



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con la adición de clavos reciclados, Cusco 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Juárez Victorio Daniel Alexfré (ORCID: 0000-0002-3157-220X)

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico la presente investigación a dios, a mis amados padres y en especial a mi abuela chelita que en paz descanse, al haber un vacío si nadie aliviaba, ser su voz capaz de hallarme, y su recuerdo liberarme, y hacer de cada día más hermoso al saber que pude continuar, a mi abuelo Federico, aún después de años, ser su mano aún sin vida capaz de guiarme y ser un amigo cada día siempre capaz de auxiliar, al igual que mis padres ser un apoyo incondicional, por ser mi inspiración y motivación para el logro de mis metas, a toda mi familia quienes siempre me motivaron a lograr mis objetivos.

Agradecimiento

Toda mi gratitud va dirigido a las autoridades de la Universidad César Vallejo, a mis docentes por sus enseñanzas y a mi asesor por su infinita tolerancia, guía y orientación.

A las autoridades de la institución y a mis amigos que influyeron mi forma de pensar, ya que sin ellos no hubiera sido posible la culminación de este estudio.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice De Contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO.....	6
III. MÉTODO.....	31
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	32
3.2. Variables y operacionalización	33
3.3. Población, Muestra, Muestreo, unidad de análisis.....	34
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos	39
3.5. Procedimientos	42
3.6. Método de análisis de datos	45
3.7. Aspectos éticos.....	46
IV. RESULTADOS.....	47
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIÓN	110
VII.RECOMENDACIONES	115

REFERENCIAS.....	117
ANEXOS	123

Índice de tablas

Tabla 1. Muestra del estudio	36
Tabla 2. Total de la muestra.....	37
Tabla 3. Muestreo por compresión, tracción y flexión	38
Tabla 4. Características del Agregado Fino	58
Tabla 5. Características del Agregado Grueso.....	59
Tabla 6. Cantidad de agua en L/m ³ de concreto.....	59
Tabla 7. Relación agua/cemento.....	60
Tabla 8. Volumen agregado grueso por módulo de fineza del agregado fino y tamaño máximo nominal del grueso proporcionada por el Aci comitte 211	61
Tabla 9. Resistencia a la compresión.....	74
Tabla 10. Resistencia respecto al concreto patrón.....	76
Tabla 11. Diferencias respecto al concreto patrón en porcentaje.....	76
Tabla 12. Diferencias entre las dosificaciones	77
Tabla 13. Diferencias entre las dosificaciones en porcentajes	78
Tabla 14. Resistencia a la tracción.....	81
Tabla 15. Diferencias respecto al concreto patrón	83
Tabla 16. Diferencias entre las dosificaciones	84
Tabla 17. Diferencias entre las dosificaciones en porcentajes	85
Tabla 18. Flexión resistencias	88
Tabla 19. Diferencias respecto al concreto patrón - Flexión	89
Tabla 20. Diferencias respecto al concreto patrón en porcentaje - Flexión	90
Tabla 21. Diferencias entre las dosificaciones - Flexión.....	91
Tabla 22. Diferencias entre las dosificaciones en porcentajes de la dosificación anterior	92
Tabla 23. Módulo de Elasticidad en Kg/m ²	94
Tabla 24. Diferencias respecto al concreto patrón - ME.....	96
Tabla 25. Diferencias respecto al concreto patrón en % - ME.....	96

Tabla 26. Módulo de elasticidad, porcentaje de cambio en base a la dosificación anterior	97
Tabla 27. Diferencias entre las dosificaciones en porcentaje de la dosificación anterior	98

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Agregado fino	48
Figura 2 Agregado grueso.....	49
Figura 3. Agregado de cantera de Vicho	49
Figura 4. Aditivo Sika	50
Figura 5. Clavos con longitudes establecidas	50
Figura 6. Obra de la ciudad de Cusco.....	51
Figura 7. Agregados después del lavado	51
Figura 8. Agregado fino	52
Figura 9. Absorción del agregado fino.....	52
Figura 10. Contenido de humedad	53
Figura 11. Módulo de finesa	54
Figura 12. Peso compactado y suelto	55
Figura 13. Peso suelto - Agregado Grueso	56
Figura 14. Varillado agregado grueso	56
Figura 15. Peso en agua del A.G.	57
Figura 16. Peso superficialmente seco del AG.....	57
Figura 17. Muestra seca del A.G.....	58
Figura 18. Prueba del slump.	65
Figura 19. Vaciado del concreto.....	66
Figura 20. Fabricación de viguetas	67
Figura 21. Fabricación de viguetas 2	67
Figura 22. Fabricación de briquetas – varillado.....	68
Figura 23. Fabricación de briquetas	68
Figura 24. Curado de viguetas.	69
Figura 25. Curado de briquetas.....	69
Figura 26. Curado de briquetas 2.....	69
Figura 27. Briquetas de compresión y módulo de young	70

Figura 28. Ensayo de compresión.....	70
Figura 29. Ensayo de tracción.....	71
Figura 30. Ensayo de tracción 2.....	71
Figura 31. Ensayo de flexión.....	72
Figura 32. Ensayo de flexión 2.....	72
Figura 33. Ensayo de flexión 3.....	73
Figura 34. Resistencia a la compresión fórmula polinómica de segundo grado...	74
Figura 35. Resistencia a la compresión fórmula polinómica 3er grado	75
Figura 36. Resistencia a la compresión valores	75
Figura 37. Resistencia a compresión, cambio en base al concreto patrón	76
Figura 38. Resistencia a compresión, porcentaje de cambio en base al Concreto Patrón.....	77
Figura 39. Resistencia a la compresión, diferencia frente a la dosificación anterior en porcentaje.....	78
Figura 40. Resistencia a la compresión, diferencia frente a la dosificación anterior en porcentaje.....	79
<i>Figura 41.</i> Resistencia a la tracción fórmula polinómica de 3er grado	81
Figura 42. Resistencia a la tracción fórmula polinómica de segundo grado.....	82
Figura 43. Resistencia a la tracción valores.....	82
Figura 44. Resistencia a la tracción diferencias frente al concreto patrón	83
Figura 45. Resistencia a la tracción, porcentaje de cambio en base al Concreto Patrón.....	84
Figura 46. Resistencia a la tracción, diferencia frente a la dosificación anterior en porcentaje.....	85
Figura 47. Resistencia a la tracción, diferencia frente a la dosificación anterior en porcentaje.....	86
Figura 48. Resistencia a la Flexión fórmula polinómica de 2do grado	88
Figura 49. Resistencia a la flexión valores	89
Figura 50. Resistencia a la Flexión Diferencias frente al Concreto Patrón.....	90
Figura 51. Resistencia a la Flexión Diferencias frente al Concreto Patrón, en porcentaje.....	91
Figura 52. Resistencia a la flexión, diferencia frente a la dosificación anterior	92

Figura 53. Resistencia a la flexión, diferencia frente a la dosificación anterior en porcentaje.....	93
Figura 54. Módulo de elasticidad fórmula polinómica de 2do grado.....	95
Figura 55. Módulo de Elasticidad fórmula polinómica de 3er grado	95
Figura 56. Módulo de elasticidad, Cambio en base al Concreto Patrón	96
Figura 57. Módulo de elasticidad, porcentaje de cambio en base al Concreto Patrón	97
Figura 58. Módulo de elasticidad – diferencias en base a la dosificación anterior	98
Figura 59. Módulo de elasticidad, Diferencia frente a la dosificación anterior en porcentaje.....	99

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo Evaluar en qué medida la adición de clavos reciclados influye en las propiedades mecánicas del concreto f'c 210kg/cm² ciudad del cusco 2021, el tipo de investigación fue aplicada de enfoque cuantitativo, el diseño cuasi – experimental. La población fue la producción de concreto f'c 210 kg/cm² con clavos reciclados en la ciudad del Cusco, con dosificaciones de clavos de 0% 8% 10% y 12% y se consideró como muestra un total de 96 probetas, 32 briquetas para las pruebas a compresión y módulo de Young simultáneamente , 32 briquetas para pruebas a tracción y 32 viguetas para las pruebas de flexión, a su vez, subdividiendo cada 32 briquetas de manera que sea 4 para determinar un promedio de resistencia patrón, 4 para la dosificación de 8% de clavos, 4 para 10% de clavos y 4 para 12% de clavos, los porcentajes se encuentran en función al concreto patrón, el muestreo se realizó siguiendo los lineamientos de la norma E060 para la obtención de resultados de ensayo como mínimo sin embargo la técnica de muestreo fue no probabilística y el número de ensayos se realizó a conveniencia del investigador, los principales resultados fueron, las mejores dosificaciones fueron las de 10% de clavos para la resistencia a la compresión y módulo de Young mostrando una mejoría de 6.34% y 3.12% respecto al concreto patrón, respectivamente y 12% de clavos para tracción y flexión que mostraron una mejora del 16.61% y 59.88% de la resistencia del concreto patrón respectivamente, esto para las muestras a 14 días simulando 28 días con la ayuda de aditivo acelerante Sika 3, siendo que las dosificaciones optimas deberían de variar en función a estas características.

Palabras clave: Concreto con clavos reciclados, Concreto reforzado con fibra metálica, características mecánicas del Concreto

Abstract

The present research work aimed to evaluate to what extent the addition of recycled nails influences the mechanical properties of concrete f'c 210kg / cm² city of cusco 2021, the type of research was applied from a quantitative approach, the quasi - experimental design . The population was the production of concrete f'c 210 kg / cm² with recycled nails in the city of Cusco, with nail dosages of 0% 8% 10% and 12% and a total of 96 test tubes, 32 briquettes for compression tests and Young's modulus simultaneously, 32 briquettes for tensile tests and 32 beams for flexural tests, in turn, subdividing each 32 briquettes so that it is 4 to determine an average of standard resistance, 4 for the dosage of 8% nails, 4 for 10% nails and 4 for 12% nails, the percentages are based on the standard concrete, the sampling was carried out following the guidelines of the E060 standard to obtain test results such as However, the sampling technique was non-probabilistic and the number of trials was carried out at the investigator's convenience, the main results were, the best dosages were 10% of nails for compressive strength and modulus. Young's showing an improvement of 6.34% and 3.12% with respect to the standard concrete, respectively, and 12% of nails for traction and bending that showed an improvement of 16.61% and 59.88% of the resistance of the standard concrete respectively, this for the samples a 14 days simulating 28 days with the help of Sika 3 accelerating additive, and the optimal dosages should vary depending on these characteristics.

Key words: Concrete with recycled nails, Concrete reinforced with metallic fiber, mechanical characteristics of Concrete

I. INTRODUCCIÓN

En distintos aspectos resulta bastante notorio como el nivel de competitividad en el ámbito de la innovación como en el desarrollo de nuevas tecnologías ha dejado atrás tanto a propios como a colaboradores de la ingeniería civil en la región del Cusco, en cuanto a un entendimiento más profundo se refiere sobre nuevos diseños de mezcla que permitan mejorar la calidad del concreto. Nosotros como referentes de esta realidad problemática generalmente nos vemos limitados a la aplicación de tecnologías o investigaciones provenientes del exterior, las mismas que en ocasiones pierden cierto grado de fiabilidad debido a no haber sido diseñadas tomando en cuenta los diversos factores presentes en nuestra región que pueden dar resultados completamente diferentes a los previstos. Algo que podemos concluir luego de observar un informe de la comisión nacional de investigación científica y tecnológica de Chile, la cual cita a diversas universidades que lideran investigaciones a nivel internacional sobre ingeniería civil, se excluye por completo a Latinoamérica en el ranking de las 100 universidades que aportan investigación científica alrededor del mundo (CONCYT, 2015, p. 2).

Es por ello pertinente que dichas investigaciones tomen su lugar también en nuestra región para proporcionar conocimiento real sobre el tema y por ende brindar una mayor certeza en cuanto a los beneficios de su aplicación. El uso de fibras metálicas en el concreto como muchas otras tecnologías relacionadas ha sido objeto de estudio en distintas partes del mundo, tanto, así como el uso de material reciclado para disminuir el costo energético de la fabricación de nuevos materiales.

“Existen una multitud de fuentes de metal a disposición para aprovechar en la construcción civil” (Farras, 2021, p. 1). En la actualidad la necesidad del metal virgen de minas subterráneas es prácticamente nulo, la fuente más accesible y donde se encuentra la mayor cantidad de material en la actualidad se halla en el metal en desuso, el cual según se cree se encuentra en mayor proporción que el que procede de fuentes de fácil acceso en la corteza terrestre o a mayor profundidad (Fernández, 2021, p. 3). El empleo de acero reciclado en el proceso de fabricación del mismo disminuye el costo energético en un 70% con respecto al uso de materias primas convencionales, así mismo el 100% del acero reciclado corresponde a un 150% de mineral de hierro virgen más un 50% de carbón, esta

relación se refiere al peso (Fernández, 2010, p. 12). El acero es un material inalterable que conserva sus propiedades a través del tiempo, lo cual lo hace idóneo para el reciclaje, se puede reciclar cuantas veces se quiera, además de ello, el reciclaje de este previo a la incineración o el traslado a botaderos disminuye sustancialmente su impacto ambiental.

“El concreto es un material que aprovecharía dicha disposición de metal” (Cement sustainability initiative, 2009, p. 1). El concreto ocupa el segundo lugar de materiales de mayor consumo en el mundo se encuentra solo después del agua, posee una vida útil que en algunas ocasiones puede sobrepasar el siglo, la industria del cemento considera que la incorporación de material reciclado en su fabricación tiende a llevar hacia un desarrollo sostenible, el reciclaje de agregados para el concreto no disminuye significativamente la huella de carbono, aunque si el coste energético, tan solo en Japón, Europa y Estados Unidos se desechan alrededor de 900 toneladas de concreto al año, por distintas causas entre las que incluyen por ejemplo que las obras realizadas con este concreto no cumplan con los parámetros de necesidad que manejan como es el caso de ductilidad o resistencia a los distintos esfuerzos a los que serían sometidos en la actualidad, como pueden ser cargas sísmicas, de flexión o compresión (Hop, y otros, 2021, “Realidades del concreto reforzado con fibras metálicas”, párr.2). Reforzar el concreto con fibra metálica ofrece alternativas al habilitado y colocación de varillas metálicas, se incorporan igual que otro tipo de agregado o aditivo; el uso de fibras metálicas ofrece también beneficios que cada vez pasan a ocupar más la atención de diferentes ingenieros, arquitectos, diseñadores y demás involucrados en el diseño y la construcción; aumentan la capacidad de carga, la resistencia a la abrasión, a la fuerza cortante, a la fatiga y a la resistencia al impacto, aún en dosificaciones menores al 1% ofrece beneficios considerables en cuanto a la ductilidad. Es por esta razón que la combinación de estas ideas generaría una mejoría en la calidad del concreto a un costo menor al utilizar material reciclado, dando como resultado disminuir la dependencia de concretos de fabricación simple pero carentes de propiedades como la resistencia a la tracción y flexión o concretos más elaborados, pero con costos también sustancialmente mayores. Sabiendo esto no es descabellado pensar en el uso de clavos reciclados para mejorar la calidad el

concreto y por ende aprovechar su disposición al ser un material que se encuentra frecuentemente en el desecho de obras civiles. Por esta razón hace falta una investigación que evalúe las propiedades mecánicas del concreto luego de su incorporación en el diseño de mezcla.

Entre el problema general destaca ¿En qué medida la adición de clavos reciclados influye en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 210kg/cm² ciudad del Cusco 2021? Así mismo **los problemas específicos** serían: ¿En qué medida influye la adición de clavos en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210kg/cm²? ¿En qué medida influye la adición de clavos en la resistencia a la tracción del concreto $f'c$ 210kg/cm²? ¿En qué medida influye la adición de clavos en la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210kg/cm²? ¿En qué medida influye la adición de clavos en el módulo de Young del concreto $f'c$ 210kg/cm²?

La presente investigación posee una **justificación** tanto practica como social, la en el ámbito practico: Debido a la escasa o nula resistencia del concreto a la tracción en el diseño de elementos estructurales esta no se toma en cuenta pasando a ser el refuerzo metálico el que ocupa esta función. La presente investigación plantea la implementación de clavos reciclados para así resistir el esfuerzo a la tracción y/o flexión y por lo tanto depender en menor medida de un refuerzo metálico adicional en los posibles elementos estructurales que tendría su aplicación. Además de mejorar la resistencia del concreto a la compresión siendo aprovechado en distintos elementos estructurales sin alterar las dimensiones de los mismos u optar por otros diseños de mezcla que también incrementarían el costo de producción. En el ámbito social por otra parte La presente investigación contara con un valor social notable al brindar obras civiles más seguras que aprovechen las características de este concreto reduciendo su vulnerabilidad ante el colapso por distintas eventualidades como lo es el movimiento sísmico, la presente investigación pretendería dar el beneficio de sus resultados a cada uno de los habitantes del cusco en el plazo que sea necesario, actualmente la población del cusco alcanza un total de 428 450 personas, y un total de 80 741 hogares de material noble el cual representa solo el 25% del total de hogares, con una tasa de crecimiento del 7.4% (INEI, 2018 pág.

26) el beneficio sería aproximadamente para 59748 hogares si se hubiera empezado a incorporar esta tecnología desde el año 2017 hasta el año 2027.

El objetivo principal de la investigación es evaluar en qué medida influye la adición de clavos en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210kg/cm², así como **los Objetivos específicos son**: Analizar la resistencia a la tracción del concreto $f'c$ 210kg/cm² con la adición de clavos reciclados, Describir la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210kg/cm² con la adición de clavos reciclados, Determinar el módulo de elasticidad del concreto $f'c$ 210kg/cm² con la adición de clavos reciclados.

Las hipótesis de acuerdo a los objetivos son la adición de clavos reciclados al diseño de mezcla del concreto $f'c$ 210kg/cm² mejora su resistencia al esfuerzo a compresión, la adición de clavos reciclados al diseño de mezcla del concreto $f'c$ 210kg/cm² aumenta su resistencia a la tracción. La adición de clavos reciclados al diseño de mezcla del concreto $f'c$ 210kg/cm² aumenta su resistencia a la flexión. La adición de clavos reciclados mejora el módulo de elasticidad del concreto $f'c$ 210kg/cm²

II.MARCO TEÓRICO

La investigación considerara investigaciones previas que se encuentran en relación con el tema de estudio, desde estudios internacional, nacionales y locales.

Ségún Maanvit, Prasad, Vardhan, Jagarapu, y Eluru (2019) con el estudio titulado: *Experimental Examinación of Fiber Reinforced Concrete Incorporation with Lathe Steel Scrap* tiene como objetivo estudiar el efecto de la influencia de añadir chatarra de acero al diseño de mezcla del concreto producidos por chatarra provenientes de tornos de la industria manufacturera, mismos que causan graves daños al suelo y al agua subterránea al desintegrarse, el método de estudio fue mediante pruebas comparativas utilizando chatarra de acero en proporciones de 1%, 1,5%, 2% por volumen proporciones para el concreto de grado M30 (300kg/cm²) y las propiedades como compresión, tracción diametral, flexión, resistencia de vigas a flexión, Los módulos de elasticidad se prueban durante 7 y 28 días y se comparan con concreto normal M30. Los principales resultados: La Trabajabilidad mediante la prueba de slump dio el resultado de que la prueba demostró que entre mayor sea la cantidad de chatarra mayor es el asentamiento, la resistencia a la flexión demuestra que con un 1.5% de chatarra la resistencia a la flexión mejora en un 110% frente a la muestra de control, la resistencia a la compresión mejora en un 35% frente a la prueba de control con una incorporación de un 1.5% de chatarra en la mezcla, la resistencia a la tracción mediante la prueba de compresión diametral mejora en un 30% en el ensayo a los 28 días con la incorporación de un 1.5% del peso total de la mezcla, el módulo de elasticidad aumenta en un 380% frente a la muestra de control con la incorporación de un 1.5% del peso total de la mezcla. Conclusión: El estudio demuestra que las propiedades mecánicas tales como resistencia a la compresión, a la tracción diametral, a la flexión y al módulo de elasticidad del concreto aumentan rápidamente a un nivel óptimo contenido de 1,5%. Aumento de la resistencia a la compresión en un 10,2%, Aumento de la resistencia a la flexión en un 45%, aumento de la tracción dividida fuerza en un 30% y el módulo de elasticidad aumenta en 250%. (p. 27)

Kokila, Madhusudhanan, y Karpaga (2019) *Experimental investigation on concrete using steel scrap*. En esta investigación experimental se agregaron las chatarras de acero en diferente proporción 1,2,3% respectivamente y los resultados

obtenidos para resistencia a la compresión, resistencia a la tracción dividida y absorción de agua. Se observa que hasta un 2% de la chatarra de acero la resistencia y la resistencia a la tracción dividida aumentan gradualmente. En aumentando aún más en porcentaje, la fuerza se redujo debido a la creación de un espacio después de la fundición y también la compactación es difícil de aumentar el porcentaje de acero escarpado. En agua prueba de absorción la absorción de agua disminuyó gradualmente además de chatarra de acero.(p.4508)

Rahman, Mustafa, y Azeemuddin (2017) *Performance Analysis of Steel Scrap in Structural Concrete*. Las pruebas realizadas fueron ensayo de asentamiento, ensayo de resistencia a la compresión, ensayo de resistencia a la tracción dividida y. Para esto cubos de hormigón, vigas y Los cilindros se moldearon y curaron y las pruebas se realizaron el día 3, el día 7 y el día 28. El material de desecho de acero disponible en el torno se puede utilizar como fibra de acero para industria de construcción. Un óptimo del 1% de la chatarra del torno como adición se puede utilizar para mejorar la resistencia de las fibras reforzadas. Hormigón: La resistencia a la compresión aumenta hasta un 60,171% a los 28 días en comparación con la muestra de control y 36,904% de aumento en la resistencia a la tracción a los 28 días en comparación con la muestra de control.(p. 68)

Shende, Pande, y Gulfam (2012) *Experimental Study on Steel Fiber Reinforced Concrete for M-40 Grade*, fue una investigación crítica para el grado M-40 de concreto que tiene una proporción de mezcla 1: 1.43: 3.04 con agua relación de cemento 0.35 para estudiar la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción dividida de la fibra de acero hormigón armado (SFRC) que contiene fibras de 0%, 1%, 2% y 3% de fracción volumétrica de gancho. Fibras de acero Se utilizaron proporciones de 50, 60 y 67. Un resultado de los datos obtenidos ha sido analizado y comparado con un control espécimen (0% fibra). Una relación entre la relación de aspecto frente a la resistencia a la compresión, la relación de aspecto frente a la flexión resistencia, relación de aspecto frente a resistencia a la tracción dividida representada gráficamente. Los datos de resultado muestran claramente el porcentaje aumento en 28 días Resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la tracción dividida para el grado M-40 de

Hormigón. Los resultados son los siguientes: Se observa que la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción dividida y la resistencia a la flexión están en el lado más alto para un 3% fibras en comparación con las producidas a partir de 0%, 1% y 2% de fibras. Se observa que todas las propiedades de resistencia están en el lado superior para una relación de aspecto de 50 en comparación con las de relación de aspecto 60 y 67. Se observa que la resistencia a la compresión aumenta del 11 al 24% con la adición de fibras de acero. Se observa que la resistencia a la flexión aumenta del 12 al 49% con la adición de fibras de acero. Se observa que la resistencia a la tracción dividida aumenta del 3 al 41% con la adición de fibras de acero. (p. 45)

Thanon y Abdullah (2021) *Behavior of non-reinforced and reinforced green mortar with fibers*, se revelan algunas conclusiones para este estudio que trata con la producción de mortero verde de la siguiente manera: Reemplazo de OPC por 10, 15 y 20% de WGP o SG con o sin el uso de superplastificantes conduce a disminuir la resistencia a la compresión del mortero. La relación de reemplazo del 15% de WGP muestra el mejor rendimiento del mortero en comparación con otra relación de reemplazo. Por lo tanto, el porcentaje de disminución de la resistencia a la compresión es de 0,778% en comparación con la mezcla de mortero de control. Incorporación de 10% SF como reemplazo de OPC con o sin utilizar superplastificante, proporciona el mayor aumento en la resistencia a la compresión mediante alrededor del 21% en comparación con la mezcla de control. También la UPV y la densidad de dicha mezcla de mortero muestra aumentos de 4.512 a 4.713 Km / seg y 2226 a 2369 Kg / m³ en comparación con la mezcla de mortero de control. Inclusión de mono fibras en el mortero verde muestra aumentos significativos en la resistencia a la flexión en comparación con el mortero de control. Usando fibra de monosisal, fibra de cabello humano y fibra de uñas de acero inoxidable por 0,75, 0,75 y 2% de la fracción de volumen, respectivamente, dan los mayores incrementos en comparación con el mortero de control en resistencia a la compresión, en aproximadamente 7,4, 9,4 y 15,4%, respectivamente. Y en las resistencias a la flexión se incrementan en aproximadamente un 15,1, 10,6 y 69,3%, respectivamente. Los valores de UPV se incrementan en un 3,47, 4,33 y 10,6%, respectivamente. La hibridación de fibras de sisal, fibras de cabello humano. y

fibras de acero inoxidable dan incrementos notables en la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y UPV comparado con mortero control. Los mayores aumentos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y UPV son 1,7, 19,7 y 1,45, respectivamente, para la mezcla de mortero con 0.5% SIF + 0.5% HHF + 1.5% SNF en comparación con la mezcla de mortero de control. (p. 67)

Wang y Wu (2015) *Concrete reinforcement with recycled fibers / journal of materials in civil engineering / November 2000*. El siguiente estudio realiza un estudio comparativo sobre el comportamiento de fibras recicladas en el concreto de distintos materiales, entre ellas fibras de acero reciclado, también suelta datos interesantes sobre la cantidad de desperdicio por año que se produce de acuerdo a la U.S. Environmental Protection Agency (USEPA 1992), el desecho municipal genera alrededor de 200000000 toneladas de desecho al año, misma cantidad que de aprovecharse disminuiría los costos de producción, los cuales (según Tyler Ley 30 may 2019 – youtube) incrementan los costos de fabricación del concreto en un 10 a 15% . La investigación llegó a la conclusión de que las fibras de metal reciclado tienden a tener resultados inferiores en cuanto a disminuir la cantidad de fracturas frente a fibras hechas de material virgen, 16 veces menos. En el estudio se realizaron pruebas con acero proveniente de fibras de acero reciclado provenientes de neumáticos, se utilizó una cantidad de fibra equivalente al 2% del volumen total de la mezcla, frente al 1% del volumen usado en cuanto a fibras hechas de acero virgen. (p. 314)

Galeb & Sabri (2017) *Prediction of compressive strength of fiber reinforced concrete using artificial neural networks* indica: En esta investigación se realizó un estudio analizando comparativamente la resistencia del concreto a compresión entre diseños de mezcla con relación agua cemento de entre 40% y 50%, e incorporaciones de entre 0 al 28% del peso total de la mezcla de clavos de acero de 2 tipos de 1" y 1.5" de longitud respectivamente a los 7 y 28 días de fraguado, con proporciones de mezcla de 1:1.5:3 y 1:2:4 Conclusiones: La cantidad optima de ratio agua cemento para la mezcla es de un 46% para mezclas de relación 1:1.5:3. La cantidad optima de ratio agua cemento para la mezcla es de un 55%

para mezclas de relación 1:2:4. Se realiza una predicción de un aumento del 81% con un porcentaje de 28% de adicción de fibras y un diseño de mezcla de 1:1.5:3 con clavos de una pulgada y 40% de relación agua cemento a los 28 días de fraguado. Se realiza una predicción de un aumento del 89% con un porcentaje de 28% de adicción de fibras y un diseño de mezcla de 1:2:4 con clavos de una pulgada y 40% de relación agua cemento a los 28 días de fraguado. Según estas predicciones para el tamaño de clavos de 1.5" tiende a aumentar la resistencia a la compresión en un 21.5% con una incorporación de clavos del 28% a los 28 días de fraguado. Según los resultados experimentales en los que se basaron para clavos de 1" y concretos de 1:1.5:3 y 46% de relación a/c alcanzan la mayor resistencia al 12% de incorporación de clavos de acero con 51.1MPa. Según los resultados experimentales en los que se basaron para clavos de 1" y concretos de 1:2:4 y 55% de relación a/c alcanzan la mayor resistencia al 20% de incorporación de clavos de acero con 48.3 MPa.(p. 54)

Shende, Pande, y Gulfam (2012) *Experimental Study on Steel Fiber Reinforced Concrete for M-40 Grade* fue una investigación crítica para el grado M-40 de concreto que tiene una proporción de mezcla 1: 1.43: 3.04 con agua relación de cemento 0.35 para estudiar la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción diametral de la fibra de acero hormigón armado (SFRC) que contiene fibras de 0%, 1%, 2% y 3% de fracción volumétrica de gancho, el método usado fue usar proporciones del 50, 60 y 67, los resultados obtenidos se compararon con un espécimen de control (sin fibra) **Resultados:** Se observa que la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción dividida y la resistencia a la flexión están en el lado más alto para un 3%, fibras en comparación con las producidas a partir de 0%, 1% y 2% de fibras, Se observa que todas las propiedades de resistencia están en el lado superior para una relación de aspecto de 50 en comparación con las de relación de aspecto 60 y 67, Se observa que la resistencia a la compresión aumenta del 11 al 24% con la adición de fibras de acero, Se observa que la resistencia a la flexión aumenta del 12 al 49% con la adición de fibras de acero, Se observa que la resistencia a la tracción diametral aumenta del 3 al 41% con la adición de fibras de acero, **Conclusión** se observa un aumento de la resistencia considerable con respecto a la muestra de control, se observa que la

resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción dividida y la resistencia a la flexión están en el lado más alto para un 3% de fibras en comparación con las producidas a partir de 0%, 1% y 2% de fibras, Se observa que todas las propiedades de resistencia están en el lado superior para una relación de aspecto de 50 en comparación con las de relación de aspecto 60 y 67, Se observa que la resistencia a la compresión aumenta del 11 al 24% con la adición de fibras de acero, Se observa que la resistencia a la flexión aumenta del 12 al 49% con la adición de fibras de acero, Se observa que la resistencia a la tracción dividida aumenta del 3 al 41% con la adición de fibras de acero. (p. 043)

N.Pannirselvam, K.Chandra mouli, D.V.V.NagaSaiPardhu y V.Anitha (2019) *Experimental Investigation on Special Concrete Using Steel Nail*. El objetivo de la investigación: Para evaluar la resistencia a la compresión y flexión del hormigón mediante el uso de clavos de acero en diferentes proporciones. La comparación se hace entre hormigón de clavos de acero y hormigón normal con diferentes porcentajes. Estimar el porcentaje óptimo de clavo de acero que mejore las propiedades mecánicas del concreto. Metodología: Fue un análisis comparativo de resistencia a la compresión y a la flexión a los 28 días de muestras que contenían entre 0% 3% 6% 9% 12% 15% de clavos respecto al peso total de la mezcla, las proporciones de mezcla se realizaron de acuerdo al concreto M30. Resultados la compresion es diferente respecto a la prueba de control y a las que incorporaron clavos en la mezcla, 34.89 N/mm² en la prueba de control, 37.57 N/mm² con una incorporación del 3% del peso total, 42.24 N/mm² con una incorporación del 6% del peso total, 44.61 N/mm² con una incorporación del 9% del peso total, 47.98 N/mm² con una incorporación del 12% del peso total y 45.62 N/mm² con una incorporación del 15% del peso total. Flexion: la prueba a flexión muestra que la muestra de prueba dio como resustaldo una resistencia de 5.65 N/mm², la resistencia a la flexión, 6.13N/mm² con una incorporación del 3% del peso total, 6.5 N/mm² con una incorporación del 6% del peso total, 6.68 N/mm² con una incorporación del 9% del peso total, 6.93 N/mm² con una incorporación del 12% del peso total y 6.75 N/mm² con una incorporación del 15% del peso total. La conclusion hallada fue que la incorporación de clavos de acero mejoró significativamente las resistencias a la flexión y compresioón del concreto ,con un

12% de incorporación de clavos mejoró la resistencia aunque disminuyó gradualmente luego de superar el 12% del porcentaje de clavos en la mezcla y La escalada en la resistencia a la compresión fue de 7.68, 21.07, 27.86 y 37.52% con la adición de 3, 6, 9 y 12% respectivamente con clavo de acero en comparación con el concreto de referencia a los 28 días. (p. 835)

Sharmin Aktar, Rajib Hossain, Sumon Miah, Mehede Amin, Kawser Ahmed Roni, Mostakim Ali (2019) University of Bangladesh .*Experimental Study on Steel Fiber Reinforced Concrete for M-40 Grade* El objetivo de la investigación fue observar el cambio de la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de clavos de acero de 12.7mm de longitud, además de comparar la diferencia de costos entre el concreto con y sin la incorporación de clavos, la metodología usada fue comparar la resistencia a la compresión siguiendo los parámetros de la ASTM C39 adicionando clavos en porcentajes de 1, 2, 3, 4, 5% del peso total de la mezcla, para una mezcla de concreto de 1:1.5:3 a los 3, 7, 14 y 28 días, los resultados fueron: el concreto de prueba sin incorporación de clavos tiene una resistencia de 2237 psi a los 3 días, de 2598 psi a los 7 días, de 2935 psi a los 14 días, de 3830 psi a los 28 días; el concreto con una incorporación de clavos del 1% del peso total tiene una resistencia de 2300 psi a los 3 días, de 2470 psi a los 7 días, de 3400 psi a los 14 días, de 3937 psi a los 28 días; el concreto con una incorporación de clavos del 2% del peso total tiene una resistencia de 2350 psi a los 3 días, de 2649 psi a los 7 días, de 3669 psi a los 14 días, de 4206 psi a los 28 días; el concreto con una incorporación de clavos del 3 % del peso total tiene una resistencia de 2550 psi a los 3 días, de 2775 psi a los 7 días, de 3848 psi a los 14 días, de 4385 psi a los 28 días; el concreto con una incorporación de clavos del 4% del peso total tiene una resistencia de 2700 psi a los 3 días, de 3043 psi a los 7 días, de 4206 psi a los 14 días, de 4600 psi a los 28 días; el concreto con una incorporación de clavos del 5% del peso total tiene una resistencia de 2900 psi a los 3 días, de 3222 psi a los 7 días, de 4421 psi a los 14 días, de 4750 psi a los 28 días. Las conclusiones fueron que la resistencia a la compresión del concreto mejora en un 24% mientras que el costo solo incrementa en un 0.5%, La resistencia del concreto máxima alcanzada en la investigación fue de 4750 psi con el máximo porcentaje de clavos de acero usados, un 5%. (p.85)

Bedoya y Dzul (2015) en su estudio *“El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana”*, este estudio tiene como objetivo el estudio de propiedades de un concreto en cuyo diseño de mezcla interviene la incorporación de agregados de origen reciclado provenientes de mamposterías y concretos, las propiedades estudiadas son la resistencia a la compresión a 3, 7, 14, 28, 56 y 91 días; carbonatación, velocidad de pulso ultrasónico y porosidad; costo económico en comparación con un concreto convencional; y una reseña de las políticas públicas de Construcción Sostenible y aprovechamiento de escombros formuladas en Medellín, Colombia. El método de estudio se centra en la fabricación de muestras con proporciones de agregados provenientes de cantera y mezclas de agregados reciclados en proporciones de mitad y mitad pde concreto molido y ladrillo pulverizado, para el agregado fino , para el agregado grueso, para la resistencia a compresión se confeccionaron briquetas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura colocadas en una prensa hidráulica, se analizaron también distintas muestras para hallar sus propiedades a la carbonatación y porosidad con cámara saturada con CO₂ al 50 % y humedad relativa entre el 50 % y el 60 %, que es el rango más crítico para la carbonatación del concreto endurecido, densidad Bulk y absorción, sus resultados fueron, La resistencia a la compresión y velocidad de pulso ultrasónico alcanzaron un 98% de los resultados del concreto patrón, la carbonatación con la muestra con 100% de agregados reciclados presentaron una diferencia de solo 0.7mm con respecto al concreto patrón simulando 27 años de edad, se realizaron mezclas de 25, 50 y 100% de porcentaje de agregados reciclados frente a agregados naturales, como conclusión debido a el avance de los lineamientos político – administrativos municipales en los últimos 11 años se puede determinar que es posible elaborar concretos no estructurales y estructurales de uso masivo (p. 99)

Pimentel et al. (2020) en su estudio *:Concreto producido con áridos reciclados: un análisis de durabilidad para el uso en estructuras*, este trabajo tuvo como objetivo estudiar los parámetros que afectan la durabilidad del hormigón grado C30, producido con diferentes tipos de áridos reciclados. Se definieron cuatro tipos de áridos gruesos para la realización de este trabajo, el natural (AN), el hormigón (ARCO), el cementoso (ARCI) y el cemento tratado (Tratado ARCI) y un contenido

de sustitución del árido natural por los Se fijó áridos reciclados del 30%. El tratamiento ARCI consistió en aplicar una solución de agua y cemento, con el objetivo de reducir su capacidad de absorción de agua. Se determinaron las características físicas y mecánicas del hormigón, además de ensayos de medición indirecta de durabilidad, determinando la permeabilidad al aire, penetración y migración de cloruros y carbonatación. Los resultados indican que el hormigón con agregado tipo ARCO, elaborado con hormigón 100% triturado, presentó características similares al hormigón de referencia, lo que indica la posibilidad de ser aplicado en estructuras de hormigón armado. En cuanto al ARCI, los resultados obtenidos fueron inferiores al compararlo con el concreto de referencia para los ensayos referidos a la medición indirecta de durabilidad, sin embargo, la traza mostró un buen comportamiento mecánico. El hormigón producido con el ARCI tratado no se comportó mejor que el hormigón con ARCI para la mayoría de las características evaluadas, lo que indica que el tratamiento propuesto no fue el adecuado.(p. 13)

Valente y Bezerra (2020) en su estudio: *Análisis técnico del reciclaje de residuos de la construcción en obra*, este trabajo tiene como objetivo evaluar técnicamente el reciclaje de residuos de construcción a partir de hormigón y mortero generados en una obra de construcción de una gran empresa constructora. Se analizaron trazas de contrapiso y yeso interno y externo, considerando la sustitución de arena natural por árido reciclado en porcentajes de 25% y 50%. Las propiedades se evaluaron en estado fresco (consistencia, contenido de aire incorporado, densidad de masa), en estado endurecido (densidad aparente, módulo elástico dinámico, resistencia a la tracción en flexión, resistencia a la compresión) y en el mortero de revestimiento (adherencia, grietas y permeabilidad al agua). Se encontró que el contenido de material pulverulento de los agregados reciclados era inferior al 10%, sin impacto potencial sobre el agrietamiento. También hubo un aumento en el contenido de aire incorporado con un aumento en el contenido de sustitución de áridos naturales por reciclados en las trazas de contrapiso y yeso externo. En cuanto al enlucido interior, el comportamiento fue el contrario. Con respecto a la adherencia por tracción, no hubo impacto en el contenido de reemplazo. En cuanto a la resistencia a la compresión y a la tracción en flexión, hubo variaciones

importantes, pero todos los morteros permanecen en el mismo extracto según NBR 13281. En cuanto a las fisuras, se redujeron sustituyendo arena natural por áridos reciclados. En cuanto a la permeabilidad al agua, los resultados encontrados se consideraron bajos para todo tipo de mortero. (p.363)

