equipos utilizados fueron el cono de Abrams, la placa base, una cinta métrica y una cuchara metálica. El proceso comienza colocando el cono sobre la placa en una superficie uniforme y asegurándolo para evitar cualquier movimiento. Luego, se llena el cono con la mezcla hasta su altura máxima. A continuación, se enrasan los excedentes de material y se retira el cono de forma vertical. Finalmente, se coloca el cono junto a la muestra y se mide la distancia

desde la cima de la mezcla hasta el borde superior del cono. De la misma manera se realizó para el diseño tradicional, los diseños patrón y los diseños experimentales que cuentan con aditivos superplastificantes. La prueba de asentamiento se ilustra en la figura 16:



Fig. 16. Medida de asentamiento del concreto fresco

Peso unitario del concreto

Es en resumen la cantidad de material de concreto en peso que se encuentra en un volumen, por ello es que se necesita un molde en el cual se considera su volumen cilíndrico y se hace el peso del molde, luego de ello se hace el vaciado del material en el molde y nuevamente es pesado con la finalidad de observar la cantidad de material que se encuentra en un metro cúbico, este procedimiento se realiza con la finalidad de mantener un control de calidad adecuada. De la misma manera se realizó para el diseño tradicional, los diseños patrón y los diseños experimentales que cuentan con aditivos superplastificantes. Lo mencionado se ilustra en la figura 17:



Fig. 17. Medida de asentamiento del concreto fresco

Propiedades en estado endurecido

Resistencia a compresión

Conforme a la determinación de esta propiedad, se utilizó la prensa de concreto para ensayar las probetas con edades de curado de 7 y 28 días. Una vez extraídas del agua, se midieron las alturas y diámetros de cada espécimen antes de ser ensayados. Cada probeta se colocó con las bases de neopreno, situando una base por debajo y otra por encima, bajo el pistón de compresión hasta el ras de la misma. Finalmente, se aplicó la carga gradualmente hasta que la probeta fallara. Se registró el valor aplicado y se calculó la resistencia de la probeta. Los datos recolectados se utilizaron para trazar la curva de resistencia para cada edad de curado. De la misma manera se realizó para el diseño tradicional, los diseños patrón y los diseños experimentales que cuentan con aditivos superplastificantes. Lo mencionado se ilustra en la figura 18:



Fig. 18. Rotura de probeta en prensa de compresión axial

Módulo de rotura

Es un método estándar utilizado para evaluar la capacidad del concreto para resistir fuerzas de flexión. Este procedimiento se realiza eligiendo las muestras de vigas a ensayar sin imperfecciones y limpias. Posteriormente son colocadas en la máquina a flexión donde se aplicarán cargas en dos puntos equidistantes del centro de la viga, dividiendo el vano entre los apoyos en tres partes iguales. Este método es conocido como el ensayo de flexión a tercio de punto, una vez que falle la viga se toma lectura de las cargas y se calcula la resistencia de la viga. De la misma manera se realizó para el diseño tradicional, los diseños patrón y los diseños experimentales que cuentan con aditivos superplastificantes. Lo mencionado se ilustra en la figura 19:



Fig. 19. Rotura de vigueta de concreto en ensayo de flexión

Durabilidad: Resistencia a los Sulfatos NORMA ASTM C 157

Equipamiento

- Mezclador de mortero
- Moldes para cubos
- Moldes de barras
- Comparador de fluidez
- Contenedores de plástico resistente a la corrosión
- Horno: ($35^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$)
- Mesa de Fluides Manual
- Reactivo: Sulfato de Sodio (Na_2SO_4); 50 g por c/L de agua

El ensayo de resistencia a durabilidad se busca conocer el ataque por sulfatos que se presentan en el concreto como una propiedad de conocer en el concreto con el paso del tiempo. El ensayo se realiza en prismas de concreto que previamente fueron vaciado y desencofrado. De la misma manera se realizó para el diseño tradicional, los diseños con reducciones de cemento y los diseños experimentales que cuentan con aditivos superplastificantes. Lo mencionado se ilustra en la figura 20:



Fig. 20. Aplicación de ensayo de durabilidad por ataque de sulfatos

Resultados y Discusión

Propiedades de los agregados

Granulometría

- **Agregado fino**

Para el A.F., en la tabla XXIV se determinó un módulo de finura de 2.677, valor que se ubica dentro del intervalo establecido por la norma ASTM C33, el cual suele oscilar entre 2.3 y 3.1. Esta cifra refleja que la granulometría del material es apropiada, lo que contribuye a obtener una mezcla con buena manejabilidad y facilita una dosificación equilibrada durante el diseño del concreto.

TABLA XXIV
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL AF

TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	HUSOS GRANULOMÉTRICOS (Según norma ASTM C33)	
(pulg)	(mm)				Límite Inferior	Límite Superior
N°4	4.75	45.61	4.7	4.7	95	100
N°8	2.36	92.65	9.6	14.3	80	100
N°16	1.18	178.7	18.5	32.9	50	85
N°30	0.6	205.21	21.3	54.1	25	60
N°50	0.3	158.58	16.4	70.6	10	30
N°100	0.15	197.2	20.4	91.0	2	10
BANDEJA	0	86.59	9.0	100.0	-	-

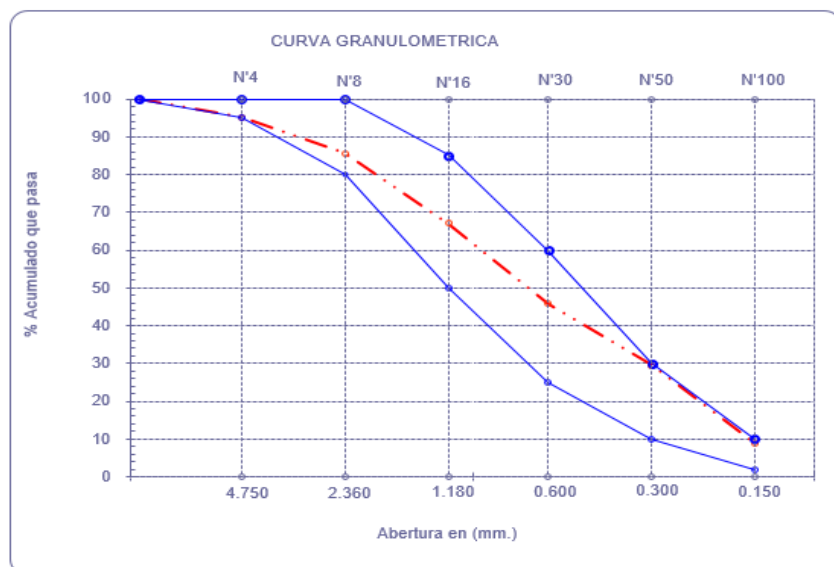


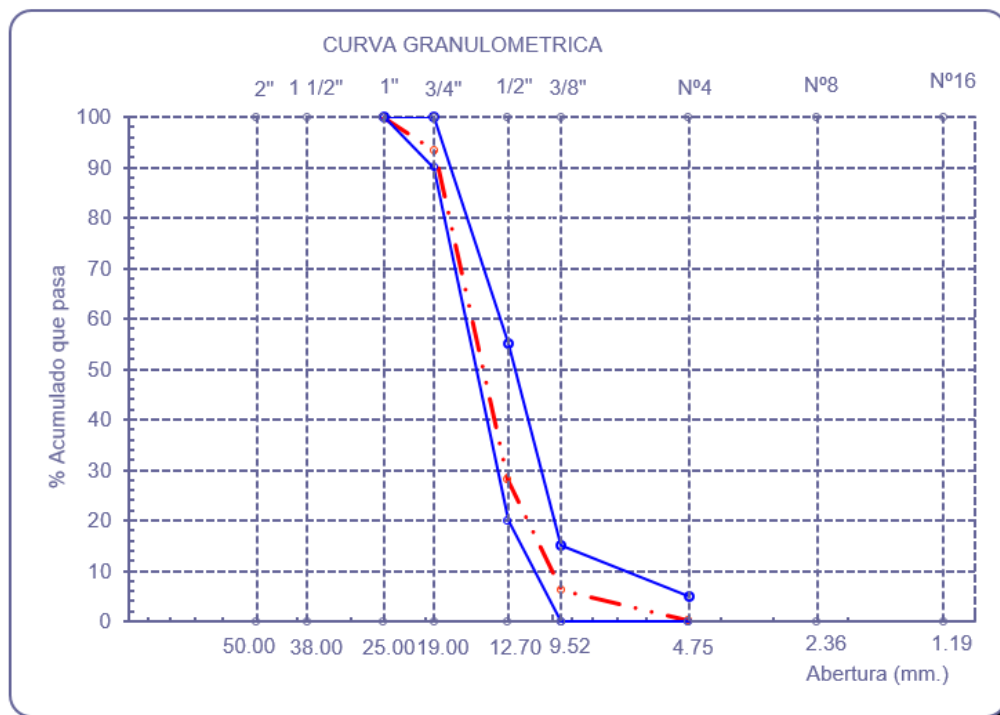
Fig. 21. Curva granulométrica del AF

- **Agregado grueso**

Para el A.G., en la tabla XXV se consigna un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ", valor que coincide con lo establecido en el diseño de mezcla. Esta dimensión es habitual en obras estructurales y se ajusta a los parámetros definidos por la norma ASTM C33. Utilizar un tamaño distinto al recomendado podría ocasionar inconvenientes como segregación de los componentes o dificultades en el transporte y colocación del concreto; sin embargo, en este caso, el valor obtenido resulta adecuado y conforme a lo requerido.

TABLA XXV
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL AG

TAMIZ (pulg)	(mm)	PESO RETIENIDO (gr)	% RETIENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	HUSOS GRANULOMÉTRICOS	
					Límite Inferior	Límite Superior
1 1/2"	38.1	0.0	0.0	0.0	-	-
1"	25	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
3/4"	19	389.0	6.8	6.8	90.0	100.0
1/2"	12.5	3734.0	65.1	71.9	20.0	55.0
3/8"	9.5	1252.0	21.8	93.8	0.0	15.0
Nº 4	4.75	343.0	6.0	99.8	0.0	5.0
Nº 8	2.36	0.0	0.0	99.8	0.0	0.0
BANDEJA		14.0	0.2	100.00	-	-

**Fig. 22.** Curva granulométrica del AG

Caracterización

La tabla XXVI presenta datos recopilados durante las pruebas de caracterización física de los agregados finos y gruesos empleados en el desarrollo experimental.

TABLA XXVI
RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

ENSAYO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	RANGO	UND. DE MEDICION
MF	2.677	3.720	2.30 – 3.10	-
PUCS	1777	1537	1440 – 1750	Kg/m ³
PUSS	1595	1346	1200 – 1700	Kg/m ³
PESO ESP.	2.649	2.434	2.4 – 2.90	g/cm ³
% HUMEDAD	3.71	0.61	0.5 – 5	%
% ABSORCION	0.55	0.75	0.2 – 4	%

A través de la tabla 26, el AF y AG expresan un contenido de humedad de 3.71% para el AF y de 0.61% para el AG, además que el PUSC es de 1777 kg/m³ para el AF y de 1537 kg/m³ para el AG, por último, que el peso específico y absorción del AF y AG, tienen un valor de absorción de 0.55% para el AF y de 0.75% para el AG, asimismo, los valores obtenidos se encuentran dentro de los márgenes permitidos por las normas ASTM y las especificaciones del MTC, lo que confirma que estos agregados son aptos para ser empleados en la elaboración del diseño de mezcla.

Diseño de mezcla de concreto patrón por el método ACI y Fuller

Método ACI 211.1 para concreto patrón

La tabla XXVII resume el diseño de mezcla elaborado conforme al método ACI 211.1, orientado a alcanzar un $f'c=280\text{kg/cm}^2$, considerando las propiedades físicas de los materiales. Se ha empleado cemento tipo MS (Pacasmayo) conforme a la norma ASTM C-115, agregados caracterizados previamente en estado seco y húmedo, y agua potable proveniente de la red pública.

El diseño contempla una consistencia plástica (de 3" a 4"), un contenido de aire del 2.0 %, y una relación agua/cemento de 0.466, ajustada para garantizar trabajabilidad y durabilidad. Asimismo, se incluye la dosificación corregida por humedad, con base en los porcentajes de absorción y contenido de agua de los agregados, asegurando precisión en la proporción de materiales por metro cúbico. La dosificación final se expresa también en proporción por bolsa de cemento, facilitando su aplicación práctica en obra.

TABLA XXVII
DISEÑO DE MEZCLA TRADICIONAL – MÉTODO ACI 211.1

Diseño de mezcla ACI 211.1		
Datos base		
F'c	280.0	Kg/cm ²
Cemento	Pacasmayo MS-ASTM C-115	2.95 gr/cm ³
Características		A. Fino A. Grueso
Peso específico de masa: gr/cm ³		2.649 2.434
Contenido de humedad: %		3.71 0.61
Porcentaje de absorción:		0.55% 0.75%
Módulo de fineza:		2.677
Peso Unitario Compactado Seco: kg/m ³		1537
TMN:		3/4"
Agua:		Portable, de la red pública de la ciudad.
Diseño		
f'cr	364.0	Kg/cm ²
Consistencia	3" a 4"	plástica
Volumen unitario de agua	205	l/m ³
Contenido de aire	2.0	%
Relación a/c	0.466	
Peso Agr. Grueso	971.384	kg/m ³
Peso Agr. Fino	601.323	kg/m ³
Dosificación corregida por humedad		
Cemento	439.914	kg/m ³
Agua Efectiva	187.358	L/m ³
Agregado Fino Húmedo	623.632	kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo	977.309	kg/m ³
Proporción en peso		
Dosificación	1: 1.418: 2.222: 18.1 Litros/Bolsa	

Método Fuller para concreto patrón

La tabla XXVIII presenta el diseño de mezcla elaborado mediante el método tradicional de Fuller, orientado a alcanzar una resistencia especificada de $f'c=280$ kg/cm², considerando las propiedades físicas de los materiales disponibles y las condiciones de obra. Este enfoque se basa en la optimización granulométrica de los agregados, buscando una distribución continua que maximice la compactación y minimice los vacíos, lo cual contribuye a mejorar la trabajabilidad y reducir el consumo de cemento.

Se ha utilizado cemento tipo MS (Pacasmayo), conforme a la norma ASTM C-115, junto con agregados caracterizados en estado seco y húmedo, y agua potable proveniente de la red pública. El diseño contempla una consistencia plástica (de 3" a 4"), un contenido de aire del 2.0 %, y un factor de forma del agregado de 0.0045, que influye en la eficiencia volumétrica de la mezcla. La relación cemento/agregado (c/a) obtenida es de 2.138, y se incluye la dosificación corregida por humedad, garantizando precisión en la proporción de materiales por metro cúbico. Finalmente, se presenta la dosificación en proporción por bolsa de cemento, facilitando su aplicación práctica en obra.

TABLA XXVIII
DISEÑO DE MEZCLA TRADICIONAL – MÉTODO FULLER

Diseño de mezcla FULLER			
Datos base			
F'c		280.0	Kg/cm ²
Cemento	Pacasmayo MS-ASTM C-115	2.95	gr/cm ³
Características		A. Fino	A. Grueso
Peso específico de masa: gr/cm ³		2.649	2.434
Contenido de humedad: %		3.71	0.61
Porcentaje de absorción:		0.55%	0.75%
Peso Unitario suelto Seco: kg/m ³		1595.0	1346.0
Peso Unitario Compactado Seco: kg/m ³		1777.0	1537.0
TMN:			3/4"
Agua:		Portable, de la red pública de la ciudad.	
Diseño			
f'cr		364.0	Kg/cm ²
Consistencia		3" a 4"	plástica
Volumen unitario de agua		205	l/m ³
Contenido de aire		2.0	%
Factor de forma del agregado		0.0045	
Relación c/a		2.138	
Dosificación corregida por humedad			
Cemento		438.290	kg/m ³
Agua Efectiva		178.569	L/m ³
Agregado Fino Húmedo		900.832	kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo		730.981	kg/m ³
Proporción en peso			
Dosificación		1: 2.06: 1.67: 17.32 Litros/Bolsa	

Consideraciones a tomar para la elección del método para los diseños de mezcla:

La tabla XXIX, presenta comparación de ambos métodos. El método ACI 211.1 y el método Fuller responden a enfoques distintos en el diseño de mezclas de concreto. Mientras el ACI 211.1 se centra en garantizar propiedades mecánicas específicas como resistencia,

trabajabilidad y durabilidad, mediante una dosificación ajustada y versátil para distintos tipos de obra, el método Fuller prioriza la optimización granulométrica de los agregados para maximizar la densidad y minimizar los vacíos. En términos de aplicabilidad, el método ACI resulta más completo y ampliamente utilizado en proyectos estructurales donde se requiere control riguroso de desempeño, mientras que el método Fuller puede ser más eficiente en contextos donde la compacidad y el ahorro de cemento son prioritarios. Por tanto, la elección del método más adecuado dependerá del criterio técnico del proyecto: si se busca garantizar resistencia y durabilidad, el ACI 211.1 es preferible.

TABLA XXIX
COMPARACIÓN DEL MÉTODO ACI 211.1 Y FULLER

Diferencias entre diseños de mezcla	
Método ACI 211.1	Método FULLER
Desarrollado por American Concrete Institute (ACI)	Basado en la curva de gradación ideal desarrollada por Fuller y Thompson, conocido como la "Curva de Fuller"
Enfocado en proporcionar una guía para la proporción de materiales en la mezcla de concreto que cumpla con los requisitos de resistencia, trabajabilidad y durabilidad para aplicaciones específicas	Enfocado en la optimización de la gradación de los agregados para lograr la máxima densidad y reducir el contenido de vacíos
Basado en requisitos específicos de resistencia, trabajabilidad y durabilidad	Basado en la optimización de la gradación de los agregados para lograr la máxima densidad
Incluye selección de slump, relación agua/cemento, contenido de cemento, y ajustes para durabilidad y aditivos	Utiliza la curva de Fuller para la gradación de los agregados, enfocándose en la densidad
Más completo y ampliamente utilizado en proyectos donde se especifican propiedades mecánicas y de durabilidad	Principalmente utilizado para optimizar la gradación de agregados en mezclas donde la densidad es crítica

Diseño de mezcla de concreto incorporando diferentes dosificaciones de aditivos superplastificantes Sikament 290 N y los que son a base de policarboxilatos

Diseño de mezcla patrón con reducción del 10% de cemento

La tabla XXX presenta el diseño de mezcla patrón elaborado con una reducción del 10 % en el contenido de cemento respecto a la dosificación original. El diseño considera cemento tipo MS (Pacasmayo), agua potable de red pública, y agregados previamente caracterizados en estado húmedo. Se ha ajustado la dosificación en función del volumen absoluto de cada componente, obteniendo una proporción en peso de 1: 1.77: 2.653: 18.1, con un factor de cemento de 9.316 bolsas por metro cúbico.

TABLA XXX
DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN CON REDUCCIÓN DEL 10% DE CEMENTO

Diseño de mezcla patrón con reducción de cantidad de cemento del 10%						
Cemento	395.923	kg/m ³	=	396	kg/m ³	0.134 m ³ /m ³
Agua Efectiva	168.663	L/m ³	=	169	L/m ³	0.169 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	703.341	kg/m ³	=	703	kg/m ³	0.266 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1050.549	kg/m ³	=	1051	kg/m ³	0.432 m ³ /m ³
Factor cemento	9.316			Bls/m ³		
Proporción en peso						
Cemento	1					
Agregado fino	1.776					
Agregado grueso	2.653					
Agua	18.105					
Dosificación: 1: 1.77: 2.653: 18.1						

Diseño de mezcla patrón con reducción del 15% de cemento

La tabla XXXI presenta el diseño de mezcla patrón elaborado con una reducción del 15 % en el contenido de cemento respecto a la dosificación original. El diseño considera cemento tipo MS (Pacasmayo), agua potable de red pública, y agregados previamente caracterizados en estado húmedo. Se ha ajustado la dosificación en función del volumen absoluto de cada componente, obteniendo una proporción en peso de 1: 1.94: 2.864: 18.1, con un factor de cemento de 8.798 bolsas por metro cúbico.

TABLA XXXI
DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN CON REDUCCIÓN DEL 15% DE CEMENTO

Diseño de mezcla patrón con reducción de cantidad de cemento del 15%						
Cemento	373.927	kg/m ³	=	374	kg/m ³	0.127 m ³ /m ³
Agua Efectiva	159.293	L/m ³	=	159	L/m ³	0.159 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	725.627	kg/m ³	=	726	kg/m ³	0.274 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1071.026	kg/m ³	=	1071	kg/m ³	0.440 m ³ /m ³
Factor cemento	8.798			Bls/m ³		
Proporción en peso						
Cemento	1					
Agregado fino	1.941					
Agregado grueso	2.864					
Agua	18.105					
Dosificación: 1: 1.94: 2.864: 18.1						

Diseño de mezcla patrón con reducción del 20% de cemento

La tabla XXXI presenta el diseño de mezcla patrón elaborado con una reducción del 20 % en el contenido de cemento respecto a la dosificación original. El diseño considera cemento tipo MS (Pacasmayo), agua potable de red pública, y agregados previamente caracterizados en estado húmedo. Se ha ajustado la dosificación en función del volumen absoluto de cada componente, obteniendo una proporción en peso de 1: 2.125: 3.101: 18.1, con un factor de cemento de 8.281 bolsas por metro cúbico.

TABLA XXXII
DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN CON REDUCCIÓN DEL 20% DE CEMENTO

Diseño de mezcla patrón con reducción de cantidad de cemento del 20%						
Cemento	351.931	kg/m ³	=	352	kg/m ³	0.119 m ³ /m ³
Agua Efectiva	149.923	L/m ³	=	150	L/m ³	0.150 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	747.914	kg/m ³	=	748	kg/m ³	0.282 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1091.504	kg/m ³	=	1092	kg/m ³	0.448 m ³ /m ³
Factor cemento	8.281				Bls/m ³	
Proporción en peso						
Cemento	1					
Agregado fino	2.125					
Agregado grueso	3.101					
Agua	18.105					
Dosificación: 1: 2.125: 3.101: 18.1						

Diseño de mezcla usando 0.7% Sikament 290n y reduciendo el cemento en %

La tabla XXXIII resume tres diseños de mezcla elaborados con reducciones progresivas del contenido de cemento (10 %, 15 % y 20 %) complementadas con la incorporación del aditivo plastificante SIKAMENT 290N al 0.7 % en peso del cemento.

El aditivo SIKAMENT 290N, con peso específico de 1.2 g/cm³, permite mejorar la fluidez y cohesión de la mezcla, compensando parcialmente la reducción de cemento sin incrementar el volumen de agua efectiva. Cada diseño mantiene una consistencia plástica (asentamiento de 3" a 4") y una dosificación ajustada por humedad, con proporciones en peso que reflejan el balance entre economía de materiales y estabilidad técnica, esto se ve en la fig. 23.

