



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 para el mejoramiento mecánico del
concreto en pavimentos rígidos”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Br. Cornelio Vargas, Jhordan Jesus (ORCID: 0000-0003-1953-6887)

Br. Cunia Neyra, Christian (ORCID: 0000-0001-6609-2348)

ASESOR:

Mg. Madrid Argomedo, Manuel Ricardo (ORCID: 0000-0002-3005-5884)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios por darme sabiduría y de manera muy especial a mis tíos Antero y Olga quienes desde el momento que me conocieron confiaron en mi ahora formo parte de sus vidas, por su apoyo incondicional cuando ya no podía me inculcaron a seguir perseverando en esta bonita etapa universitaria son el pilar fundamental de apoyo tanto económico como moral, agradezco a todas las personas que siempre creyeron en mi capacidad.

CHRISTIAN

Dedico esta tesis a mi familia, en especial a mis padres que siempre me apoyaron en las buenas y en las malas, gracias por su trabajo y por su guía en todo mi camino. A mi abuela, mis tíos, mis hermanas, por sus consejos y constante apoyo, a todos gracias.

JHORDAN

Agradecimiento

Doy gracias a Dios por haberme permitido tener una buena experiencia dentro de mi casa de estudios y como recuerdo y prueba viviente de esta linda historia, esta tesis que perdurara y aportara a otras investigaciones de las demás generaciones.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, agradezco a mis pilares fundamentales mi familia por su gran amor su paciencia y su inmensa bondad y apoyo.

CHRISTIAN

Doy gracias a Dios por otorgarme y disfrutar una hermosa vida universitaria, a mi familia por su constante apoyo, gracias a la vida por las oportunidades de experimentar cada momento y de ellas aprender.

JHORDAN

Página del jurado

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

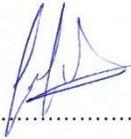
Declaratoria de autenticidad

Yo, Jhordan Jesus Cornelio Vargas, con DNI N° 70765820 y Christian Cunia Neyra, con DNI N° 73667930, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro bajo juramento que los datos e información que se presenta en la tesis son auténticas y veraces.

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

Lima, julio del 2019



.....
CORNELIO VARGAS JHORDAN

70765820



.....
CUNIA NEYRA CHRISTIAN

73667930

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. Introducción	1
II. Método.....	13
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
2.2. Operacionalización de variables.....	13
2.3. Población, muestra y muestreo	15
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	17
2.5. Método de análisis de datos	20
2.6. Aspectos éticos.....	20
III. Resultados.....	21
IV. Discusión.....	41
V. Conclusiones.....	42
VI. Recomendaciones	43
Referencias	44
Anexos	49

Resumen

El objetivo de la investigación “Incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 para el mejoramiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos” es definir el comportamiento que las fibras producen al concreto en su comportamiento mecánico y posteriormente tener conocimientos probatorios para cualquier otra investigación que se realice al respecto posteriormente.

El tipo de estudio que realizamos para nuestra investigación es el cuasi-experimental, ya que manipulamos con porcentajes una sola variable dependiente de estudio para llegar a detallar el comportamiento de las otras variables independientes.

La población está representada por el conjunto de probetas con la incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 al concreto, el cual evaluamos las distintas dosificaciones para obtener resultados confiables que aporten a los comportamientos mecánicos (estado fresco, estado plástico y estado endurecido) los cuales serán evaluados.

Se concluye que el trabajo de investigación realizado con respecto a las distintas pruebas, las cuales serán el ensayo de resistencia a la tracción diametral, ensayo de resistencia a la compresión y el ensayo de resistencia a la flexión, las cuales fueron sometidas en sus distintas dosificaciones de fibra de acero Wirand FF3, superaron en todos los casos el requerimiento del diseño de mezcla ($f'c$: 210 kg/cm²), el cual demuestra que la adición de la fibra de acero Wirand FF3 aporta de manera positiva en el comportamiento mecánico del concreto.

Palabras Claves: Fibra de acero, Wirand FF3, resistencia a la tracción diametral, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

Abstract

The type of study that we carried out for our research is the quasi-experimental, since we manipulate with percentages a single dependent variable of study to get to detail the behavior of the other independent variables.

The population is represented by the set of specimens with the incorporation of Wirand FF3 steel fiber to the concrete, which we evaluate the different dosages to obtain reliable results that contribute to the mechanical behaviors (fresh state, plastic state and hardened state) which will be evaluated.

It is concluded that the research work carried out with respect to the different tests, which will be the test of diametric tensile strength, test of resistance to compression and the test of resistance to bending, which were submitted in their different dosages of steel fiber Wirand FF3, exceeded in all cases the requirement of the design mix (f'_c : 210 kg / cm²), which shows that the addition of steel fiber Wirand FF3 contributes positively in the mechanical behavior of the concrete.

Keywords: Steel fiber, Wirand FF3, diametric tensile strength, compressive strength, flexural strength.

I. Introducción

La masiva fabricación e incremento del parque automotor hace que el hombre investigue otros elementos como necesidad de soporte y evitar el rápido deterioro del pavimento en las pistas por las excesivas cargas y demandas de vehículos a la vez evitar los excesivos costos por mantenimiento y el caos que se vive día a día, estamos hablando del parque automotor que en nuestro país ha crecido de manera considerable por ende se requiere de pistas que presenten una mejor estructuración para evitar fracturas y desgastes y de esta forma darles un mayor tiempo de vida útil, es por ello que nos vemos obligados a enriquecer la investigación acerca de qué manera ayudaríamos a que estos elementos estructurales tengan mayor duración y que se eviten tantos gastos de mano de obra y de maquinarias, se presenta a continuación la fibra de acero Wirand FF3 incorporada al concreto como la mejor alternativa de solución ante tanta necesidad en nuestro país, se conoce que las vías de acceso vehicular atraviesan un grave descuido por las autoridades locales y gobiernos que hace que la población siga transitando por largos tiempos en trochas carrozables, ya que estas emiten una gran nube de contaminación ambiental en el momento del tránsito generando una serie de enfermedades dermatológicas a la piel, mayormente estos casos se ven reflejados en los distritos de poca que cuentan con muy poca inversión pública por parte del estado, se sabe que las vías que no cuentan con pavimentación crean tiempos extras de a la hora de trasladarse de un punto a otro, esto genera que a mayor tiempo mayor es el gasto ya que se sabe que las personas estamos en constante movimiento para ampliar redes económicas de comercio o de trabajo en el caso de los pueblos más lejanos de la serranía, se ven en la necesidad de trasladar sus productos desde los puntos más lejanos para que lleguen a la ciudad a ser comerciables los cuales en muchas ocasiones llegan los productos malogrados o también hablaríamos en casos de emergencias es mayor el tiempo de traslado es por ello que en tanta necesidad presentamos este tipo de fibra incorporada en el concreto, el cual busca ser una alternativa de solución y de esa manera tener más vías pavimentadas que faciliten el rápido tránsito vehicular, a lo largo de la investigación nos damos cuenta que las fibras aplicadas al concreto son de mucha ayuda a la economía, en el mundo se desarrollan grandes proyectos que cuentan con la presencia de estos elementos y tipos de fibras que según los antecedentes han ayudado a mejorar la calidad estructural en distintos momentos de su aplicación.

En tal sentido, Mohammadi, Ghasemzadeh y Ghorbani (2009, p. 58), compara el ciclo de vida de una carretera asfaltada, con el de pavimentos de concreto fibro-reforzado mismo que duran el doble de tiempo, el pavimento de concreto de esta clase elimina las restricciones de carga de resorte. No se acumula, lava o empuja como en las carreteras de asfalto; y proporciona ahorro de combustible para vehículos pesados en comparación con pavimentos asfálticos.

Asimismo, De la Cruz et.al (2014), en su investigación sobre la adicción de fibras de acero al concreto de pavimentos, modelo estudios teóricos y experimentales con la finalidad de que el producto de una medida más eficaz de diseño de concreto con fibras de acero, aplicó una metodología mediante una sucesión de ensayos para las probetas para relacionar la resistencia mediante las proporciones aplicadas en cada probeta. Concluyendo en términos generales que la incorporación de fibras de acero perfecciona la calidad en el concreto en cuanto a su resistencia a la tracción.

Igualmente, Córdova et.al (2012), en su estudio compara la resistencia semejante a la flexión entre las fibras de acero italianas Wirand y las peruanas, mismo estudio presenta una sucesión de estudios de tipo experimental a fin de estimar el efecto que la fibra de acero afecta la conducta del concreto, indaga la relación de los efectos de cuando se usa fibras de acero producidas en Italia (Wirand) con las peruanas. En relación a los resultados con la investigación se estableció que la incorporación de fibras de acero tanto de Italia como de Perú, poseen las mismas características y se obtiene los mismos resultados pero que en general dan un progreso en cuanto al adición la resistencia frente a la flexión, además en cuanto a la trabajabilidad su comportamiento es mucho más mejor que el concreto convencional llenado en situ, por ello se recomienda la utilización de fibras de acero.

También, Pujadas et al. (2014), menciona que “las fibras de acero resultan competitivas en estructuras sometidas a fenómenos de fatigas”, algunos ejemplos actuales sobre la viabilidad en elementos estructurales, como viarios, aeropuertos, losas y/o pavimentos portuarios, dejan entrever que en aquellas estructuras donde el esfuerzo este sometido termofidrogrométicamente y/o la colocación de jaula de armado sea específicamente compleja, como en los elementos en contacto directo con el terreno.

Cabe resaltar que en su estudio dicho autor indica que las fibras dentro del concreto deben tener sus espaciamientos que se asemejen a una malla incorporada.

Igualmente, Onuaguluchi et. al. (2017), en “Performance of scrap tire steel fibres in OPC and alkali-activated mortars”, efectuaron el análisis de mezclas del concreto reforzado con la fibra de acero, mismo que tiene como fundamento esencial el estudio de la porosidad total, de la mezcla de la resistencia mecánica del concreto, y el enmohecimiento en las fibras de acero en la mezclanza; la sistemática que usada fue la experimental, ya que se elaboraron probetas con distinto niveles de fibra de acero. Del producto del artículo se llegó a la conclusión que en ordinario la adición de la fibra de acero llega a la disminución de la resistencia a la compresión, además se encontró una baja en la trabajabilidad de la mezcla de concreto también se observó que las losas reforzadas con fibras de acero producen desviaciones más pequeñas que el concreto simple con el mismo número de impactos.

Según Medina et al. (2017) en su investigación “Mechanical and thermal properties of concrete incorporating rubber and fibres from tyre recycling” realizó un conjunto de investigaciones en mezclas de concreto reforzado con fibras de acero, a fin de que dicha investigación evalúa las propiedades mecánicas y térmicas del concreto reforzado con la fibra en estado de desuso. Misma investigación experimental, que realizó una sucesión de ensayos en las mezclanzas de concreto, en especial ensayos de flexión, compresión o campo. Del estudio se última que en la incorporación de la fibra de acero reciclado mejora de gran manera las propiedades mecánicas de la mezcla. De ello, el concreto mientras tenga mayor presencia de acero incorporado se verá mejor reflejado en su textura y consistencia.

También Ahmadi et al. (2017), en su artículo científico “Mechanical Properties of the concrete containing recycled fibers and aggregates” con objetivo principal, el estudio la conducta mecánica de la mezcla de concreto, con agregado reciclado de albañilería y concreto, reforzados con fibra de acero, en dicha tesis se realizó con la técnicas experimental, ya que constituyeron datos, con las particularidades de utilidad, lo posterior fueron ensayada en una trama universal, además se ensayó para su memoria en los pavimentos rígidos, obteniendo un resultado positivo en cuanto a la mejora, son sus propiedades las cuales lo hacen que tenga diferentes comportamientos el hecho por la contextura los pavimentos se vuelven más resistentes al corte logra que el estudio de este tipo de mezcla del diseño de los pavimentos nos permite reducir el espesor del pavimento, los resultados logrados por ese tesista, en general muestra que hay una mengua en la resistencia a la compresión hasta el 15% en relación al espesor de un pavimento convencional.

Naturalmente se suele distinguir a los pavimentos por sus características, en nuestro país es lamentable que tengamos las carreteras más caras del mundo superando a países europeos que no tienen la facilidad de los materiales que posee nuestro país, mediante el proceso de investigación se requiere encontrar la facilidad de establecer nuevas alternativas que sean ideas concretas que ayuden a mejorar la idea que poseemos de seguir utilizando asfalto en vez de concreto rígido para nuestras vías de tránsito, se detalla cómo es que un concreto convencional supera en índices tanto económicos como facilidad de acopio.

Según Cemex et al. (2019) nos muestra una comparación de los dos tipos de pavimentos asfaltado y concreto dejando entrever que a en un pavimento de 12 cm de espesor basado en metodologías de diseño establecida para un determinado tiempo de vida útil. Se hace una comparación de costo entre un pavimento de asfalto y un pavimento de concreto en 16 km de vías concluyendo que a largo plazo es más beneficioso construir vías de pavimento rígido, tal como se visualiza en la figura 1.



Figura 1. Características y beneficios del concreto convencional, Cemex.

Según Patil y Rupali (2014), menciona que durante el proceso constructivo de un pavimento convencional se sabe que el peralte mínimo tiene que ser de 25cm, también que el uso de la fibra de acero reduce el espesor del pavimento de la carretera en un 25% a 30% y, posteriormente, disminuye el costo general de la construcción de la carretera.

Hace pocos años, la normativa específica era limitada al empleo de fibras de acero no estructurales, ya sea en la inspección de fisuración causada por la fluencia y/o retracción del hormigón, agentes medioambientales, efectos térmicos, entre otros relacionado. Ello ha sido subsanado con investigaciones de autocompactabilidad árido reciclado, tipologías estructurales del hormigón con árido reciclado mixto reforzado con fibra 8 de la recomendación final de la RILEM TC, ello lo menciona Vanderwalle et al., 2003.

Alubaidi (2011), en su investigación “Effect of curing conditions on the mechanical properties of steel fiber reinforced self-compacting concrete”, menciona que este comportamiento se atribuye principalmente al papel del acero fibras en la liberación de energía de fractura alrededor de las puntas de la grieta que es requerido para ampliar el crecimiento de grietas transfiriéndolo de uno lado a otro lado, en términos de fuerza ultima de rendimiento similar es obtenido utilizando fibras de acero en lugar de estribos para refuerzo de corte.

Grunewald y Walraven (2009), en su artículo científico “Transporting fibers as reinforcement in self-compacting concrete”, menciona que el hormigón reforzado con fibra se convierte en una opción cuando durabilidad (anchos de grieta limitados) o consideraciones de seguridad son Criterio de diseño mejoran el rendimiento (fuerza y tenacidad) de materiales a base de cemento frágil mediante puentes grietas, transmitiendo estrés a través de una grieta y contrarrestando el crecimiento de la grieta.

Bazant (2002) en su artículo “Concrete fracture models: testing and practice”, menciona que una muestra grande de sección transversal evitara que se formen grietas uniformes, haciendo que la muestra se fuerza lateralmente.

La fibra de acero Wirand FF3 en relación al concreto se requiere juntar estos elementos con el objetivo de evaluar una mejor consistencia para la construcción de pavimentos rígidos y que en general no presenten patologías de agrietamientos y que tanto las cargas puntuales como las cargas transversales puedan ser transmitidas de forma adecuada y que no creen un deterioro al pavimento, se usaran los siguientes conceptos con el fin de formar una concepción en la razón acerca que son las fibras de acero que muchas veces son desechadas la cual crean grandes caos de contaminación al medio ambiente y que afectan directamente a la salud del planeta.