Burgos et al. (2019) en su investigación “*Desempeño mecánico y durable de concretos que incorporan agregado reciclado fino comercial*”, En este artículo se busca la observación de los resultados de un estudio de viabilidad técnica de uso de agregado reciclado fino, comercial (ARF) proveniente de concretos de construcción y demolición (RC&D), buscando la fabricación de concretos de resistencia media, tiene como objetivo la evaluación de su desempeño mecánico y durable como concreto, se estudiaron propiedades como permeabilidad ion cloruro, tracción indirecta, resistencia mecánica, absorción capilar, absorción y densidad. En concretos que incorporan una mezcla de 20% y 40% de ARF sustituyendo el agregado fino, los resultados de la investigación se compararon con un concreto patrón con una incorporación del 0% de agregados, los resultados mostraron que la consistencia del concreto no presentó muchas variaciones con respecto al concreto patrón, y si bien el resto de propiedades mostraron una disminución, la más marcada con la incorporación del 40% de ARF, esta no es tan apreciable respecto al concreto patrón, en conclusión el resultado no mostró una disminución marcada y por lo tanto son aptas para la fabricación de concretos de mediana resistencia. (p.167)

Palacio et al. (2017) en su estudio “Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados”. Objetivo, se buscó realizar un análisis comparativo de las propiedades granulométricas de agregados reciclados. Método: se realizó una separación entre semejanzas y diferencias técnicas entre los agregados reciclados y naturales en un análisis granulométrico, para los parámetros de la NTC 174 (Especificaciones de los agregados para concretos) se tomó como fuente de obtención de los agregados reciclados distintas escombreras presentes en la ciudad de Bogotá D.C. y las muestras de agregados naturales de canteras de venta libre para la construcción. **Resultados:** las curvas granulométricas de los agregados RCD. Se encontraron fuera de los límites

establecidos por la Norma Técnica Colombiana NTC 176, al no cumplir con las especificaciones se descarta su uso masivo, sin embargo no su uso para concreto no estructural y permitir la fabricación de concreto sostenible. **Conclusión:** es necesaria una evaluación para comparaciones granulométricas de agregados reciclados para el desarrollo de infraestructura con concretos sostenibles. (p. 96)

Garcés & Callejo (2011) *Incidencia de la fibra metálica DRAMIX 65/35–b en pavimentos rígidos de temprana edad:* esta investigación tiene como objetivo el estudio del comportamiento de paviconcreto 45 para pavimentos rígidos a temprana edad provenientes de la planta de Concreto de La Bandera, de la Empresa Cemex Venezuela S.A.C.A, con la adición de fibra metálica Dramix 65/35-BN. **El método:** consistió en realizar probetas para las 2 diferentes dosificaciones, (patrón y con adición de fibras) Para ello se procedió a realizar mezclas para las 2 dosificaciones en un trompo de setenta litros (70 lts). Los ensayos se realizaron en probetas prismáticas a los 7 días de curado, se realizaron 30 probetas para cada dosificación para un total de 60 probetas . Obteniendo sus resultados se estudia mediante la estadística si los resultados difieren de las probetas con fibra y sin fibra. Finalmente se realizó un cálculo de Pavimento Rígido según la Norma Venezolana FONDONORMA 1753-2006, Apéndice F y un estudio de impacto económico para verificar si la Fibra Metálica incide o no en la disminución de espesores, volúmenes de concreto y reducción de costos de colocación de pavimento rígido. Como conclusión se puede deducir que para la resistencia a flexión se mostró una mejora de 14.17% respecto a las muestras con concreto patrón, se demostró que es posible disminuir el grosor en un 7.4% respecto a la muestra de concreto patrón. (p. 57)

Robayo et al (2014) en su artículo “*Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero*” se muestra que se ha venido utilizando materiales provenientes de la puzolana y refuerzo provenientes de fibras buscando mejorar su comportamiento y reducir el cemento en la fabricación de concretos, el trabajo consistió en un estudio que buscaba determinar la manera en cómo afecta al comportamiento mecánico del concreto fluido la incorporación de bajos volúmenes de fibras de acero (V f:

0,3%, 0,5%, y 0,7%) adicionado con un 20% de CCA reemplazando parcialmente el cemento. **Resultados:** se puede ver que al incorporar un 0,7% de fibras de acero al concreto se produce un incremento del 1026% en la tenacidad, un incremento del 42% de la resistencia a la tracción y un 12% de incremento del módulo de elasticidad. Como **conclusión:** este incremento en las propiedades del concreto que incorpora fibras de acero lo hacen ideal para la pavimentación de vías y posibles nuevas aplicaciones en la construcción (p. 139)

Carrillo et al (2017) en el artículo "*Propiedades mecánicas a flexión del concreto reforzado con fibras de acero bajo ambientes corrosivos*" se realiza una evaluación de las propiedades de comportamiento a flexión de un concreto en 2 ambientes corrosivos a corto plazo y de la dosificación de fibras de acero CFRA también a corto plazo, **el Método:** para el experimento se realizaron 54 especímenes de concreto cuya dosificación incluía fibras de acero de relación longitud/diámetro de 65 y dosificaciones por cada metro cúbico de concreto de 30 y 60 Kg. Para los ambientes corrosivos se sometieron los concretos vigas y cilindros a un medio acuoso y a un medio sometido a una solución saturada de NaCl al 3.5% durante un tiempo de 60 días, se compararon con muestras de control o concretos patrones para poder realizar un análisis comparativo de su comportamiento. La corrosión producida en este medio produce una pérdida de las resistencias un 10% de la flexión y un 11% en la tenacidad a flexión del concreto, sin embargo para la primera fase de la corrosión la exposición al medio salino produce un incremento de la capacidad de deflexión del CFRA mejorando la ductilidad y el comportamiento de adherencia formando o provocando un comportamiento más monolítico, se propusieron ecuaciones con el objetivo de predecir el comportamiento del CFRA en el concreto en medios acuosos y salinos en la primera fase de corrosión sometido a esfuerzo de flexión.(p. 59)

Los estudios nacionales comprenden:

Vasquez (2015) *Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de acero para una resistencia de 500 kg/cm²*. En el Perú, centrándose en Cajamarca para ser más específicos, el uso de concretos reforzados con fibras metálicas es poco utilizado por la baja cantidad de experiencia experimental e investigaciones

de las cuales se puedan basar para determinar el comportamiento del concreto sometido a dosificaciones de fibra metálica, esta investigación tiene como objetivo el estudio del comportamiento del concreto con adición de fibras de acero "Sika Fiber CHO 65/35 NB", utilizando cemento Pacasmayo tipo 1, agregados de la zona, Sikament 290N, y agua del Campus Universitario. Realizándose una comparación frente al concreto patrón para tener evidencia sobre los resultados, concreto más Sikament 290N (0.7% del peso del cemento), concretos con adición de 20, 30 y 40 kg/m³ de fibra de acero en los tres casos también con Sikament 290N, elaborándose 270 muestras de concreto, 180 cilíndricos y 90 prismáticos, para una resistencia de $f'c$ 500 kg/cm², realizándose ensayos de 6 muestras a 7, 25 y 28 días para compresión, para tracción y para flexión. Se estudiaron propiedades como la consistencia, peso unitario del concreto fresco y endurecido, resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión. **Resultados:** se muestra una disminución de consistencia del concreto afectando a la trabajabilidad directamente en el estado fresco del concreto, esta disminución de esta propiedad ocurre a medida que se aumenta la dosificación de fibra, el peso unitario aumenta a medida también que aumenta la dosificación tanto en el estado de la pasta como de concreto fraguado, tanto para la fibra Sikament 290N y la fibra de acero incorporada, pero aún manteniéndose dentro de los parámetros de concretos normales, Para la resistencia a la compresión se vio que la fibra Sikament 290N afecta positivamente dicha característica, en contraposición a la fibra de acero que tiende a disminuir dicha característica, sin embargo la fibra de acero proporciona aumentos de hasta 165.62% para tracción indirecta y 180.50% para flexión comparándolo respecto al concreto patrón. (p. 87)

Abanto (2017) *Resistencia mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm² con la adición de fibras de acero DRAMIX y SIKA*, en la presente tesis, se investigó las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² para lo cual se utilizó los aditivos de fibras de acero, Dramix y Sika, en porcentajes de 1% y 1.5% del peso del agregado fino. Inicialmente se determinó las propiedades del agregado grueso y agregado fino los cuales fueron obtenidos de la cantera "Chancadora Bazán", con estos datos se realizó un diseño de mezcla patrón. Obtenida la dosificación del diseño de mezcla, en laboratorio se elaboraron probetas de concreto, con cemento portland lipa: Las

cuales fueron para el ensayo de resistencia a compresión axial a edades de 7, 14 Y 28 días, así como 35 prismas rectangulares para los ensayos de flexión en los tercios de la luz y 35 probetas circulares para el ensayo de tracción indirecta por compresión diametral. Obteniendo los resultados del ensayo a compresión axial, el concreto patrón a los 28 días fue de 218.04 kgf/cm², llegó a cumplir con la resistencia de diseño, la mayor resistencia se obtuvo con la adición de 1.5% de fibras de acero Dramix, la cual llegó a una resistencia de 298.22 kgf/cm², llegando a aumentar en un 40% resistencia para la cual fue diseñada. El resultado del ensayo a flexión en los tercios de la luz, está cumpliendo con lo establecido en la norma NTP 339.078, el módulo de rotura del concreto patrón fue de 34.39 kg/cm², por lo que fue el óptimo, sin embargo, el concreto con adición de fibras de acero Dramix logró aumentar un 2% el módulo de rotura ya que llegó a 46.20 Kg/cm². Al igual que el ensayo anterior, el ensayo de resistencia a tracción por compresión diametral, está cumpliendo con lo establecido en la norma NTP 3.3.a.084. debido a que el concreto patrón así como el concreto con adición de fibras de acero DRAMIX y SIKA su módulo de rotura fueron de 22.57 kgf/cm², 29.34 kgf/cm² y 28.56 kgf/cm² respectivamente, por lo que se encuentran dentro de lo establecido por la NTP 339.078. (p. 26)

Farfán et al (2019) en el artículo *“Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto”* La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar el efecto de la fibra de acero en especímenes de concreto bajo resistencia a la compresión. El ensayo de resistencia a la compresión se determinó en tres grupos con tres probetas cada uno, un grupo control y dos experimentales con proporciones de 25 y 30 kg/m³ de fibra de acero. Los especímenes fueron sometidos a prueba de compresión a la edad de 14 días. Los resultados mostraron que el grupo de mayor resistencia es aquel con proporción 25 kg/m³ de fibra de acero con resistencia 212,39 kg/m², superando al grupo control en 1,1%. (p. 81)

Los estudios locales son:

Arcondo & Mercado (2017) *“Evaluación comparativa de la resistencia a la tracción y revenimiento de un concreto f'c=210 kg/cm² adicionado con fibras de alambre galvanizado en forma de púas vs rectilíneas con ganchos, en porcentajes de 0.5%,*

1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%". Tuvo como objetivo principal hacer un análisis comparativo de un concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionado con fibras de alambre galvanizado en forma de púas vs otro adicionado con fibras de alambre galvanizado en forma rectilínea con ganchos, tomando como parámetros de evaluación el revenimiento y la resistencia a tracción. Los concretos fueron elaborados con cemento Portland tipo IP, agregado fino de las canteras de Cunyac (55%) y confitillo de Vicho (45%), agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " de la cantera de Vicho, pues estos fueron los agregados escogidos que cumplieron con las características exigidas por las Normas Técnicas Peruanas en el Manual de Ensayos del MTC, fibras de alambre galvanizado en forma de púas y rectilíneas con ganchos fabricadas manualmente en porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% respecto al peso total de la mezcla patrón, el concreto fue diseñado con el método ACI (American Concrete Institute). Se realizaron 144 muestras cilíndricas, las cuales fueron sometidas a ensayos de resistencia a compresión y tracción (ensayo brasilero – Split Test) con la inclusión de fibras de alambre galvanizado en forma de púas y rectilíneas con ganchos fabricadas manualmente en porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% respecto al peso total de la mezcla patrón, cantidades que se consideraron razonables para la investigación, basados en el Manual Técnico para el uso de fibras como refuerzo estructural de MACAFERRI; de la misma manera se consideró la influencia de estas fibras de alambre galvanizado en el revenimiento del concreto, estudiada a través del Cono de Abrams. Los resultados obtenidos con la inclusión de fibras de alambre galvanizado en forma de púas al 2.0% y en forma rectilínea con ganchos al 1.5% presentaron un mejor comportamiento a tracción para los 07, 14 y 28 días de curado. En conclusión, el reemplazo con fibras de alambre galvanizado en forma de púas y rectilínea con ganchos al 2.0% y 1.5% respectivamente, en función al peso total de la mezcla patrón, dan como resultado un mejor comportamiento a tracción y también se determinó que mientras más porcentaje de fibras se agrega en ambos casos la consistencia de la mezcla tiende a volverse seca. (p. 104)

Sotomayor (2016) "*Análisis de la variabilidad de la resistencia a la tracción de un concreto $f'c = 210 \text{ kg-f/cm}^2$ adicionado con clavos de acero tipo grapas, Cusco 2016*" En la presente investigación se analizó experimentalmente el

comportamiento de la resistencia a la tracción del concreto con adición de clavos tipo grapas. En la etapa de selección, se tomó diferentes porcentajes de adición de clavos tipo grapas para la fabricación de las muestras experimentales, donde la variación del concreto está en los porcentajes de adición, que varían de 0%, 1%, 3% y 6% por metro cúbico. En la investigación se fabricaron 96 testigos de concreto con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac, para formar las briquetas de concreto adicionadas con clavos tipo grapas. Esta alternativa se propuso con la finalidad de dar mayor resistencia a la tracción del concreto, la resistencia a la tracción según la norma es de 8% a 15% la resistencia a la compresión, en los cuales se vio que con una adición de 1%, 3% y 6% se alcanzaron resistencias a la tracción de 33.14, 33.91 y 33.28 kg/cm² superiores a la resistencia del concreto patrón, donde el reforzamiento con los clavos tipo grapas adicionados en el concreto tradicional lograron un incremento de 15.61% con respecto al concreto patrón. Los ensayos realizados durante todo el procedimiento que se basan en las normas técnicas peruanas, tienden al incremento de la resistencia a la tracción y compresión del concreto. Se evaluó también los revenimientos de las mezclas con los diferentes porcentajes de adición de clavos tipo grapas, donde varía el revenimiento de 2.03 a 1.01 pulgadas según el porcentaje de adición, el incremento de los clavos tipo grapas en la mezcla de concreto reduce la consistencia de la misma. (p. 55)

Secca (2016) en su estudio *“Análisis de la resistencia a la compresión y el revenimiento del concreto adicionado con grapas de alambre galvanizado de cuatro puntas para el concreto de diseño $f'c = 210$ kg/cm² Cusco – 2016”* indica: En la última década el crecimiento de las obras civiles en nuestra ciudad del Cusco, que se da por municipios así también por empresas privadas demuestra el uso cotidiano del concreto, por lo que se busca nuevas tecnologías para mejorar las características resistentes del concreto utilizando materiales de nuestra zona. En la presente tesis se utilizan grapas de alambre galvanizado de cuatro puntas extraídas de un alambre de púas convencional de aproximadamente 1”, los cuales luego añadiremos a la mezcla del concreto a diferentes porcentajes para luego evaluar si se incrementa la resistencia a compresión del concreto con respecto a un concreto patrón que tendrá un diseño de $f'c$ 210 kg/cm². La elaboración del concreto

adicionado con grapas de alambre galvanizado de cuatro puntas, logra un mejor comportamiento del concreto a su resistencia a la compresión y ofrece un revenimiento menor, ya que al incrementar un 2% de grapas de alambre galvanizado se obtuvo la mayor resistencia en comparación del concreto patrón y se obtiene un revenimiento de 8.573 cm. (p. 67)

Valencia y Socolaya (2013) en su tesis "*Utilización del Concreto reciclado como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla $F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ en la ciudad de Huaraz-2016.*" indica que: La presente tesis se utiliza clavos de carpintero 2 ½" sin cabeza doblado de forma manual de manera que tenga la orientación en 3 dimensiones al que denominaron clavo de acero tipo grapa tridimensional, luego se realizó la adición de estos clavos en mezcla del concreto a diferentes porcentajes para poder evaluar si incrementa la resistencia a compresión del concreto con respecto a un concreto patrón, se utilizaron concretos patrón 1, patrón 2, patrón 3 a diferentes resistencias de diseño como son 140 Kg/cm², 175 Kg/cm², 210 Kg/cm² respectivamente, para luego ser adicionados con diferentes porcentajes de clavos de acero de tipo grapa tridimensional hasta encontrar el valor máximo de resistencia a la compresión. Así mismo se analiza los valores de revenimiento encontrados con la adición de clavos de acero tipo grapas tridimensionales para poder saber en cuanto disminuye el valor de revenimiento. También se realiza un estudio de análisis de costos de cuanto demandaría diseñar el concreto con adición de clavos de acero tipo grapas tridimensionales. Se concluye: se comprobó que la disminución del revenimiento de un concreto adicionado con clavos de acero tipo grapas tridimensionales con respecto a un concreto patrón donde se determinó que las adiciones menores al 2% del peso total de la mezcla de concreto se obtiene mezcla plásticas y mayores al 2% del peso total de la mezcla de concreto se obtiene mezclas secas. Se logró determinar que el porcentaje de adición del 1.5% es el más óptimo encontrado ya que nos dan las resistencias a compresión más altas que en los tres casos de estudio para los concretos patrones 1, patrón 2 y patrón 3. 8. Se verifico que al seguir aumentando el porcentaje de adición de clavos TGT que a partir del 1.5% la resistencia a la compresión disminuye debido a que se empobrece la pasta del concreto como también no hay una buena distribución de

los clavos de acero lo que implica que se entrelacen entre ellos los que se forma zonas más rígidas y zona más frágiles por donde falla el concreto. (p. 150)

Las teorías involucradas en la investigación se detallan a continuación:

Huaquisto y Belisario (2018), la “dosificación del concreto requiere el uso de adiciones de distinta naturaleza, de manera que se tenga un concreto de mayor calidad, en este sentido surge la posibilidad de utilización de la ceniza volante como sustituto a ser adicionado en la dosificación del concreto para darle mayor resistencia, durabilidad y trabajabilidad y no solo eso, sino que al ser un material contaminante del medio ambiente, su utilización en pequeñas cantidades en la dosificación del concreto resulta ser adecuada de tal manera reducir su impacto ambiental en zonas de exposición” (p. 3).

Los materiales reciclables para Rivera et al. (2020), “Las posibilidades de uso de los materiales residuales provenientes de procesos constructivos son muy amplias y conllevan una serie de beneficios a nivel económico y ambiental” (p. 30) . El interés de poder integrar conocimientos acerca del reciclaje de materiales, con énfasis en el concreto, en estudio experimentales a nivel de pregrado, ha dirigido al estudio y análisis de experiencias de investigación exitosas en el tema. La revisión de la documentación generada a través de los respectivos procesos de investigación se hace en función de identificar, conocer e implementar las referencias normativas, herramientas y procedimientos utilizados, dentro iniciativas de innovación en nuevas propuestas de materiales, reciclaje y disminución del impacto ambiental y los costos energéticos implicados en los procesos constructivos.

Recolección de materiales: Bedoya y Dzul (2015), “Los materiales son recolectados de actividades de construcción, demolición o de las fábricas productoras. Posteriormente, el proceso de trituración se realiza con maquinaria especializada, esto para para generar condiciones similares a los procesos productivos de los agregados de carácter natural por si se realiza una comparación en el valor que cuesta por ejemplo una mezcla de concreto de agregados naturales versus una de agregados reciclados” (p.105).

Dosificación: Se entiende por dosificación al proceso de determinación de las proporciones de los ingredientes del concreto, por masa o volumen, las mediciones tienen que tener un alto grado de precisión antes de realizarse la mezcla, esto debido a la estrecha relación que tienen hacia la calidad, se recomienda generalmente que la dosificación sea por masa debido a la inalterabilidad de esta frente al volumen para los ingredientes sólidos, característica que no comparten los aditivos líquidos que mantienen un mayor grado de estabilidad en cuanto a su densidad o peso específico, esto incluye también al agua. (Kosmatka ,et al, 2004, p. 217) No existen teorías que ofrezcan resultados 100% fiables y por ende ningún método está exento a la experimentación. Se toman en cuenta distintos criterios para la dosificación. Se pueden clasificar en 3 tipos, empíricos racionales y prácticos, un ejemplo del método empírico es la teoría de dosificación usado por el **ACI 211** El método más conocido luego de la dosificación por volumen, universal y estandarizado, además de ser probado en laboratorio y en plantas de preparación comercial, este método busca un equilibrio entre trabajabilidad y la resistencia del concreto, se recopilan datos, se aplican resultados y luego se realiza una mezcla de prueba y se revisa la trabajabilidad, si no cumple con los requisitos de trabajabilidad se corrige la dosificación y se vuelve a preparar una mezcla de prueba hasta hallar la dosificación definitiva. el concreto es aceptable si pasa con el requisito de que el 99% de las pruebas tienen resultados mayores a $f'c - 35$ todo esto en kg/cm^2 o que el 99% de los ensayos de resultados mayores a $f'c$. (ACI Committee 211, 1998, párr. 2). El proceso de fabricación de concreto según la norma ACI 211 (s.f) consiste en paso 1: calcular la desviación estándar, la cual será mediante 3 formas, cuando es posible calcular la desviación estándar mediante los resultados de probetas en laboratorio, cuando se carece de ese registro y del conocimiento del control de calidad en obra y por último cuando se tiene el conocimiento del control de calidad, pero no es posible calcular la desviación estándar mediante probetas; paso 2: calcular el contenido de aire atrapado, mediante tablas; paso 3: calcular el contenido de agua en la mezcla, también mediante tablas, tomando en cuenta la prueba del slump y el tamaño máximo del agregado; paso 4: también mediante tablas calcular la relación agua cemento, en caso de no encontrar la resistencia promedio requerida en tablas, se hace uso de la interpolación entre los rangos más próximos que se ofrezcan; paso 5: calcular la

cantidad de cemento mediante el uso de algebra simple para resolver algunas equivalencias, dividimos la cantidad de agua por la relación agua cemento luego esta y de ser necesario por la cantidad de peso por bolsa, obteniendo la cantidad de bolsas de cemento, Paso 6: Calculamos el peso del agregado grueso mediante módulo de fineza y el tamaño máximo nominal de agregado grueso haciendo uso de una tabla; paso 7: se calcula el volumen de agregado fino, el cual se hace mediante la resta del volumen total para el cual estamos trabajando, ejemplo 1m³ menos el volumen que ocupan los componentes previamente calculados y multiplicamos el resultado por el peso específico del agregado fino; Paso 8: hacemos las respectivas correcciones por el porcentaje de humedad y porcentaje de absorción de los agregados; Paso 9: pasamos a realizar el diseño de mezcla y vemos si cumple con las características del diseño; Paso 10: una vez pasan los estándares se obtiene el diseño de mezcla final. **Ley de powers** busca optimizar la relación agua cemento y el grado de hidratación, los cuales establece como los factores fundamentales para determinar la resistencia del concreto. $R =$

$$2380 \cdot \left(\frac{0.647(\alpha)}{0.319(\alpha) + \frac{a}{c}} \right)^3$$

Donde: R representa resistencia del concreto kg/cm², α

representa el grado de hidratación, $\frac{a}{c}$ representa la relación entre el agua y el cemento. Luego de establecer la proporción entre el agua y el cemento se pasa a establecer una proporción de agregados, escribiéndose de la siguiente manera: C : A : P/agua Siendo: C = cemento, A = arena, P = piedra; Los más usados suelen ser 1:2:4 1:2.5:5 1:3:6. (Abanto, 1998, p. 53).

Método Faury: proveniente de Francia del año 1944, método de aplicación para todo tipo de concreto, ya sea simple o armado, especialmente útil para piezas prefabricadas como vigas o viguetas, debido a la importancia que le da a la superficie del molde frente al volumen de la mezcla, (Arredondo, 1977, párr.3). Es un método fundamentado en el principio granulométrico, permitiendo otorgar al concreto características ya predichas, se basa en la experiencia del propio Faury, define la curva granulométrica ideal en la cual se basan para determinar las características del concreto deseado.

Método de Valette: Método desarrollado por un ingeniero francés, hace uso de técnicas experimentales para obtener las proporciones deseadas para las condiciones teóricas que tendrá el concreto, dependen de parámetros como: pesos específicos del cemento y áridos, densidades aparentes de agregado fino y grueso, agua de mojado cemento y agregados, busca el mortero con mínima cantidad de cemento, así como en el concreto y luego se hace una corrección de la dosificación, tanto por humedad como por rendimiento y variaciones de la granulometría. (Zabaleta, 1988 p. 90)

Dosificación por Volumen: El método más común y práctico en varios aspectos, consiste en un método que hace una correlación de dosificaciones de agregados con resistencias ya previamente estipuladas en una tabla, al ser enteramente basada en el seguimiento de tablas de valores es bastante más fácil en términos generales el seguimiento de su caso, sin embargo, no está exento de pruebas en laboratorio. (Mondoñedo, 2018, p.78) Esta dosificación se obtiene mediante el cociente entre el peso medido del agregado y la densidad promedio aparente que puede ser de 1.55 y 1.65 para el agregado fino y grueso respectivamente, la densidad se encuentra representada en Kilogramos sobre Litro, algo importante a destacar es que el cemento nunca se dosifica en volumen si no en peso, además de que el agregado fino puede tener una densidad muy variable por lo que este método de dosificación también puede presentar resultados variables, lo que lleva a la conclusión de que en la medida de lo posible se debe evitar este sistema si se quiere obtener resultados (Quiroz, et al, 2006 p. 188). Para realizar este tipo de dosificación se hace uso de tablas.

Método de Fuller: Un método que generaliza muchos aspectos, utilizado cuando los agregados no cumplen con la norma (ASTM C33), se usa para concretos con densidades superiores a 300 Kg/m³. y para tamaños de agregado grueso no menores a ¾" (20 mm) y no mayores a 2" (50mm). La ley de Fuller es: $y=100\sqrt{(d/(T.M))}$ En donde: y= Porcentaje que pasa la malla de abertura d. d= Abertura de malla de referencia. T.M. =Tamaño Máximo del agregado grueso. La dosificación de los agregados viene determinada por la parábola de Gessner (Abanto, 1998 p. 35).

Características del clavo: Las propiedades mecánicas de un clavo de acero de la siguiente manera: Propiedades físicas = 1) Densidad 7900 kg/cm³. 2) Temperatura de fusión de 1400 °C. 3) Módulo de Young 207000000000 Pa. Propiedades químicas = 1) Es propenso a la oxidación. 2) Cuando entra en contacto con el agua del mar se inicia un proceso de corrosión. 3) Cuando entra en contacto con impurezas se comienza una reacción química degradante. (Brainly Latinoamérica, 2017,p.8) Y se definen de la siguiente manera, elementos que cumplen el propósito de unir 2 piezas de diferente material, los clavos en la construcción son de un material conocido como Acero al Carbono. Por otro lado después de la oxidación procede una desintegración debido a los cambios de temperatura y otros procesos que provocan el desprendimiento de las zonas de oxidación.

Esfuerzo a compresión: La resistencia a la compresión simple como la principal característica buscada en el concreto, definida como la resistencia máxima que soporta el concreto por unidad de área, se calcula dividiendo la fuerza máxima que es capaz de tolerar entre el área total de la sección transversal perpendicular a la dirección de la fuerza y se representa con “f’c” Se expresa generalmente en kg/cm², MPa y psi. Se determinará según los procedimientos de la ASTM C31 y C39. (Cemex, 2019, párr. 2)

ASTM C31: Esta norma deja las pautas estandarizadas para la preparación de probetas cilíndricas o de viga que brinden resultados fiables y por ende apegados a la realidad. Algunas pautas a considerar como lo es la seguridad, las cuales no se especifican en la norma, el desmolde se hace a partir de entre las 18 a 24 hrs después de haberse ingresado en el molde. (ASTM C31, 2017, párr.2)

ASTM C39: Corresponde al Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto, esta norma tiene el propósito de cuantificar la resistencia a la compresión en briquetas de concreto , como requisito el concreto debe de ser mayor a 800kg/m³ [50 lb/ft³].se aplica una carga axial en la muestra (briqueta) para su compresión, dicha briqueta se prepara mediante los lineamientos de la norma ASTM C31. El esfuerzo de compresión es el resultado del cociente de la carga suministrada previa a la falla sobre el área transversal de la briqueta (ASTM 39, 2020, párr.5).

Resistencia a la tracción: Definen a la tensión mediante el ejemplo de un cuerpo sobre el cual se aplican distintas cargas externas, imaginando una sección cualquiera la fuerza de tensión sería aquella que se encuentra en las 2 caras del corte y evitan la separación de las caras, las fuerzas tienen la misma magnitud pero sentidos opuestos, las cuales no siempre tienen una dirección perpendicular al plano de corte, si no que varían dependiendo del plano, la tensión se podría descomponer tanto en la fuerza cortante que es tangencial al plano y la fuerza normal al plano, las fuerzas de tracción por otra parte tenderían a alargar el objeto, la resistencia a la tracción se puede medir según la (ASTM C496 – 96, p. 15): consiste en un ensayo de compresión diametral, con el objetivo de cuantificar la resistencia a la tracción. Se suministra una carga de compresión en dirección al diámetro del espécimen de la probeta de concreto cilíndrica, a un ratio ya definido dentro de un rango hasta provocar la falla. La compresión diametral produce esfuerzos de tracción y compresión, sin embargo la falla ocurre debido a tracción al ser las áreas sometidas a compresión las que soportan compresión triaxial permitiendo tolerar esfuerzos mayores a los que lo harían en un ensayo de compresión uniaxial el cálculo se realiza de la siguiente manera: $T=2P/LD$, T: esfuerzo de tensión, P: máxima carga aplicada, L: longitud del espécimen, D: diámetro del espécimen. (Cervera, y otros, 2015,p. 15)

MODULO DE YOUNG: El módulo de elasticidad es una propiedad de los materiales, es la pendiente en un gráfico de esfuerzo - deformación cuando todavía se presenta deformación elástica, esta relación de proporcionalidad se puede describir de la siguiente manera $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$, Donde E: módulo de Young o módulo de elasticidad; σ : esfuerzo ejercido en el área de la sección transversal; ϵ : deformación unitaria, la deformación dividida entre la longitud total de la muestra. **El método** para hallar el módulo de elasticidad se realiza de la siguiente manera según la (ASTM 469 – 94): El cual sirve tanto para hallar el módulo de elasticidad como la relación de poisson. Se utiliza cualquier aparato capaz ejercer una carga en la muestra de concreto que cumpla con los lineamientos de la sección de aparatos del ensayo de la astm C-39, $E = (\sigma_2 - \sigma_1) / (\epsilon_2 - 0.000050)$ Donde: E = módulo de elasticidad secante, se mide en psi; σ_2 = esfuerzo correspondiente al 40 % de la carga última; σ_1 = esfuerzo causante de la deformación longitudinal, ϵ_1 , de 50 millonésima, y ϵ_2

= deformación longitudinal producida por el esfuerzo σ_2 ; Cálculo de la relación de Poisson $V = (\epsilon_2 - \epsilon_1) / (\epsilon_2 - 0.000050)$ donde: V = relación de Poisson, ϵ_2 = deformación transversal a media altura del espécimen, producida por el esfuerzo σ_2 , y ϵ_1 = deformación transversal a media altura del espécimen, producida por el esfuerzo σ_1 . (Resistencia de materiales, 2010 p. 31)

MOMENTO FLEXIONANTE : Es la sumatoria de todos los momentos causados por las fuerzas actuantes en el tramo de una viga a los lados de una sección, la cual es perpendicular al eje de fuerzas y pasa por el centroide de la sección, el momento flexionante es positivo si el efecto sobre el material, en este caso una viga produce una deformación de concavidad en la parte superior. (Resistencia de materiales, 2010 p. 91)

Bernoulli – Navier plantean que en una viga que se somete a un esfuerzo de flexión pura, “en la deformación de una pieza recta sometida a flexión pura, las secciones rectas permanecen planas y normales a la deformada de la directriz” al tener un esfuerzo axial nulo la sumatoria de esfuerzos producidos en las secciones a flexión son iguales a $\int^S \sigma ds = 0$ lo que da como resultado a $\sigma = \frac{-My}{I}$ donde: σ = es el esfuerzo en cada punto de la sección provocado por el momento flector, M = el momento flector presente en la viga y Y = la distancia desde el centroide en la dirección y hasta el punto que se desea analizar, en una sección rectangular esta es igual a $\frac{y}{2}$. En la investigación se realizará según los estándares de la ASTM C78-02. (p. 151)

Consiste en la aplicación de fuerza separando la viga en 3 secciones y aplicando fuerza en 2 puntos ubicados justo en las separaciones de las secciones

El módulo de ruptura se puede resolver de las siguientes maneras

1) Si la fractura se inicia por tracción en el segundo tercio de la longitud del tramo $R = PL/bd^2$, Donde R : módulo de ruptura, P : carga última aplicada antes de la ruptura, L : Longitud del tramo, b : ancho de la muestra, d : grosor de la muestra. 2) Si la fractura ocurre en zona de tracción y a la vez no pertenece al tramo central, alejándose en no más del 5% de la longitud del tramo, $R = 3Pa/bd^2$, Donde: a = distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión, 3). Si la fractura ocurre fuera del tercio central y en más de un 5% de la longitud del tramo los resultados se descartan.

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

Según Lozada (2014) :La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto. (p. 1)

Debido a que busca responder problemas relacionados con el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto, aplicando conocimientos previos del tema, relativos a distintos temas de investigación relacionados al concreto, podemos decir que la investigación es de tipo aplicada

Según el enfoque: cuantitativa

Según Ugalde (2013): el conocimiento científico cuantitativo surge de aprender sobre los fenómenos y sus relaciones causa y efecto, se rige bajo tres preceptos que son la unidad del lenguaje en la cual los fenómenos deben de ser medibles, la unidad de leyes en los cuales los hechos o efectos se explican por los mismos principios o similares (científicos) y Unidad del método, el cual está relacionado con el método científico. (p. 27)

Debido a que esta investigación mide los fenómenos analizados entre diferentes pruebas, dando resultados estadísticos, en los resultados de experimentos y explicar la causa y efecto de los fenómenos, además de basarnos en principios ya establecidos de la física y al estudiar los resultados medibles y cuantificables mediante ensayos de ingeniería civil podemos decir que “Evaluación de propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210\text{kg/cm}^2$ con la adición de clavos reciclados, Cusco 2021” Responde a una investigación cuantitativa

Diseño

Según Hernández, (2010) La investigación Cuasi- experimental es aquella que busca falsear o ratificar una hipótesis mediante la manipulación de una o más variables independientes en las que no es posible obtener muestras aleatorias debido a razones logísticas o éticas del grupo, además de poseer un grupo de control con el cual comparar los resultados. (pág. 1)

Podemos decir que la presente investigación tiene un diseño cuasiexperimental, ya que manipula la variable independiente de la “adición de clavos reciclados” al alterar las dosificaciones y compararlas con una muestra de control, no es posible obtener una muestra aleatoria ya que esta queda al criterio de la normatividad, o sea utilizará dosificaciones ya establecidas con anterioridad.

3.2. Variables y operacionalización

Variables

Variable Independiente: Adición de clavos reciclados

Definición conceptual de clave:

La definición de clavo según la cámara nacional del acero (CANACERO) en México, tal y como cita Salvatierra Materiales para construcción (2016): Se entiende como una porción de acero fabricada mediante el proceso de estiramiento en frío con diámetros y longitudes variables pueden presentar o no cabeza, y una punta, cumple con el propósito de la fijación, unión, colgadura y sujeción entre objetos, estas tareas se pueden aplicar en una infinidad de situaciones, sin embargo no todos cumplen los requisitos de cada una de estas, se debe ocupar el clavo correcto dependiendo de la situación y la necesidad. (p. 8)

Así mismo la definición de clavos según Aceros Arequipa (2020): un clavo con cabeza hecho de acero es un elemento hecho a base de acero conformado de 3 partes punta, cabeza y espiga. (p. 8)

Definición conceptual de reciclado:

Según Álvarez (2013) el reciclaje es una operación o acción de relativa complejidad que busca la transformación, elaboración o recuperación de un material a partir de residuos, en este caso residuos de clavos. (p. 11)

Habiendo dicho esto podemos concluir que el calvo reciclado es un material hecho a base de acero, con determinadas características que originalmente cumplían la función de unir 2 superficies u objetos, con el fin de darle un nuevo uso en este caso buscando su incorporación en el diseño de mezcla del concreto.

Variable dependiente: Propiedades mecánicas del concreto

Definición conceptual

Según Carrillo, et al. (2013), las principales propiedades mecánicas del concreto son la resistencia a el esfuerzo a compresión, la resistencia al esfuerzo de tensión debido a la flexión, resistencia a la tracción de manera indirecta, el módulo de Young o elasticidad. (p. 292), Siguiendo estos principios podemos concluir que las propiedades mecánicas del concreto como el comportamiento físico del concreto al suministrarse cargas desde el exterior. Todas estas se miden en Kg/cm².

La matriz de operacionalización se encuentra en el anexo 19

3.3. Población, Muestra, Muestreo, unidad de análisis

Definición de población: Un grupo de objetos finito o infinito, existente o hipotético, aunque posiblemente grande, puede enumerarse en teoría. (Weisstein, s.f., "población: significados distintos pero relativos entre sí")

La población es la producción de concreto f'c 210 kg/cm² con clavos reciclados en la ciudad del Cusco, con dosificaciones de clavos de 0% 8% 10% y 12%

Muestra

Definición conceptual

Una muestra es un subconjunto representativo de una población que se obtiene a través de algún tipo de proceso, por selección aleatoria o selección basada en un cierto conjunto de criterios, con el propósito de investigar las propiedades de la población representada. En particular, las cantidades estadísticas determinadas directamente a partir de la muestra (como los momentos centrales de la muestra, los momentos sin procesar de la muestra, la media de la muestra, la varianza de la muestra, etc.) se pueden utilizar como estimadores de las propiedades correspondientes de la distribución subyacente.

En el caso la muestra es no aleatoria definida por el usuario basándose en la norma E 060 la cual establece lo siguiente:

El ensayo de resistencia promedio es el resultado como mínimo del ensayo de 2 probetas de concreto, provenientes de la misma muestra de ingredientes, ensayadas a los 28 días o a la edad que se establezca el f'c.

Para determinar la cantidad de muestras de concreto se toma en consideración lo siguiente:

- Las calidades del concreto para las diferentes resistencias a compresión (en la presente investigación solo es una resistencia, 210 kg/cm²)
- Para cada resistencia a compresión, las calidades del concreto, para cada cambio en la granulometría del agregado, para cada tamaño diferente en el tamaño máximo nominal del agregado grueso y para cada incorporación de algún tipo de aditivo.
- Para cada equipo de mezclado utilizado.

Cuando cambien los materiales, tomar muestras de cada uno de estos

Adicionalmente también menciona el promedio de resistencia de 30 muestras para calcular la desviación estándar, sin embargo no es el método que se realizará por falta de presupuesto

La muestra es no aleatoria, definido por los criterios estadísticos a conveniencia del investigador se tomarán 32 muestras por cada indicador para reducir el margen de error y poder tener un mejor criterio que a su vez cumpla con la conveniencia del investigador.

