



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Elaboración de tejas de microcemento a base de agregado reciclado - Chosica  
2019”

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Br. García Aguilar, David Reynaldo Iván (ORCID: 0000-0003-1652-2623)

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0003-0817-7057)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mi padre David García, quien ha estado a mi lado en todo momento, que comprendió mis dificultades y decidió recorrer este camino conmigo, de su tenacidad y constancia pude aprender y hacerme un camino que me permite retribuirle tanto amor y sacrificio, a mi madre Elena , ella inculcó en mí, los principios que hoy en día me han hecho una persona con valores, empatía y convicción, a Naysha, gracias por tu comprensión y apoyo estos años, dedicado también a amigos que fueron parte de este proceso, Alex tu entrega y sacrificio fueron ejemplo, Pedro estuviste ahí en todo momento, , Eduardo amigo de largas jornadas, Pablo amigo de amigos , a ustedes les dedico mi esfuerzo, sin ustedes en mi camino esto no hubiera sido posible y como olvidar a aquellos que no hablan, pero me acompañaron siempre Loba, Wanda, Lucky, Uni y Mulán, que me esperaban cada noche para alegrarme con su energía y me enseñaban que la lealtad no tiene precio. Este trabajo va dedicado a también, a quienes creen que una dificultad o una enfermedad puede ser impedimento para crecer, solo es cuestión de mirar hacia adelante, proponérselo y avanzar.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres David García y Elena Aguilar, quienes estuvieron a mi lado desde el inicio de esta etapa en la universidad, apoyándome en todo aspecto para poder continuar, demostrándome que todo es posible si uno se lo propone.

Al Mag. Ing. Carlos Villegas Martínez, quien me guio en estos últimos ciclos, con paciencia y sabiduría para avanzar día a día y poder concluir con mi tesis.

Al Técnico Fredy Villanueva, jefe del laboratorio de concreto en la Universidad Villa Real con quien pude realizar los ensayos requeridos, siendo él una gran ayuda para la interpretación de resultados.

A la Ing. Lisseth Lázaro León ya que, sin su apoyo en la realización de mis Prácticas Profesionales, se hubiera visto truncado el avance de la carrera al ser estas indispensables.

## PÁGINA DEL JURADO

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, **GARCÍA AGUILAR, David Reinaldo Ivan** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

**"Elaboración de tejas de microcemento a base de agregado reciclado – Chosica 2019"**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima 12 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor <b>GARCÍA AGUILAR, David Reinaldo Ivan</b>	
DNI: 46201997	Firma 
ORCID: 0000-0003-1652-2623	

# Índice

Pág.

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de figuras .....	viii
Índice de tablas .....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO.....	30
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	31
2.2. Operacionalización de Variables .....	32
2.3. Población, muestra y muestreo .....	34
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	37
2.5. Procedimiento .....	40
2.6. Método de Análisis de Datos.....	54
2.7. Aspectos éticos.....	54

III. RESULTADOS .....	55
IV. DISCUSIÓN.....	65
V. CONCLUSIONES .....	68
VI. RECOMENDACIONES .....	70
REFERENCIAS .....	72
ANEXOS .....	81
Anexo 1. Matriz de consistencia .....	82
Anexo 2. Fichas de recolección de datos para ensayo de durabilidad.....	83
Anexo 3. Fichas de recolección de datos para ensayo impermeabilidad.....	86
Anexo 4. Fichas de recolección de datos para ensayo de flexión en tejas.....	89
Anexo 5. Instrumento de recolección de datos para el agregado fino.....	92
Anexo 6. Propiedades del agregado fino reciclado.....	98
Anexo 7. Diseño de mezcla.....	101
Anexo 8. Resultado de los ensayos.....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema de tegula e imbrex	3
Figura 2. Teja marsellesa	15
Figura 3. Teja mixta	15
Figura 4. Teja árabe	16
Figura 5. Teja romana	16
Figura 6. Teja plana	17
Figura 7. Teja flamenca	17
Figura 8. Teja colonial	17
Figura 9. Tejas elaboradas	35
Figura 10. Recolección de escombros	40
Figura 11. Máquina trituradora	41
Figura 12: Trituración de escombros	41
Figura 13: Máquina tamizadora	41
Figura 14: Agregado reciclado fino	41
Figura 15: Cemento SOL tipo I	42
Figura 16. Fabricación de molde metálico	45
Figura 17. Pesaje de los agregados	47
Figura 18. Moldeado de la teja y vibrado	48
Figura 19. Desencofrado	48



Figura 20. Ensayo de flexión TC	50
Figura 21. Ensayo de flexión TM	50
Figura 22. Pesado y dilución del S. Magnesio	51
Figura 23. Proceso de secado en horno	52
Figura 24: Elaboración de acuario y ensayo de impermeabilidad	53

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cemento, tipos y aplicaciones	20
Tabla 2. Teja, tipo y dimensión	22
Tabla 3. Operacionalización de variables	33
Tabla 4. Ensayo flexión inicial	35
Tabla 5. Ensayo de durabilidad	35
Tabla 6. Ensayo de impermeabilidad	36
Tabla 7. Ensayo de flexión final	36
Tabla 8. Planes de muestreo	37
Tabla 9. Validación de datos	38
Tabla 10. Promedio de validación	39
Tabla 11. Nivel de confiabilidad	39
Tabla 12. Pesos diseño de mezcla 1	46
Tabla 13. Pesos diseño de mezcla 2	47
Tabla 14. Pesado de muestras	51
Tabla 15. Ensayo de flexión	56
Tabla 16. Ensayo de flexión	57
Tabla 17. Ensayo de flexión inicial a 14 días	57
Tabla 18. Ensayo de flexión	58
Tabla 19. Ensayo de flexión	58

Tabla 20. Ensayo de flexión	59
Tabla 21. Ensayo de flexión inicial a los 28 días	59
Tabla 22. Pesado de muestra inicial	60
Tabla 23. Pesado de muestras final	61
Tabla 24. Pesado de muestras final, teja ondulada	61
Tabla 25 Pesado de muestras final, teja comercial	62
Tabla 26 Ensayo de flexión final	62
Tabla 27 Ensayo de flexión final	63
Tabla 28 Ensayo de flexión final a 28 días	64
Tabla 29 Ensayo de flexión a 28 días	64

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar cómo influye el agregado reciclado en el comportamiento mecánico y físico químico de las tejas de microcemento, esta investigación es de tipo aplicada por que depende de los resultados y el nivel de investigación es descriptivo por que busca especificar propiedades y características

Durante el procedimiento, se empleó material proveniente de la trituración de escombros de construcción, se utilizó el agregado reciclado fino con cemento SOL tipo I y agua, en 2 diseños de mezclas con relación de a/c de 0.45 y 0.48 respectivamente. La norma utilizada es la norma UNE, que ha sido creada por la Asociación Española de Normalización, (Normas UNE 490 y 491) y para el ensayo de flexión se usó la Norma Técnica Peruana 339.078 y para el ensayo de durabilidad ante el ataque de sulfatos se utilizó la Norma Técnica Peruana 400.016. Las tejas fueron ensayadas a flexión inicial para evaluar su comportamiento mecánico , posterior a este ensayo se prosiguió con el ensayo de durabilidad e impermeabilidad para evaluar su comportamiento físico químico , al concluir con estos ensayo , se procedió a un último ensayo de flexión para evaluar cuanto afecto en las muestras los 2 últimos ensayos, obteniendo como resultado que las muestras del diseño de mezcla 1 a los 28 días, pasaron el ensayo de flexión inicial con cargas de : 152, 163 y 155kg y el ensayo de flexión final con cargas de: 144, 153 y 147kg y que las tejas de producción comercial echas de arcilla, si bien no cumplieron , estuvieron cerca de lo solicitado por norma , estos 2 tipos de tejas prosiguieron con los ensayos posteriores.

Concluyendo que las tejas de microcemento y agregado reciclado con el diseño de mezcla 1 pasaron por los ensayos que indica la norma, con resultados satisfactorios para las ensayadas a los 28 días, con resistencia superiores a 140kg cumpliendo con la normativa europea y demostrando con esta investigación que se puede reutilizar el agregado reciclado en la elaboración de diferentes productos como son tejas, ladrillos, adoquines y en morteros.

**Palabras claves:** Microcemento, ensayo de flexión, agregado reciclado fino, contaminación, carga.

## ABSTRACT

The objective of This research is to determine how the recycled aggregate influences the mechanical and physical chemical behavior of the microcement tiles, this research is of a type applied by the dependence of the results and the level of research is descriptive, so it seeks to specify properties and characteristics

During the procedure, material from the crushing of construction debris was used, the fine recycled aggregate was processed with SOL type I cement and water, in 2 mix designs with a / c ratio of 0.45 and 0.48 respectively. The standard used is the UNE standard, which has been created by the Spanish Association for Standardization, (UNE Standards 490 and 491) and for the flexural test the Peruvian Technical Standard 339.078 was used and for the durability test against sulfate attack Peruvian Technical Standard 400.016 was considered. The tiles were tested at initial flexion to evaluate their mechanical behavior, after this test the durability and impermeability test was continued to evaluate their chemical physical behavior, at the end of these tests, a last flexural test was carried out to assess how much affect the last 2 samples in the samples, obtaining as a result the samples of the design of the mixture 1 at 28 days, passing the initial bending test with loads of: 152, 163 and 155 kg and the final bending test with loads of : 144, 153 and 147 kg and that the commercial production tiles made of clay, although not compliant, were close to what was requested by standard, these 2 types of roof tiles continued with the subsequent tests.

Concluding that the tiles of microcement and recycled aggregate with the mix design 1 pass through the tests that indicate the standard, satisfactory results for the tests at 28 days, resistance exceeding 140 kg complying with European regulations and demonstrating with this research that the recycled aggregate can be reused in the elaboration of different products such as tiles, bricks, pavers and mortars.

**Keywords:** Microcement, bending test, fine recycled aggregate, contamination, loading.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad problemática**

Durante la edad de piedra, también llamada Periodo Neolítico, que es un periodo que comprende entre los años 6000 y 3000 AC. El hombre aprendió a fabricar sus propias herramientas e instrumentos para cazar tales como, cuchillas para cortar que eran grandes y pesadas, para aserrar, talar árboles, entre otros más les que facilitaban hacer sus tareas. En este periodo, el hombre dio un gran paso que fue poder desarrollar la agricultura, que es un conjunto de actividades cuya finalidad era obtener alimentos, tanto para uso humano como para alimentar al ganado, es aquí donde el hombre pasa de ser nómada a ser sedentario, quiere decir, el hombre paso a tener un lugar fijo donde residir.

El hombre empleo los materiales más simples y rústicos que podía hallar en la naturaleza donde se encontrara en ese momento, lo utilizaba para fabricar su vivienda: agua de ríos cercanos, tierra, madera de la zona, cortezas, la piel de las criaturas que cazaba, etc. Erigían muros de barro para usar como las paredes de sus viviendas que posteriormente las cubrían con rústicos tejados a base de paja, residuos vegetales o de los pelajes de animales que consumían; ya que este tipo de objetos naturales impedían en gran medida el ingreso del agua de los temporales y la humedad a sus viviendas.

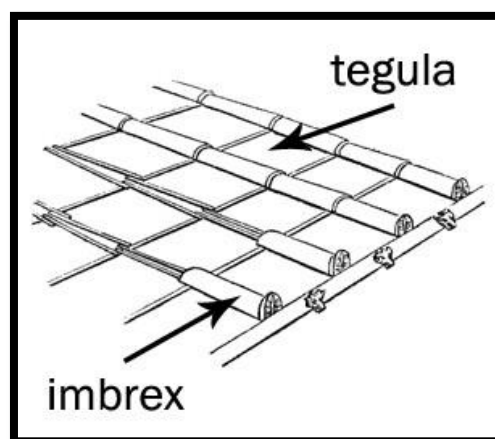
Pasaron varios siglos hasta dar un gran salto en materia de construcción, la tierra combinada con el agua y dejada a la intemperie bajo el sol daría lugar a lo que hoy se conoce como adobe (arcilla y arena). El paso siguiente fue someter al bloque de adobe a temperaturas más elevadas en hornos rústicos, lo cual le dio al bloque de adobe una mayor resistencia a comparación del bloque solo secado al sol y además le añadió más capacidad de impermeabilidad. Las personas de las aldeas al darse cuenta de estas características utilizaron la arcilla luego de someterla a cocción para diseñar y elaborar diversos tipos de piezas para construir sus viviendas como como baldosas, azulejos o las tejas de distintas dimensiones.