Luo (2014), en su investigación “Behavior and Analysis of Steel Fibre - Reinforced Concrete under Reversed Cyclic Loading”, señala que la longitud de la fibra es también otro factor importante para el comportamiento estructural del refuerzo de fibra de acero, bajo la misma relación de aspecto de fibra, las fibras más cortas incluyen más grandes número de fibras que fibras más largas; lo que resulta en mejor grieta puente y transferencia de estrés a través de las grietas.

Löfgren (2005), en su artículo “Fibre Reinforced Concrete for Industrial Construction”, alude que el refuerzo con fibras Wirand, producido con fibras de acero con un bajo contenido de carbono y una alta resistencia a la tracción aumenta todos los parámetros de resistencia mecánica del concreto, las fibras Wirand permiten el refuerzo de cualquier tipo de estructura con un ahorro considerable de tiempo. (1), y para una mejor vinculación entre fibra de acero y matriz de hormigón, las fibras de acero pueden ser modificadas por deformaciones superficiales y mecánicas.

Podemos analizar según lo dicho que la fibra de acero Wirand FF3 son variables en sus distintas dimensiones de tal modo que la proporción de preparación del concreto se dará de manera adecuada ya que al combinarse estos dos elementos crean una masa con fibras tejidas en el interior.

Igualmente, Neville (2010), en su estudio “Properties of concrete”, sugiere que el aumento en el contenido de fibra conduce a aumentar la fricción entre las fibras y los agregados, y la fricción de las fibras entre sí que podrían extender el tiempo requerido para vaciar el embudo

La cantidad de fibras que se debe incorporar según estudios y ensayos por la empresa Maccaferri, revelaron datos que deberíamos tener en consideración, una dosificación estándar de 0.025% - 0.03% volumen (20-25 kg/m³), a su vez esta dosificación no debe superar los 0.5-1% volumen (40 o 80 kg/m³).

Existen varios tipos de fibra utilizable para aplicarla en el perfeccionamiento del conducta mecánico del concreto, además, los especímenes de fibras más usuales son: fibras de vidrio, acero, naturales y sintéticas, ya sea fibras hechas de acero, a base de polímeros sintéticos, de origen orgánico o animal, mismo visualizados en la figura 2.

FIBRAS DE ACERO	<ul style="list-style-type: none"> -Presenta un efecto reducido de desconchamiento del hormigón -Mantiene su comportamiento mecánico a 350-400°C
MACRO SINTETICA	<ul style="list-style-type: none"> -Pierde propiedades mecánicas a 50°C, pudiendo ser del 40 al 50% de su resistencia post-fisura -Punto de fusión 160°C, dejando al hormigón sin refuerzo
MICRO SINTETICA	<ul style="list-style-type: none"> -Fibras desaparecen a 165°C. Dejando finos canales para que salga el vapor de agua del concreto debido a la presión del fuego

Figura 2. Diferencias entre fibras de acero y fibras sintéticas, Instituto del Concreto y del Cemento de Chile.

En razón de ello Aoude, en su estudio “Structural behaviour of steel fiber reinforced concrete beams”, indica que el hormigón compactador es usado y definido como fibra de acero hormigón armado auto compactante con el fin de obtener alta fluidez para resolver trabajabilidad y concreto. problema de colocación. Asimismo, De la Cruz (2014, p.15), señala que el concreto es un vasto obtenido de la mezclanza del cemento portland, el agua, los áridos, siendo su principal particularidad ser de excelente capacidad para resistir esfuerzos de compresión, lo que la hace muy semejante a las rocas.

Para Granju (2005), en “Corrosion of Steel Fiber Reinforced Concrete from the Cracks”, alude que todos ellos muestran que la fibra de acero mejora significativamente la mayoría de las cualidades mecánicas del concreto. El comportamiento de SFRC comenzó a ser bien conocido en el caso de una primera carga a corto plazo; La durabilidad de su carácter vital en las aplicaciones estructurales aún está en gran medida por explorar. El comportamiento a largo plazo de las estructuras operativas reforzadas con fibra de acero en el modo de craqueo depende de su capacidad de esfuerzo que toma la fibra entre los dos bordes de las grietas. Esto está condicionado, por un lado, con efecto de fluencia mecánica y fatiga, por otro lado, con corrosión de las fibras.

Si se hacen misceláneas de concreto con solo cemento como componente residiríamos ante un material excesivamente gravoso, ya que, la producción del cemento es muy complejo y alto, mientras que los costos de producción de agregados naturales son usualmente nulos en comparación, posteriormente es importante añadir que de utilizar agregados le ofrece a la mezcla resultante una mejor capacidad.

Los aditivos son de principio artificial o natural el cual se agrega a la mezcla del concreto con el objetivo de inspeccionar dificultades concurrencias o de mejorar algunas tipologías deseadas.

De acuerdo con De la Cruz et al. (2014, p. 20) el aditivo es un químico que se adiciona al concreto, a fin de optimizar su actuación, nos consiente obtener óptimos procesos constructivos optimando la disposición del concreto en una tarea específica.

Tenemos como finalidad determinar el esfuerzo máximo, este valor nos interpretara como el esfuerzo a la tensión coligado al resquebrajadura de la fibra en la parte menor, por la acción de las cargas concentrada a la viga que quedara dividida en tres tercios. El módulo de rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión (Portland Cement Asociation, 2014, p. 45). El módulo de rotura se determinó con la siguiente expresión:

$$MR = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$

Donde: MR = Modula de rotura (kg/cm²), L = Distancia entre apoyos (cm), P = Carga máxima aplicada (kg)



Figura 3. Ensayo de viga carga central

En contraste de ello, Mohammadi, Ghazemzadeh y Talari, en su artículo “Replacing Fibre reinforced concrete with bitumen asphalt in airports”, indica que los pavimentos de concreto simple tienen una resistencia a la tracción y una capacidad de deformación bajas, sin embargo, estas características estructurales se mejoran mediante la incorporación de fibra, lo que permite reducir el espesor de la capa del pavimento. Asimismo, la trabajabilidad de un hormigón depende en gran necesidad de la composición de su esqueleto angular.

Bekeart (1998) en su estudio “Steel Fiber Reinforced Industrial Floor”, indica que los usos de la fibra de acero dentro del concreto dan muchas opciones y beneficios, el uso de concreto reforzado con fibra de acero reveló muchas ventajas, como el aumento de la ductilidad, la tenacidad, la resistencia, la resistencia a la fatiga y las características de deformación. Estas son las razones por las que se ahorra tiempo, costos y materiales cuando se utiliza el concreto reforzado con fibra de acero.

Aquib y Mittal (2016), en su estudio “A Study on Strength Properties of Rigid Pavement Concrete with Use of Steel Fibers and Marble Dust”, señala que, en el ámbito de los pavimentos, el uso de fibra de acero en pavimento rígido. La mezcla de hormigón M20 se preparó con fibras de acero engarzadas con un diámetro de 0,5mm y una longitud de 25 mm. Los especímenes de cubos se moldearon y analizaron para 0.4 y 0.5% de volumen de concreto. Los resultados obtenidos manifestaron que la resistencia a la compresión del concreto de fibra de acero aumentó en comparación con el concreto de cemento liso. Además de la fibra de acero en el concreto, el grosor del pavimento se reduce en un 23% y es económico en comparación con la losa de concreto simple.

Después de describir la realidad problemática actual que muestra el conducta mecánica del concreto, dando a conocer las insuficiencias y dificultades que presenta dicho material, así como sus convenientes problemas específicos los que procuran estudiar los varios aspectos que sujeta el problema general de la investigación.

Por todo lo expuesto se plantea la siguiente interrogante general acerca del problema:

- ¿De qué manera la incorporación de fibra de acero Wirand FF3 influye dentro del comportamiento mecánico del concreto?

Para responder el enunciado, es necesario generar preguntas específicas:

- ¿Cómo influye la incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 en la trabajabilidad de mezcla resultante?
- ¿Cómo influye la incorporación de las fibras de acero Wirand FF3 en su resistencia a la compresión?
- ¿Cómo influye la incorporación de las fibras de acero Wirand FF3 en su resistencia a la tracción?

- ¿Cómo influye la incorporación de las fibras de acero Wirand FF3 en su resistencia a la flexión?

El argumento de investigación concerniente al mejoramiento del conducta mecánica del concreto al incorporar fibras de acero Wirand FF3 en su producción, se prefirió dado que en la actualidad el concreto es el componente más solicitado para la edificación de edificaciones de desemejantes tipos, pero las tipologías que muestra el concreto no han cambiado a lo largo del tiempo desde su principal característica, su uso, el comportamiento mecánico que presenta, se determina por tener una alta resistencia a la compresión, por otro lado presenta un nivel bajo de resistencia a la tracción, lo cual lleva a plantear desemejantes desafíos en la edificación actual de construcciones; por esa moción se elige como elemento de investigación el mejoramiento del conducta mecánica del concreto con el propósito de plantear la incorporación de fibras de acero Wirand FF3 en la producción del concreto con la intención de optimar las propiedades del concreto, específicamente su resistencia a la tracción, a la flexión y su aplicación en pavimentos rígidos de tal modo que durante la investigación se probara en estudios de experimentos que se realizara en laboratorio por ello es necesario que las variables sean determinantes y bien específicas para que sean estudiadas y de esa manera obtener resultados confiables que estén relacionados entre sí, tanto la variable independiente como dependiente son las que se estudiaran en el trayecto.

Con la investigación se pretende dar un aporte con desconocidos datos a la mejora del procedimiento mecánico del concreto al emplearse como método la diligencia de fibras de acero Wirand FF3 en su composición, lográndose la extensión de la resistencia a la flexión, así como a tracción que adquiere el concreto.

Los beneficios que se obtienen de la indagación es alcanzar el lograr anular la escasez de usar magnos espesores de losas de concreto, esta habilidad se debe a que estos elementos rectos al estar sometido a cargas puntuales y transversales producen significativos esfuerzos de tracción en la fibra inferior, lo cual lleva a esgrimir un mayor espesor de losa para reducir los esfuerzos de tracción.

El uso de fibras de acero para acrecentar el redimido del conducta mecánico de losas de concreto consentiría eliminar la escasez de este uso que como meta reducir los esfuerzos de tracción, ya que se economizaría grandemente en materiales.

Asimismo, la ASTM C39 - Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete – Specimens, señala que la investigación se proyecta contribuir desconocidos datos respecto al progreso de la conducta mecánico del concreto al usarse como procedimiento la aplicación de la fibra de acero Wirand FF3, estableciendo la ampliación de la resistencia a tracción, así como a la flexión que adquiere el concreto mediante probetas ensayadas en el laboratorio con los determinados diseños de mezclas que requiere cada ensayo.

Para la ASTM C 1018 - Standard Test Method for Flexural Toughness and First-Crack Strength of Fiber Reinforced Concrete, menciona que los beneficios de la investigación es evitar la escasez de usar grandiosos espesores en la losa de concreto, esta práctica en razón que estos elementos, al ser planos, son sometidos a cargas transversales las cuales generan grandes esfuerzos de tracción en la fibra inferior, lo que lleva a usar un mayor espesor en la losa para reducir los esfuerzos de tracción. El uso de las fibras de acero para aumentar el desempeño del comportamiento mecánico de losas de concreto permitiría eliminar la escasez de esta práctica que lleva como fin reducir los esfuerzos de tracción, lo que reservaría costos en los materiales, con la incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 se requiere mejorar el concreto para que las autoridades tomen conciencia en querer invertir en algo más benéfico para la población según las normas.

Trazado los problemas de la investigación, y justificando la investigación que se plantea en la presente investigación, se plantea establecer como posible respuesta al problema de investigación, las siguientes hipótesis en siguientes términos:

Al aplicar la fibra de acero Wirand FF3 en las muestras, entonces se mejora las características mecánicas del concreto.

- La incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 mejorará la trabajabilidad de la mezcla resultante.
- La incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 incrementará la resistencia a la compresión del concreto.
- La incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 incrementará la resistencia a la tracción del concreto.
- La incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 incrementará la resistencia a por flexión del concreto.

Correspondiente a la investigación que se planea y habiéndose determinado la formulación de los problemas de la investigación, a los que se procura dar réplica, se proviene a relatar los propósitos y metas que se intenta lograr.

Como afecta la incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 en el mejoramiento del comportamiento mecánico del concreto.

- Determinar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero Wirand FF3 en la trabajabilidad de la mezcla resultante.
- Determinar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero Wirand FF3 sobre su nivel resistencia a la compresión.
- Determinar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero Wirand FF3 sobre su nivel resistencia a la tracción.
- Determinar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero Wirand FF3 sobre su nivel resistencia a la flexión.

II.Método

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo con Borja (2010, p. 20), las indagaciones probadas según el propósito que siguen se catalogan en, investigación pura o básica, investigación aplicada e investigación tecnológica.

De las cuales cabe resaltar que una investigación aplicada busca solucionar un problema, de manera práctica de alguna índole, relacionado a ello podemos identificar varios acontecimientos prácticos dentro de la ingeniería civil (Borja, 2010, p. 20).

Por lo tanto dentro de la investigación propuesta se tiene como propósito mejorar la conducta mecánico del concreto usado para losas en pavimentos rígidos, mediante la incorporación de fibras de acero Wirand FF3, se propone mediante la investigación la baja resistencia que obtiene el concreto al ser sometido a esfuerzos de tracción, por lo tanto según las tipologías de las concepciones trazados primeramente, podemos decir que nuestro tipo de investigación se clasifica como investigación aplicada.

2.1.2. Diseño de investigación

Según Hernández Sampieri et al. (2014, p. 184), comenta que una indagación resulta ser experimental si se proviene a trabajar una o más variables independientes de la investigación, con el fin de encontrar algún resultado o que efecto produciría sobre la variable dependiente. De acuerdo con el mismo autor cabe mencionar que un diseño es cuasi-experimental, si la formación de los grupos de control, se ha realizado sin un sumario de aleatorización. Por tanto, según las características de dicho autor podemos analizar que el diseño de nuestra investigación será Cuasi-experimental, ya que solo manipulamos la variable dependiente agregando proporciones que ayudaran a mejorar el comportamiento de la variable independiente y siempre y cuando cabe resaltar que las fibras a utilizar tienen sus características propias

2.2. Operacionalización de variables

Variable (X): Comportamiento mecánico del concreto

Variable (Y): Incorporación de fibras de acero Wirand

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO	Es la cualidad como reconoce un cuerpo ante la diligencia de una sucesión de acciones externas, tales acciones son en general cargas externas aplicadas a los elementos al cumplir con las funciones para las que fue concebido.	Norma ASTM C39, NTP 339.034, ASTM 496, NTP 339.084, ASTM C79, NTP 339.079	PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO	Nivel de Resistencia que presenta la mezcla a la compresión	RAZÓN
				Nivel de Resistencia que presenta la mezcla a la tracción por flexión	
			PROPIEDADES DE CONCRETO FRESCO	Trabajabilidad	RAZÓN
INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO WIRAND FF3	Son fibras de longitudes definidas hechas de acero, con secciones transversales elongadas con ganchos en las extremidades.	% en peso de Fibra FF3 en la mezcla del concreto	PORCIONES DE FIBRA (10, 20, 30 kg/m ³)	% peso por m ³	RAZÓN
			FIBROMAC 12 DIAMETRO LONGITUD		

Fuente: Propia

Según nuestra investigación y a lo que plantea Hernández Sampieri et al.(2014), La eficacia del instrumento de investigación, muestra el grado que mide el proceso de estudio según la variable a estudiar.