Tabla 1. *Muestra del estudio*

	Dosificación de clavos 0%			Dosificación de clavos 8%			
	Compresión	Tracción	Flexión	Compresión	Tracción	Flexión	
Resistencia que emula los 14 días 7 con acelerante	Muestras						
	C0-7-01	T0-7-01	V0-7-01	C8-7-01	T8-7-01	V8-7-01	
	C0-7-01	T0-7-01	V0-7-02	C8-7-01	T8-7-01	V8-7-01	
	C0-7-01	T0-7-01	V0-7-03	C8-7-01	T8-7-01	V8-7-01	
	C0-7-01	T0-7-01	V0-7-04	C8-7-01	T8-7-01	V8-7-01	
	Cantidad de muestras						Suma
	4	4	4	4	4	4	24
	Dosificación de clavos 10%			Dosificación de clavos 12%			
	Compresión	Tracción	Flexión	Compresión	Tracción	Flexión	
Resistencia que emula los 14 días 7 con acelerante	Muestras						
	C10-7-01	T10-7-01	V10-7-01	C12-7-01	T12-7-01	V12-7-01	
	C10-7-01	T10-7-01	V10-7-01	C12-7-02	T12-7-02	V12-7-02	
	C10-7-01	T10-7-01	V10-7-01	C12-7-03	T12-7-03	V12-7-03	
	C10-7-01	T10-7-01	V10-7-01	C12-7-04	T12-7-04	V12-7-04	
	Cantidad de muestras						Suma
	4	4	4	4	4	4	24

	Dosificación de clavos 0%			Dosificación de clavos 8%			
	Compresión	Tracción	Flexión	Compresión	Tracción	Flexión	
Resistencia que emula los 28 días 14 con acelerante	Muestras						
	C0-14-01	T0-14-01	V0-14-01	C8-14-01	T8-14-01	V8-14-01	
	C0-14-02	T0-14-02	V0-14-02	C8-14-02	T8-14-02	V8-14-02	
	C0-14-03	T0-14-03	V0-14-03	C8-14-03	T8-14-03	V8-14-03	
	C0-14-04	T0-14-04	V0-14-04	C8-14-04	T8-14-04	V8-14-04	
	Cantidad de muestras						Suma
	4	4	4	4	4	4	24
	Dosificación de clavos 10%			Dosificación de clavos 12%			
	Compresión	Tracción	Flexión	Compresión	Tracción	Flexión	
Resistencia que emula los 28 días 14 con acelerante	Muestras						
	C10-14-01	T10-14-01	V10-14-01	C12-14-01	T12-14-01	V12-14-01	
	C10-14-02	T10-14-02	V10-14-02	C12-14-02	T12-14-02	V12-14-02	
	C10-14-03	T10-14-03	V10-14-03	C12-14-03	T12-14-03	V12-14-03	
	C10-14-04	T10-14-04	V10-14-04	C12-14-04	T12-14-04	V12-14-04	
	Cantidad de muestras						Suma
	4	4	4	4	4	4	24

Tabla 2. Total de la muestra

Total de muestras a los 7 días con acelerante	48	
		Total
Total de muestras a los 14 días con acelerante	48	96

Adicionalmente también se puede observar de la siguiente manera

Tabla 3. *Muestreo por compresión, tracción y flexión*

Porcentaje de clavos	Compresión		Tracción		Flexión	
	7 días	14 días	7 días	14 días	7 días	14 días
0%	C0-7-01	C0-14-01	T0-7-01	T0-14-01	V0-7-01	V0-14-01
	C0-7-01	C0-14-02	T0-7-01	T0-14-02	V0-7-02	V0-14-02
	C0-7-01	C0-14-03	T0-7-01	T0-14-03	V0-7-03	V0-14-03
	C0-7-01	C0-14-04	T0-7-01	T0-14-04	V0-7-04	V0-14-04
8%	C8-7-01	C8-14-01	T8-7-01	T8-14-01	V8-7-01	V8-14-01
	C8-7-01	C8-14-02	T8-7-01	T8-14-02	V8-7-01	V8-14-02
	C8-7-01	C8-14-03	T8-7-01	T8-14-03	V8-7-01	V8-14-03
	C8-7-01	C8-14-04	T8-7-01	T8-14-04	V8-7-01	V8-14-04
10%	C10-7-01	C10-14-01	T10-7-01	T10-14-01	V10-7-01	V10-14-01
	C10-7-01	C10-14-02	T10-7-01	T10-14-02	V10-7-01	V10-14-02
	C10-7-01	C10-14-03	T10-7-01	T10-14-03	V10-7-01	V10-14-03
	C10-7-01	C10-14-04	T10-7-01	T10-14-04	V10-7-01	V10-14-04
12%	C12-7-01	C12-14-01	T12-7-01	T12-14-01	V12-7-01	V12-14-01
	C12-7-02	C12-14-02	T12-7-02	T12-14-02	V12-7-02	V12-14-02
	C12-7-03	C12-14-03	T12-7-03	T12-14-03	V12-7-03	V12-14-03
	C12-7-04	C12-14-04	T12-7-04	T12-14-04	V12-7-04	V12-14-04
	Suma					
	Compresión		Tracción		Flexión	
	16	16	16	16	16	16
	32		32		32	

Total	96
-------	----

Muestreo

Se entiende como muestreo a el proceso de obtención de la muestra. (Weisstein, 2000., "Sample")

Muestreo no probabilístico definición: según QuestionPro (2018)el muestreo por conveniencia se utiliza debido al fácil acceso y la disponibilidad de la población a formar parte de la muestra... este tipo de muestreo existe cuando es casi imposible realizar pruebas a toda la población y los criterios tienen un impacto mínimo o son inexistentes para que un miembro de la población pueda formar parte de la muestra. (párr. 1)

Por lo tanto, se considera que la técnica del muestreo es no probabilística, ya que las probetas están conformadas por agregados fino y grueso provenientes de las canteras de Huambutío y Vicho para el agregado fino y agregado grueso respectivamente por lo tanto cualquier diseño de mezcla con los agregados provenientes de dichas canteras tienen las mismas posibilidades de formar parte de la muestra, además también que los clavos al ser adquiridos de diferentes obras tienen también las mismas probabilidades de ser adquiridos

A conveniencia del investigador definido por requerimientos normativos.
(E060)

Que especifica mínimo 3 muestras por dosificación a 7, 14 y 28 días para ver la progresión del concreto, sin embargo, por motivos de presupuesto se optó por obviar la dosificación a los 7 días, la cual, si bien al carecer de dicha información podemos apreciar que no se cuenta con un conocimiento más certero acerca de la progresión de la resistencia del concreto, si cumple con el objetivo de investigación al conocer la resistencia del concreto a los 28 días o 14 días con acelerante, qué es la resistencia de diseño y un conocimiento de la resistencia a mitad del proceso de curado 14 días o 7 con la incorporación de aditivo acelerante

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos

Definición conceptual:

Una técnica de investigación es el conjunto de procedimientos instrumentos y herramientas con el propósito de obtención de conocimiento.

Son herramientas universales accesibles para cualquier investigador, sin embargo, independientemente de la fiabilidad de los datos, no garantizan la veracidad de la interpretación ni de las conclusiones. (CONCEPTO.DE, 2020, parr. 1)

Las técnicas de investigación son:

Técnica

Observación: según (Hernandez, 2010) tal y como es citado en Salas (2020, párr. 3) consiste en la recolección de datos de manera sistemática, buscando la validez y confiabilidad de situaciones y comportamientos categorizando y sub categorizando. (p.260)

Instrumento

La guía de observación permite al investigador situarse y obtener información sistemática y uniforme del objetivo de estudio, conduce la recolección de datos sobre hechos o fenómenos de estudio, responde a los elementos y variables del problema. (Campos y Lule, 2012 ,p. 56)

En la siguiente investigación se optó por la observación para tener una respuesta clara al problema de investigación, mediante la siguiente ficha técnica o guía de observación

Ficha 1: resultados de ensayos de resistencia a la compresión y promedios a los 14 días y 14 días con la incorporación de acelerantes para simular la resistencia a los 28 días frente a la prueba de control. Anexo 22

Ficha 2: resultados de ensayos de resistencia a la tracción por flexión y promedios a los 14 días y 14 días con la incorporación de acelerantes para simular la resistencia a los 28 días frente a la prueba de control. Anexo 20

Ficha 1: resultados de ensayos de resistencia a la tracción indirecta y promedios a los 14 días y 14 días con la incorporación de acelerantes para simular la resistencia a los 28 días frente a la prueba de control. Anexo 21

Ficha 4: resultados de ensayos de módulo de elasticidad y promedios a los 14 días y 14 días con la incorporación de acelerantes al 4% del peso del cemento para simular la resistencia a los 28 días frente a la prueba de control. Anexo 23

Validación

La validación de un instrumento de investigación se refiere al proceso y conjunto de técnicas para evaluar su confiabilidad, pueden ser de carácter cualitativo o cuantitativo. (2020, párr. 2)

El método de validación usado será El juicio de expertos, según Bio estadístico (2012): la validación por juicio de expertos es un sistema de validación cualitativo que se define como la búsqueda y selección de un grupo de expertos de manera interdisciplinaria para evaluar la coherencia, claridad, suficiencia y relevancia con la que se redactan los ítems o reactivos del instrumento de validación, los jueces no ayudan a construir los ítems, su función se limita solo a la evaluación, llamado también validación por jueces.

Así mismo se menciona que los jueces no necesariamente son expertos, además de que los expertos deben de ser en su mayor parte multidisciplinarios con el objetivo de evitar un sesgo en las opiniones, se busca con esto garantizar la pertinencia, claridad y suficiencia del instrumento. (p. 21)

Experto 1: Ing. Toribio Félix Huamán Ludeña (anexo 20, 21, 22 y 23)

Experto 2: Ing. Lizbeth Caballero Casafranca (anexo 20, 21, 22 y 23)

Experto 3: Ing. David Lázaro Jáuregui Rivera (anexo 20, 21, 22 y 23)

Confiabilidad

Según la RAE (2014) define la confiabilidad como la cualidad de un buen funcionamiento relativo a algún tema.

Se comprobará por el certificado de calibración de los equipos en el anexo 1 (GLM BALANZA III y IIII DE 20 kg. x 0.001 kg), 2 (Certificado de calibración prensa de Humbolt), 3 (BALANZA I y II DE 6200 g. x 0.1 g.), 4

(GLM BALANZA I y II DE 1000 g. x 0.01 g. INGEOMAT E.I.R.L.), 5 (GLM BALANZA III y IIII DE 30 kg. x 0.005 g. INGEOMAT E.I.R.L.), 6 (CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MAQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN.), 7 (GLM BALANZA I y II DE 500 g. x 0.1 g. INGEOMAT E.I.R.L.), 24 (0308 - 2020 GLF MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO 100 000 KGF. INGEOMAT E.I.R.L)

3.5. Procedimientos

Proceso de la Investigación

Etapa 1

Acopio del material para el diseño de mezcla

- Agregado fino: proveniente de la cantera de Huambutio
- Agregado grueso: proveniente de la cantera de Vicho
- Agua: de la red de agua pública en el Cusco
- Cemento: Yura IP
- Aditivo Sika 3 acelerante, 4% del peso del cemento
- Clavos reciclados: de 3" y 4" de longitud

Etapa 2

Caracterización de los agregados

“El proceso de muestreo de los agregados se hace mediante el procedimiento del ensayo MTC E 201, la cual también proporciona el conocimiento para la obtención del tamaño máximo nominal del agregado” (MTC, 2014, p. 292).

“En cuanto a la obtención de las demás características se realizan mediante el método de MTC E 107 (MTC, 2014, p. 44) para el análisis por tamizado, además del método del MTC E 204” (MTC, 2014, p. 303).

“Calcular la densidad, absoluta y relativa y absorción de agregado fino según el manual de ensayos de materiales proporcionado por el MTC E 205” (MTC, 2014, p. 309)

“Calcular la densidad, absoluta y relativa, peso específico y absorción de agregado grueso por el método del MTC E 206 (MTC, 2014, p. 312)

Método para determinar la cantidad de vacíos y pesos unitarios de agregados fino y grueso MTC E 203 (MTC, 2014, p. 298)

“Determinación de la cantidad de material orgánico en el agregado ASTM C40, y por último medir el contenido total de humedad según el MTC E 215” (MTC, 2014, p. 361).

Etapas tres

Diseño de Mezcla:

Se realizaron 4 diseños correspondientes a las 3 dosificaciones de 0%, 8%, 10% y 12% del peso del cemento para el peso de los clavos.

Se realizó en base a una dosificación de base para un metro cúbico de concreto sin clavos ni aditivos de ninguna clase, en cuanto a los aditivos y clavos incorporados se calcula en base a esta dosificación, el contenido total es sin duda, mayor a un metro cubico si se toma en cuenta los aditivos y los clavos

- Agregado fino: 759Kg/m³
- Agregado grueso: 972Kg/m³
- Agua: 191 Kg/m³
- Cemento: 351Kg/m³

Adicionalmente en cuanto a los aditivos se dosificó de la siguiente manera: 4% del peso del cemento para el aditivo acelerante

Aditivo acelerante Sika 3: 14.04 Kg

- Clavos reciclados: 28.8 Kg, 35.1 Kg, 42.12 Kg respectivamente para 8%, 10% y 12% del porcentaje de peso del cemento en clavos.

Se realiza el diseño de mezcla, el concreto se prepara para una resistencia de 210 Kg/cm² siguiendo la guía de preparación de la Norma ACI 211 sin tomar en cuenta la dosificación de clavos

Etapas 4

Fabricación de muestras:

Se fabricaron muestras

- 32 muestras cilíndricas para en ensayo de compresión
- 32 muestras para el ensayo de tracción indirecta mediante compresión diametral
- 32 para la prueba de flexión

Etapas 5

Curado: el proceso más lento en cuanto a los demás, se realiza el curado en 28 días normalmente, pero debido a cuestiones de tiempo se opta por un curado acelerado del concreto con la norma ASTM C31

Etapas 6

Ensayo de compresión y módulo de Elasticidad: se hacen siguiendo las normas ASTM C39 y ASTM 469 para los ensayos de compresión y módulo de elasticidad con las cuales se trata de verificar la resistencia del concreto, y obtener el módulo de Elasticidad simultáneamente

Etapas 7

Ensayo de flexión y tracción: el ensayo es relativamente rápido y se hacen según las normas ASTM C78-02 y ASTM C496 para la flexión y tracción respectivamente

Etapas 8

El procesamiento de resultados: se hace mediante el uso de fichas técnicas con el propósito de ordenar y facilitar el procesamiento de datos y consecuentemente poder tener una respuesta o juicio fidedigno y objetivo sobre las hipótesis planteadas y a su vez responder ante los objetivos de la investigación y sacar conclusiones imparciales y universales en la medida de lo posible

3.6. Método de análisis de datos

Estadística descriptiva

Definición de términos

Una de las ramas estadísticas que busca la caracterización, análisis y recolección de datos, con el objetivo de describir numéricamente tablas, gráficos y medidas de resumen (Universo formulas, 2013, párr. 1)

Medidas de resumen: las medidas de resumen, buscan la sinterización en una sola cifra la información proporcionada por una variable.

Estas se clasifican en Medidas de posición, Medidas de dispersión y medidas de tendencia central

Las medidas de posición buscan averiguar el lugar de una observación con respecto al total de observaciones.

Medida de dispersión: se utilizan con el objetivo de cuantificar la dispersión de datos o variabilidad son el rango, la varianza y la desviación estándar

Medidas de tendencia central: buscan el eje o centro sobre el cual ronda el rango de observaciones, son la mediana, la moda y el promedio (Franco y Darrigrandi, 2019)

Tablas comparativas: se usarán tablas para representar y organizar información de manera clara que permita ver las progresiones numéricas reduciendo la probabilidad del sesgo en su interpretación

Gráficos con fin de tener una perspectiva acorde a la representación de las propiedades del elemento de estudio, que permitan organizar y sintetizar la información a escalas de interpretación comprensibles más allá de la simple comparación numérica

Medidas de resumen con el objetivo de una presentación concisa y representativa de la información facilitando la visualización de las características más importantes

3.7. Aspectos éticos

Se respetará el derecho de autor mediante las citas y referencias, se verificará el porcentaje de coincidencias de redacción utilizando el software de Turnitin, además de la aprobación y revisión periódica del asesor, al mismo tiempo, se contará con la consulta de ingenieros que independientemente de su función de validación de expertos o de su labor como laboratoristas presenciarán el procedimiento de la investigación garantizando la veracidad de su existencia. Además de ello se contará con los certificados de calibración pertinentes a los equipos relacionados a los ensayos a realizarse.

IV. RESULTADOS

4.1. Desarrollo del Procedimiento

Etapa 1:

Acopio del material para el diseño de mezcla, se realizó de la siguiente manera:

- Agregado fino proveniente de la cantera de Huambutio, un metro cúbico de pala cargadora



Figura 1. Agregado fino

- Agregado grueso proveniente de la cantera de Vicho, un metro cúbico de pala cargadora.



Figura 2 Agregado grueso



Figura 3. Agregado de cantera de Vicho

- Agua de la red de agua publica en el cusco
- Cemento Yura IP: 7 bolsas de 42.5 Kg
- Aditivo Sika 3 acelerante, se compraron 3 galones, la que podemos ver en la figura 4



Figura 4. Aditivo Sika

- Clavos reciclados de 3" y 4" de longitud, se recolectó 30 Kg provenientes de distintas obras en la ciudad del Cusco. En la figura 5 podemos observar los clavos y en la figura 6 el tipo de obras que sirvieron de fuente del material



Figura 5. Clavos con longitudes establecidas



Figura 6. Obra de la ciudad de Cusco

Etapa 2: Caracterización de los agregados

Los resultados de la caracterización de agregados fueron los siguientes:

En la figura 7 podemos ver los agregados después del lavado y después del cuarteo



Figura 7. Agregados después del lavado

Agregado fino:

Peso Específico de la masa: 2.43

En la figura 8 se puede observar el procedimiento para hallar el peso específico del agregado fino, se pesa en una balanza y se divide entre el volumen que ocupa



Figura 8. Agregado fino

Absorción: 5.73%: en la figura 9 es posible apreciar el procedimiento en el cual se busca en una probeta armar una muestra añadiendo 500 gr de agua a la muestra para poder hacer el procedimiento de hallar la absorción procedimiento anexo 13



Figura 9. Absorción del agregado fino

Contenido de Humedad: 5.83%, en la figura 10 vemos las muestras de agregado fino colocándose en el horno para hallar la diferencia de peso y por lo tanto obtener

el contenido de humedad, en la siguiente figura el proceso de pesado de la muestra húmeda procedimiento anexo 10



Figura 10. Contenido de humedad



Módulo de Fineza: 4.05, en la figura 11 podemos observar el proceso de tamizado para hallar el módulo de fineza, procedimiento anexo 8 para agregado fino y anexo 9 para agregado grueso



Figura 11. Módulo de fineza

Peso Compacto Seco: 1708.69 kg/m³

Peso Suelto Seco: 1508.29 kg/m³, en la figura 12 nos es posible apreciar el procedimiento de pesado del agregado fino para poder determinar el peso suelto y compactado que en ambos casos suelen hacerse de manera similar, para el peso suelto se toma una muestra y se llena en el recipiente, para la muestra varillada se llena en 3 capas y se varilla 25 veces por cada capa



Figura 12. Peso compactado y suelto

Agregado Grueso:

Perfil Angular

Tamaño Máximo Nominal: 1 pulg.

Peso Compacto Seco: 1720.52 kg/m³, en la figura 13 nos es posible ver el proceso de pesado del agregado grueso para determinar el peso específico, procedimiento completo anexo 12

Peso Suelto Seco: 1408.34 kg/m³, en la figura 14 nos es posible observar el proceso de varillado para determinar el peso específico compacto anexo 11, en la siguiente figura nos es posible ver el proceso del pesado del agregado grueso



Figura 13. Peso suelto - Agregado Grueso

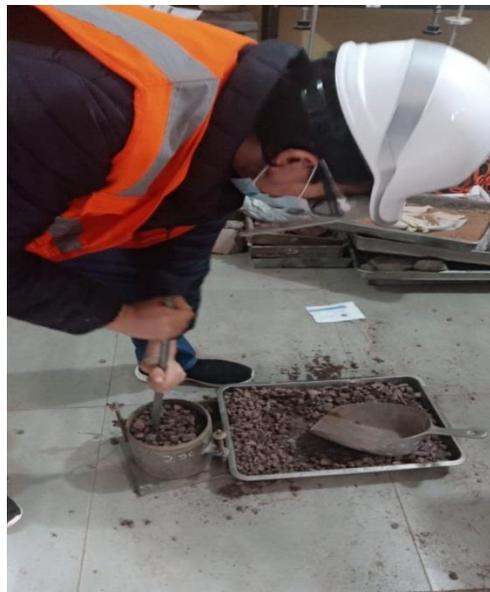


Figura 14. Varillado agregado grueso

Peso Específico de la masa: 2.48



Figura 15. Peso en agua del A.G.



Figura 16. Peso superficialmente seco del AG.

Absorción: 2.61%, en la figura 15 nos es posible observar el peso en agua del agregado grueso, y en la figura 16 el peso superficialmente seco del agregado grueso, todo esto necesario para hallar el porcentaje de absorción procedimiento anexo 13

Contenido de Humedad: 2.73%, en la figura 17 podemos ver el agregado antes de secarse en el horno para determinar su peso seco y por lo tanto comparar ambos pesos y determinar el contenido de humedad



Figura 17. Muestra seca del A.G.

Módulo de Fineza: 6.92

Fase 3: Diseño de Mezcla:

Se realizaron 4 diseños correspondientes a las 3 dosificaciones que pasaremos a llamar: D1=0%, D2=8%, D3=10% y D4=12%, Todas se hacen en base a la dosificación D1, o dosificación patrón, el resto de dosificaciones se diferencian por la incorporación de clavos reciclados, y los porcentajes representan la relación que tienen con respecto al peso del cemento

Cálculo de la dosificación

Partimos de los siguientes datos:

Peso específico del cemento: 3.06

Agregado fino: podemos apreciar las características del agregado fino en la tabla 4

Tabla 4. Características del Agregado Fino

Peso Especifico de la masa	2.43
Absorción	5.73%
Contenido de Humedad	5.83%
Modulo de Fineza	4.05
Peso Compacto Seco	1708.69 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1508.29 kg/m ³

Agregado grueso: podemos apreciar las características del agregado fino en la tabla 5

Tabla 5. *Características del Agregado Grueso*

Perfil Angular	Si
Tamaño Maximo Nominal	1 pulg
Peso Compacto Seco	1720.52 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1408.34 kg/m ³
Peso Especifico de la masa	2.48
Absorción	2.61%
Contenido de Humedad	2.73%
Modulo de Fineza	6.92

Slump: 3 pulg.

Calculamos la resistencia promedio ($f'c_r$), en este caso es $f'c + 85$

$F'cr = 295 \text{ kg/cm}^2$

Calculamos el agua de la mezcla: según la tabla 6 podemos ver la cantidad de agua en Litros por cada metro cúbico de concreto en función al asentamiento de la prueba del slump y el tamaño máximo nominal del agregado grueso

Tabla 6. *Cantidad de agua en L/m³ de concreto*

Volumen Unitario de Agua (lt/m ³)								
Asentamiento	tamaños maximos nominales							
	3/8 pulg	1/2 pulg	3/4 pulg	1 pulg	1 1/2 pulg	2 pulg	3 pulg	4 pulg
Concreto sin Aire incorporado								
1 pulg	207	199	190	179	166	154	130	113
2 pulg	207	199	190	179	166	154	130	113
3 pulg	228	216	205	193	181	169	145	124
4 pulg	228	216	205	193	181	169	145	124
5 pulg	243	228	216	202	190	178	160	140
6 pulg	243	228	216	202	190	178	160	140
7 pulg	243	228	216	202	190	178	160	140
8 pulg	251	242	232	215	201	185	175	154

Según el cuadro para un asentamiento de 3 pulgadas y un tamaño nominal máximo de agregado de 1 pulg tenemos que la cantidad de agua en la mezcla corresponde a 193 lt/m³

Calculamos la relación agua cemento: en la tabla número 7 podemos observar las diferentes relaciones de agua cemento para diferentes resistencias de concreto, en caso de no poder observar la relación para la resistencia requerida se hace una interpolación

Tabla 7. *Relación agua/cemento*

f _c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

En base a esto hacemos una interpolación:

$$\frac{(300 - 250)}{(0.55 - 0.62)} = \frac{(300 - 295)}{(0.55 - X)}$$

Donde:

X = 0.55 de manera redondeada

Cálculo del factor cemento:

$$\text{Factor cemento} = \frac{\text{Agua}}{A/C}$$

$$\text{Factor cemento} = \frac{193.00 \text{ lt/m}^3}{0.55}$$

Factor cemento = 351 kg/m³ ó 8.26 bolsas de 42.5 kg/cm²

Cálculo del volumen de la pasta

Cálculo de cemento en m³

$$\frac{351Kg/m^3}{(3.06 * 1000kg)} = 0.115 m^3$$

Agua M3

$$193lt * \frac{0.001m^3}{1lt} = 0.193m^3$$

Aire: $1.5\% * 1m^3 = 0.015m^3$

Volumen de la pasta: $0.015 + 0.193 + 0.115 = 0.323 m^3$

Cálculo de los volúmenes absolutos de agregados:

Volumen de agregados: $1 - 0.323 = 0.677 m^3$

Volumen del agregado grueso: en la tabla 8 vemos el volumen del agregado grueso en función al módulo de fineza del agregado fino y al tamaño máximo nominal del agregado grueso

Tabla 8. *Volumen agregado grueso por módulo de fineza del agregado fino y tamaño máximo nominal del grueso proporcionada por el Acicomitte 211*

nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso varillado en seco por volumen unitario de concreto por diferentes Mod. de fin. Del agreg fino						
	3.2	3.4	3.6	3.8	4	4.2	4.4
3/8 pulg	0.42	0.4	0.38	0.36	0.34	0.32	0.3
1/2 pulg	0.51	0.49	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39
3/4 pulg	0.58	0.56	0.54	0.52	0.5	0.48	0.46
1 pulg	0.63	0.61	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
1 1/2 pulg	0.67	0.65	0.63	0.61	0.59	0.57	0.55
2 pulg	0.7	0.68	0.66	0.64	0.62	0.6	0.58
3 pulg	0.74	0.72	0.7	0.68	0.66	0.64	0.62
6 pulg	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67

Para un tamaño máximo nominal de una pulgada y un módulo de fineza de 4.05 obtenemos 0.55 m3

Cálculo del peso del agregado

$$1720.52kg/m^3 * 0.55m^3 = 946.29 Kg$$

Redondeando: 946 Kg

Volumen del agregado grueso:

$$\frac{\text{Peso A. G.}}{\text{Peso específico}} = \text{Volumen del agregado}$$

$$\frac{946.29 \text{ kg}}{2.48 * (1000 \text{ kg/m}^3)} = \text{Volumen del agregado}$$

0.381 m³

Volumen del agregado fino:

Volumen de los agregados menos el volumen del agregado grueso

$$0.677\text{m}^3 - 0.381\text{m}^3 = 0.296\text{m}^3$$

Peso del agregado fino:

$$\text{Volumen AF} * \text{Peso específico AF} = \text{Peso del AF}$$

$$0.296\text{m}^3 * 2.43 * (1000\text{kg/m}^3) = 719 \text{ Kg}$$

Por motivos de mayor precisión en el cálculo se optó por 718 Kg, para tener un resultado que con aproximación tenga en consideración la mayor cantidad de decimales en los cálculos

Corrección por humedad:

Agregado grueso:

$$\text{Agregado grueso} * (1 + \text{contenido de humedad}) = \text{Peso corregido AG}$$

$$946 \text{ kg/m}^3 * (100\% + 2.73\%) = 972\text{kg/m}^3$$

Agregado fino:

$$\text{Agregado Fino} * (1 + \text{contenido de humedad}) = \text{Peso corregido AF}$$

$$718 \text{ kg/m}^3 * (100\% + 5.83\%) = 759 \text{ kg/m}^3$$

Humedad superficial del agregado (humedad – absorción):

Humedad superficial agregado fino: (absorción menos

$$5.83\% - 5.73\% = 0.10\%$$

Si tomamos en cuenta una mayor cantidad de decimales

$$0.09\%$$

Humedad superficial agregado grueso:

$$2.73\% - 2.61\% = 0.12\%$$

Tomando en cuenta más decimales:

$$0.11\%$$

Aporte de agua de los agregados (humedad superficial * peso sin corregir del agregado)

Aporte de humedad agregado fino:

$$718 \text{ kg/m}^3 * (0.09\%) = 0.68 \text{ kg/m}^3$$

Aporte de humedad Agregado Grueso:

$$946 \text{ kg/m}^3 * (0.11\%) = 1.09 \text{ kg/m}^3$$

Resultado tomando en cuenta la mayor cantidad de decimales

Agua efectiva:

$$0.68 \text{ kg/m}^3 + 1.09 \text{ kg/m}^3 = 1.77 \text{ kg/m}^3$$

$$193 \text{ kg/m}^3 - 1.77 \text{ kg/m}^3 = 121.23 \text{ kg/m}^3$$

Tenemos los siguientes resultados:

Dosificación Base o D1:

- Agregado fino: 759Kg/m³
- Agregado grueso: 972Kg/m³
- Agua: 191 Kg/m³
- Cemento: 351Kg/m³

Adicionalmente en cuanto a los aditivos se dosificó de la siguiente manera: 4% del peso del cemento para el aditivo acelerante

Aditivo acelerante Sika 3: 14.04 Kg

-Clavos reciclados: 28.8 Kg, 35.1 Kg, 42.12 Kg respectivamente para D1, D2, D3.

El concreto se fabricó siguiendo el procedimiento de la norma ACI 211

Considerando la desviación estándar la resistencia de diseño fue de 295 Kg/cm²

-Prueba del Slump: 3 Pulgadas, tal y como podemos ver en la figura 18



Figura 18. Prueba del slump.

Porcentaje de aire atrapado: 1.50%

Relación Agua cemento: 0.55

El procedimiento completo se encuentra en el anexo 14 según las tablas estandarizadas para el diseño de mezcla proporcionadas por el ACI

Fase 4: Fabricación de muestras:

- 32 muestras cilíndricas para en ensayo de compresión y 32 muestras para el ensayo de tracción indirecta mediante compresión diametral ambas se realizaron en briquetas cilíndricas de dimensiones 30 cm de altura y 15 cm de diámetro, en la figura 22 y 23 podemos observar el proceso de fabricación de las briquetas, en la 22 vemos el varillado
- 32 para la prueba de flexión, estas muestras tenían las siguientes dimensiones Largo: 45 cm, Ancho: 15 cm, Altura: 15 cm, en la figura 20 podemos ver la mezcla saliendo de la mezcladora, siendo así para todas las probetas, en la figura 20 y 21 nos es posible ver la fabricación de viguetas, como podemos ver en todos los casos se puede ver el varillado



Figura 19. Vaciado del concreto.



Figura 20. Fabricación de viguetas



Figura 21. Fabricación de viguetas 2



Figura 22. Fabricación de briquetas – varillado.



Figura 23. Fabricación de briquetas

Fase 5: El curado se realizó en recipientes con agua a temperatura ambiente de acuerdo a la normatividad para evitar problemas como cangrejeras y exudación del concreto, Astm C31, se esperaba una respuesta de disminución del tiempo de fraguado a la mitad por la adición del aditivo acelerante, mas no dio el resultado esperado, en la figura 25 podemos ver el curado de viguetas y en la 26 y 27 el curado de briquetas.



Figura 24. Curado de viguetas.



Figura 25. Curado de briquetas.



Figura 26. Curado de briquetas 2.

Fase 6: Ensayo de compresión y módulo de Elasticidad: se hicieron siguiendo las normas ASTM C39 y ASTM 469 para los ensayos de compresión y módulo de

elasticidad con las cuales se trata de verificar la resistencia del concreto, y obtener el módulo de Elasticidad simultáneamente, ambas pruebas se realizaron con una máquina de compresión universal de los diseños D1, D2, D3, D4. Podemos observar las briquetas para los ensayos en la figura 28 y en la 29 el ensayo de compresión



Figura 27. Briquetas de compresión y módulo de Young



Figura 28. Ensayo de compresión.

Fase 7: Ensayo de flexión y tracción: el ensayo es relativamente rápido y se hacen según las normas ASTM C78-02 y ASTM C496 para la flexión y tracción respectivamente, en la figura 30 y 31 nos es posible ver el ensayo de tracción o compresión diametral y en las figuras 32, 33 y 34 los ensayos de flexión.



Figura 29. Ensayo de tracción.



Figura 30. Ensayo de tracción 2.



Figura 31. Ensayo de flexión.



Figura 32. Ensayo de flexión 2.



Figura 33. Ensayo de flexión 3.

También sirviéndose de la máquina de compresión universal adaptándose a los requerimientos del análisis

4.2. Interpretación

Resultados por indicadores

INDICADOR 1: Resistencia a la compresión

Tabla 9. Resistencia a la compresión

	Compresión			
	D1	D2	D3	D4
14 días	184.129778	195.180133	194.993491	190.610431
28 Días	211.540376	212.603484	224.943143	208.589696

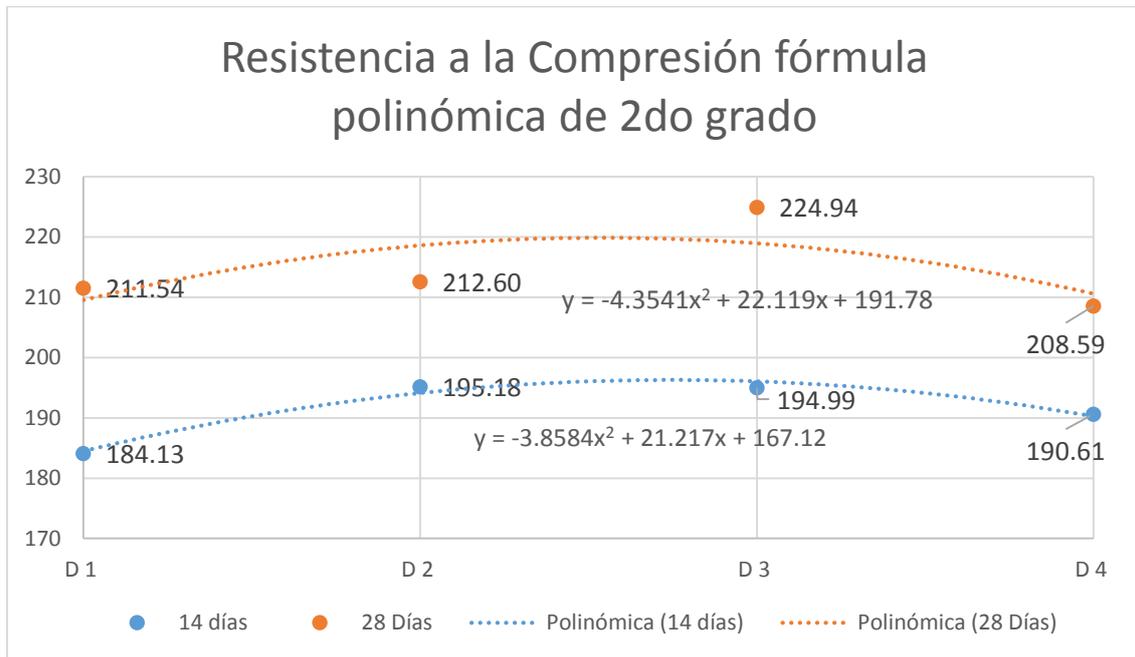


Figura 34. Resistencia a la compresión fórmula polinómica de segundo grado

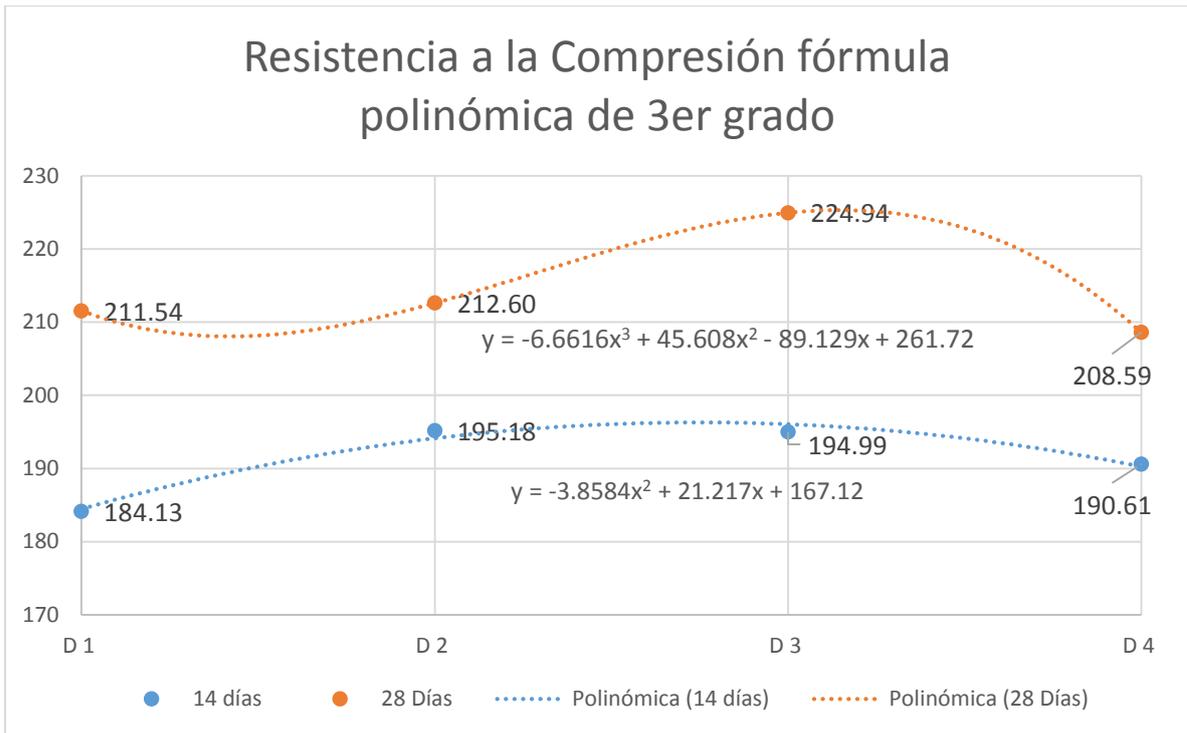


Figura 35. Resistencia a la compresión fórmula polinómica 3er grado

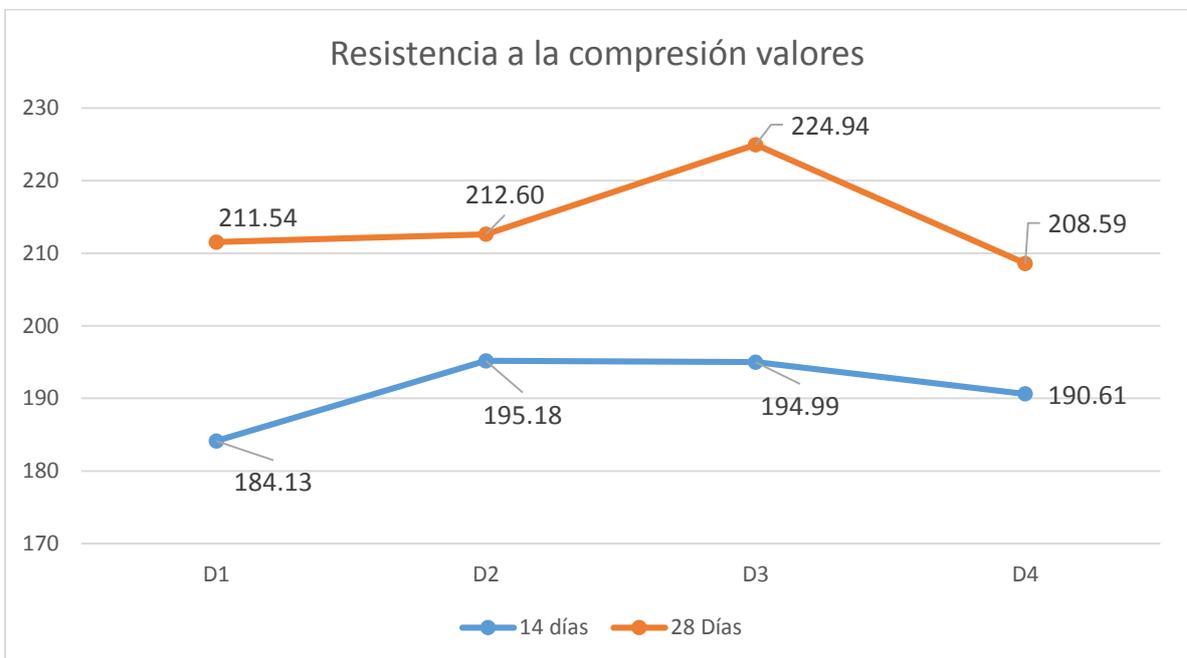


Figura 36. Resistencia a la compresión valores

Tabla 10. Resistencia respecto al concreto patrón

Diferencias respecto al concreto patrón				
	D1	D2	D3	D4
14 días	0	11.0503543	10.8637132	6.4806524
28 Días	0	1.06310837	13.4027667	-2.95067966