TABLA XXXIII
DISEÑOS DE MEZCLA USANDO 0.7% SIKAMENT 290N

Diseño de mezcla - 10% Cemento + 0.7% SIKAMENT 290N						
Aditivo SIKAMENT 290N	0.7	%	Peso específico		1.2	g/cm ³
Cemento	395.923	kg/m ³	=	396	kg/m ³	0.134 m ³ /m ³
Agua Efectiva	168.663	L/m ³	=	169	L/m ³	0.169 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	700.282	kg/m ³	=	700	kg/m ³	0.264 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1047.738	kg/m ³	=	1048	kg/m ³	0.430 m ³ /m ³
Aditivo	2.771	kg/m ³	=	3	kg/m ³	0.002 m ³ /m ³
Factor cemento	9.316			Bl/m ³		
Dosificación: 1: 1.76: 2.65: 18.1, 0.07						
Diseño de mezcla - 15% Cemento + 0.7% SIKAMENT 290N						
Aditivo SIKAMENT 290N	0.7	%	Peso específico		1.2	g/cm ³
Cemento	373.927	kg/m ³	=	374	kg/m ³	0.127 m ³ /m ³
Agua Efectiva	159.293	L/m ³	=	159	L/m ³	0.159 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	722.738	kg/m ³	=	723	kg/m ³	0.273 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1068.372	kg/m ³	=	1068	kg/m ³	0.439 m ³ /m ³
Aditivo	2.617	kg/m ³	=	3	kg/m ³	0.002 m ³ /m ³
Factor cemento	8.798			Bl/m ³		
Dosificación: 1: 1.93: 2.86: 18.1, 0.07						
Diseño de mezcla - 20% Cemento + 0.7% SIKAMENT 290N						
Aditivo SIKAMENT 290N	0.7	%	Peso específico		1.2	g/cm ³
Cemento	351.931	kg/m ³	=	352	kg/m ³	0.119 m ³ /m ³
Agua Efectiva	149.923	L/m ³	=	150	L/m ³	0.150 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	745.195	kg/m ³	=	745	kg/m ³	0.281 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1089.005	kg/m ³	=	1089	kg/m ³	0.447 m ³ /m ³
Aditivo	2.464	kg/m ³	=	2	kg/m ³	0.002 m ³ /m ³
Factor cemento	8.281			Bl/m ³		
Dosificación: 1: 2.12: 3.09: 18.1, 0.07						

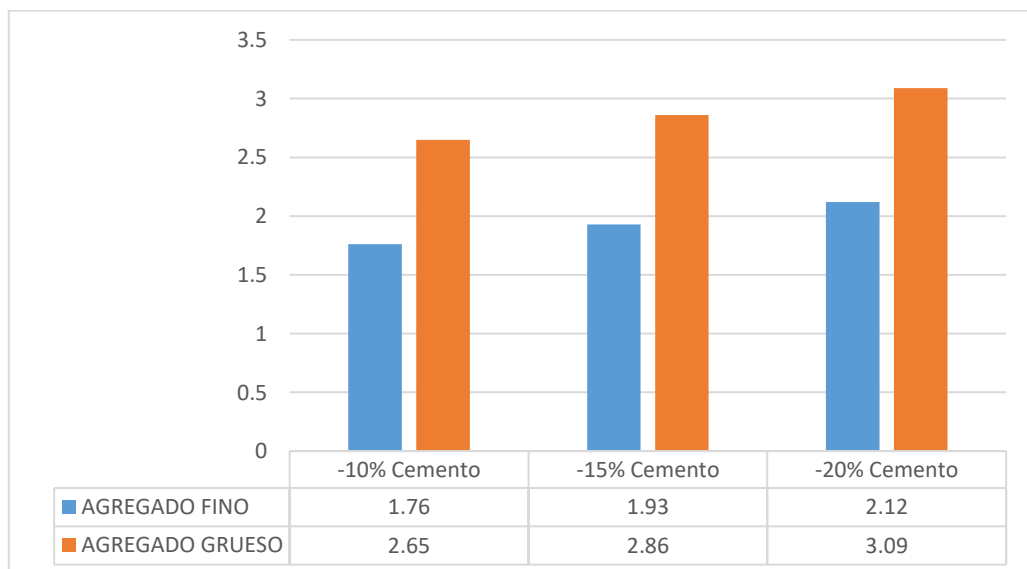


Fig. 23. Cantidad de agregados en porción en peso usando 0.7% Sikament 290N

Diseño de mezcla usando 1.05% Sikament 290n y reduciendo el cemento en %

La tabla XXXIV resume tres diseños de mezcla elaborados con reducciones progresivas del contenido de cemento (10 %, 15 % y 20 %) complementadas con la incorporación del aditivo plastificante SIKAMENT 290N al 1.05% en peso del cemento.

**TABLA XXXIV
DISEÑOS DE MEZCLA CON 1.05% SIKAMENT 290N**

Diseño de mezcla - 10% Cemento + 1.05% SIKAMENT 290N						
Aditivo SIKAMENT 290N	1.05	%	Peso específico		1.2	g/cm ³
Cemento	395.923	kg/m ³	=	396	kg/m ³	0.134 m ³ /m ³
Agua Efectiva	168.663	L/m ³	=	169	L/m ³	0.169 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	698.752	kg/m ³	=	699	kg/m ³	0.264 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1046.332	kg/m ³	=	1046	kg/m ³	0.430 m ³ /m ³
Aditivo	4.157	kg/m ³	=	4	kg/m ³	0.003 m ³ /m ³
Factor cemento	9.316			Bls/m ³		
Dosificación: 1: 1.77: 2.64: 18.1, 0.011						
Diseño de mezcla - 15% Cemento + 1.05% SIKAMENT 290N						
Aditivo SIKAMENT 290N	1.05	%	Peso específico		1.2	g/cm ³
Cemento	373.927	kg/m ³	=	374	kg/m ³	0.127 m ³ /m ³
Agua Efectiva	159.293	L/m ³	=	159	L/m ³	0.159 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	721.294	kg/m ³	=	721	kg/m ³	0.272 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1067.044	kg/m ³	=	1067	kg/m ³	0.438 m ³ /m ³
Aditivo	3.926	kg/m ³	=	4	kg/m ³	0.003 m ³ /m ³
Factor cemento	8.798			Bls/m ³		
Dosificación: 1: 1.93: 2.85: 18.1, 0.011						
Diseño de mezcla - 20% Cemento + 1.05% SIKAMENT 290N						
Aditivo SIKAMENT 290N	1.05	%	Peso específico		1.2	g/cm ³
Cemento	351.931	kg/m ³	=	352	kg/m ³	0.119 m ³ /m ³
Agua Efectiva	149.923	L/m ³	=	150	L/m ³	0.150 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	743.835	kg/m ³	=	744	kg/m ³	0.281 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1087.756	kg/m ³	=	1088	kg/m ³	0.447 m ³ /m ³
Aditivo	3.695	kg/m ³	=	4	kg/m ³	0.003 m ³ /m ³
Factor cemento	8.281			Bls/m ³		
Proporción en peso						
Cemento	1					
Agregado fino	2.114					
Agregado grueso	3.091					
Agua	18.105					
Aditivo	0.011					
Dosificación: 1: 2.11: 3.09: 18.1, 0.011						

Como resultados se observa que conforme se disminuye la cantidad de cemento, aumenta la cantidad de agregado fino y grueso, pasando en el agregado fino de 1.77, a 1.93 y 2.11, de la misma para el agregado grueso pasando de 2.64, a 2.8 y 3.09, disminuyendo 10,15 y

20% de cemento respectivamente. Esto se puede apreciar en la fig.24, sin embargo, la cantidad de agua se mantuvo.

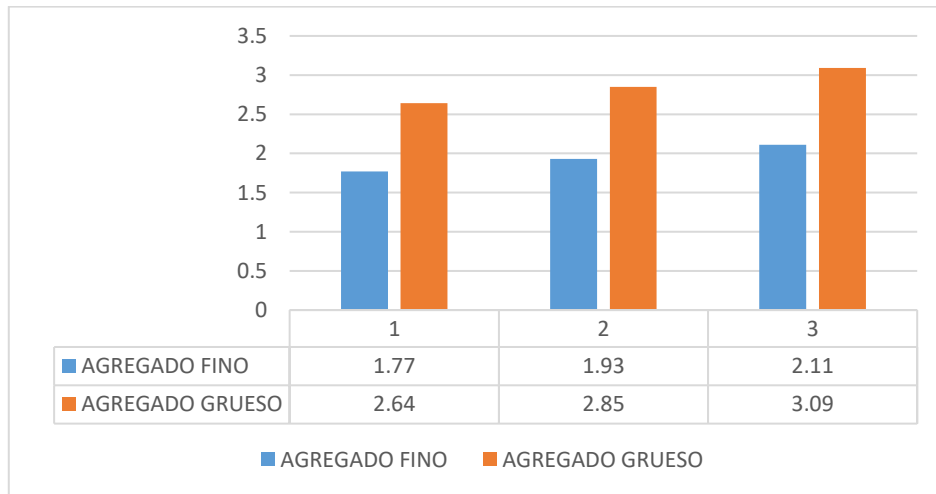


Fig. 24. Cantidad de agregados en porción en peso usando 1.05% Sikament 290N

Diseño de mezcla usando 1.05% Sikament 290n y reduciendo el cemento en %

La tabla XXXV resume tres diseños de mezcla elaborados con reducciones progresivas del contenido de cemento (10 %, 15 % y 20 %) complementadas con la incorporación del aditivo plastificante SIKAMENT 290N al 1.4% en peso del cemento

**TABLA XXXV
DISEÑOS DE MEZCLA CON 1.4% SIKAMENT 290N**

Diseño de mezcla - 10% Cemento + 1.4% SIKAMENT 290N						
Aditivo SIKAMENT 290N	1.4	%	Peso específico	1.2	g/cm ³	
Cemento	395.923	kg/m ³	= 396	kg/m ³	0.134	m ³ /m ³
Agua Efectiva	168.663	L/m ³	= 169	L/m ³	0.169	m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	697.223	kg/m ³	= 697	kg/m ³	0.263	m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1044.927	kg/m ³	= 1045	kg/m ³	0.429	m ³ /m ³
Aditivo	5.543	kg/m ³	= 6	kg/m ³	0.005	m ³ /m ³
Factor cemento	9.316			Bl/m ³		
Dosificación: 1: 1.76: 2.64: 18.1, 0.014						
Diseño de mezcla - 15% Cemento + 1.4% SIKAMENT 290N						
Aditivo SIKAMENT 290N	1.4	%	Peso específico	1.2	g/cm ³	
Cemento	373.927	kg/m ³	= 374	kg/m ³	0.127	m ³ /m ³
Agua Efectiva	159.293	L/m ³	= 159	L/m ³	0.159	m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	719.849	kg/m ³	= 720	kg/m ³	0.272	m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1065.717	kg/m ³	= 1066	kg/m ³	0.438	m ³ /m ³
Aditivo	5.235	kg/m ³	= 5	kg/m ³	0.004	m ³ /m ³
Factor cemento	8.798			Bl/m ³		

Dosificación: 1: 1.93: 2.85: 18.1, 0.014						
Diseño de mezcla - 20% Cemento + 1.4% SIKAMENT 290N						
Aditivo SIKAMENT 290N	1.4	%	Peso específico	1.2	g/cm ³	
Cemento	351.931	kg/m ³	=	352	kg/m ³	0.119 m ³ /m ³
Agua Efectiva	149.923	L/m ³	=	150	L/m ³	0.150 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	742.476	kg/m ³	=	742	kg/m ³	0.280 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1086.507	kg/m ³	=	1087	kg/m ³	0.446 m ³ /m ³
Aditivo	4.927	kg/m ³	=	5	kg/m ³	0.004 m ³ /m ³
Factor cemento	8.281			Bl/m ³		
Proporción en peso						
Cemento	1					
Agregado fino	2.110					
Agregado grueso	3.087					
Agua	18.105					
Aditivo	0.014					
Dosificación: 1: 2.11: 3.09: 18.1, 0.014						

Como resultados se observa que conforme se disminuye la cantidad de cemento, aumenta la cantidad de agregado fino y grueso, pasando en el agregado fino de 1.76, a 1.93 y 2.11, de la misma para el agregado grueso pasando de 2.64, a 2.85 y 3.09, disminuyendo 10,15 y 20% de cemento respectivamente. Esto se puede apreciar en la fig.25, sin embargo, la cantidad de agua se mantuvo.

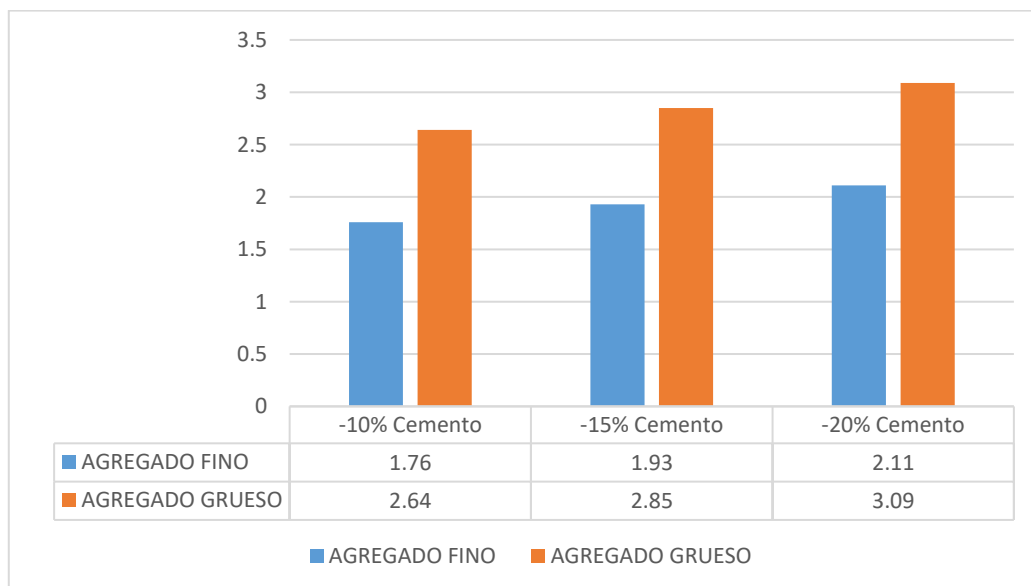


Fig. 25. Cantidad de agregados en porción en peso usando 1.4% Sikament 290N

Diseño de mezcla usando 0.2% Z Fluidizante SR-1000 y reduciendo el cemento en %

La tabla XXXVI resume tres diseños de mezcla elaborados con reducciones progresivas del contenido de cemento (10 %, 15 % y 20 %) complementadas con la incorporación del aditivo Z Fluidizante al 0.2% en peso del cemento.

TABLA XXXVI
DISEÑOS DE MEZCLA CON 0.2% Z FLUIDIZANTE SR-1000

Diseño de mezcla - 10% Cemento + 0.2% Z Fluidizante SR-1000					
Aditivo Fluidizante SR-1000	0.2	%	Peso específico		1.09 g/cm ³
Cemento	395.923	kg/m ³	=	396 kg/m ³	0.134 m ³ /m ³
Agua Efectiva	168.663	L/m ³	=	169 L/m ³	0.169 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	702.379	kg/m ³	=	702 kg/m ³	0.265 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1049.664	kg/m ³	=	1050 kg/m ³	0.431 m ³ /m ³
Aditivo	0.792	kg/m ³	=	1 kg/m ³	0.001 m ³ /m ³
Factor cemento	9.316			Bl/m ³	
Dosificación: 1: 1.77: 2.65: 18.1, 0.002					
Diseño de mezcla - 15% Cemento + 0.2% Z Fluidizante SR-1000					
Aditivo Fluidizante SR-1000	0.2	%	Peso específico		1.09 g/cm ³
Cemento	373.927	kg/m ³	=	374 kg/m ³	0.127 m ³ /m ³
Agua Efectiva	159.293	L/m ³	=	159 L/m ³	0.159 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	724.719	kg/m ³	=	725 kg/m ³	0.274 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1070.191	kg/m ³	=	1070 kg/m ³	0.440 m ³ /m ³
Aditivo	0.748	kg/m ³	=	1 kg/m ³	0.001 m ³ /m ³
Factor cemento	8.798			Bl/m ³	
Dosificación: 1: 1.94: 2.86: 18.1, 0.002					
Diseño de mezcla - 20% Cemento + 0.2% Z Fluidizante SR-1000					
Aditivo Fluidizante SR-1000	0.2	%	Peso específico		1.09 g/cm ³
Cemento	351.931	kg/m ³	=	352 kg/m ³	0.119 m ³ /m ³
Agua Efectiva	149.923	L/m ³	=	150 L/m ³	0.150 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	747.059	kg/m ³	=	747 kg/m ³	0.282 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1090.718	kg/m ³	=	1091 kg/m ³	0.448 m ³ /m ³
Aditivo	0.704	kg/m ³	=	1 kg/m ³	0.001 m ³ /m ³
Factor cemento	8.281			Bl/m ³	
Proporción en peso					
Cemento	1				
Agregado fino	2.123				
Agregado grueso	3.099				
Agua	18.105				
Aditivo	0.002				
Dosificación: 1: 2.12: 3.1: 18.1, 0.002					

Como resultados se observa que conforme se disminuye la cantidad de cemento, aumenta la cantidad de agregado fino y grueso, pasando en el agregado fino de 1.77, a 1.94 y 2.12, de la misma para el agregado grueso pasando de 2.65, a 2.86 y 3.1, disminuyendo 10,15 y 20% de cemento respectivamente. Esto se puede apreciar en la fig.26, sin embargo, la cantidad de agua se mantuvo.

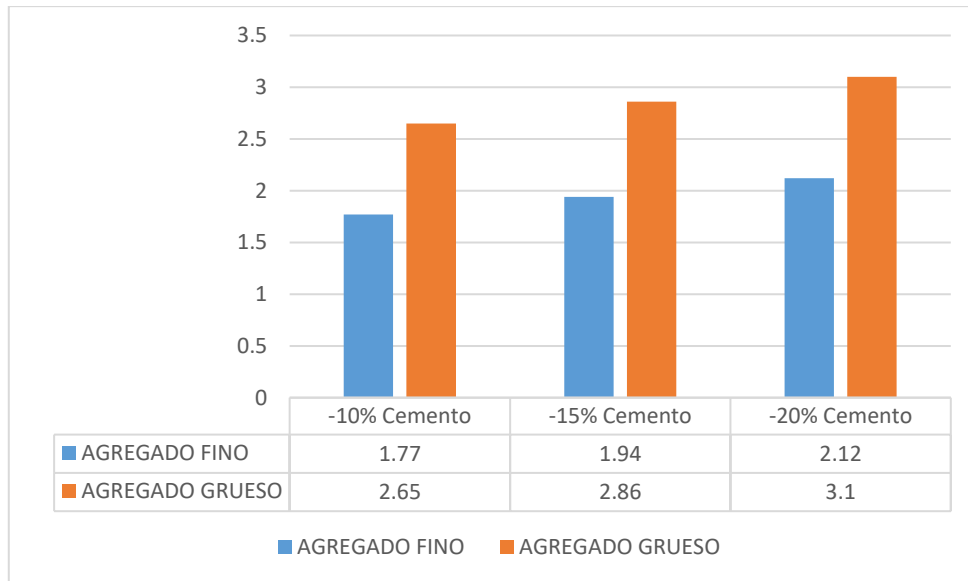


Fig. 26. Cantidad de agregados en porción en peso usando 0.2% Z fluidizante SR-1000

Diseño de mezcla usando 0.5% Z Fluidizante SR-1000 y reduciendo el cemento en %

La tabla XXXVII resume tres diseños de mezcla elaborados con reducciones progresivas del contenido de cemento (10 %, 15 % y 20 %) complementadas con la incorporación del aditivo Z Fluidizante al 0.5% en peso del cemento.

TABLA XXXVII
DISEÑOS DE MEZCLA CON 0.5% Z FLUIDIZANTE SR-1000

Diseño de mezcla - 10% Cemento + 0.5% Z Fluidizante SR-1000					
Aditivo Fluidizante SR-1000	0.5	%	Peso específico	1.09	g/cm ³
Cemento	395.923	kg/m ³	= 396	kg/m ³	0.134 m ³ /m ³
Agua Efectiva	168.663	L/m ³	= 169	L/m ³	0.169 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	700.935	kg/m ³	= 701	kg/m ³	0.265 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1048.338	kg/m ³	= 1048	kg/m ³	0.431 m ³ /m ³
Aditivo	1.980	kg/m ³	= 2	kg/m ³	0.002 m ³ /m ³
Factor cemento	9.316			Bls/m ³	
Dosificación: 1: 1.77: 2.64: 18.1, 0.005					
Diseño de mezcla - 15% Cemento + 0.5% Z Fluidizante SR-1000					
Aditivo Fluidizante SR-1000	0.5	%	Peso específico	1.09	g/cm ³
Cemento	373.927	kg/m ³	= 374	kg/m ³	0.127 m ³ /m ³
Agua Efectiva	159.293	L/m ³	= 159	L/m ³	0.159 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	723.356	kg/m ³	= 723	kg/m ³	0.273 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1068.939	kg/m ³	= 1069	kg/m ³	0.439 m ³ /m ³
Aditivo	1.870	kg/m ³	= 2	kg/m ³	0.002 m ³ /m ³
Factor cemento	8.798			Bls/m ³	

Dosificación: 1: 1.93: 2.86: 18.1, 0.005						
Diseño de mezcla - 20% Cemento + 0.5% Z Fluidizante SR-1000						
Aditivo Fluidizante SR-1000	0.5	%	Peso específico	1.09	g/cm ³	
Cemento	351.931	kg/m ³	= 352	kg/m ³	0.119	m ³ /m ³
Agua Efectiva	149.923	L/m ³	= 150	L/m ³	0.150	m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	745.776	kg/m ³	= 746	kg/m ³	0.282	m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1089.539	kg/m ³	= 1090	kg/m ³	0.448	m ³ /m ³
Aditivo	1.760	kg/m ³	= 2	kg/m ³	0.002	m ³ /m ³
Factor cemento	8.281			Bl/m ³		
Proporción en peso						
Cemento	1					
Agregado fino	2.119					
Agregado grueso	3.096					
Agua	18.105					
Aditivo	0.005					
Dosificación: 1: 2.12: 3.09: 18.1, 0.005						

Como resultados se observa que conforme se disminuye la cantidad de cemento, aumenta la cantidad de agregado fino y grueso, pasando en el agregado fino de 1.77, a 1.93 y 2.12, de la misma para el agregado grueso pasando de 2.64, a 2.86 y 3.09, disminuyendo 10,15 y 20% de cemento respectivamente. Esto se puede apreciar en la fig.26, sin embargo, la cantidad de agua se mantuvo.