De acuerdo, con ello, podemos prestar atención a los instrumentos deslucidos en la presente investigación de tesis son equipos de medición que conciernen a un laboratorio el cual cuenta con una licencia de funcionamiento o certificado de acreditación en el cual los equipos que se utilizarían han pasado un control de calibración los instrumentos necesarios a utilizarse en la investigación la Maquina universal, el cono de Abrams tamices para el proceso de granulometría y la balanza de 120 kg de capacidad todo ello son equipos de medición que pertenecen a un laboratorio acreditado el proceso de pruebas se desarrollaron en la Universidad Nacional De Ingeniería por ser una institución confiable la cual garantiza el buen desarrollo de investigación de tal manera que me permite obtener datos precisos de las muestras procesadas, también se hace mención a los instrumentos tales como software Excel que es una herramienta dentro del desarrollo de los análisis de la investigación cabe mencionar que este programa es de uso corriente en el área de ingeniería civil por lo que se puede asegurar su validez específica.

En tanto a las fichas de procesamiento de datos y recolección se tuvieron que revisar por especialistas ingenieros civiles con amplia experiencia en la especialidad de la construcción, los cuales me dan un voto de confianza al proceso. Asimismo, la confidencialidad de los instrumentos de medición podemos decir que las confiabilidades de estos instrumentos se vienen garantizadas en las labores diarias y experiencias en ingeniería civil.

En tanto al procedimiento, la recolección de datos de esta investigación se ejecutó de manera directa, la primera etapa se realizó a través de la muestra que luego se llevó al laboratorio, en tanto la segunda etapa fue a partir del diseño y ensayos realizados los cuales fueron anotados en los formatos respectivos de acuerdo al procedimiento establecido y en función al cronograma que establecimos el proyecto, tal como las fechas de recolección de datos de las probetas prismáticas y cilíndricas.

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Según Borja Suarez (2012, p 30), y bajo la concepción de panorama descriptivo, se aprecia población al vinculado de sujetos que serán motivo de estudio.

En esta investigación, la población estará constituida por el análisis del aditamento de fibra de acero Wirand FF3 en sus 3 diferentes dosificaciones al concreto. Conformada por las conductas mecánicas los cuales son el estado plástico, estado fresco y estado endurecido.

2.3.2. Muestra

Según Hernández Sampieri (2014, p. 80), se puede concebir que es la unidad de análisis, extraída del conjunto de la población, en las que la investigación se basa. Es decir que todos los objetos específicos del tema en el que se están estudiando presenten una esencia fundamental para el proceso de la investigación de dicha materia que constituye la unidad de análisis en un sentido que referente al proceso de investigación nos ayude a mejorar tanto teórico como experimental dicha investigación la unidad de análisis a estudiar en esta ocasión se refiere a la siguiente formación.

En esta investigación se tomaron en cuenta 54 probetas cilíndricas y 6 secciones de vigas prismáticas, mismas fabricadas para determinar las tipologías mecánicas del concreto endurecido con fibras Wirand FF3 en sus 3 diferentes dosificaciones, tal como se ejemplifica en la Tabla 2.

Tabla 2. *Evaluación de cantidad de testigos en función a las proporciones de la fibra de acero FF3*

ENSAYO	FORMA	DOSIFICACIÓN	CANTIDAD	EDADES
Comprensión	Cilíndrica	10 / 20 / 30	9 c/u	7, 14 y 28 días
Tracción	Cilíndrica	10 / 20 / 30	9 c/u	7, 14 y 28 días
Flexión	Prismática	10 / 20 / 30	9 c/u	7, 14 y 28 días

Fuente: Propia

En esta etapa se realiza un seguimiento del proceso constructivo de los ensayos que se realizarán posteriormente, según la etapa de proceso y que serán evaluados según la técnica apropiada en cada ensayo, tal como se visualiza en la Tabla 3.

Tabla 3. *Proceso de trabajo*

ETAPA	TÉCNICA
Diseño de mezclas	Resistencia a la compresión
Porcentaje de fibra	Peso por metro cúbico
Elaboración de probetas cilíndricas	Elaboración manual
Elaboración de vigas prismáticas	Elaboración manual
Curado de probetas cilíndricas	Curado en agua
Curado de vigas prismáticas	Curado en agua
Resistencia a la compresión	Ensayo en maquina uniaxial
Resistencia a la tracción	Ensayo en maquina uniaxial
Resistencia a la flexión	Ensayo en maquina universal

Fuente: Propia

En esta etapa se realiza un seguimiento del proceso constructivo de los ensayos que se realizarán posteriormente, según la etapa de proceso y que serán evaluados según la técnica apropiada en cada ensayo.

2.3.3. Muestreo

Se clasifican por probabilísticos y no probabilísticos, sujeto a los distintos tipos de investigación, objetivos y contribución que se piensan lograr con la investigación. En nuestro caso nuestra investigación se define de tipo no probabilístico, dado que nuestra deliberación se realizó de manera intencional y las tipologías fueron definidas propias del investigador.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

2.4.1. Técnica

La observación visual de la realidad es un sumario forzoso para poder llegar a lograr conclusiones validas que se acerquen a una hipótesis (Bernal, 2010, p. 257). En el proceso de evaluación de las variables se emplea el proceso metodológico de observación cuasi-experimental, la cual permite controlar las muestras por los investigadores durante el proceso según lo establecido en las variables, en el caso de las fibras de acero Wirand FF3 será la variable con la cual se va a agregar proporciones continuas que representen cada muestra, mediante la incorporación de dicha fibra la cual nos proporcionara información acerca de los valores de las resistencias a la compresión, tracción y flexión, todos estos resultados son extraídos mediante los ensayos que se irán realizando en la maquina uniaxial y universal.

Por lo tanto, planteamos que es la mejor alternativa de recolección de datos acerca de los procesos de investigación en los distintos ensayos que se lleven a cabo en el laboratorio fue de observación directa, ensayos de probetas cilíndricas y vigas, análisis de resultados.

- Muestrario de agregados.
- Peso unitario de agregados.
- Peso específico de los agregados.
- Porcentaje de vacíos.
- Contenido de humedad.
- Análisis granulométrico de agregados
- Diseño de mezclas según ACI.
- Ensayo de resistencia a la tracción.
- Ensayo de resistencia a la compresión.
- Ensayo de resistencia a la flexión

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos de esta indagación se utilizaron fichas normadas por las diferentes instituciones las cuales se menciona:

- Ficha de apuntes para granulometría para agregados
- Ficha de apuntes para ensayo de rotura de las probetas cilíndricas.

- Ficha de apuntes de datos para las probetas prismáticas de las vigas.

En tanto se elaboraron otras fichas para recolectar datos de verificación en campo y datos de las fichas técnicas, tales como: Ficha check list para el control de ensayo de probetas y Ficha check list para el control de la fabricación de probetas.

Instrumentos de ingeniería, se usaron los siguientes instrumentos de ingeniería: Regla metálica, maquina universal de ensayos de materiales, probetas cilíndricas, cono de Abrams y vigas prismáticas. Asimismo, instrumentos o equipos utilizados, fueron necesario el uso de los equipos e instrumentos de laboratorio:

- Balanza
- Horno
- Tamices: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200
- 1". ¾", ½", 3/8", N°4, N°8
- Varilla de ½" lisa de 60cm de longitud
- Mezcladora
- Guantes
- Lentes
- Cuchara metálica
- Balde medidor
- Ensayo universal

2.4.3. Validez y confiabilidad

2.4.3.1. Validez

Para Mejía Mejía (2005, p. 23), las pruebas realizaron la medición de características especificadas en las variables, también se añadieron fichas de validez, los cuales expertos en esta materia revisaron y dieron aprobación de estos, mismos usados en el desarrollo de esta tesis.

2.4.3.2. Confiabilidad

Para Mejia (2005, p. 27), el “termino confiabilidad tiene principio de la palabra íntegro, y esta a su vez de fe. La confiabilidad es una causa para instituir cuan fiable, consistente, relacionado o estable es el instrumento que se ha creado”.

2.5. Método de análisis de datos

En esta etapa se empleó el progreso de ensayos de laboratorio los cuales se tomaron como muestras. Consecutivamente se recopilaron los datos derivados de los ensayos realizados, por último, se interpretaron y analizaron dichos datos.

2.6. Aspectos éticos

El proceso de nuestra indagación se desarrolló aplicando y respetando los lineamientos de investigación establecido por la Universidad Cesar Vallejo. Durante el procedimiento se respetará y ejecutará con los siguientes términos:

Veracidad: La información obtenida por los ensayos realizados en los laboratorios son auténticos y solo para fines de investigación del estudiante.

Consentimiento: Se trabajará con material producido por la empresa Maccaferri, la fibra de acero Wirand FF3.

Estamos comprometido bajo nuestra responsabilidad a trabajar con resultados propios y veraces adquiridos durante el proceso de investigación.

III. Resultados

3.1 Resultados en función del objetivo general

Determinar la resistencia equivalente a la tracción, compresión y flexión mediante ensayos de laboratorio utilizando la fibra de acero Wirand FF3.

El presente trabajo busca obtener valores para una dosificación del concreto (210 kg/cm²) por dosificación de fibra Wirand FF3 (10, 20 y 30 kg/m³). En comparación con un patrón sin incorporación de fibra. Con esto se busca dar un mejor resultado en cuanto a las proporciones posibles de trabajo para el mejoramiento del concreto en pavimentos, tal que las condiciones de trabajo en dicha investigación son de carácter parecidas a la de nuestro país, implementar e incentivar el uso de esta fibra Wirand FF3.

3.2. Recopilación de información

3.2.1. Trabajos de campo

En el trabajo de campo que se realizaron fueron de la recolección de los agregados, el cual el agregado fino como el agregado grueso de la arenera San Martín de Porras ubicado en la Av. Monteverde N° 197 – Ate.

3.2.2. Ensayos de laboratorio

El laboratorio usado en esta investigación fue el laboratorio N°1 de ensayos de materiales “Ing. Manuel Gonzales de la Cortera”, en el cual se ejecutaron los siguientes ensayos:

- Ensayo granulométrico de agregados.
- Ensayo de resistencia a compresión.
- Ensayo de resistencia a tracción.
- Ensayo de resistencia a flexión.

3.3. Procesado de información recopilada

En esta indagación se realizaron ensayos en probetas prismáticas y cilíndrica que posteriormente se comprobaron su resistencia a la tracción, compresión y flexión.

Los resultados que se obtuvieron en los ensayos de resistencia a la tracción, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión se obtuvieron del producto de la indagación experimental y científica que se realizaron en el laboratorio.

3.3.1. Cemento Portland -Tipo I

Para nuestra investigación decidimos usar el cemento Portland tipo 1 Andino, porque es el cemento que usualmente se emplea en Perú, la sociedad encargada de su fabricación y distribución es la empresa CEMENTO ANDINO S.A. El cemento tiene unas propiedades mecánicas como es la consistencia en un 20-30% con una compresión de 18 MPa a los 3 días y 27MPa a los 7 días. ASTM C150/C150M “Standard Specification for Portland Cement”, ASTM International; 2016.

Tabla 4. *Características del cemento Portland tipo I Andino*

Cemento Portland Tipo I Andino	
Peso específico (g/cm ³)	3.12
Fineza malla 100%	0.34
Fineza malla 200%	5.66
Superficie específica Baine (cm ² /g)	3300
Contenido de aire (%)	6.5
Expansión de autoclave (%)	0.02
Fraguado inicial (Vicat)	2h 50 min
Fraguado final (Vicat)	3h 45min
f'c a 3 días (kg/cm ²)	204
f'c a 7 días (kg/cm ²)	2089
f'c a 28 días (kg/cm ²)	392
Calor de hidratación a 7 días (cal/g)	64.93

Fuente: Asocem, 2010.

Es necesario saber las características del tipo de cemento con el cual se va a trabajar durante el proyecto de tesis y corroborar algunas características por medio de los ensayos

3.3.2. Agua

El agua fue tomada de las bases del laboratorio N° 1 de ensayo de materiales “Ing. Manuel Gonzales de la Cortera”.

3.3.3. Agregados

Los agregados que se usaron son provenientes de la arenera San Martin de Porras, ubicado en la Av. Monteverde N° 197 – Ate.

Se procedió a trasladar los agregados extraídos de la arenera San Martin de Porras al almacén del laboratorio N° 1 de ensayo de materiales “Ing. Manuel Gonzales de la Cortera”, para posteriormente ejecutar los ensayos respectivos de los materiales.



Figura 4. Muestreo de agregados

Asimismo, se empleó la tabla 5, para el tamaño de los agregados.

Tabla 5. Tamaño de los agregados

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas de mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9.5(3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 ½)	15 (33)
50.0 (2)	20 (44)
63.0 (2 ½)	35 (77)
75.0 (3)	60 (130)
90.0 (3 ½)	100 (220)
100.0 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: NTP 400.012.2001

3.3.3.1. Agregado grueso

Análisis granulométrico del agregado grueso, naturalmente son partículas extraídas de canteras que asimilan distintos tipos de diámetros que según el tiempo estas se produjeron natural o mecánicamente, se puede diferenciar debido a que en el ensayo de materiales quedan retenidos en la malla N°4, tal como se visualiza en la tabla 6.

Tabla 6. % de agregado grueso

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO 5
(Pulg)	(mm)				
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	13.3	13.3	86.7	90-100
3/4"	19.00	43.5	56.8	43.2	20-55
1/2"	12.50	36.5	93.3	6.7	0-10
3/8"	9.50	3.9	97.2	2.8	0.5
N°4	4.75	2.5	99.7	0.3	-
FONDO		0.3	100.0	0.0	

Fuente: Propia

El agregado grueso proveniente de la cantera san Martin de Porras cumple con los parámetros de la normativa ASTM C 33, HUSO 5, los cuales pasaron por los tamices demostrando que son de carácter positivo para su utilización, visualizar figura 5.

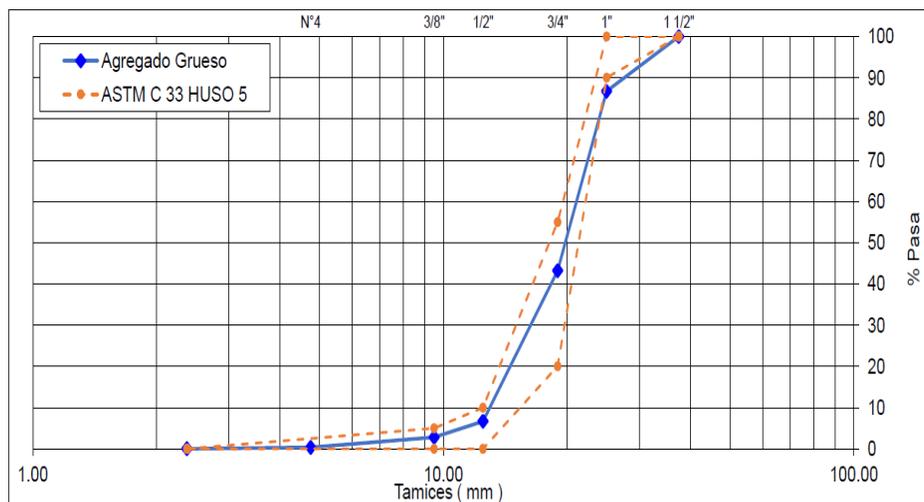


Figura 5. Grafica de tamizado agregado grueso

Según la gráfica de los ensayos el tamaño máximo nominal que representa el proyecto el cual indica que tan aceptable es el de tipo de material proveniente de la cantera San Martín de Porras, el cual obtuvimos un tamaño máximo nominal de: $TMN = 1''$

Contenido de humedad

Naturalmente se puede describir a este fenómeno como propio de cada muestra debido a que cada material tiene un origen distinto, ya que este proceso indica el porcentaje de humedad atrapado en las partículas de los agregados, se automatizó de relación con la norma ASTM C566, visualizar la Tabla 7.