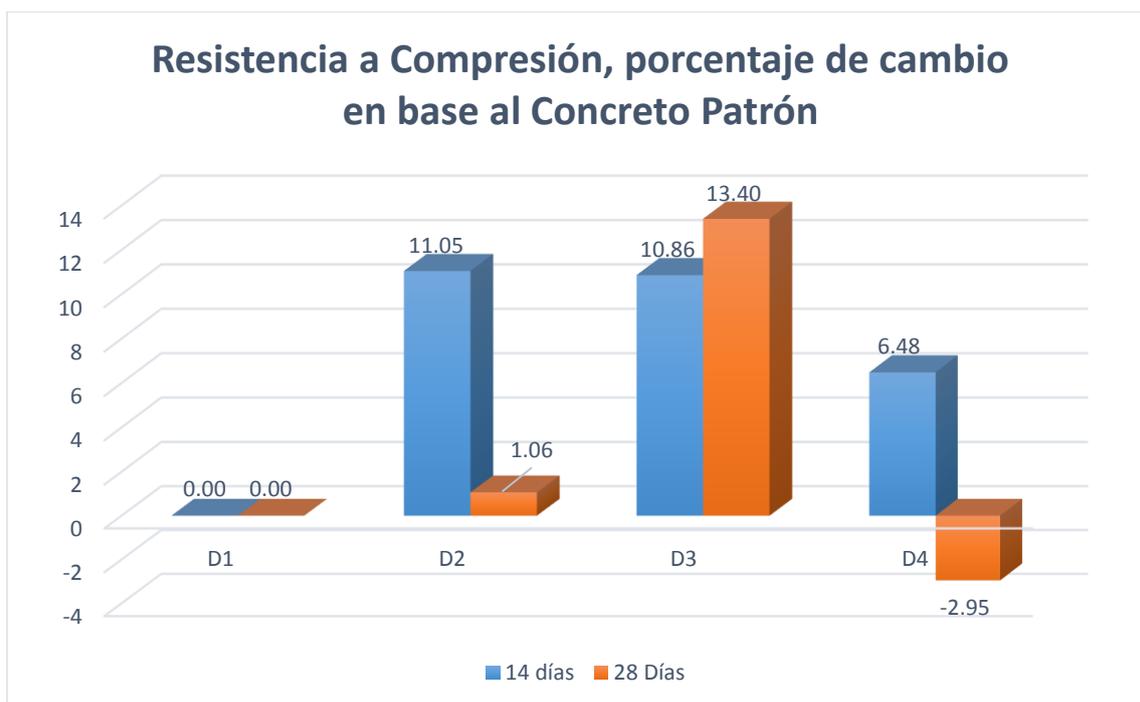


Figura 37. Resistencia a compresión, cambio en base al concreto patrón

Tabla 11. Diferencias respecto al concreto patrón en porcentaje

Diferencias respecto al concreto patrón				
	D1	D2	D3	D4
14 días	0.00%	6.00%	5.90%	3.52%
28 Días	0.00%	0.50%	6.34%	-1.39%

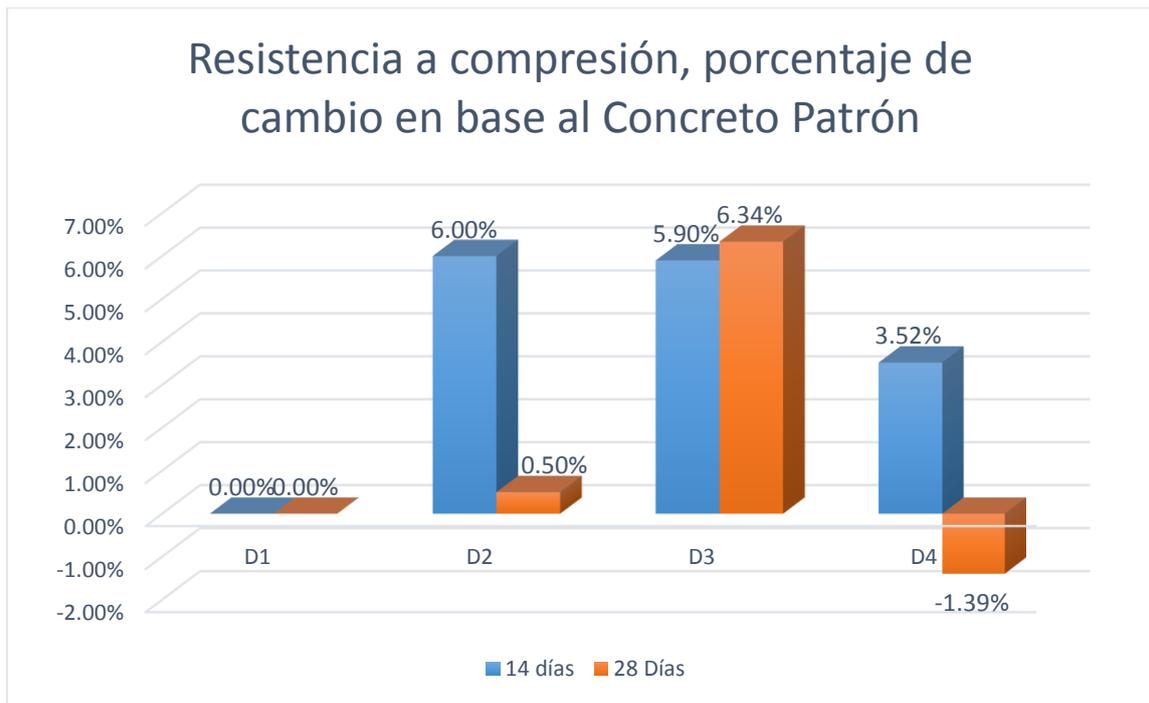


Figura 38. Resistencia a compresión, porcentaje de cambio en base al Concreto Patrón

Tabla 12. Diferencias entre las dosificaciones

Diferencias entre las dosificaciones			
	D2-D1	D3-D2	D4-D3
14 días	11.0503543	-0.18664117	-4.38306077
28 Días	1.06310837	12.3396583	-16.3534463

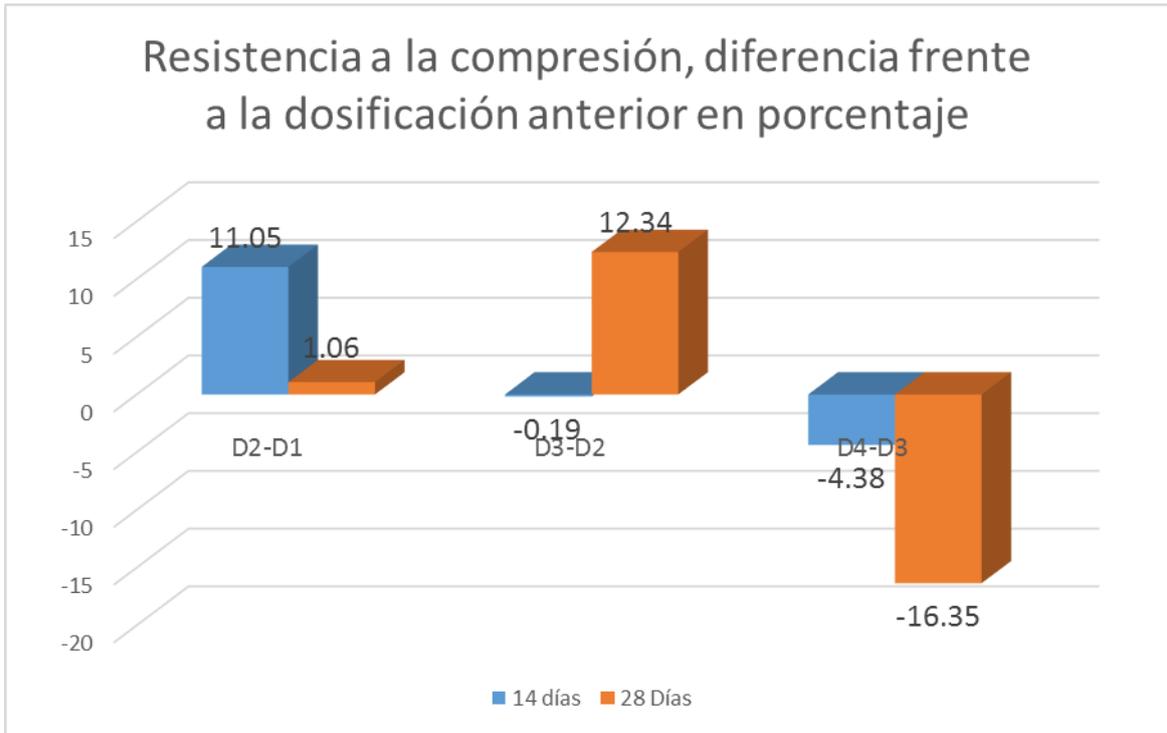


Figura 39. Resistencia a la compresión, diferencia frente a la dosificación anterior en porcentaje

Tabla 13. Diferencias entre las dosificaciones en porcentajes

Diferencias entre las dosificaciones en porcentaje d			
	D2-D1	D3-D2	D4-D3
14 días	6.00%	-0.10%	-2.25%
28 Días	0.50%	5.80%	-7.27%

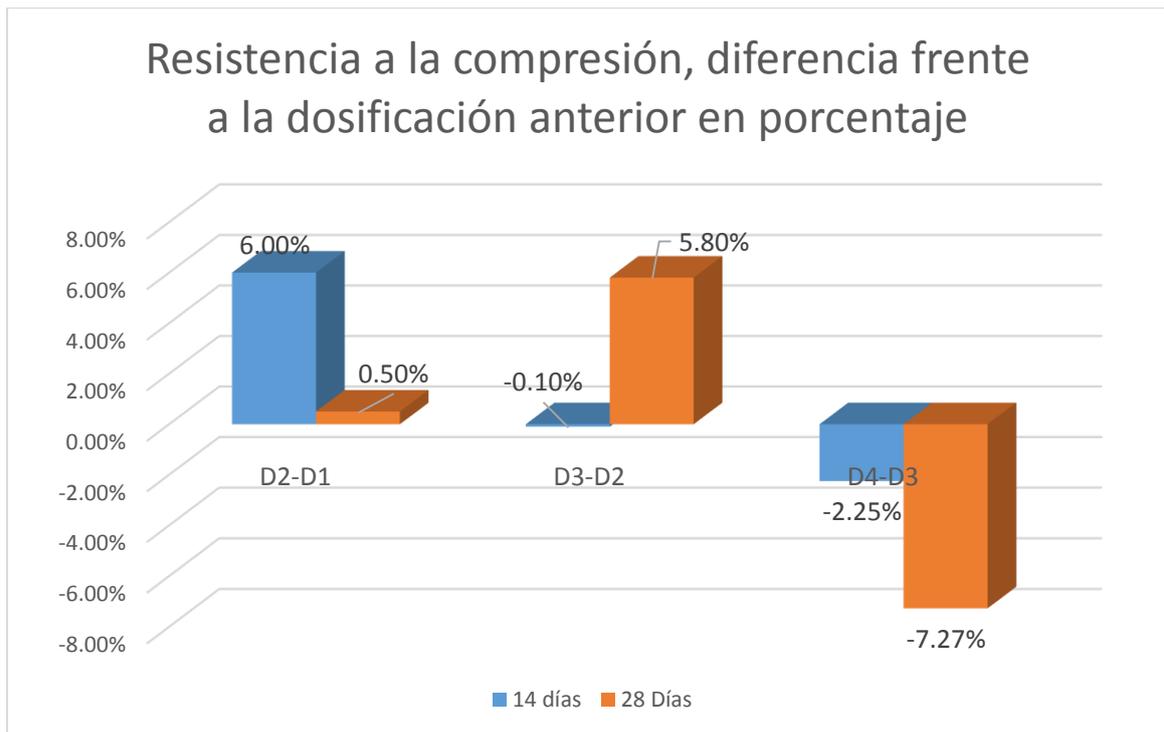


Figura 40. Resistencia a la compresión, diferencia frente a la dosificación anterior en porcentaje

Interpretación

Según se puede visualizar

- Según la figura 10 y 11 Nos es posible apreciar que la resistencia a la compresión tiene una línea de tendencia más precisa con una ecuación polinómica de segundo grado en la prueba de compresión a los 7 días simulando los 14 con el aditivo acelerante,
- Tanto la ecuación polinómica de tercer grado para la resistencia del concreto de 14 días simulando los 28 y la ecuación polinómica de segundo grado para la muestra de 7 días simulando los 14 parecen indicar una tendencia de la resistencia a disminuir con mayores dosificaciones (ver figura número 11)
- El concreto de 7 días simulando los 14 alcanza su mayor resistencia promedio con la D2 de 195.18 kg/cm², la cual es superior al concreto patrón

solo por 11 kg/cm² o 6% de la resistencia del concreto patrón. (ver tabla 112 y fig. 14)

- En cuanto a la resistencia a los 14 días simulando los 28, la resistencia tiende a alcanzar su punto máximo con la dosificación 3 o D3, el cual es de 224.94 Kg/cm², solo 13 Kg/cm² o 6.34% mayor a la resistencia del concreto patrón. (ver fig. 13 y 14, tablas 9, 10 y 11)
- Ambos resultados muestran una clara depreciación de la resistencia a compresión del concreto luego de superada una dosificación, en el concreto a los 7 días simulando los 14 se puede intuir que la dosificación óptima esta entre las D2 y D3. Sin embargo, para el concreto de 14 días de fraguado simulando los 28 este valor suele ser más inexacto, aunque es posible intuir que la dosificación óptima se encuentra alrededor de D3 (ver fig. 36 y tabla 10).
- Una ecuación polinómica de tercer grado posee una tendencia mayor a describir su comportamiento conforme se aumenta la dosificación de clavos, en ambos casos, sin embargo, haría falta más investigaciones para poder dar una respuesta al caso.(fig. 35)
- La resistencia a la compresión disminuyó apreciablemente con la dosificación D4 en ambos casos, respecto a la dosificación D3, mientras que para las muestras de 14 días simulando los 28 la diferencia fue de 16.35 Kg/cm² o 7.27%, en las muestras a 7 días simulando los 14 días la diferencia fue de 4.38 Kg/cm² o 2.25%, en cuanto a la diferencia de D4 menos D3, así mismo las muestras con fraguado a los 14 días simulando los 28 la resistencia disminuyó con respecto a la prueba de control un total de 2.95 Kg/cm² o sea un 1.40% mientras que para las muestras de fraguado a 7 días simulando 14 días sigue presentando una mejora con respecto al concreto patrón, la cual es de 6.48 Kg/cm² o sea 3.52%. (tablas 12, 13 y fig. 39 y 40)

VALIDACIÓN: La hipótesis de que la resistencia a la compresión mejora sustancialmente con los clavos reciclados se acepta, porque para todas las dosificaciones adicionando clavos mejora la resistencia a compresión excepto la dosificación D4 para la muestra de 14 días simulando los 28, sin embargo, en

ambos casos ronda solo una mejora del 6%; 6,3% en caso del concreto fraguado a los 14 días y 6% al fraguado a los 7 días, con la dosificación D4.

Indicador: Resistencia a la tracción

Tabla 14. Resistencia a la tracción

	Tracción			
	D1	D2	D3	D4
14 días	15.8616366	12.3346975	14.6897846	16.1853379
28 Días	15.3518223	16.5258145	17.5655301	17.9012092

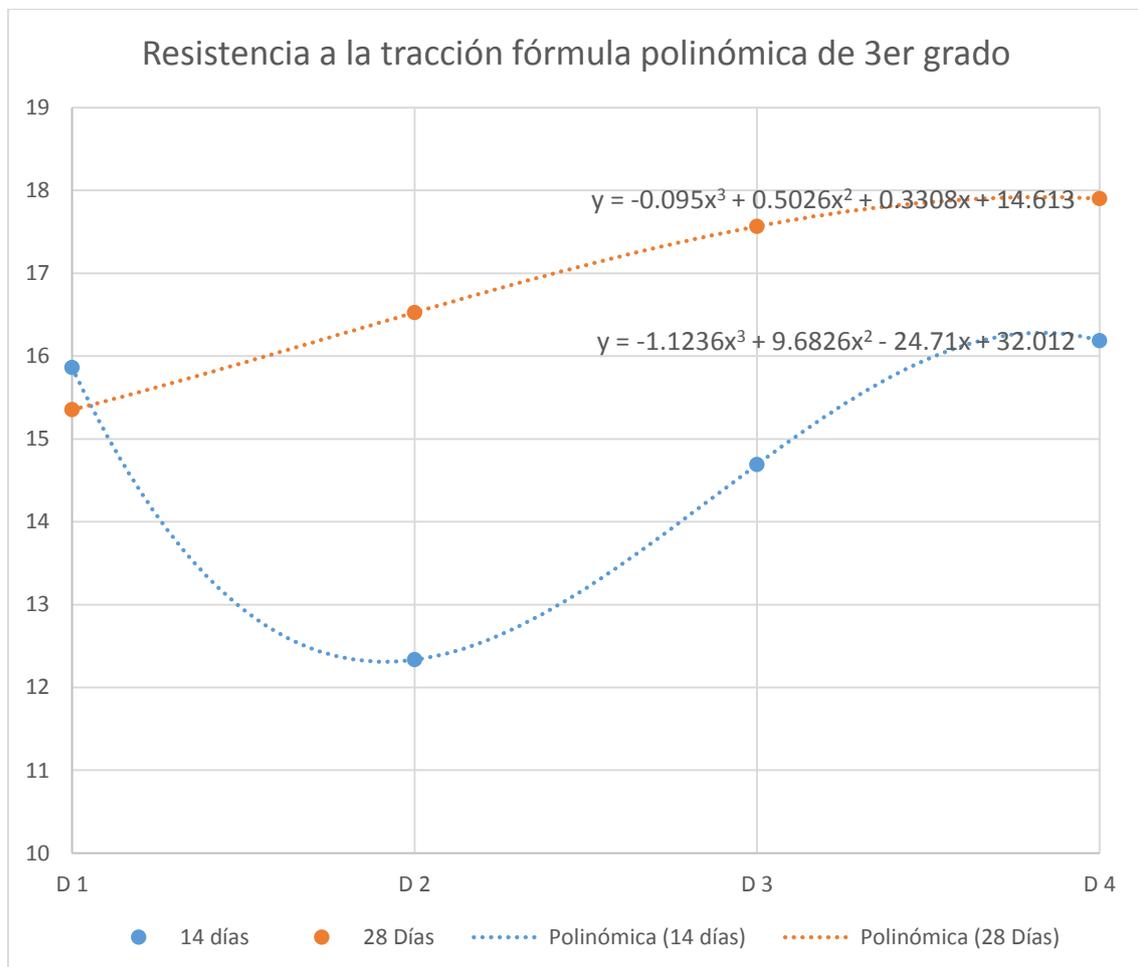


Figura 41. Resistencia a la tracción fórmula polinómica de 3er grado

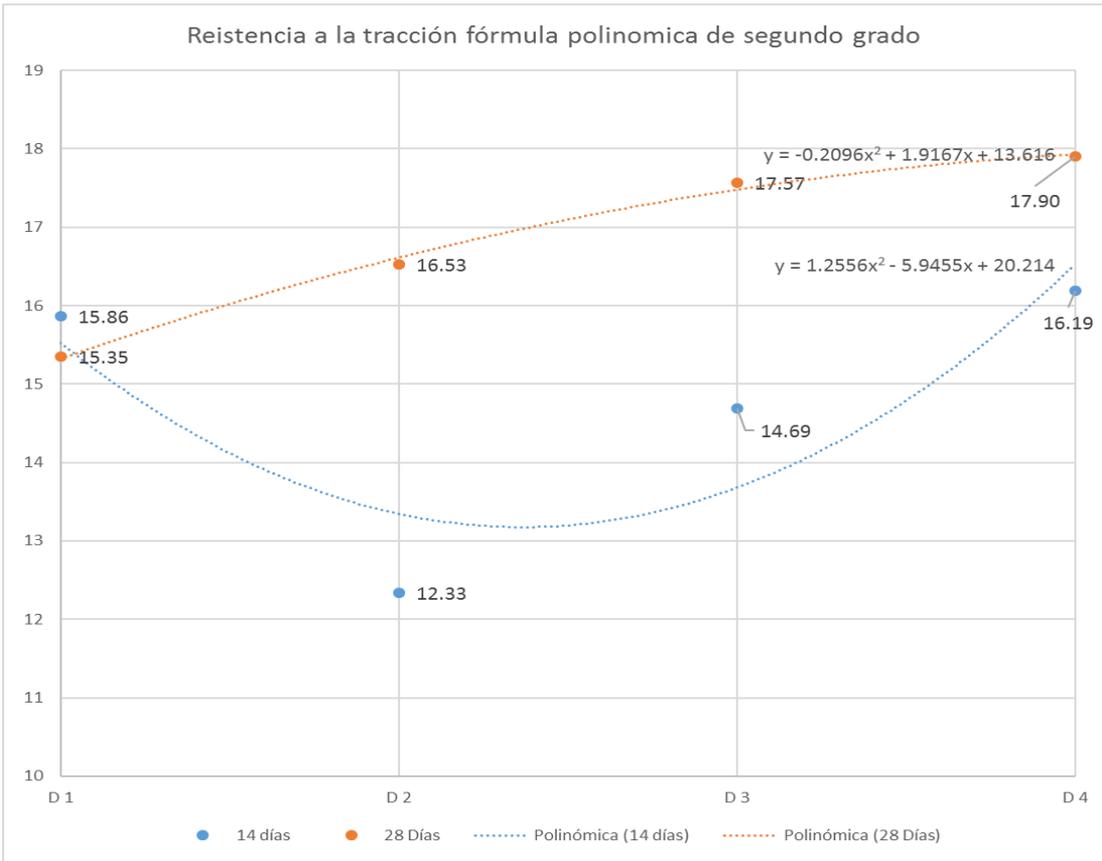


Figura 42. Resistencia a la tracción fórmula polinómica de segundo grado

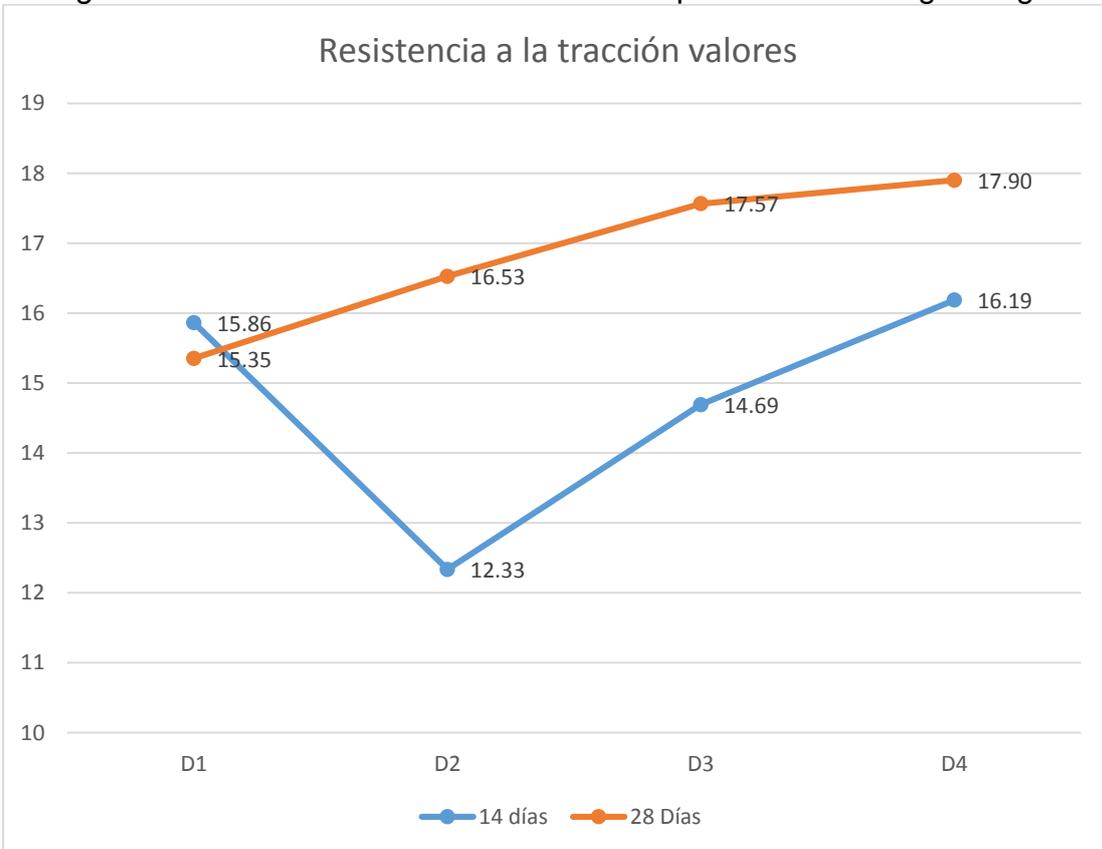


Figura 43. Resistencia a la tracción valores

Tabla 15. Diferencias respecto al concreto patrón

Diferencias respecto al concreto patrón				
	D1	D2	D3	D4
14 días	0	-3.52693911	-1.17185204	0.3237013
28 Días	0	1.17399219	2.21370775	2.5493869

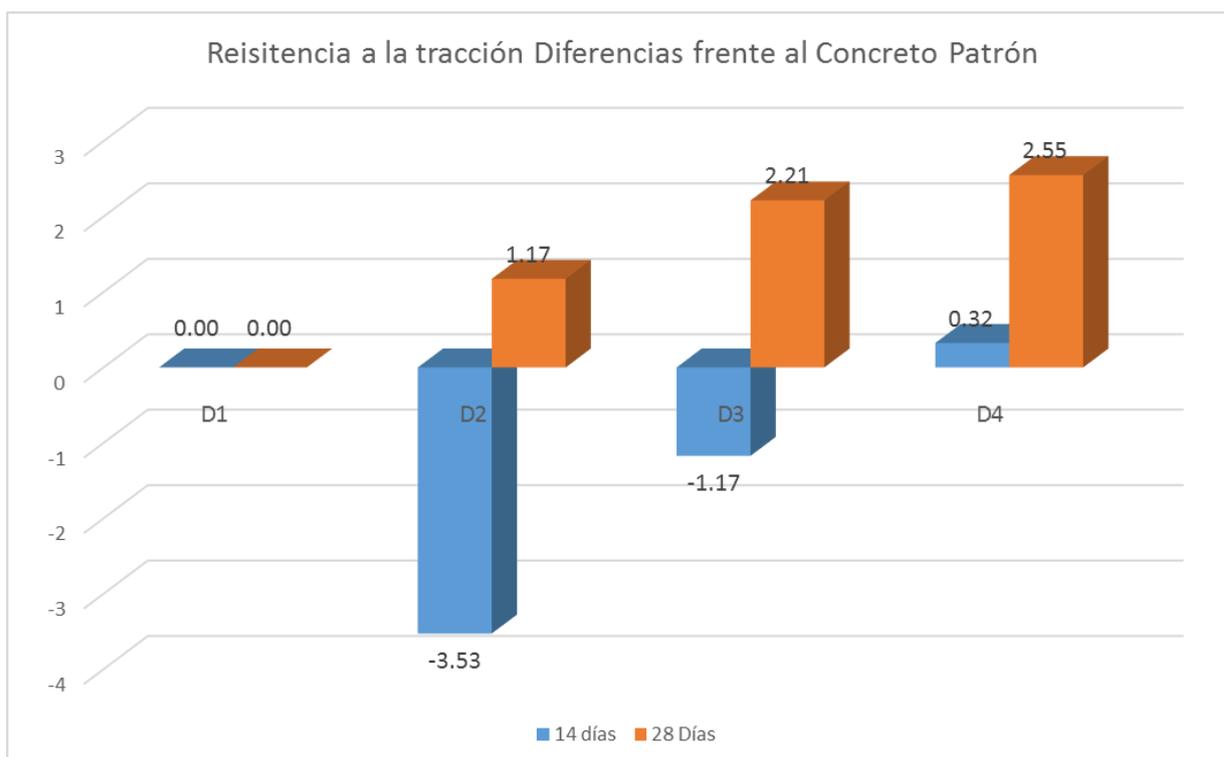


Figura 44. Resistencia a la tracción diferencias frente al concreto patrón

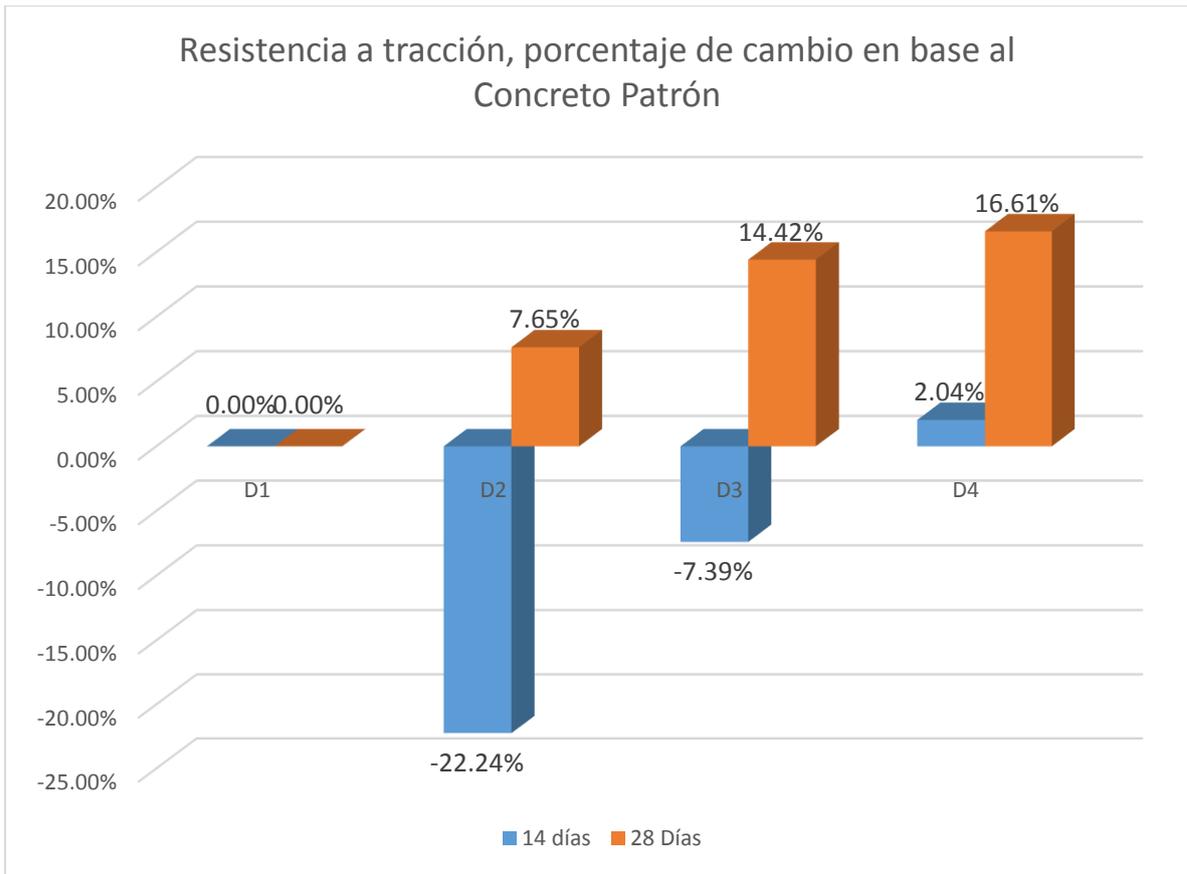


Figura 45. Resistencia a la tracción, porcentaje de cambio en base al Concreto Patrón

Tabla 16. Diferencias entre las dosificaciones

Diferencias entre las dosificaciones			
	D2-D1	D3-D2	D4-D3
14 días	-3.52693911	2.35508708	1.49555334
28 Días	1.17399219	1.03971556	0.33567915

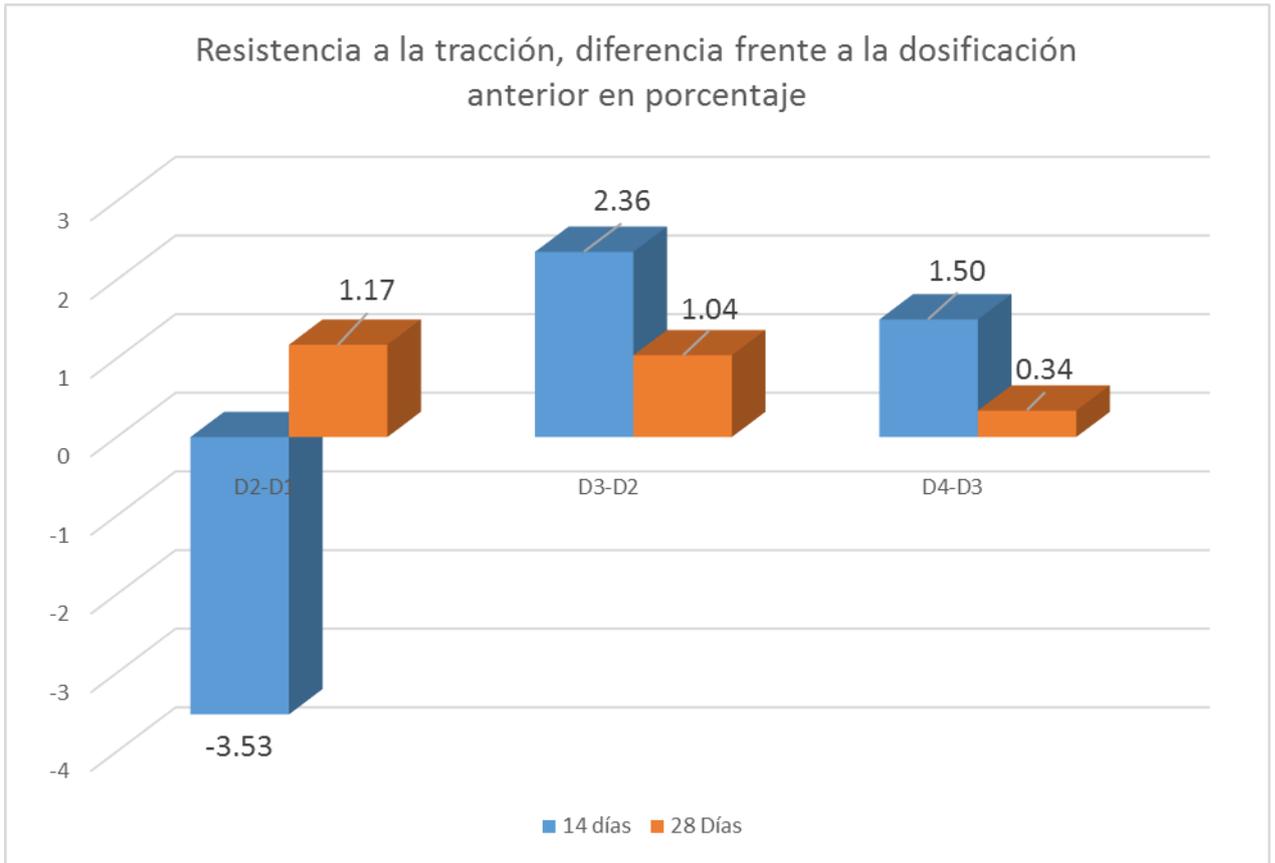


Figura 46. Resistencia a la tracción, diferencia frente a la dosificación anterior en porcentaje

Tabla 17. Diferencias entre las dosificaciones en porcentajes

Diferencias entre las dosificaciones en porcentaje d			
	D2-D1	D3-D2	D4-D3
14 días	-22.24%	19.09%	10.18%
28 Días	7.65%	6.29%	1.91%

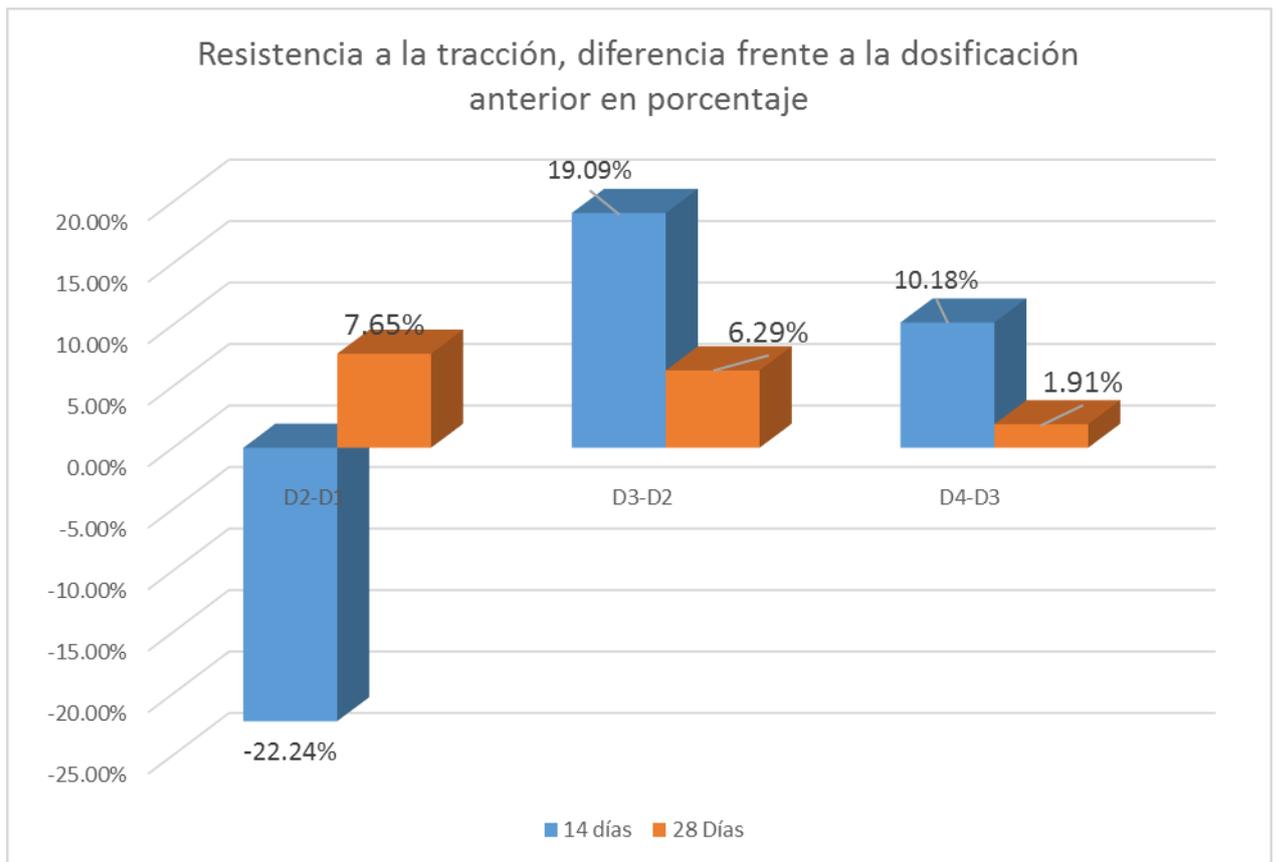


Figura 47. Resistencia a la tracción, diferencia frente a la dosificación anterior en porcentaje