Mesopotamia y Egipto son consideradas las primeras civilizaciones de la historia, alrededor del año 2000 A.C., en esta época se empezó a utilizar el barro para fabricar tejas para techo en las civilizaciones que se hallaban en las cercanías de los Ríos Tigris y Éufrates, ya que los vestigios más antiguos de este tipo de material de construcción se hallaron en áreas cercanas a estos ríos. Otro grupo de tejas acanaladas fue hallado en parte del continente asiático, más precisamente en China. En gran parte del territorio griego, la

demanda del uso de la teja fue en mayor medida para usar como cubierta de edificios públicos, pero en su mayoría para cubrir templos. en aquella época se cubrían con paja, pero con el tiempo esta evoluciono de tejado de paja al uso de tejas y fue posible debido a los grandes muros de roca que podían soportar estos tejados que por su composición eran más pesados.

Aquí tenemos que resaltar que, según los estudios arqueológicos, las primeras tejas pesaban por unidad aproximadamente 30 kilogramos, cabe indicar que las primeras tejas usada por griegos eran planas y en las uniones presentaban tejas curvas, esto era para canalizar de una mejor manera el agua hacia la parte exterior de las viviendas o recintos públicos. En caso de incendios las tejas eran de gran importancia porque evitaban que se incendien los techos de las construcciones, de este modo se aseguraba la continuidad de la estructura que eran consideradas algunas según su función como arquitectura monumental, este tipo de técnica se logró expandir por todo el territorio griego hasta la zona mediterránea

Roma, heredó, hizo suya esta tradición griega y adoptaron muchas de estas guías y normas constructivas de los griegos, el material que ellos emplearon para la elaboración de las tejas era la arcilla o la terracota (arcilla modelada y endurecida al horno), y se emplearon tanto para construcciones públicas, así como para privadas, Las tejas romanas se emplazaban sobre los techos de madera, se montaban de manera cuidadosa siguiendo el esquema romano de tegula e imbrex. Ver figura 1



*Figura 1. Esquema de tegula e imbrex*

*Fuente: Craven Museum*



La tegula era una pieza rectangular cuyas medias eran alrededor de 45 x 60 cm. Sobre esta pieza rectangular se colocaba otra llamada imbrex de forma semicircular, la función de esta última era la de unir las tegulas. Los romanos fundaron muchas ciudades en todo Europa desde Inglaterra hasta el norte de África y todas estas civilizaciones adoptaron este tipo de construcciones para sus edificaciones, que eran básicamente muros de ladrillo o roca y se usaban las tejas para los techos.

Pobladores europeos quedaron admirados con el buen trabajo para la elaboración de las tejas por parte de los romanos, pero años después esta tradición se fue dejando ante la caída del imperio romano, posterior a este incidente, el uso de las tejas prevalecía más en monasterios medievales y de alguna manera se retornó al uso de tejados con paja y madera en las construcciones, pero durante el siglo XII – XIII, el uso de la arcilla cocida regresa nuevamente a las construcciones y aquí también el retorno de las tejas de arcilla cocida, su uso en su mayoría fue en zona al norte de Europa, Inglaterra.

Uno de los grandes beneficios del uso de las tejas era para evitar los incendios, que eran muy seguidos en esa época debido a la facilidad de encenderse de la paja y propagarse rápidamente, otro beneficio más atribuido a la teja era su impermeabilidad y su prolongada vida. Este gran producto se extendió por toda Europa y su fabricación se adaptó según las necesidades de cada zona que las producían, además en cada territorio se diseñaban y construían según sus diferentes influencias, influía también el clima de cada zona, frío, calor, lluvias y se usaban variedad de compuestos como tejas de cerámica, roca laja, etc. y la forma de las tejas era diferente o distinta, de acuerdo al clima.

Con el inicio del desarrollo industrial, la producción de tejas se volvió automática. Se diseñaron sistemas novedosos para esa época y se emplearon materiales nuevos, así también se elaboraron nuevas formas de sujeción. Esta evolución vino de la mano de diversos personajes como Gilardoni, de Lartigue y Dumas, también de los Sres. Royauz y Begin. A finales de los años 1800 e inicios de 1900, se fundaron innumerables fábricas de tejas en territorio europeo, llamadas tejar o tejerías. Una de las últimas contribuciones al mercado constructiva, han sido las tejas elaboradas a base de microcemento y sus ventajas son múltiples a comparación de las tejas tradicionales. El costo de fabricación es menor ya que se ahorra materia, menor tiempo constructivo y ahorro en mano de obra. El material de estas tejas resiste mejor los golpes y la temperatura (a diferencia de otras tejas que por cambios de temperatura pueden rajarse y quebrarse. Otra ventaja es que un techo de tejas de

este material a base de cemento solicita baja inversión para su conservación y son impermeables en su totalidad. Por consiguiente, contribuyen al ahorro y su elaboración con agregados reciclados contribuye al buen uso de residuos de construcción que conlleva a una mejora del alicaído medio ambiente.

En el Perú ya existían años atrás que los españoles arribaran en el siglo 16. Las culturas preincaicas como Lauricocha en parte de la sierra y selva, Chachapoyas en la selva y Chavín en parte de la costa y sierra; ya se empleaban las rústicas tejas artesanales para salvaguardar edificios de vital valor para estas culturas, pero cumplían su función de evacuar el agua de las lluvias. Cuando arriban los españoles, se establecieron las primeras fábricas, pequeñas y eran para la elaboración de tejas.

En la actualidad existen varios fabricantes de tejas, desde formales hasta informales, de diversas formas, tipos y materiales. La teja es la manera más económica para proteger las viviendas para las personas de escasos recursos, en la mayoría de los casos se encuentra en casas en provincia. Los profesionales en arquitectura usan las tejas para las casas de campo, centro recreacional, clubs etc., para embellecer sus trabajos. A pesar de sus ventajas y beneficios no hay un estudio con base y reglamentos sobre las tejas, sus propiedades y las normas que regulen su empleo en cada territorio del país.

El techo además sirve para proteger contra la radiación directa del sol cuando se tiene animales de granja en zonas rurales, en el Perú se emplea en gran medida las tejas de arcilla cocida cuyo uso es predominante en la sierra de nuestro país como revestimiento de viviendas y construcción públicas, en otros territorios del país su uso es menor. Otros tipos de tejas muy usadas en diversas partes del país son las de poli cloruro de vinilo o también llamada PVC, tejas prefabricados y de fibrocemento. En la actualidad carecemos de una normativa para la elaboración y el uso de las tejas, por ellos existe la necesidad de buscar normas en otras partes del mundo que sirvan como referencia para lograr producir un producto eficiente, resistente y duradero.

La inclusión del microcemento en la elaboración de la tejas hizo dar un gran salto en la industria constructiva de nuestro país, las ventajas son muchas: una de las más importantes fue la disminución de la arcilla como factor principal para elaborar las clásicas tejas artesanales cocinadas al horno, además de un bajo uso de combustibles para su elaboración ya que este combustible era usado en los hornos de cocción, las tejas a base de este material

son amigables con el medio ambiente, porque al evitar su cocción se evita la emanación de gases proveniente de la combustión, tiene una baja permeabilidad de agua, elevada resistencia mecánica, características sonoras y térmicas, prolongada vida útil y una alta durabilidad al clima impredecible de nuestro territorio .

En la elaboración de la teja con microcemento se empleará el uso también de agregados reciclados, provenientes de escombros, residuos de construcción y demolición, ya que el reciclaje de estos residuos ha ido cobrando mayor importancia con el pasar de los años, debido a que sus propiedades no varían, además que el yacimiento de materiales pétreos va disminuyendo con el pasar de los años. En países del continente europeo, la utilización de agregados reciclados se incorpora hasta en un 30% en la mezcla con los agregados naturales, sin que esta sufra modificaciones en sus diseños típicos, luego se realizan las modificaciones de mezclas en la dosificación de agua/cemento y no se han hallado diferencias entre durabilidad y resistencia del concreto.

Otros materiales más que se pueden añadir para la elaboración de productos para cubiertas es el caolín, que por su idoneidad sirve de materia prima para producir ladrillos y tejas, además, pruebas hechas al RCA o reciclado de agregados de concreto revelaron que su trabajabilidad con el concreto disminuye y que afecta la resistencia a la compresión del concreto, pero no a la flexión. Por todas estas ventajas es que esta tecnología se puede llevar a cualquier parte del territorio peruano, considerando que es un producto ecológico y sostenible.

Por este motivo el actual trabajo que se presenta propone una variante de producto, que es el uso de material reciclado para producir tejas de este novedoso material como es el microcemento y posterior a los ensayos, se dará a conocer los resultados, cumpliendo así la investigación teniendo como guía principal las normas UNE 490 Y 491.

## **1.2 Trabajos previos**

### **Antecedentes nacionales**

Según Saavedra (2016), en la investigación para obtener el grado académico de Maestro en Ingeniera Civil con Mención en Dirección de Empresas de la Construcción en la Universidad Cesar Vallejo con la investigación " *Gestión de residuos de construcción para la*

***conservación del medio ambiente de un edificio multifamiliar en Miraflores, 2016 ”***

Teniendo como meta principal establecer la administración de escombros y desechos proveniente de obras constructivas para ayudar con la preservación de la calidad del suelo, aire y agua del edificio Multifamiliar en uno de los distritos más importantes de Lima como lo es Miraflores durante el año 2016. Según un documento propalado por el Ministerio del Medio Ambiente, el registro de diversos desechos producto de las actividades humanas en nuestro territorio se acrecentó aproximadamente entre (0.91 Kg/habitante/día en el año 2011 a 1.09 Kg/habitante/día durante el 2012). Un pequeño porcentaje, menor al 10% de estos desechos pertenecen a desechos provenientes de obras relacionadas a la construcción, aquellos que durante el periodo 2012 remontaron a 620.0 Ton. El aumento de desechos de obras en la actualidad es un gran problema, que va creciendo y no tiene un control claro por parte de las empresas, a menos que se imponga leyes, normas y se penalice a las empresas constructoras par que lleven un control constante sobre los desperdicios desde la obra hasta el lugar donde serán transportadas. Entre las acciones que se deben hacer para reducir este inconveniente se encuentra el control de los desechos de escombros. Concluyendo que se reafirma la hipótesis general, que trata de la gestión de material residual proveniente de construcción para el mantenimiento óptimo del medio ambiente y se afirma que la gestión de material residual proveniente de construcción interviene para el óptimo mantenimiento del medio ambiente del edificio Multifamiliar en uno de los distritos más importantes de Lima como lo es Miraflores durante el periodo 2016. Esta reducción se consigue durante el planteamiento de programas para tratar los residuos de obras y apoyar así a reducir el daño ambiental que sucede mientras de inicia hasta que se concluye una obra.

Según la investigación de Apaza. H.(2018) en la investigación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Federico Villarreal la investigación titulada “ ***Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (cbca) con cemento portland, ante agentes agresivos***”, teniendo como objetivo principal de esta investigación evaluar y determinar la durabilidad y la resistencia mecánica del concreto elaborado a base de la CBCA con cemento Portland, post-interacción con agentes agresivos. Una vez terminado el diseño de mezcla, se analizó las dosificaciones para la mezcla patrón (mezcla sin ceniza) así como las mezclas con porcentajes asumidos de 5%, 10% y 15% de ceniza como sustitutos del agregado fino respecto al volumen absoluto de la tanda para elaborar el concreto, este concreto fue elaborado con cemento Portland Tipo

I, para ser sometidos al ataque acelerado del sulfato de magnesio durante 5 ciclos de inmersión y secado de los cubos de concreto, se determinó la durabilidad del concreto patrón así como del concreto con ceniza de bagazo, también hubo incrementó de la resistencia a compresión del concreto con CBCA, concluyendo que el concreto elaborado al 5%, 10% y 15% con CBCA no sufrió alteraciones para ningún caso, respecto al concreto patrón. Es decir que los cuatro tipos de mezclas soportaron el ensayo de durabilidad al ataque acelerado del agente agresivo que para esta investigación fue el Sulfato de Magnesio, mostrando mediante el examen cualitativo la inalterabilidad de las muestras sin pérdida de peso.