Tabla 7. *Contenido de humedad del agregado gruesa*

Contenido de humedad agregado grueso ASTM C-566		
Peso Húmedo (g)	Peso Seco (g)	Promedio Humedad
3000	2987	0.25
3000	2976	

Fuente: Propia.

Peso Específico y Absorción

En este ensayo determinaremos la absorción del agregado y el peso específico, visualizar la tabla 8.

Tabla 8. *Peso específico del agregado grueso*

Elemento	Peso específico (g/cm ³)	Absorción (%)
Piedra	2.67	0.64

Fuente: Propia.

Peso Unitario

Tabla 9. *Peso Unitario suelto y compactado del agregado grueso.*

Elemento	Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	Peso Unitario Compactado (kg/m ³)
Piedra	1425	1644

Fuente: Propia.

3.3.3.2. Agregado fino

Análisis granulométrico del agregado fino, se ejecutó con las conjeturas de la norma ASTM C33 HUSO AGREG. FINO. El objetivo de los ensayos es de conseguir la curva granulométrica, y con ello establecer el módulo de fineza para el agregado fino, visualizar la figura 7.



Figura 7. Agregado fino

Tabla 10. % de agregado fino

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	11.9	11.9	88.1	95-100
N°8	2.36	30.2	42.2	57.9	80-100
N°16	1.18	27.3	69.5	30.5	50-85
N°30	0.60	15.7	85.2	14.8	25-60
N°50	0.30	7.6	92.8	7.2	5-30
N°100	0.15	4.8	97.6	2.4	0-10
FONDO		2.4	100.0	0.0	

Fuente: Propia

En cuanto al agregado fino cabe mencionar que el porcentaje que queda en el fondo del tamiz de 2.4% se obtuvo un resultado no favorable para su utilización quedando como muestra más porcentaje de piedra que arena, lo cual no cumple los parámetros de uso agregado fino.

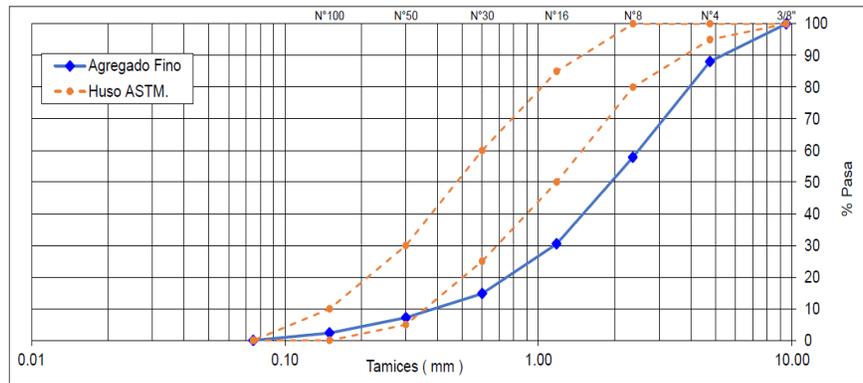


Figura 8. Grafica de tamizado de Agregado fino

El módulo de fineza de acuerdo con la normativa peruana es una cuantificación que indica que tan fino es el agregado estudiado, se obtiene mediante el proceso de tamizado según los porcentajes retenidos en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 Y N°100, divididos por cien, se pudo constatar que los resultados obtenidos:

$$\text{Módulo de Fineza} = 3.99$$

Contenido De Humedad

Cálculo del contenido de humedad del agregado fino.

Tabla 11. *Contenido de humedad.*

Contenido de humedad agregado fino ASTM C-70		
Peso Húmedo (g)	Peso Seco (g)	Promedio Humedad
500	479.00	2.59
500	488.00	

Fuente: Propia.

Peso Específico

En este ensayo determinaremos la absorción del agregado y el peso específico.

Tabla 12. *Peso específico y absorción del agregado fino.*

Elemento	Peso Especifico
Arena	2.59 g/cm ³

Fuente: Propia.

Tabla 13. *Peso Unitario suelto y compactado del agregado fino.*

Elemento	Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	Peso Unitario Compactado (kg/m ³)
Arena	1500	1777

Fuente: Propia.

3.3.3.3. Fibra de Acero Wirand FF3

La fibra de acero Wirand FF3 en alambre de acero trefilado para el refuerzo del concreto.

Tabla 14. *Especificaciones técnicas de Wirand FF3.*

Diámetro (D)	Largo (L)	Relación L/D	Cant. de elem. Kg.
0.75mm	50mm	67	5767

Fuente: Maccaferri

Tabla 15. *Características mecánicas de la fibra.*

Rm (Tensión de ruptura por tracción del alambre)	> 1200 MPa (Seguin ACI 544.3R-08)
Al (Elongación a la ruptura)	<4%

Fuente: Maccaferri.

Forma: Los ganchos de las extremidades de la fibra Wirand FF3 responden la máxima soldadura al hormigón tal como se visualiza en la figura 9.



Figura 9. Fibra de acero Wirand FF3, Maccaferri América Latina

3.3.3.4. Fibromac 12

Es una fibra de material de polietileno que se produce de multifilamentos indicados para el refuerzo del concreto, con la finalidad de generar una mezcla homogénea y lograr controlar la fisuración.

Tabla 16. Especificaciones técnicas de FibroMac12

(D)	(L)	Alargam (%)	Mat. prima	P. espe (g/cm ³)	°C	Resis.tracción (MPa)	Módulo de Young (MPa)
18mm	12mm	80	polipropileno	0.91	160	300	3000

Fuente: Maccaferri

Las fibras sintéticas FibroMac12 son acondicionados en saco hidrosoluble de 600gr, tal como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Fibra hidrosoluble FibroMac12, Maccaferri América Latina

3.4. Diseño de mezcla ($f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$)

Para realizar el diseño de mezcla usamos el método ACI, el cual se distingue ya que el concreto resulta más cómodo de trabajar, esta es una característica es importante debido al consenso de las fibras de acero al concreto, ya que el incremento de esto reducirá la trabajabilidad.

Con tipologías generales como, **asentamiento (2")**, **denominación ($f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$)**, **relación A/C de diseño (0.52)**, por otro lado la cuantía de material de diseño por m³ de concreto, será la siguiente **432 kg (cemento)**, **823 kg (arena)**, **872 kg (piedra)** y **225 lt.(agua)**, tal como se ejemplifica en tabla 17.

Tabla 17. *Diseño de mezcla sin fibra Wirand FF3.*

Material	Peso Seco	P.e.	Vol. Abs.	D.U.S.	D.O.	D.U.O.	Mez (kg)	P/bol.	P. VOL.
Cemento	423	3.15	0.1343	1	423	1.0	27.50	42.5	1
Agua	220	1	0.2200	0.52	212	0.50	13.76 lt	21.3	21.3
Arena	805	2.59	0.3109	1.90	826	1.95	53.66	82.9	1.93
Piedra	853	2.67	0.3198	2.02	855	2.02	55.61	85.9	2.11

Fuente: Propia



Figura 11. Probeta sin la incorporación de fibra de acero Wirand FF3

Diseño de mezcla (a/c = 0.52), con 10 kg/m³ de fibra de acero Wirand FF3

Agua/cemento	= 0.52
Cemento	= 27.50 kg
Agua efectiva	=13.76 lt
Agregado grueso	= 55.61 kg
Agregado fino	= 53.66 kg
Fibra de acero Wirand FF3	= 10 kg/m ³

Tabla 18. *Diseño de mezcla 10 kg/m³ de Wirand FF3.*

Material	Peso Seco	P.e.	Vol. Abs.	D.U.S.	D.O.	D.U.O.	Mez (kg)	P/bol.	P. VOL.
Cemento	423	3.15	0.1343	1	423	1.0	27.50	42.5	1
Agua	220	1	0.2200	0.52	212	0.50	13.76 lt	21.3	21.3
Arena	805	2.59	0.3109	1.90	826	1.95	53.66	82.9	1.93
Piedra	853	2.67	0.3198	2.02	855	2.02	55.61	85.9	2.11
Fibra FF3	10.00	0.00	0.000	0.0236	10.00	0.0236	650.00 g	1.0045	---
FibroMac	0.60	0.00	0.000	0.0014	0.60	0.0014	39.00 g	0.0603	---

Fuente: Propia.

Se utilizó el diseño patrón y se incorporó la cuantía de fibras de acero preciada en el cual se corrigieron las proporciones y/o cantidades teniendo en cuenta el volumen que ocupan las fibras.

En este caso fue la dosificación de 10 kg/m³ en el cual se usó 27.5 kg de cemento, 55.61 kg de agregado grueso como también 53.66 de agregado fino con 13.76 lts de agua, este último fue proporcionado por el mismo laboratorio.

Diseño de mezcla (a/c = 0.52), con 20 kg/m³ de fibra de acero Wirand FF3

- Agua/cemento = 0.52
- Cemento = 27.50 kg
- Agua efectiva = 13.76 lt
- Agregado grueso = 55.61 kg
- Agregado fino = 53.66 kg
- Fibra de acero Wirand FF3 = 20 kg/m³

Tabla 19. *Diseño de mezcla 20 kg/m³ de Wirand FF3.*

Material	Peso Seco	P.e.	Vol. Abs.	D.U.S.	D.O.	D.U.O.	Mez (kg)	P/bo l.	P. VOL.
Cemento	423	3.15	0.134	1	423	1.0	27.50	42.5	1
Agua	220	1	0.220	0.52	212	0.50	13.76 lt	21.3	21.3
Arena	805	2.59	0.310	1.90	826	1.95	53.66	82.9	1.93
Piedra	853	2.67	0.319	2.02	855	2.02	55.61	85.9	2.11
Fibra FF3	20.00	0.00	0.000	0.0473	20.00	0.0473	1300.0 g	2.00 91	---
FibroMac	0.60	0.00	0.000	0.0014	0.60	0.0014	39.00 g	0.06 03	---

Fuente: Propia.

En este diseño de mezcla, se empleó el diseño patrón y se sumó la cantidad de fibras de acero solicitada y se increparon las cadencias para las distintas dosificaciones teniendo en cuenta la siguiente dosificación.

En este caso fue la dosificación de 20 kg/m³ en el cual se usó 27.5 kg de cemento, 55.61 kg de agregado grueso como también 53.66 de agregado fino con 13.76 lts de agua, este último fue proporcionada por el mismo laboratorio.

Diseño de mezcla (a/c = 0.52), con 30 kg/m³ de fibra de acero Wirand FF3

- Agua/cemento = 0.52
- Cemento = 27.50 kg
- Agua efectiva = 13.76 lt
- Agregado grueso = 55.61 kg
- Agregado fino = 53.66 kg
- Fibra de acero Wirand FF3 = 30 kg/m³

Tabla 20. *Diseño de mezcla 30 kg/m³ de Wirand FF3.*

Material	Peso Seco	P.e.	Vol. Abs.	D.U.S.	D.O.	D.U.O.	Mez (kg)	P/bol.	P. VOL.
Cemento	423	3.15	0.1343	1	423	1.0	27.50	42.5	1
Agua	220	1	0.2200	0.52	212	0.50	13.76 lt	21.3	21.3
Arena	805	2.59	0.3109	1.90	826	1.95	53.66	82.9	1.93
Piedra	853	2.67	0.3198	2.02	855	2.02	55.61	85.9	2.11
Fibra FF3	30.00	0.00	0.000	0.0709	30.00	0.0709	1950.0 g	3.0136	---

FibroMac	0.60	0.00	0.000	0.0014	0.60	0.0014	39.00 g	0.0603	---
----------	------	------	-------	--------	------	--------	---------	--------	-----

Fuente: Propia.

En este diseño de mezclas, se usó el diseño patrón y se añadió la cuantía de fibras de acero solicitada y se censuraron las proporciones según las dosificaciones, teniendo en cuenta el volumen ocupado por la fibra.

3.5. Resultados trabajabilidad del concreto

La trabajabilidad se puede entender como el esfuerzo que se requiere para colocar, compactar y dar el acabado al concreto en estado fresco. Para medir este comportamiento se usó el ensayo del cono de Abrams la cual consiste en calcular la consistencia del concreto en su estado fresco para medir su consistencia.

Tabla 21. Resultados ensayo cono de Abrams.

Dosificación DISEÑO	Slump 2''
PATRON	1.88'
CRFA 10KG/M3	1.46'
CRFA 20KG/M3	1.22'
CRFA 30KG/M3	1''

Fuente: Propia.



Figura 12. Ensayo Cono de Abrams

3.6 Resultados de ensayo a compresión

Para este ensayo se realizaron 30 probetas de dimensión 10"x20", realizadas según la norma NTP 339.034:2015; los ensayos se realizaron para las tiempos de 7, 14 y 28 días.



Figura 13. Ensayo de resistencia a la compresión

Tabla 22. Resultado de ensayo a compresión 10kg7m3 de Wirand FF3

Muestra	Edad de ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Rango	Coefficiente de Variación
F1-052	7	10.10	80.12	13543	169	175	7.5%	0.04
F1-052	7	10.01	78.62	14314	182			
F1-052	7	10.12	80.36	13891	173			
F1-052	14	10.02	78.78	18686	237	236	2.0%	0.01
F1-052	14	10.17	81.15	18930	233			
F1-052	14	10.09	79.88	19018	238			
F1-052	28	10.03	78.93	21447	272	270	1.8%	0.01
F1-052	28	10.16	80.99	21616	267			
F1-052	28	10.12	80.36	21753	271			

Fuente: Propia

Tabla 23. Resultado de ensayo a compresión 20kg/m³ de Wirand FF3

Muestra	Edad de ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Rango	Coefficiente de Variación
F2-052	7	10.04	79.09	15440	195	202	7.1%	0.04
F2-052	7	10.12	80.36	16839	210			
F2-052	7	10.02	78.78	15829	201			
F2-052	14	10.16	80.99	19939	246	250	2.9%	0.01
F2-052	14	10.08	79.72	19935	250			
F2-052	14	10.08	79.72	20210	254			
F2-052	28	10.06	79.41	22285	281	285	2.2%	0.01
F2-052	28	10.04	79.09	22687	287			
F2-052	28	10.12	80.36	23004	286			

Fuente: Propia

Tabla 24. Resultado de ensayo a compresión 30kg/m³ de Wirand FF3.