- Aquí podemos apreciar que la resistencia a la tracción tiene una mayor resistencia a los 7 días simulando 14 que a los 14 días simulando 28, con respecto al concreto patrón, posiblemente por la aplicación de los aditivos que hayan adoptado una mayor deformación plástica antes de la falla y por la deformación plástica que también presenta un concreto menos consolidado al tener una. (tabla 14, fig. 43)
- La curva que más representa una tendencia en la evolución con distintas dosificaciones de concreto es la correspondiente a los 14 días simulando los 28, ya que su contraparte a los 7 días simulando 14 no presenta una correlación con una fórmula polinómica de segundo grado clara, aunque ambas si con una fórmula polinómica de Tercer grado, lo que es apreciable en ambos casos es que la resistencia tiende a aumentar conforme aumenta la dosificación de clavos salvo en la dosificación D2 en las pruebas de

resistencia a tracción a los 7 días simulando los 14 días, en ambos casos es posible intuir que la dosificación óptima se encuentra en una escala superior a D4. (tabla 14, fig. 41 y 42)

- también nos es posible apreciar que la resistencia en las muestras de 7 días simulando los 14 días disminuye sustancialmente con la dosificación D2, de 3.53 kg/cm² lo que corresponde a una pérdida de resistencia del 22.24% aunque esta aumenta en 2.36 kg/cm² o 19.09% entre D2 - D3 y 1.5 kg/cm² o 10.18% entre D3 y D4, (ver tabla 16 y 17 fig. 46 y 47)
- además, se aprecia una mejora máxima observable con la dosificación D4 que presenta una mejora de resistencia con respecto al concreto patrón de 0.32 kg/cm² la cual solo es una mejora de 2.04% con respecto al concreto patrón, por otro lado la evolución de resistencia en las muestras de 14 días simulando los 28 días muestra lo siguiente un crecimiento de 1.17 kg/cm² o 7.65% entre D2 y D1, 1.04 kg/cm² o 6.29% entre D3 y D2, 0.34 kg/cm² o 1.91% entre D4 y D3. Un crecimiento de 2.21 Kg/cm² o 14.42% entre D3 y D1, 2.55 Kg/cm² o 16.61% entre D4 y el concreto patrón (ver tabla 16 y 17 fig. 46 y 47).
- Se puede intuir en ambos casos que la resistencia del concreto tiende a aumentar con dosificaciones mayores, sin embargo, hace falta más estudios para definir bien este porcentaje. (ver tabla 14. figura 42) aunque la resistencia podría tender a disminuir si la línea de tendencia es comparable a la de una ecuación polinómica de tercer grado para la muestra de 7 días simulando los 14 (ver fig.)
- **Validación:** la hipótesis de que la resistencia a la tracción mejora con la adición de clavos reciclados es cierta, debido al aumento de resistencia que hubo entre las distintas dosificaciones a excepción de la dosificación D2 para la muestra de 7 días simulando los 14 días, las dosificaciones óptimas rondan y son superiores a D4 en ambos casos

Indicador: Resistencia a la Flexión

Tenemos los promedios

Tabla 18. Flexión resistencias

	Flexión			
	D1	D2	D3	D4
14 días	11	11.9781474	12.9591104	13.2416494
28 Días	9.04429607	13.9792543	14.3214799	14.45991

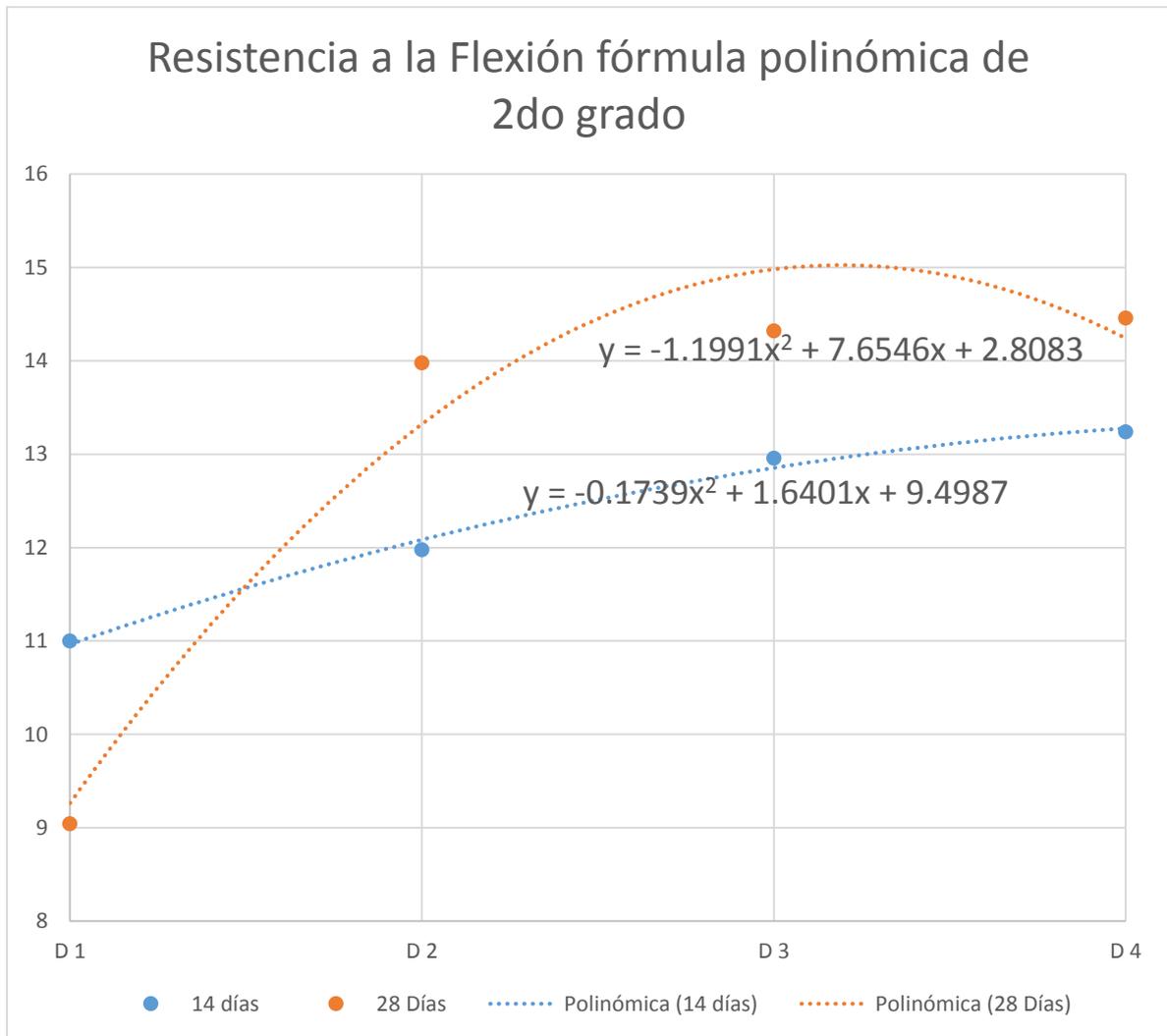


Figura 48. Resistencia a la Flexión fórmula polinómica de 2do grado

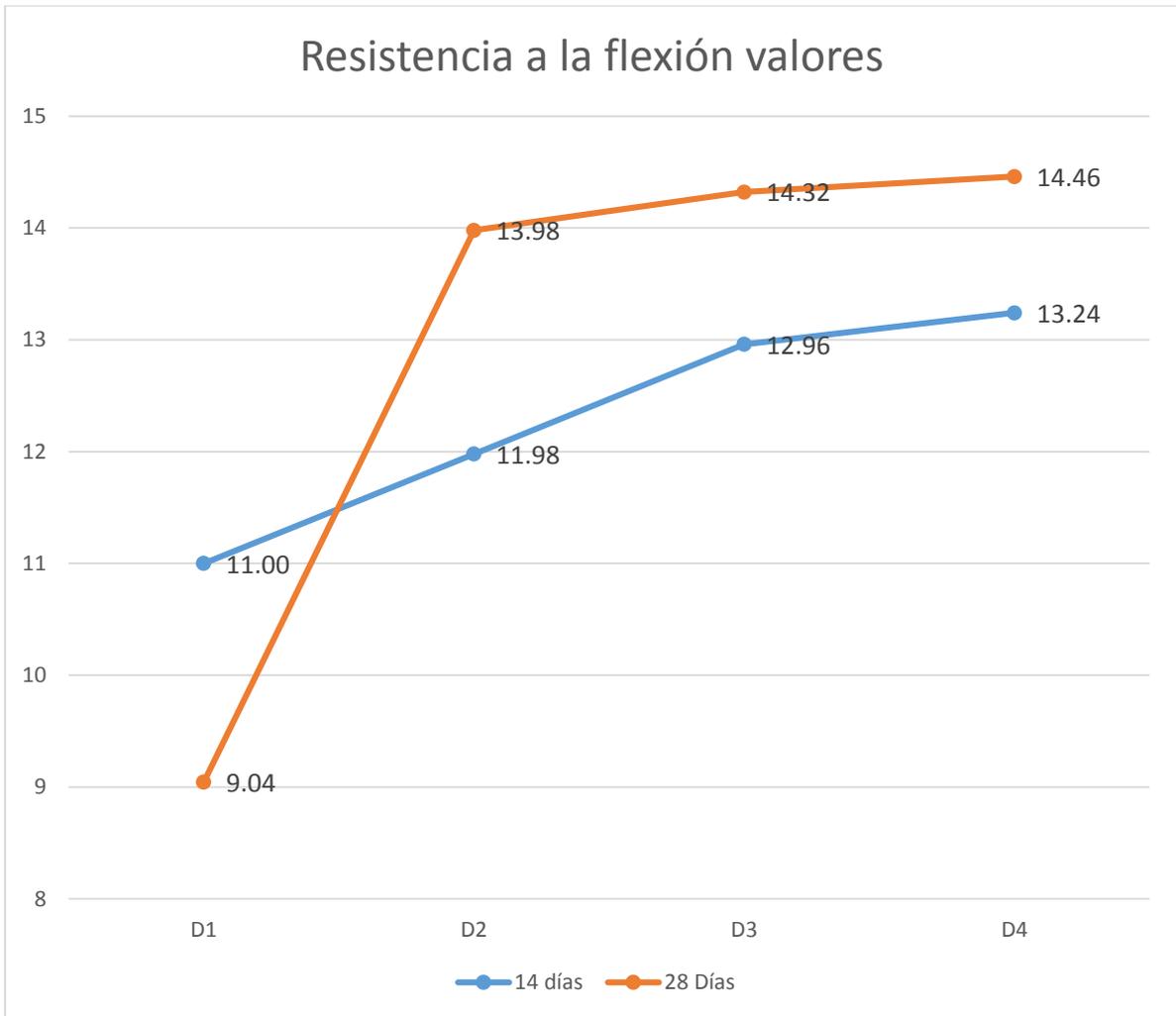


Figura 49. Resistencia a la flexión valores

Tabla 19. Diferencias respecto al concreto patrón - Flexión

Diferencias respecto al concreto patrón

	D1	D2	D3	D4
14 días	0	0.97814736	1.95911039	2.24164935
28 Días	0	4.93495825	5.27718384	5.41561397

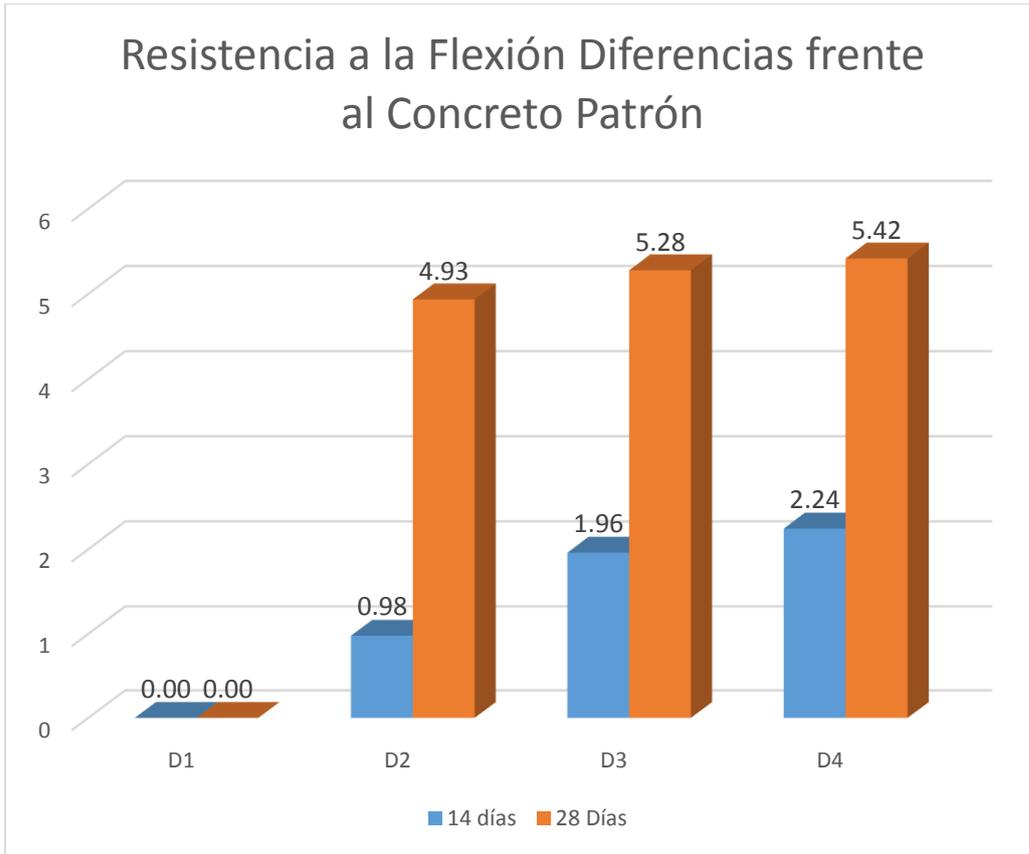


Figura 50. Resistencia a la Flexión Diferencias frente al Concreto Patrón

Tabla 20. Diferencias respecto al concreto patrón en porcentaje - Flexión

Diferencias respecto al concreto patrón

	D1	D2	D3	D4
14 días	0.00%	8.89%	17.81%	20.38%
2128 Días	0.00%	54.56%	58.35%	59.88%

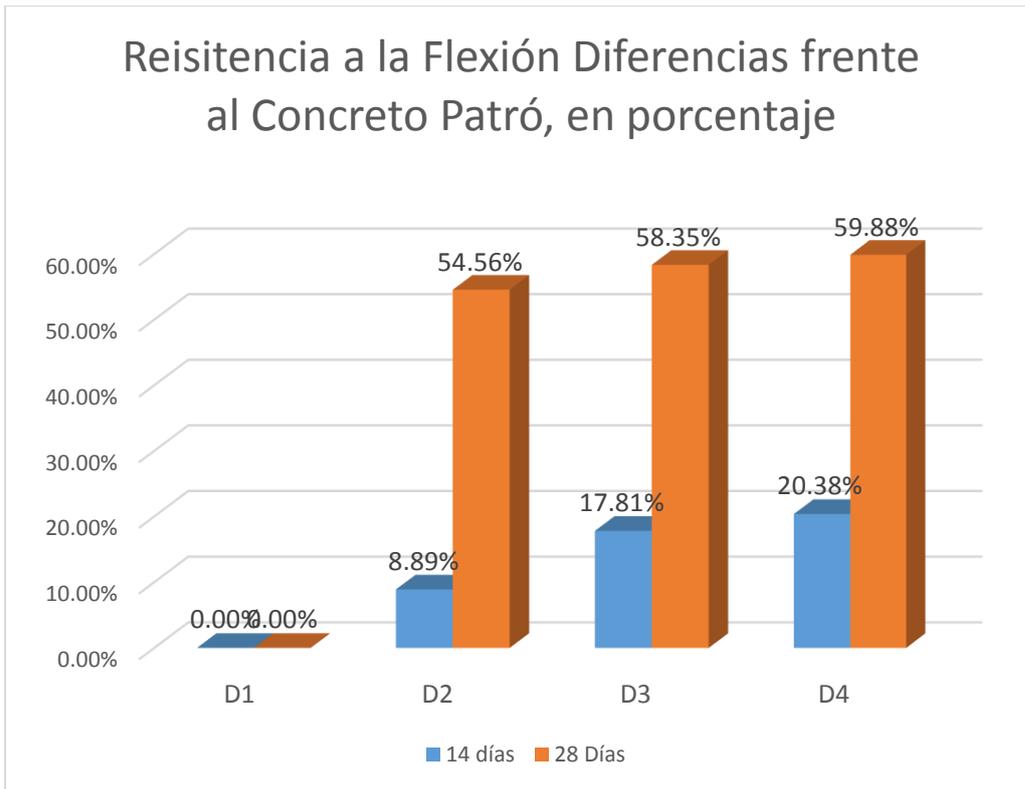


Figura 51. Resistencia a la Flexión Diferencias frente al Concreto Patrón, en porcentaje

Tabla 21. Diferencias entre las dosificaciones - Flexión

Diferencias entre las dosificaciones			
	D2-D1	D3-D2	D4-D3
14 días	0.97814736	0.98096303	0.28253897
28 Días	4.93495825	0.34222559	0.13843013

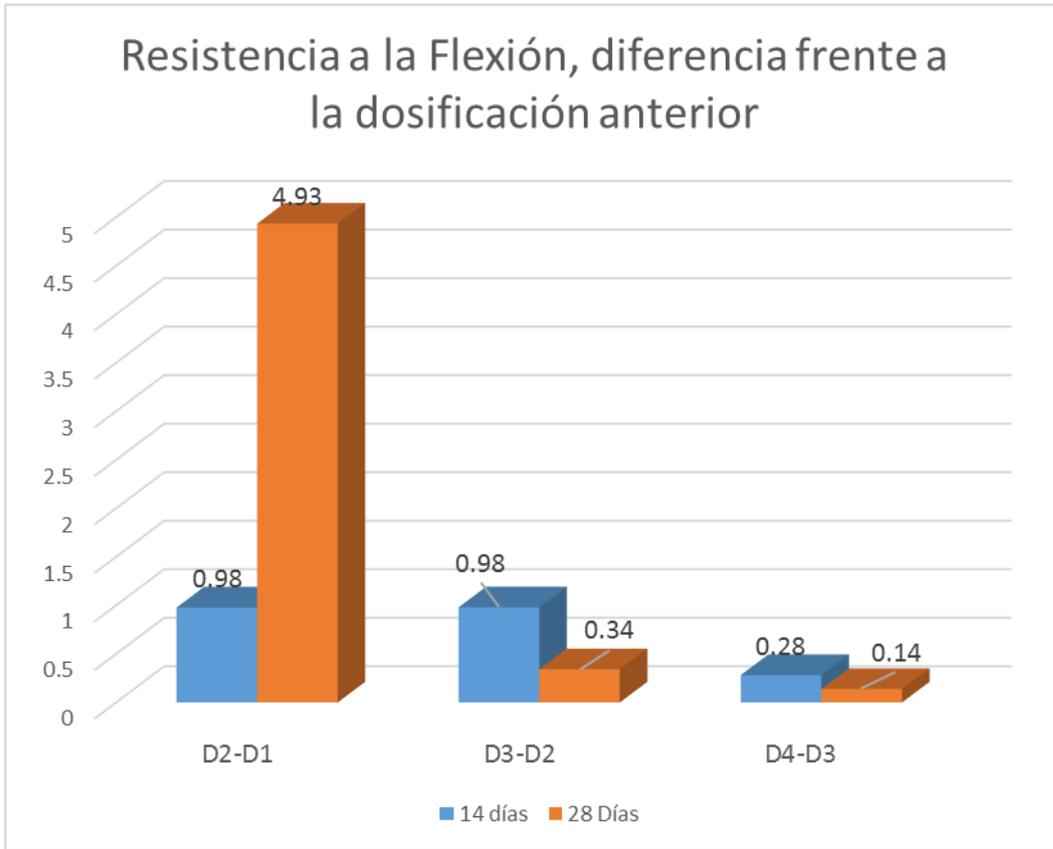


Figura 52. Resistencia a la flexión, diferencia frente a la dosificación anterior

Tabla 22. Diferencias entre las dosificaciones en porcentajes de la dosificación anterior

Diferencias entre las dosificaciones en porcentaje d			
	D2-D1	D3-D2	D4-D3
14 días	8.89%	8.19%	2.18%
28 Días	54.56%	2.45%	0.97%

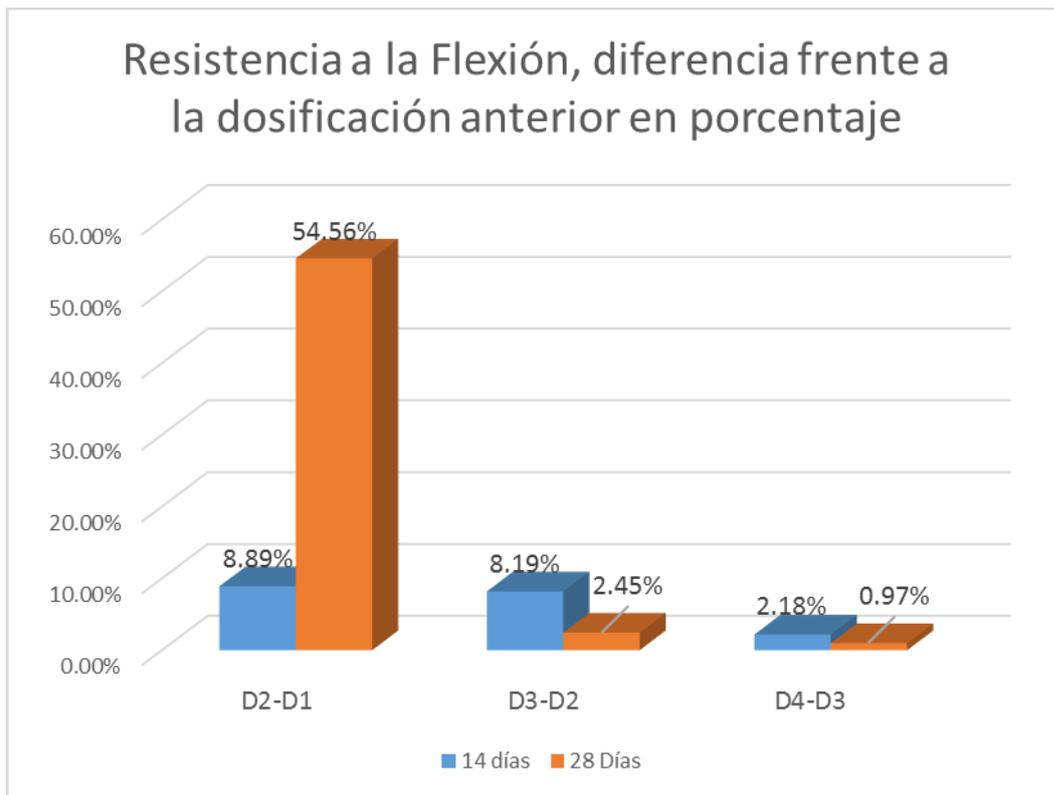


Figura 53. Resistencia a la flexión, diferencia frente a la dosificación anterior en porcentaje

- Podemos apreciar que la resistencia a la flexión tiene una mayor resistencia a los 7 días simulando 14 que a los 14 días simulando 28, con respecto al concreto patrón, al igual que la Resistencia a la tracción, con respecto a los 28 días (ver tabla 18 fig. 49).
- La curva que más sigue una línea de tendencia es la correspondiente a los 7 días simulando los 14 días de fraguado, respecto a una progresión polinómica de segundo grado, y por lo tanto tiene una tendencia a ser más predecible, la curva correspondiente a las muestras de 14 días simulando los 28 días, si bien no muestran tanta uniformidad con los resultados y correlación con la línea de tendencia correspondiente al otro tiempo de fraguado, se puede apreciar valores que siguen cierta relación. (Ver fig. 48, tabla 18).
- Para las muestras a 7 días simulando los 14 días podemos apreciar lo siguiente: 0.98 kg/cm² o 8.89% de mejoría entre D2 a D1, 0.98 kg/cm² o

8.19% de mejoría entre D3 a D2, 0.28 kg/cm² o 2.18% de mejoría entre D3 y D4, 2.24 Kg/cm² o 20.37% de mejoría entre D1 a D4; con respecto a las pruebas de 14 días simulando los 28 días tenemos mejorías generales en 4.93 kg/cm² o 54% entre D1 y D2, 0.34 kg/cm² o 2.45% entre D2 y D3, 0.13 kg/cm² o 0.96% entre D3 y D4 y por último tenemos la diferencia entre el concreto patrón y la mayor resistencia hallada que corresponde a D4 que presenta una mejora de 5.41 Kg/cm² o 59.88%. (ver tabla 21, 22, fig. 52 y 53).

- **Validación:** La hipótesis de que la resistencia a la flexión mejora con la incorporación de clavos reciclados es correcta ya que como podemos ver tienden a tener una respuesta positiva en porcentajes superiores, por lo que se puede intuir en ambos casos que el porcentaje óptimo de clavos en ambos casos suele ser superior a D4

Indicador módulo de elasticidad

Se pudo apreciar la siguiente resistencia del módulo de elasticidad,

nota se halló en base a una formula

Tabla 23. *Módulo de Elasticidad en Kg/m²*

	Módulo de Elasticidad			
	D1	D2	D3	D4
14 días	204898.586	210957.394	210856.506	208473.222
28 Días	219620.858	220172.025	226471.38	218083.784

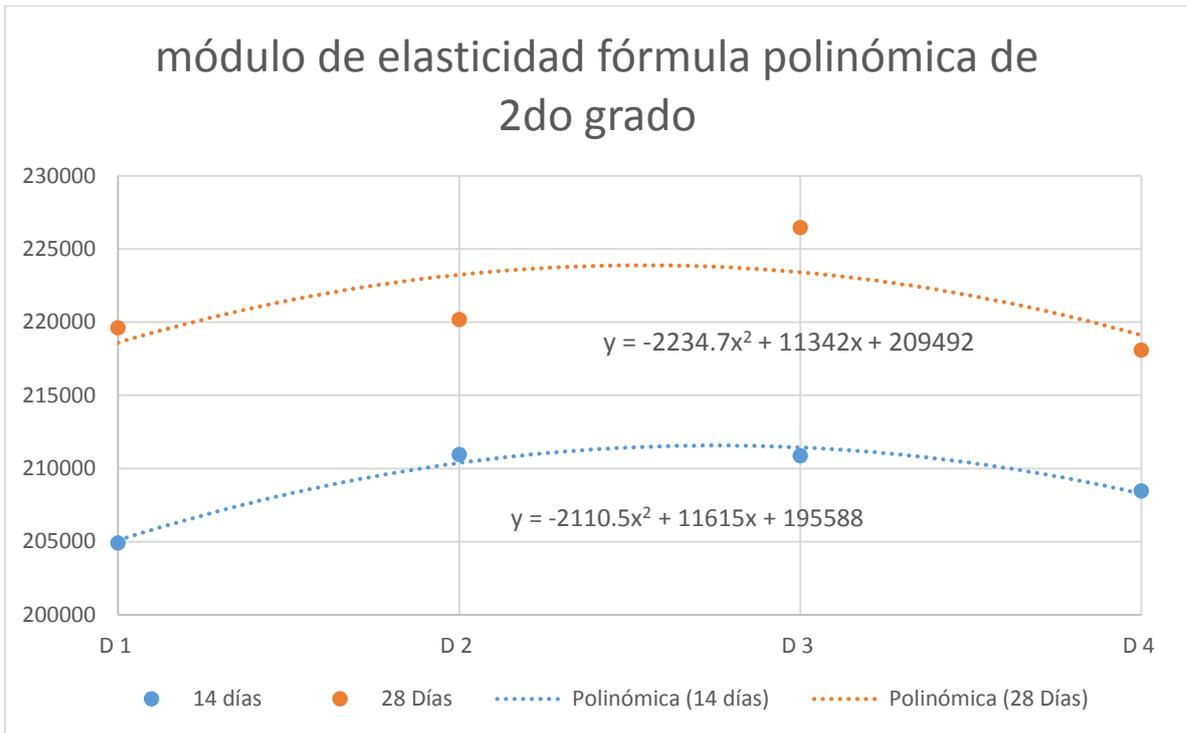


Figura 54. Módulo de elasticidad fórmula polinómica de 2do grado

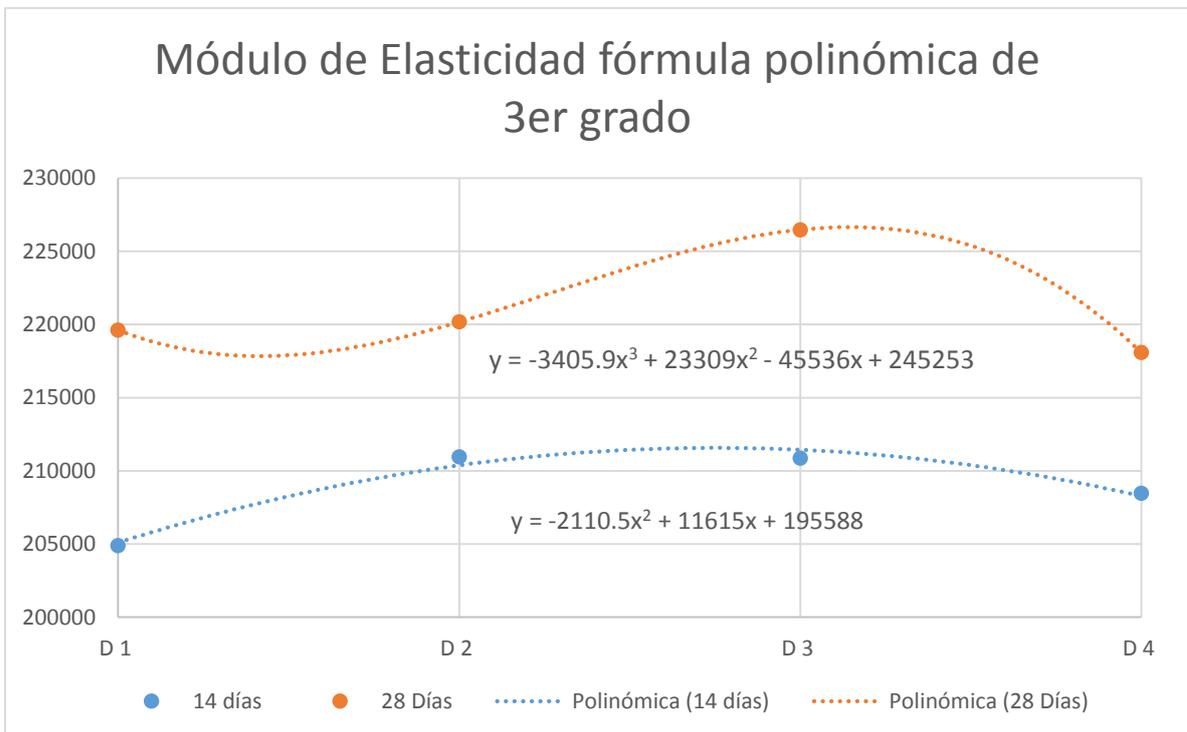


Figura 55. Módulo de Elasticidad fórmula polinómica de 3er grado

Tabla 24. Diferencias respecto al concreto patrón - ME

Diferencias respecto al concreto patrón				
	D1	D2	D3	D4
14 días	0	6058.8074	5957.91919	3574.63553
28 Días	0	551.167038	6850.52231	-1537.0741

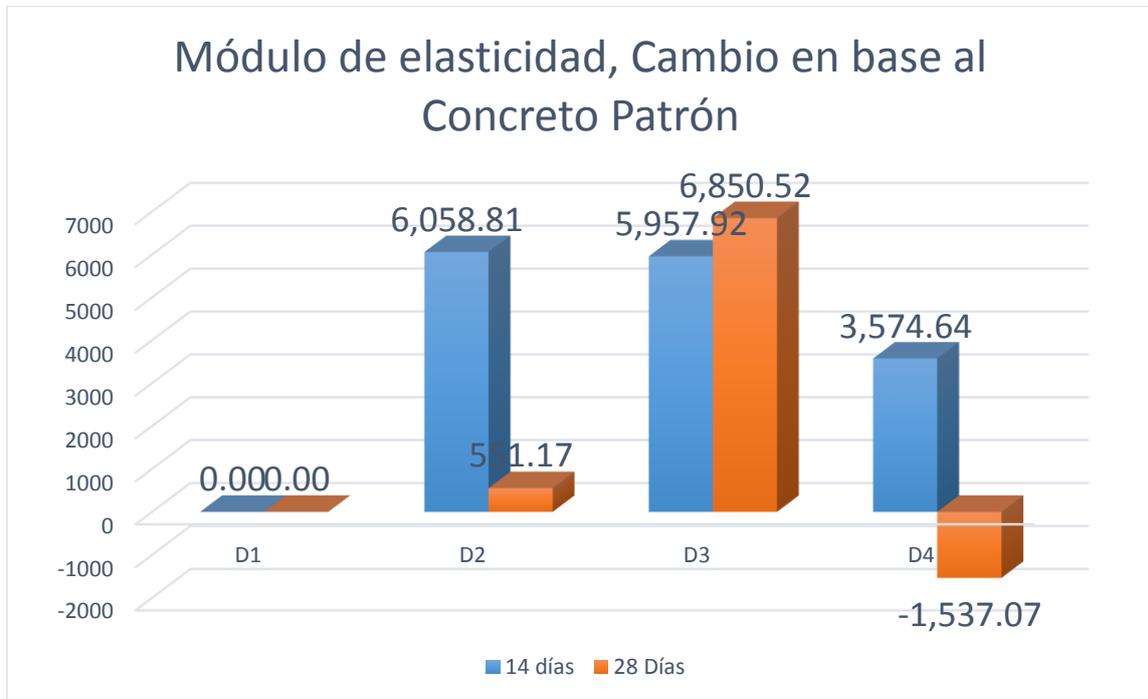


Figura 56. Módulo de elasticidad, Cambio en base al Concreto Patrón

Tabla 25. Diferencias respecto al concreto patrón en % - ME

Diferencias respecto al concreto patrón				
	D1	D2	D3	D4
14 días	0.00%	2.96%	2.91%	1.74%
28 Días	0.00%	0.25%	3.12%	-0.70%

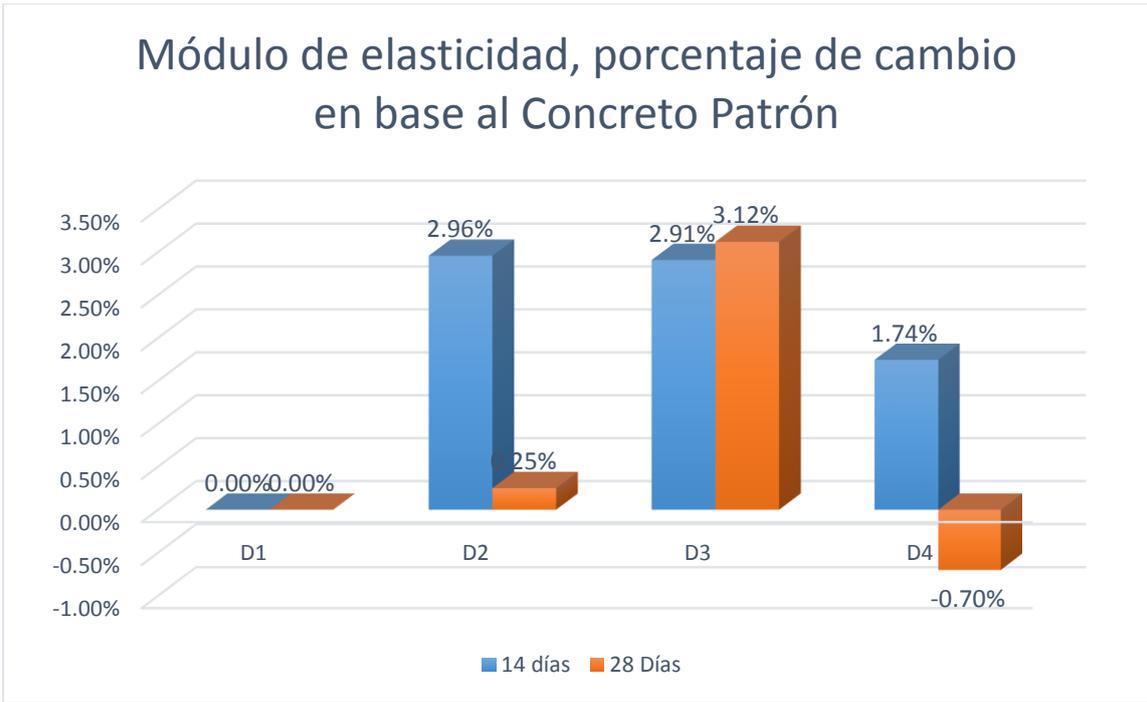


Figura 57. Módulo de elasticidad, porcentaje de cambio en base al Concreto Patrón

Tabla 26. Módulo de elasticidad, porcentaje de cambio en base a la dosificación anterior

Diferencias entre las dosificaciones			
	D2-D1	D3-D2	D4-D3
14 días	6058.8074	-100.888218	-2383.28365
28 Días	551.167038	6299.35527	-8387.59641

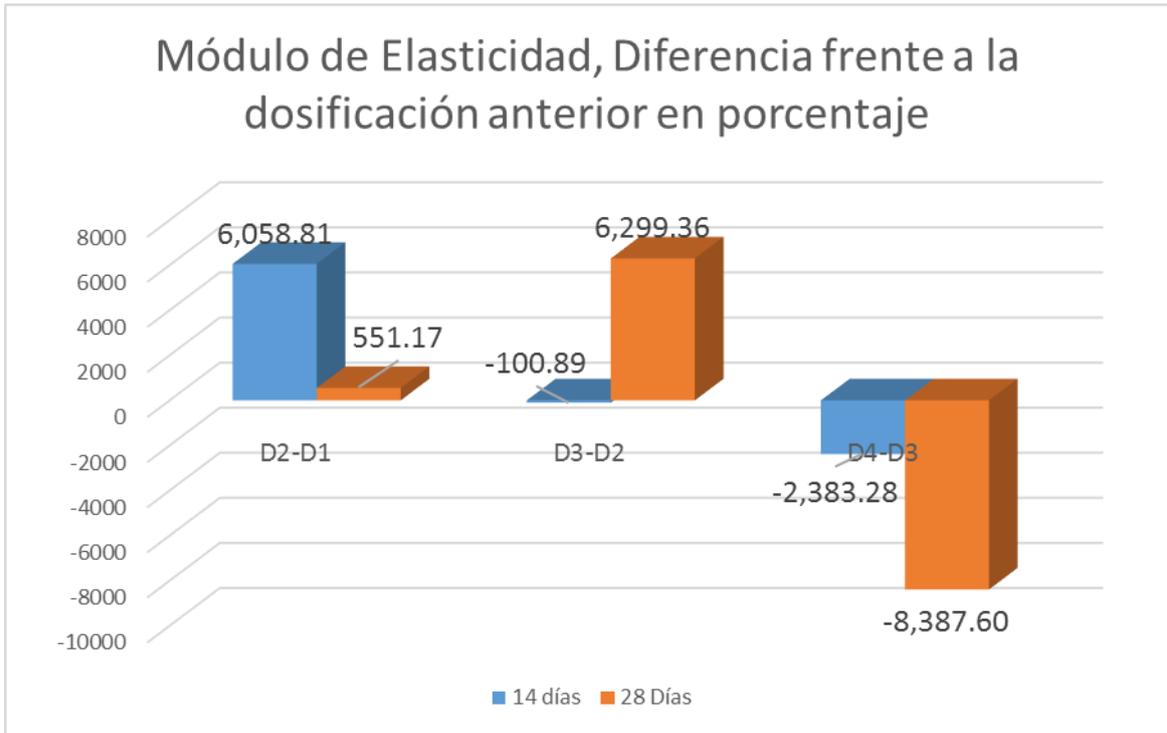


Figura 58. Módulo de elasticidad – diferencias en base a la dosificación anterior