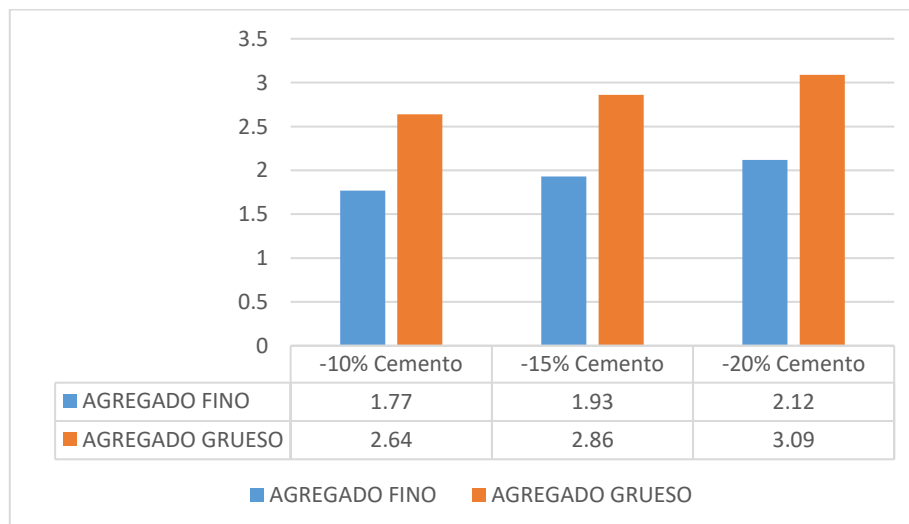


Fig. 27. Cantidad de agregados en porción en peso usando 0.5% Z fluidizante SR-1000

Diseño de mezcla usando 0.7% Z Fluidizante SR-1000 y reduciendo el cemento en %

La tabla XXXVIII resume tres diseños de mezcla elaborados con reducciones progresivas del contenido de cemento (10 %, 15 % y 20 %) complementadas con la incorporación del aditivo Z Fluidizante al 0.7% en peso del cemento.

**TABLA XXXVIII
DISEÑO DE MEZCLA CON + 0.7% Z FLUIDIZANTE SR-1000**

Diseño de mezcla - 10% Cemento + 0.7% Z Fluidizante SR-1000					
Aditivo Fluidizante SR-1000	0.7	%	Peso específico	1.09	g/cm ³
Cemento	395.923	kg/m ³	= 396	kg/m ³	0.134 m ³ /m ³
Agua Efectiva	168.663	L/m ³	= 169	L/m ³	0.169 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	699.973	kg/m ³	= 700	kg/m ³	0.264 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1047.454	kg/m ³	= 1047	kg/m ³	0.430 m ³ /m ³
Aditivo	2.771	kg/m ³	= 3	kg/m ³	0.003 m ³ /m ³
Factor cemento	9.316			Bls/m ³	
Dosificación: 1: 1.77: 2.65: 18.1, 0.007					
Diseño de mezcla - 15% Cemento + 0.7% Z Fluidizante SR-1000					
Aditivo Fluidizante SR-1000	0.7	%	Peso específico	1.09	g/cm ³
Cemento	373.927	kg/m ³	= 374	kg/m ³	0.127 m ³ /m ³
Agua Efectiva	159.293	L/m ³	= 159	L/m ³	0.159 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	722.447	kg/m ³	= 722	kg/m ³	0.273 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1068.104	kg/m ³	= 1068	kg/m ³	0.439 m ³ /m ³
Aditivo	2.617	kg/m ³	= 3	kg/m ³	0.002 m ³ /m ³
Factor cemento	8.798			Bls/m ³	
Dosificación: 1: 1.93: 2.86: 18.1, 0.007					
Diseño de mezcla - 20% Cemento + 0.7% Z Fluidizante SR-1000					
Aditivo Fluidizante SR-1000	0.7	%	Peso específico	1.09	g/cm ³
Cemento	351.931	kg/m ³	= 352	kg/m ³	0.119 m ³ /m ³
Agua Efectiva	149.923	L/m ³	= 150	L/m ³	0.150 m ³ /m ³
Agregado Fino Húmedo	744.920	kg/m ³	= 745	kg/m ³	0.281 m ³ /m ³
Agregado Grueso Húmedo	1088.753	kg/m ³	= 1089	kg/m ³	0.447 m ³ /m ³
Aditivo	2.464	kg/m ³	= 2	kg/m ³	0.002 m ³ /m ³
Factor cemento	8.281			Bls/m ³	
Proporción en peso					
Cemento	1				
Agregado fino	2.117				
Agregado grueso	3.094				
Agua	18.105				
Aditivo	0.007				
Dosificación: 1: 2.12: 3.09: 18.1, 0.007					

Como resultados se observa que conforme se disminuye la cantidad de cemento, aumenta la cantidad de agregado fino y grueso, pasando en el agregado fino de 1.77, a 1.93 y 2.12,

de la misma para el agregado grueso pasando de 2.65, a 2.86 y 3.09, disminuyendo 10,15 y 20% de cemento respectivamente. Esto se puede apreciar en la fig.26, sin embargo, la cantidad de agua se mantuvo.

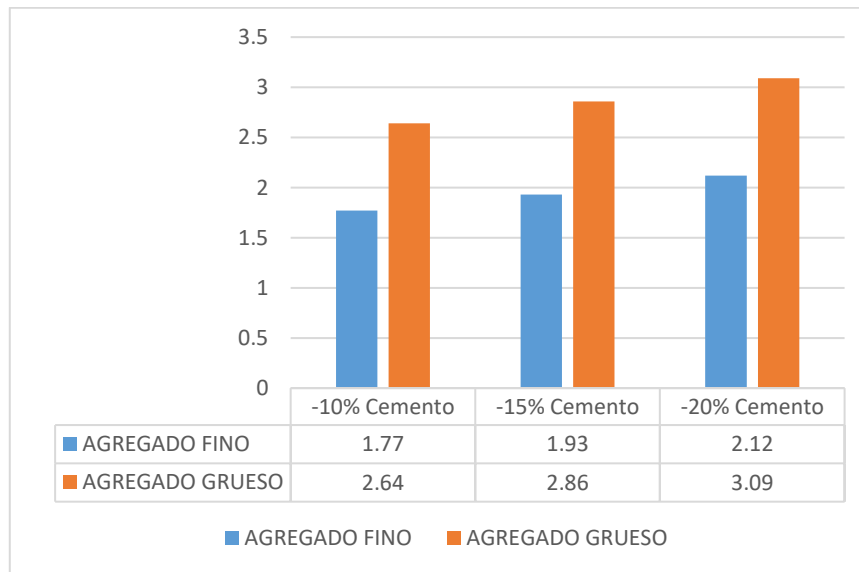


Fig. 28. Cantidad de agregados en porción en peso usando 0.7% Z fluidizante SR-1000

Ensayos de laboratorio en estado fresco del concreto

Asentamiento (NTP 339.035)

La tabla XXXIX presenta los valores de asentamiento (en pulgadas) obtenidos para mezclas de concreto con reducciones progresivas de cemento (10 %, 15 % y 20 %) y la incorporación de dos aditivos plastificantes: Sikament 290N y Z-SR1000, en distintas dosificaciones.

TABLA XXXIX
ASENTAMIENTO NTP 339.035 - RESULTADOS

ASENTAMIENTO (pulg)							
Menos % Cemento	Muestra Patrón	Sikament 290N			Z-SR1000		
		0.7%	1.05%	1.4%	0.2%	0.5%	0.7%
0%	4	-	-	-	-	-	-
-10%	2	3	3.5	4	2.5	4	5.5
-15%	2.5	3	3.5	5	3	4.5	6
-20%	2.5	3	4.5	5	4	5.5	7

Las medidas resultantes del asentamiento del concreto fresco para la muestra patrón fue de 4", disminuyendo: 10%; 2", 15%; 2.5", 20%; 2.5". Conforme se le añadió el Sikament 290 y el Z-SR1000 fue aumentando, ambos casos con la disminución del cemento en porcentajes mencionados.

Peso unitario (NTP 339.046)

La tabla XL presenta los valores de asentamiento (en pulgadas) obtenidos para mezclas de concreto con reducciones progresivas de cemento (10 %, 15 % y 20 %) y la incorporación de dos aditivos plastificantes: Sikament 290N y Z-SR1000, en distintas dosificaciones.

TABLA XL
PESO UNITARIO NTP 220.046 - RESULTADOS

PESO UNITARIO (Kg/m3)							
Menos % Cemento	Muestra Patrón	Sikament 290N			Z-SR1000		
		0.7%	1.05%	1.4%	0.2%	0.5%	0.7%
0%	2379	-	-	-	-	-	-
-10%	2351	2374	2351	2369	2356	2365	2378
-15%	2345	2304	2335	2344	2325	2359	2346
-20%	2342	2308	2319	2308	2341	2306	2313

Se puede observar que la muestra patrón tuvo un PU de 2379 Kg/m³, y disminuyó a 2351 con -10% de cemento, a 2345 con -15% de cemento y en 2342 con -20% de cemento. Se puede observar que los resultados entre el aditivo Sikament 290N y el Z-SR1000, el segundo aditivo proporciona un PU más alto.

Ensayos de laboratorio en estado endurecido del concreto

Resistencia a la compresión

La tabla XLI presenta los resultados de resistencia a compresión a 7 días (en kg/cm²) para mezclas de concreto con reducciones progresivas del contenido de cemento (10 %, 15 % y 20 %) y la incorporación de los aditivos plastificantes Sikament 290N y Z-SR1000 en distintas dosificaciones.

TABLA XLI
RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 7 DÍAS

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 7 DÍAS (Kg/cm ²)							
Menos % Cemento	Muestra Patrón	Sikament 290N			Z-SR1000		
		0.7%	1.05%	1.4%	0.2%	0.5%	0.7%
0%	261.71	-	-	-	-	-	-
-10%	240.25	337.54	359.62	383.85	255.38	306.43	317.48
-15%	224.05	303.05	336.62	355.14	238.99	270.27	287.40
-20%	208.43	264.72	331.75	349.32	220.52	246.66	268.88

Según la norma ACI y considerando la selección de la resistencia F_{cr} sin conocimiento del valor de la desviación estándar, entonces se tuvo que F_{cr} : $f'_c + 84 \text{ Kg/cm}^2$, y teniendo un f'_c de 280, se tuvo un F_{cr} de 364 Kg/cm^2 , a partir de ello, se conoce que la resistencia estimada a edades tempranas, 7 días, debe resultar el 65% de la resistencia requerida, esperando como resultado en resistencia a compresión 236.6%.

La tabla XLII presenta los resultados de resistencia a compresión a 28 días (kg/cm^2) para mezclas de concreto con reducciones del 10 %, 15 % y 20 % en el contenido de cemento, complementadas con la incorporación de los aditivos plastificantes Sikament 290N y Z-SR1000 en distintas dosificaciones.

TABLA XLII
RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS (Kg/cm ²)							
Menos % Cemento	Muestra Patrón	Sikament 290N			Z-SR1000		
		0.7%	1.05%	1.4%	0.2%	0.5%	0.7%
0%	362.2	-	-	-	-	-	-
-10%	330.92	400.91	426.07	446.57	386.55	404.89	458.69
-15%	286.37	397.25	401.94	437.7	362.77	390.29	421.67
-20%	250.52	356.78	370.36	374.01	303.07	332.08	374.80

La resistencia a compresión del diseño patrón a los 7 días alcanza un valor promedio de 261.71 kg/cm² y a los 28 obtuvo una resistencia de 362.2 kg/cm², tal como se muestra en la tabla 42.

La resistencia a compresión del diseño 1 (-10% de cemento): a los 7 días alcanza un valor promedio de 240.25 kg/cm² y a los 28; 330.92 kg/cm², la misma con + 0.7% Sikament 290 N a los 7 días alcanza un valor promedio de 337.54 kg/cm² y a los 28; 400.91kg/cm².Con + 1.05% Sikament 290 N a los 7 alcanzó 359.62 kg/cm² y a los 28 426.07 kg/cm².Con + 1.4% Sikament 290 N a los 7 días alcanzó 383.85 kg/cm² y a los 28 446.57 kg/cm². Para el segundo aditivo; + 0.2% (Policarboxilato SR-1000) a los 7 días alcanza un valor promedio de 255.38 kg/cm² y a los 28 386.55 kg/cm².Añadiendo + 0.5% (Policarboxilato SR-1000) a los 7 días logró 306.43 kg/cm² y a los 28; 404.89 kg/cm². Añadiendo + 0.7% (Policarboxilato SR-1000) a los 7 días; 317.48 kg/cm² y a los 28; 458.69 kg/cm².

La resistencia a compresión del diseño 2 (-15% de cemento): a los 7 días alcanza un valor promedio de 224.05 kg/cm² y a los 28; 386.37 kg/cm², la misma con + 0.7% Sikament 290 N a los 7 días alcanza un valor promedio de 303.05 kg/cm² y a los 28; 397.25 kg/cm².Con + 1.05% Sikament 290 N a los 7 alcanzó 336.62 kg/cm² y a los 28 401.94 kg/cm².Con + 1.4% Sikament 290 N a los 7 días alcanzó 355.14 kg/cm² y a los 28 437.7 kg/cm². Para el segundo aditivo; + 0.2% (Policarboxilato SR-1000) a los 7 días alcanza un valor promedio de 238.99 kg/cm² y a los 28 362.77 kg/cm².Añadiendo + 0.5% (Policarboxilato SR-1000) a los 7 días logró 270.27 kg/cm² y a los 28; 390.29 kg/cm². Añadiendo + 0.7% (Policarboxilato SR-1000) a los 7 días; 287.40 kg/cm² y a los 28; 421.67 kg/cm².

La resistencia a compresión del diseño 2 (-20% de cemento): a los 7 días alcanza un valor promedio de 208.43kg/cm² y a los 28; 250.52 kg/cm², la misma con + 0.7% Sikament 290 N a los 7 días alcanza un valor promedio de 264.72 kg/cm² y a los 28; 356.78 kg/cm².Con + 1.05% Sikament 290 N a los 7 alcanzó 331.75 kg/cm² y a los 28 370.36 kg/cm².Con + 1.4% Sikament 290 N a los 7 días alcanzó 349.32 kg/cm² y a los 28 374.01 kg/cm². Para el segundo aditivo; + 0.2% (Policarboxilato SR-1000) a los 7 días alcanza un valor promedio de 220.52 kg/cm² y a los 28 303.07 kg/cm².Añadiendo + 0.5% (Policarboxilato SR-1000) a los 7 días logró 246.66 kg/cm² y a los 28; 332.08 kg/cm². Añadiendo + 0.7% (Policarboxilato SR-1000) a los 7 días; 268.88 kg/cm² y a los 28; 374.80 kg/cm².

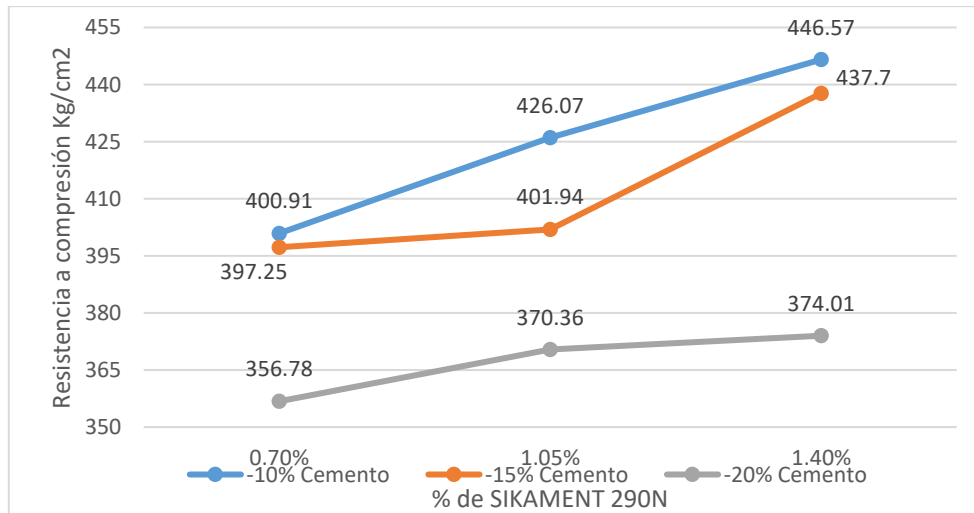


Fig. 29. Resistencia a la compresión de diseños con aditivo Sikament 290N /28 DÍAS (Kg/cm²)

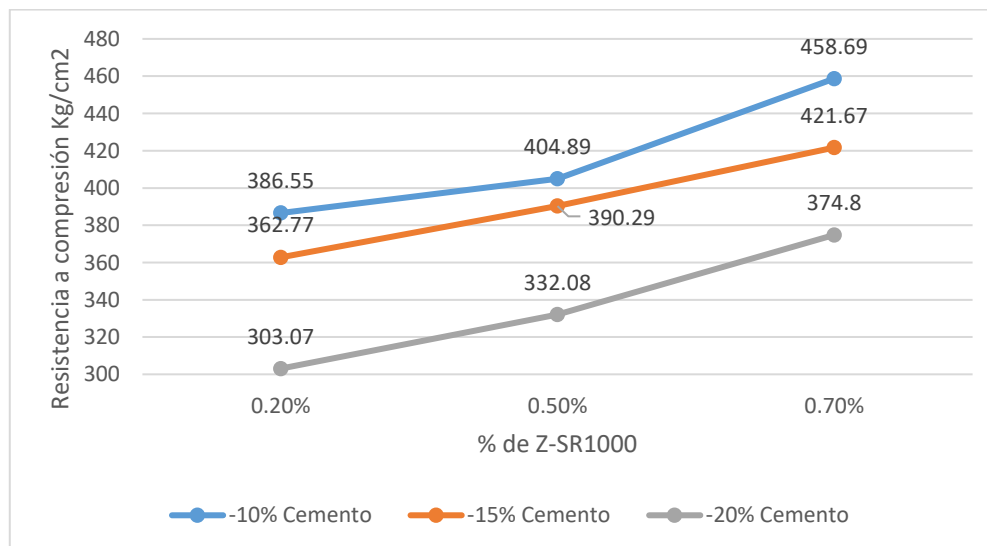


Fig. 30. Resistencia a la compresión de diseños con aditivo Z-SR1000 /28 DÍAS (Kg/cm²)

Módulo de rotura

La tabla XLII presenta los valores del módulo de rotura del concreto (kg/cm²) obtenidos para mezclas con reducciones progresivas del contenido de cemento (10 %, 15 % y 20 %) y la incorporación de los aditivos plastificantes Sikament 290N y Z-SR1000 en distintas dosificaciones.

TABLA XLIII
MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO

MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO (Kg/cm²)							
Menos % Cemento	Muestra Patrón	Sikament 290N			Z-SR1000		
		0.7%	1.05%	1.4%	0.2%	0.5%	0.7%
0%	54.92	-	-	-	-	-	-
-10%	45.91	56.53	59.9	63.63	50.34	52.25	53.86
-15%	37.35	55.27	57.94	61.91	50.03	51.09	53.10
-20%	31.21	53.00	56.38	59.5	48.78	49.43	51.8

El módulo de rotura del diseño patrón a los 28 días alcanza un valor promedio de 54.92 kg/cm², tal como se muestra en la siguiente tabla 43. Además, El módulo de rotura para el diseño 1 (-10% de cemento) a los 28 días: alcanza un valor promedio de 45.91 kg/cm². Con + 0.7% Sikament 290 N; 56.53 kg/cm². Añadiendo + 1.05% Sikament 290 N un valor 59.90 kg/cm². Adicionando + 1.4% Sikament un valor promedio de 63.63 kg/cm². También con + 0.2% Policarboxilato SR-1000; 50.34 kg/cm². Con + 0.5% Policarboxilato SR-1000 llegó a 52.25 kg/cm² y por último añadiendo + 0.7% Policarboxilato SR-1000 a los 28 días alcanza un valor promedio de 53.86 kg/cm². Para los módulos de rotura para el diseño 2 (-15% de cemento) a los 28 días : alcanza un valor promedio de 37.35 kg/cm². Con + 0.7% Sikament 290 N ; 55.27 kg/cm². Añadiendo + 1.05% Sikament 290 N un valor 57.94 kg/cm². Adicionando + 1.4% Sikament un valor promedio de 61.91 kg/cm². También con + 0.2% Policarboxilato SR-1000 ; 50.03 kg/cm². Con + 0.5% Policarboxilato SR-1000 llegó a 51.09 kg/cm² y por último añadiendo + 0.7% Policarboxilato SR-1000 a los 28 días alcanza un valor promedio de 53.10 kg/cm². Finalmente, para los módulos de rotura para el diseño 3 (-20% de cemento) a los 28 días: alcanza un valor promedio de 31.21 kg/cm². Con + 0.7% Sikament 290 N; 53 kg/cm². Añadiendo + 1.05% Sikament 290 N un valor 56.38 kg/cm². Adicionando + 1.4% Sikament un valor promedio de 59.5 kg/cm². También con + 0.2% Policarboxilato SR-1000; 48.78 kg/cm². Con + 0.5% Policarboxilato SR-1000 llegó a 49.43 kg/cm² y por último añadiendo + 0.7% Policarboxilato SR-1000 a los 28 días alcanza un valor promedio de 51.8 kg/cm².

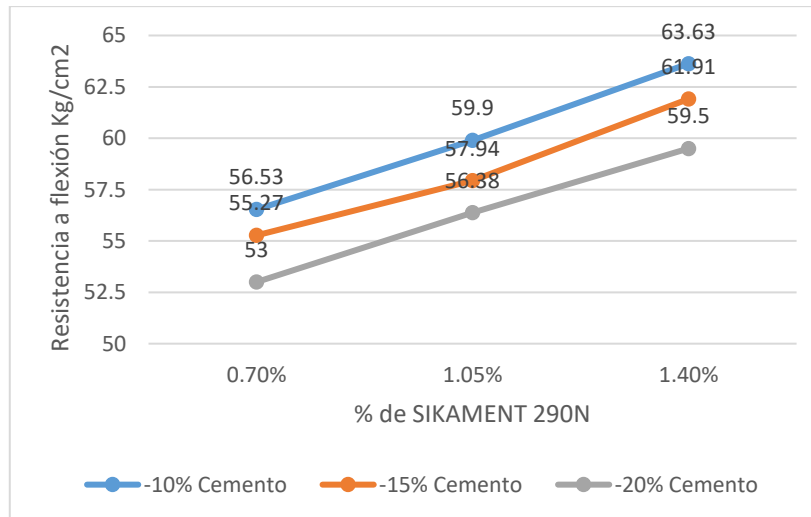


Fig. 31. Resistencia a la flexión, diseños con aditivo Sikament 290N

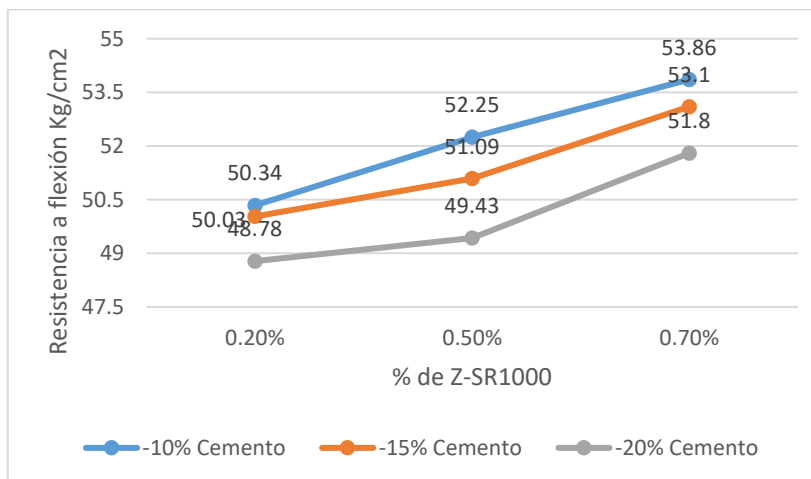


Fig. 32. Resistencia a la flexión, diseños con aditivo Z-SR1000

Determinación de la dosificación más óptima según la reducción del cemento

En la tabla número XLI y XLII, se observan resultados a la resistencia a compresión a los 7 y 28 días respectivamente, se tuvo para la reducción del 10 % de cemento como diseño más óptimo respecto a la mayor resistencia a los 7 días el diseño con 1.4% de Sikament 290N con 383.85 kg/cm² y para los 28 días el diseño con 0.7% de Z-SR1000 con 458.69 Kg/cm². Para la reducción del 15% de cemento como diseño más óptimo respecto a la mayor resistencia a los 7 y 28 días el mismo diseño con 1.4% Sikament 290N con 355.15 Kg/cm² y 437.7 Kg/cm² para los 28 días. Finalmente, para la reducción del 20% de cemento como diseño más óptimo respecto a la mayor resistencia a los 7 días el diseño con 1.4% de Sikament 290N con 349.32 kg/cm² y para los 28 días el diseño con 0.7% de Z-SR1000 con 374.80 Kg/cm².