Muestra	Edad de ensayo (días)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Rango	Coefficiente de Variación
F3-052	7	10.15	80.83	12695	157	156	4.4%	0.02
F3-052	7	10.02	78.78	12481	158			
F3-052	7	10.08	79.72	12088	152			
F3-052	14	10.00	78.54	18398	234	232	2.3%	0.01
F3-052	14	10.18	81.31	18614	229			
F3-052	14	10.00	78.54	18404	234			
F3-052	28	10.11	80.20	22551	281	285	7.0%	0.04
F3-052	28	10.15	80.83	22380	277			
F3-052	28	10.05	79.25	23513	297			

Fuente: Propia

Resumen Ensayo de Resistencia a Compresión

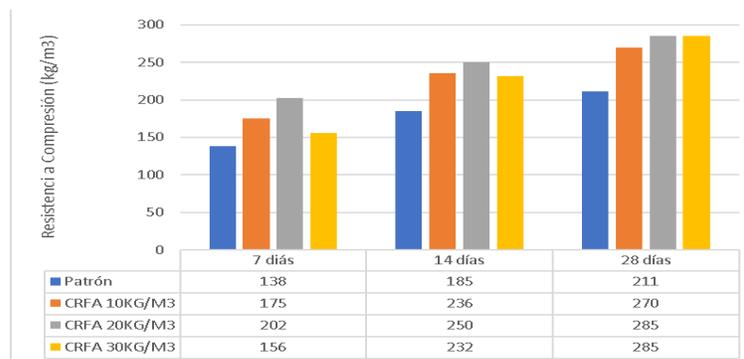


Figura 14. Resumen de ensayo a compresión

En este ensayo podemos destacar que la resistencia a compresión, en cotejo al patrón que no tiene fibra de acero, influye de manera positiva, lo que significa que su aporte frente este comportamiento es favorable.

En cuanto, todas las dosificaciones lograron cumplir con los requerimientos que fue establecido en el diseño de mezcla el cual era 210kg/cm², las dosificaciones lograron su cometido a la edad de 14 días, en la rotura a 28 días llevo a alcanzar una resistencia de rotura de 270kg/cm², la cual demuestra claramente que cualesquiera de estas 3 dosificaciones cumplen y superan ampliamente su diseño.

3.7 Resultados del ensayo a la tracción

Para este ensayo se realizaron 30 probetas cilíndricas de dimensión 10"x20", realizadas según la norma NTP 339.084:2017; los ensayos se realizaron para 7, 14 y 28 días.



Figura 15. Ensayo de resistencia a la tracción

Tabla 25. Resultado de ensayo a tracción 10kg/m³ de Wirand FF3

Muestra	Fecha de Obtención	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la tracción (kg/cm ²)
F1-052	20/05/2019	27/05/2019	10.07	21.00	7073	21.3
F1-052	20/05/2019	27/05/2019	10.27	21.00	7964	23.5
F1-052	20/05/2019	27/05/2019	10.02	21.00	8040	24.3
F1-052	20/05/2019	03/06/2019	10.09	20.93	8506	25.6
F1-052	20/05/2019	03/06/2019	10.22	21.00	9107	27.0
F1-052	20/05/2019	03/06/2019	10.14	21.00	8822	26.4
F1-052	20/05/2019	17/06/2019	10.05	21.00	9298	28.0
F1-052	20/05/2019	17/06/2019	10.13	21.00	9377	28.1
F1-052	20/05/2019	17/06/2019	10.02	21.00	11195	33.9

Fuente: Propia

Tabla 26. Resultado de ensayo a tracción 20kg/m³ de Wirand FF3.

Muestra	Fecha de Obtención	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la tracción (kg/cm ²)
F2-052	20/05/2019	27/05/2019	10.03	21.00	8050	24.3
F2-052	20/05/2019	27/05/2019	10.12	20.94	8636	25.9
F2-052	20/05/2019	27/05/2019	10.06	20.91	9519	28.8
F2-052	20/05/2019	03/06/2019	10.16	21.00	11119	33.2
F2-052	20/05/2019	03/06/2019	10.27	21.00	10740	31.7
F2-052	20/05/2019	03/06/2019	10.07	20.75	10359	31.6
F2-052	20/05/2019	17/06/2019	10.02	20.88	12796	38.9
F2-052	20/05/2019	17/06/2019	10.00	20.84	10369	31.7
F2-052	20/05/2019	17/06/2019	10.22	21.00	8726	25.9

Fuente: Propia.

Tabla 27. Resultado de ensayo a tracción 30kg/m³ de Wirand FF3.

Muestra	Fecha de Obtención	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la tracción (kg/cm ²)
F1-052	20/05/2019	27/05/2019	10.04	21.00	8584	25.9
F1-052	20/05/2019	27/05/2019	10.05	21.00	8187	24.7
F1-052	20/05/2019	27/05/2019	10.23	21.00	8456	25.1
F1-052	20/05/2019	03/06/2019	10.15	20.73	10048	30.4
F1-052	20/05/2019	03/06/2019	10.16	20.95	10984	32.9
F1-052	20/05/2019	03/06/2019	10.13	20.77	11099	33.6
F1-052	20/05/2019	17/06/2019	10.06	21.00	10296	31.0
F1-052	20/05/2019	17/06/2019	10.05	20.85	8700	26.4
F1-052	20/05/2019	17/06/2019	10.08	20.84	8382	25.4

Fuente: Propia.

Resumen Ensayo de Resistencia a Tracción



Figura 16. Resumen de ensayo a tracción

En este ensayo se observa que la resistencia a tracción, en comparación al patrón que no tiene fibra de acero, aumenta de forma significativa, lo cual se repite del mismo modo que el ensayo anterior, logrando siempre aportar de manera positiva al comportamiento del concreto.

Las resistencias a la tracción del concreto en las 3 dosificaciones son similares en cuanto a su resultado, todas ellas cumplen con el diseño de mezcla inicial, pero en cuanto la trabajabilidad es notoria que la dosificación de 10 kg/m³ es mucho más fácil de manipular.

3.8 Resultados del ensayo de flexión en vigas

Para este ensayo se ejecutaron 08 vigas de dimensión 50'x 15'x15', realizadas según norma NTP 339.079:2017, los ensayos se realizaron para 28 días.



Figura 17. Ensayo de resistencia a la tracción

Tabla 28. Resultado de ensayo de vigas a flexión

Muestras	Edad de la Muestra (días)	Distancia entre apoyos (cm)	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)
			Largo	Ancho	Alto			
M11 10kg/m ³ Fibra	28	45.0	50.0	15.1	15.5	755.0	2630	48.9
M11 10kg/m ³ Fibra	28	45.0	50.1	15.5	15.1	776.1	2410	46.1
M11 20kg/m ³ Fibra	28	45.0	50.0	15.4	15.1	770.0	2120	40.9
M11 20kg/m ³ Fibra	28	45.0	48.0	15.4	16.0	739.2	2500	42.8
M11 30kg/m ³ Fibra	28	45.0	50.0	16.0	15.1	801.5	2020	37.3
M11 30kg/m ³ Fibra	28	45.0	50.	16.0	15.8	801.0	2600	43.9

Fuente: Propia.

Resumen Ensayo de Resistencia a Flexión

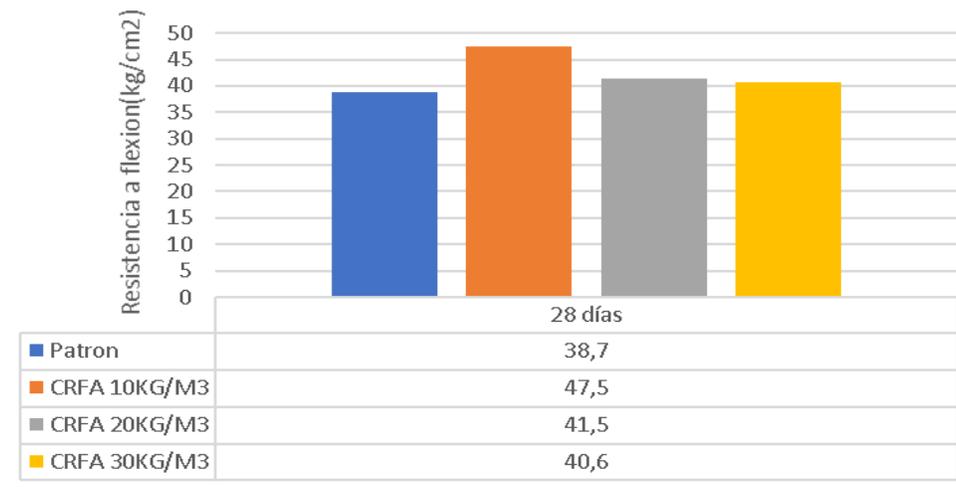


Figura 18. Resumen de ensayo a flexión

Para este ensayo se realizaron 8 probetas (2 vigas sin fibra, 2 vigas con 10kg/m³ de fibra, 2 vigas con 20kg/m³ de fibra y 2 vigas con 30kg/m³ de fibra), tipo vigas normalizadas de dimensiones 6"x6"x21"; los ensayos se efectuaron a los 28 días,

Mismas que se cargaron al centro previamente marcados, luego se provino a emplear la carga de manera continua, se reflexionó la norma NTP 339.079.2017. Los resultados fueron favorables y como se esperaba con a la adición de la fibra se logró una mejor resistencia frente a la carga aplicada, se observó que al tener menor cantidad de fibras este era más favorable frente a las demás dosificaciones.

IV. Discusión

A función de los resultados, se concluye lo siguiente:

De la Cruz, en su investigación sobre la atribución de la añadidura de fibras de acero en el concreto utilizando para pavimentos de pistas, concluye que la incorporación de fibras de acero mejora la calidad del concreto en cuanto a su resistencia a la tracción, mientras que nuestra tesis, logramos demostrar que evidentemente, la fibra de acero Wirand FF3, llega a aportar de manera positiva más resistencia frente a la tracción, siempre respetando el diseño de mezcla.

Según Medina, en su investigación “Mechanical and thermal properties of concrete incorporating rubber and fibres from tyre recycling”, determino luego de una sucesión de erudiciones, que el concreto reforzado con fibras de acero reciclado mejora las pertenencias mecánicas del concreto, en nuestro caso la fibra de acero Wirand FF3, demostró una mejoría en cuanto a sus pertenencias mecánicas del concreto.

Córdova, en su tesis sobre el cotejo de la resistencia equivalente a la flexión entre las fibras italianas de acero Wirand y las fibras peruanas, busca relacionar los efectos de usar fibras de acero producidas en Italia con las producidas en Perú, de la cual podemos resaltar que el uso de la fibra genera un aumento en cuanto su resistencia a la flexión y en cuanto a la trabajabilidad es mucho mejor, en nuestra tesis resaltamos que la mejora en cuanto a la trabajabilidad es opuesta a lo que Córdova propone, en cuanto a la flexión, la fibra de acero Wirand FF3 vemos el mismo comportamiento, pero en nuestro caso, cuanto menos fibra de acero Wirand FF3 tenía, mayor era su resistencia a la flexión, esto quiere decir que a más fibra la resistencia a flexión disminuirá, pero no de manera significativa.

Sathakumar en “Dynamic, Impact, and Fatigue Behaviour”, concluyó que la afiliación de la fibra de acero tiene una propensión de mengua de la resistencia a la compresión, para nuestra tesis, la incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 nos dio una mejora en cuanto la resistencia a compresión, refutando los resultados obtenidos por Sathakumar.

V. Conclusiones

De los resultados se obtuvo, las siguientes discusiones mencionadas:

Primero: Se concluyó que la incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 en el concreto, produce que su consistencia aumente, esto significa que la trabajabilidad disminuye. El asentamiento del Slump redujo en promedio un 50% con respecto a su diseño patrón.

Segundo: Se perfeccionó que el alistamiento de la fibra de acero Wirand FF3 con respecto a la resistencia por compresión tuvo un incremento de 35.07% respecto al patrón. Por lo tanto, la incorporación de fibra de acero Wirand FF3 influye de manera positiva incrementando su resistencia a la compresión de manera significativa.

Tercera: Se consumó que la adición de la fibra de acero Wirand FF3 con respecto a la resistencia por tracción tuvo un incremento de 36.15% respecto al patrón. Por lo tanto, la incorporación de fibra de acero Wirand FF3 influye de manera positiva incrementando su resistencia a la tracción de manera significativa.

Cuarta: Se afinó que la afiliación de la fibra de acero Wirand FF3 con respecto a la resistencia por flexión tuvo un incremento de 22.73% respecto al patrón. Por lo tanto, la incorporación de fibra de acero Wirand FF3 influye de manera positiva incrementando su resistencia módulo de rotura a flexión.

Quinto: Se concluyó que las condiciones mecánicas que se lograron en los ensayos ejecutados llegan a influir de manera positiva, con ello queda justificado que la incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 mejora las propiedades mecánicas del concreto.

VI. Recomendaciones

Con los resultados obtenidos, recomendamos el uso de la fibra de acero Wirand FF3, ya que este material influyó positivamente en su resistencia a la tracción, compresión y flexión.

Al emplear este material las etapas del concreto poseerían mayores valores con respecto al patrón, lo que se traduce a beneficios de calidad y económicos.

Se recomienda utilizar los parámetros de diseño con respecto a la dosificación entre 10 kg/m³ y 20 kg/m³ de fibra de acero Wirand FF3, y adicionar un aditivo que controle la trabajabilidad.

Recomendamos usar un material que cumpla con los parámetros del ASTM C-33 para agregados finos y ASTM C-33 Huso-5 agregado grueso, para que se logre aun mejores resultados que los obtenidos en esta tesis.

Por lo tanto, esta cátedra encomienda a todos los medios relacionados con la ingeniería civil y público en general, el uso de este material con la dosificación recomendó, el cual tendría mejoras estructurales, económicas y estéticas.

Recomendamos a su vez a futuras investigaciones respetar el procedimiento de uso y manejo del concreto con la añadidura de la fibra de acero en tanto en su estado endurecido y fresco, con el fin de obtener un concreto de calidad ideal.

Referencias

1. MOHAMMADI Y., GHASEMZADEH HM, TALARI TB y GHORBANI MA, Replacing Fibre reinforced concrete with bitumen asphalt in airports [en línea]. Proc. World Acad. Sci. Eng. Technol. Octubre de 2009, vol. 34 (10). 351 - 355 [Fecha de consulta: 10 de junio del 2019].
Disponible en: <https://publications.waset.org/pdf/9898>.
2. DE LA CRUZ et. al. Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga-Ayacucho. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014 p.50.
Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/239>.
3. CÓRDOVA Claudia, CUELLAR Liseth y GUIZADO Mayra. Comparación de la resistencia equivalente a la flexión entre las fibras de acero Wirand producidas en Italia y las fibras producidas en Perú. Lima: Fondo Editorial de la Pontifica Universidad Católica del Perú (PUCP), 2012. p. 94.
Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1612>.
4. PUJADAS et al. Las fibras de acero pueden resultar competitivas en estructuras sometidas a fenómenos de fatigas. [en línea] México 2014: p.47. [Fecha de consulta: 10 de junio del 2019].
Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6860/02CAPITULO.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
5. ONUAGULUCHI et. al. Performance of scrap tire steel fibres in OPC and alkali-activated mortars [en línea] EEUU:Mater Struct 50, 2017, p. 157. [fecha de consulta: 15 de junio del 2019].
Disponible en: <https://doi.org/10.1617/s11527-017-1026-6>
6. RAMAKRISHNAN, V .; MAYER, C .; NAAMAN, AE Comportamiento cíclico, resistencia a la fatiga, límite de resistencia y modelos de comportamiento a la fatiga de FRC. 2004, vol. 4, pág. 101-148.
Disponible en: <https://cutt.ly/ojKNzEQ>
7. RAGAVENDRA, S .; REDDY, I. PRAVEEN; DONGRE, ARCHANAA. Estudio de caso de hormigón reforzado con fibra. En *trámite de la 33ª Convención Nacional de*

Ingenieros Arquitectónicos y Seminario Nacional sobre el Aspecto de la Ingeniería Arquitectónica para envoltentes de edificios sostenibles . 2017.