Tabla 27. Diferencias entre las dosificaciones en porcentaje de la dosificación anterior

Diferencias entre las dosificaciones en porcentaje de la dosificación anterior

	D2-D1	D3-D2	D4-D3
14 días	2.96%	-0.05%	-1.13%
28 Días	0.25%	2.86%	-3.70%

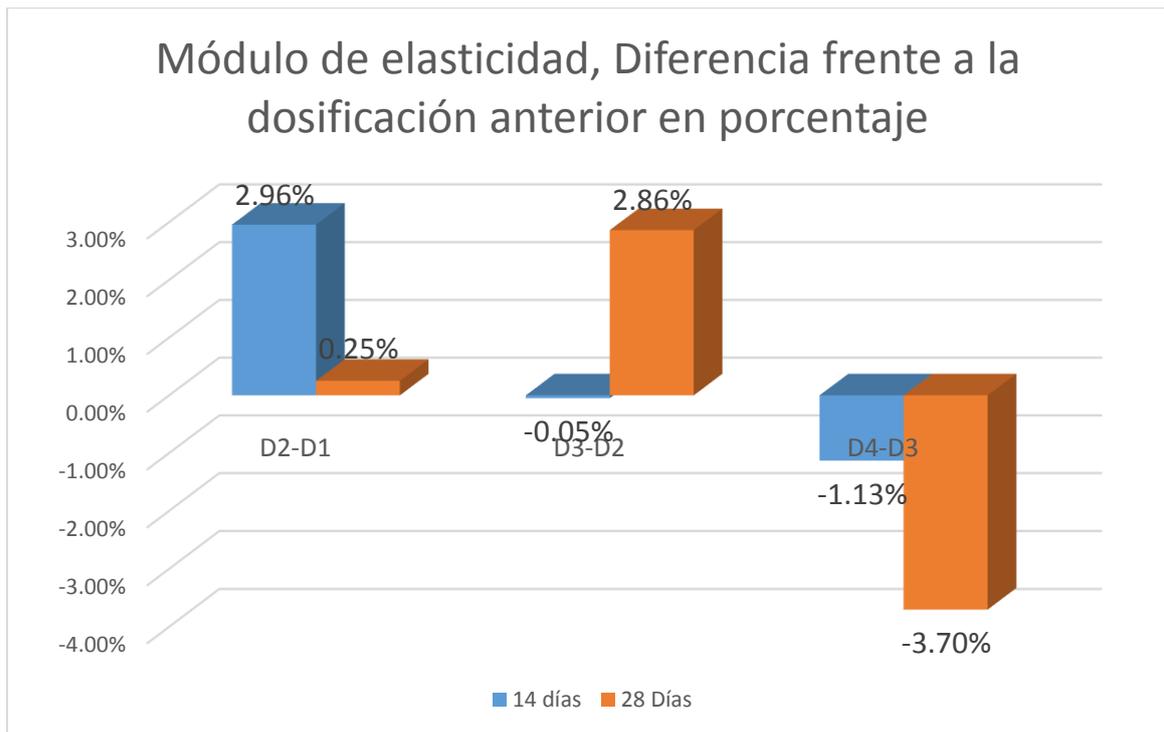


Figura 59. Módulo de elasticidad, Diferencia frente a la dosificación anterior en porcentaje

Podemos observar que el módulo de elasticidad tiene dos curvas poco parecidas entre si correspondientes a las muestras de 7 días simulando los 14 y 14 días simulando los 28, en cuanto a líneas de tendencia de segundo grado, sin embargo se correlacionan de mejor manera con líneas de tendencia de 3er grado, ambas muestran una tendencia a disminuir la resistencia con dosificaciones mayores (Tabla 23 fig. 54, 55),

cómo podemos ver el concreto a 7 días tiene una curva más predecible de comportamiento, mientras que la curva de 14 días simulando los 28 tiene una curva que se ajusta más a una fórmula polinómica de 3er grado,

los módulos de elasticidad tienen una clara mejoría como se puede ver en las muestras de 14 días simulando los 28 que las de 7 días simulando los 14. De 3.12% o 6850.522 kg/cm² de mejoría respecto al concreto patrón para la dosificación D3 en la muestra de 14 días simulando los 28 y 6058.807 Kg/cm² o 2.96% de mejoría

máxima respecto al concreto patrón para la muestra de 7 días simulando los 28 con la dosificación D2 (ver fig. 24 y 25, tablas 56 y 57)

la evolución que podemos apreciar para los 7 días simulando los 14 es de una mejoría entre D1 y D2 como ya vimos antes, una caída de 97.13 Kg/cm² o 0.05% entre D2 y D3, 1.25% o 2636.58 Kg/cm² de caída entre D3 y D4 y una mejoría entre D1 y D4 de 1.63 %, mientras que para la muestra de 14 días simulando los 28 tiene la siguiente evolución, 494.72Kg/cm² o 0.23% de mejoría entre D1 y D2, 6238.26 Kg/cm² o 2.83% de mejoría entre D2 y D3, 8412.15 kg/cm² o 3.72% de pérdida ente D3 y D4, por último una pérdida de 1679.17 o 0.76% de pérdida ente D1 y D4. (ver fig. 26 y 27 tabla 58 y 59) Validación: la hipótesis de que el módulo de elasticidad mejora con la incorporación de clavos reciclados es correcta para casi todas las dosificaciones excepto para la dosificación D4 en la cual tiene una caída de 1.39% frente al concreto patrón.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación para la resistencia a compresión se tuvo una progresión de la siguiente manera, en cuanto al concreto de 7 días simulando los 14, tuvieron un crecimiento de 6% para D2, 5.9% para la dosificación D3 y 3.52% para la dosificación D4, para la muestra de 14 días simulando los 28 tenemos un crecimiento de 0.50 % para D2, 6.34% para D3 y -1.39% para D4 todo con respecto al concreto patrón, existe una diferencia entre sus dosificaciones para la muestra de 7 días simulando los 14 de 6.00%, entre D1 y D2, -0.10% entre D3 y D2 con respecto a D2, -2.25% entre D4 y D3 con respecto a D3.

Según Galeb y Sabri (2017) en el cual estudiaron el comportamiento de la adición de clavos para distintos diseños de mezcla del concreto, y clavos de distintas dimensiones 1" y 1.5" obtuvieron los siguientes resultados para un concreto con clavos reciclados de 1.5" y un diseño de mezcla de 1:2:4 relación agua cemento de 0.4, que son las que más semejanza tienen con la presente investigación, los porcentajes de adición están en función del peso del cemento igual que en la presente investigación. Sus resultados fueron: Concreto patrón de 38.21 Mpa, con adición de fibras de clavos de 2% 43.39 mpa, con 4% 50.78 Mpa, con 6% 55.58 Mpa, con 8% 57.62 Mpa, con 10% 58.14 Mpa, con 12% 57.85 Mpa, con 14% 57.05, con 16% 55.91 Mpa, con 18% 54.5 Mpa, con 20% 52.9 Mpa, con 22% 51.22 Mpa con 24% 49.53 Mpa, 26% 47.92, con 28% 46.45 Mpa para una muestra de 28 días de fraguado. Porcentualmente tiene una mejora mejoría de la siguiente manera, un crecimiento de 51% de resistencia respecto al concreto patrón con una dosificación de 8% de clavos, un crecimiento de 52% con una dosificación de 10% de clavos y un crecimiento de 51% con una dosificación de 12% de clavos, todos con respecto al concreto patrón. Tiene un crecimiento de resistencia a su vez de un 0.9% de la resistencia de la dosificación de 8% en la dosificación de 10%, un decaimiento de 0.50% de resistencia de la dosificación del 10% para la dosificación del 12%

Estos resultados son diferentes a los obtenidos en la investigación actual, por que tienden a mostrar una evolución mucho mayor desde la dosificación de 8 % de clavos, es la que muestra el crecimiento más dramático para posteriormente ser más pausado, en la investigación de referencia la caída de la resistencia tiende a

ser a partir de la dosificación de 12% de clavos y esta se da en un porcentaje de 0.50% de la resistencia de la dosificación de 10% de clavos,

Adicionalmente también cuenta con los siguientes resultados

Para unas proporciones de 1:1.5:3 relación agua cemento de 0.5 tamaño de clavos 1" tiene los siguientes resultados:

Concreto patrón de 23.71 Mpa, con adición de fibras de clavos de 2% 23.8 mpa, con 4% 23.95 Mpa, con 6% 24.16 Mpa, con 8% 24.41 Mpa, con 10% 24.69 Mpa, con 12% 25.01 Mpa, con 14% 25.31, con 16% 25.33 Mpa, con 18% 24.35 Mpa, con 20% 22.9 Mpa, con 22% 23.98 Mpa con 24% 27.3 Mpa, 26% 30.95 Mpa, con 28% 33.42 Mpa para una muestra de 28 días de fraguado. Un crecimiento de resistencia respecto al concreto patrón de 2.95% con la dosificación de clavos de 8%, 4.13% de crecimiento con 10% de clavos y 5.48% con 12% de clavos. También pudiéndose analizar de la siguiente manera, la resistencia mejoró un 2.95% respecto al concreto patrón con la dosificación de clavos del 8%, un crecimiento de 1.15% de la resistencia de del concreto con dosificación de clavos del 8% con la dosificación de clavos de 10%, y un crecimiento de 1.30% de la dosificación de 10% de clavos con la dosificación de 12% de clavos.

Esta dosificación nos muestra un crecimiento mucho menor a comparación de la anterior dosificación, claro que al igual que la anterior se trata de una predicción de redes neurales artificiales. entre ambos resultados podemos ver que se separan de los resultados obtenidos en 2 cosas, la dosificación que tiene el tamaño de clavos mayor tiene una evolución mucho más pronunciada respecto a dosificaciones menores, y a su vez es la que tiene la relación agua cemento más baja, la relación de agua cemento de la otra dosificación que tiene una evolución menos pronunciada.

Comparando las anteriores con los resultados de nuestra investigación tenemos las siguientes coincidencias, la que presenta la mayor coincidencia en cuanto a los porcentajes de mejora hacia la presente investigación, es la correspondiente a la que presenta la relación agua cemento de 0.50, la cual es más cercana a la relación

agua cemento de esta investigación, en contraposición la manera en cómo varían los porcentajes de mejora del resultado de la muestra de relación agua cemento de 0.4 y clavos de 1.5" de longitud, no son tan parecidos en cuanto a la muestra de 14 días simulando los 28, pareciéndose más a la evolución de 7 días simulando los 14, estas discrepancias se pueden explicar de la siguiente manera, como pudimos ver la evolución es más discreta conforme aumenta la proporción agua cemento, sería lógico intuir que entre mayos sea la proporción más discretos son los resultados, en cuanto a la manera en la que varían las proporciones de mejora entre las dosificaciones de 8%, 10% y 12%, se podría intuir que estas al ser más parecidas a la presente investigación, se deben al tamaño de los clavos utilizados, es posible que de usar clavos del mismo tamaño que en la investigación de referencia se tengan resultados aún más parecidos en cuanto a la variación de proporciones de mejora.

Comparando con otra investigación: Según N. Pannirselvam, et al (2019) el concreto tuvo unas mejorías en su resistencia frente al concreto patrón en su punto más alto de hasta 37.52% con la dosificación del 12% de clavos en la mezcla, desde la cual comienza a decrecer, en contraposición con esta investigación se puede observar que la resistencia a la compresión solo mejoró en un 6.34%, esto con la resistencia a los 28 días, con un porcentaje de clavos de 10%, y tiende a decrecer con la dosificación de 12% mientras que esto sucede en la investigación de referencia con una dosificación del 15%, esto puede darse debido a factores cómo la resistencia del concreto el de la presente investigación se desarrolló para una resistencia de concreto 210 Kg/cm² mientras que el concreto de la investigación de referencia se diseñó para un concreto de grado M30 que corresponde a 305 kg/cm² llegando incluso a tener un concreto patrón de 355 kg/cm², otro factor que puede haber influenciado el comportamiento es la presencia de óxido en la presente investigación, sin embargo, a juicio del el presente tesista la mayor fuente de discrepancia viene de la incorporación de aditivo aceleraste, el cual al no estar diseñado para concreto armado pudo haber alterado el comportamiento del clavo en conjunción con el concreto en alguna medida. Se puede apreciar q los resultados son (diferentes, iguales, comparar tendencias)

Para la resistencia a la tracción: En la presente investigación se pudo ver el progreso de mejoría de la siguiente manera, para la muestra de 14 días simulando los 28 la evolución frente al concreto patrón fue: con D2 existió una mejora de 7.65%, con D3 14.42% y con D4 16.61%; para el concreto de 7 días simulando los 14 la evolución fue de -22.24% con D2, -7.39% con D3 y 2.04% con D4; adicionalmente las proporciones de mejora respecto a la dosificación anterior fue de: para la muestra de 14 días simulando los 28 tenemos entre D2 – D1 7.65% con respecto a D1, D3 – D2 6.29% respecto a D2, D4 – D3 1.91% con respecto a D3, para la muestra de 7 días simulando los 14 tenemos la siguiente evolución: D2 – D1 -22.24% respecto a D1, D3 – D2 19.09% respecto a D2, D4 – D3 10.18% respecto a D3

Según Shende, et al (2012) en el que podemos ver un estudio comparativo de fibras metálicas de diferente tamaño para un concreto de proporciones 1:1.43:3.04 y relación agua cemento de 0.35, vemos lo siguiente: podemos observar que en su caso obtienen una mejora de 41.37% con una dosificación de fibras del 3% respecto al volumen, con fibras de 35 mm de longitud y 0.7 mm de diámetro, que son las fibras más parecidas a los clavos usados en el experimento, Para las muestras con la ratio de aspecto de 50 tiene el siguiente resultado, los porcentajes de dosificación de fibras metálicas se hacen en base al volumen, concreto patrón de 3.07 Mpa, con una incorporación de 1% de fibra 3.3 Mpa, con 2% 3.92 Mpa, con 3% 4.34 Mpa. Pudiendo darnos las siguientes variaciones de resistencia respecto al concreto patrón un crecimiento de 7.49% de resistencia con la dosificación de 1% de fibra, 27.69% con 2% de fibra, 41.37% con 3% de fibra, o la variación de progresiones en porcentaje de la dosificación anterior. Con la dosificación de 1% de fibra metálica, una mejora de resistencia equivalente al 7.49% de la resistencia del concreto patrón, con la dosificación de 2% una mejora equivalente al 18.79% de la resistencia de la muestra con incorporación de fibra del 1% y una mejora con la dosificación de 3% de fibra equivalente al 10.71% de la resistencia ofrecida en la muestra de 2% de fibra metálica. estos resultados son diferentes a la progresión presentada en la presente investigación, la explicación puede deberse a la finalidad que tienen dichas fibras, diseñadas específicamente para adherirse al concreto a comparación de esta investigación, otro punto es que el concreto patrón en la

presente investigación mostró una resistencia de 15 kg/cm² mientras que para la investigación de referencia fue del doble, lo cual podría afectar la adherencia de las fibras o clavos en la mezcla al tener una relación agua cemento más favorecedora al elemento aglutinante, otro factor importante puede ser la presencia de óxido en el clavo en la presente investigación y como ya fue mencionado el aditivo acelerante, que al tener una alta presencia de cloruros puede afectar negativamente al ya deteriorado metal en el clavo. podemos observar que en su caso obtienen una mejora de 41.37% con una dosificación de fibras del 3% respecto al volumen, con fibras de 35 mm de longitud y 0.7 mm de diámetro, que son las fibras más parecidas a los clavos usados en el experimento.

Para la resistencia a la flexión: En la presente investigación pudimos apreciar que el concreto sufrió la siguiente evolución para una muestra de 14 días simulando los 28, un crecimiento de 54.56%% para una dosificación del 8% de clavos, 58.35% para una dosificación del 10% de clavos, 59.88% para 12% de clavos, todo este crecimiento en base a la resistencia del concreto patrón, y centrales, para muestra de 7 días simulando los 14 la evolución con respecto al concreto patrón fue la siguiente 8.89% para una dosificación de 8% de clavos, 17.81% para una dosificación de 10% de clavos y 20.38% para una dosificación de 12% de clavos; unas diferencias en su evolución entre dosificaciones en porcentaje a la dosificación anterior de 54.56% entre D2 – D1, 2.45% entre D3-D2, 0.97% entre D4 – D3, para la muestra de 14 días simulando los 28, y para la muestra de 7 días simulando los 14, 8.89% entre D2 – D1, 8.19% entre D3 – D2, 2.18% entre D4 – D3; teniendo un porcentaje de mejora máxima de 12% de clavos para los 2 casos con una mejoría máxima de 59.88% respecto al concreto patrón para la muestra de 14 días simulando los 28 días, y una mejoría máxima de 20.38% de resistencia respecto al concreto patrón, para la muestra de 7 días simulando los 14 días

según Pannirselvam, et al (2019, pág. 836) el concreto de grado M30 a los 28 días de fraguado tiene una evolución de resistencia de la siguiente manera. concreto patrón con resistencia de 5.65 Mpa, concreto con incorporación de 3% de clavos 6.13 Mpa, con 6% de clavos 6.5 Mpa, con 9% de clavos 6.68 Mpa, con 12% de clavos 6.93 Mpa, con 15% de clavos 6.75 Mpa. Lo cual en porcentajes de mejoría

respecto al patrón sería de la siguiente manera: Respecto al concreto patrón la resistencia mejora un 8% con una dosificación de 3% de clavos, 15% con la dosificación de 6%, 18% con la dosificación de 9%, 23% con la dosificación de 12%, 19% con la dosificación de 15%. Y unas diferencias de mejoría entre las dosificaciones en porcentaje de la dosificación anterior de: la dosificación de 6% de clavos mostró un crecimiento de 6.04% de la resistencia de la muestra con dosificación de clavos de 3%, la dosificación de 9% de clavos mostró un crecimiento de 2.27% de la resistencia de la muestra con dosificación de clavos de 6%, la dosificación de 12% de clavos mostró un crecimiento de 3.74% de la resistencia de la muestra con dosificación de clavos de 9%, la dosificación de 15% de clavos mostró un decaimiento de 2.60% de la resistencia de la muestra con dosificación de clavos de 12%.

Podemos apreciar que la dosificación óptima hallada es de 12% con un porcentaje de mejora del 22.65% respecto al concreto patrón; el punto de comparación de ambas investigaciones sería la mejoría máxima debido a que esta investigación de referencia no muestra en función a que se encuentran los porcentajes de clavos, tampoco muestra las características del clavo, pero sirve de guía en cómo y a cuánto tendería la mejoría de resistencia, habiendo dicho esta la mejoría máxima de esta investigación con respecto al concreto patrón es de 22.65% mientras que en la actual investigación es de 59.88%, como lo vimos en Shende, este crecimiento quizá se deba a la incorporación de clavos de mayor tamaño tal y como ocurrió en la resistencia a compresión, al actuar como un elemento más monolítico, también como se vio el crecimiento máximo en la muestra de 7 días simulando los 14 días este crecimiento se parece más al de la investigación de referencia al ser de 20.38% respecto al concreto patrón, podría indicar una tendencia también a la dimensión de los clavos y el tiempo de fraguado, al ser de mayor tamaño alcanzan mejores resultados a dosificaciones menores, pero a su vez requieren de un concreto más sólido para actuar en conjunción a él y dotarlo de mayores resistencias. Tiene una mejoría de hasta 22.65% con respecto al concreto patrón con una dosificación de 12% de clavos, al igual que la resistencia vista en los ensayos en compresión, también al igual que la resistencia a compresión el concreto tiende a tener una disminución con la dosificación del 15%, en la investigación presente a diferencia

de la investigación de referencia la mejoría es de 59.88% también con una dosificación de clavos del 12% pero a su vez posee una curva de evolución más atípica, un crecimiento abrupto entre D1 y D2 pero más calmada en adelante en el concreto de 14 días de curado simulando los 28 días, a su vez la curva de evolución es más predecible en el concreto de 7 días simulando los 14 días de curado, en esta a su vez la mejoría es de 20.38% con la adición de clavos reciclados, bastante parecido a la evolución que tuvo la investigación de referencia, esto quizá por la presencia de aditivo acelerante en esta investigación, sin embargo cabe resaltar que si bien en ambos casos de esta investigación se presenta una mejoría no tiene la misma correlación que hay entre la resistencia a la compresión y flexión que hay en la investigación de referencia.

El módulo de elasticidad en la presente investigación tuvo la siguiente evolución con respecto al concreto patrón, respecto a la muestra de 14 días simulando los 28 días con D2 se tuvo una mejoría de 0.25%, 3.12% con D3 -0.7% con D4; para la muestra de 7 días simulando los 14 días tenemos la siguiente evolución, 2.96% para D2, 2.91% para D3, 1.74% para D4; entre dosificaciones tuvo la siguiente evolución en porcentaje de resultados de la dosificación anterior; para la muestra de 14 días simulando los 28 tuvimos se tuvo un crecimiento: 0.25% entre D2 –D1, 2.86% entre D3 – D2, -3.70% entre D4 –D3; para la muestra de 7 días simulando los 14 se tuvo un crecimiento de 2.96% entre D2-D1, -0.05% entre D3-D2, -1.13% entre D4-D3.

Según Maanvit, et al (2019, pág. 3731) en el cual hace un estudio de distintas propiedades del concreto como es el caso de la resistencia a compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad con chatarra de acero, incluyendo clavos, se puede apreciar que en su caso hay una correlación fuerte entre el gráfico de resistencia a la tracción y el grafico del módulo de elasticidad, tal y como es posible ver en la presente investigación, esto puede deberse a que se usaron las mismas probetas para estimar la resistencia a tracción, los resultados fueron los siguientes: Para la Elasticidad: Tuvo la siguiente progresión, en N/mm² concreto patrón de 1000, con una dosificación de 1.5% del volumen, 3500 N/mm², con una dosificación de 2% del volumen, 3000 N/mm². Mostrando un crecimiento porcentual frente al concreto

patrón de, con una dosificación del 1% el aumento del módulo de elasticidad fue de un 150% del módulo de elasticidad del concreto patrón, 250% de crecimiento con la dosificación del 1.5%, 200% de crecimiento con la dosificación del 2%. Y un crecimiento entre dosificaciones de: un aumento del módulo de elasticidad con la dosificación del 2% equivalente al 40% del módulo de elasticidad de la muestra con dosificación de 1%, un decaimiento con la dosificación del 3% del módulo de elasticidad equivalente al 14.29% del módulo de elasticidad de la muestra con dosificación de 2%.

Mostrando un crecimiento porcentual frente al concreto patrón: sin embargo, su evolución es más dramática en la investigación de referencia, los resultados del módulo de elasticidad en la investigación de referencia llegan incluso a alcanzar un 250% de mejoría a comparación del 3.07 % de aumento de resistencia máxima frente al concreto patrón, ante un primer vistazo podríamos pensar que se debe al sistema de dosificación mientras que la resistencia máxima en la investigación de referencia llega con una dosificación del 1.5% del volumen del concreto en esta investigación se dosificó en base al peso del cemento, sería difícil estimar la correlación y equivalencia exacta entre ambas debido a la variedad de chatarra utilizada en la investigación de referencia, sin embargo, en ambas investigaciones se puede ver una caída en la última dosificación, mientras que en la de referencia ocurre con la dosificación de volumen del 2%, en la presente investigación ocurre en la dosificación relativa al peso de cemento del 12%, esto puede deberse a que pasado cierto punto, la cantidad de metal en la muestra, tiende a ser contraproducente, posiblemente evita deformaciones mayores y contribuyendo a agrietar el concreto en comparación con la dosificación anterior, la falta de evolución del módulo de elasticidad en el presente trabajo puede deberse también a la presencia del aditivo acelerante que de alguna manera alteró el normal comportamiento de un concreto con acero de desecho.

VI. CONCLUSIÓN

En cuanto a la **resistencia a la compresión** para la dosificación D2 aumenta en 6% de la resistencia al concreto patrón para la muestra de 7 días simulando los 14 días y 6.34% con la dosificación D3 para la muestra de 14 días simulando los 28 días (ver figura 38), a medida que aumenta la dosificación la resistencia aumenta, esto para la muestra de 7 días simulando 14 días, para la muestra de 14 días simulando los 28 días, a medida que aumenta la dosificación de clavos, aumenta la resistencia, excepto en la dosificación D4 desde la cual tiende a disminuir (figura 38), Se puede concluir que la resistencia a compresión aumenta a medida que se adicionan clavos, sin embargo, esta mejora suele ser cada vez menor y en caso de la muestra de 14 días simulando los 28 esta suele iniciar la pérdida poco antes de la dosificación D4, para la muestra de 7 días simulando los 14 la dosificación óptima suele ser mayor a la dosificación D4. (ver figura 40)

La resistencia a la compresión es afectada en una medida no tan predecible a los 14 días simulando los 28 con la adición de aditivos acelerantes, podemos ver que si bien mejora esta no es tan dramática como cabría esperarse, en esta investigación muestra no tener una dosificación óptima para la compresión que se comparta para todos los parámetros, probablemente muchos de los resultados se deban a factores como la dosificación de aditivo acelerante, ya que como pudimos apreciar si bien el concreto fue diseñado con una desviación de 295 kg/cm² sus resultados rondan la resistencia 210 kg/cm² en cuanto al concreto patrón de 14 días simulando los 28 días, podríamos resaltar también la influencia que tiene el óxido en las propiedades del clavo, mas así como en su adherencia hacia el concreto.

Del análisis de los resultados para la **resistencia a la tracción**: Para la muestra de 14 días simulando los 28 con todas las dosificaciones la resistencia a la tracción tiende a aumentar (ver figura 45), con la dosificación D4 que fue la última estudiada, tiende a mejorar en 2.54 kg/cm² o 16.61% respecto a la resistencia del concreto patrón, (tabla 15 figura 45). Sin embargo esta mejora es cada vez menor conforme aumenta las dosificaciones, se puede predecir que con una dosificación inmediatamente superior tendería a ser la óptima, para posteriormente disminuir, en cuanto a la muestra de 7 días simulando los 14 esta resistencia tiende a

disminuir con la dosificación D2 para luego aumentar(ver figura 45), al igual que con la anterior muestra una tendencia a mejorar la resistencia conforme aumenta la dosificación, sin embargo, a diferencia de la anterior, sería posible intuir que la resistencia óptima se encuentra en 2 o 3 escalas de porcentajes superiores para posteriormente disminuir, para la muestra de 7 días simulando los 14, en cambio para la muestra de 14 días simulando los 28 esta podría estar en la dosificación inmediatamente superior a D4 (ver figura 47).

La resistencia a la tracción tiene un aumento de resistencia probablemente a que brinda un efecto de adherencia al concreto, ya que como se puede apreciar la resistencia máxima llegó a mejorar hasta en un 16.61% (figura 45) , uniendo las distintas fibras y distribuyendo la acción de tracción entre los clavos y el concreto, sin embargo tal y como se vio esta pudo haber crecido más, probablemente esta disminución en su efectividad se deba a las condiciones únicas del presente experimento, al no tener una respuesta real acerca del verdadero comportamiento del clavo reciclado en el concreto si no una tentativa y aproximada por el posible efecto del acelerante ante el comportamiento y evolución de la muestra.

Para la resistencia a la flexión describimos el comportamiento de la siguiente manera: La resistencia a la flexión tiende a aumentar con todas las dosificaciones, para la muestra de 14 días simulando los 28 la resistencia a flexión tiene una línea de crecimiento que permite ver un crecimiento mayor conforme aumenten las dosificaciones (figura 48 y 49), con la dosificación D4 la muestra alcanza una mejoría de 5.41Kg/cm².(tabla 19) respecto a la dosificación del concreto patrón, y una mejoría de 59.88% (tabla 59.88% y figura 51) respecto a esta resistencia, sin embargo solo es un crecimiento de 0.13Kg/cm² de diferencia frente a la resistencia de la dosificación D3 o 0.97% de D3 para D4 (tabla 22, figura 53). La resistencia en la dosificación D2 fue de 4.93 kg/cm² o 54.56% respecto al concreto patrón (tabla 22, figura 53) de la resistencia del concreto patrón, el mayor crecimiento entre dosificaciones, lógicamente debido a la gran diferencia que hay entre una dosificación de 0% de clavos y una de 8% de clavos, En cuanto a la muestra de 7 días simulando los 14, este comportamiento tiende a ser más contra intuitivo, debido a un crecimiento de 8.89% o 0.97 kg/cm² entre D1 y D2 (tabla 22, figura

53), y un crecimiento de 8.19% de la resistencia de D2 para la resistencia D3 o 0.98 Kg/cm², lo que podría indicar que en dosificaciones anteriores a D2 tiende a haber una pérdida de resistencia o un crecimiento bastante pobre.

La resistencia a flexión con clavos reciclados tiene una mejora apreciable como pudimos ver en los resultados, además pudimos observar la correlación que existe entre la resistencia a flexión y la resistencia a tracción, sobre todo en el contra intuitivo comportamiento del concreto patrón que tiende a ser mayor a los 7 días simulando los 14 que a los 14 días simulando los 28, existe la posibilidad de que se deba a que al poseer menor tiempo de fraguado posea un mayor comportamiento plástico, que a su vez aporte una mayor resistencia a tracción (figura 49), a su vez se pudo observar que las fracturas o fallas se producían de manera mucho más discreta conforme aumentaba el porcentaje de clavos, teniendo la mayoría un porcentaje de resistencia residual que rondaba entre la mitad y 1/3 de la resistencia total, esto puede deberse a la acción que tienen los clavos reciclados de mantener unida las viguetas después de producirse la falla, ya que a su vez de distribuir el esfuerzo entre el concreto y los clavos reciclados, es el primero el que suele fallar ante la tracción por flexión y por lo tanto los clavos resisten una porción de esta durante un tiempo, pudo verse el caso de algunas vigas en concreto que presentaron varias resistencias últimas, en el presente experimento solo se anotaron las mayores, sin embargo se pudo ver algunas vigas que incluso mostraron resistencias después de las primeras fracturas incluso mayores, estas resistencias, llamados también picos, se presentaban de manera que justo después de hallar una resistencia máxima, la resistencia de la viga bajaba para luego volver a subir, eso puede deberse a factores como irregularidades en la superficie de la viga que al romperse pudieron permitir un mejor contacto entre la máquina de ensayo y la viga, otra explicación pudo ser debido al reacomodo de material después de la fractura, debido a la orientación azarosa de los clavos en la muestra no todas las vigas presentaron la misma resistencia residual, algunas incluso no la presentaron, sin duda, el comportamiento de las muestras tanto de las vigas como del resto muestra una mejora en el comportamiento y resistencia, aunque cómo se puede apreciar en este experimento esta no es la misma para todos los ensayos.

Para la determinación del **módulo de elasticidad** sabemos que: El módulo de elasticidad de la muestra de 14 días simulando los 28 días tiene un máximo de módulo de elasticidad con la dosificación D3 de 226471.4 kg/cm² o 103.12% veces la resistencia del concreto patrón (figura 57), luego para la dosificación D4 esta tiende a decrecer (figura 57). Para la muestra de 7 días simulando los 14 días el módulo de elasticidad máximo alcanzada es de 210856.5 Kg/cm² con la dosificación D3 (ver tabla 23), para la dosificación D4 también comienza a decrecer, pero sigue mostrando valores superiores a la del concreto patrón, podemos concluir que la dosificación óptima estudiada es la D3

Evaluando en qué medida la adición de clavos reciclados influye en las propiedades mecánicas del concreto f'c 210kg/cm² ciudad del cusco 2021. La adición de clavos en general tiende a mejorar la resistencia de todas las propiedades estudiadas siendo la dosificación D4 la que tiende a mostrar los mejores resultados para tracción, tanto por tracción por flexión como por tracción diametral, pudiéndose intuir que su dosificación óptima para tales propiedades se encuentra ligeramente superior a D4 mientras que para el módulo de elasticidad y para la resistencia a compresión estas tienden a ser valores también más correlacionados siendo la dosificación D3 la que mejor resultados ofrece para ambas, tendiendo a disminuir la resistencia superada esta dosificación. Estos resultados también pueden deberse a que el módulo de elasticidad se halló en base a las mismas probetas que la resistencia a compresión, comparando con resultados en general de otras investigaciones es posible intuir que la razón de las mayores varianzas se debe a tanto la presencia de óxido en los clavos reciclados y a la presencia del acelerante Sika 3.

VII.RECOMENDACIONES

Se recomienda no utilizar aditivo acelerante sin el correcto conocimiento sobre el tema para futuras investigaciones, de esta manera reducir las variables que afectan al comportamiento mecánico del concreto con clavos reciclados, reduciendo su resistencia posiblemente, este comportamiento podría verse afectado debido a que existe una contraindicación en cuanto al aditivo Sika 3 para la elaboración de concreto armado.

Se recomienda realizar más investigaciones con diferentes diseños de mezcla para poder ver la relación que tienen los clavos reciclados con la relación de agua cemento y otras características del agregado para poder determinar de mejor manera su comportamiento antes de poder aplicarse en diseños estructurales

También se recomienda eliminar la corrosión, o impedir su propagación de alguna manera en los clavos antes del endurecimiento de la mezcla, debido a que el proceso de propagación del óxido podría producir un agrietamiento a posteriori

Se recomienda realizar un estudio con más dosificaciones de clavos para poder estimar de mejor manera una línea de tendencia, si bien existen investigaciones que realizan esta tarea, ninguna cuenta con las características para aprovechar los clavos más usados en obra, de 3" y 4" y por lo tanto estimar de mejor manera su comportamiento al extender la vida útil de estos elementos y poder aprovecharlos en la creación de elementos estructurales

Se recomienda realizar esta misma investigación, pero cambiando la orientación de clavos de manera uniforme para así tener un mayor conocimiento de del comportamiento de distintas fracturas a producirse

Se recomienda no aumentar sustancialmente las proporciones de clavos más allá de la dosificación D4 o por lo menos prever el efecto que tendría en el concreto, esto debido a sus efectos que tienden a disminuir su resistencia a compresión y módulo de Young

REFERENCIAS

- Abanto, Flavio. 1998.** *Tecnología del concreto.* Lima : San Marcos E.I.R.L., 1998. ISBN 9786123020606..
- Abanto, Oswaldo. 2017.** *Resistencia mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm² con la adición de fibras de acero DRAMIX y SIKA.* Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2017.
- Arcondo, Paolo y Mercado, Euler. 2017.** *Evaluación comparativa de la resistencia a la tracción y revenimiento de un concreto $f'_c=210$ kg/cm² adicionado con fibras de alambre galvanizado en forma de púas vs rectilíneas con ganchos, en porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%.* Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2017.
- Thanon, Eethar y Abdullah, Mafaz. 2021.** *Behavior of non-reinforced and reinforced green mortar with fibers.* 1, Irak : Technical College of Mosul, 2021, Technical College of Mosul, Vol. 4, pág. Irak.
- Cement sustainability initiative. 2009.** *Reciclado del concreto.* . Washington D.C. : WCBS., 2009. ISBN: 9783940388506.
- Cervera, Miguel y Blanco, Elena. 2015.** *Resistencia de Materiales.* España : CIMNE, 2015. ISBN: 9788494424441..
- Robayo, R., Matthey, P. y Delvasto, S. 2014.** *Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero.* 2, Universidad del Valle : Revista de la Construcción, 2014, Vol. 12. ISSN 0718-915X.
- Pimentel, Lia, y otros. 2020.** *Concrete produced with recycled aggregate: a durability analysis for structural use.* 6, Sao Paolo : Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, 2020, Vol. 13.
- Rivera, Emily, y otros. 2020.** *Concretos reciclados, posibilidades de investigación desde el pregrado.*9, Nicaragua : Revistas UNI, 2020, Vol. 5. 28-39.
- CONCYT. 2015.** Ranking por disciplina Sub – área OCED. [En línea] 02 de Febrero de 2015.
<https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://victoryepes.blogs.upv.es/files/2015/04/2.-WoS-Ingenier%C3%ADa-y-Tecnolog%C3%ADa.pdf&hl=es>.

- Galindo, Diana Burgos, Aponte, Álvaro Guzmán y Castellano, Nancy Torres. 2019.** *Desempeño mecánico y durable de concretos que incorporan agregado reciclado fino comercial.* 32, Bogotá : Revista EIA, 2019, Vol. 16.
- Aktar, Sharmin, y otros. 2019.** *Determination of compressive strength of concrete by using steel nail.* 2, Bangladesh : Presidency University, 2019, Vol. 32.
- Bedoya, Carlos y Dzul, Luis. 2015.** *El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana.* 2, Colombia : Revista ingeniería de construcción, 2015, Vol. 30.
- León, Óscar Palacio, Porras, Álvaro Chávez y Castiblanco, Yessica Velásquez. 2017.** *Evaluation and comparison of the grain size analysis obtained from natural and recycled aggregates.* 53, Bogotá : Tecnura, 2017, Vol. 21.
- Kokila, L., Madhusudhanan, B. y Karpaga, K. 2019.** *Experimental investigation on concrete using steel scrap.* 2, s.l. : International Research Journal of Engineering and Technology, 2019, International Research Journal of Engineering and Technology, Vol. 9.
- Shende, A., Pande, A. y Gulfam, M. 2012.** *Experimental Study on Steel Fiber Reinforced Concrete for M-40 Grade.* 1, s.l. : International Refereed Journal of Engineering and Science, 2012, International Refereed Journal of Engineering and Science, Vol. 3.
- Farras, Lorena. 2021.** Las nuevas minas ya no están bajo el suelo. . [En línea] 24 de Enero de 2021. <https://www.lavanguardia.com/natural/si-existe/20200124/473032935671/reciclaje-metal-minas-urbanas-brl.html>.
- Farfán, Marlon, y otros. 2019.** *Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto.* 2, Lima : Universidad César Vallejo, 2019, Vol. 20.
- Galeb, Alaa y Sabri, Ihab. 2017.** *Prediction of compressive strength of fiber reinforced concrete using artificial neural networks .* Iraq : University of Basrah, 2017.Vol 10.
- Garcés, Andreina y Callejo, Carlos. 2011.** *Incidencia de la fibra metálica DRAMIX 65/35-b en pavimentos rígidos de temprana edad.* Venezuela : Universidad Nueva Esparta, 2011.
- Hernandez. 2010.** *Metodologías de la investigación.* México : McGraw-Hill, 2010. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

- INEI. 2018.** *Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a los servicios básicos.* . Lima : INEI, 2018.
- Rabelo, Cássia, Henrique, Cláudio y Silva, João. 2020.** *Influence of the granulometric fractions of recycled sands on the mechanical properties of Portland cement mortars.* 4, Porto Alegre : Ambiente Construído, 2020, Vol. 20.
- Ugalde, Nadia. 2013.** *Investigación cuantitativa e investigación cualitativa.* 179-187, Costa Rica : Ciencias Económicas, 2013, Vol. 2. ISSN: 0252-9521.
- Mondoñedo, Indira. 2018.** *Dosificación de Hormigones.* Piura : Universidad de Piura, 2018.
- Lozada, José. 2014.** *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria.*47-50, Ecuador : CienciAmérica, 2014, Vol. 3. ISSN 1390-9592.
- Pannirselvam, N, y otros. 2019.** *Experimental Investigation on Special Concrete Using Steel Nail.* India : International Journal of Recent Tecnology an Engineering, 2019.
- Rahman, Abdul, Mustafa, Syed y Azeemuddin, Syed. 2017.** *Performance Analysis of Steel Scrap in Structural Concrete 1,* s.l. : IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, 2017, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, Vol. 6.
- Carrillo, J., Cárdenas, J. y Aperador, W. 2017.** *Propiedades mecánicas a flexión del concreto reforzado con fibras de acero bajo ambientes corrosivos.* 2, Colombia : Rev. ing. constr. , 2017, Vol. 32. ISSN 0718-5073.
- Carrillo, Julián, Alcocer, Sergio y Aperador, William. 2013.** *Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo.* 2, Colombia : Ingeniería Investigación y Tecnología, 2013, Vol. XIV. ISSN 1405-7743.
- Pytel, Andrew y Singer, Ferdinand. 2010.** *Resistencia de materiales.* New York : Alfaomega, 2010. ISBN 9686356134.Vol 2.
- Quiroz y Salamanca. 2006.** *Tecnología del Hormigón.* . Bolivia : Universidad Mayor de San Simón, 2006.Vol 4.
- Secca, Felmar. 2016.** *Análisis de la resistencia a la compresión y el revenimiento del concreto adicionado con grapas de alambre galvanizado de cuatro puntas para el concreto de diseño $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$* Cusco – 2016. Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2016.