Según Quispe, M. (2016), en la investigación para optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad Andina del Cuzco con la investigación titulada “*Determinación de las propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de cunyac y cemento portland tipo ip*”, teniendo como objetivo principal dilucidar que los productos fabricados con desperdicios provenientes de ladrilleras rusticas, arena cuyo origen es la cantera de Cunyac y cemento Portland tipo IP presentaran características físico mecánicas que concedan su uso como parte de material para la construcción de manera opcional en la provincia del Cusco. Estas unidades se elaboraron con escoria compacta hecha polvo, este en sustitución de los agregados fino, grueso, agua y cemento. Estos compuestos se estudiaron para una correcta proporción y combinación que sería llevada a una mesa vibradora o por maquinas tipo boqueras y se curan de distintas formas. Concluyendo que Se logró exponer la Hipótesis que indica: albañilería fabricadas con desechos compactos de ladrilleras artesanales, arena cuyo origen es la cantera de Cunyac y cemento Portland tipo IP presentan características físico-mecánicas que permiten su empleo como un material de construcción opcional en la provincia del Cusco, se informa con resultados, la cual indica las propiedades físico-mecánica de las unidades de albañilería con escoria sólida. Cabe recalcar que sus características , su clasificación, y el empleo de estas unidades de albañilería con escoria sólida, donde se puede denotar que estas unidades se hallan dentro de la clasificación tipo 3, que se refiere a bloques de media durabilidad y mediana resistencia y que pueden ser utilizadas para construcciones de diverso tipo, además otro factor importante destacable dentro de esta investigación es que las unidades elaboradas con suelo cemento generan menor impacto ambiental al no ser cocidas al horno como sí lo son las unidades de arcillas y se evita la emanación gases perjudiciales para el hombre y el medio ambiente.

Según la investigación de Vargas. K. (2018) en la investigación para optar título profesional de ingeniero civil en la Universidad Cesar Vallejo con la investigación titulada **“Concreto reciclado en el aporte estructural para la fabricación de ladrillos King Kong tipo 14, Tarapoto 2018”** Teniendo como objetivo principal dilucidar el aporte estructural que tiene el concreto reciclado en la fabricación de ladrillos King Kong tipo 14 de  $f_b=142.8\text{kg/cm}^2$ , para el uso en estructuras que hayan sido compuestas por concreto armado. Se estimó un volumen de 120 mil  $\text{m}^3$  al año de material para reciclar, del cual se empleó un volumen de 0.0285  $\text{m}^3$  requerido para la elaboración de 15 ladrillos King Kong tipo 14 (0.24m x 0.13m x 0.09 m) esta es la cantidad de ladrillos necesarios para realizar los ensayos que determinarían las propiedades mecánicas y físicas. Concluyendo que el diseño de mezcla elaborado a partir de agregados provenientes de concreto reciclado obtuvo proporciones de 78% de agregado de concreto reciclado, 15% de agua y 7% de cemento y tras la elaboración del presupuesto de fabricación de un ladrillo King Kong tipo 14 utilizando agregados provenientes de concreto reciclado se obtuvo un valor de 0.54 soles por unidad, utilizando agregado de tamaño máximo 1/4”.

#### **Antecedentes internacionales**

Según la investigación de Hidalgo. P. (2018) en la investigación para obtener título de Ingeniero Ambiental en Prevención y Remediación de la Universidad de las Américas Ecuador titulada **“Elaboración de tejas utilizando como materia prima caucho reciclado (Ecuador)”** teniendo como objetivo principal elaborar tejas empleando como materia principal el polvo del caucho resultante de llantas de vehículos en desuso El incremento de uso de uso de vehículos a traído como problema una gran cantidad de producción de llantas , ruedas , que son parte fundamental de los vehículos , estos a su vez han creado un problema mundial , no solo ecológico sino humano y en un muchos países la quema de llantas para su eliminación está prohibida debido a los gases contaminantes provenientes de la quema de residuos de caucho, pero se han dispuesto gestores autorizados para su acopio, con el pasar, este estudio busca emplear el caucho en diversos procesos productivos para darle un segundo al residuo al incorporarlo en forma de polvo de residuo de caucho en la mezcla para fabricar tejas de hormigón , en esta mezcla , los principales componentes son: cemento , arena, agua y polvo de caucho , todos estos materiales se ensayaron en laboratorio empleando como base la NTE INEN 2420. Concluyendo que la adición de polvo de caucho en la mezcla para la elaboración , influyo de manera positiva y tuvo un buen comportamiento de adhesión con el

cemento y demás componentes y que la proporción que dio mejores resultados fue 1:2:4 , esta proporción , no solo dio un buen comportamiento con respecto a los 3 ensayos , sino que también creo un producto de bajo peso , siendo este factor determinante para su transporte y colocación , la diferencia de pesos entre la teja patrón y la muestra echa de polvo fue de 1046 gr a 1170 gr y el uso de agua fue mayor en la muestra echa de polvo , entre 150 y 250 ml respectivamente

Según la investigación de Méndez. Y. (2019) en la Investigación para optar al título de Diseñadora de interiores de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil – Ecuador, titulada “*Elaboración de moldes de tejas para techos con caucho reciclado para viviendas de interés social* ” teniendo como objetivo principal elaborar tejas para techos a base de caucho reciclado para viviendas de interés social, El reciclaje es en cortas palabras , la elaboración de nuevos productos a base de materiales ya utilizados , de segundo uso , material desechado , siendo el material base para la investigación , la reutilización del caucho proveniente de las llantas. Este proyecto intenta dilucidar la transformación del material para la producción de tejas para coberturas de viviendas cuyo componente primordial será el caucho desechado para casas de costos económicos, por este motivo será puestas a pruebas mediante ensayos a la resistencia a la lluvia, el calor y golpes que puedan recibir durante su vida útil. Concluyendo que las tejas tuvieron como resultados a compresión una deformación antes de la rotura de 4.6%, 2.9% y 3.9% , todas con carga de 400 a 800N y la velocidad de compresión fue de 6Kn/min empleando una maquina universal de ensayos y las tejas durante el ensayo a flexión tuvieron una deformación antes de la rotura de 0.10%, 0.06% y 0.07 % , otra de las intenciones de este proyecto , aparte del ecológico , es intentar convencer a las autoridades para que cuando construyan viviendas , en los techos utilicen o empleen materiales reciclados.

Según la investigación de Olivera. A. (2017) en la investigación para obtener el grado de Maestro en Ciencias del Instituto Politécnico Nacional de Oaxaca con la investigación titulada. “*Caracterización mecánica y termo física de tejas hechas con cemento portland compuesto y fibras de bagazo de agave angustifolia haw*” teniendo como objetivo principal elaborar un producto biocompuesto reforzado con fibras de la planta de agave para cubiertas de viviendas en forma de tejas , con la capacidad de otorgar confort térmico en viviendas de costo económico . El bagazo de la planta de agave es un producto de residuo que se consigue luego de producir el licor mezcal y el almacenamiento como residuo y su falta de control,

derivan en problemas ecológicos que producen enfermedades en los pueblos donde se produce, este trabajo propone a las fibras del bagazo de agave como material para la creación de nuevos productos de uso humano y dio con los resultados de resistencia a compresión de 6.119 y 2.34 Mpa los 28 días utilizando la norma ASTM C 270 , además que los materiales con mayores concentraciones de fibras obtuvieron bajas densidades de 1366.73 u 1297.71 kg/m<sup>3</sup> a los 28 días . los resultados indican que cuando se aumenta la cantidad de fibras de bagazo , esta disminuye la resistencia a la flexión y compresión , densidad y carga máxima.

Según la investigación de Barrios. L. (2017) en la investigación para obtener título de Ingeniero Civil de la Universidad San Carlos de Guatemala con la investigación titulada **“Estudio de factibilidad del diseño robusto para la fabricación de tejas de tetrabrik, en el centro de investigaciones de la facultad de ingeniería, usac.”** teniendo como objetivo principal evaluar, por medio de un estudio de factibilidad, el diseño robusto de fabricación de tejas empleando envases de tetrabrik. El envase de tetrabrik es un material que sirve para envasar y preservar productos alimenticios como jugos, leche, salsas, entre otros, logra mantener el producto en óptimas condiciones, el problema con este tipo de envase es que no es reutilizable, porque está compuesto de papel, aluminio y polietileno de baja densidad, lo que conlleva a que el tetrabrik no se puede no se puede reciclar. Los resultados obtenidos en el ensayo de flexión para una probeta echa de tetrabrik con dimensiones de: 30 x 23 x 1.2, fue de 46.26kg, durante el ensayo de compresión soporto una carga de 338kg , durante el ensayo de tensión soporto una carga de 35kg y durante el ensayo de permeabilidad , durante las 72 horas , dio como resultado 0% de absorción , debido al poli-aluminio de brinda la propiedad de impermeabilidad

## **Artículos**

Según el artículo de Kumar, A. ***A review on preperation of roof tiles using industrial waste and fibres.*** (2018). Volumen 9. PP. 757-767. Para el año 2060 , la energía mundial solicitada por el sector construcción crecerá en un 30%, debido a que la construcción de viviendas y emplazamientos públicos son de necesidad humana , como consecuencia de este crecimiento el dióxido de carbono CO<sub>2</sub> aumentara de manera alarmante lo que con esto el calentamiento global pondrá en serio riesgo la habitabilidad del planeta tierra , por consiguiente esta investigación tiene como objetivo , presentar nuevas materiales o adiciones para la elaboración de productos relacionados a la construcción como son : fibra de bambú , fibra



de coco , fibra de caña de azúcar y ceniza volante. Cuando se añade entre el 30 y 50 % de ceniza volante, se crea un concreto de buena resistencia e incluso con solo un 20 % este concreto es muy durable y resistente a la compresión, pero añadiendo más del 50% su resistencia a la compresión y trabajabilidad disminuye de manera considerable. Todos estos nuevos materiales añadidos al cemento, serán sometidas a ensayos para ver que cumplan con los requerimientos necesarios que exigen las normas y ser seguras para su uso en morteros y mezclas cementicias que favorecerán a la reducción de la contaminación. Por este motivo, los gobiernos de cada país tienen que tomar acciones necesarias para reutilizar los desechos y residuos producidos por diversas industrias, desde construcción hasta industriales para minimizar el uso del cemento y así reducir de a pocos el consumo excesivo que de energía generada para la producción de estas materias y con ello reducir el calentamiento global.

Según el artículo de Kho. P. Properties of recycled concrete aggregate and their influence in new concrete production (2018). Volumen 133. PP 30-49. El concreto agregado reciclado se define como el concreto fabricado con materiales de desecho para reducir el impacto ambiental negativo que resulta del proceso de fabricación del cemento, logrando un producto más sostenible, siendo la principal preocupación del uso de RCA gruesos y finos en una mezcla de concreto es que tienen presencia de mortero viejo que se adhirió a las superficies de las partículas de RCA. Además, tiene como objetivo usar el RCA como reemplazo del agregado natural en nuevas mezclas de concreto, aunque el agregado reciclado del concreto ayuda a la conservación del medio ambiente también disminuye la necesidad de abrir nuevas canteras y reduce la cantidad de desperdicio provenientes de construcciones que ingresan a los vertederos autorizados e improvisados alrededor del mundo. Las propiedades del RCA son la gravedad específica, la cantidad de contaminante y las absorciones que contienen, estas propiedades contribuyen a la resistencia del concreto. Concluyendo que diversos investigadores han revelado que el uso de agregado de concreto reciclado disminuye las propiedades del concreto, pero otro grupo de ellos han producido con mucho éxito concreto con RCA con una calidad y resistencia muy cercana a la del concreto normal, además este informa también otorga técnicas para obtener un mejor concreto proveniente del agregado reciclado y se reportó los ahorros en costos de producción y recomendaciones.

Según el artículo de Chalk. D. *Calidad: La llave para un pequeño negocio de tejas en América Central* (2015). [en línea]. Luego del terremoto que azotó América Central en el

año 2001, Delma , descubrió la tecnología del microconcreto durante su recorrido en Nicaragua , donde un grupo diverso entre hombres y mujeres de El Salvador buscaban nuevas ideas para implementar negocios y así luchar contra la pobreza luego del terremoto que segó la vida casi medio millón de pobladores y dejó sin viviendas a cientos de miles más , Delma se dio cuenta que el microconcreto podía usarse para implementar un negocio y así poder sacar de la pobreza a su familia , entonces decidió tomar entrenamiento , capacitarse y con equipo nuevo empezó su negocio , que tiene como base , calidad , presentación y bajo costo. Otilio , el esposo de Delma cuenta que sus clientes llegan solos , porque su producto se recomienda solo , se pueden colocar sobre viviendas , edificios o donde se necesite la protección y evacuación de agua, relata además el proceso y los beneficios conseguidos con el microconcreto para la elaboración de tejas , en realidad es una máquina que extiende el mortero homogéneamente sobre moldes antes de ponerlos a secar y endurecer , todo este proceso lo realiza en su casa , dice también que con este material se evita el uso de horno , muy común para la elaboración de otros productos a base de arcilla y sobre todos los beneficios , el económico es el más relevante , es así que Otilio y Delma llevan ya con su empresa de tejas de microconcreto casi 15 años en el mercado y obteniendo como resultado el auge de pequeñas empresas como lo relata la Ministra de Economía de Costa Rica Mayi Atilon , el 99% de negocios en su país son pequeñas empresas y que solo en América latina existen cerca de 600 productores de tejas , esto ayuda a la población a emerger de la crisis luego del terremoto del año 2001.