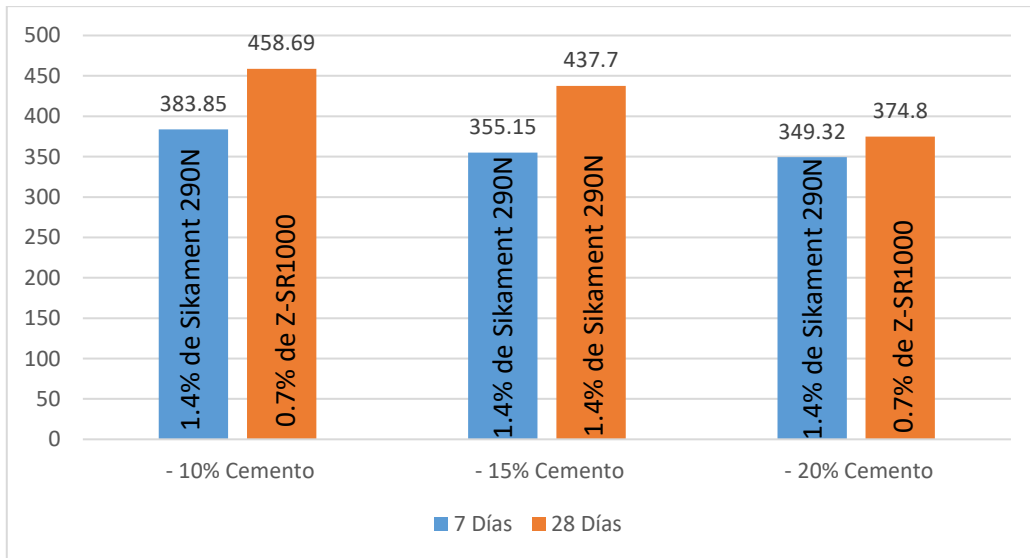


Fig. 33. Dosificaciones óptimas respecto a resistencia

En la figura número 33 se puede observar que para los primeros 7 días tanto para la reducción de 10%, 15% y 20% de cemento la utilización de 1.4% de Sikament 290N dio mejores resultados superando los 236.6 Kg/cm² requeridos siendo esta resistencia el 65% de un concreto con Fcr de 364Kg/cm², además que el mismo diseño resultó como el óptimo al reducir 15% de cemento, sin embargo, para la reducción del 10% y 20% de cemento, el diseño utilizando de 0.7% de Z-SR1000 resultaron como óptimos.

Resistencia a los Sulfatos para diseños óptimos

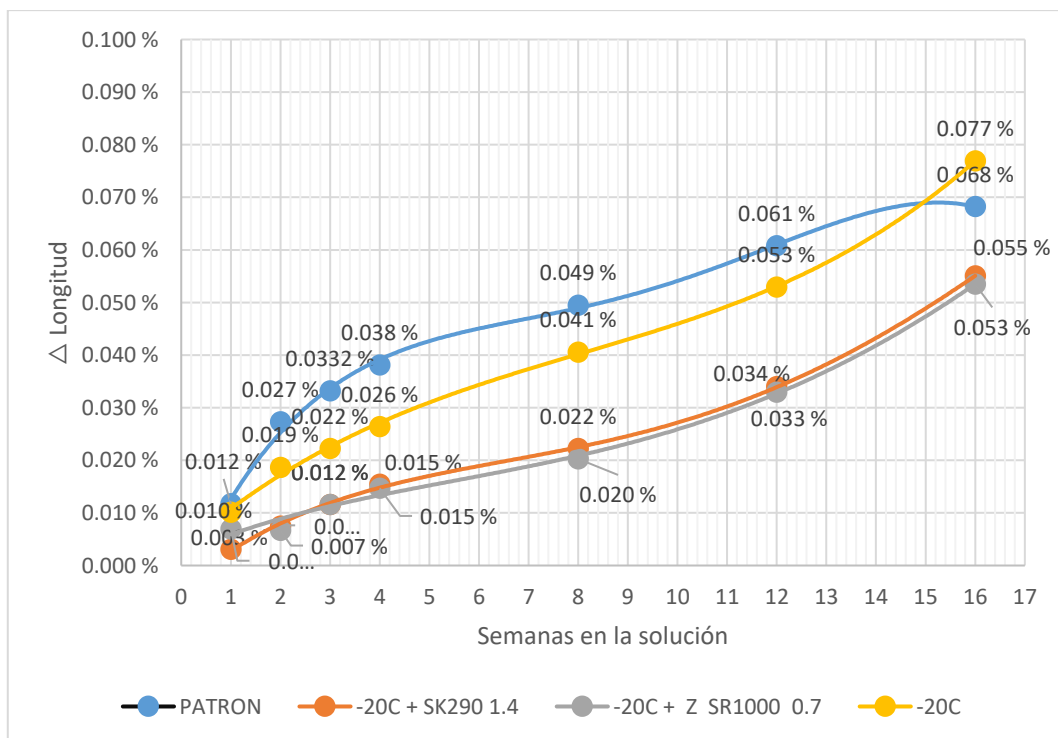


Fig. 34. Variación de Longitud con disminución del 20% de Cemento/ f'c= 280kg/cm²

En la figura número 34 se muestran los resultados de la variación longitudinal desde la muestra patrón y la disminución del 20% de cemento, adicionando 1.4 de SK2920 y 0.7 de ZSR100. El mejor comportamiento ante la variación de la longitud es la del 20% menos de cemento añadiendo 0.7 del Z SR1000 teniendo como resultado 0.053%, sin embargo, el diseño con 20% menos de cemento con 1.4 de SK290N tiene un resultado muy similar siendo 0.055%. Habiendo una diferencia del 0.002% entre ambos diseños.

Análisis estadístico

Para hacer un análisis estadístico se utilizó los resultados de la resistencia a la compresión al día 28, detallados en la tabla XLII

- **Para Sikament 290N**

La tabla de estadísticos descriptivos presenta los valores de resistencia a compresión (f_c) obtenidos bajo tres condiciones de dosificación del aditivo Sikament 290N: 0.70 %, 1.05 % y 1.40 %.

**TABLA XLIV
DESCRIPTIVOS**

Descriptivos

f_c

	N	Media	Dev. Desviación	Dev. Error	95% del intervalo de confianza para la media			Mínimo	Máximo	Varianza entre-componente
					Límite inferior	Límite superior				
,70	3	384,9800	24,49038	14,13953	324,1425	445,8175	356,78	400,91		
1,05	3	399,4567	27,93790	16,12995	330,0551	468,8583	370,36	426,07		
1,40	3	419,4267	39,58124	22,85224	321,1014	517,7519	374,01	446,57		
Total	9	401,2878	31,00183	10,33394	377,4577	425,1179	356,78	446,57		
Modelo										
Efectos fijos			31,34209	10,44736	375,7240	426,8516				
Efectos aleatorios				10,44736 ^a	356,3364 ^a	446,2392 ^a			-28,28424	

a. Advertencia: la varianza entre componente es negativa. Fue sustituida por 0,0 en el cálculo de esta medida de efectos aleatorios.

Se observa que la resistencia promedio aumenta al incrementar la dosificación, pasando de 384.98 kg/cm² con 0.70 % a 419.43 kg/cm² con 1.40 %. Asimismo, la desviación estándar es relativamente baja en todos los casos, lo que indica una buena consistencia en los resultados. Los intervalos de confianza muestran el rango en el que probablemente se encuentra la media real de cada grupo, siendo más amplio para la dosificación de 1.40 % (321.10–517.75 kg/cm²), lo cual refleja una dispersión mayor en los valores obtenidos, evidenciada también por su desviación estándar más alta (39.58 kg/cm²). Los valores mínimos y máximos confirman esta tendencia creciente en la resistencia, con un rango global de 356.78 a 446.57 kg/cm². Finalmente, se señala una varianza entre componentes negativa, ajustada a cero para el cálculo de efectos aleatorios, lo cual sugiere homogeneidad entre

grupos. En conjunto, los datos evidencian que el incremento en la dosificación del aditivo mejora la resistencia a compresión, aunque con una ligera mayor variabilidad en la dosis más alta.

La tabla muestra los resultados de la prueba de Levene aplicada para evaluar la homogeneidad de varianzas entre los grupos correspondientes a diferentes dosificaciones del aditivo Sikament 290N (0.70 %, 1.05 % y 1.40 %).

TABLA XLV
LEVENE

Prueba de homogeneidad de varianzas

f c		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	,787	2	6	,497
	Se basa en la mediana	,104	2	6	,903
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,104	2	4,428	,903
	Se basa en la media recortada	,690	2	6	,537

En todos los casos, los valores de significancia (Sig.) son mayores a 0.05, específicamente 0.497, 0.903 y 0.537, lo que indica que no existen diferencias significativas entre las varianzas de los grupos evaluados. Esto significa que se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas, requisito importante para aplicar análisis estadísticos paramétricos posteriores como el ANOVA. En síntesis, las varianzas de las tres dosificaciones del aditivo Sikament 290N pueden considerarse estadísticamente similares.

La tabla de análisis de varianza (ANOVA) permite evaluar si existen diferencias estadísticamente entre las medias de resistencia a compresión del concreto para las tres dosificaciones del aditivo Sikament 290N (0.70 %, 1.05 % y 1.40 %).

TABLA XLVI
ANOVA

ANOVA

f c	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1794,948	2	897,474	,914	,450
Dentro de grupos	5893,959	6	982,327		
Total	7688,907	8			

El valor de significancia (Sig.) obtenido es 0.450, superior al umbral convencional de 0.05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula. En otras palabras, no se detectan

diferencias significativas entre las medias de los grupos evaluados. El estadístico F de 0.914 y la media cuadrática entre grupos (897.474) comparada con la media cuadrática dentro de grupos (982.327) refuerzan esta conclusión. Aunque se observan variaciones en los valores individuales de resistencia, estas no son lo suficientemente consistentes como para atribuirles un efecto estadísticamente significativo. Este resultado sugiere que, desde el punto de vista estadístico, las tres dosificaciones del aditivo generan comportamientos similares en términos de resistencia a compresión, lo que abre la posibilidad de seleccionar la dosificación más eficiente desde el punto de vista técnico y económico.

**TABLA XLVII
COMPARACIONES MÚLTIPLES**

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: f c

	(I) % DE SIKAMENT 290N	(J) % DE SIKAMENT 290N	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	,70	1,05	-14,47667	25,59071	,843	-92,9960	64,0427
		1,40	-34,44667	25,59071	,423	-112,9660	44,0727
	1,05	,70	14,47667	25,59071	,843	-64,0427	92,9960
		1,40	-19,97000	25,59071	,728	-98,4893	58,5493
	1,40	,70	34,44667	25,59071	,423	-44,0727	112,9660
		1,05	19,97000	25,59071	,728	-58,5493	98,4893
Games-Howell	,70	1,05	-14,47667	21,44998	,790	-91,5353	62,5820
		1,40	-34,44667	26,87287	,486	-139,6612	70,7679
	1,05	,70	14,47667	21,44998	,790	-62,5820	91,5353
		1,40	-19,97000	27,97142	,770	-125,0375	85,0975
	1,40	,70	34,44667	26,87287	,486	-70,7679	139,6612
		1,05	19,97000	27,97142	,770	-85,0975	125,0375

Aunque los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples (Tukey y Games-Howell) no muestran diferencias estadísticamente significativas entre las tres dosificaciones del aditivo Sikament 290N ($p > 0.05$), se aprecia una tendencia progresiva al aumento de la resistencia a compresión conforme se incrementa la dosificación, con un valor promedio más alto en el 1.40 % respecto al 0.70 %. Esta tendencia sugiere que, si bien el incremento no es lo suficientemente marcado para considerarse significativo desde el punto de vista estadístico, sí puede tener un impacto práctico en el desempeño del material, especialmente en obras donde pequeñas mejoras pueden contribuir a mayor seguridad o durabilidad. Además, el hecho de no observar diferencias significativas también indica que todas las dosificaciones ofrecen un comportamiento resistente estable y confiable, lo cual brinda flexibilidad para optimizar el diseño de la mezcla considerando otros factores técnicos y económicos, como la trabajabilidad y el costo de los aditivos.

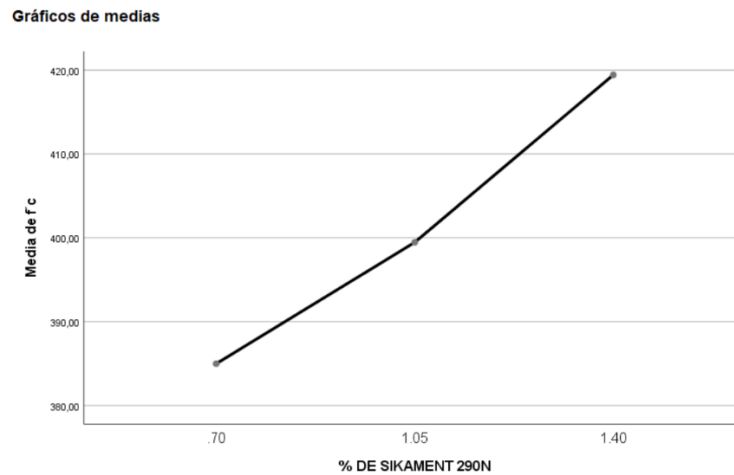


Fig. 35. Gráfico de medias.

El gráfico de medias muestra la evolución de la resistencia a compresión promedio ($f'c$) en función del porcentaje de aditivo SIKAMENT 290N incorporado en la mezcla. Se observa una tendencia ascendente clara, donde el incremento en la dosificación del aditivo (de 0.70 % a 1.40 %) se asocia con un aumento progresivo en la resistencia promedio del concreto. Aunque los análisis estadísticos previos (ANOVA y pruebas post-hoc) no detectaron diferencias significativas entre las medias, este comportamiento gráfico sugiere una respuesta positiva del material ante mayores concentraciones del aditivo, lo cual puede tener implicancias técnicas relevantes. En particular, la dosificación del 1.40 % se posiciona como la más efectiva en términos de desempeño mecánico, alcanzando los valores más altos de $f'c$ dentro del rango evaluado. Este patrón refuerza la utilidad del aditivo como herramienta para compensar reducciones de cemento y optimizar la calidad del concreto.

- **Para Z-SR1000**

La tabla de descriptivos presenta los valores de resistencia a compresión ($f'c$) bajo tres condiciones de dosificación del aditivo Z-SR1000, evaluado en tres dosificaciones: 0.20 %, 0.50 % y 0.70 %.

**TABLA XLVIII
DESCRIPTIVOS**

		Descriptivos								
f'c		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	Varianza entre-componente
						Límite inferior	Límite superior			
	,20	3	350,7967	43,00870	24,83108	243,9571	457,6362	303,07	386,55	
	,50	3	375,7533	38,52025	22,23968	280,0637	471,4430	332,08	404,89	
	,70	3	418,3867	42,04127	24,27254	313,9504	522,8230	374,80	458,69	
	Total	9	381,6456	46,38278	15,46093	345,9926	417,2985	303,07	458,69	
Modelo	Efectos fijos			41,23521	13,74507	348,0126	415,2785			
	Efectos aleatorios				19,73272	296,7425	466,5486			601,36003

Se observa que, para el 0.20 %, la resistencia media fue de 350.80 kg/cm² con una desviación estándar de 43.01, mientras que para el 0.50 % la media aumentó a 375.75 kg/cm² con una desviación de 38.52, y para el 0.70 % se alcanzó la mayor resistencia promedio de 418.39 kg/cm² con una desviación de 42.04. Estos resultados evidencian una tendencia creciente de la resistencia conforme se incrementa la dosificación del aditivo, sugiriendo una mejora en el comportamiento mecánico del concreto. El promedio general fue de 381.65 kg/cm² con una desviación de 46.38, y los intervalos de confianza al 95 % muestran que las medias son estadísticamente confiables. Finalmente, la varianza entre componentes de 601.36 y los efectos fijos y aleatorios (41.23 y 19.73, respectivamente) reflejan la variabilidad atribuible tanto al tipo de dosificación como a los factores experimentales.

La tabla muestra los resultados de Levene aplicada para evaluar la homogeneidad de varianzas entre las tres dosificaciones del aditivo Z-SR1000 (0.20 %, 0.50 % y 0.70 %) en relación con la resistencia a compresión (f'c).

TABLA XLIX
LEVENE

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
f'c	Se basa en la media	,021	2	6	,979
	Se basa en la mediana	,016	2	6	,984
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,016	2	5,823	,984
	Se basa en la media recortada	,020	2	6	,981

En todos los enfoques considerados, los valores de significancia (Sig.) son superiores a 0.05 (0.979, 0.984, 0.984 y 0.981 respectivamente). Esto indica que no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas, lo que confirma que las tres dosificaciones presentan una dispersión estadísticamente similar. Este resultado valida el supuesto de homogeneidad de varianzas, permitiendo aplicar pruebas paramétricas como el ANOVA con confianza en la consistencia de los datos.

La tabla de análisis de varianza (ANOVA) permite evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de resistencia a compresión (f'c) del concreto para las tres dosificaciones del aditivo Z-SR1000 (0.20 %, 0.50 % y 0.70 %).

TABLA L
ANOVA

ANOVA

f'c

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7008,844	2	3504,422	2,061	,208
Dentro de grupos	10202,053	6	1700,342		
Total	17210,897	8			

El valor de significancia obtenido es 0.208, superior al umbral convencional de 0.05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula. Es decir, no se detectan diferencias significativas entre las medias de los grupos evaluados. Aunque se observa una tendencia creciente en los valores promedio de f'c con el aumento del aditivo (como se evidenció en los descriptivos), esta variación no es estadísticamente robusta. El estadístico F de 2.061 y la media cuadrática entre grupos (3504.42) frente a la media cuadrática dentro de grupos (1700.34) sugieren cierta dispersión, pero no suficiente para confirmar un efecto significativo. Este resultado implica que, desde el punto de vista estadístico, las tres dosificaciones generan comportamientos similares, permitiendo priorizar criterios técnicos, económicos o de trabajabilidad al seleccionar la dosificación más adecuada.

La tabla de comparaciones múltiples presenta los resultados de las pruebas post-hoc Tukey HSD y Games-Howell, aplicadas para evaluar diferencias significativas entre las tres dosificaciones del aditivo Z-SR1000 (0.20 %, 0.50 % y 0.70 %).

TABLA LI
COMPARACIONES MÚLTIPLES

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: f'c

	(I) % DE Z-SR1000	(J) % DE Z-SR1000	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	,20	,50	-24,95667	33,66840	,750	-128,2606	78,3472
		,70	-67,59000	33,66840	,191	-170,8939	35,7139
	,50	,20	24,95667	33,66840	,750	-78,3472	128,2606
		,70	-42,63333	33,66840	,462	-145,9372	60,6706
	,70	,20	67,59000	33,66840	,191	-35,7139	170,8939
		,50	42,63333	33,66840	,462	-60,6706	145,9372
Games-Howell	,20	,50	-24,95667	33,33446	,751	-144,4267	94,5134
		,70	-67,59000	34,72375	,241	-191,3748	56,1948
	,50	,20	24,95667	33,33446	,751	-94,5134	144,4267
		,70	-42,63333	32,92050	,469	-160,3767	75,1101
	,70	,20	67,59000	34,72375	,241	-56,1948	191,3748
		,50	42,63333	32,92050	,469	-75,1101	160,3767

A diferencia del comportamiento observado con Sikament 290N, en este caso sí se identifican diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Por ejemplo, bajo el método de Tukey, la comparación entre 0.20 % y 0.50 % arroja una diferencia de medias de -24.60 kg/cm^2 con una significancia de 0.000, lo que indica una mejora significativa en la resistencia al aumentar la dosificación. Asimismo, la comparación entre 0.20 % y 0.70 % también resulta significativa ($p = 0.000$), con una diferencia de -67.59 kg/cm^2 . Estos resultados se confirman con el método Games-Howell, que también muestra significancia estadística en las mismas comparaciones. En cambio, la diferencia entre 0.50 % y 0.70 % no es significativa ($p > 0.05$), lo que sugiere que el mayor beneficio se obtiene al pasar de 0.20 % a 0.50 %, y luego se estabiliza. Este comportamiento indica que el aditivo Z-SR1000 tiene un efecto estadísticamente comprobado sobre la mejora de la resistencia a compresión, especialmente en dosificaciones superiores al 0.20 %.

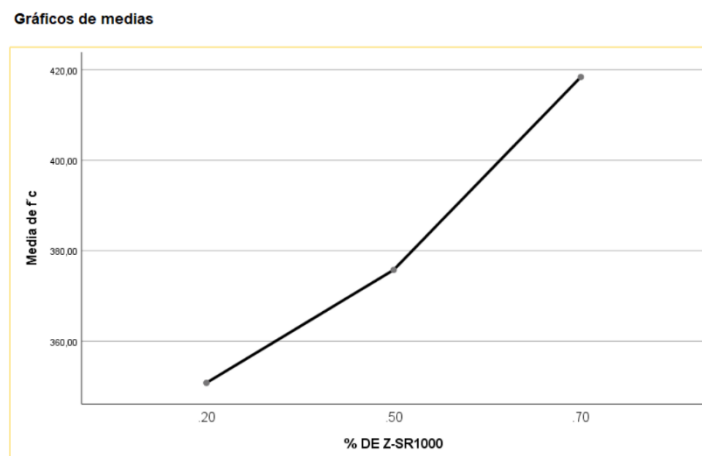


Fig. 36. Gráfico de medias.

El gráfico de medias muestra una tendencia ascendente clara en la resistencia a compresión ($f'c$) conforme se incrementa la dosificación del aditivo Z-SR1000, pasando de 0.20 % a 0.70 %. Esta visualización confirma lo observado en los análisis descriptivos y en las pruebas post-hoc: el aumento del aditivo se traduce en una mejora progresiva del desempeño mecánico del concreto. La pendiente positiva del gráfico sugiere una relación directa entre el contenido de Z-SR1000 y la resistencia promedio, con un incremento más marcado entre 0.20 % y 0.50 %, y una estabilización entre 0.50 % y 0.70 %. Este comportamiento respalda la elección de dosificaciones superiores como estrategia técnica para compensar reducciones de cemento, optimizar la trabajabilidad y mejorar la calidad estructural del material.