Nunes, Gabriela, Carpena, Denise y Borges, Angela. 2020. *Study of the influence of jiggling of recycled coarse aggregate on the compressive strength of concrete.* 5, Sao Paulo : Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, 2020, Vol. 13.

Santos, Davi Valente y Cabral, Antonio Bezerra. 2020. *Technical analysis of the recycling of construction waste in construction site.* 3, Porto Alegre : Ambiente Construído, 2020, Vol. 20.

Cáceres, Samuel Huaquisto y Quispe, Germán Belizario. 2018. *Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento.*2, Puno : Revista de Investigaciones Altoandinas, 2018, Vol. 20.

Vasquez, Ivan. 2015. *Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de acero para una resistencia de 500 kg/cm².* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2015.Vol 3.

Wang, Youjiang y Wu, H. 2015. *Concrete reinforcement with recycled fibers / journal of materials in civil engineering / november 2000.* Atlanta : Georgia Inst. of Technol, 2015, Vol 1.

Maanvit, P., y otros. 2019. *Experimental Examination of Fiber Reinforced Concrete Incorporation with Lathe Steel Scrap.* 2019, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, Vol. 20.

ANEXOS

Anexo 1: GLM BALANZA III y IIII DE 20 kg. x 0.001 kg. INGEOMAT E.I.R.L



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA
LABORATORIO S.A.C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 314-2020 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2020-10-28	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
1. SOLICITANTE	: INGEOMAT E.I.R.L	
DIRECCIÓN	: MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	
MARCA	: e - Accúra	
MODELO	: WA2	
NÚMERO DE SERIE	: A1223123	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 20 kg	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0.001 kg	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0.001 kg	
PROCEDENCIA	: NO PRESENTA	
IDENTIFICACIÓN	: NO PRESENTA	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2020-10-17	
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3ª - ENERO, 2009.	
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGENIERÍA S.A.C. MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN	

Gilmer Aníbal Huamán Poquioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C
Av. Miraflores Mz. E Lt. 80 Urb. Santa Eliza II Etapa Los Olivos - Lima
Teléfono: (01) 622 - 5814
Celular: 902 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gylaboratorio.com / laboratorio.gylaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	18.5 °C	18.6 °C
Humedad Relativa	37 %	37 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CC - 2502 - 2019 CC - 2503 - 2019 CC - 2504 - 2019

7. OBSERVACIONES

Para 20 g. la balanza indicó 19.98 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

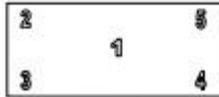
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 10.000 kg	Temp. (°C)		Carga L2= 20.000 kg	E(g)
		Inicial	Final		
		18.5	18.5		
1	10.001	0.5	1.0	20.000	0.0
2	10.001	0.5	1.0	20.000	-0.1
3	10.001	0.5	1.0	20.000	-0.1
4	10.001	0.6	0.9	20.000	-0.2
5	10.001	0.5	1.0	20.000	-0.1
6	10.001	0.5	1.0	20.000	-0.1
7	10.001	0.5	1.0	20.000	0.0
8	10.001	0.6	0.9	20.000	-0.1
9	10.001	0.6	0.9	20.000	0.0
10	10.001	0.5	1.0	20.000	-0.1
Error máximo permitido ±		3 g		± 3 g	





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal

Temp. (°C)	Inicial	Final
	18.6	18.6

Posición de la Carga	Determinación de E ₂				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	I(kg)	-I(L/g)	E ₂ (g)	Carga (kg)	I(kg)	-I(L/g)	E ₂ (g)	E _c (g)
1	0.001	0.010	0.5	9.0	6.000	6.002	0.6	1.9	-7.1
2		0.010	0.5	9.0		6.002	0.6	1.9	-7.1
3		0.010	0.5	9.0		6.003	0.5	3.0	-6.0
4		0.010	0.5	9.0		6.002	0.6	1.9	-7.1
5		0.010	0.5	9.0		6.000	0.6	-0.1	-9.1

(*) valor entre 0 y 10 a

Error máximo permitido ± 3 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C)	Inicial	Final
	18.6	18.6

Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				empj(**)
	I(kg)	-I(L/g)	E ₂ (g)	E _c (g)	I(kg)	-I(L/g)	E ₂ (g)	E _c (g)	
0.010	0.010	0.5	0.0	0.0	0.020	0.5	0.0	0.0	1
0.020	0.020	0.5	0.0	0.0	0.100	0.6	-0.1	-0.1	1
0.100	0.100	0.5	0.0	0.0	0.500	0.6	-0.1	-0.1	1
0.500	0.500	0.5	0.0	0.0	1.000	0.6	-0.1	-0.1	2
1.000	1.000	0.5	0.0	0.0	4.000	0.6	-0.1	-0.1	3
4.000	4.000	0.6	-0.1	-0.1	5.000	0.5	0.0	0.0	3
5.000	5.000	0.5	0.0	0.0	8.001	0.5	1.0	1.0	3
8.000	8.001	0.6	0.9	0.9	10.002	0.6	1.9	1.9	3
10.000	10.002	0.6	1.9	1.9	15.002	0.6	1.9	1.9	3
15.000	15.002	0.6	1.9	1.9	20.002	0.6	1.9	1.9	3
20.000	20.002	0.6	1.9	1.9					

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{correctada}} = R - 8,376E-08 \times R$$

$$U_{95} = 2 \sqrt{1,715E-04 \text{ g}^2 + 001E-08 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza I(L): Carga Incrementada E: Error encontrado E₂: Error en caso E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xi = 10^{-xi} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



Anexo 2 Certificado de calibración prensa de Humboldt



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA
Calibration Certificate – Laboratory of Force

OBJETO DE PRUEBA: <i>Instrument</i>	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN	Pág. 1 de 3
Rangos <i>Measurement range</i>	101 972 kgf	
FABRICANTE <i>Manufacturer</i>	TEST MARK (INDICADOR) / HUMBOLDT (MARCO)	
Modelo <i>Model</i>	NO PRESENTA (INDICADOR) / 121020H (MARCO)	
Serie <i>Identification number</i>	LX13-120924-49 (INDICADOR) / CM-3000-LXIP60 (MARCO)	
Ubicación de la máquina <i>Location of the machine</i>	LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - INGEOMAT E.I.R.L	
Norma de referencia <i>Norm of used reference</i>	NTC – ISO 7500 – 1 (2007 – 07 – 25)	
Intervalo calibrado <i>Calibrated interval</i>	Del 10% al 100% del Rango	
Solicitante <i>Customer</i>	INGEOMAT E.I.R.L	
Dirección <i>Address</i>	MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN – CUSCO – SAN SEBASTIAN	
Ciudad <i>City</i>	CUSCO	
PATRON(ES) UTILIZADO(S) <i>Measurement standard</i>	T71P / ZSC	
Tipo / Modelo <i>Type / Model</i>	150 tn	
Rangos <i>Measurement range</i>	OHAUS / KELI	
Fabricante <i>Manufacturer</i>	B504530209 / 5M56609	
No. serie <i>Identification number</i>	N° INF – LE – 245 – 19	
Certificado de calibración <i>Calibration certification</i>	0.060 %	
Incertidumbre de medida <i>Uncertainty of measurement</i>	Comparación Directa	
Método de calibración <i>Method of calibration</i>	Sistema Internacional de Unidades (SI)	
Unidades de medida <i>Units of measurement</i>		
FECHA DE CALIBRACIÓN <i>Date of calibration</i>	2020 – 02 – 17	
FECHA DE EXPEDICIÓN <i>Date of issue</i>	2020 – 02 – 19	

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS
Number of pages of this Certificate and documents attached

3

FIRMA AUTORIZADA
Authorized Signature

Téc. G. M. A. Huáscar Poggioma
Responsable del Laboratorio de Metrología





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **259-2020 GLF**

Pág. 2 de 3

Método de Calibración: **FUERZA INDICADA CONSTANTE**
 Tipo de Instrumento: **MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO**

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: **COMPRESIÓN** Resolución: **2.00 kgf**

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kgf	1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
		kgf	kgf	No Aplica	kgf	No Aplica
10	10200	10250	10260		10230	
20	20390	20420	20440		20410	
30	30590	30620	30630		30680	
40	40790	40860	40840		40840	
50	50990	51110	51140	No Aplica	51020	No Aplica
60	61180	61230	61220		61230	
70	71380	71510	71460		71430	
80	81580	81690	81620		81610	
90	91770	91900	91840		91850	
100	101970	102010	102030		102020	
Indicación después de Carga:		0	0		0	No Aplica

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kgf	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa a (%)	Relativa U± (%) k=2
10	10200	-0.46	0.29			0.020	0.186
20	20390	-0.16	0.15			0.010	0.110
30	30590	-0.17	0.20			0.007	0.139
40	40790	-0.14	0.05			0.005	0.084
50	50990	-0.20	0.23	No Aplica	No Aplica	0.004	0.157
60	61180	-0.08	0.02			0.003	0.084
70	71380	-0.12	0.11			0.003	0.095
80	81580	-0.07	0.10			0.002	0.092
90	91770	-0.10	0.07			0.002	0.084
100	101970	-0.05	0.02			0.002	0.084
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: **18.1 °C**
 Temperatura Máxima: **18.4 °C**

Humedad Mínima: **31.0 %Hr**
 Humedad Máxima: **31.0 %Hr**





LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **259-2020 GLF**

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,20	0,23	No Aplica	No Aplica	0,00	0,010

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 0.5 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" - Julio 2006.

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: B504530209 / 5M56609, Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con incertidumbre del orden de 0,060 % con INFORME TÉCNICO LEA - PUCP, INF - LE - 245 - 19.

OBSERVACIONES .

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de mediciones.
8. Se ajusta con el certificado la estampilla de calibración No. 259-2020 GLF

FIRMA AUTORIZADA

Téc. *Gilberto Huamán Puquioma*
Responsable Laboratorio de Metrología



Anexo 3: BALANZA I y II DE 6200 g. x 0.1 g. INGEOMAT E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 317-2020 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2020-10-28	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
1. SOLICITANTE	: INGEOMAT E.I.R.L	
DIRECCIÓN	: MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: SPX6201	
NÚMERO DE SERIE	: B709757153	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 6200 g	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0.1 g	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0.1 g	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: NO PRESENTA	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2020-10-17	
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4ª - ABRIL, 2010.	
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN	

Gilmer Antonio Hasim P. Quiroma
Responsable del Laboratorio de Metrología





5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	17.8 °C	17.9 °C
Humedad Relativa	39 %	39 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 078 - 2020 CC - 2502 - 2019

7. OBSERVACIONES

Para 6200 g la balanza indicó 6200.3 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.
 Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010.
 Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

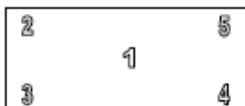
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1= 3,000.0 g			Carga L2= 6,000.0 g			
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	
1	3,000.0	60	-10	6,000.0	60	-10	
2	3,000.0	40	10	6,000.0	50	0	
3	3,000.0	60	-10	6,000.0	40	10	
4	3,000.0	40	10	6,000.0	50	0	
5	3,000.0	60	-10	6,000.0	40	10	
6	3,000.0	50	0	6,000.0	50	0	
7	3,000.0	40	10	6,000.0	40	10	
8	3,000.0	50	0	6,000.0	60	-10	
9	3,000.0	60	-10	6,000.0	50	0	
10	3,000.0	50	0	6,000.0	40	10	
Diferencia máxima			20	Diferencia máxima			20
Error máximo permitido ±			300 mg	Error máximo permitido ±			300 mg





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal		Temp. (°C)		Inicial	Final					
				17.8	17.8					
Posición de la Carga	Determinación de E _c				Determinación del Error corregido					
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (mg)	E _c (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
1	1.0	1.0	50	0	2,000.0	2,000.1	50	100	100	
2		1.0	40	10		2,000.0	40	10	0	
3		1.0	50	0		2,000.0	50	0	0	
4		1.0	40	10		2,000.0	40	10	0	
5		1.0	50	0		2,000.0	50	0	0	
(*) valor entre 0 y 10 e					Error máximo permitido : ± 200 mg					

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	Temp. (°C)					Temp. (°C)					emp(**)
	17.9					17.9					
	CRECIENTES				DECRECIENTES						
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)	±(mg)		
1.0	1.0	50	0						100		
5.0	5.0	50	0	0	5.0	50	0	0	100		
10.0	10.0	40	10	10	10.0	40	10	10	100		
50.0	50.0	40	10	10	50.0	50	0	0	100		
100.0	100.0	50	0	0	100.0	40	10	10	100		
1,000.0	1,000.0	40	10	10	1,000.0	50	0	0	200		
2,000.0	2,000.1	50	100	100	2,000.1	40	110	110	200		
3,000.0	3,000.0	50	0	0	3,000.0	50	0	0	300		
4,000.0	4,000.0	40	10	10	4,000.0	40	10	10	300		
5,000.0	5,000.0	50	0	0	5,000.0	50	0	0	300		
6,200.0	6,200.0	50	0	0	6,200.0	50	0	0	300		

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 231E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{018E-04 g^2 + 209E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



ANEXO 4: GLM BALANZA I y II DE 1000 g. x 0.01 g. INGEOMAT E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA
LABORATORIO S.A.C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 316-2020 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2020-10-28	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
1. SOLICITANTE	: INGEOMAT E.I.R.L.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
DIRECCIÓN	: MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN	G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	
MARCA	: HENKEL	
MODELO	: NO PRESENTA	
NÚMERO DE SERIE	: K8013871	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 1000 g	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0.01 g	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0.1 g	
PROCEDENCIA	: NO PRESENTA	
IDENTIFICACIÓN	: NO PRESENTA	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2020-10-17	
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNIM - INDECOPI, EDICIÓN 1ª - ABRIL, 2010.	
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN	

Gilmer Antonio Huamán Poquioma
Responsable del Laboratorio de Metrología





5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	18.5 °C	18.6 °C
Humedad Relativa	38 %	38 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 076 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 1000 g la balanza indicó 1003.6 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (*) Código asignado por ARICAGEOS SOILS & CONCRETE S.A.C.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SITEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Carga L1= 500.00 g			Carga L2= 1,000.00 g		
	Temp. (°C)	Inicial	Final	Temp. (°C)	Inicial	Final
		18.5	18.5			
Nº	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)
1	499.99	4	-9	999.87	4	-129
2	499.99	4	-9	999.87	4	-129
3	499.99	5	-10	999.87	5	-130
4	499.99	5	-10	999.87	5	-130
5	499.99	5	-10	999.87	5	-130
6	499.99	6	-11	999.87	4	-129
7	499.99	4	-9	999.87	4	-129
8	499.99	4	-9	999.87	5	-130
9	499.99	5	-10	999.87	6	-131
10	499.99	4	-9	999.87	4	-129
Diferencia Máxima			2	2		
Error máximo permitido ±			100 mg	± 200 mg		




ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	ΔL (mg)	E_0 (mg)	Carga L (g)	l(g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)
1	1.00	0.98	5	-20	300.00	300.01	4	11	31
2		0.97	4	-29		300.04	5	40	69
3		0.97	4	-29		300.02	5	20	49
4		0.96	5	-40		299.96	4	-39	1
5		1.01	5	10		300.00	5	0	-10

Temp. (°C) Inicial: 18.5 Final: 18.5

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: \pm 100 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES					DECRECIENTES					emp(**) \pm (mg)
	l(g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)	l(g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)			
1.00	1.00	4	1								100
2.00	2.00	5	0	-1	2.00	5	0	-1			100
5.00	5.00	4	1	0	5.00	4	1	0			100
10.00	10.00	4	1	0	10.00	4	1	0			100
50.00	50.00	5	0	-1	50.00	5	0	-1			100
75.00	75.00	4	1	0	75.00	4	1	0			100
100.00	100.01	4	11	10	100.01	4	11	10			100
200.00	200.01	4	11	10	200.01	4	11	10			100
500.00	500.01	4	11	10	500.01	4	11	10			100
800.00	800.01	5	10	9	800.01	5	10	9			200
1,000.00	999.87	4	-129	-130	999.87	4	-129	-130			200

Temp. (°C) Inicial: 18.5 Final: 18.5

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 6,000E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,716E-08 \text{ g}^2 + 1,557E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL : Carga Incrementada E: Error corregido Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



ANEXO 5: GLM BALANZA III y IIII DE 30 kg. x 0.005 g. INGEOMAT E.I.R.L



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 315-2020 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-28

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : V11F30T

NÚMERO DE SERIE : 90900778

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30 kg

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.005 kg

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.005 kg

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-17

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3ª - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L
MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN



Gilmer Antonio Huamán Poquioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Ll. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@qylaboratorio.com / laboratorio.qylaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	18.4 °C	18.6 °C
Humedad Relativa	38 %	38 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 078 - 2020 CC - 2502 - 2019 CC - 2503 - 2019 CC - 2504 - 2019

7. OBSERVACIONES

Para 30 g. la balanza indicó 29.975 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15.000 kg			Carga L2= 30.000 kg		
	I(kg)	ΔI(g)	E(g)	I(kg)	ΔI(g)	E(g)
1	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
2	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
3	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
4	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
5	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
6	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
7	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
8	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
9	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
10	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
Carga Máxima			0.0	0.0		
Error Máximo permitido ±			15 g	± 15 g		





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Inicial 18.6 Final 18.6

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	I(kg)	ΔL(g)	E ₀ (g)	Carga (kg)	I(kg)	ΔL(g)	E ₀ (g)	E _c (g)
1	0.050	0.050	2.5	0.0	10.000	10.000	2.5	0.0	0.0
2		0.050	2.5	0.0		10.000	2.5	0.0	0.0
3		0.050	2.5	0.0		10.000	2.5	0.0	0.0
4		0.050	2.5	0.0		10.000	2.5	0.0	0.0
5		0.050	2.5	0.0		10.000	2.5	0.0	0.0

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 10 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial 18.6 Final 18.6

Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	I(kg)	ΔL(g)	E ₀ (g)	E _c (g)	I(kg)	ΔL(g)	E ₀ (g)	E _c (g)	
0.050	0.050	2.5	0.0						5
0.100	0.100	2.5	0.0	0.0	0.100	2.5	0.0	0.0	5
0.200	0.200	2.5	0.0	0.0	0.200	2.5	0.0	0.0	5
0.500	0.500	2.5	0.0	0.0	0.500	2.5	0.0	0.0	5
1.000	1.000	2.5	0.0	0.0	1.000	2.5	0.0	0.0	5
2.000	2.000	2.5	0.0	0.0	2.000	2.5	0.0	0.0	5
5.000	5.000	2.5	0.0	0.0	5.000	2.5	0.0	0.0	10
10.000	10.000	2.5	0.0	0.0	10.000	2.5	0.0	0.0	10
15.000	15.000	2.5	0.0	0.0	15.000	2.5	0.0	0.0	15
20.000	20.000	2.5	0.0	0.0	20.000	2.5	0.0	0.0	15
30.000	30.000	2.5	0.0	0.0	30.000	2.5	0.0	0.0	15

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{correctada}} = R - 0,000E+00 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{004E+00 \text{ g}^2 + 059E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx - 10^{xx} (Ejemplo: E-05 - 10⁰⁵)



ANEXO 6: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MAQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE FUERZA
Calibration Certificate - Laboratory of Force

OBJETO DE PRUEBA:

MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Pág. 1 de 3

Instrument

50 kN

Rangos

Measurement ranges

FABRICANTE

Manufacturer

Modelo

Model

Serie

Identification number

Ubicación de la máquina

Location of the machine

Norma de referencia

Norm of used reference

Intervalo calibrado

Calibrated interval

Solicitante

Customer

Dirección

Address

Ciudad

City

PATRON(ES) UTILIZADO(S)

Measurement standard

Tipo / Modelo

Type / Model

Rangos

Measurement ranges

Fabricante

Manufacturer

No. serie

Identification number

Certificado de calibración

Calibration certification

Incertidumbre de medida

Uncertainty of measurement

Método de calibración

Method of calibration

Unidades de medida

Units of measurement

FECHA DE CALIBRACIÓN

Date of calibration

FECHA DE EXPEDICIÓN

Date of issue

OHAUS (INDICADOR) / ZEMIC (CELDA)

T21P (INDICADOR) / H3-C3-5.0t-6B (CELDA)

8036070237 (INDICADOR) / L2D009755 (CELDA)

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - INGEOMAT E.I.R.L

NTC - ISO 7500 - 1 (2007 - 07 - 25)

Del 10% al 100% del Rango

INGEOMAT E.I.R.L

MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN

CUSCO

T71P / DEF - A

5 tn

OHAUS / KELI

B504530209 / AGB8505

N° 011 - 2018 GLF

0.062 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades (SI)

2019 - 12 - 09

2019 - 12 - 12

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS

Number of pages of this certificate and documents attached

3

FIRMAS AUTORIZADAS

Authorized Signatures

Téc. Gilmer Huamán Poggioma
Responsable Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Ll. 80
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

FIJO: (01) 622-5814
RPC: 992-302-883
RPC: 962-227-858

Correos: ventas@gyllaboratorio.com
ventas.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

Horario de Atención:
Lunes a Viernes: 8:00 am a
6:00 pm
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO SAC



ANEXO 7: GLM BALANZA I y II DE 500 g. x 0.1 g. INGEOMAT E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 016-2020 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2020-01-09

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L.

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : POCKET SCALE

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA

ALCANCE DE INDICACIÓN : 500 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : (*) GLM - 038

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-01-07

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4ª - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CEMENTO - INGEOMAT E.I.R.L.
MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Gilmer Antonio Huariño Poquioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C
Av. Miraflores Mz. E LL. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima
Teléfono: (01) 622 - 5814
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@qylaboratorio.com / laboratorio.qylaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	29.2 °C	29.3 °C
Humedad Relativa	58 %	58 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud F1)	LM - 415 - 2018

7. OBSERVACIONES

Para 500 g la balanza indicó 499.7 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (*) Código asignado por G&L LABORATORIO SAC.

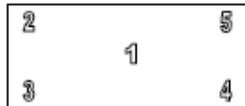
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Temp. (°C)					
	Inicial 29.2			Final 29.2		
	Carga L1= 250.0 g			Carga L2= 500.0 g		
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)
1	250.0	50	0	500.0	40	10
2	250.0	50	0	500.0	40	10
3	250.0	50	0	500.0	50	0
4	250.0	40	10	500.0	50	0
5	250.0	50	0	500.0	50	0
6	250.0	50	0	500.0	50	0
7	250.0	40	10	500.0	40	10
8	250.0	40	10	500.0	40	10
9	250.0	50	0	500.0	50	0
10	250.0	50	0	500.0	40	10
Diferencia máxima			10			10
Error máximo permitido ±	100 mg			± 100 mg		





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	29.2	29.2

Posición de la Carga	Determinación de E_c				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	ΔL (mg)	E_c (mg)	Carga L (g)	l(g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)
1	1.0	1.0	40	10	170.0	170.0	50	0	-10
2		1.0	60	-10		170.0	50	0	10
3		1.0	50	0		170.0	50	0	0
4		1.0	60	-10		170.0	50	0	10
5		1.0	50	0		170.0	60	-10	-10

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : \pm 100 mg

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	29.2	29.3

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)	l(g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)	
1.0	1.0	50	0						100
2.0	2.0	60	-10	-10	2.0	50	0	0	100
5.0	5.0	60	-10	-10	5.0	40	10	10	100
10.0	10.0	50	0	0	10.0	50	0	0	100
20.0	20.0	60	-10	-10	20.0	40	10	10	100
50.0	50.0	50	0	0	50.0	50	0	0	100
100.0	100.0	50	0	0	100.0	50	0	0	100
200.0	200.0	60	-10	-10	200.0	40	10	10	100
300.0	300.0	50	0	0	300.0	50	0	0	100
400.0	400.0	50	0	0	400.0	50	0	0	100
500.0	500.0	60	-10	-10	500.0	60	-10	-10	100

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,300E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{017E-04 \text{ g}^2 + 1,233E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL : Carga Incrementada E: Error escombros E_c : Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



ANEXO 8: ANALISIS GRANULOMÉTRICO A.F.

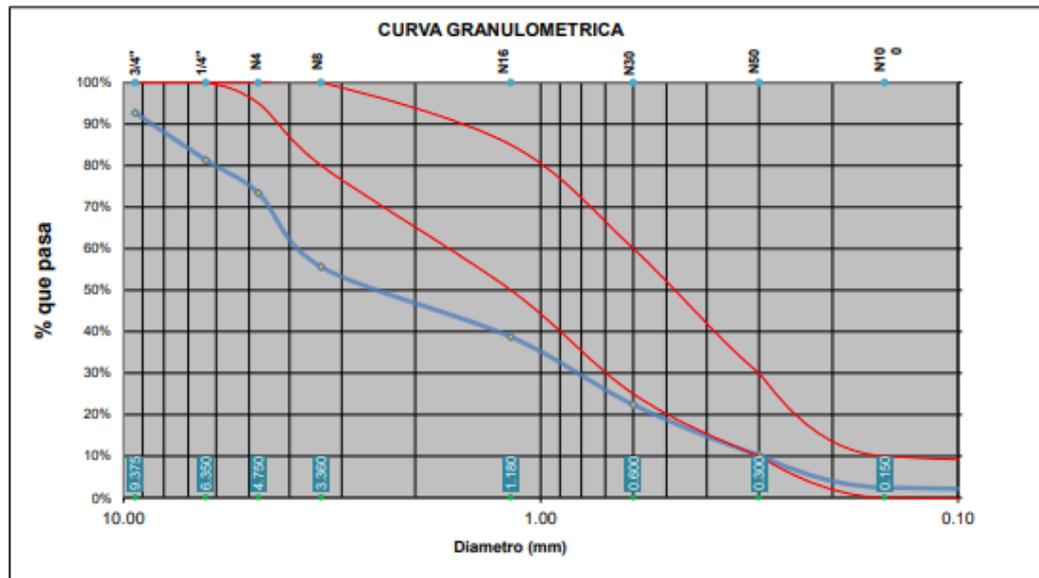
Proyecto: EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO $F'c=210$ kg/cm² CON LA ADICION DE CLAVOS RECICLADOS, CUSCO 2021.

Cantera: HUAMBUTIO-VICHO Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente
Fecha: MARZO, 2021 P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente
Solicitante: DANIEL ALEXFRE JUAREZ VICTORIO

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO POR TAMIZADO MTC E-107-200

PARAMETROS ASTM C 33

Tamiz N°	Diam. (mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
3/8 pulg	9.375	144.70	7.30%	7.30%	92.70%	100.00%	100.00%
1/4 pulg	6.350	225.47	11.38%	18.68%	81.32%	100.00%	100.00%
N 4	4.750	157.87	7.96%	26.64%	73.36%	100.00%	95.00%
N 8	3.360	351.95	17.76%	44.40%	55.60%	100.00%	80.00%
N 16	1.180	334.41	16.87%	61.27%	38.73%	85.00%	50.00%
N 30	0.600	323.51	16.32%	77.59%	22.41%	60.00%	25.00%
N 50	0.300	240.95	12.16%	89.74%	10.26%	30.00%	10.00%
N 100	0.150	155.18	7.83%	97.57%	2.43%	10.00%	0.00%
bandeja	0.000	48.10	2.43%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		1982.14	100.00%				



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos} (1/2, 3/4, 3/8, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

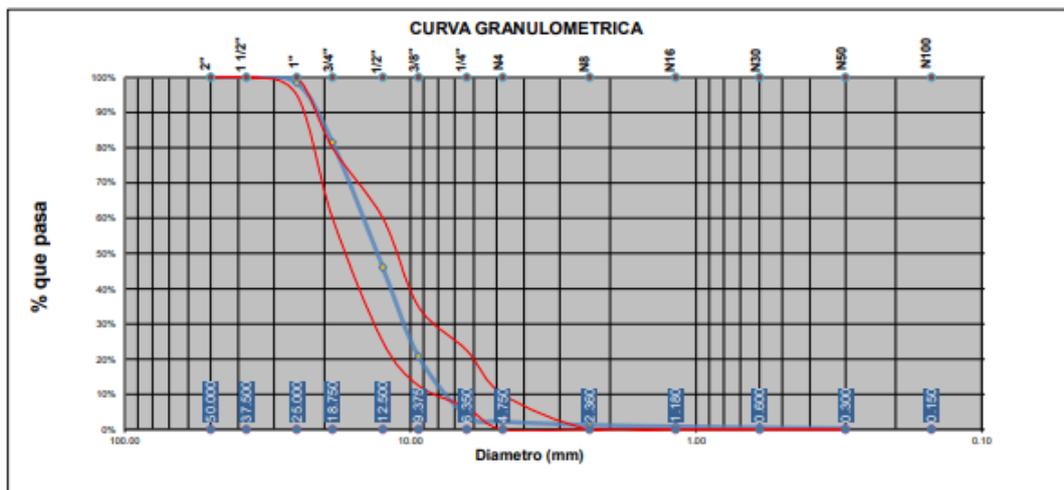
MF = 4.05 Arena Gruesa \Rightarrow Aumentar Arena Fina

ANEXO 9: ANALISIS GRANULOMÉTRICO A.G.

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO POR TAMIZADO MTC E-107-200

PARAMETROS
ASTM C 33

Tamiz Nº	Diam.(mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
2 pulg	50.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 1/2pulg	37.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.000	37.83	1.61%	1.61%	98.39%	100.00%	95.00%
3/4pulg	18.750	397.85	16.89%	18.50%	81.50%	80.00%	60.00%
1/2pulg	12.500	834.46	35.43%	53.93%	46.07%	60.00%	25.00%
3/8pulg	9.375	594.15	25.23%	79.16%	20.84%	35.00%	12.50%
1/4pulg	6.350	400.65	17.01%	96.17%	3.83%	22.50%	6.25%
Nº4	4.750	37.10	1.58%	97.75%	2.25%	10.00%	0.00%
Nº8	2.360	23.45	1.00%	98.74%	1.26%	0.00%	0.00%
Nº16	1.180	9.02	0.38%	99.13%	0.87%	0.00%	0.00%
Nº30	0.600	7.30	0.31%	99.44%	0.56%	0.00%	0.00%
Nº50	0.300	4.54	0.19%	99.63%	0.37%	0.00%	0.00%
Nº100	0.150	5.05	0.21%	99.84%	0.16%	0.00%	0.00%
bandeja	0.000	3.69	0.16%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		2355.09	100.00%				



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos} (1 \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, \text{N}^{\circ}4, \text{N}^{\circ}8, \text{N}^{\circ}16, \text{N}^{\circ}30, \text{N}^{\circ}50, \text{N}^{\circ}100)}{100}$$

$$MF = 6.92$$

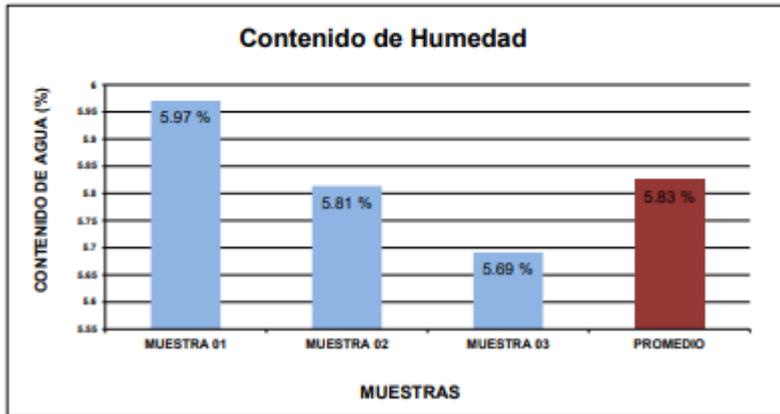
Tamaño Máximo Absoluto= 1 1/2pulg
Tamaño Máximo Nominal= 1 pulg

ANEXO 10: CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO Y GRUESO

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL FINO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	21.40	23.06	24.43	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	104.82	107.51	116.54	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	100.12	102.87	111.58	
PESO DEL AGUA	4.70	4.64	4.96	
PESO DEL SUELO SECO	78.72	79.81	87.15	
CONTENIDO DE AGUA (%)	5.97	5.81	5.69	5.83

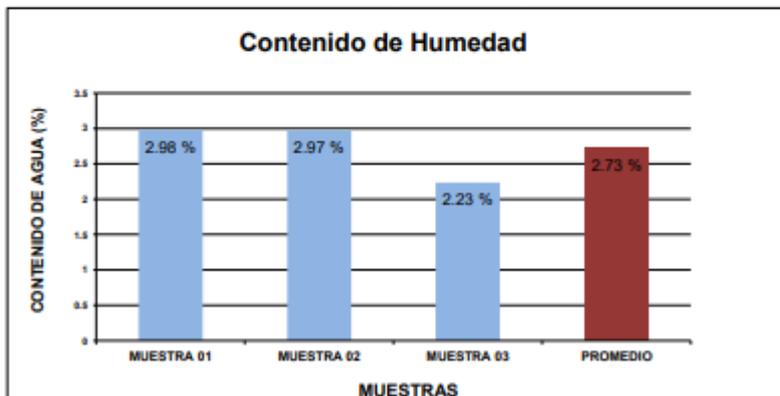
PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = **5.83%**



CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL GRUESO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	25.32	22.46	22.99	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	115.79	113.25	122.51	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	113.17	110.63	120.33	
PESO DEL AGUA	2.62	2.62	2.18	
PESO DEL SUELO SECO	87.85	88.17	97.34	
CONTENIDO DE AGUA (%)	2.98	2.97	2.23	2.73

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = **2.73%**

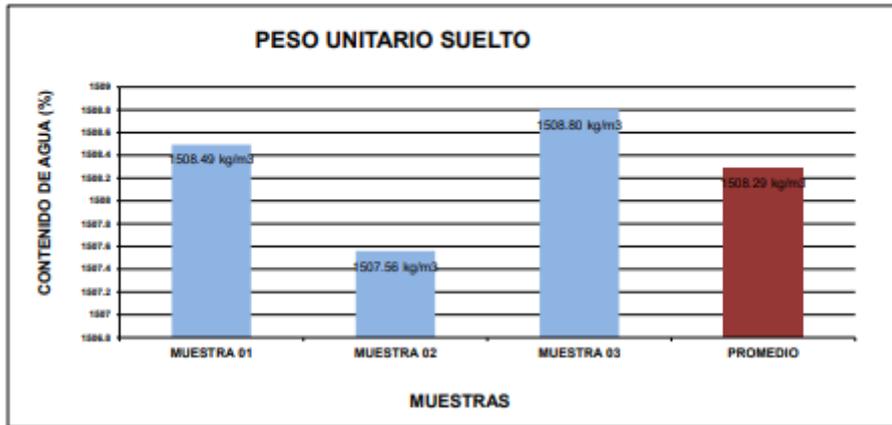


ANEXO 11: PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL FINO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	8040.00 gr	8040.00 gr	8040.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	12885.00gr	12882.00gr	12884.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3211.81cm ³	3211.81cm ³	3211.81cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1508.49 kg/m ³	1507.56 kg/m ³	1508.80 kg/m ³	1508.29 kg/m ³

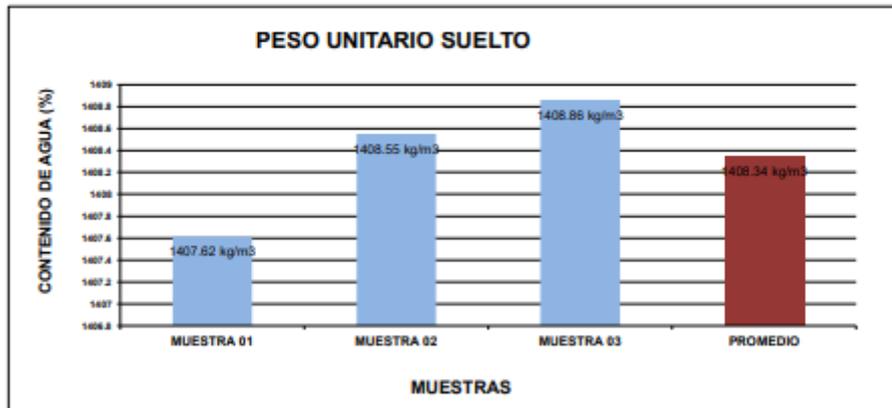
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1508.29 kg/m³



PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL GRUESO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	8040.00 gr	8040.00 gr	8040.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	12561.00gr	12564.00gr	12565.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3211.81cm ³	3211.81cm ³	3211.81cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1407.62 kg/m ³	1408.55 kg/m ³	1408.86 kg/m ³	1408.34 kg/m ³

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1408.34 kg/m³

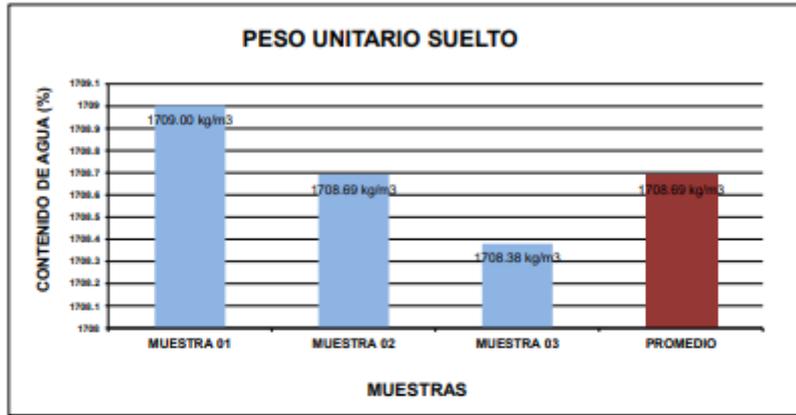


ANEXO 12: PESO UNITARIO VARILLADO AGREGADOS

PESO UNITARIO SUELTO VARILLADO MATERIAL FINO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	8040.00 gr	8040.00 gr	8040.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	13529.00gr	13528.00gr	13527.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3211.81cm ³	3211.81cm ³	3211.81cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1709.00 kg/m ³	1708.69 kg/m ³	1708.38 kg/m ³	1708.69 kg/m ³

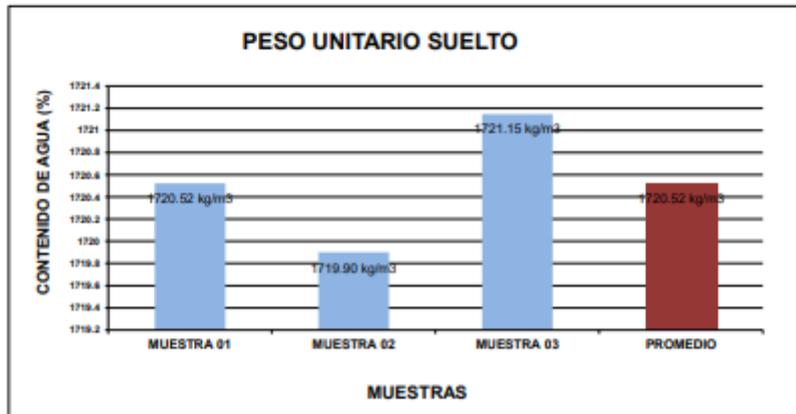
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1708.69 kg/m³



PESO UNITARIO SUELTO VARILLADO MATERIAL GRUESO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	8040.00 gr	8040.00 gr	8040.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	13566.00gr	13564.00gr	13568.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3211.81cm ³	3211.81cm ³	3211.81cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1720.52 kg/m ³	1719.90 kg/m ³	1721.15 kg/m ³	1720.52 kg/m ³

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1720.52 kg/m³



ANEXO 13: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN AGREGADOS



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.
- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, RPM: 8998990111, Nextel: 947285580

Proyecto: EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO $f'c=210$ kg/cm² CON LA ADICION DE CLAVOS RECICLADOS, CUSCO 2021.