Junak.J. *Concrete containing recycled concrete aggregate with modified surfaces.* (2017). Volumen 180. PP 1284-1291. [en línea]. Eslovaquia: Edición electrónica,2017. Este artículo se enfoca en el reciclaje de residuos de construcción, luego que estos escombros pases el proceso de trituración y clasificación, este agregado resultante, denominado RCA o agregado reciclado del concreto, se puede emplear en para la producción de nuevos concretos, además que ayuda a no explotar nuevas fuentes de agregados naturales y por lo tanto contribuye a la preservación del medio ambiente.

El agregado reciclado también tiene propiedades negativas comparadas con el agregado natural , que son la rugosidad de su superficie y al alta capacidad de absorción de agua , , dichas características originan complicaciones durante la producción de concreto , tiene un gran impacto negativo en las cantidades de agua y cemento y también en sus propiedades finales , en el laboratorio se utilizaron técnicas con el RCA para mejorar la calidad de la

superficie y su rendimiento , para mejorar la calidad del RCA ,se le cubrió mediante suspensión con geopolimero y luego se dejó secar en condiciones ambientales para finalmente aplicar en la mezcla de concreto , otro método de aplicación del geopolimero es durante la mezcla del concreto utilizándola llamada mezcal triple , en conclusión , luego de probar las diversas formas de mezclas , las muestras sin ningún recubrimiento y la muestra recubierta presentaron ligeras diferencias y que la mejor forma de mezclar el RCA y el geopolimero es durante la mezcla del concreto , debido a que es una forma práctica , simple y rápida

### **Teorías relacionadas al tema**

Investigación anteriores señalan que las antiguas civilizaciones los pobladores cubrían los techos de sus viviendas con materiales como paja , hojas grandes y ramas de cualquier árbol , solo que cumplan con llegar de extremo a extremo para poder usar como base para su posterior cobertura, las diseñaban con pendientes para poder canalizar , desviar el agua y que esta no termine por hacer colapsar sus viviendas , cuando vieron que no eran tan efectivas como creían , empezaron a utilizar el barro para elaborar tejas , estas vinieron a ser las sustitutas de la paja y hojas y de manera increíble cambiaron la forma de proteger sus casas en aquellas épocas . (Mextile, 2015)

### **Tipos de tejas**

El diseño de las tejas es diverso, mucho influyó la cultura donde se elaboraban, la época que se cursaba y según la región donde se empleaban. Existe un abanico de variedades, desde curvas, planas, mixtas, acanaladas, etc. Tenían variedad de estilos:

**Teja marsellesa:** también denominada teja francesa y teja mecánica o de encaje, inventada en el siglo 19. Es una teja plana con borde inferior redondeado con una comisura en uno de sus lados más grandes y solapa en el otro de forma que se puede instalar en serio por encaje ayudando a reducir el peso total de la cubierta. (autopromoteres,2019) Ver figura 2



*Figura 2. Teja marsellesa*

*Fuente: Autopromotores.com*

**Teja mixta:** su forma es curva en un aparte que da la apariencia de cobija y una forma plana que sirve para evacuar el agua de las lluvias. Esta tipa de cubierta tiene un resalte al lado que permite el encajen entre unidades. (autopromoterres,2019) Ver figura 3



*Figura 3. Teja mixta*

*Fuente: Autopromotores.com*

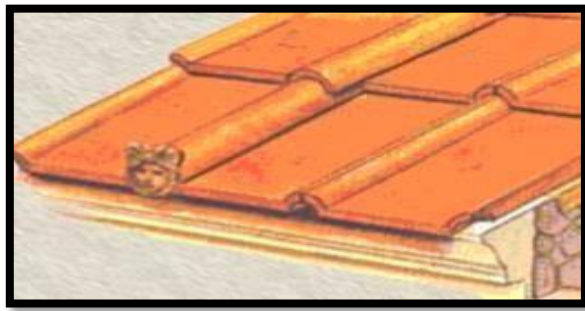
**Teja árabe:** esta teja tiene una figura con canal tronconico y cuyas medidas se encuentran entre 30 y 50 cm. Se colocan primero las tejas canal que son las tejas que conforman los conductos por donde discurre el agua proveniente de las lluvias y se cubren con el otro tipo de teja y se asientan mostrando su cara convexa y abraza a las dos laterales que forman el canal. (Vissa,2019) Ver figura 4



*Figura 4. Teja árabe*

*Fuente: Vilssa.com*

**Teja romana:** Se divide en 2 partes, las primera son las planas que son levantadas en sus extremos y son cubiertas por una pieza curva que cubre la unión que hay entre las planas y evitan el ingreso del agua. (Mariadelarco,2019) Ver figura 5



*Figura 5. Teja romana*

*Fuente: Mariadelarco.blogspot*

**Teja plana:** Geometricamente rectangular con el extremo inferior redondeado, su instalación es ponerlas asolapadas unas con otras para ayudar a evacuar el agua. (Tejas Vereas, 2019) Ver figura 6



*Figura 6. Teja plana*

*Fuente: Tejas Verea*

**Teja flamenca:** Es similar a la teja plana pero su forma es más similar la letra S.  
(Pinterest,2019) Ver figura 7



*Figura 7. Teja flamenca*

*Fuente: Pinterest*

**Teja Colonial:** Son planchas similares a la caminas, pero de forma más pequeña, la sección plana es más holgada. (Coalibu,2019) Ver figura 8



*Figura 8. Teja colonial*

*Fuente: Coallbiz*

## **Material de fabricación de las tejas**

Teja cerámica: Pueden ser curvas, mixtas o plana, con diferentes tipos de encastrés, fabricadas con secado y cocción de una pasta de arcilla, resistentes al fuego y de poco mantenimiento, aunque su punto débil es su baja resistencia al impacto (Archdaily,2018)

Teja de hormigón: Mayor resistencia mecánica, menos absorción de agua a comparación de la teja cerámica pero mayor peso, son recomendables para climas fríos por que resisten mejor las heladas y vientos. (Archdaily,2018)

Teja de vidrio: Reciclables y duraderas, mayormente se encuentran sobre una superficie de nylon, que absorbe el calor y los transmite al aire que circula debajo de las tejas, permitiendo reducción los costos en implementos para mantener el calor dentro de las viviendas. (Archdaily,2018)

Teja de PVC: Son resistentes a la corrosión y los agentes químicos y son de poco peso, no absorben agua y de fácil mantenimiento. Vienen en dimensiones mayores lo que las hace de fácil instalación (Archdaily,2018)

Teja PET: Fabricadas con botellas PET recicladas, bastante ligera y económicas, son resistentes a la biodegradación, Vienes en diferentes tamaños y diseños. (Archdaily,2018)

Teja esmaltada: El esmalte sobre las tejas cerámicas permites obtener diferentes colores y terminaciones, dándole la posibilidad de reflejo y absorción de radiación solar por color, Debido a terminación, son bastante costosas, pero son más resistentes al agua y al desgaste. (Archdaily,2018)

Teja metálica: Ligeras y de fácil instalación, por lo general no aportan buena aislación térmica, lo que hace que la temperatura incremente en el interior de las viviendas, son más sensibles a la oxidación y corrosión, dependiendo del tipo de metal y su recubrimiento. (Archdaily,2018)

Teja asfáltica: Por lo general su composición es de laminado asfáltico y material de refuerzo, como por ejemplo granos cerámicos. Existen variados diseños y espesores, son más económica pero su vida útil es menor con respecto a las demás tejas. (Archdaily,2018)

Teja fotovoltaica: Permite la producción de energía eléctrica, pero su elevado costo e instalación la hacen aun poco rentable, la eficacia del sistema se ve comprometida por la orientación solar. (Archdaily,2018)

Teja de madera: Si son bien instaladas, proporcionan protección duradera en el tiempo y una estética bastante rustica, aunque sus puntos débiles son los agentes biológicos y el clima. (Archdaily,2018)

Teja de pizarra: Son placas planas de roca con diversas formas y medidas, tienen que anclarse bien ya que deben estar bien inclinadas para favorecer al retiro del agua. (Archdaily,2018)

Teja de cobre: Las tejas compuestas de cobre adquieren diversas tonalidades con el pasar del tiempo o a causa de diversos agentes que le otorgan una pátina o coloración propia de este material. (Archdaily,2018)

Teja foto catalítica: Este tipo de teja absorbe el smog del medio ambiente ocasionado por la polución de fábricas, vehículos y diversas actividades del hombre, ayuda a mejorar la calidad del aire neutralizando los agentes que se encuentran en el aire, está recubierta de una foto catalizador que oxida los contaminantes perjudiciales en el aire. (Archdaily,2018)

## **El microcemento**

Es el cemento de uso habitual, pero adicionado con otros elementos diferentes, estos pueden ser resinas de calidad superior, fibras sintéticas, aditivos, agregados finos y pigmentado con colorantes de una extensa gama. El mortero una vez vibrado se aplica y esta adquiere características de gran adhesión y de gran cohesión, esta nunca se desprenderá y no aparecerán fisuras. Ya empleado, crea un recubrimiento de poco espesor, gran resistencia mecánica sobre cualquier tipo de soporte: desde hormigón, morteros, mayólicas, plástico, mármol, metal, placas de yeso laminado (drywall), etc. (Chavez,2014, pp58).

## **Cemento y sus tipos**

El cemento es un conglomerante compuesto por arcilla y caliza calcinadas, pasadas por la molienda que cuando entran en contacto con el agua reaccionan y se endurecen, esta mezcla es denominada como Clinker y cuando se le añade yeso se transforma en cemento, el yeso otorga a la mezcla de arcilla y caliza la propiedad de fragua y endurecimiento. Ver tabla 1.



Tabla 1. Cemento, tipos y aplicaciones

Tipos y Aplicaciones	
Tipo I	De uso general
Tipo II	Moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación
Tipo III	Alta resistencia inicial
Tipo IV	Bajo calor de hidratación
Tipo V	Alta resistencia a los sulfatos

Fuente: Elaboración Propia

### **Propiedades de las tejas de microcemento**

Son más duraderas y económicas a diferencia de su similar la teja de arcilla.

Debido a la forma en la que se instalan, crean ductos que permiten una eficiente circulación de aire, con esto se consigue disminuir la transferencia de calor a las áreas interiores.

Son inoxidables, incombustibles y de buena apariencia.

Debido a su bajo consumo de energía, son más amigables con el medio ambiente con respecto a que las tejas de arcilla, cemento y las metálicas.

Es necesario la implementación de una mesa vibradora manual o eléctrica y de matrices para su elaboración.

Las tejas pueden tener diferentes tamaños, diseños y espesores.

Tienen buena resistencia al almacenaje y transporte.

En zonas frías mantiene el calor en el ambiente y en zonas cálidas conserva fresca el ambiente. (Materiales para construcción, 2017)

### **Comportamiento mecánico**

Es la conducta que presentan las propiedades de los materiales al ser sometidas a fuerzas mecánicas externas que tienden a alterar su capacidad de equilibrio; estas propiedades

contienen varios módulos complementarios: conductividad, densidad, resistencia, elasticidad, ductilidad, dureza y diferentes medidas de resistencia. Es de destacar, que el comportamiento mecánico de los materiales y su inmediata evolución, se encuentra dentro de la estructura de las propiedades del material.

### **Comportamiento físico químico**

Es la conducta que presentan las propiedades de los materiales al ser sometidas ante la acción de diferentes agentes externos, como el calentamiento, la absorción, la conductividad térmica, el punto de congelación y ebullición, resistencia a la corrosión y la oxidación.

### **Materiales para la producción de tejas de microcemento**

**Cemento:** El cemento Portland tipo 1 será utilizado, con una correcta dosificación, que nos permita la elaboración de un mortero de fácil trabajo para poder moldear cada teja, usaremos la cantidad necesaria según el espesor de la teja.