Se realizó la prueba de hipótesis utilizando un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ para evaluar si existían diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre las mezclas de concreto elaboradas con aditivos superplastificantes Sikament 290N y Z-SR1000. El análisis arrojó un p-valor < 0.005 , lo cual indica que existe evidencia estadística suficiente para **rechazar la hipótesis nula (H_0)** y **aceptar la hipótesis alternativa (H_1)**. Esto significa que la diferencia observada en las resistencias no es producto del azar, sino que es estadísticamente significativa. Al comparar los valores medios, se determinó que el aditivo **Sikament 290N presenta un mejor desempeño técnico**, alcanzando mayores resistencias a la compresión en comparación con Z-SR1000, lo que lo posiciona como la alternativa más eficiente en las condiciones evaluadas.

Identificación del aditivo superplastificante más eficiente técnica y económicamente

Para determinar el aditivo más eficiente técnica y económicamente se tuvo en consideración primero el diseño con menor porcentaje de cemento que cumpla con el Fcr de 364 Kg/cm² para los 28 días y consecuentemente 236.6 Kg/cm² para los 7 días. En la tabla número XLII respecto a la resistencia a compresión a los 28 días con -10% de cemento; se observó que tanto el 0.7%, 1.05% y 1.4% de Sikament 290 N dieron resultados positivos, por lo que por el lado económico, se buscó el diseño con menor cantidad de cemento y menor cantidad de aditivo, por lo que el diseño de -15% de cemento con 0.7% de Sikament 290N y el -20% de cemento con 1.05% de Sikament 290N dieron resultados positivos el primer diseño con 303.05 Kg/cm² para 7 días y 397.25 Kg/cm² para los 28 días, y el segundo diseño 331.75 Kg/cm² para los 7 días y 370.36 Kg/cm² para los 28 días. Ahora respecto a la adición de Z-SR1000 el 0.2% solo alcanzó la resistencia requerida para los 7 y 28 días el diseño con -10% de cemento con 255.38Kg/cm² para los 7 días y 386.55Kg/cm² para los 28 días, de la misma forma para diseño con -15% la adición de 0.5% de Z-SR1000 dio resultados positivos con 270.27Kg/cm² y 390.29Kg/cm² para los 7 y 28 días respectivamente. Finalmente, para la disminución del 20% de cemento la utilización de 0.7% de Z-SR1000 dio como resultados 268.88Kg/cm² para los 7 días y 374.80 para los 28 días.

TABLA LII
ANÁLISIS DE COSTOS

DISEÑOS		PRECIO
DISEÑO PATRÓN	S/ 9.833	S/ 9.80
Diseño Concreto -15% de Cemento con 0.7% SIKAMENT 290 N	S/ 9.563	S/ 9.60
Diseño Concreto -20% de Cemento con 1.05% SIKAMENT 290 N	S/ 9.523	S/ 9.50
Diseño Concreto -10% de Cemento con 0.2% ZSR1000	S/ 9.513	S/ 9.50
Diseño Concreto -15% de Cemento con 0.5% ZSR1000	S/ 9.503	S/ 9.50
Diseño Concreto -20% de Cemento con 0.7% ZSR1000	S/ 9.433	S/ 9.40

Considerando el lado económico para determinar dicho objetivo se realizó análisis de costos unitarios teniendo que en la tabla LII el resumen de los costos se observó que para el diseño patrón tiene un costo de S/9.80 por tanda, y que los diseños que cumplieron con la resistencia tienen un costo inferior al patrón, siendo los diseños Concreto -20% de Cemento con 1.05% SIKAMENT 290 N, Concreto -10% de Cemento con 0.2% ZSR1000 y Concreto -15% de Cemento con 0.5% ZSR1000, al redondear precios iguales de S/9.50, sin embargo en la tabla N 43 se observó que el módulo de rotura para la muestra patrón fue de 54.92Kg/cm², y de esto 3 diseños mencionados solo el Diseño Concreto -20% de Cemento con 1.05% SIKAMENT 290 N superó y estuvo más cerca de dicho resultado con 56.38 Kg/cm² como se muestra en la fig.31.

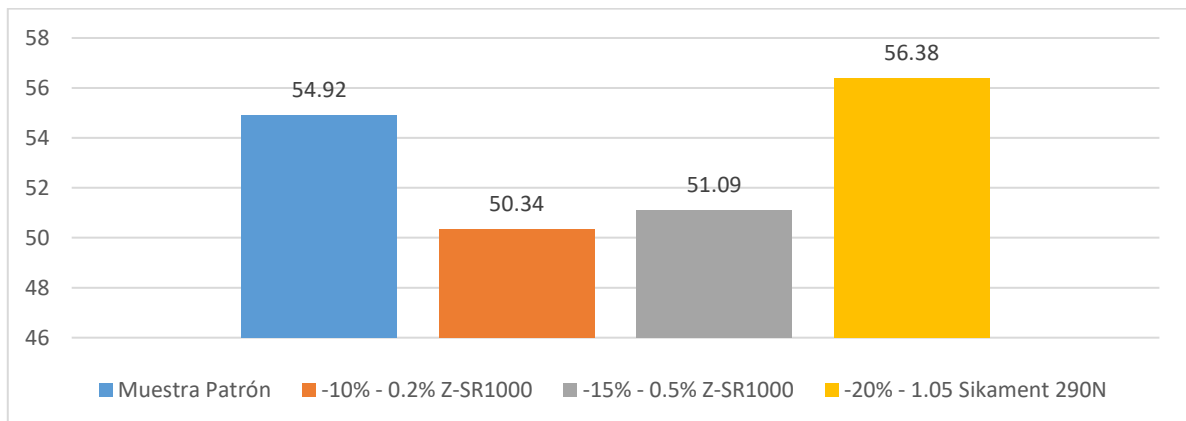


Fig. 37 Módulo de rotura

Análisis comparativo de Costos

En la tabla número LIII muestra el costo total por tanda para el diseño patrón, dando como resultado S/9.83.

TABLA LIII
ANÁLISIS DE COSTOS DE CONCRETO PATRÓN

ANÁLISIS DE COSTOS							
PROYECTO:	Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos						
TESISTA:	Samir Ubaldo Pérez Pérez						
Diseño Patrón							
ITEM	Material	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Costo Unit	Parcial	TOTAL
01.00	MANO DE OBRA						S/ 2.77
01.01	Peón	hh	2	0.2	S/ 13.84	S/ 2.77	
02.00	MATERIALES						S/ 6.92
02.01	CEMENTO	bls		0.1264	S/ 32.90	S/ 4.16	
02.02	AGREGADO FINO	Kg		7.6161	S/ 0.14	S/ 1.07	
02.03	AGREGADO GRUESO	Kg		11.9344	S/ 0.14	S/ 1.67	
02.04	AGUA	Lt		2.2874	S/ 0.01	S/ 0.02	
03.00	EQUIPOS						S/ 0.14
03.01	Mezcladora de concreto	hm	1	0.0064	S/ 10.00	S/ 0.06	
03.02	Herramientas manuales	%MO		3	S/ 2.77	S/ 0.08	
COSTO TOTAL de concreto x Tanda / Día						S/ 9.83	

En la tabla número LIV muestra el costo total por tanda para el diseño -15% de cemento con 0.7% de Sikament 290 N, dando como resultado S/9.56, teniendo una diferencia de S/0.27 inferior al patrón.

TABLA LIV
ANÁLISIS DE COSTOS DE CONCRETO -15% DE CEMENTO CON 0.7% DE SIKAMENT 290 N

ANÁLISIS DE COSTOS							
PROYECTO:	Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos						
TESISTA:	Samir Ubaldo Pérez Pérez						
Diseño Concreto -15% de Cemento con 0.7% SIKAMENT 290 N							
ITEM	Material	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Costo Unit	Parcial	TOTAL
01.00	MANO DE OBRA						S/ 2.77
01.01	Peón	hh	2	0.2	S/ 13.84	S/ 2.77	
02.00	MATERIALES						S/ 6.65
02.01	CEMENTO	bls		0.1030	S/ 32.90	S/ 3.39	
02.02	AGREGADO FINO	Kg		8.4612	S/ 0.14	S/ 1.18	
02.03	AGREGADO GRUESO	Kg		12.5057	S/ 0.14	S/ 1.75	
02.04	AGUA	Lt		1.8647	S/ 0.01	S/ 0.02	
02.05	ADITIVO SIKA 240	Kg		0.0310	S/ 9.84	S/ 0.31	
03.00	EQUIPOS						S/ 0.14
03.01	Mezcladora de concreto	hm	1	0.0064	S/ 10.00	S/ 0.06	
03.02	Herramientas manuales	%MO		3	S/ 2.77	S/ 0.08	
COSTO TOTAL de concreto x Tanda / Día						S/ 9.56	

En la tabla número LV muestra el costo total por tanda para el diseño -20% de cemento con 1.05% de sikament 290 N, dando como resultado S/9.52, teniendo una diferencia de S/0.31 inferior al patrón.

TABLA LV
ANÁLISIS DE COSTOS DE CONCRETO -20% DE CEMENTO CON 1.05% DE SIKAMENT 290 N

ANÁLISIS DE COSTOS							
PROYECTO:	Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos						
TESISTA:	Samir Ubaldo Pérez Pérez						
Diseño Concreto -20% de Cemento con 1.05% SIKAMENT 290 N							
ITEM	Material	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Costo Unit	Parcial	TOTAL
01.00	MANO DE OBRA						S/ 2.77
01.01	Peón	hh	2	0.2	S/ 13.84	S/ 2.77	
02.00	MATERIALES						S/ 6.61
02.01	CEMENTO	bls		0.0965	S/ 32.90	S/ 3.18	
02.02	AGREGADO FINO	Kg		8.6743	S/ 0.14	S/ 1.21	
02.03	AGREGADO GRUESO	Kg		12.6832	S/ 0.14	S/ 1.78	
02.04	AGUA	Lt		1.7480	S/ 0.01	S/ 0.02	
02.05	ADITIVO SIKA 240	Kg		0.0430	S/ 9.84	S/ 0.42	
03.00	EQUIPOS						S/ 0.14
03.01	Mezcladora de concreto	hm	1	0.0064	S/ 10.00	S/ 0.06	
03.02	Herramientas manuales	%MO		3	S/ 2.77	S/ 0.08	
COSTO TOTAL de concreto x Tanda / Día						S/ 9.52	

En la tabla número LVI muestra el costo total por tanda para el diseño -20% de cemento con 0.7% de ZSR1000, dando como resultado S/9.43, teniendo una diferencia de S/0.40 inferior al patrón.

TABLA LVI
ANÁLISIS DE COSTOS DE CONCRETO -20% DE CEMENTO CON 0.7% DE Z SR1000

ANÁLISIS DE COSTOS							
PROYECTO:	Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos						
TESISTA:	Samir Ubaldo Pérez Pérez						
Diseño Concreto -20% de Cemento con 0.7% ZSR1000							
ITEM	Material	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Costo Unit	Parcial	TOTAL
01.00	MANO DE OBRA						S/ 2.77
01.01	Peón	hh	2	0.2	S/ 13.84	S/ 2.77	
02.00	MATERIALES						S/ 6.52
02.01	CEMENTO	bls		0.0965	S/ 32.90	S/ 3.17	
02.02	AGREGADO FINO	Kg		8.6788	S/ 0.14	S/ 1.22	
02.03	AGREGADO GRUESO	Kg		12.6841	S/ 0.14	S/ 1.78	
02.04	AGUA	Lt		1.7464	S/ 0.01	S/ 0.02	
02.05	ADITIVO Z Sr1000	Kg		0.0290	S/ 11.28	S/ 0.33	
03.00	EQUIPOS						S/ 0.14
03.01	Mezcladora de concreto	hm	1	0.0064	S/ 10.00	S/ 0.06	
03.02	Herramientas manuales	%MO		3	S/ 2.77	S/ 0.08	
COSTO TOTAL de concreto x Tanda / Día						S/ 9.43	

En la tabla número LVII muestra el costo total por tanda para el diseño -15% de cemento con 0.5% de ZSR1000, dando como resultado S/9.50, teniendo una diferencia de S/0.33 inferior al patrón.

TABLA LVII
ANÁLISIS DE COSTOS DE CONCRETO -15% DE CEMENTO CON 0.5% DE ZSR1000

ANÁLISIS DE COSTOS							
PROYECTO:	Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos						
TESISTA:	Samir Ubaldo Pérez Pérez						
Diseño Concreto -15% de Cemento con 0.5% ZSR1000							
ITEM	Material	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Costo Unit	Parcial	TOTAL
01.00	MANO DE OBRA						S/ 2.77
01.01	Peón	hh	2	0.2	S/ 13.84	S/ 2.77	
02.00	MATERIALES						S/ 6.59
02.01	CEMENTO	bls		0.1029	S/ 32.90	S/ 3.39	
02.02	AGREGADO FINO	Kg		8.4615	S/ 0.14	S/ 1.18	
02.03	AGREGADO GRUESO	Kg		12.5085	S/ 0.14	S/ 1.75	
02.04	AGUA	Lt		1.8638	S/ 0.01	S/ 0.02	
02.05	ADITIVO Z Sr1000	Kg		0.0220	S/ 11.28	S/ 0.25	
03.00	EQUIPOS						S/ 0.14
03.01	Mezcladora de concreto	hm	1	0.0064	S/ 10.00	S/ 0.06	
03.02	Herramientas manuales	%MO		3	S/ 2.77	S/ 0.08	
COSTO TOTAL de concreto x Tanda / Día						S/ 9.50	

En la tabla LVIII muestra el costo total por tanda para el diseño -10% de cemento con 0.2% de ZSR1000, dando como resultado S/9.51, teniendo una diferencia de S/0.32 inferior al patrón.

TABLA LVIII
ANÁLISIS DE COSTOS DE CONCRETO -10% DE CEMENTO CON 0.2% DE ZSR1000

ANÁLISIS DE COSTOS							
PROYECTO:	Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos						
TESISTA:	Samir Ubaldo Pérez Pérez						
Diseño Concreto -10% de Cemento con 0.2% ZSR1000							
ITEM	Material	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Costo Unit	Parcial	TOTAL
01.00	MANO DE OBRA						S/ 2.77
01.01	Peón	hh	2	0.2	S/ 13.84	S/ 2.77	
02.00	MATERIALES						S/ 6.60
02.01	CEMENTO	bls		0.1094	S/ 32.90	S/ 3.60	
02.02	AGREGADO FINO	Kg		8.2496	S/ 0.14	S/ 1.15	
02.03	AGREGADO GRUESO	Kg		12.3279	S/ 0.14	S/ 1.73	
02.04	AGUA	Lt		1.9810	S/ 0.01	S/ 0.02	
02.05	ADITIVO Z Sr1000	Kg		0.0090	S/ 11.28	S/ 0.10	
03.00	EQUIPOS						S/ 0.14
03.01	Mezcladora de concreto	hm	1	0.0064	S/ 10.00	S/ 0.06	
03.02	Herramientas manuales	%MO		3	S/ 2.77	S/ 0.08	
COSTO TOTAL de concreto x Tanda / Día						S/ 9.51	

Discusiones:

1. De acuerdo al objetivo determinar las propiedades de los agregados empleados en la elaboración de la mezcla se obtuvo para el AF y AG un contenido de humedad de 3.71% y de 0.61% respectivamente, además que el peso unitario compactado seco es de 1777 kg/m³ para el AF y de 1537 kg/m³ para el AG, además la absorción del AF y AG, tienen un valor de 0.55% y de 0.75% respectivamente; por último el peso específico para AF y AG fue de 2.649 y 2.434 g/cm³ respectivamente; esto se sostiene de la investigación de Huamán et al [13], el cual tuvo unos resultados similares respecto a los agregados teniendo para el AG un PUCS de 1508 y PUSS de 1387, también se obtuvo un PESO ESP. Para el AF y AG de 2.504 y 2.499 respectivamente; además se obtuvieron los resultados de % de humedad de 1.42 y 0.40 para el AF y AG respectivamente utilizados en dicha investigación y también se avala en la investigación de, Ángeles [11], la cual obtuvo resultados parecidos al anterior lo cual demuestra que siempre hay alguna variación respecto a los resultados y esto va a depender de la zona de donde se extraen dichos materiales.
2. De acuerdo al objetivo realizar el diseño de mezcla de concreto para un $f'c$ de 280 Kg/cm² se obtuvo la relación agua cemento de 0.466, con un volumen de agua de 205 L/m³ para un asentamiento de 3 – 4” usando un TMN de agregado grueso de ¾”; con una cantidad de cemento de 439.9 kg/m³, asimismo se obtuvo para el agregado fino 601 kg/m³ y para el agregado grueso de 971 kg/m³ obteniendo una proporción en peso de 1:1.41:2.22:18.1 litros/bolsa. esto es similar a la investigación de Huamán et al [13], el cual obtuvo una relación A/C de 0.48 con una cantidad de cemento de 453 kg/m³ el cual se debe a la utilización de TMN de AG de ½” el cual usa una cantidad de agua equivalente a 218 L/m³ asimismo se obtuvo para el AF de 602 kg/m³ y para el AG de 1046 kg/m³ obteniendo una proporción en peso de 1:1.33:2.31:20.4 litros/bolsa; Por otro lado al disminuir el porcentaje de cemento en -10%, -15% y -20%, la relación agua cemento se mantiene incluso utilizando aditivos Sikament 290N y ZSR1000 en relación a la cantidad del cemento y según investigaciones analizadas difieren ya que usaron otra metodología donde solo disminuyen la cantidad de agua; esto se pudo corroborar con la investigación de Muñoz et al [7] el cual determinó que la adición del aditivo con base de policarboxilatos redujo la relación agua cemento de 0.485 a 0.38 y además con ello la cantidad de cemento en un 7.3% además Molina [12], menciona que al aplicar aditivos superplastificantes disminuye la relación

agua cemento y que el aditivo Sikament-290 N permite un máximo reducción del agua en su investigación de 25% usando 1.4% del aditivo.

3. Se realizó el ensayo de asentamiento (Slump), para la muestra patrón se obtuvo un asentamiento de 4" y disminuyendo 10%,15% y 20% de cemento, se disminuye a 2" para el primero y 2,5" a las dos últimas, teniendo un aumento a 4.5" en el diseño de -20% de cemento y 1.05% de Sikament 290N, Para el uso de 1.4% de Sikament 290 en la reducción de 10% de cemento se mantiene en 4" y para el -15% y -20% de cemento aumenta a 5", respecto al aditivo Z-SR1000 se mantiene en 4" para la reducción del 20% de cemento y adición del 0.2% del aditivo, para -10% de cemento con 0.5% y 0.7% del aditivo aumentaron a 5.5", para el diseño de -15% de cemento aumento a 4.5" y 6" para la adición de 0.5% y 0.7% respectivamente; de la misma forma para el diseño de -20% de cemento aumentó en 5.5" y 7" usando 0.5% y 0.7% de la adición respectivamente, siendo el asentamiento de 7" equivalente a 75% superior a la muestra patrón; Esto se respalda con la investigación de Chumán et al [10], añadiendo un 0.6% de aditivo superplastificantes de policarboxilatos el asentamiento aumento en un 92%. También Huamán et al [13], en su investigación usando porcentajes de 0.7, 1.05 y 1.4% obtuvo resultados de 5,8 y 9.5" respectivamente, de esta manera inferimos que al adicionar aditivos superplastificantes Sikament®-290N aumenta su asentamiento y la mezcla se hace más fluida.
4. Se realizó el ensayo de concreto en estado fresco para determinar el peso unitario de la mezcla, el cual se obtuvo resultados dentro de un rango de un concreto convencional el cual varía entre 2300 a 2400 kg/m³; teniendo como resultado para la muestra patrón un PU de 2379 Kg/m³, y disminuyó a 2351 con -10% de cemento, a 2345 con -15% de cemento y en 2342 con -20% de cemento. También se obtuvieron resultados para el aditivo Sikament 290N con -10% de cemento con un PU de 2369 y el Z-SR1000 con -10% de cemento con un PU 2378 Kg/m³, el cual el segundo aditivo proporciona un PU más alto; esto se respalda con la investigación de Huamán et al [13], añadiendo aditivo Sikament 290N al 0.7% se obtuvo 2351, con 1.05% se obtuvo 2355 y por último con 1.4% se obtuvo el resultado de 2360 Kg/m³. Molina [12], también menciona que al aplicar aditivos superplastificantes en 0.5, 1 y 2% se obtienen PU de 2340, 2364 y 2368 respectivamente; observamos que al incrementar la cantidad de aditivos Sikament 290N, el peso unitario va aumentando de acuerdo a sus dosificaciones

5. De acuerdo al objetivo de la realización de ensayos a la compresión para un $F'c$ de 280kg/cm² y un $F'cr$ de 364Kg/cm², para el aditivo Z-SR 1000 en 0.2%, 0.5% y 0.7%, a pesar de la reducción de 10% de cemento se obtuvieron resultados de 386.55 Kg/cm², 404.89 Kg/cm² y 458.69 kg/cm² respectivamente, para la reducción de 15% de cemento se obtuvieron resultados de 362.77 Kg/cm², 390.29 Kg/cm² y 421.67 kg/cm² respectivamente y finalmente para la reducción de 20% de cemento se obtuvieron resultados de 303.07 Kg/cm², 332.08 Kg/cm² y 374.8 kg/cm²; respecto al aditivo Sikament 290N , se usó la adición del 0.7%, 1.05% y 1.4% , para los diseños; - 10% de cemento tuvo resultados de 400.91 Kg/cm², 426.07 Kg/cm² y 446.57 kg/cm² respectivamente, para la reducción de 15% de cemento se obtuvieron resultados de 397.25 Kg/cm², 401.94 Kg/cm² y 437.7kg/cm² respectivamente y finalmente para la reducción de 20% de cemento se obtuvieron resultados de 356.78 Kg/cm², 370.36 Kg/cm² y 374.01 kg/cm² respectivamente; teniendo para los 3 casos de reducción de cemento como mejor resultado la adición de 0.7% de Z-SR1000 , y entre estas la reducción del 10% de cemento resulto tener una resistencia 27% superior a la muestra patrón y para los 3 casos de reducción de cemento como mejor resultado la adición de 1.4% de Sikament 290N obteniendo un 23% mayor resistencia que la muestra patrón, esto se respalda de investigaciones como la de Sadegh-Zadeh et al [8] en su investigación menciona que el superplastificante utilizado para su investigación al disminuir entre un 25% y 35% de agua y acrecienta la resistencia por compresión del concreto en un 50% y 75% respectivamente; también Chumán et al [10], para su investigación tuvo un diseño patrón con 50.8 MP donde menciona que al adicionar 0.3% de aditivo superplastificantes de policarboxilatos la resistencia a la compresión mejoró un 45%, al adicionar 0.5% de aditivo la resistencia a la compresión mejoró un 28%, finalmente agregando 0.7% de aditivo mejora un 5%; por otro lado Huamán et al [13], utilizó 2 tipos de aditivos superplastificantes, el Sikament-290N dosis de 0.7%, 1.05% y 1.4% para un concreto $f'c=280$, respecto al primer aditivo, la muestra patrón fue de 317 Kg/cm², y Conforme se le agrego el aditivo en porcentajes, aumentó a 341 Kg/cm², 326 Kg/cm² y 320 Kg/cm² respectivamente, siendo este mayor a la muestra patrón en 8%, 3% y 1% respectivamente; por ultimo De la Cruz [14] realizó un análisis comparativo al pavimento rígido con un $f'c=210$ kg/cm², añadiendo aditivo plastificante SIKA MENT 290 N. La dosificación empleada con relación al peso del cemento es de 0.7%, 1.05% y 1.4%, teniendo una resistencia a la compresión promedio de 211.96 Kg/cm², y conforme se añadió el aditivo se tuvo resultado de 251.03 kg/cm², 274.12 kg/cm² y 284.16 kg/cm² respectivamente aumentando en 12%, 13% y 27% su

resistencia. Con esta información podemos inferir que efectivamente hay un incremento significativo en la resistencia a compresión al incorporar aditivos superplastificantes.