Disponible en: <https://cutt.ly/NjkNjzY>

8. MEDINA et.al. Mechanical and thermal properties of concrete incorporating rubber and fibres from tyre recycling [en línea] Mexico: ELSEVIER, vol. 144 pág. 563-573. [fecha de consulta 25 de mayo del 2019]
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.196>
9. AHMADI et. al. Mechanical Properties of the concrete containing recycled fibers and aggregates [en línea] Malasia: Universiti Tun Hussein, 2017, p.10 [fecha de consulta: 24 de mayo del 2019].
Disponible en: <https://doi.org/10.1063/1.5005412>
10. CEMEX et al. Revista de comparación de precios en carreteras de asfalto y concreto [en línea] Mexico: Cemex, 2019, p.35.[fecha de consulta 23 de junio del 2019].
11. PATIL S. and RUPALI K., Study of Flexural Strength in Steel Fiber Reinforced Concrete [en línea] EEUU: International Journal of Recent Development in Engineering and Technology, 2(5), 2014.[fecha de consulta: 15 de abril del 2019].
Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0008-8846\(74\)90142-2](https://doi.org/10.1016/0008-8846(74)90142-2)
12. VANDERWALLE et al. Características estructurales del hormigón con árido reciclado mixto reforzado con fibras 8 la Recomendación Final de la RILEM TC 162-TDF [en línea] Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2015, p. 306 [fecha de consulta: 17 de junio del 2019]
Disponible en: <https://www.tesisenred.net/handle/10803/316584#page=1>
13. ALUBAIDI I.H., Effect of curing conditions on the mechanical properties of steel fiber reinforced self compacting concrete [en línea] 4(4) Iraqui: Al-Qadisiya Journal For Engineering Sciences, 2011, pp.(528-536). [fecha de consulta: 20 de mayo del 2019]
Disponible en: <https://www.iasj.net/iasj/journal/131/issues>
14. CUCCHIARA Calogero,. MENDOLA Lidia y PAPIA Maurizio. Effectiveness of stirrups and steel fibers as shear reinforcement,[en línea] EEUU: Cement and Concrete Composite , 2004, 26 (7), pág. 777-786 [fecha de consulta: 29 de marzo del 2019]
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2003.07.001>

15. GRUNEWALD Steffen y WALRAVEN Joost. Transporting fibers as reinforcement in self-compacting concrete [en línea] Delft: HERON, 2009, 54(3), pp.(101-126). [fecha de consulta: 15 de marzo del 2019]
 Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/27353689_Transporting_fibres_as_reinforcement_in_self-compacting_concrete
16. BAZANT Zdenek. Concrete fracture models: testing and practice. [en línea] USA: Engineering fracture mechanics, 69(2) pp. 165-205, 2008 [fecha de consulta: 25 de mayo del 2019]
 Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/222697343_Concrete_fracture_models_Testing_and_practice
17. LUO J.un y VECCHIO Frank. Behavior and Analysis of Steel Fibre - Reinforced Concrete under Reversed Cyclic Loading [en línea] Toronto: Thesis, University of Toronto, 2014. p.315 [fecha de consulta: 25 de junio del 2019]
 Disponible en:
<https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal.aspx?m=details&i=51687940&m=details&i=51687940>
18. LÖFGREN Ingemar, 'Fibre Reinforced Concrete for Industrial Construction [en línea] Sweden: University of Technology, Gothenburg, 2005, p. 81 [fecha de consulta: 26 de mayo del 2019]
 Disponible en: <https://cutt.ly/Fjk0RZy>
19. NEVILLE, A.M. Properties of concrete [en línea] 5ta edición, England: Pearson Ltd., 2011, pp. (329 – 397).
20. ORELLANA, Nataly. Diferencias entre fibras de acero y fibras sintéticas ICH (Instituto del concreto y del cemento de Chile) [en línea]. Chile: Instituto del Concreto y del Cemento, 2015, p. 45. [fecha de consulta: 17 de mayo del 2019]
 Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6378/5/>
21. AOUBE et al. Structural behaviour of steel fiber reinforced concrete beams. Montreal:, McGill University, 2007, p. 175.

22. GRANJU J. L. y BALOUCH S. U., Corrosion of Steel Fiber Reinforced Concrete From the Cracks. Louisiana: Journal of Cement and Concrete Research, (35), 572-577, 2009.
23. PORTLAND CEMENT ASOCIATION, La trabajabilidad de un hormigón depende en gran medida de la composición de su esqueleto granular, Lima: Universidad Mayor San Marcos, 2014:p.45.
24. BEKEART N.V.. Steel Fiber Reinforced Industrial Floor (design in Accordance with the Concrete Society TR34). USA: Dramix manual, 48-49, 1998.
25. AQUIB S. M.y MITTAL O. P., A Study on Strength Properties of Rigid Pavement Concrete with Use of Steel Fibers and Marble Dust. USA: International Journal of Advanced Research in Education & Technology (IJARET), 3(2), 222-225, 2016.
26. ASTM C39 - Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete – Specimens.
27. AMERICAN Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C 1018: Standard Test Method for Flexural Toughness and First-Crack Strength of Fiber Reinforced Concrete. Estados Unidos, ASTM, 1997, 7pp.
28. BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo: Universidad Mayor San Marcos, 2012. 38pp.
29. BAPTISTA, María del Pilar, FERNÁNDEZ, Carlos y HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 5a edición. México D.F.: Mc Graw Hill, 2010. 613 pp. ISBN: 978-607-15-0291-9
30. MACCAFERI. Hormigón Fibroreforzado [en línea] Perú: MACCAFERI Perú, 2017, pp.124 [fecha de consulta: 14 de mayo del 2019]
Disponible en: <https://www.maccaferri.com/br/es/aplicaciones/soluciones-estructurales/>
31. BERNAL Roser. Proceso metodológico de observación cuasi-experimental. Barcelona: Universidad de Barcelona, 2010. pp. 86.
32. ARBAIZA Zenaida. Método de análisis de datos [en línea] Logroño:Universidad de la Rioja, 2010, pp.176. [fecha en consulta: 5 de junio del 2019]
Disponible en:
https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD_710/Lib489791.pdf

33. AMERICAN Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C150/C150M Standard Specification for Portland Cement.. Estados Unidos, ASTM, 2019, 27pp.
34. “Tamaño de los agregados” NTP 400.012.200138
35. AMERICAN Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C566 Historical Standard: Standard Test method for measuring total moisture content in aggregates by drying. Estados Unidos, ASTM, 2004, 6pp.
36. AMERICAN Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C33 Historical Standard: Standard Specification of Aggregates for Concrete. Estados Unidos, ASTM, 2003, 14pp.
37. NORMA Técnica Peruana (Perú). NTP 339.034:2015: Ensayos a compresión. Lima, INACAL, 2015. 25pp.
38. NORMA Técnica Peruana (Perú). NTP 339.084:2017: Ensayos a tracción. Lima, INACAL, 2017. 15pp.
39. NORMA Técnica Peruana (Perú). NTP 339.079:2017: Ensayos de flexión en vigas. Lima, INACAL, 2017. 12pp.
40. . KHALOOJ. y KIM L., Mechanical Properties of Normal to High-Strength Steel Fiber-Reinforced Concrete. California: Concrete and Aggregates, 2(18), 1996,), pp. 92- 97.

Anexos

Anexo N° 1: Certificados de laboratorio

Anexo N° 1-1: Análisis granulométrico del agregado fino



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET
Accreditation Board for engineering and Technology
Engineering Technology Accreditation Commission

Pág. 3 de 5

ANEXO 1

EXPEDIENTE N° : 19-1860

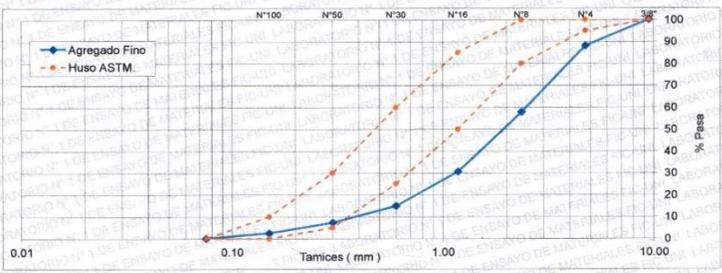
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

Consiste en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera ARENERA SAN MARTÍN DE PORRAS.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (Pulg)	(mm)	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	11.9	11.9	88.1	95 - 100
N°8	2.36	30.2	42.2	57.9	80 - 100
N°16	1.18	27.3	69.5	30.5	50 - 85
N°30	0.60	15.7	85.2	14.8	25 - 60
N°50	0.30	7.6	92.8	7.2	5 - 30
N°100	0.15	4.8	97.6	2.4	0 - 10
FONDO		2.4	100.0	0.0	

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	3.99
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1500
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1777
Peso Específico (g/cm ³)	2.59
Contenido de Humedad (%)	2.59
Porcentaje de Absorción (%)	1.13

2. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. G.P.L.

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Análisis granulométrico AGREGADO FINO

Anexo N° 1-2: Análisis granulométrico del agregado grueso

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

Engineering Technology Accreditation Commission

Pág. 4 de 5

ANEXO 2

EXPEDIENTE N° : 19-1860

1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

Consiste en una Muestra de PIEDRA procedente de la cantera ARENERA SAN MARTÍN DE PORRAS.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO 5
(Pulg)	(mm)				
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	13.3	13.3	86.7	90 - 100
3/4"	19.00	43.5	56.8	43.2	20 - 55
1/2"	12.50	36.5	93.3	6.7	0 - 10
3/8"	9.50	3.9	97.2	2.8	0 - 5
N°4	4.75	2.5	99.7	0.3	-
FONDO		0.3	100.0	0.0	

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA

C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	7.52
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1425
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1644
Peso Específico (g/cm ³)	2.67
Contenido de Humedad (%)	0.25
Porcentaje de Absorción (%)	0.64

2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Ing. M. A. Tejada S.
Sr. G.P.L.

NOTAS:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : CHRISTIAN CUNIA NEYRA, JHORDAN JESUS CORNELIO VARGAS
Obra : TESIS: INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO WIRAND FF3
Asunto : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Expediente N° : 19-1860
Recibo N° : 65693
Fecha de emisión : 31/05/2019

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizó cemento ANDINO Tipo I, proporcionado por el solicitante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera ARENERA SAN MARTÍN DE PORRAS.
Las características se indican en el ANEXO 1.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una Muestra de PIEDRA procedente de la cantera ARENERA SAN MARTÍN DE PORRAS.
Las características se indican en el ANEXO 2.

1.4 Combinación de Agregados:

La granulometría del Agregado Global obtenido por la combinación del agregado fino y grueso, se muestra en el ANEXO 3.

1.5 Agua:

Se usó agua potable procedente de la red UNI.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI





Expediente N° : 19-1860

Pág. 2 de 5

2.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL (f'c = 210 Kg/cm²) CEMENTO ANDINO Tipo I

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	.....	f'c = 210 Kg/cm ²
Asentamiento	.....	2"
Relación a/c de diseño	.....	0.52
Relación a/c de obra	.....	0.50
Proporciones de diseño	.....	1 : 1.90 : 2.02
Proporciones de obra	.....	1 : 1.95 : 2.02

2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m³ DE CONCRETO

Cemento	.....	432 Kg.
Arena	.....	823 Kg.
Piedra	.....	872 Kg.
Agua	.....	225 L.

2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	432 Kg.
Arena	.....	844 Kg.
Piedra	.....	874 Kg.
Agua	.....	216 L.

2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.50 Kg.
Arena	.....	82.93 Kg.
Piedra	.....	85.94 Kg.
Agua	.....	21.26 L.

2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	CEMENTO	ARENA	PIEDRA
Agua	.....	1	: 1.93	: 2.11
		21.26	L/bolsa	

3.0 OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. G.P.L.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo N° 1-4: Ensayo de resistencia dosificación 10kg/m³



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Pag. 1 de 4

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : CHRISTIAN CUNIA NEYRA, JHORDAN JESUS CORNELIO VARGAS
 Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO WIRAND FF3 PARA EL MEJORAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO"
 Asunto : Verificación de diseño de mezcla, Ensayo de Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.
 Expediente N° : 19-2136
 Recibo N° : 65993
 Fecha de emisión : 20/06/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y la dosificación es a partir de la solicitud 19-1860. Las proporciones de los materiales por metro cúbico en obra (kg) son las siguientes:

	Dosificación proporcionada por el solicitante:
CEMENTO - ANDINO TIPO I	364 kg
AGUA - RED UNI	219 kg
ARENA - GRUESA - CANTERA ARENERA SAN MARTÍN	858 kg
PIEDRA - CHANCADA - CANTERA ARENERA SAN MARTÍN	866 kg
FIBRA - FIBROMAC 12	0.6 kg
FIBRA - WIRAND FF3	10 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015 para la Resistencia a la Compresión y la Norma de referencia NTP 339.084:2017 para la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral

3. RESULTADOS

A) Resistencia a la Compresión

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Rango	Coefficiente de Variación
F1 - 0.52	7	10.10	80.12	13543	169	175	7.5%	0.04
F1 - 0.52	7	10.01	78.62	14314	182			
F1 - 0.52	7	10.12	80.36	13891	173			
F1 - 0.52	14	10.02	78.78	18686	237	236	2.0%	0.01
F1 - 0.52	14	10.17	81.15	18930	233			
F1 - 0.52	14	10.09	79.88	19018	238			
F1 - 0.52	28	10.03	78.93	21447	272	270	1.8%	0.01
F1 - 0.52	28	10.16	80.99	21616	267			
F1 - 0.52	28	10.12	80.36	21763	271			

B) Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral

Muestra	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (kg/cm ²)
F1 - 0.52	20/05/2019	27/05/2019	10.07	21.00	7073	21.3
F1 - 0.52	20/05/2019	27/05/2019	10.27	21.00	7964	23.5
F1 - 0.52	20/05/2019	27/05/2019	10.02	21.00	8040	24.3
F1 - 0.52	20/05/2019	03/06/2019	10.09	20.93	8508	25.6
F1 - 0.52	20/05/2019	03/06/2019	10.22	21.00	9107	27.0
F1 - 0.52	20/05/2019	03/06/2019	10.14	21.00	8822	26.4
F1 - 0.52	20/05/2019	17/06/2019	10.05	21.00	9298	28.0
F1 - 0.52	20/05/2019	17/06/2019	10.13	21.00	9377	28.1
F1 - 0.52	20/05/2019	17/06/2019	10.02	21.00	11195	33.9

4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. G.P.L.