**Arena:** ya que usaremos arena reciclada, en lugar de arena extraída de cantera, sabemos que la arena es un material no renovable proveniente de canteras, en su lugar usaremos arena reciclada proveniente de escombros de construcción en la proporción adecuada que permita la trabajabilidad y un producto de calidad.

**Agua:** Usaremos agua de preferencia potable, en la dosis correcta. (Materiales para construcción,2017)

### **Pasos para la fabricación**

**Moldes para encofrado:** Aquí es donde se le otorga la forma a la teja mediante estos moldes, pueden ser moldes de inyección, moldes de madera, estos moldes otorgaran la calidad, uniformidad y precisión, para que cuando se instalen, tenga un correcto montaje y apariencia, una recomendación son los moldes de plástico resistente hechos industrialmente, colocarlos en una cámara hermética para el curado, el tiempo estimado de uso de cada molde es de 24 horas como mínimo (Materiales para construcción,2017)

**Mesa para el vibrado:** Mesa Vibradora es un equipo que posee gran adaptación, se usa para diversas operaciones como a cualquier producto y diferentes industrias: construcción,

agricultura, química, etc. Además, se puede realizar la vibración mecánica que consiste en otorgar ligeros golpes al molde con un martillo de goma para ayudar a que la mezcla se asiente por completo evitando así vacíos que puedan comprometer su resistencia.

Una correcta dosificación de los componentes nos dará una buena trabajabilidad con el mortero, se optará por 2 diseños de mezcla, aprobados por laboratorio, una relación agua/cemento de 0,45 y 0,48 con estas dosificaciones se busca un diseño que nos garantizara un mortero optimo y que la resistencia final sea la que nos indica la norma, en el molde la teja seca en 1 día, se cura durante 7 días y su secado final serán de 14 y 28 días.

Ya con la correcta dosificación, colocamos una lámina de plástico sobre la mesa vibradora, luego una cajuela con las medidas de las tejas que vamos a diseñar y llevamos el mortero a la mesa vibradora, por último, durante la vibración emparejamos la teja sobre la cajuela de fijación durante 30 segundos aproximadamente. (Materiales para construccion,2017)

Colocamos la lámina con el mortero en el molde y luego dejamos durante 24 horas. Las medidas y el tipo de las tejas que se fabricarán serán las mismas a las tejas ya comercializadas en nuestro país, con un espesor de 10mm, cuyo tipo y medidas son: Ver tabla 2.

*Tabla 2. Teja, tipo y dimensión*

Tipo	Dimensiones (cm)
Ondulada	0.16 x 0.36 x 0.05

*Fuente: Elaboración Propia*

### **Precios de los tipos de tejas en el mercado**

Precio de la teja de arcilla: marca PIRÁMIDE

teja curva (0.16x0.35x0.05) / 30 un x m<sup>2</sup> / Peso de 1.6kg / precio s/ 1.9 c/u

Teja de fibrocemento y arcilla: Marca ETERNIT

medidas (1.14x0.72) / peso 8kg / precio s/ 29.70 c/u

Teja de fibrocemento:            Marca ETERNIT

Medidas (0.35x0.72) / precio s/ 11.9 c/u

Teja de polipropileno:            Marca FIBRAFORTE

Medidas (0.60x0.76) / espesor 1.10cm / precio s/30.40 c/u

### **Aspectos contrastantes entre la teja de microcemento y de arcilla**

Los dos tipos de tejas son sorprendentemente fuertes y resistentes, pero las tejas de microcemento presentan características diferentes y en algunas con mayor beneficio con respecto a tejas de otros materiales, cabe indicar que aún no se sabe cuánto dura exactamente las tejas tradicionales de arcilla cocida porque estas pueden perdurar por siglos y siglos como lo muestra la historia y ser resistentes los agentes climáticos.

En el proceso constructivo de las tejas de arcilla se deben poner en el horno para su secado , inicialmente las tejas se colocaban en hornos rústicos para su secado y este proceso duraba cerca de 6 días en los que se subía y bajaba la temperatura que alcanzaba casi los 1000°C , posterior al secado se dejaban enfriar por 6 días más para su transporte y venta, en cambio las tejas de microcemento se dejan secar durante 24 horas en un ambiente seguro , sin horno y están fabricadas con cemento portland tipo 1, agregado fino reciclado y agua, podemos agregar colorantes o las dejamos con su color natural gris proveniente de los agregados, además es ecológico y una vez desechadas se puede volver a reutilizar.

Es una mejor opción la teja de concreto porque tiene mayor vida útil al ser más resistente, su mantenimiento es bajo y pueden soportar mejor el clima agresivo. El temporal es el mayor enemigo de las tejas, durante época de frío, las tejas suelen congelarse y descongelarse, lo que genera fisuras dentro de la teja y su posterior quiebre, en cambio las tejas de concreto no son susceptibles a estos cambios, el clima la afecta menos y pueden usarse en cualquier tipo de clima. (Nuevo diario web,2016)

## **Granulometría**

Se toman tamaños adecuados de tamices para proporcionar información necesaria que cubran el material que será ensayado, los tamices sirven también para conseguir el módulo de fineza, se agitan los tamices para obtener los criterios descritos en los apartados. (NTP 400.012, 2001, pp7)

## **Peso Unitario**

Para definir el peso unitario del agregado, es el peso de una muestra, la norma indica que sus valores estén de  $1500 \text{ kg/m}^3$  a  $1700 \text{ kg/m}^3$ . El primer valor es el peso unitario suelto PUS y el segundo valor es el peso unitario compactado PUC. (NTP 400.017, 2011, pp6)

## **Contenido de Humedad**

Es la cantidad de agua que contiene el material, para este caso sería el agregado fino, Esta norma trata de hallar la cantidad de agua y será medida a través de un porcentaje. (NTP 400.022, 2013, pp7)

## **Diseño de mezcla según Método ACI 211**

Se tomaran 9 pasos para distribuir la mezcla de concreto , con los ajustes necesarios de humedad de los agregados y sus correcciones para la prueba, los pasos se describen a continuación : Seleccionar el revenimiento, selección el tamaño mayor del agregado , contenidos de agua aceptables, relación agua/cemento según resistencia a la compresión en 28 días , contenido de cemento , volumen del agregado grueso por volumen unitario del concreto, agregado fino calculado por diferencia , ajuste de mezcla según humedad del agregado y ajustes finales en la mezcla de prueba. (Método ACI 211, 2015)

## **Clima en Chosica**

El clima es tropical, con una precipitación significativa, tiene como temperatura promedio anual de  $26.3^\circ \text{ C}$  y una precipitación de 2437 mm anual.

## **Agregado reciclado**

Después del agua, el recurso más usado es la arena, en los países que gozan de una estabilidad económica, la industria de la construcción es importante, por tal motivo la utilización de la arena como agregado fino es masiva y no toman conciencia de que es un

recurso no renovable. Estos últimos años se realizaron investigaciones sobre la reutilización de desechos de vidrios que sirvan como agregado para crear de morteros y cerámicas , otro clase de agregado sería también el polvo de cantera , este material resulta como sustituto de la arena en reemplazo del agregado fino , otro tipo es el poli (tereftalato de etileno) (PET) es un polímero de poliéster resultado del reciclaje de envases de plástico y ha sido empleado para elaborar productos a base de cementos con características superiores, después de evaluarse diversos tipos de morteros que eran compuestos por el variado agregado reciclado , se procedió a mantener el mismo tamaño de partícula y el ahorro de energía es clave ya que las tejas de microcemento no pasan por etapa de cocción algo que es indispensable en las tejas de arcilla. (Kumar, 2018.pp756)

En Perú, los residuos de construcción y demolición (RCD) son dejados en áreas públicas y algunos rellenos que contaminan el medio ambiente. El exceso de uso de los recursos naturales (canteras), los procesos que contaminan el ambiente para fabricar diversos materiales y una escasa gestión de los residuos ponen en serio peligro la salud y perjudican las zonas donde son depositados, donde también habitan especies que son de consumo diario para la población, como lo es el mar que nos provee de peces todo el año y el suelo que es de donde se cosechan la verduras y frutas que son parte de la dieta diaria de los peruanos.

El agregado reciclado utilizado en el presente trabajo de investigación es procedente de la trituración de desechos de construcción. el proceso para la trituración la hace la maquina Red Rhino Mini Crushers de la empresa Cajas Ecológicas que proveerá del material para elaboración de tejas de microcemento a base de agregado reciclado, esta máquina es una de las que se encarga de recibir los residuos de construcción ya separados , ya que estos residuos llegan a la empresa trituradora con diversos tipos de materiales , desde plásticos , vidrios y escombros , luego las tritura para la posterior obtención de residuos de diferentes tamaños y granulometría.

#### **1.4. Normatividad**

##### **Norma Técnica Peruana 400.012. (granulometría)**

Se establece con el termino de granulometría cuando se dispone por tamaños las partículas de los agregado grueso o finos. Esto se consigue dividiendo las partículas mediante una

técnica mecánica. El módulo de finura indicado para morteros se establece entre 2.3 y 3 gr/cm<sup>3</sup>. (NTP 400.012, 2001.pp7)

**Norma Técnica Peruana 400.017.** (Método de Ensayo Para Determinar El Peso Unitario Del Agregado)

Se nombra peso volumétrico, al peso que consigue una cantidad de volumen unitario. En la mayoría de situaciones se expresa en kg por m<sup>3</sup>, este valor es solicitado cuando se habla de agregados ligeros o pesados y en el caso de hacer proporciones en el concreto. (NTP 400.017,2011, pp6)

**Norma Técnica Peruana 400.022** (p. específico y absorción fina)

El peso específico de gran parte de los agregados utilizados está en un radio entre los 2.6 a 3.00. La absorción es la cantidad de humedad interna de los agregados estando en condiciones saturadas Se entiende por absorción al contenido de humedad total interna de un agregado que está en la condición de saturado exteriormente seco. La capacidad de absorción se establece por el aumento en el peso de una muestra llevada al horno y secada dentro de él, después que haya sido sumergida por 24 horas en agua y secada externamente. (NTP 400.022,2013, pp7)

**Norma Técnica Peruana 400.016** (Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio) – **ASTM C88 2005**

Se establece un método de ensayo para determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o magnesio. Da información para juzgar la alterabilidad de los agregados sometidos a la acción de la intemperie, particularmente cuando no se dispone de información adecuada sobre el comportamiento del material expuesto a condiciones atmosféricas reales.

**Norma Técnica Peruana 339.078** (Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo)

Esta Norma determinar el procedimiento a seguir para hallar la resistencia en vigas simplemente colocadas con carga a los tercio de la luz.

## **Normativa Europea UNE EN 490**

Actualmente en el país no existen una norma que controle la calidad de las tejas, las tejas que se comercializan en el país utilizan la norma ISO 9933 pero trata de láminas rectas de más de 0.9m de longitud compuestas de fibrocemento, por este motivo se recurre a utilizar la norma europea que trata de dimensiones, materiales y resistencia para la fabricación y colocación de cubiertas de viviendas y muros, además señala las características que deben tener las tejas, dimensiones y la inclinación para su posterior instalación. (Aenor,2012)

## **Normativa Europea UNE EN 491**

En esta Norma Europea se indican todos los métodos para ensayar las tejas y piezas de hormigón que son 4: Anchura efectiva, ensayo de (flexión, permeabilidad y durabilidad), todos estos ensayos se realizan para satisfagan todos los requisitos que solicita la norma UNE EN. (Aenor,2012)

## **ISO 9933:1995 (Productos de cementos con fibra de refuerzo para techos)**

Especifica las características técnicas de las láminas rectas de fibrocemento perfiladas de más de 0.9m de longitud usados como materiales para techos y cerramientos

## **Ley 28611 – Ley general del Medio Ambiente**

La presente Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y 23 adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, a

### **1.5. Formulación del problema**

#### **Problema general**

¿De qué manera influye el agregado reciclado, en el comportamiento mecánico y físico químico de las tejas con microcemento - Chosica 2019?



## **Problemas específicos**

¿De qué manera influye el agregado reciclado en el comportamiento mecánico de la teja de microcemento en relación agua/cemento?

¿En qué medida influye el agregado reciclado en el comportamiento físico químico de la teja de microcemento en el distrito de Chosica?

### **1.6. Justificación de la investigación**

En la actualidad, la contaminación por desechos de construcción es un grave problema que no logramos solucionar, tanto la demolición de como la construcción son igual de rentables hoy en día, solo en Lima se producen más de 20 mil toneladas de desechos provenientes de la construcción y demolición, esta cifra nos la brinda la Cámara Peruana de la Construcción CAPECO y nos deja con esta interrogante, hacia donde va todo el desmonte. Una investigación de un periódico local, logro establecer las zonas donde se dejan estos escombros y concluyo que, en gran parte, estos desechos son arrojados a los principales ríos de Lima y al mar del Callao. Gran parte esta responsabilidad la tiene la industria de la construcción, ya que conlleva consecuencias negativas e incluso que estas no se puedan revertir sobre el medio ambiente.