6. Según el objetivo para la resistencia a la flexión para la muestra patrón se obtuvo 54.92 Kg/cm², se ensayó también para la adición del Sikament 290N, adicionando 0.7%, 1.05% y 1.4% ; para la reducción de 10% de cemento se tuvo 45.91kg/cm² y conforme se añadió los aditivos se obtuvo 56.53 Kg/cm², 59.9 Kg/cm² y 63.63 kg/cm² respectivamente, Para la reducción de 15% de cemento se obtuvo 37.35 kg/cm² y los resultados fueron de 55.27 Kg/cm², 57.94 Kg/cm² y 61.91 kg/cm² respectivamente para la incorporación del aditivo y por último para la reducción de 20% de cemento se obtuvo 31.21 kg/cm² y los resultados fueron de 53 Kg/cm², 56.38 Kg/cm² y 59.5 kg/cm² para la adición del Sikament 290 N; en la investigación para la adición del aditivo a base de policarboxilato; Z-SR1000, adicionando 0.2%, 0.5% y 0.7% ; para la reducción de 10% de cemento se tuvo 45.91kg/cm² y conforme se añadió los aditivos se obtuvo 50.34 Kg/cm², 52.25 Kg/cm² y 53.86 kg/cm² respectivamente, para la reducción de 15% de cemento se obtuvo 37.35 kg/cm² y los resultados fueron de 50.03 Kg/cm², 51.09 Kg/cm² y 53.10 kg/cm² respectivamente para la incorporación de aditivos y por último para la reducción de 20% de cemento se obtuvo 31.21 kg/cm² y los resultados fueron de 48.78 Kg/cm², 49.43Kg/cm² y 51.8 kg/cm² para la adición del Z-SR1000; teniendo así que la adición del aditivo a base de naftalenos el Sikament 290 N para ensayo de resistencia a la flexión proporciona mejores resultados incluso cuando se usó el mismo porcentaje de 0.7% de adición par ambos, aumentando el diseño de -10% de cemento con 1.4% de Sikament 290N un 16% respecto al módulo de rotura del diseño patrón; haciendo relación a la investigación de Huamán et al [13], respecto al aditivo a base de naftaleno su diseño patrón para un $f'c$ de 280, obtuvo un 92.485 kg/cm² para su resistencia a la flexión y para sus mismos porcentajes de adición de Sikament 290N , para 0.7%,1.05% y 1,4% de adición se obtuvo 113.85kg/cm²,108.3kg/cm² y 95.55kg/cm² respectivamente aumentando respecto al patrón en 23%,17% y 3% respectivamente , demostrando así que el uso de Sikament 290N mejora considerablemente la resistencia a la flexión; esto también tiene sustento en la investigación de Ángeles [11], el cual nos da como resultados a flexión a los 28 días respecto a su muestra patrón un aumento de 19,22 y 28% respectivamente al incorporar el aditivo superplastificante.

7. Según el objetivo se realizó también el ensayo de resistencia a los sulfatos, para la muestra patrón se obtuvo un resultado de 0.068% y para la muestra con disminución del 20% de cemento sin aditivos se obtuvo un resultado de 0.077%, siendo este el más desfavorable; de acuerdo al resultado de la resistencia a la compresión con la menor cantidad de cementos estos diseños fueron los más altos, la adición de 1.4 de SK290 y 0.7 de ZSR1000 con reducciones del 20% de cemento; el mejor comportamiento ante la variación de la longitud es añadiendo 0.7% del aditivo ZSR1000 teniendo como resultado 0.053%, sin embargo, el diseño con 1.4% de SK290N tiene un resultado muy similar siendo de 0.055%; habiendo una diferencia del 0.002% entre ambos diseños; estos resultados también fueron analizados teniendo en cuenta la NTP 334.094[33] el cual nos menciona que para un mismo operador las expansiones deben estar entre un rango de 0.04% y 0.07% el cual nuestros resultados están dentro del rango aceptable y mostrando un desempeño satisfactorio ya que estos valores indican que la incorporación de aditivos superplastificantes aun teniendo una reducción de cemento del 20% se obtiene mejores resultados lo que se infiere que hay menor penetración de los sulfatos y por ende un menor deterioro del concreto.
8. La investigación realizada evaluó la reducción de costos teniendo en cuenta el objetivo de realizar un estudio comparativo de costos utilizando los aditivos Sikament 290 N y Z-SR en porcentajes, para el resumen de los costos viendo así que el diseño patrón tiene un costo de S/9.80 por tanda, y que los diseños que cumplieron con la resistencia requerida de 364kg/cm² a los 28 días con aditivos tienen un costo inferior al patrón, siendo los diseños Concreto -20% de Cemento con 1.05% SIKAMENT 290 N, Concreto -10% de Cemento con 0.2% ZSR1000 y Concreto -15% de Cemento con 0.5% ZSR1000, al redondear precios iguales de S/9.50 representando una reducción de 3.06%; datos que al ser comparados con la investigación de Molina [12] el cual observó que según va aumentando el porcentaje de adición del aditivo a base naftaleno, mayor será el ahorro del costo de materiales, se observa un ahorro del 6.64% con la adición del 2% de aditivo dentro de la mezcla; esto va de la mano con la investigación de De la Cruz [14] el cual obtiene una reducción de 2.8% en el costo usando 1.4% de aditivo; esto difiere de la investigación de Huamán et al [13], donde el costo usando Sikament®-290N para el diseño de 280 kg/cm² incrementa un 11%, esta diferencia dependerá del precio por galón de aditivo. De esto podemos inferir que en la investigación de Huamán el costo del balde de 20l tuvo un costo de S/.317 respecto al costo actual del aditivo el cual es de S/.240 por balde de 20l; y por este motivo se ve incrementado el costo en su investigación.

Conclusiones

1. Se concluye que, tras evaluar las propiedades físicas de los agregados destinados a la elaboración de la mezcla de concreto, el agregado fino (AF) presentó un contenido de humedad de 3.71 %, un peso unitario compactado seco de 1777 kg/m³, una absorción de 0.55 % y un peso específico de 2.649 g/cm³. Por su parte, el agregado grueso (AG) registró un contenido de humedad de 0.61 %, un peso unitario compactado seco de 1537 kg/m³, una absorción de 0.75 % y un peso específico de 2.434 g/cm³, evidenciando que ambos materiales cumplen con las características requeridas para ser utilizados adecuadamente en el diseño de mezclas de concreto.
2. Se concluye que, al aplicar los métodos ACI 211.1 y Fuller en el diseño de mezcla patrón, ambos lograron una resistencia f'_c de 280 kg/cm² y f'_{cr} de 364 kg/cm², con un asentamiento de 3" a 4" y 2 % de contenido de aire, asegurando la trabajabilidad y la resistencia requerida. No obstante, el método ACI 211.1 mostró un mejor equilibrio entre consumo de materiales y control de la mezcla, empleando 439.91 kg/m³ de cemento, 205 L/m³ de agua, y una relación a/c de 0.466, lo que favorece la durabilidad y consistencia del concreto. Aunque el método Fuller redujo ligeramente el uso de cemento (438.29 kg/m³), el ACI proporciona mayor precisión y control técnico, por lo que resulta más confiable y recomendable para aplicaciones estructurales.
3. Se concluye que la incorporación de aditivos superplastificantes como Sikament 290N (0.7 %, 1.05 % y 1.4 %) y Z Fluidizante SR-1000 (0.2 %, 0.5 % y 0.7 %) permite reducir el contenido de cemento hasta en un 20 % (de 396 kg/m³ a 352 kg/m³) sin incrementar el agua efectiva (169 a 150 L/m³), manteniendo una consistencia plástica de 3" a 4" y asegurando la trabajabilidad requerida. A medida que disminuye la cantidad de cemento, se incrementa la participación de los agregados finos y gruesos, pasando de 1.77 a 2.12 y de 2.64 a 3.10 en proporción en peso, respectivamente, lo que permite optimizar la mezcla y mejorar la economía de materiales. Los mejores resultados en términos de fluidez y cohesión se lograron con el uso de Sikament 290N al 1.05 %, evidenciando que la dosificación adecuada de aditivos puede compensar la reducción de cemento, manteniendo la calidad técnica y estructural del concreto.

4. Se concluye que la incorporación de aditivos superplastificantes, como Sikament 290N (0.7 %, 1.05 % y 1.4 %) y Z-SR1000 (0.2 %, 0.5 % y 0.7 %), mejora notablemente las propiedades del concreto en estado fresco, incluso con reducciones de cemento del 10 %, 15 % y 20 %. El asentamiento de la mezcla, que en la muestra patrón fue de 4", disminuyó a 2"-2.5" sin aditivos; sin embargo, con Z-SR1000 al 0.7 %, alcanzó hasta 7", y con Sikament 290N al 1.4 %, llegó a 5", demostrando un incremento significativo en la fluidez y trabajabilidad. Asimismo, el peso unitario inicial de 2379 kg/m³ se redujo levemente con la disminución de cemento, pero al incorporar aditivos se mantuvo estable, siendo Z-SR1000 el que permitió conservar valores más cercanos a la mezcla patrón, con 2378 kg/m³ en -10 %. Estos resultados evidencian que el uso de aditivos plastificantes permite compensar la reducción de cemento sin afectar negativamente la densidad ni la manejabilidad del concreto.

5. Se concluye que la incorporación de los aditivos superplastificantes Sikament 290N y Z-SR1000 mejora significativamente las propiedades mecánicas del concreto con reducciones de cemento de hasta 20 %. Por ejemplo, con un 1.4 % de Sikament 290N y un 20 % menos de cemento, la resistencia a compresión a 28 días alcanzó hasta 374 kg/cm², superando ampliamente los 250 kg/cm² de la mezcla sin aditivos. Asimismo, el módulo de rotura aumentó de 31.21 kg/cm² en la mezcla con 20 % menos cemento sin aditivo, hasta 59.5 kg/cm² con 1.4 % Sikament 290N. Estos resultados evidencian que los aditivos compensan la reducción de cemento, mejorando la resistencia y durabilidad del concreto.

6. Se concluye que, según los resultados de resistencia a compresión a 7 y 28 días, las dosificaciones óptimas varían según la reducción de cemento: para un 10 % y 20 % menos de cemento, la mezcla con 1.4 % de Sikament 290N mostró la mayor resistencia a 7 días (383.85 y 349.32 kg/cm², respectivamente), mientras que, a 28 días, el mejor desempeño fue con 0.7 % de Z-SR1000 (458.69 y 374.80 kg/cm²). Para la reducción del 15 %, el diseño con 1.4 % Sikament 290N fue el más eficiente en ambas edades, alcanzando 355.15 kg/cm² a 7 días y 437.7 kg/cm² a 28 días. En cuanto a durabilidad frente a sulfatos, la variación longitudinal más baja se presentó en el diseño con 20 % menos cemento y 0.7 % de Z-SR1000 (0.053 %), seguido muy de cerca por el mismo con 1.4 % de Sikament 290N (0.055 %), mostrando ambos un comportamiento adecuado.

7. Se concluye que, técnica y económicamente, el aditivo superplastificante más eficiente es el Sikament 290N, específicamente en la dosificación del diseño con 20 % de reducción de cemento y 1.05 % de aditivo. Este diseño cumple con los requisitos de resistencia a compresión a 7 y 28 días (331.75 kg/cm² y 370.36 kg/cm², respectivamente), presenta un costo competitivo de aproximadamente S/9.50 por tanda, inferior al diseño patrón, y además alcanza un módulo de rotura de 56.38 kg/cm², superando y acercándose más al valor del diseño patrón (54.92 kg/cm²) en comparación con otros diseños con Z-SR1000. Por lo tanto, esta dosificación representa la mejor relación entre rendimiento técnico y costo económico.

8. Se concluye que el uso de aditivo superplastificante representa un ahorro dentro del costo de materiales, se tiene que para el diseño con 20% menos de cemento con 1.05 de SK290N se puede ahorrar 3.06% del costo con respecto al concreto patrón, así mismo, para una adición de 0.7% con el aditivo Z-SR1000 se tiene un ahorro de 4.08%; además, es importante destacar que el ahorro económico estimado se basa en precios de mercado recolectados durante la realización del proyecto, los cuales pueden fluctuar con el tiempo. Por lo tanto, se concluye que el uso de aditivos superplastificantes resulta más conveniente, ya que permite obtener un concreto de mejor calidad y mayor durabilidad, todo esto a un costo reducido.

9. Para las obras de pavimentos rígidos, es de suma importancia añadir aditivos superplastificantes ya que se obtuvo resistencias iniciales elevadas del concreto a los 7 días, por lo cual nos va a permitir retomar el tránsito en un menor tiempo, lo cual sería de gran beneficio para la población.

Recomendaciones

1. Al almacenar los materiales a ensayar, se recomienda mantenerlos en un lugar protegido de las influencias ambientales y climáticas para evitar fluctuaciones en el contenido de humedad. Esto es particularmente importante durante los cambios estacionales, ya que las fluctuaciones de la humedad pueden afectar los resultados de las pruebas y, por ejemplo, provocar un asentamiento mayor de lo esperado debido a la absorción adicional de humedad ambiental.
2. Para realizar ensayos, se recomienda disponer de dispositivos calibrados para realizar las mediciones correctamente y evitar posibles errores dado que los resultados no serían concluyentes.
3. Aumentar los porcentajes de adición del aditivo Sikament 290N y Z-SR100 con porcentajes de disminución de cemento mayores para obtener un diseño de mezcla más económico al diseño de -20% de Cemento con 1.05% SIKAMENT 290 N y analizar los resultados de ensayar el concreto en estado fresco y endurecido.
4. Se recomienda para futuras investigaciones realizar un control de temperatura para los diferentes diseños de mezcla, siguiendo la normativa peruana 339.184 y el ensayo de contenido de aire de acuerdo a la NTP 339.080, ambos ensayos para el concreto en estado fresco

Referencias bibliográficas

- [1] S. Syaigul y H. Rusfana, «Rigid pavement planning in traffic: Case study in ciherang road and pemuda road, Bogor regency, Indonesia,» *Journal of Applied Engineering Science*, vol. 20, n° 2, pp. 1-12, 2022.
- [2] M. Eisa, M. Basiouny y E. Fahmy, «Effect of metakaolin-based geopolymer concrete on the length of rigid pavement slabs,» *Innovate Infrastructure Solutions*, vol. 6, n° 91, pp. 1-12, 2021.
- [3] P. Juárez, E. Sanchez y S. De la Cruz, «Utilización de fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural del pavimento rígido,» *Universidad, Ciencia y Tecnología*, vol. 27, n° 120, pp. 1-10, 2024.
- [4] «Factores que influyen en el desgaste del pavimento de la Av. Ramón Castilla en Chulucanas - Piura 2019,» *Ingeniería, Ciencia. Tecnología e Innovación*, vol. 7, n° 1, pp. 1-13, 2020.
- [5] N. Mohamad, K. Muthusamy, R. Embong, A. Kusbiantora y M. Hashim, «Environmental impact of cement production and solutions: A review,» *Materialstoday: Proceedings*, vol. 48, n° 4, pp. 741-746, 2022.
- [6] P. Garzón, W. Palacios y B. Medina, «Impact of plasticizers on the physical and structural properties of concrete used in constructions,» *Journal of physics: Conference series*, vol. 2046, n° 1, pp. 1-11, 2021.
- [7] A. Muñoz, S. Cifuentes y H. Colorado, «Portland Cement Mortars Tested with Two Superplasticizers: A Case Study to Reduce Cement and Water in Concrete,» *Tecnura*, vol. 26, n° 72, pp. 114-116, 2022.
- [8] S. Sadegh-Zadeh, A. M. L. Dastmard, S. Movahedi, S. Shiry, A. Najafi y M. Saadat, «Machine Learning Modelling for Compressive Strength Prediction of Superplasticizer-Based Concrete,» *Infrastructures*, vol. 8, n° 21, 2023.
- [9] Y. Sunarmo, M. Tjaronge, R. Irmawaty y A. Muhiddin, «Performance of high early strength concrete (HESC) using different superplasticizer,» *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1117, n° 1, pp. 1-12, 2022.

- [10] K. Chumán y Y. Rivas, «Aditivos superplastificantes a base de policarboxilatos para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto fluido,» Lima, 2020.
- [11] N. Angeles, «Efecto de la adición de plastificante y superplastificante en las propiedades mecánicas y físicas del concreto permeable para pavimentos, Huancayo – 2021,» Huancayo, 2021.
- [12] A. Molina, «“Estudio comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con cemento Tipo I y aditivo superplastificante, Lima - 2019”,» Lima, 2019.
- [13] E. Huamán y L. Llanos, «Evaluación de las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes Sikament® -290n y Chemament 400 en pavimentos rígidos, Lambayeque. 2018,» Lambayeque, 2018.
- [14] W. De la Cruz, «Análisis comparativo de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, aplicando aditivo superplastificante y reductor de agua en pavimento rígido, calle Tumbes Sur, Cercado de Chiclayo, Lambayeque 2016,» Lambayeque, 2016.
- [15] M. d. T. y. Comunicaciones, «Manual de Carreteras,» Lima, 2014.
- [16] Aceros Arequipa, «Tipos de concreto según su peso unitario,»
- [17] G. Cordero, J. Cárdenas and J. Rojas, "Diseño de mezclas de concreto aplicando el método ACI," editorial-ufps, Perú, 2022.
- [18] K. Thienel, T. Haller y N. Beuntner, «Lightweight Concrete—From Basics to Innovations,» *Materials*, vol. 13, n° 5, pp. 1-12, 2020.
- [19] B. Wang, L. Yan, Q. Fu y B. Kasal, «A Comprehensive Review on Recycled Aggregate and Recycled Aggregate Concrete,» *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 171, n° 1, pp. 1-11, 2021.
- [20] INDECOPI, « Standard test method for total evaporable moisture content of aggregates by drying» INACAL, Lima, 2002.
- [21] INDECOPI, «NTP 400.021 Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso,» INACAL, Lima, 2002.
- [22] INDECOPI, «NTP 400.022 Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino,» INACAL, Lima, 2002.
- [23] Sika, «Hoja de Datos del Producto SikaPlast®-700 PE,» Junio 2019. [En línea]. Available: <https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-concreto/aditivos-concreto-premezclado/superplastificantes-concreto/sikament-290-n.html>.

- [24] F. Puertas, M. Palacios y M. Alonso, «Aditivos superplastificantes basados en policarboxilatos y poliéteres,» *Cemento Hormigón*, n° 910, pp. 18-28, 2008.
- [25] Z aditivos, «Ficha técnica - Z Fluidizante SR-1000,» Z aditivos: SAINT - GOBAIN, 2024.
- [26] Aceros Arequipa, «Construyendo,» Lima, 2016.
- [27] American Concrete Institute, «Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete,» 2014.
- [28] INDECOPI, «NTP 339.183. Concreto. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio,» Lima, 2013.
- [29] INDECOPI, «NTP 339.046, Test method for determining the density (unit weight), yield and air content (gravimetric method) of concrete» Lima, 2008.
- [30] INDECOPI, «NTP 339.035. Test method for measuring concrete slump in the Abrams cone» Lima, 2009.
- [31] INDECOPI, «NTP 339.034. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.,» Lima, 2015.
- [32] INDECOPI, «NTP 339.078. Concreto. Test method for determining the flexural strength of concrete in simply supported beams with loads at one-third of the span» Lima, 2012.
- [33] Montes et al., Investigación educativa: técnicas para el recojo y análisis de la información, Primera ed., Perú: PUCP, 2021.
- [34] M. Borja, Metodología de Investigación Científica para ingeniería Civil, Chiclayo, 2016.
- [35] Armijo et al., Manual de Metodología de Investigación 2021, 1 Ed ed., Chile: Facultad de Psicología Universidad del Desarrollo, 2021.
- [36] Romero et al., Metodología de la Investigación, Primera ed., México: 1 Ed., 2021.
- [37] P. Fernández, G. Vallejo, P. Livacic y E. Tuero, « Validating the framework for quasi-experimental calibration research. It's been 50 years since the company introduced experimental designs» *Anal. Psicol.*, vol. 30, n° 2, 2014.
- [38] Hadi et al., Metodología de la Investigación, 1 Ed ed., Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú, 2023.
- [39] Arias et al., Metodología de la Investigación, 1 Ed ed., Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C., 2022.
- [40] Cabezas et al., Introducción a la Metodología de la Investigación Científica, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas, 2018.

- [41] Pacasmayo, «Ficha técnica - Cemento Pacasmayo,» Pacasmayo, 2024.
- [42] Sika, «Ficha técnica de Aditivo superplastificante Sikament 290N,» Sika Perú S.A.C., 2020.
- [43] INDECOPI, «Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global,» INACAL, Lima, 2001.
- [44] G. Barreto, L. Mota, R. Pieralisi y K. Souza, «Influence of coarse aggregate granulometry on clogging in pervious concrete,» *Revista de ingeniería de construcción*, vol. 38, n° 2, pp. 1-12, 2023.
- [45] M. Nedeljkovic, J. Visser, B. Savija, S. Valcke y E. Schlangen, «Use of fine recycled concrete aggregates in concrete: A critical review,» *Journal of Building Engineering*, vol. 38, n° 1, pp. 1-11, 2021.