Msc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe

lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Dosificación 10kg/m³

Anexo N° 1-5: Ensayo de resistencia dosificación 20kg/m³

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

Engineering Technology Accreditation Commission

Pag. 2 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : CHRISTIAN CUNIA NEYRA, JHORDAN JESUS CORNELIO VARGAS
 Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO WIRAND FF3 PARA EL MEJORAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO"
 Asunto : Verificación de diseño de mezcla, Ensayo de Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.
 Expediente N° : 19-2136
 Recibo N° : 65993
 Fecha de emisión : 20/06/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y la dosificación es a partir de la solicitud 19-1860. Las proporciones de los materiales por metro cúbico en obra (kg) son las siguientes:

	Dosificación proporcionada por el solicitante:
CEMENTO - ANDINO TIPO I	364 kg
AGUA - RED UNI	219 kg
ARENA - GRUESA - CANTERA ARENERA SAN MARTIN	858 kg
PIEDRA - CHANCADA - CANTERA ARENERA SAN MARTIN	868 kg
FIBRA - FIBROMAC 12	0.6 kg
FIBRA - WIRAND FF3	20 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015 para la Resistencia a la Compresión y la Norma de referencia NTP 339.084:2017 para la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral

3. RESULTADOS

A) Resistencia a la Compresión

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Rango	Coefficiente de Variación
F2 - 0.52	7	10.04	79.09	15440	195	202	7.1%	0.04
F2 - 0.52	7	10.12	80.36	16839	210			
F2 - 0.52	7	10.02	78.78	16829	201			
F2 - 0.52	14	10.16	80.99	19939	246	250	2.9%	0.01
F2 - 0.52	14	10.08	79.72	19935	250			
F2 - 0.52	14	10.08	79.72	20210	254			
F2 - 0.52	28	10.06	79.41	22285	281	285	2.2%	0.01
F2 - 0.52	28	10.04	79.09	22687	287			
F2 - 0.52	28	10.12	80.36	23004	286			

B) Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral

Muestra	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Kg/cm ²)
F2 - 0.52	20/05/2019	27/05/2019	10.03	21.00	8050	24.3
F2 - 0.52	20/05/2019	27/05/2019	10.12	20.94	8636	25.9
F2 - 0.52	20/05/2019	27/05/2019	10.06	20.91	9519	28.8
F2 - 0.52	20/05/2019	03/06/2019	10.16	21.00	11119	33.2
F2 - 0.52	20/05/2019	03/06/2019	10.27	21.00	10740	31.7
F2 - 0.52	20/05/2019	03/06/2019	10.07	20.75	10359	31.6
F2 - 0.52	20/05/2019	17/06/2019	10.02	20.88	12796	38.9
F2 - 0.52	20/05/2019	17/06/2019	10.00	20.84	10369	31.7
F2 - 0.52	20/05/2019	17/06/2019	10.22	21.00	8726	25.9

4. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. G.P.L.

REVISADO

MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

Dosificación 20kg/m³

Anexo N° 1-6: Ensayo de resistencia dosificación 30kg/m³

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

Engineering Technology Accreditation Commission

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Pag. 3 de 4

INFORME

Del A Obra : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 Obra : CHRISTIAN CUNIA NEYRA, JHORDAN JESUS CORNELIO VARGAS
 Asunto : TESIS: "INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO WIRAND FF3 PARA EL MEJORAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO"
 Expediente N° : 19-2136
 Recibo N° : 65993
 Fecha de emisión : 20/06/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y la dosificación es a partir de la solicitud 19-1860. Las proporciones de los materiales por metro cúbico en obra (kg) son las siguientes:

	Dosificación proporcionada por el solicitante:
CEMENTO - ANDINO TIPO I	364 kg
AGUA - RED UNI	219 kg
ARENA - GRUESA - CANTERA ARENERA SAN MARTÍN	858 kg
PIEDRA - CHANCADA - CANTERA ARENERA SAN MARTÍN	868 kg
FIBRA - FIBROMAC 12	0.6 kg
FIBRA - WIRAND FF3	30 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015 para la Resistencia a la Compresión y la Norma de referencia NTP 339.084:2017 para la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral

3. RESULTADOS :
 A) Resistencia a la Compresión

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Rango	Coefficiente de Variación
F3 - 0.52	7	10.15	80.83	12695	157	156	4.4%	0.02
F3 - 0.52	7	10.02	78.78	12481	158			
F3 - 0.52	7	10.08	79.72	12088	152			
F3 - 0.52	14	10.00	78.54	18398	234	232	2.3%	0.01
F3 - 0.52	14	10.18	81.31	18614	229			
F3 - 0.52	14	10.00	78.54	18404	234			
F3 - 0.52	28	10.11	80.20	22551	281	285	7.0%	0.04
F3 - 0.52	28	10.15	80.83	22380	277			
F3 - 0.52	28	10.05	79.25	23513	297			

B) Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral

Muestra	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Kg/cm ²)
F3 - 0.52	20/05/2019	27/05/2019	10.04	21.00	8584	25.9
F3 - 0.52	20/05/2019	27/05/2019	10.05	21.00	8187	24.7
F3 - 0.52	20/05/2019	27/05/2019	10.23	21.00	8456	25.1
F3 - 0.52	20/05/2019	03/06/2019	10.15	20.73	10048	30.4
F3 - 0.52	20/05/2019	03/06/2019	10.16	20.95	10984	32.9
F3 - 0.52	20/05/2019	03/06/2019	10.13	20.77	11099	33.6
F3 - 0.52	20/05/2019	17/06/2019	10.06	21.00	10296	31.0
F3 - 0.52	20/05/2019	17/06/2019	10.05	20.85	8700	26.4
F3 - 0.52	20/05/2019	17/06/2019	10.08	20.84	8382	25.4

4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las Muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Dosificación 30kg/m³

Anexo N° 1-7: Ensayo de resistencia a flexión

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carriera de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET
 Accreditation Board for engineering and Technology
 Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Pag. 4 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : CHRISTIAN CUNIA NEYRA, JHORDAN JESUS CORNELIO VARGAS
Obra : TESIS: "APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO WIRAND FF3 PARA EL MEJORAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO"

Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión con carga en el centro
Expediente N° : 19-2136
Recibo N° : 65993
Fecha de emisión : 21/06/2019

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 6 vigas de concreto.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO. Certificado de Calibración CMC-053-2018
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.079:2017.
4. RESULTADOS :

MUESTRAS	EDAD DE LA MUESTRA (días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm²)
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
M11 10KG/M3 FIBRA	28	45.0	50.0	15.1	15.5	755.0	2630	48.9
M12 10KG/M3 FIBRA	28	45.0	50.1	15.5	15.1	776.1	2410	46.1
M11 20KG/M3 FIBRA	28	45.0	50.0	15.4	15.1	770.0	2120	40.9
M12 20KG/M3 FIBRA	28	45.0	48.0	15.4	16.0	739.2	2500	42.8
M11 30KG/M3 FIBRA	28	45.0	50.0	16.0	15.1	801.5	2020	37.3
M12 30KG/M3 FIBRA	28	45.0	50.0	16.0	15.8	801.0	2600	43.9

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. A. A. G.

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

Resistencia a flexión

Anexo N° 2: Validación de las máquinas de ensayo

Anexo N°2-1: Certificado de maquina uniaxial



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - 273 - 2018

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

Expediente	99772	<p>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)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rimac	
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL	
Intervalo de Indicaciones	0 kN a 3 000 kN (*)	
Resolución	0,01 kN	
Marca	PROETI	
Modelo	H0235	
Número de Serie	4H0235/2	
Procedencia	ESPAÑA	
Clase de Exactitud	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2018-06-27	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Area de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
 2018-07-02	 ALDO QUIROGA ROJAS Dirección de Metrología	 LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 273 – 2018

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de ensayo de Materiales - LEM
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,4°C	19,7°C

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00	Transductor de Fuerza LFP 02 038 Clase 0,5	63753 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-10

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
(*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 0 kN a 1 700 kN



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 273 – 2018

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Dirección de Carga : **Compresión**

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo		Indicación en el transductor de fuerza patrón						Error
(%)	(kN)	1ª Serie Ascenso	2ª Serie Ascenso	3ª Serie Ascenso	3ª Serie Descenso	4ª Serie - Accesorios Ascenso	Promedio	
10	300,00	293,95	294,70	294,14	-----	-----	294,26	5,74
13	400,00	391,91	392,92	392,17	-----	-----	392,34	7,66
20	600,00	593,48	594,08	593,62	-----	-----	593,73	6,27
27	800,00	791,47	794,43	793,35	-----	-----	793,08	6,92
33	1 000,00	992,43	994,70	993,76	-----	-----	993,63	6,37
40	1 200,00	1 192,21	1 195,54	1 194,75	-----	-----	1 194,17	5,83
47	1 400,00	1 393,80	1 397,21	1 396,64	-----	-----	1 395,88	4,12
50	1 500,00	1 494,29	1 497,99	1 497,60	-----	-----	1 496,63	3,37
53	1 600,00	1 594,77	1 598,76	1 598,55	-----	-----	1 597,36	2,64
57	1 700,00	1 695,68	1 699,77	1 700,31	-----	-----	1 698,59	1,41

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal		Errores Relativos encontrados en %					Incertidumbre del error de exactitud U (%) k=2
(%)	(kN)	Exactitud g	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Resolución Relativa a	Error con Accesorios	
10	300,00	1,95	0,26	-----	0,00	-----	0,16
13	400,00	1,95	0,26	-----	0,00	-----	0,16
20	600,00	1,06	0,10	-----	0,00	-----	0,07
27	800,00	0,87	0,37	-----	0,00	-----	0,22
33	1 000,00	0,64	0,23	-----	0,00	-----	0,14
40	1 200,00	0,49	0,28	-----	0,00	-----	0,17
47	1 400,00	0,30	0,24	-----	0,00	-----	0,16
50	1 500,00	0,23	0,25	-----	0,00	-----	0,16
53	1 600,00	0,17	0,25	-----	0,00	-----	0,17
57	1 700,00	0,08	0,27	-----	0,00	-----	0,18
Error relativo de cero f_0		0,00					

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido % Según la Norma ISO 7500 - 1				
	Exactitud g	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Resolución Relativa a	Cero f_0
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

kN = kilonewton

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 273 – 2018

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento 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.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPÍ mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las intercomparaciones realizadas por el SIM.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe

Maquina uniaxial

Anexo N° 2-2: Certificado de maquina axial electro-hidráulica



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-104-2018**

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería
Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería
Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera "
FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.
Tipo de equipo : Máquina de Compresión Axial Eléctro-hidráulica
Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)
División de escala : 0.1 kN
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Modelo : 36-0650/06
N° de serie del equipo : 9913 Código UNI : PHEC-4
Lector digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL
N° de serie lector digital : 1887-1-00089
Procedencia : USA
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,6°C / 65%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,6°C / 64%
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2018-09-28

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-10-01	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 Jorge Francisco Ramirez Jajaja INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-104-2018

Página 1 de 2

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio (kN)	Error (%)	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
9	100,0	99,5	99,3	99,9	99,6	0,4	0,1
18	200,0	199,2	199,6	199,6	199,5	0,3	0,1
27	300,0	298,9	299,1	298,9	299,0	0,3	0,1
36	400,0	399,1	398,7	399,2	399,0	0,3	0,1
45	500,0	499,1	498,9	499,8	499,3	0,1	0,1
54	600,0	599,1	598,6	598,7	598,8	0,2	0,1
63	700,0	699,2	698,7	698,6	698,9	0,2	0,1
72	800,0	798,4	798,2	798,5	798,4	0,2	0,1
81	900,0	898,8	898,6	899,0	898,8	0,1	0,1

Incertidumbre

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

Notas

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

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



Anexo N° 2-3: Certificado de maquina universal N°2

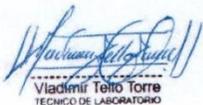


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CMC-053-2018

Peticionario	: Universidad Nacional de Ingeniería
Atención	: LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería
Lugar de calibración	: Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera " FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.
Tipo de equipo	: Máquina Universal N° 2
Capacidad del equipo	: 20,000 kgf ; 50,000 kgf; 10,000 kgf ; 5,000 kgf ; 100,000 kgf.
División de escala	: 20 kgf; 100 kgf; 10 kgf ; 10 kgf ; 100 kgf.
Marca	: TOKYOKOKI SEIZOSHO
N° de serie del equipo	: 177 T 128
Código Interno UNI	: MUNV-2
Panel digital	: Analógico.
Número serie panel digital	: N.I.
Procedencia	: JAPAN.
Método de calibración	: ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial	: 20,9°C / 67%
Temp.(°C) y H.R.(%) final	: 22,3°C / 69%
Patrón de referencia	: Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216
Número de páginas	: 3
Fecha de calibración	: 2018-05-18

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

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-05-19	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-053-2018
Página 1 de 4

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

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión Escala : 20000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso				(kgf)	(%)	U (%)
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	2000	2026	2042	2034	2034	-1,7	0,2
20	4000	4037	4044	3973	4018	-0,4	0,1
30	6000	5959	5955	6024	5979	0,3	0,1
40	8000	8015	7986	7940	7980	0,2	0,1
50	10000	9927	10033	9972	9977	0,2	0,1
60	12000	11922	11971	11998	11964	0,3	0,1
70	14000	14006	13983	13944	13978	0,2	0,1
80	16000	15893	15870	15930	15898	0,6	0,1

Dirección de carga : Compresión Escala : 50000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso				(kgf)	(%)	U (%)
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	5000	5177	5137	5096	5137	-2,7	0,2
20	10000	10129	10167	10117	10138	-1,4	0,2
30	15000	15162	15132	15121	15138	-0,9	0,1
40	20000	20213	20182	20169	20188	-0,9	0,1
50	25000	25197	25162	25141	25167	-0,7	0,1
60	30000	30251	30276	30189	30239	-0,8	0,1
70	35000	35348	35370	35265	35328	-0,9	0,1
80	40000	40349	40282	40296	40309	-0,8	0,1
90	45000	45345	45275	45239	45286	-0,6	0,1



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión Escala : 10000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso (kgf)	2° ascenso (kgf)	3° ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	1000	993	1038	1009	1013	-1,3	0,2
20	2000	2020	1998	1961	1993	0,4	0,1
30	3000	2984	3029	3005	3006	-0,2	0,1
40	4000	3981	3992	3966	3980	0,5	0,1
50	5000	4978	4951	4962	4964	0,7	0,1
60	6000	5970	5988	5926	5961	0,6	0,1
70	7000	6946	6947	6957	6950	0,7	0,1
80	8000	7987	7965	7944	7965	0,4	0,1

Dirección de carga : Compresión Escala : 5000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso (kgf)	2° ascenso (kgf)	3° ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	500	457	480	480	472	5,9	0,2
20	1000	1007	1011	945	988	1,2	0,2
30	1500	1460	1464	1503	1476	1,6	0,2
40	2000	1963	1982	1973	1973	1,4	0,2
50	2500	2494	2487	2462	2481	0,8	0,1
60	3000	2967	2974	2990	2977	0,8	0,1
70	3500	3486	3469	3454	3470	0,9	0,1
80	4000	3937	3974	3980	3964	0,9	0,1



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión Escala : 100000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso (kgf)	2° ascenso (kgf)	3° ascenso (kgf)	(kgf)	(%)	U (%)
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	10000	10459	10478	10472	10470	-4,5	0,4
20	20000	20263	20255	20163	20227	-1,1	0,2
30	30000	30201	30062	30179	30147	-0,5	0,1
40	40000	39992	39965	40022	39993	0,0	0,1
50	50000	49852	49916	49859	49876	0,2	0,1
60	60000	59955	59719	59739	59804	0,3	0,1
70	70000	69790	69776	69675	69747	0,4	0,1
80	80000	79516	79626	79507	79550	0,6	0,1
90	90000	89356	89486	89256	89366	0,7	0,1

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado



Anexo N° 2-4: Ficha técnica de procedencia Maccaferri

MACCAFERRI

FICHA TECNICA

Rev: 01, Issue—Oct 2018

FIBRA WIRAND® FF3

DESCRIPCIÓN:

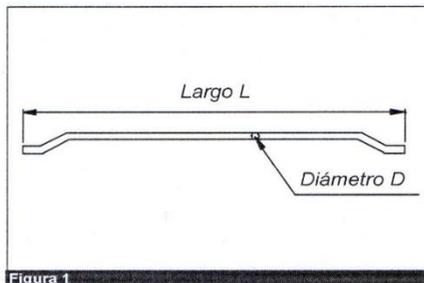
Fibra WIRAND® FF3 en alambre de acero trellado para el refuerzo del hormigón

TIPO:

Wirand® FF3

DIMENSIONES:

- Diámetro D: 0.75 mm;
- Largo L: 50 mm;
- Relación de esbeltez L/D:
- Relación entre el Largo y el Diámetro $50/0.75 = 67$
- Cantidad de elementos por kg. = 5767



CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL ALAMBRE

R_m (Tensión de ruptura por tracción del alambre): > 1200 MPa (Según ACI 544.3R-08)
 A_l (Elongación a la ruptura) < 4%

FORMA

Los ganchos de las extremidades de la fibra WIRAND® FF3 garantizan la máxima adherencia al hormigón

STANDARD DE REFERENCIA

- ASTM A820-01 "Standard specification for steel fibers for fiber-reinforced concrete"
- UNI-11037 – Fibre di acciaio da impiegare nel confezionamento di conglomerato cementizio rinforzato
- pr-EN 14889-1 – Fibres for concrete – Part 1 – Steel fibres – Definition, specifications and conformity

EMBALAJES

La fibra WIRAND® FF3 es acondicionada en grandes big bags de 600, 750, 950 Kg de peso, o en cajas de cartón de 20 Kg

El fabricante, con el fin de mejorar y optimizar las características técnicas de los productos, se reserva el derecho de modificar los estándares de los productos sin ningún preaviso. Todas las informaciones comunicadas están dadas de buena fe y en base a nuestra experiencia; de todas formas tanto el fabricante como sus distribuidores declinan cualquier responsabilidad por una utilización errónea de dicha información por parte del proyecto.