Según el Ministerio del Ambiente, el inadecuado manejo de residuos sólidos permite la filtración de sustancias y residuos nocivos para el agua y según lo establece el Código Penal, quienes no cumplan las normas de manejo de residuos sólidos solo recibirían penas no mayores a 4 años de prisión. La utilización de residuos de construcción en la elaboración de cualquier otro elemento de constructivo ya sea un ladrillo , adoquín , para su uso en pavimento , sardineles , tejas etc. , el simple hecho de reutilizar estos materiales para darles un nuevo uso reduce el impacto ambiental que generan estos elementos al producirse desde cero con agregados provenientes de canteras y el uso excesivo en combustibles que estos generan , demostrando que se pueden volver a usar los desechos de construcción siempre y cuando se haga un estudio previo para conocer sus propiedades de la mano con las normas correspondientes y así poder crear un producto de calidad para el usuario final.

## **1.7 Hipótesis**

### **Hipótesis General**

El agregado reciclado influye de manera positiva en el comportamiento mecánico y físico químico de las tejas con microcemento – Chosica 2019.

### **Hipótesis específica**

El agregado reciclado influye de manera positiva en el comportamiento mecánico de las tejas de microcemento en relación agua/cemento.

El agregado reciclado influye de manera positiva en el comportamiento físico químico de la teja de microcemento en el distrito de Chosica.

## **1.8. Objetivos**

### **Objetivo principal**

Determinar de qué manera el agregado reciclado influye en el comportamiento mecánico y físico químico de las tejas con microcemento - Chosica 2019.

### **Objetivo específico**

Determinar de qué manera el agregado reciclado influye en el comportamiento mecánico de la teja de microcemento en relación agua/cemento.

Determinar cómo influye el agregado reciclado en el comportamiento físico químico de la teja de microcemento en el distrito de Chosica

## **II. MÉTODO**

## **2.1. Tipo y diseño de investigación**

### **Tipo de investigación**

“La investigación aplicada se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, pues depende de los resultados y avances de esta última, esto queda aclarado si nos percatamos que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico, Busca confrontar la teoría con la realidad” (Behar,2008, p 20).

El tipo de investigación es aplicada ya que se caracteriza porque busca la aplicación de los conocimientos que se adquieren en el proceso de investigación mediante los ensayos que se realizaran a las variables tanto independiente como dependiente.

### **Diseño de investigación**

“Investigación experimental, recibe este nombre la investigación que obtiene su información de la actividad intencional realizada por el investigador y que se encuentra dirigida a modificar la realidad con el propósito de crear el fenómeno mismo que se indaga.” (Behar, 2008 p21)

El diseño de investigación es experimental por que se manipula la variable independiente para generar cambios en la variable dependiente.

### **Nivel de investigación**

“Describen situaciones, eventos o hechos, recolectando datos sobre una serie de cuestiones y se efectúan mediciones sobre ellas, buscan especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice (Cortez e Iglesias, 2004, p20)

“[...], se trata de responder o dar cuenta del porqué del objeto que se investiga. Además de describir el fenómeno tratan de buscar la explicación del comportamiento de las variables. [...]” (Behar, 2008, p. 21 y 22)

El nivel de investigación es descriptivo porque busca especificar las propiedades, características, perfiles importantes de personas, grupo u otro fenómeno que sean sometidas

a análisis y explicativo por que se orienta a establecer las causas que originan un fenómeno determinado

### **Enfoque de investigación**

“Utiliza la recolección, la medición de parámetros, la obtención de frecuencias y estadígrafos de la población que investiga para llegar a probar las Hipótesis establecidas previamente.” (Cortez e Iglesias, 2004, p10)

El enfoque es cuantitativo porque se usan instrumentos para la recolección de datos.

### **Operacionalizacion de variables**

Es un proceso metodológico en el que se descompone las variables del problema de investigación, desde la parte general a lo más concreto y específico, dividiéndose en dimensión, aspectos, indicadores, área, índices y de ser concreta, de descomponen solo en indicadores, ítem e índice.

Se operacionaliza una variable con el objetivo de transformar un concepto indeterminado en un concepto empírico, que pueda ser analizado y medido a través de una herramienta. Este proceso le da la posibilidad al investigador de no agobiarse ni cometer errores que son comunes durante el proceso de investigación, si se definen correctamente los términos entonces se obtendrán resultados correctos.

Por consiguiente, operacionalizar las variables sirve para explicar con detalle, las categorías que adoptara las variables del estudio y si sus valores son cuantitativos o cualitativos. Esta operacionalizacion puede variar según el tipo de investigación y su diseño, pero deben estar correctamente definidas.

## 2.2. Operacionalización de Variables

Tabla 3. Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento y Medición
Variable independiente: Agregado reciclado	Para conseguir el agregado reciclado , se debe de triturar el concreto , escombros provenientes de obras de construcción o estructuras sobrantes , que tiene que pasar por procesos para obtener el agregado grueso y fino para su reutilización .	La variable se estudiará como un elemento agregado proveniente del reciclado de escombros de demolición.	Propiedades del agregado reciclado	Granulometría	Norma Técnica Peruana 400.012
				Peso unitario	Norma Técnica Peruana 400.017
				Contenido de humedad	Norma Técnica Peruana 400.022
Variable dependiente: Tejas de microcemento	La teja de microcemento está compuesta principalmente por microcemento que le aporta propiedades mecánicas y físico químicas que la hacen superior a los demás tipos de tejas	La variable será ensayada según los métodos y ensayos indicados por la norma UNE EN 490 Y 491 para obtener los resultados y comparar si cumplen con estas normas.	Diseño de mezclas (a/c)	Diseño de mezcla 1 (a/c=0.45)	ACI 211
				Diseño de mezcla 2 (a/c=0.48)	
			Propiedades mecánicas y físico químicas.	Resistencia flexión	Norma Técnica Peruana 400.016
				Ensayo de durabilidad	Norma UNE EN 490
				Ensayo de impermeabilidad	Norma UNE EN 491

Fuente: Elaboración Propia

## **Variables**

“Una variable es una propiedad que puede variar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse” (Cortes e Iglesias,2004, p24)

(V.I.) Agregado reciclado: arena

- Granulometría
- Peso unitario
- Peso específico y Absorción

(V.D.) Teja de microcemento

- Ensayo de resistencia a la flexión
- Ensayo de durabilidad
- Ensayo de impermeabilidad

### **2.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Hernández, Fernández y Baptista.2010, p174)

La población serán las tejas con microcemento a base de agregado reciclado a usarse para los ensayos de, resistencia a la flexión y ensayo de impermeabilidad y ensayo de durabilidad.

#### **Muestra**

‘La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población’ (Hernández, Fernández y Baptista.2010, p175)

La muestra será de 30 tejas en total, 24 elaboradas según norma (12 unidades con el diseño de mezcla 1 y 12 unidades con el diseño de mezcla 2) y 6 comerciales para su comparación en cada ensayo que serán sometidas a los 3 tipos de ensayos especificados según la norma UNE EN 491 y la NTP 400.016 y 1 ensayo inicial de flexión.



Figura 9. Tejas elaboradas

Fuente: Elaboración propia

Los ensayos serán aplicados empezando por el siguiente orden: flexión inicial, durabilidad, permeabilidad y flexión final, siendo estos ensayos aplicados a las mismas unidades de principio a fin y el agregado. Ver tablas 4 a 7.

**Ensayos a realizar en la teja de microcemento:**

Tabla 4 Ensayo de flexión inicial

ENSAYO DE FLEXIÓN					
TIPO	MUESTRAS TOTAL	DÍA 14	DÍA 28	DOSIFICACIÓN a/c	
				DISEÑO DE MEZCLA 1	DISEÑO DE MEZCLA 2
TEJA ONDULADA	12	6	6	6	6
TEJA COMERCIAL	3	No definido		No definido	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5. Ensayo de durabilidad

ENSAYO DE DURABILIDAD		
TIPO	MUESTRAS TOTAL	DISEÑO DE MEZCLA 1
TEJA ONDULADA	3	3
TEJA COMERCIAL	3	No definido

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 6. Ensayo de impermeabilidad

ENSAYO DE IMPERMEABILIDAD		
TIPO	MUESTRAS TOTAL	DISEÑO DE MEZCLA 1
TEJA ONDULADA	3	3
TEJA COMERCIAL	3	No definido

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7. Ensayo de flexión final

ENSAYO DE FLEXIÓN		
TIPO	MUESTRAS TOTAL	DISEÑO DE MEZCLA 1
TEJA ONDULADA	3	3
TEJA COMERCIAL	3	No definido

Fuente: Elaboración Propia

## Muestreo

“Aquí el procedimiento no es mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación.” (Hernández, Fernández y Baptista.2016, p176)

El muestreo será no probabilístico cc ya sea por conocimiento de la población o por necesidad de la misma. Ver tabla 8.

Tabla 8. Planes de muestreo

ENSAYO	ENSAYO INICIAL TIPO	ENSAYOS DE CONTROL DE FÁBRICA	
	TAMAÑO DE MUESTRA	TAMAÑO DE MUESTRA	FRECUENCIA MÍNIMA
ANCHURA EFECTIVA	11	11	1 DE CADA 7 DÍAS PRODUCIDO
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	3	3	1 DE CADA 7 DÍAS PRODUCIDO
ENSAYO DE IMPERMEABILIDAD	3	1	1 DE CADA 7 DÍAS PRODUCIDO
ENSAYO DE DURABILIDAD	3	NO ENSAYAR	NO ESPECIFICA

Fuente: Norma UNE EN 490. Especificaciones de producto

### Unidad de análisis

“La muestra cualitativa es la unidad de análisis o conjunto de personas, contextos, eventos o sucesos sobre la cual se recolectan los datos” (Behar, 2016, p52)

Podemos definir que la unidad de análisis es el microcemento, ya que se estará usando el mismo con variaciones del agregado reciclado.

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

#### Técnica de investigación

“La investigación no tiene sentido sin las técnicas de recolección de datos. Estas técnicas conducen a la verificación del problema planteado.” (Behar, 2016, p55)

La técnica que se usará será la observación, aunque se utilicen métodos diferentes la recolección de datos se centra en la técnica de la observación.

## **Instrumentos de recolección de datos**

“Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico.” (Hernández, Fernández y Baptista, 2016, p198)

El instrumento de recolección de datos deberá de cumplir con las solicitudes del proyecto.

## **Validez del instrumento de recolección de datos**

La validez del instrumento con el que se recolectarán los datos dependerá de la evaluación de 3 especialistas, los cuales determinarán si los datos solicitados en la ficha son los necesarios para la investigación que se realiza.

## **Validación**

“Validez: indica la capacidad de la escala para medir las cualidades para las cuales ha sido construida y no otras parecidas. [...] Una escala tiene validez cuando verdaderamente mide lo que afirma medir.” (Behar, 2016, p. 73)

La validez en este proyecto de investigación será la certificación que otorga el especialista de la materia en cada proceso que se requiera o cada ensayo realizado en el laboratorio y necesita la validez del especialista en el campo que se desarrolle el ensayo.

*Tabla 9. Validación de datos*

RANGO	MAGNITUD
0.81-1.00	Muy alta
0.61-0.80	Alta
0.41-0.60	Media
0.21-0.40	Baja
0.01-0.02	Muy baja

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 10. Promedio de validación

RANGO	CONFIABILIDAD
0.81-1.00	Muy confiable
0.61-0.80	Confiable
0.41-0.60	Moderadamente confiable
0.21-0.40	Poco confiable

Fuente: Elaboración Propia

## Confiabilidad

“La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p200)

La confiabilidad está relacionada con la maquinaria donde se realizarán cada ensayo, deben estar calibrados, ya que con dicha calibración se podrá certificar que los resultados son los correctos.

Tabla 11. Nivel de confiabilidad

Nivel	VALOR
Experto 1	1
Experto 2	1
Experto 3	1
Promedio	1

Fuente: Elaboración Propia

## 2.5. Procedimiento

El diseño de mezcla para la elaboración del presente trabajo, corresponde a la dosificación específica con los materiales indicados que fueron trasladados al laboratorio de materiales para un correcto diseño y con porcentajes específicos, para conocer sus propiedades.