Anexos*Anexo 1. Declaración jurada***DECLARACIÓN JURADA**

Yo, **PÉREZ PÉREZ SAMIR UBALDO** de nacionalidad peruana, con documento nacional de identidad N° 76880543, domiciliada en la provincia de Chiclayo, distrito de Chiclayo, departamento de Lambayeque, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis Ciclo académico 2023-II, DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado “**Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos**”, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

Chiclayo, noviembre del 2023



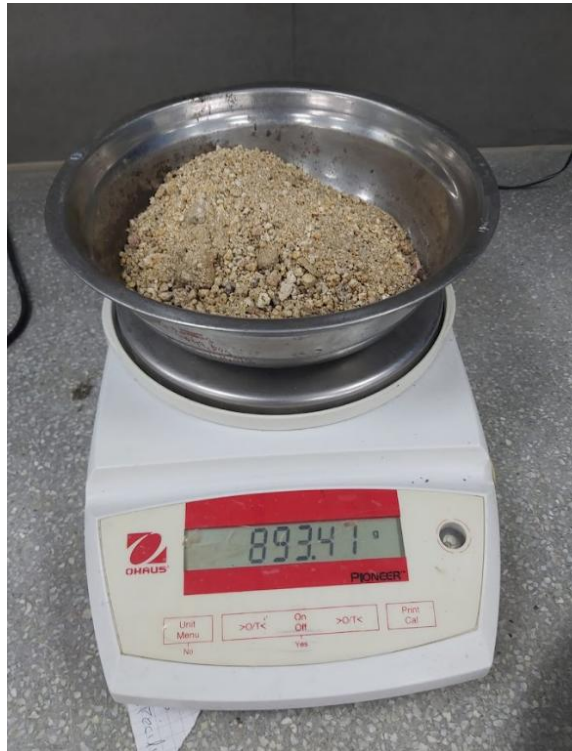
Firma



Huella dactilar

Anexo 2. Panel fotográfico

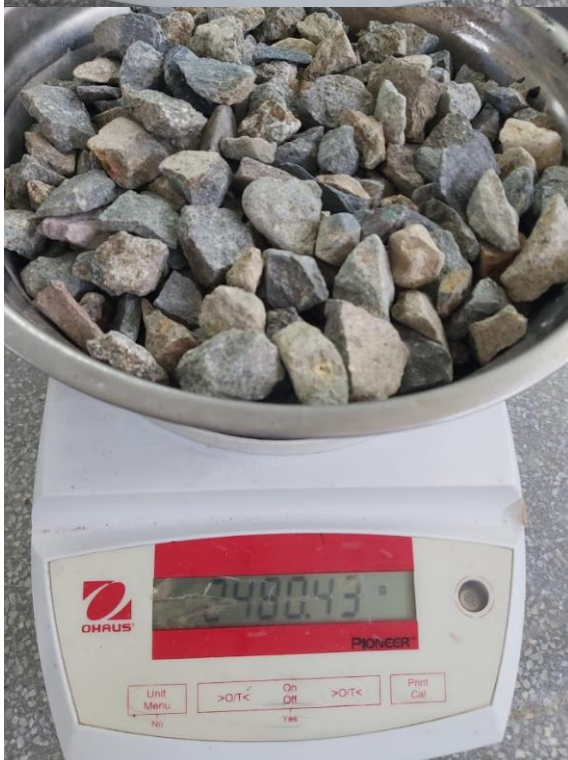
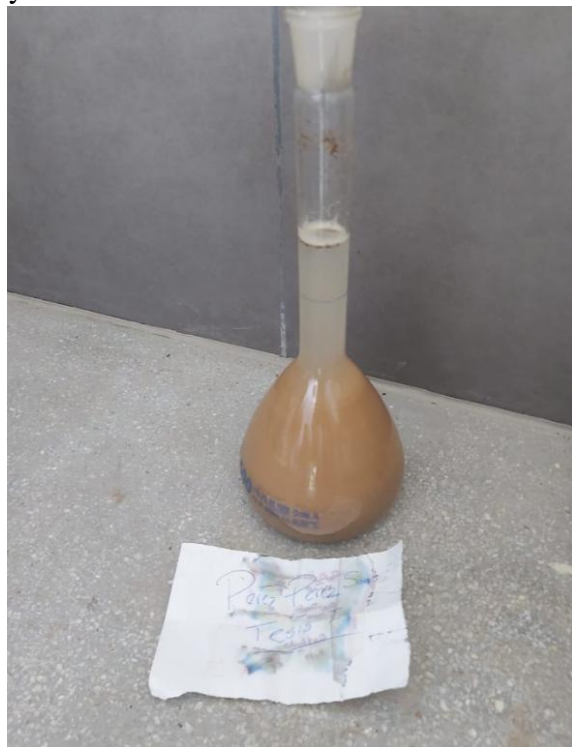
Granulometría



Peso Unitario



Peso específico y absorción



Contenido de Humedad



Anexo 3. VALIDACIÓN DE ENSAYOS



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° LEM USAT 021-2024-II

FECHA: 22 de Octubre 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Pérez Pérez Samir Ubaldo

TITULO DE LA TESIS: Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos.

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Análisis granulométrico del agregado grueso y fino
- Peso específico y absorción del agregado grueso y fino
- Peso unitario del agregado grueso y fino
- Densidad del concreto
- Diseño de mezcla $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Muestra patrón
- Diseño de mezcla $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Con reducciones de cemento de 10,15 y 20%
- Diseño de mezcla $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 10% de cemento con aditivo Sikament 290N con proporciones de 0.7%, 1.05% y 1.4%
- Diseño de mezcla $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 10% de cemento con aditivo Z Fluidizante SR1000 con proporciones de 0.2%, 0.5% y 0.7%
- Diseño de mezcla $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 15% de cemento con aditivo Sikament 290N con proporciones de 0.7%, 1.05% y 1.4%
- Diseño de mezcla $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 15% de cemento con aditivo Z Fluidizante SR1000 con proporciones de 0.2%, 0.5% y 0.7%
- Diseño de mezcla $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 20% de cemento con aditivo Sikament 290N con proporciones de 0.7%, 1.05% y 1.4%

TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



- Diseño de mezcla $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 20% de cemento con aditivo Z Fluidizante SR1000 con proporciones de 0.2%, 0.5% y 0.7%
- Resistencia a la Compresión y flexión de todos los siguientes diseños:
 - $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Muestra patrón
 - $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Con reducciones de cemento de 10, 15 y 20%
 - $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 10% de cemento con aditivo Sikament 290N con proporciones de 0.7%, 1.05% y 1.4%
 - $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 10% de cemento con aditivo Z Fluidizante SR1000 con proporciones de 0.2%, 0.5% y 0.7%
 - $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 15% de cemento con aditivo Sikament 290N con proporciones de 0.7%, 1.05% y 1.4%
 - $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 15% de cemento con aditivo Z Fluidizante SR1000 con proporciones de 0.2%, 0.5% y 0.7%
 - $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 20% de cemento con aditivo Sikament 290N con proporciones de 0.7%, 1.05% y 1.4%
 - $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 20% de cemento con aditivo Z Fluidizante SR1000 con proporciones de 0.2%, 0.5% y 0.7%
- Ensayo de durabilidad de todos los siguientes diseños:
 - $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Muestra patrón
 - $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Con reducciones de cemento del 20%.
 - $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 20% de cemento con aditivo Sikament 290N al 1.4%
 - $F'c=280\text{kg/cm}^2$. Reduciendo 20% de cemento con aditivo Z Fluidizante SR1000 al 0.7%



Henry Rivadeneyra Oblitas
Téc. Laboratorio
USAT



Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

Henry Rivadeneyra Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

Anexo 4.

RESULTADOS DE ENSAYOS

Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO)	02/05/2024	09/05/2024	7	224.90
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO)	02/05/2024	09/05/2024	7	226.60
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO)	02/05/2024	09/05/2024	7	220.64
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO)	03/05/2024	31/05/2024	28	290.35
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO)	03/05/2024	31/05/2024	28	277.78
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO)	03/05/2024	31/05/2024	28	290.95

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry
Rivadenebra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	13/06/2024	20/06/2024	7	321.03
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	13/06/2024	20/06/2024	7	316.05
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	13/06/2024	20/06/2024	7	315.31
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	13/06/2024	11/07/2024	28	395.58
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	13/06/2024	11/07/2024	28	492.09
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	13/06/2024	11/07/2024	28	488.36

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	11/06/2024	18/06/2024	7	308.52
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	11/06/2024	18/06/2024	7	294.74
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	11/06/2024	18/06/2024	7	316.02
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	11/06/2024	09/07/2024	28	397.31
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	11/06/2024	09/07/2024	28	403.23
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	11/06/2024	09/07/2024	28	414.08

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



[Handwritten Signature]
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	11/06/2024	18/06/2024	7	260.44
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	11/06/2024	18/06/2024	7	249.80
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	11/06/2024	18/06/2024	7	254.59
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	11/06/2024	09/07/2024	28	387.29
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	11/06/2024	09/07/2024	28	381.86
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	11/06/2024	09/07/2024	28	390.45

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO
Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santa Cruz de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	01/06/2024	08/06/2024	7	381.33
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	01/06/2024	08/06/2024	7	395.09
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	01/06/2024	08/06/2024	7	375.10
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	01/06/2024	29/06/2024	28	455.88
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	01/06/2024	29/06/2024	28	432.78
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	01/06/2024	29/06/2024	28	451.01

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	15/05/2024	22/05/2024	7	367.20
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	15/05/2024	22/05/2024	7	338.04
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	15/05/2024	22/05/2024	7	373.57
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	15/05/2024	12/06/2024	28	423.29
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	15/05/2024	12/06/2024	28	436.29
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	15/05/2024	12/06/2024	28	418.60

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT




UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	08/05/2024	15/05/2024	7	335.65
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	08/05/2024	15/05/2024	7	340.12
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	08/05/2024	15/05/2024	7	336.83
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	09/05/2024	06/06/2024	28	383.10
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	09/05/2024	06/06/2024	28	410.67
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	09/05/2024	06/06/2024	28	408.91

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TECNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO)	30/04/2024	07/05/2024	7	236.67
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO)	30/04/2024	07/05/2024	7	238.33
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO)	30/04/2024	07/05/2024	7	245.72
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO)	30/04/2024	28/05/2024	28	325.90
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO)	30/04/2024	28/05/2024	28	323.76
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO)	30/04/2024	28/05/2024	28	343.08

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Obliuas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica del Perú - Lambayeque



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm2 (MUESTRA PATRÓN)	29/04/2024	06/05/2024	7	259.30
02	CONCRETO 280 kg/cm2 (MUESTRA PATRÓN)	29/04/2024	06/05/2024	7	256.41
03	CONCRETO 280 kg/cm2 (MUESTRA PATRÓN)	29/04/2024	06/05/2024	7	269.38
04	CONCRETO 280 kg/cm2 (MUESTRA PATRÓN)	29/04/2024	27/05/2024	28	374.69
05	CONCRETO 280 kg/cm2 (MUESTRA PATRÓN)	29/04/2024	27/05/2024	28	357.32
06	CONCRETO 280 kg/cm2 (MUESTRA PATRÓN)	29/04/2024	27/05/2024	28	354.74

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	03/06/2024	10/06/2024	7	303.27
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	03/06/2024	10/06/2024	7	302.26
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	03/06/2024	10/06/2024	7	303.58
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	03/06/2024	01/07/2024	28	396.51
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	03/06/2024	01/07/2024	28	401.79
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	03/06/2024	01/07/2024	28	393.41

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas


Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	03/06/2024	10/06/2024	7	317.49
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	03/06/2024	10/06/2024	7	354.74
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	03/06/2024	10/06/2024	7	337.61
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	03/06/2024	01/07/2024	28	402.73
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	03/06/2024	01/07/2024	28	391.74
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	03/06/2024	01/07/2024	28	411.31

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	04/06/2024	11/06/2024	7	360.20
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	04/06/2024	11/06/2024	7	337.57
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	04/06/2024	11/06/2024	7	367.61
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	04/06/2024	02/07/2024	28	443.52
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	04/06/2024	02/07/2024	28	442.83
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	04/06/2024	02/07/2024	28	426.76

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneiry Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	13/06/2024	20/06/2024	7	246.01
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	13/06/2024	20/06/2024	7	244.59
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	13/06/2024	20/06/2024	7	226.34
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	13/06/2024	11/07/2024	28	376.90
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	13/06/2024	11/07/2024	28	333.72
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	13/06/2024	11/07/2024	28	377.67

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



USAT
Universidad Católica
Calle Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	14/06/2024	21/06/2024	7	278.28
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	14/06/2024	21/06/2024	7	270.36
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	14/06/2024	21/06/2024	7	262.13
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	14/06/2024	12/07/2024	28	407.93
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	14/06/2024	12/07/2024	28	373.17
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	14/06/2024	12/07/2024	28	389.72

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry
Rivadenebra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	14/06/2024	21/06/2024	7	293.47
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	14/06/2024	21/06/2024	7	278.43
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	14/06/2024	21/06/2024	7	290.29
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	14/06/2024	12/07/2024	28	408.86
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	14/06/2024	12/07/2024	28	416.45
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	14/06/2024	12/07/2024	28	439.68

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry RivadeneYRO Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO)	06/05/2024	13/05/2024	7	191.80
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO)	06/05/2024	13/05/2024	7	218.39
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO)	06/05/2024	13/05/2024	7	215.09
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO)	06/05/2024	03/06/2024	28	256.34
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO)	06/05/2024	03/06/2024	28	246.64
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO)	06/05/2024	03/06/2024	28	248.57

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	04/06/2024	11/06/2024	7	258.74
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	04/06/2024	11/06/2024	7	277.03
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	04/06/2024	11/06/2024	7	258.37
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	04/06/2024	02/07/2024	28	346.43
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	04/06/2024	02/07/2024	28	366.42
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	04/06/2024	02/07/2024	28	357.45

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry
Rivadeneyra
Obliatas
Tec. Laboratorio
USAT



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	05/06/2024	12/06/2024	7	317.49
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	05/06/2024	12/06/2024	7	337.61
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	05/06/2024	12/06/2024	7	340.12
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	05/06/2024	03/07/2024	28	385.45
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	05/06/2024	03/07/2024	28	351.89
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	05/06/2024	03/07/2024	28	373.70

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Riveddeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	05/06/2024	12/06/2024	7	344.20
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	05/06/2024	12/06/2024	7	344.38
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	05/06/2024	12/06/2024	7	359.35
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	05/06/2024	03/07/2024	28	376.63
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	05/06/2024	03/07/2024	28	380.58
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	05/06/2024	03/07/2024	28	364.80

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas


Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	17/06/2024	24/06/2024	7	216.27
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	17/06/2024	24/06/2024	7	212.44
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	17/06/2024	24/06/2024	7	232.84
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	17/06/2024	15/07/2024	28	336.17
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	17/06/2024	15/07/2024	28	273.83
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	17/06/2024	15/07/2024	28	299.17

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	21/06/2024	28/06/2024	7	254.59
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	21/06/2024	28/06/2024	7	238.08
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	21/06/2024	28/06/2024	7	247.29
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	21/06/2024	19/07/2024	28	323.03
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	21/06/2024	19/07/2024	28	332.66
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	21/06/2024	19/07/2024	28	340.52

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



USAT
Universidad Católica
Lambayeque - Chiclayo - Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

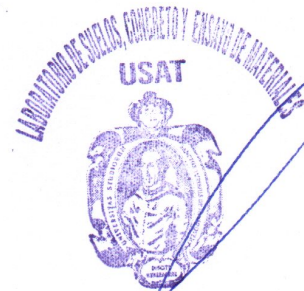
Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	21/06/2024	28/06/2024	7	275.25
02	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	21/06/2024	28/06/2024	7	260.44
03	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	21/06/2024	28/06/2024	7	270.93
04	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	21/06/2024	19/07/2024	28	368.24
05	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	21/06/2024	19/07/2024	28	382.48
06	CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	21/06/2024	19/07/2024	28	373.63

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista
Atención

: Pérez Pérez Samir Ubaldo
 : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis

: Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos

Lugar

: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión

: Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Título :Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de luz del tramo
 Código : Norma N.T.P. 339.078

DOSIFICACIÓN	MUESTRA N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	CARGA (kg)	ANCHO (cm)	ALTO(cm)	LUZ(cm)	MODULO DE ROTURA(Kg/m ²)	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	1	10/05/2024	07/06/2024	28	3920	15	15	51	59.24	59.5
	2	10/05/2024	07/06/2024	28	4010	15	15	51	60.60	
	3	10/05/2024	07/06/2024	28	3890	15	15	51	58.78	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	1	17/06/2024	15/07/2024	28	3230	15	15	51	48.81	48.8
	2	17/06/2024	15/07/2024	28	3190	15	15	51	48.20	
	3	17/06/2024	15/07/2024	28	3270	15	15	51	49.41	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	1	18/06/2024	16/07/2024	28	3310	15	15	51	50.02	49.5
	2	18/06/2024	16/07/2024	28	3230	15	15	51	48.81	
	3	18/06/2024	16/07/2024	28	3280	15	15	51	49.56	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	1	19/06/2024	17/07/2024	28	3510	15	15	51	53.04	51.8
	2	19/06/2024	17/07/2024	28	3400	15	15	51	51.38	
	3	19/06/2024	17/07/2024	28	3380	15	15	51	51.08	



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT







UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Título :Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de luz del tramo
 Código : Norma N.T.P. 339.078

DOSIFICACIÓN	MUESTRA N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	CARGA (kg)	ANCHO (cm)	ALTO(cm)	LUZ(cm)	MODULO DE ROTURA(Kg/m ²)	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	1	11/06/2024	09/07/2024	28	3340	15	15	51	50.47	50.1
	2	11/06/2024	09/07/2024	28	3310	15	15	51	50.02	
	3	11/06/2024	09/07/2024	28	3290	15	15	51	49.72	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	1	12/06/2024	10/07/2024	28	3390	15	15	51	51.23	51.1
	2	12/06/2024	10/07/2024	28	3360	15	15	51	50.77	
	3	12/06/2024	10/07/2024	28	3400	15	15	51	51.38	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	1	13/06/2024	11/07/2024	28	3630	15	15	51	54.85	53.1
	2	13/06/2024	11/07/2024	28	3480	15	15	51	52.59	
	3	13/06/2024	11/07/2024	28	3440	15	15	51	51.98	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO)	1	07/05/2024	04/06/2024	28	2000	15	15	51	30.22	31.2
	2	07/05/2024	04/06/2024	28	2070	15	15	51	31.28	
	3	07/05/2024	04/06/2024	28	2130	15	15	51	32.19	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	1	12/05/2024	09/06/2024	28	3530	15	15	51	53.34	53.0
	2	12/05/2024	09/06/2024	28	3510	15	15	51	53.04	
	3	12/05/2024	09/06/2024	28	3490	15	15	51	52.74	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-20% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	1	14/05/2024	11/06/2024	28	3680	15	15	51	55.61	56.4
	2	14/05/2024	11/06/2024	28	3730	15	15	51	56.36	
	3	14/05/2024	11/06/2024	28	3790	15	15	51	57.27	


 Henry Rivadeneiro Obliuas
 Tec. Laboratorio USAT




UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista
Atención

: Pérez Pérez Samir Ubaldo
 : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis

: Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos

Lugar

: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

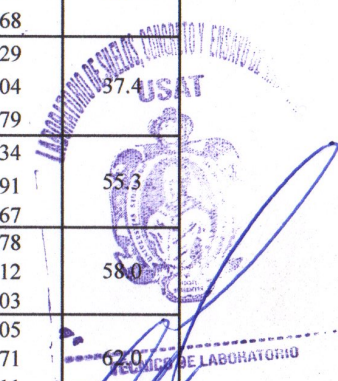
Fecha de emisión

: Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Título :Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de luz del tramo

Código : Norma N.T.P. 339.078

DOSIFICACIÓN	MUESTRA N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	CARGA (kg)	ANCHO (cm)	ALTO(cm)	LUZ(cm)	MODULO DE ROTURA(Kg/m ²)	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.5%)	1	04/06/2024	02/07/2024	28	3410	15	15	51	51.53	52.3
	2	04/06/2024	02/07/2024	28	3420	15	15	51	51.68	
	3	04/06/2024	02/07/2024	28	3550	15	15	51	53.64	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.7%)	1	05/06/2024	03/07/2024	28	3810	15	15	51	57.57	53.9
	2	05/06/2024	03/07/2024	28	3470	15	15	51	52.44	
	3	05/06/2024	03/07/2024	28	3420	15	15	51	51.68	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO)	1	06/05/2024	03/06/2024	28	2600	15	15	51	39.29	37.4
	2	06/05/2024	03/06/2024	28	2650	15	15	51	40.04	
	3	06/05/2024	03/06/2024	28	2170	15	15	51	32.79	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	1	08/05/2024	05/06/2024	28	3530	15	15	51	53.34	55.3
	2	08/05/2024	05/06/2024	28	3700	15	15	51	55.91	
	3	08/05/2024	05/06/2024	28	3750	15	15	51	56.67	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	1	10/05/2024	07/06/2024	28	3890	15	15	51	58.78	58.0
	2	10/05/2024	07/06/2024	28	3780	15	15	51	57.12	
	3	10/05/2024	07/06/2024	28	3840	15	15	51	58.03	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-15% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	1	11/05/2024	08/06/2024	28	4040	15	15	51	61.05	62.0
	2	11/05/2024	08/06/2024	28	4150	15	15	51	62.71	
	3	11/05/2024	08/06/2024	28	4110	15	15	51	62.11	



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista
Atención

: Pérez Pérez Samir Ubaldo
 : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis

: Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos

Lugar

: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

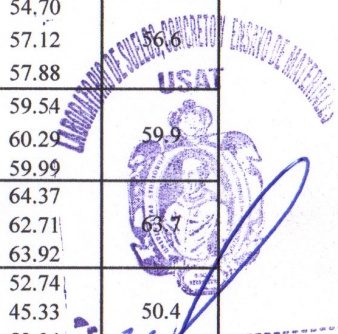

Fecha de emisión

: Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Título : Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de luz del tramo

Código : Norma N.T.P. 339.078

DOSIFICACIÓN	MUESTRA N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	CARGA (kg)	ANCHO (cm)	ALTO(cm)	LUZ(cm)	MODULO DE ROTURA(Kg/m ²)	
CONCRETO 280 kg/cm ² (MUESTRA PATRÓN)	1	01/05/2024	29/05/2024	28	4020	15	15	51	60.75	55.0
	2	01/05/2024	29/05/2024	28	3610	15	15	51	54.55	
	3	01/05/2024	29/05/2024	28	3280	15	15	51	49.56	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO)	1	02/05/2024	30/05/2024	28	2890	15	15	51	43.67	45.9
	2	02/05/2024	30/05/2024	28	3000	15	15	51	45.33	
	3	02/05/2024	30/05/2024	28	3230	15	15	51	48.81	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 0.7%)	1	03/05/2024	31/05/2024	28	3620	15	15	51	54.70	56.6
	2	03/05/2024	31/05/2024	28	3780	15	15	51	57.12	
	3	03/05/2024	31/05/2024	28	3830	15	15	51	57.88	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.05%)	1	04/05/2024	01/06/2024	28	3940	15	15	51	59.54	59.9
	2	04/05/2024	01/06/2024	28	3990	15	15	51	60.29	
	3	04/05/2024	01/06/2024	28	3970	15	15	51	59.99	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. SIKAMENT 290N AL 1.4%)	1	05/05/2024	02/06/2024	28	4260	15	15	51	64.37	63.7
	2	05/05/2024	02/06/2024	28	4150	15	15	51	62.71	
	3	05/05/2024	02/06/2024	28	4230	15	15	51	63.92	
CONCRETO 280 kg/cm ² (-10% DE CEMENTO CON ADIT. Z FLUIDIZANTE SR1000 AL 0.2%)	1	03/06/2024	01/07/2024	28	3490	15	15	51	52.74	50.4
	2	03/06/2024	01/07/2024	28	3000	15	15	51	45.33	
	3	03/06/2024	01/07/2024	28	3510	15	15	51	53.04	


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


INFORME DE ENSAYO N° 2019

Expediente N° : 1896 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
Solicitante : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
Obra/ Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 04 de Octubre del 2024