Muestra: HUAMBUTIO-VICHO

Fecha: MARZO, 2021

Solicitante: DANIEL ALEXFRE JUAREZ VICTORIO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO AASHTO T 84

Peso Especifico de masa (P_m)

W₀= Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr : 472.90 gr
V= Volumen de Frasco en cm³ : 500.00 cm³
V_a= Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida en el frasco : 305.00 cm³

$$P_m = \frac{W_0}{(V - V_a)} = 2.43 \text{ gr/cm}^3 \quad A_b = \frac{500 - W_0}{W_0} \times 100 = 5.73\%$$

$$P_{ss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100 = 2.56 \text{ gr/cm}^3 \quad P_{aparente} = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} = 2.82 \text{ gr/cm}^3$$

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO AASHTO T 84

A= PESO SECO EN EL AIRE : 1645.00 gr
B= PESO SUPERFICIALMENTE SECO : 1688.00 gr
C= PESO DE LA MUESTRA EN AGUA : 1025.20 gr

$$\gamma_{sp} = \frac{A}{B - C} = 2.48 \quad \gamma_{aparente} = \frac{A}{A - C} = 2.65$$

$$\gamma_w = \frac{B}{B - C} = 2.55 \quad Absorcion = \frac{B - A}{A} = 2.61\%$$

ANEXO 14: DISEÑO DE MEZCLA – ACI



Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPN: 8998990111

Proyecto: EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO $f'c=210$ kg/cm² CON LA ADICION DE CLAVOS RECICLADOS, CUSCO 2021.

Muestra: Fino= HUAMBUTIO
Grueso= VICH0

Fecha: MARZO, 2021

Solicitante: DANIEL ALEXFRE JUAREZ VICTORIO

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI

1.- Propiedades del Concreto a Diseñar

$f'c=$	210 kg/cm ²	210 kg/cm ²
SLUMP=	3 pulg	6 pulg
Consistencia=	Plastica	
Uso de aditivo	Sin Aditivo	
Aire Incorporado	No	

2.- Características de los Materiales:

2.1.- Cemento:

Marca:	Yura
Tipo:	IP
Peso Especifico:	3.06

2.2.- Agua:

Agua potable de la red publica de la ciudad

2.3.- Agregado Fino:

Peso Especifico de la masa	2.43
Absorción	5.73%
Contenido de Humedad	5.83%
Modulo de Fineza	4.05
Peso Compacto Seco	1708.69 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1508.29 kg/m ³

2.4.- Agregado Grueso:

Perfil Angular	Si
Tamaño Maximo Nominal	1 pulg
Peso Compacto Seco	1720.52 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1408.34 kg/m ³
Peso Especifico de la masa	2.48
Absorción	2.61%
Contenido de Humedad	2.73%
Modulo de Fineza	6.92

3.- Determinacion de la resistencia promedio ($f'c'r$)

Calculo de la Desviacion Estandar

Como no se cuenta con un registro de resultados de ensayos que posibilite el calculo de la desviacion estandar se hara uso del siguiente cuadro según RNE tabla 5.3

$f'c$	$f'c'r$
menor de 210	$f'c+70$
210 a 350	$f'c+85$
mayor a 350	$1.1f'c+50$

Proyecto: EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ CON LA ADICION DE CLAVOS RECICLADOS, CUSCO 2021.

Muestra:

Fino= HUAMBUTIO
Grueso= VICHO

Fecha: MARZO, 2021

Solicitante: DANIEL ALEXFRE JUAREZ VICTORIO

$f'c=$	210 kg/cm ²
--------	------------------------

Por lo tanto la resistencia promedio sera:

$f'c_r=$ 295 kg/cm²

4.- Calculo del volumen unitario de agua

$f'c=$	210 kg/cm ²
Tmax Nominal	1 pulg
SLUMP	3 pulg
AGUA X M3	193.00 lt/m ³

5.- Selección del contenido de aire atrapado

$f'c=$	210 kg/cm ²
AIRE ATRAPADO	1.50%

6.- Calculo de la relacion Agua : Cemento

$f'c=$	210 kg/cm ²
A/C	0.55

7.- Factor Cemento

$f'c=$	210 kg/cm ²
Factor Cemento	351 kg/m ³
Factor Cemento	8.27 bolsas

8.- Calculo del Volumen Absoluto de la pasta

$f'c=$	210 kg/cm ²
Cemento x m3	0.115 m ³
AGUA X M3	0.193 m ³
Aire x m3	0.015 m ³
Vol. de la Pasta	0.323 m ³

9.- Volumen Absoluto del Agregado

$f'c=$	210 kg/cm ²
Vol. de los Agreg.	0.677 m ³

10.- Calculo de los volúmenes absolutos del agregado

$f'c=$	210 kg/cm ²
mf	4.05
Tmax nominal	1 pulg
b/bo	0.550 m ³
Peso Unit. Seco Var.	1720.52 kg/m ³
Peso A.G.	946.29 kg
VAG	0.381 m ³
VAF	0.296 m ³

Proyecto: EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO $f'c=210$ kg/cm² CON LA ADICION DE CLAVOS RECICLADOS, CUSCO 2021.

Muestra: Fino= HUAMBUTIO
Grueso= VICHO

Fecha: MARZO, 2021

Solicitante: DANIEL ALEXFRE JUAREZ VICTORIO

11.- Pesos Secos de los Agregados

$f'c=$	210 kg/cm ²
AF	718 kg/m ³
AG	946 kg/m ³

12.- Valores de Diseño

$f'c=$	210 kg/cm ²
Cemento	351 kg/m ³
Agua de Diseño	193 lt/m ³
Agregado Fino	718 kg/m ³
Agregado Grueso	946 kg/m ³
TOTAL	2208 kg/m³

13.- Correccion por Humedad del Agregado

$f'c=$	210 kg/cm ²
AF	759 kg/m ³
AG	972 kg/m ³

Humedad superficial del agregado (Humedad Natural - Absorcion)

AF	0.09%
AG	0.11%

Aporte de Agua de Los agregados

AF	0.68 kg/m ³
AG	1.09 kg/m ³

Agua Efectiva

Agua inicial	193.00 kg/m ³
Aporte de lo Agreg.	1.77 kg/m ³
Agua Final	191.23 kg/m ³

14.- Valores de Diseño corregidos por humedad

$f'c=$	210 kg/cm ²
Cemento	351 kg/m ³
Agua de Diseño	191 kg/m ³
Agregado Fino	759 kg/m ³
Agregado Grueso	972 kg/m ³
Aire	1.50%
Peso Total	2274 kg/m³

15.- Proporción por peso corregidos por humedad por kg de cemento

$f'c=$	210 kg/cm ²
Cemento	1.00
Agua de Diseño	0.54 lt/bolsa
Agregado Fino	2.16
Agregado Grueso	2.77

16.- Peso por tandas de una bolsa

f'c=	210 kg/cm²
Cemento	42.5 kg/bolsa
Agua de Diseño	23 lt/bolsa
Agregado Fino	91.8 kg/bolsa
Agregado Grueso	117.6 kg/bolsa

17.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada pie³ de cemento

f'c=	210 kg/cm²
Cemento	1.00 pie ³ /pie ³
Agua de Diseño	23 lt/pie ³
Agregado Fino	2.2 pie ³ /pie ³
Agregado Grueso	2.9 pie ³ /pie ³

18.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada m³ de concreto

f'c=	210 kg/cm²
Cemento	8.27 bls/m ³
Agua de Diseño	0.191 m ³ /m ³
Agregado Fino	0.50 m ³ /m ³
Agregado Grueso	0.69 m ³ /m ³

19.- Proporción por peso corregidos por humedad por cada testigo elaborado

f'c=	210 kg/cm²
Diámetro	15 cm
Altura	30 cm
Cantidad de Testigos	4.9
Volumen	25977 cm ³
Factor por desperdicios	1.1
Volumen corregido	0.0286 m ³
Cemento	11.548 kg
Agua de Diseño	5.464 kg
Agregado Fino	21.698 kg
Agregado Grueso	27.778 kg
Aditivo Sika 3	0.462 kg
clavos	1.155 kg
Suma	66.95 kg
Peso por Testigo	13.66 kg

f'c=	210 kg/cm²
Ancho	15 cm
Altura	12 cm
Largo	54 cm
Cantidad de Testigos	4
Volumen por testigo	9720 cm ³
Factor por desperdicios	1.2
Volumen total corregido	0.0467 m ³
Cemento	18.036 kg
Agua de Diseño	9.814 kg



Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco, TE: 270842, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, KPM: 8998990111

Proyecto: EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO $F'c=210$ kg/cm² CON LA ADICION DE CLAVOS RECICLADOS, CUSCO 2021.

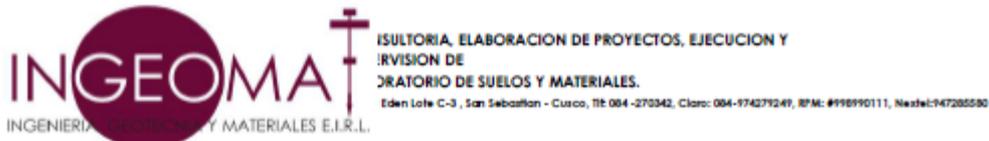
Muestra: Fino= HUAMBUTIO
Grueso= VICHO

Fecha: MARZO, 2021

Solicitante: DANIEL ALEXFRE JUAREZ VICTORIO

Agregado Fino	35.428 kg
Agregado Grueso	45.355 kg
clavos	1.443 kg
Aditivo Sika 3	0.721 kg
Suma	110.80 kg
Peso por Testigo	27.70 kg

ANEXO 15: ENSAYO DE COMPRESIÓN



INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO : DANIEL JUAREZ

PROYECTO : 0

UBICACIÓN : URB EL EDEN C-3-SAN SEBASTIAN-CUSCO-CUSCO

FECHA : 17/03/2021

MUESTRA : BRIQUETAS DE CONCRETO

P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP: 128589

CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP

ENDURECIMIENTO: LENTO

EDAD DE ENSAYO: 28 dias

N° de Briqueta	N° de Ensayo	Elemento	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial	Fc (kg/cm ²) Diseño	S
			Moldero	Rotura			Mpa		Realiz. de Probeta (kg/cm ²)
1	1	BRIQUETA PATRON	27/02/2021	09/03/2021	7	Evolucion	18.610	210	189.77
2		BRIQUETA PATRON	27/02/2021	09/03/2021	7	Evolucion	17.570	210	179.16
3	2	BRIQUETA PATRON	27/02/2021	09/03/2021	7	Evolucion	18.633	210	190.00
4		BRIQUETA PATRON	27/02/2021	09/03/2021	7	Evolucion	17.416	210	177.59
5	3	BRIQUETA PATRON	27/02/2021	13/03/2021	14	Evolucion	21.178	210	213.96
6		BRIQUETA PATRON	27/02/2021	13/03/2021	14	Evolucion	20.901	210	213.13
7	4	BRIQUETA PATRON	27/02/2021	13/03/2021	14	Evolucion	21.056	210	214.71
8		BRIQUETA PATRON	27/02/2021	13/03/2021	14	Evolucion	19.845	210	202.36
9	5	BRIQUETA 8% CLAVOS	01/03/2021	08/03/2021	7	Evolucion	19.414	210	197.97
10		BRIQUETA 8% CLAVOS	01/03/2021	08/03/2021	7	Evolucion	19.513	210	198.98
11	6	BRIQUETA 8% CLAVOS	01/03/2021	08/03/2021	7	Evolucion	19.285	210	196.65
12		BRIQUETA 8% CLAVOS	01/03/2021	08/03/2021	7	Evolucion	18.351	210	187.13
13	7	BRIQUETA 8% CLAVOS	01/03/2021	15/03/2021	14	Evolucion	21.588	210	220.13
14		BRIQUETA 8% CLAVOS	01/03/2021	15/03/2021	14	Evolucion	21.935	210	223.67
15	8	BRIQUETA 8% CLAVOS	01/03/2021	15/03/2021	14	Evolucion	19.151	210	195.28
16		BRIQUETA 8% CLAVOS	01/03/2021	15/03/2021	14	Evolucion	20.724	210	211.33
17	9	BRIQUETA 10% CLAVOS	02/03/2021	09/03/2021	7	Evolucion	18.942	210	193.15
18		BRIQUETA 10% CLAVOS	02/03/2021	09/03/2021	7	Evolucion	18.818	210	191.89
19	10	BRIQUETA 10% CLAVOS	02/03/2021	09/03/2021	7	Evolucion	18.905	210	192.78
20		BRIQUETA 10% CLAVOS	02/03/2021	09/03/2021	7	Evolucion	19.825	210	202.16
21	11	BRIQUETA 10% CLAVOS	02/03/2021	16/03/2021	14	Evolucion	19.551	210	199.36
22		BRIQUETA 10% CLAVOS	02/03/2021	16/03/2021	14	Evolucion	25.275	210	257.34
23	12	BRIQUETA 10% CLAVOS	02/03/2021	16/03/2021	14	Evolucion	25.153	210	256.09
24		BRIQUETA 10% CLAVOS	02/03/2021	16/03/2021	14	Evolucion	22.260	210	226.98
25	13	BRIQUETA 12% CLAVOS	03/03/2021	10/03/2021	7	Evolucion	17.025	210	173.61
26		BRIQUETA 12% CLAVOS	03/03/2021	10/03/2021	7	Evolucion	16.969	210	173.03
27	14	BRIQUETA 12% CLAVOS	03/03/2021	10/03/2021	7	Evolucion	21.626	210	220.52
28		BRIQUETA 12% CLAVOS	03/03/2021	10/03/2021	7	Evolucion	19.151	210	195.28

29	15	BRQUETA 12% CLAVOS	03/03/2021	17/03/2021	14	Evolution	18.914	210	192.86
30		BRQUETA 12% CLAVOS	03/03/2021	17/03/2021	14	Evolution	22.443	210	223.83
31	16	BRQUETA 12% CLAVOS	03/03/2021	17/03/2021	14	Evolution	18.923	210	192.96
32		BRQUETA 12% CLAVOS	03/03/2021	17/03/2021	14	Evolution	21.544	210	219.69

ANEXO 17: ENSAYO A FLEXIÓN



ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE
 Y DE ARQUITECTURA.
 DE SUELOS Y MATERIALES.
 3. San Sebastián - Cusco, Tlf: 084 - 270342, Claro: 084-974279249, RPM: #998990111, Nextel:947285580

SOLICITADO : DANIEL JUAREZ
 PROYECTO : 0
 UBICACIÓN : URB EL EDEN C-3-SAN SEBASTIAN-CUSCO-CUSCO
 FECHA : 13/09/2019
 MUESTRA : VIGAS DE CONCRETO
 P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

DONDE:

$$R = \frac{P * L}{b * d^2}$$

R: Modulo de Rotura Kg/cm2 (psi)
 P: Maxima carga aplicada por la maquina de ensayo, kg (lbf)
 L: Longitud, cm (pulg)
 d: Altura, cm (pulg)
 b: Ancho, cm (pulg)

FLEXION DEL CONCRETO ASTM C 078

N°	ELEMENTO	FECHA		EDAD	DIMENSIONES			Fuerza (P)	R	% de la Resistencia a la
		LABORACION	ROTURA		Largo (L)	Ancho (a)	Altura (d)			
1	VIGA PATRON	27/02/2021	13/03/2021	14 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	850 kg	11.33 kg/cm2	5.97%
2	VIGA PATRON	27/02/2021	13/03/2021	14 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	910 kg	12.13 kg/cm2	6.77%
3	VIGA PATRON	27/02/2021	13/03/2021	14 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	810 kg	10.80 kg/cm2	5.68%
4	VIGA PATRON	27/02/2021	13/03/2021	14 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	730 kg	9.73 kg/cm2	5.48%
5	VIGA PATRON	27/02/2021	15/03/2021	16 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	588 kg	7.84 kg/cm2	3.63%
6	VIGA PATRON	27/02/2021	15/03/2021	16 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	599 kg	7.99 kg/cm2	3.75%
7	VIGA PATRON	27/02/2021	15/03/2021	16 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	701 kg	9.35 kg/cm2	4.35%
8	VIGA PATRON	27/02/2021	15/03/2021	16 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	825 kg	11.00 kg/cm2	5.44%
9	VIGA 8% CLAVOS	1/03/2021	13/03/2021	12 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	825 kg	11.00 kg/cm2	5.55%
10	VIGA 8% CLAVOS	1/03/2021	13/03/2021	12 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	783 kg	10.44 kg/cm2	5.25%
11	VIGA 8% CLAVOS	1/03/2021	13/03/2021	12 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	992 kg	13.22 kg/cm2	6.72%
12	VIGA 8% CLAVOS	1/03/2021	13/03/2021	12 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	994 kg	13.26 kg/cm2	7.08%
13	VIGA 8% CLAVOS	1/03/2021	15/03/2021	14 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1215 kg	16.20 kg/cm2	7.36%
14	VIGA 8% CLAVOS	1/03/2021	15/03/2021	14 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1277 kg	17.02 kg/cm2	7.81%
15	VIGA 8% CLAVOS	1/03/2021	15/03/2021	14 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1056 kg	14.08 kg/cm2	7.21%
16	VIGA 8% CLAVOS	1/03/2021	15/03/2021	14 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1062 kg	14.15 kg/cm2	6.70%
17	VIGA 10% CLAVOS	2/03/2021	13/03/2021	11 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	975 kg	13.00 kg/cm2	6.73%
18	VIGA 10% CLAVOS	2/03/2021	13/03/2021	11 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	963 kg	12.84 kg/cm2	6.69%
19	VIGA 10% CLAVOS	2/03/2021	13/03/2021	11 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	972 kg	12.96 kg/cm2	6.72%
20	VIGA 10% CLAVOS	2/03/2021	13/03/2021	11 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	979 kg	13.04 kg/cm2	6.45%
21	VIGA 10% CLAVOS	2/03/2021	15/03/2021	13 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1071 kg	14.29 kg/cm2	7.17%
22	VIGA 10% CLAVOS	2/03/2021	15/03/2021	13 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1083 kg	14.44 kg/cm2	6.08%
23	VIGA 10% CLAVOS	2/03/2021	15/03/2021	13 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1075 kg	14.33 kg/cm2	6.07%
24	VIGA 10% CLAVOS	2/03/2021	15/03/2021	13 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1067 kg	14.22 kg/cm2	6.27%
25	VIGA 12% CLAVOS	3/03/2021	13/03/2021	10 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	984 kg	13.12 kg/cm2	7.56%
26	VIGA 12% CLAVOS	3/03/2021	13/03/2021	10 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	983 kg	13.11 kg/cm2	7.58%
27	VIGA 12% CLAVOS	3/03/2021	13/03/2021	10 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1002 kg	13.36 kg/cm2	6.06%
28	VIGA 12% CLAVOS	3/03/2021	13/03/2021	10 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1003 kg	13.37 kg/cm2	6.85%
29	VIGA 12% CLAVOS	3/03/2021	15/03/2021	12 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1039 kg	13.85 kg/cm2	7.18%
30	VIGA 12% CLAVOS	3/03/2021	15/03/2021	12 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1088 kg	14.50 kg/cm2	6.34%
31	VIGA 12% CLAVOS	3/03/2021	15/03/2021	12 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1112 kg	14.83 kg/cm2	7.68%
32	VIGA 12% CLAVOS	3/03/2021	15/03/2021	12 dias	45.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	1100 kg	14.66 kg/cm2	6.67%

ANEXO 18: MATRÍZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DE PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c 210KG/CM2 CON LA ADICION DE CLAVOS RECICLADOS						
Problemas	Objetivos	Hipotesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	
Problemas general	Objetivo General	Hipotesis general				
En que medida la adición de clavos reciclados influye en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto f'c 210kg/cm2 ciudad del cusco 2021?	Evaluar en que medida la adición de clavos reciclados influye en las propiedades mecánicas del concreto f'c 210kg/cm2 ciudad del cusco 2021	La adición de clavos reciclados mejora las propiedades mecánicas del concreto	adición de clavos reciclados	Dosificación de la cantidad de clavos	1% 3% 5% 7% 9% 12% DEL PESO TOTAL DE LA MEZCLA	
				características del clavo reciclado	3" y 4" de longitud	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas				
en que medida afecta la adición de clavos en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210kg/cm2?	EVALUAR en que medida afecta la adición de clavos en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210kg/cm2	la adición de clavos reciclados al diseño de mezcla del concreto f'c 210kg/cm2 MEJORA SU ESFUERZO A COMPRESION	evaluación de las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2	Evaluación de las propiedades mecánicas	ESFUERZO A COMPRESIÓN (kg/cm2)	
					ESFUERZO A TRACCIÓN (kg/cm2)	
					ESFUERZO A FLEXIÓN (kg/cm2)	
en que medida afecta la adición de clavos en la resistencia a la tracción del concreto f'c 210kg/cm2?	Analizar la resistencia a la tracción del concreto f'c 210kg/cm2 con la adición de clavos reciclados	la adición de clavos reciclados al diseño de mezcla del concreto f'c 210kg/cm2 aumenta su resistencia a la tracción				
en que medida afecta la adición de clavos en la resistencia a la flexión del concreto f'c 210kg/cm2?	Describir la resistencia a la flexión del concreto f'c 210kg/cm2 con la adición de clavos reciclados	la adición de clavos reciclados al diseño de mezcla del concreto f'c 210kg/cm2 aumenta su resistencia a la flexión				
Cual es el módulo de elasticidad del concreto f'c 210kg/cm2 con la adición de clavos reciclados?	Determinar el modulo de elasticidad del concreto f'c 210kg/cm2 con la adición de clavos reciclados	la adición de clavos reciclados mejora el modulo de elasticidad del concreto f'c 210kg/cm2		Parámetros mecánicos	Módulo de young (Kg/cm2)	

ANEXO 19: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

	Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Parámetros		Escala o niveles de medición	
VI	adición de clavos reciclados	un clavo con cabeza hecho de acero es un elemento hecho a base de acero conformado de 3 partes punta, cabeza y espiga (Aceros	Acopio de Material de clavo reciclado, Diseño de mezcla con clavo reciclado en porcentaje del peso del cemento, preparación de especímenes (BRIQUETAS Y VIGAS) y curado	características del clavo reciclado	0% 8% 10% y 12% DEL PESO DEL CEMENTO	$\frac{\text{Peso de los clavos en la muestra}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$	Intervalo		
	evaluación de las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2	Según Carrillo, et al. (2013), las principales propiedades mecánicas del concreto son la resistencia a el esfuerzo a compresión, la resistencia al esfuerzo de tensión debido a la flexión, resistencia a la tracción de manera	En base a los diseños de mezcla dados se realizará pruebas de esfuerzo a compresión tracción y flexión, así como el modulo de young para evaluar como se comporta mecanicamente el concreto	Evaluación de las propiedades mecánicas	ESFUERZO A TRACCIÓN (kg/cm2) ESFUERZO A FLEXIÓN (kg/cm2)	$\frac{\text{Fuerza}}{\text{area}}$ $\sigma = \frac{-My}{I}$	Razón		
VD				Parámetros mecánicos	Módulo de young (kg/cm2)	$\frac{\text{Esfuerzo}}{\text{deformación unitaria}}$	Razón		

ANEXO 20: Fichas técnica – Prueba a tracción

Prueba de Tracción

Ficha técnica de recolección de datos

Autor: Daniel Aleftré Juárez Victorio

Dosificación 0% 8% 10% 12%

A los 7 Dias simulando los 14 días con aditivo	Código de muestra	Prueba de control		Código de muestra	dosificación 8%		Código de muestra	dosificación 10%		Código de muestra	dosificación 12%	
		Resistencia	Promedio		Muestras	Promedio		Muestras	Promedio		Muestras	Promedio
A los 14 Dias simulando los 28 días con aditivo	T0-7-01	16.74 Kg/cm ²	15.86 kg/cm ²	T8-7-01	10.63 Kg/cm ²	12.33 kg/cm ²	T10-7-01	11.72 Kg/cm ²	14.69 kg/cm ²	T12-7-01	16.14 Kg/cm ²	16.19 kg/cm ²
	T0-7-01	13.52 Kg/cm ²		T8-7-01	13.95 Kg/cm ²		T10-7-01	15.60 Kg/cm ²		T12-7-02	16.21 Kg/cm ²	
	T0-7-01	15.86 Kg/cm ²		T8-7-01	13.02 Kg/cm ²		T10-7-01	15.88 Kg/cm ²		T12-7-03	16.07 Kg/cm ²	
	T0-7-01	17.32 Kg/cm ²		T8-7-01	11.74 Kg/cm ²		T10-7-01	15.56 Kg/cm ²		T12-7-04	16.32 Kg/cm ²	
	Código de muestra	Muestras	Promedio									
	T0-14-01	16.61 Kg/cm ²	15.35 kg/cm ²	T8-14-01	16.28 Kg/cm ²	16.53 kg/cm ²	T10-14-01	17.74 Kg/cm ²	17.57 kg/cm ²	T12-14-01	17.79 Kg/cm ²	17.90 kg/cm ²
	T0-14-02	14.43 Kg/cm ²		T8-14-02	20.24 Kg/cm ²		T10-14-02	17.77 Kg/cm ²		T12-14-02	17.87 Kg/cm ²	
	T0-14-03	13.23 Kg/cm ²		T8-14-03	16.33 Kg/cm ²		T10-14-03	17.41 Kg/cm ²		T12-14-03	18.16 Kg/cm ²	
	T0-14-04	17.14 Kg/cm ²		T8-14-04	13.26 Kg/cm ²		T10-14-04	17.34 Kg/cm ²		T12-14-04	17.79 Kg/cm ²	



Toribio Félix Huamán Lardén
INGENIERO CIVIL
CIP: 61282

Firma:

Código CIP:

61282

Experto 2:

N Elizabeth Caballero Casafra
ING. CIVIL
CIP: 122190

Firma:

Código CIP:

122190

Experto 3:

David Lázaro Jáuregui RIVERA
ING. CIVIL
CIP: 133824

Firma:

Código CIP:

133824

ANEXO 21: Ficha técnica – Prueba a Flexión

Prueba de Flexión

Ficha técnica de recolección de datos
 Autor: Daniel Alextre Juárez Victorio

Dosificación 0% 8% 10% 12%

A los 7 Dias simulando los 14 dias con aditivo	Código de muestra	Prueba de control 0% de clavo		dosificación 8%		dosificación 10%		dosificación 12%	
		Resistencia	Promedio	Muestras	Promedio	Muestras	Promedio	Muestras	Promedio
A los 14 Dias simulando los 28 dias con aditivo	V0-7-01	11.33 Kg/cm2	11.00 kg/cm2	V8-7-01	11.00 Kg/cm2	V10-7-01	13.00 Kg/cm2	V12-7-01	13.12 Kg/cm2
	V0-7-02	12.13 Kg/cm2		V8-7-01	10.44 Kg/cm2	V10-7-01	12.84 Kg/cm2	V12-7-02	13.11 Kg/cm2
	V0-7-03	10.80 Kg/cm2		V8-7-01	13.22 Kg/cm2	V10-7-01	12.96 Kg/cm2	V12-7-03	13.36 Kg/cm2
	V0-7-04	9.73 Kg/cm2		V8-7-01	13.25 Kg/cm2	V10-7-01	13.04 Kg/cm2	V12-7-04	13.37 Kg/cm2
A los 14 Dias simulando los 28 dias con aditivo	V0-14-01	7.84 Kg/cm2	9.04 kg/cm2	V8-14-01	13.50 Kg/cm2	V10-14-01	14.29 Kg/cm2	V12-14-01	13.85 Kg/cm2
	V0-14-02	7.99 Kg/cm2		V8-14-02	14.19 Kg/cm2	V10-14-02	14.44 Kg/cm2	V12-14-02	14.50 Kg/cm2
	V0-14-03	9.35 Kg/cm2		V8-14-03	14.08 Kg/cm2	V10-14-03	14.33 Kg/cm2	V12-14-03	14.83 Kg/cm2
	V0-14-04	11.00 Kg/cm2		V8-14-04	14.15 Kg/cm2	V10-14-04	14.22 Kg/cm2	V12-14-04	14.56 Kg/cm2



Tortido Félix Huamán Landa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 61282

Experto 1:

Firma:

Código CIP:

61282

N. Lizbeth Caballero Casafanica
 Ing. CIVIL
 CIP 122190

Experto 2:

Firma:

Código CIP:

122190

David Lázaro Jáuregui Rivera
 ING. CIVIL
 CIP 133824

Experto 3:

Firma:

Código CIP:

133824

ANEXO 22: Ficha técnica – Prueba a Compresión

Prueba de compresión

Ficha técnica de recolección de datos

Autor: Daniel Alexfre Juarez Victorio

Dosificación 0% 8% 10% 12%

A los 7 Dias	Código de muestra	Prueba de control		Código de muestra	dosificación 8%		Código de muestra	dosificación 10%		Código de muestra	dosificación 12%	
		Resistencia	Promedio		Muestras	Promedio		Muestras	Promedio		Muestras	Promedio
A los 7 Dias	C0-7-01	189.77 Kg/cm2	184.13 kg/cm2	C8-7-01	197.97 Kg/cm2	195.18 kg/cm2	C10-7-01	193.15 Kg/cm2	194.99 kg/cm2	C12-7-01	173.61 Kg/cm2	190.61 kg/cm2
	C0-7-01	179.16 Kg/cm2		C8-7-01	198.98 Kg/cm2		C10-7-01	191.89 Kg/cm2		C12-7-02	173.03 Kg/cm2	
	C0-7-01	190.00 Kg/cm2		C8-7-01	196.65 Kg/cm2		C10-7-01	192.78 Kg/cm2		C12-7-03	220.52 Kg/cm2	
A los 14 Dias	C0-7-01	177.59 Kg/cm2	211.54 kg/cm2	C8-7-01	187.13 Kg/cm2	212.60 kg/cm2	C10-7-01	202.16 Kg/cm2	224.94 kg/cm2	C12-7-04	195.28 Kg/cm2	208.59 kg/cm2
	C0-14-01	215.96 Kg/cm2		C8-14-01	220.13 Kg/cm2		C10-14-01	199.36 Kg/cm2		C12-14-01	192.86 Kg/cm2	
	C0-14-02	213.13 Kg/cm2		C8-14-02	223.67 Kg/cm2		C10-14-02	237.34 Kg/cm2		C12-14-02	228.85 Kg/cm2	
	C0-14-03	214.71 Kg/cm2		C8-14-03	195.28 Kg/cm2		C10-14-03	236.09 Kg/cm2		C12-14-03	192.96 Kg/cm2	
	C0-14-04	202.36 Kg/cm2		C8-14-04	211.33 Kg/cm2		C10-14-14	226.98 Kg/cm2		C12-14-04	219.69 Kg/cm2	



Torbio Felix Huaman Laidenia
INGENIERO CIVIL
CIP 61282

Experto 1:

Firma:

Código CIP:

61282

Experto 2:

Firma:

Código CIP:

122190

Experto 3:

Firma:

Código CIP:

433824

N. Lizbeth Caballero Casatranca
Ing. CIVIL
CIP 122190

David Lázaro Jáuregui Rivera
ING. CIVIL
CIP: 133924

ANEXO 23: Ficha técnica – Módulo de Young

Módulo de young

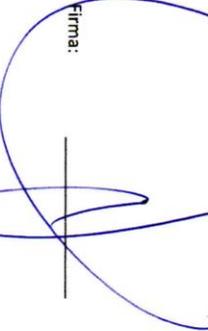
Ficha técnica de recolección de datos

Autor: Daniel Alexfre Juárez Victorio

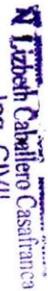
Dosificación 0% 8% 10% 12%

A los 7 Dias simulando los 14 dias con aditivo	Código de muestra	Prueba de control		Código de muestra	dosificación 8%		Código de muestra	dosificación 10%		Código de muestra	dosificación 12%	
		Muestras	Promedio		Muestras	Promedio		Muestras	Promedio		Muestras	Promedio
A los 14 Dias simulando los 28 dias con aditivo	CO-7-01	208011 Kg/cm2	204873 kg/cm2	C8-7-01	212458 Kg/cm2	210942 kg/cm2	C10-7-01	209856 Kg/cm2	210845 kg/cm2	C12-7-01	198958 Kg/cm2	208208 kg/cm2
	CO-7-01	202115 Kg/cm2		C8-7-01	213000 Kg/cm2		C10-7-01	209172 Kg/cm2		C12-7-02	198629 Kg/cm2	
	CO-7-01	208140 Kg/cm2		C8-7-01	211748 Kg/cm2		C10-7-01	209654 Kg/cm2		C12-7-03	224233 Kg/cm2	
	CO-7-01	201228 Kg/cm2		C8-7-01	206561 Kg/cm2		C10-7-01	214696 Kg/cm2		C12-7-04	211011 Kg/cm2	
	CC-14-01	221901 Kg/cm2	219603 kg/cm2	CC-14-01	224037 Kg/cm2	220797 kg/cm2	C10-14-01	213204 Kg/cm2	226536 kg/cm2	C12-14-01	209701 Kg/cm2	217924 kg/cm2
	CO-14-02	220445 Kg/cm2		CC-14-02	225830 Kg/cm2		C10-14-02	232626 Kg/cm2		C12-14-02	228428 Kg/cm2	
	CO-14-03	221260 Kg/cm2		CC-14-03	211014 Kg/cm2		C10-14-03	232017 Kg/cm2		C12-14-03	209755 Kg/cm2	
	CO-14-04	214805 Kg/cm2		CC-14-04	219509 Kg/cm2		C10-14-04	227496 Kg/cm2		C12-14-04	223811 Kg/cm2	


Torbio Felix Huaman Lladena
 INGENIERO CIVIL
 CIP 61282

Firma: 

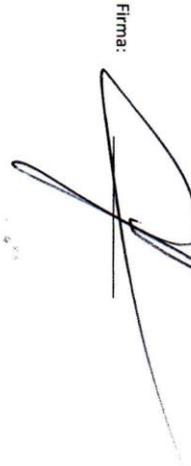
Código CIP: 61282

Experto 2: 
Elizabeth Caballero Casaranea
 Ing. CIVIL
 CIP 122190

Firma: 

Código CIP: _____

Experto 3: 
David Lazaro Juregui Rizoera
 ING. CIVIL
 CIP 133824

Firma: 

Código CIP: 133824

ANEXO 24: 0308 - 2020 GLF MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO 100 000 KGF. INGEOMAT E.I.R.L



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA
 Calibration Certificate – Laboratory of Force

OBJETO DE PRUEBA: Instrument	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN	Pág. 1 de 3
Rangos Measurement range	100 000 kgf	
FABRICANTE Manufacturer	TEST MARK (INDICADOR) / HUMBOLDT (MARCO)	
Modelo Model	NO PRESENTA (INDICADOR) / 121020H (MARCO)	
Serie Identification number	LX13-120924-49 (INDICADOR) / CM-3000-LXIP60 (MARCO)	
Ubicación de la máquina Location of the machine	LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L	
Norma de referencia Norm of used reference	NTC – ISO 7500 – 1 (2007 – 07 – 25)	
Intervalo calibrado Calibrated interval	Del 10% al 100% del Rango	
Solicitante Customer	INGEOMAT E.I.R.L	
Dirección Address	MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN	
Ciudad City	CUSCO	
PATRON(ES) UTILIZADO(S) Measurement standard		
Tipo / Modelo Type / Model	T71P / ZSC	
Rangos Measurement range	150 tn	
Fabricante Manufacturer	OHAUS / KELI	
No. serie Identification number	B504530209 / 5M56609	
Certificado de calibración Calibration certification	N° INF – LE – 315 – 20	
Incertidumbre de medida Uncertainty of measurement	0.060 %	
Método de calibración Method of calibration	Comparación Directa	
Unidades de medida Units of measurement	Sistema Internacional de Unidades (SI)	
FECHA DE CALIBRACIÓN Date of calibration	2020 – 10 – 17	
FECHA DE EXPEDICIÓN Date of issue	2020 – 10 – 28	

NÚMERO DE PAGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS
 Number of pages of the certificate and documents attached

3

FIRMA AUTORIZADA
 Authorized Signature

Téc. Gilmer A. Huamán-Poquioma
 Responsable Laboratorio de Metrología





LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 308-2020 GLF

Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE
Tipo de Instrumento: MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN **Resolución:** 0.20 kgf

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
		1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
%	kgf	kgf	kgf	No Aplica	kgf	No Aplica
10	10000	10040	10040		10056	
20	20000	20016	20007		20018	
30	30000	30006	30080		30047	
40	40000	40090	40063		40082	
50	50000	50068	50055	No Aplica	50042	No Aplica
60	60000	60018	60046		60075	
70	70000	70062	70032		70009	
80	80000	80094	80046		80028	
90	90000	90014	90018		90038	
100	100000	100064	100082		100096	
Indicación después de Carga:		0	0		0	No Aplica

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U _t (%) k=2
		Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
%	kgf	g (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)	U _t (%) k=2
10	10000	-0.45	0.16			0.002	0.126
20	20000	-0.07	0.05			0.001	0.084
30	30000	-0.15	0.25			0.001	0.158
40	40000	-0.20	0.07			0.001	0.084
50	50000	-0.11	0.05	No Aplica	No Aplica	0.000	0.084
60	60000	-0.08	0.09			0.000	0.088
70	70000	-0.05	0.08			0.000	0.084
80	80000	-0.07	0.08			0.000	0.084
90	90000	-0.03	0.03			0.000	0.084
100	100000	-0.08	0.03			0.000	0.084
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: **19.6 °C** Humedad Mínima: **36.0 %Hr**
 Temperatura Máxima: **19.8 °C** Humedad Máxima: **36.0 %Hr**



G&L LABORATORIO S.A.C.
 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima
 Teléfono: (01) 622 - 5814
 Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicioalcliente@glf.com / laboratorio@glf.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **308-2020 GLF**

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,20	0,25	No Aplica	No Aplica	0,00	0,001

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 0.5 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizado patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: B504530209 / 5M56609, Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con incertidumbre del orden de 0,060 % con INFORME TÉCNICO LEA – PUCP, INF – LE – 315 – 20.

OBSERVACIONES.

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6.4.2. La cual especifica un rango de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de mediciones.
8. Se adjunta con este certificado la estampilla de calibración No. 308-2020 GLF

FIRMAS AUTORIZADAS

Téc. Gilmer A. Huamán Poquioma
Responsable Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa // Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: servicio@gllaboratorio.com / laboratorio@gllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C