### **Agregado fino reciclado (RCA)**

Se hizo la visita a la empresa Cajas Ecológicas para ver el proceso de recolección y trituración del material, hasta obtener el agregado reciclado fino. El agregado fino reciclado, correspondiente en la presente investigación, es proveniente de la trituración de escombros de construcción (vigas, columnas, losas, etc.), esta trituración lo realiza la maquina Red Rhino Mini Crushers de la empresa Cajas Ecológicas y posteriormente es pasado por diferentes tamices para así obtener el agregado reciclado fino. Ver figura 10.



*Figura 10: Recolección de escombros*

*Fuente: Elaboración propia*

La máquina trituradora Red Rhino Mini Crushers , es la máquina utilizada por la empresa cajas ecológicas para la trituración de escombros de construcción , esta máquina es de bajo mantenimiento y fácil manejo , de esta manera se reduce la utilización de vertederos como son los de Lurín , Ate , Cañete y 3 mas en el Callao y del mal empleo de áreas para vertederos ilegales. Ver figura 11 y 12.



*Figura 11: Máquina trituradora*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 12: Trituración de escombros*

*Fuente: Elaboración propia*

Luego de la trituración de los escombros, este material es trasladado a una máquina donde es vertido y con vibración separa el material en diferentes tamaños, hasta obtener el agregado fino reciclado empleado en la presente investigación. Ver figura 13 y 14



*Figura 13: Máquina tamizadora*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 14: Agregado reciclado fino*

*Fuente: Elaboración propia*

Valores de los ensayos al agregado fino reciclado:

Con los siguientes valores de gravedad específica, alineado con la norma ASTM C – 128.

- Peso específico : 2.204 gr/ cm<sup>3</sup>
- Peso específico saturado : 2.416 gr/ cm<sup>3</sup>
- Peso específico aparente : 2.797 gr/ cm<sup>3</sup>
- Absorción : 9.61%

El análisis granulométrico por tamizado, alineado a la NTP 400.012, arroja valores de:

- Módulo de fineza : 2.75

Respondiendo a los siguientes pesos unitarios:

- Peso unitario suelto : 1206 kg/ m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado : 1493 kg/ m<sup>3</sup>

### **Cemento Portland tipo I**

El cemento empleado en este trabajo fue el cemento portland tipo I de la marca Sol, en bolsa de 42.5kg, este cemento fue escogido de forma aleatoria sin ninguna preferencia con respecto a las demás marcas del mercado nacional. Ver figura 15



*Figura 15: Cemento SOL tipo I*

*Fuente: Elaboración propia*

## Diseño de mezcla

### Diseño 1:

#### Selección del asentamiento

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica al que corresponde un asentamiento de 1-3''

#### Volumen unitario de agua

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1-3'', sin aire incorporado el volumen unitario de agua es de 386.5 lt/ m<sup>3</sup>

#### Relación agua – cemento

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.45

#### Factor cemento

F.C.:  $386.5 / 0.45 = 858.98 \text{ kg/ m}^3 = 20.2 \text{ bolsas /m}^3$

#### Valores corregidos

Cemento	858.9kg/ m <sup>3</sup>
Agua efectiva	386.5 lt/ m <sup>3</sup>
Agregado fino (reciclado)	824.5 kg/ m <sup>3</sup>

#### Proporción en peso

858.9	:	824.5
_____	:	_____
858.9	:	858.9



1: 0.96 / 19.1 lts / bolsa

### **Proporción en volumen**

1: 1.01 / 19.1 lts / bolsa

### **Diseño 2:**

#### **Selección del asentamiento**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica al que corresponde un asentamiento de 1-3''

#### **Volumen unitario de agua**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1-3'', sin aire incorporado el volumen unitario de agua es de 377.8 lt/ m<sup>3</sup>

#### **Relación agua – cemento**

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.48

#### **Factor cemento**

F.C.:  $377.8 / 0.48 = 787.1 \text{ kg/ m}^3 = 20.2 \text{ bolsas / m}^3$

#### **Valores corregidos**

Cemento	787.1kg/ m <sup>3</sup>
Agua efectiva	377.8 lt/ m <sup>3</sup>
Agregado fino (reciclado)	795.0 kg/ m <sup>3</sup>

### Proporción en peso

$$\frac{787.1}{787.1} : \frac{795}{787.1}$$

1: 1.01 / 20.4 lts / bolsa

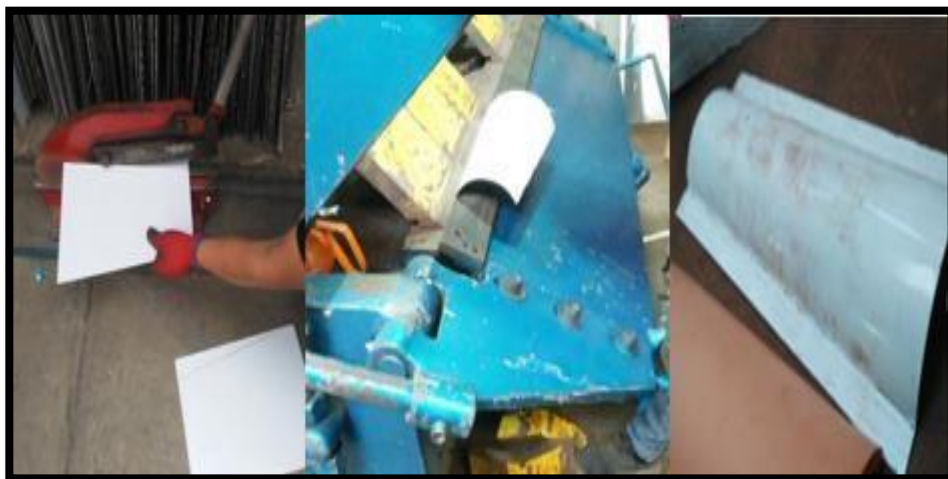
### Proporción en volumen

1: 1.26 / 20.4 lts / bolsa

### Moldes metálicos

Fabricación de moldes metálicos para la elaboración de tejas de microcemento y agregado reciclado:

Se adquirió las láminas metálicas para su posterior corte, rolado y doblado, siendo estas láminas de 1mm de espesor, luego se procedió a medir la lámina metálica con las dimensiones necesarias y luego su posterior corte y rolado. Ver figura 14.



*Figura 16:* Fabricación de molde metálico

*Fuente:* Elaboración propia

## Elaboración de la mezcla

Para esta mezcla se emplearon los diseños de mezcla, proporcionados por el laboratorio, ya que, al ser un material proveniente del reciclado de escombros tiene que cumplir con la norma indicada en esta investigación y que solicita como resistencia mínima  $f'c$  de 140 kg/cm<sup>2</sup>.

### Elaboración de tejas del diseño de mezcla 1

El primer paso se dio con el pesaje de los elementos para el diseño 1, para la realización de las tejas de microcemento y agregado reciclado, como son: cemento, agregado fino reciclado y agua:

- El primer componente es el cemento portland tipo I, cuyo peso fue 10.3 kg para elaborar 12 unidades
- El segundo componente es el agregado fino reciclado, cuyo peso fue de 10 kg para elaborar 12 unidades
- Por último, el agua cuya cantidad fue de 4.7 litros para elaborar 12 unidades. Ver tabla 12.

*Tabla 12. Peso diseño 1*

CEMENTO (kg)	AGREGADO RECICLADO FINO (kg)	AGUA (lt)	a/c
10.3	10	4.7	0.45

*Fuente: Elaboración Propia*

### Elaboración de tejas del diseño de mezcla 2

El segundo paso se dio con el pesaje de los elementos para el diseño 2, para la realización de las tejas de microcemento y agregado reciclado, como son: cemento, agregado fino reciclado y agua: Ver figura 17.

- El primer componente es el cemento portland tipo I, cuyo peso fue 9.4 kg para elaborar 12 unidades
- El segundo componente es el agregado fino reciclado, cuyo peso fue de 9.6 kg para elaborar 12 unidades
- Por último, el agua cuya cantidad fue de 4.5 litros para elaborar 12 unidades. Ver tabla 13.

Tabla 13. Peso diseño 2

CEMENTO (kg)	AGREGADO RECICLADO FINO (kg)	AGUA (lt)	a/c
9.4	9.6	4.5	0.48

Fuente: Elaboración Propia



Figura 17: Pesado de los agregados

Fuente: Elaboración propia

- Al culminar el pesaje de los materiales y al ser una cantidad controlable se procedió al mezclado de estos sobre una superficie plástica para evitar perder algún porcentaje de los elementos y evitar variar la dosificación indicada para mantener la consistencia y el resultado final , el encargado del mezclado de los elementos empleo botas de seguridad y lentes para evitar algún perjuicio físico durante el mezclado ,además de mantener una postura ergonómica para evitar lesiones en la espalda debido a la postura y al trabajo de fuerza al mezclar los elementos.

- Posterior al mezclado de los elementos durante un tiempo entre 5 a 7 minutos, se procedió a vaciar la mezcla en un marco de OSB de 1cm de espesor, este marco sirve para darle el espesor indicado a la teja y se le dio la vibración mecánica para eliminar los vacíos que contenga dentro del molde. Ver figura 18.



*Figura 18:* Moldeado de la teja y vibrado

*Fuente:* Elaboración propia

- Una vez moldeado al espesor indicado, pasan al molde metálico donde adquieren la forma de teja ondulada, en el molde se dejan durante 24 horas, para luego ser retiradas y pasen a la etapa de curado en un envase de plástico con agua durante los siguientes 7 días. Ver figura 19.



*Figura 19:* Desencofrado

*Fuente:* Elaboración propia

- El curado se realiza durante 7 días en tinas con agua.



*Figura 20: Curado*

*Fuente: Elaboración propia*

### **Costo de elaboración de tejas de microcemento:**

Para producir 12 unidades (tejas de microcemento) se empleó:

Cemento:  $10.3\text{kg} \times \text{S}/0.50 = \text{S}/ 5.15$

Agregado reciclado fino:  $10\text{kg} \times \text{S}/0.26 = \text{S}/ 2.60$

Agua:  $4.7\text{lt} \times \text{S}/0.85 = \text{S}/4.00$

Total de:  $12 \text{ un} = \text{S}/ 11.75 \Rightarrow \text{precio por unidad} = \text{S}/ 0.98$

### **Consideraciones:**

- **Ensayos:** Se seguirá el orden según la norma UNE 490-491, el primer ensayo a realizar es el ensayo de flexión inicial para comprobar la resistencia de los 2 diseños de mezcla, luego se procede con el ensayo de durabilidad, el ensayo de impermeabilidad y por último el ensayo de flexión final.
- **Tiempo:** El tiempo para los ensayos es según lo indica cada norma, tanto la UNE 490-491, así como la NTP 400.016, cada ensayo difiere de tiempos y según el tipo es un tiempo determinado.

### **Ensayo de resistencia a la flexión: UNE 491 y NTP 339.078**

Para el ensayo a flexión, se tomó como referencia y norma a consultar, la norma UNE 491, donde se indica que la teja se coloca en la máquina de ensayo y se le debe aplicar la carga

para hallar su resistencia, indicando esta norma que según el tipo de teja es una carga diferente, para la teja ondulada lo mínimo es de 140 kg y para la teja plana es de 85 kg.

Para este ensayo, se requiere de la máquina de ensayo que aplicara la carga necesaria para conocer la resistencia de la teja de microcimento, se debe utilizar dos apoyos en la parte inferior cuya distancia entre ejes es a  $\frac{2}{3}$  de la longitud de cuelgue del objeto a ensayar y de un apoyo redondeado echo con madera caoba en la parte superior en posición centrada con respecto a los 2 apoyos inferiores.

Proceso de ensayo a flexión en el laboratorio de materiales de la UNFV: Ver figura 21 y 22.



*Figura 21:* E. de flexión Teja comercial.

*Fuente:* Elaboración propia



*Figura 22:* E. de flexión Teja microcimento

*Fuente:* Elaboración propia

### **Ensayo de durabilidad: NTP 400.016**

Para este ensayo utilizamos la ntp 400.016, sirve para estimar el comportamiento de los agregados a la acción de los sulfatos de sodio o sulfatos de magnesio, es necesario para

evaluar los agregados a la acción de la intemperie , este procedimiento consta de 5 ciclos de inmersión y secado, se busca hallar o establecer la desintegración e inalterabilidad de las tejas de microcemento al ser sometidas a la solución de sulfato de magnesio , con la finalidad de lograr determinar su durabilidad ante la exposición a condiciones climatológicas reales. A continuación, las muestras que pasaron el ensayo de flexión inicial a los 28 días, se pesaron antes del inicio del primer ciclo: Ver tabla 14.