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

Maccaferri se reserva el derecho de revisar estas especificaciones en cualquier momento, de acuerdo con las características de los productos fabricados.

www.maccaferri.com.pe

Sistema de Gestión de Calidad ISO
Certificado de Conformidad con la
Norma ISO 9001:2008

9001

Procedencia Maccaferri

Anexo N°3: Certificados de participación

Anexo N° 3-1: Certificado de participación en la elaboración de ensayos en laboratorio

CERTIFICADO

Mediante el presente documento hacemos constar que el **SR. JHORDAN JESUS CORNELIO VARGAS**, se desempeñó en el LABORATORIO N°1 DE ENSAYO DE MATERIALES EN LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, en la elaboración de ensayos correspondientes al proyecto de tesis "Incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 para el mejoramiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos", habiendo cumplido con los diversos estudios y requisitos para la obtención del procesamiento de resultados.

Se expide el presente Certificado a solicitud del interesado para los fines que estime convenientes.

Lima, 24 de junio del 2019



Ing. Marco Antonio Tejada Silva
Jefe del área de ensayos

CERTIFICADO

Mediante el presente documento hacemos constar que el **SR. CHRISTIAN CUNIA NEYRA**, se desempeñó en el LABORATORIO N°1 DE ENSAYO DE MATERIALES EN LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, en la elaboración de ensayos correspondientes al proyecto de tesis "Incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 para el mejoramiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos", habiendo cumplido con los diversos estudios y requisitos para la obtención del procesamiento de resultados.

Se expide el presente Certificado a solicitud del interesado para los fines que estime convenientes.

Lima, 24 de junio del 2019



Ing. Marco Antonio Tejada Silva
Jefe del área de ensayos

Anexo N°4: Panel fotográfico de la ejecución de los ensayos

Cantera San Martín De Porras



000001

LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 0 1 3 - 2 019-MTC/14.01

SOLICITANTE	:	ARENERA SAN MARTÍN DE PORRAS S.A.	MUESTRA	:	Agregado
DOMICILIO LEGAL	:	Av. Montoverde N° 197 - Ale - Lima	IDENTIFICACIÓN	:	El que se indica
PROYECTO	:	"UEA Arenera San Martín"	CANTIDAD	:	45 kg
REFERENCIA	:	REC N° 004-2 019-FE-02	PRESENTACIÓN	:	Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2 019.01.14	FECHA ENSAYO	:	2 019.01.17 al 18.

MALLAS		DENOMINACIÓN	Cantera 01; Arena gruesa						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)					
3"	76.200	NTP 400.012 (2 013)							
2 1/2"	63.500								
2"	50.800								
1 1/2"	38.100								
1"	25.400								
3/4"	19.050								
1/2"	12.700								
3/8"	9.525				100				
1/4"	6.350			2	98				
N° 4	4.760			2	96				
N° 6	3.360			4	92				
N° 8	2.380			7	85				
N° 10	2.000			3	82				
N° 16	1.190			14	68				
N° 20	0.840			9	59				
N° 30	0.590			10	49				
N° 40	0.426			10	39				
N° 50	0.297			7	32				
N° 80	0.177			9	24				
N° 100	0.149			3	21				
N° 200	0.074		10	11					
- N° 200	-	NTP 400.018 (2 013)	11	-					
LÍMITE LIQUIDO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (2 014)		15					
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (2 014)		--					
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129 (2 014)		N.P.					
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)		NTP 339.134 (2 014)		SW-SM					
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)		NTP 339.135 (2 014)		A-1-b (0)					

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2 019.01.14.
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98)
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



USA (1/7)
oesc/gmm
O.S. N° 004



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Tel.: 481-3707

Fax: 481-0677

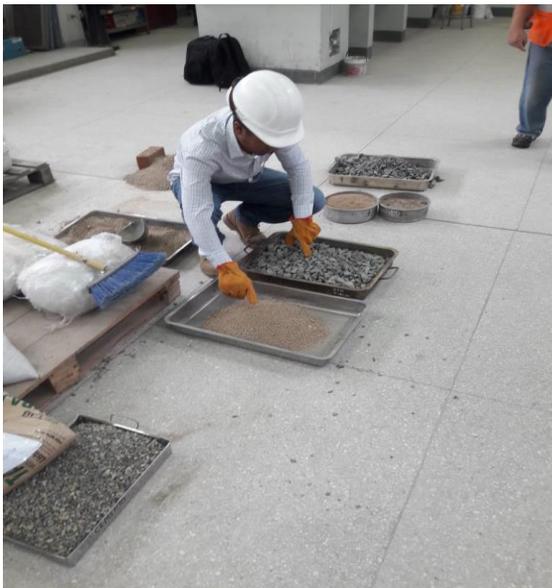
Asesoramiento por parte de la empresa MACCAFERRI



Visita a la planta de procesos ubicado en el Km 33 de la Panamericana Sur



Ejecución de ensayos



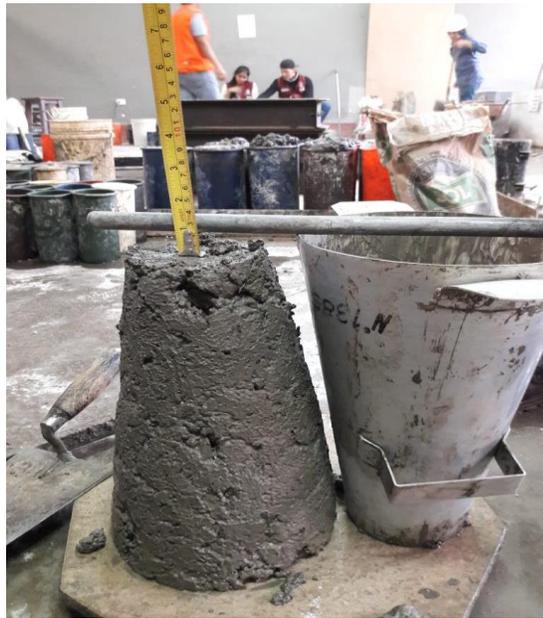
Peso de fibra de acero Wirand FF3 para el diseño de mezcla



Preparación de diseño de mezcla en el laboratorio N°1 de ensayo de materiales de la UNI



Ensayo de cono de Abrams (SLUMP)



Probetas y vigas llenadas en laboratorio



Proceso de curado de concreto



Muestra de vigas prismáticas



Muestra de probetas cilíndricas



Ensayo de probetas compresión (7 días)



Resultados de ensayos a 7 días



Ensayo de probetas a compresión (14 días)



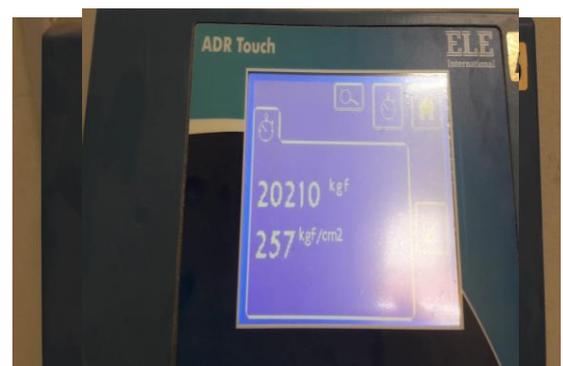
Resultados de ensayos (14 días)



Ensayos de probetas a compresión (28 días)



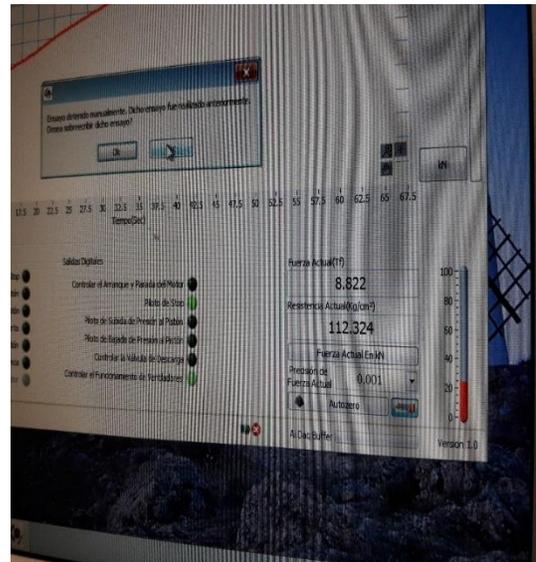
Resultados de ensayos (14 días)



Ensayos de probetas a tracción



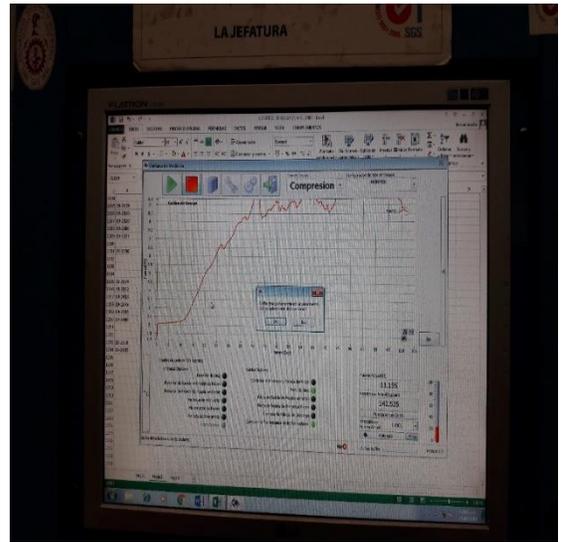
Ensayo de probetas a tracción



Probetas sometidas a compresión



Recopilación de información



Ensayo a flexión



Concreto con acción de fibra de acero Wirand FF3



Anexo N° 5: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE E INDICADORES		METODOLOGIA													
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera la incorporación de fibras de Wirand FF3 influye en el comportamiento mecánico del concreto?</p> <p>Problemas específicas</p> <p>¿Cómo influye la incorporación de fibras de acero Wirand FF3 en la trabajabilidad de mezcla resultante?</p> <p>¿Cómo influye la incorporación de la fibra de acero Wiran FF3 en su resistencia a la compresión?</p> <p>¿Cómo influye la incorporación de la fibra de acero Wiran FF3 en su resistencia a la tracción?</p> <p>¿Cómo influye la incorporación de la fibra de acero Wiran FF3 en su resistencia a la flexión?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Estudiar la influencia de la incorporación de fibras de acero Wirand FF3 en el comportamiento mecánico del concreto.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero Winrand FF3 en la trabajabilidad de la mezcla resultante.</p> <p>Determinar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero Winrand FF3 sobre su nivel de resistencia a la compresión.</p> <p>Determinar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero Winrand FF3 sobre su nivel de resistencia a la tracción.</p> <p>Determinar de qué manera influye la incorporación de fibras de acero Winrand FF3 sobre su nivel de resistencia a la flexión.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Si se incorpora fibra de acero Winrand FF3 en la mezcla, entonces se mejorarán las propiedades mecánicas del concreto.</p> <p>Hipótesis Específicos</p> <p>La incorporación de fibras de acero Winrand FF3 mejora la trabajabilidad de la mezcla resultante.</p> <p>La incorporación de fibras de acero Winrand FF3 incrementa la resistencia a la compresión del concreto.</p> <p>La incorporación de fibras de acero Winrand FF3 incrementa la resistencia a la tracción del concreto.</p> <p>La incorporación de fibras de acero Winrand FF3 incrementa la resistencia a la flexión del concreto.</p>	<p>Variable X: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO</p> <table border="1"> <tr> <td>Dimensiones</td> <td>Indicadores</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Propiedades del concreto endurecido</td> <td>Nivel de Resistencia que presenta la mezcla al momento de la transitabilidad</td> </tr> <tr> <td>Nivel de Resistencia que presenta la mezcla a la tracción por flexión</td> </tr> <tr> <td>Propiedades del concreto fresco</td> <td>Trabajabilidad</td> </tr> </table> <p>Variable Y: INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO WIRAND FF3</p> <table border="1"> <tr> <td>Dimensión</td> <td>Indicadores</td> </tr> <tr> <td>Fibra de acero Wirand FF3 con dimensiones proporcionales por m3</td> <td>Peso de fibra por m3 de mezcla de concreto</td> </tr> <tr> <td>Fibra de acero Wirand FF3 longitudinales circulares elongadas en las extremidades</td> <td>Peso de fibra por m3 de la mezcla del concreto</td> </tr> </table>		Dimensiones	Indicadores	Propiedades del concreto endurecido	Nivel de Resistencia que presenta la mezcla al momento de la transitabilidad	Nivel de Resistencia que presenta la mezcla a la tracción por flexión	Propiedades del concreto fresco	Trabajabilidad	Dimensión	Indicadores	Fibra de acero Wirand FF3 con dimensiones proporcionales por m3	Peso de fibra por m3 de mezcla de concreto	Fibra de acero Wirand FF3 longitudinales circulares elongadas en las extremidades	Peso de fibra por m3 de la mezcla del concreto	<p>INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA</p> <p>-Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Diseño de Investigación: Cuasi -experimental</p> <p>Nivel de Investigación Correlacional</p>
Dimensiones	Indicadores																	
Propiedades del concreto endurecido	Nivel de Resistencia que presenta la mezcla al momento de la transitabilidad																	
	Nivel de Resistencia que presenta la mezcla a la tracción por flexión																	
Propiedades del concreto fresco	Trabajabilidad																	
Dimensión	Indicadores																	
Fibra de acero Wirand FF3 con dimensiones proporcionales por m3	Peso de fibra por m3 de mezcla de concreto																	
Fibra de acero Wirand FF3 longitudinales circulares elongadas en las extremidades	Peso de fibra por m3 de la mezcla del concreto																	