Código: ASTM C 157
Título: Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido

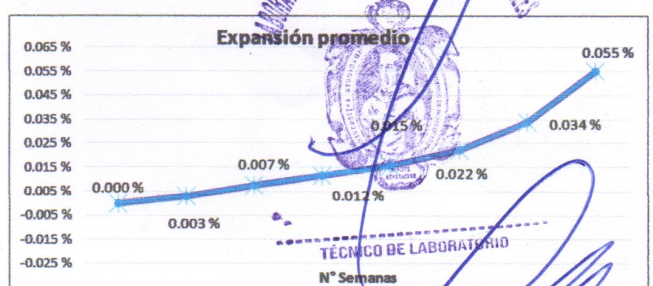
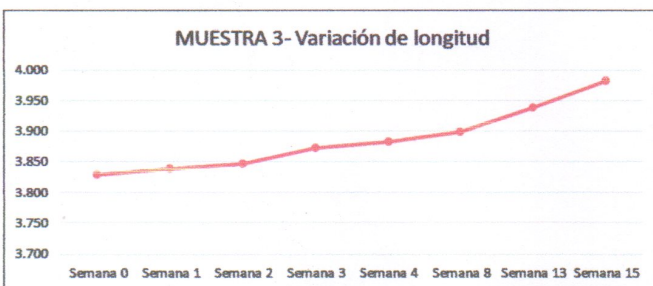
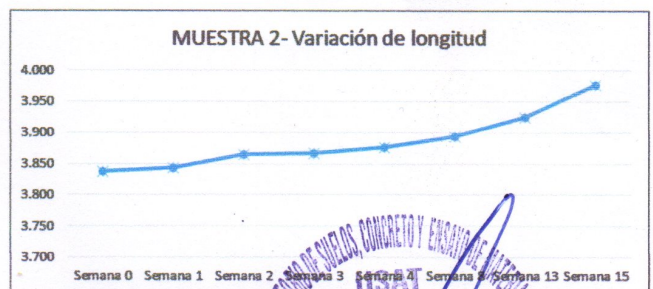
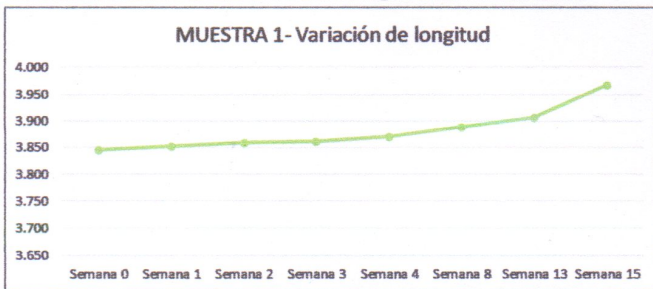
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA Concreto Experimental $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ -Cemento tipo MS (-20% de cemento con Adit. Sikament 290N al 1.4%)

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.846	3.838	3.829
Semana 1	3.853	3.844	3.839
Semana 2	3.858	3.865	3.846
Semana 3	3.861	3.866	3.873
Semana 4	3.870	3.877	3.882
Semana 8	3.888	3.894	3.898
Semana 13	3.905	3.925	3.938
Semana 15	3.968	3.977	3.981

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0092 %	0.003 %
0.0316 %	0.007 %
0.0664 %	0.012 %
0.1128 %	0.015 %
0.1796 %	0.022 %
0.2816 %	0.034 %
0.4468 %	0.055 %




Desviación Estandar	0.04050	0.04518	0.05072
---------------------	---------	---------	---------





Observaciones

- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2019

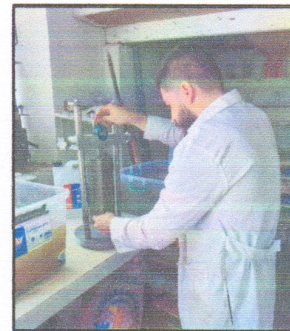
Expediente N° : 1896 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
Solicitante : Pérez Pérez Samir Ubaldo
Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
Obra/ Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 04 de Octubre del 2024

Código: ASTM C 157
Título: Método de prueba estándar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido

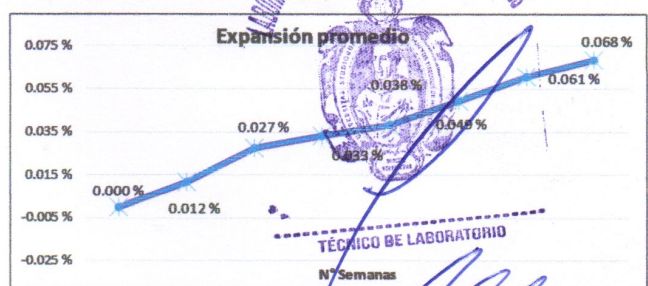
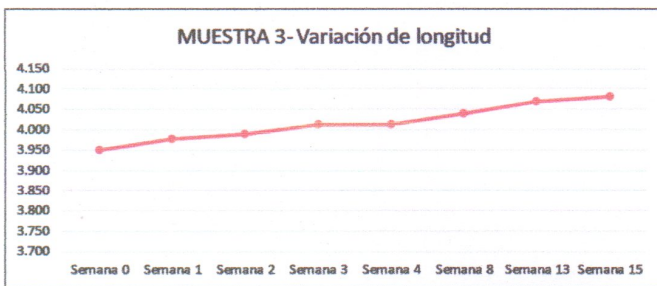
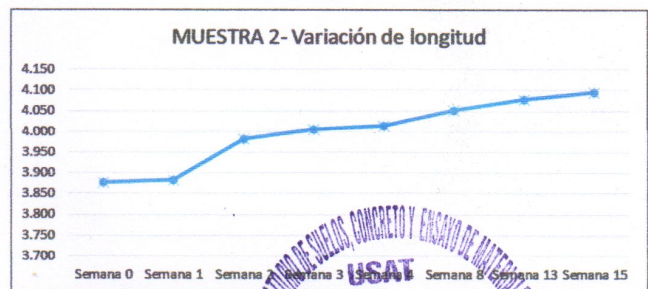
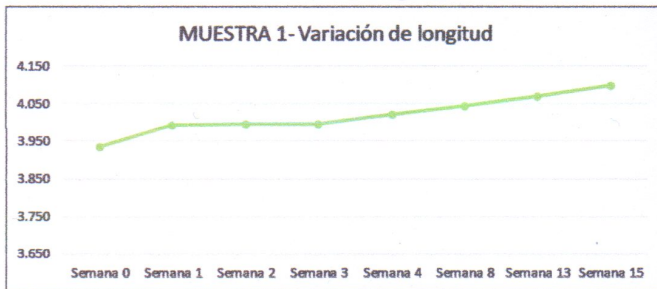
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA Concreto Experimental $f'c=280$ kg/cm²-Cemento tipo MS - (Muestra patrón)

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.936	3.878	3.949
Semana 1	3.992	3.883	3.976
Semana 2	3.998	3.982	3.988
Semana 3	3.995	4.006	4.011
Semana 4	4.021	4.015	4.013
Semana 8	4.045	4.051	4.038
Semana 13	4.072	4.079	4.068
Semana 15	4.099	4.095	4.081

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0352 %	0.012 %
0.1172 %	0.027 %
0.2168 %	0.033 %
0.3312 %	0.038 %
0.4796 %	0.049 %
0.6620 %	0.061 %
0.8668 %	0.068 %




Desviación Estandar	0.04184	0.07116	0.03929
---------------------	---------	---------	---------

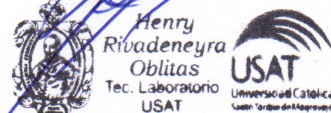


Observaciones

- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2019

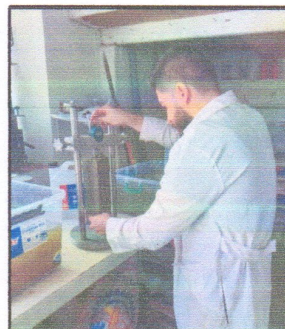
Expediente N° : 1896 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : Pérez Pérez Samir Ubaldo
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Obra/ Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 04 de Octubre del 2024

Código: ASTM C 157
 Título: Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido

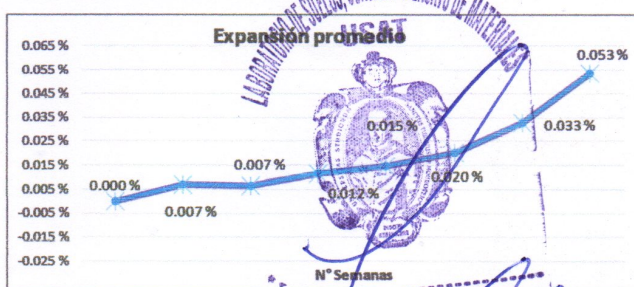
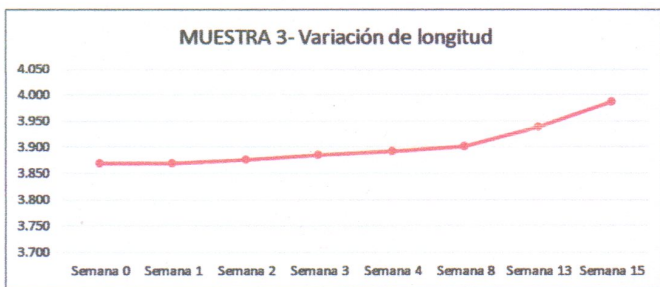
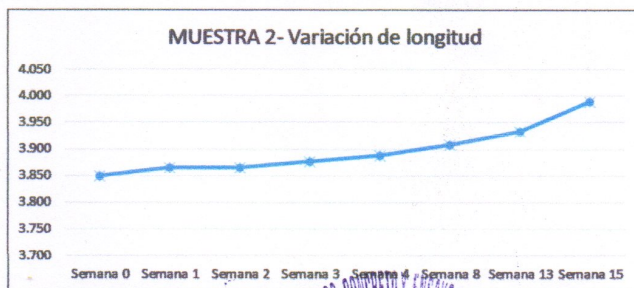
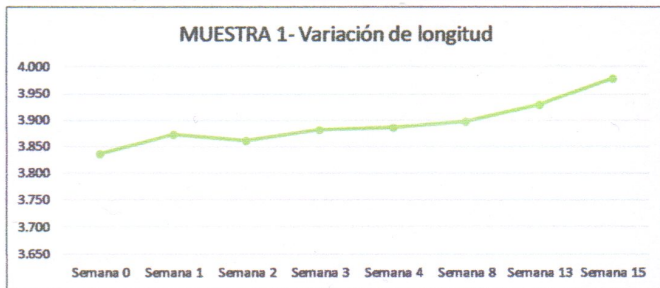
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA Concreto Experimental $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ -Cemento tipo MS (-20% de cemento con Adit. Z Fluidizante SR1000 al 0.7%)

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3
Semana 0	3.837	3.848	3.869
Semana 1	3.873	3.864	3.869
Semana 2	3.862	3.866	3.876
Semana 3	3.881	3.876	3.884
Semana 4	3.885	3.887	3.892
Semana 8	3.898	3.907	3.901
Semana 13	3.929	3.933	3.939
Semana 15	3.979	3.990	3.986

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0208 %	0.007 %
0.0408 %	0.007 %
0.0756 %	0.012 %
0.1196 %	0.015 %
0.1804 %	0.020 %
0.2792 %	0.033 %
0.4396 %	0.053 %



Desviación Estandar	0.04049	0.04539	0.04175
---------------------	---------	---------	---------

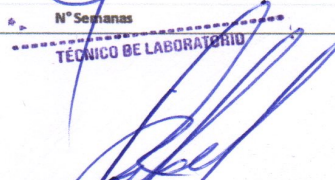


Observaciones

- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO Nº 2019

Expediente Nº : 1896 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : Pérez Pérez Samir Ubaldo
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Obra/ Tesis : Análisis comparativo de aditivos superplastificantes de tipo D y F para optimizar la cantidad de cemento y reducir los costos del concreto en pavimentos rígidos
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 04 de Octubre del 2024

Código: ASTM C 157
 Título: Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido

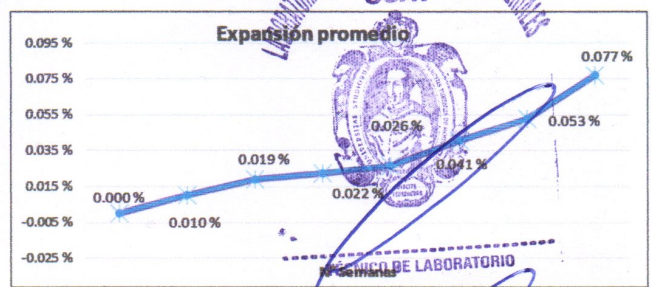
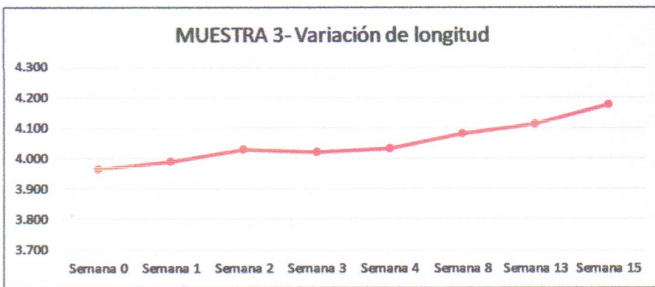
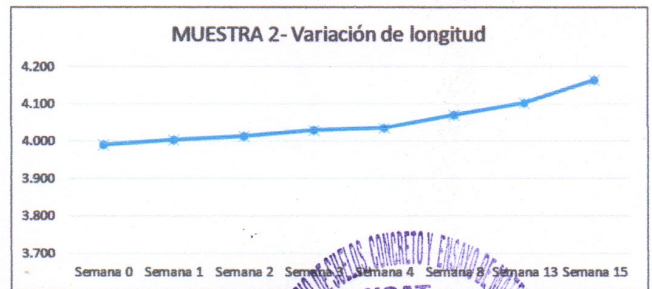
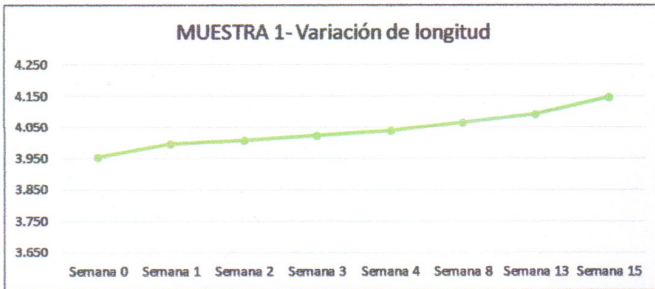
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA Concreto Experimental $f'c=280$ kg/cm²-Cemento tipo MS (-20% de cemento)

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.955	3.989	3.966
Semana 1	3.996	4.003	3.987
Semana 2	4.008	4.014	4.028
Semana 3	4.025	4.031	4.021
Semana 4	4.040	4.035	4.033
Semana 8	4.065	4.071	4.078
Semana 13	4.092	4.103	4.112
Semana 15	4.146	4.164	4.177

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0304 %	0.010 %
0.0864 %	0.019 %
0.1532 %	0.022 %
0.2324 %	0.026 %
0.3540 %	0.041 %
0.5128 %	0.053 %
0.7436 %	0.077 %



Desviación Estandar	0.05251	0.05718	0.06491
---------------------	---------	---------	---------





Observaciones

- Identificación y muestreo designada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-129-2024

Página 1 de 3

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2024/07/04

Solicitante AMAZONAS INGENIERIA CIVIL S.A.C.

Dirección CALJOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 1200 g

División de escala 0,1 g

Resolución

División de verificación (e) 0,1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante HENKEL

Modelo BQ12001

N° de serie 1609261637

Procedencia CHINA

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2024/07/04

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



LABORATORIO DE SOLOS, ROYALTY Y CALIBRACION METROLOGICA

USAT

Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase II "N" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)



TÉCNICO DE LABORATORIO

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. /iv. U. Loreto / San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 925 151 437 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicero
METROLOGIA



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Req. CIP. 123351



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-129-2024

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1045-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1044-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1046-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1047-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1048-MPES-C-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 22 °C Final: 22 °C
 Humedad Relativa Inicial: 53 %hr Final: 53 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 600 g			Carga L1= 1200 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	600.0	0.001	-0.001	1200.0	0.005	-0.002
2	600.0	0.002	-0.004	1200.0	0.004	-0.004
3	600.0	0.004	-0.005	1200.0	0.006	-0.004
4	600.0	0.003	-0.007	1200.0	0.003	-0.009
5	600.0	0.003	-0.009	1200.0	0.005	-0.012
6	600.0	0.004	-0.001	1200.0	0.007	-0.014
7	600.1	0.004	-0.004	1200.0	0.003	-0.010
8	600.1	0.007	-0.008	1200.0	0.005	-0.009
9	600.1	0.006	-0.004	1200.1	0.004	-0.007
10	600.0	0.005	-0.003	1000.1	0.004	-0.008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
600	0		0.05			
1200	0		0.3			

LABORATORIO DE VIDRIOS, CONCRETO Y MATERIALES
USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Viv. Los Porres de Santiago Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Tel: +51 1 268 1171 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio
USAT



Ing. Juan Carlos Fermo Ojeda Ayesta
 METROLOGÍA

Juan Carlos Fermo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 123351



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-129-2024

Arso Group
Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.001	-0.001	500	500	0.005	-0.003	0.002
2		1	0.005	-0.004		500	0.003	-0.002	0.003
3		1	0.004	0.003		500	0.002	-0.001	-0.002
4		1	0.006	0.002		500	0.002	0.002	0.005
5		1	0.004	-0.003		500	0.005	-0.001	0.002

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1.0	1.0	0.004	-0.002	0.001					
10.0	10.0	0.006	0.003	0.004	10.0	0.006	0.002	0.004	0.05
20.0	20.0	0.002	-0.004	0.003	20.0	0.005	0.001	-0.003	0.05
50.0	50.0	0.002	0.003	0.005	50.0	0.009	-0.004	-0.003	0.05
100.0	100.0	0.003	0.005	0.006	100.0	0.005	0.003	0.001	0.05
200.0	200.0	0.001	0.004	0.002	200.0	0.004	-0.004	0.001	0.05
300.0	300.0	0.003	0.005	0.003	300.0	0.004	0.004	0.004	0.05
500.0	500.0	0.004	0.005	0.002	500.0	0.005	-0.005	-0.002	0.02
600.0	600.0	0.008	0.006	0.003	600.0	0.003	-0.004	-0.001	0.3
800.0	800.0	0.015	0.007	0.001	800.0	0.014	-0.009	-0.02	0.3
1200.0	1200.1	0.012	0.005	0.005	1200.1	0.006	0.008	-0.09	0.3

Leyenda

- I: Indicación de la balanza
- ΔL: Carga Incrementada
- E: Error encontrado
- E₀: Error en cero
- E_c: Error corregido
- EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.00168 \text{ g}^2 + 0.000000098609 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 7.43808931 \cdot R$

Indicación de lectura de balanza: (g)



USAT

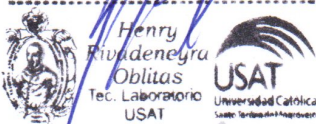
Observaciones

Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
 Para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
 La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con una cobertura k=2.
 El valor indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
 A los fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Fin de documento

TECNICO DE LABORATORIO

ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Vías y Alamedas de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 01 438 1160 / 1161 +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00119315

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 028262-2019/DSD - INDECOPI de fecha 14 de noviembre de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación AMAZING y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicios de construcción

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0818096-2019

Titular : AMAZONAS INGENIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

País : Perú

Vigencia : 14 de noviembre de 2029

Tomo : 0597

Folio : 129



Folio
USAT



RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI

TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

Estimado Usuario,

Para cuidar el registro obtenido, le recomendamos tener en cuenta, entre otros aspectos, la siguiente información:

a) Uso de la marca

- ✓ Cualquier persona interesada puede solicitar la **cancelación por falta de uso** del registro otorgado, si han transcurrido tres (03) años durante los cuales **la marca no ha sido utilizada**.
- ✓ Frente a una solicitud de cancelación del registro, **usted deberá demostrar** que viene usando la marca de lo contrario, el registro será cancelado y perderá el derecho sobre la marca.
- ✓ **El uso** de la marca **debe ser demostrado** con conformidad con lo establecido en el artículo 165 y siguientes de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, Régimen Común Sobre Propiedad Industrial.

b) Actualización de datos del titular

- ✓ En caso exista algún cambio respecto de su domicilio procesal durante el plazo de vigencia del registro otorgado, deberá informarlo a la Dirección de Signos Distintivos.
- ✓ Es importante que informe respecto del cambio de su **domicilio procesal** toda vez que, en caso algún tercero solicitara la cancelación o nulidad del registro otorgado se le notificará al último domicilio procesal consignado por usted, y esta notificación se tendrá por válida.

c) Renovación del registro

- ✓ La vigencia del registro otorgado es de diez (10) años **renovables**.
- ✓ Si desea renovar su registro, debe hacerlo dentro de los seis (06) meses anteriores o dentro de los seis (06) meses posteriores al vencimiento del registro.
- ✓ Si no solicita la renovación de su registro, **éste caducará** y usted perderá el derecho sobre el mismo.

d) Lemas comerciales

- ✓ La cancelación, nulidad o caducidad del registro de una marca a la que se vincula un lema comercial, determinará también la cancelación, nulidad o caducidad del registro de lema comercial, aun cuando no haya vencido el plazo de diez (10) años de vigencia del mismo.

Recordarle que en INDECOPI trabajamos para proteger los derechos de propiedad intelectual de todos nuestros usuarios.

LABORATORIO DE SIGNOS COMERCIALES Y DISTINTIVOS
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica del Perú
Escuela Técnica de Ingeniería



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesto
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 123351

“Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

Chiclayo, 21 de Octubre del 2024

Quien suscribe:

REPRESENTANTE LEGAL.

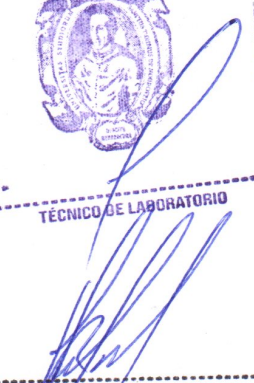
OJEDA AYESTA FIRMO JUAN CARLOS -GERENTE GENERAL.
CAL.FRANCISCO CABRERA N° 1201 – CHICLAYO – LAMBAYEQUE

ASUNTO: Realización de ensayos en el laboratorio, AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA.

Tengo el agrado de dirigirme a la escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la **UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**, para informar que el tesista **PÉREZ PÉREZ SAMIR UBALDO** con código universitario 182AD83592, identificado con número de DNI: 76880543, y con nombre del proyecto de investigación **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES DE TIPO D Y F PARA OPTIMIZAR LA CANTIDAD DE CEMENTO Y REDUCIR LOS COSTOS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS”**, ha realizado ensayo de durabilidad por sulfatos (4 diseños), en mi empresa mencionada en los párrafos anteriores, representada con **RUC 20488017498** bajo la supervisión del técnico encargado del laboratorio.


Agradeciendo la atención al presente, aprovechando la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente


USAT
LABORATORIO DE MATERIALES
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351