*Tabla 14. Peso de muestras*

<b>PESO ANTES DEL PRIMER CICLO</b>		
MUESTRAS	DÍAS	PESO( gr)
T. ONDULADA 1	28	1805.5
T. ONDULADA 2	28	1809.6
T. ONDULADA 3	28	1811.7
T. COMERCIAL 1	No definido	1337
T. COMERCIAL 2	No definido	1302.2
T. COMERCIAL 3	No definido	1310.5

*Fuente: Elaboración Propia*

Luego se procedió a pesar el sulfato de magnesio para diluir en el envase con agua, luego del pesado se procede a diluir el sulfato de magnesio y se deja reposar por un tiempo no menor a los 2 días o 48 horas antes del primer ciclo de inmersión, esto lo indica la ntp 400.016. Se disuelven 350 gramos de sulfato de magnesio por 1 litro de agua, siendo la proporción adecuada de: Ver figura 23.

Peso del S. de Magnesio: 5250 gramos

Peso del envase plástico: 310 gramos

Peso total : 5560gramos





*Figura 23: Pesado y dilución de S. Magnesio*

*Fuente: Elaboración propia*

Transcurrido el tiempo establecido de reposo del sulfato de magnesio según la NTP 400.016, de 48 horas, cubierto para evitar la contaminación, se procedió al inicio del primer ciclo de inmersión, ya pesadas las muestras inicialmente, la inmersión será de 16 hr, luego de concluir con el primer ciclo de inmersión se procede a escurrir las muestras entre 5 a 15 minutos y se introduce al horno que previamente ha sido puesto a la temperatura entre 105 y 115 °C durante 2h. Ver figura 24.



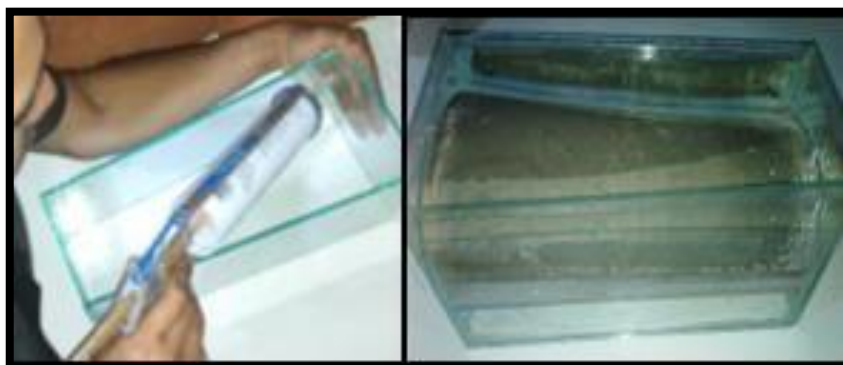
*Figura 24: Secado al horno*

*Fuente: Elaboración propia*

Este proceso de inmersión, escurrido y secado se prolonga durante 5 ciclos completos, realizados en los días siguientes de manera constante, siguiendo lo establecido por norma, terminado el 5 ciclo se procede a lavar las muestras con agua destilada para retirar cualquier residuo de sulfato y se vuelve a secar a temperatura entre 105 a 115°C y se anotan los pesos.

## Ensayo de impermeabilidad: UNE 491

Concluido el ensayo de durabilidad , las muestras e someten al ensayo de impermeabilidad trascurridos 7 días para su secado , según lo indica la norma europea , las muestras sometidas a este ensayo son 6 en total , 3 tejas artesanales a 28 días y 3 tejas de producción comercial , para este ensayo se procedió a la elaboración del acuario con vidrio de 3mm de espesor , de coloración cristalina y para sellar las uniones del acuario se empleó la silicona DOW en la presentación de 300 ml , la marca de silicona empleada no contempla ninguna preferencia con respecto a otras del mercado , el único requisito indispensable es que tenga gran adherencia al vidrio e impida la filtración de agua , según las especificaciones técnicas del producto , esta si cumple con lo solicitado , una vez elaborado el acuario, esta contendrá a la teja durante un lapso de 20 horas, para que las unidades a ensayar pasen con éxito este ensayo , el fondo del acuario debe permanecer seco durante las 20 horas que dura el ensayo y según norma , solo se puede presentar sudoración en la parte inferior de la teja pero no tiene que caer ni una sola gota al fondo del acuario. Ver figura 25.



*Figura 25: Elaboración de acuario y ensayo de impermeabilidad*

*Fuente: Elaboración propia*

Concluida las 20 horas correspondientes al ensayo de impermeabilidad de las muestras de microcemento y arcilla, se proceden a retirar y dejar secar durante un lapso de 7 días en un lugar seco y seguro según establece la norma, para por último pasar al ensayo de flexión que determinara si existe variación en la resistencia de la teja de microcemento.

## **2.6. Métodos de análisis de datos**

“Este tipo de operación se efectúa, naturalmente, con toda la información numérica resultante de la investigación. Esta [...] se nos presentará como un conjunto de cuadros, tablas y medidas [...] (Sabino, 1992, p. 152).

El método de análisis será cuantitativo, clasificado por que tienen los resultados obtenidos en los ensayos (datos numéricos) y también por el análisis de estos los cuales se representarán en tablas para la comparación entre ellos y/o manipulación de los mismos en aplicaciones.

## **2.7. Aspectos éticos**

“La investigación seres humanos requiere conocer en profundidad las regulaciones éticas nacionales e internacionales que han sido establecidas en el desarrollo de estos ensayos.”  
(Conicyt,2018)

Este trabajo será respaldado por los resultados que se obtendrán en el laboratorio, se llevó a cabo teniendo en cuenta la objetividad del investigador respetando las normas éticas y morales que otorgan la credibilidad a los datos en la investigación.

### **III. RESULTADOS**

## Ensayo de flexión inicial

En el ensayo de flexión se ensayaron muestras elaboradas con el diseño de mezcla 1 y el diseño de mezcla 2, a los 14 y 28 días y se ensayó también un producto comercial elaborado a base de arcilla, utilizado como teja patrón, para comparar sus resistencias con respecto a las tejas de microcemento, a continuación, las tablas detallan los resultados:

En la tabla N°15, se muestran los resultados para el ensayo de flexión inicial en tejas de microcemento (teja artesanal) con el diseño de mezcla 1, a los 14 días, obteniendo como resultado: Ver tabla 15.

Tabla 15. Ensayo de flexión

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN INICIAL			
IDENTIFICACIÓN	TEJA ARTESANAL (Diseño 1)	TEJA ARTESANAL (Diseño 1)	TEJA ARTESANAL (Diseño 1)
Fecha de elaboración	12/08/2019	12/08/2019	12/08/2019
Fecha de rotura	26/08/2019	26/08/2019	26/08/2019
Días	14	14	14
Largo (cm)	36.2	36.2	36.2
Peso (gr)	1849	1851	1845
Volumen (cm <sup>3</sup> )	831	833	829.2
Luz libre entre apoyos (cm)	17	17	17
Carga (kg)	135	130	133

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°16, se muestran los resultados para el ensayo de flexión inicial en tejas de microcemento (teja artesanal) con el diseño de mezcla 2, a los 14 días, obteniendo como resultado resistencias de: 96, 105, y 99 kg respectivamente, por consiguiente, no supera la resistencia mínima requerida por norma de 140kg. Ver tabla 16.

Tabla 16. Ensayo de flexión

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN INICIAL			
IDENTIFICACIÓN	TEJA ARTESANAL (Diseño 2)	TEJA ARTESANAL (Diseño 2)	TEJA ARTESANAL (Diseño 2)
Fecha de elaboración	14/08/2019	15/08/2019	16/08/2019
Fecha de rotura	28/08/2019	29/08/2019	30/08/2019
Días	14	14	14
Largo (cm)	36.2	36.2	36.2
Peso (gr)	1815	1829	1845
Volumen (cm <sup>3</sup> )	825	828	823
Luz libre entre apoyos (cm)	17	17	17
Carga (kg)	96	105	99

Fuente: Elaboración propia

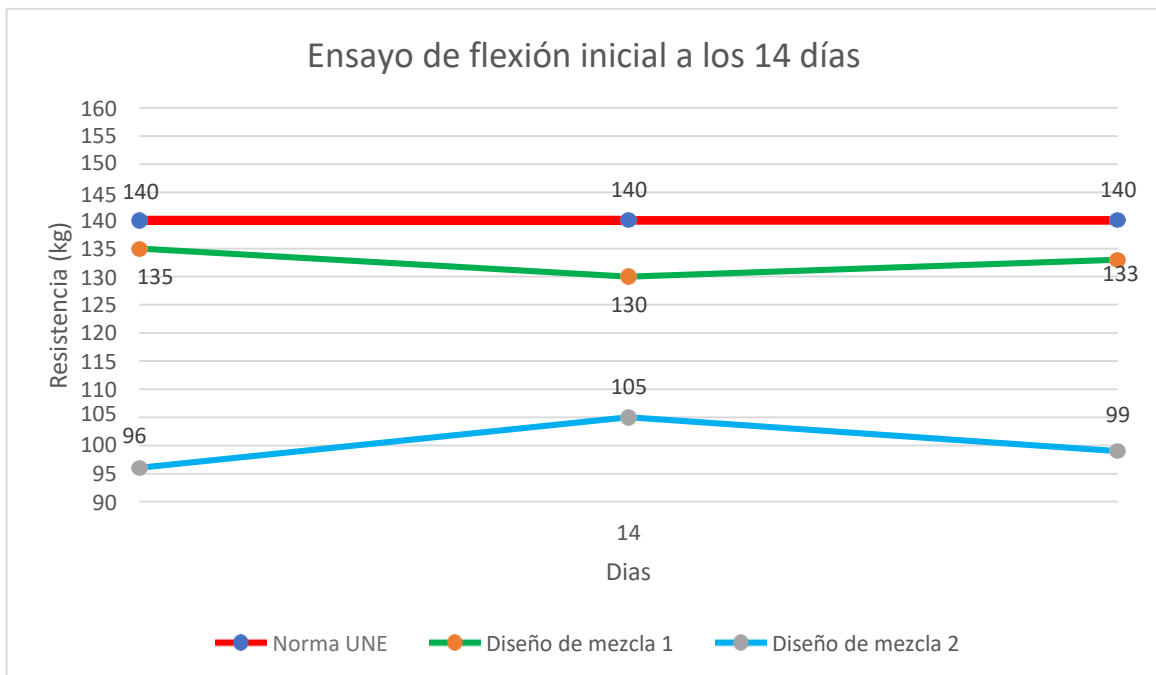


Tabla 17. Ensayo de flexión inicial a 14 días

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°18, se muestran los resultados para el ensayo de flexión inicial en tejas de microcemento (teja artesanal) con el diseño de mezcla 1, a los 28 días, obteniendo como resultado: Ver tabla 18.

*Tabla 18. Ensayo de flexión*

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN INICIAL</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>TEJA ARTESANAL (Diseño 1)</b>	<b>TEJA ARTESANAL (Diseño 1)</b>	<b>TEJA ARTESANAL (Diseño 1)</b>
<b>Fecha de elaboración</b>	12/08/2019	12/08/2019	12/08/2019
<b>Fecha de rotura</b>	9/09/2019	10/09/2019	11/09/2019
<b>Días</b>	28	28	28
<b>Largo (cm)</b>	36.2	36.2	36.2
<b>Peso (gr)</b>	1855.3	1830	1848.1
<b>Volumen (cm3)</b>	828	827.5	832.1
<b>Luz libre entre apoyos (cm)</b>	17	17	17
<b>Carga (kg)</b>	152	163	155

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla N°19, se muestran los resultados para el ensayo de flexión inicial en tejas de microcemento (teja artesanal) con el diseño de mezcla 2, a los 28 días, obteniendo como resultado: Ver tabla 19

*Tabla 19. Ensayo de flexión*

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN INICIAL</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>TEJA ARTESANAL (Diseño 2)</b>	<b>TEJA ARTESANAL (Diseño 2)</b>	<b>TEJA ARTESANAL (Diseño 2)</b>
<b>Fecha de elaboración</b>	14/08/2019	15/08/2019	16/08/2019
<b>Fecha de rotura</b>	11/09/2019	11/09/2019	11/09/2019
<b>Días</b>	28	28	28
<b>Largo (cm)</b>	36.2	36.2	36.2
<b>Peso (gr)</b>	1819	1833	1841
<b>Volumen (cm3)</b>	835.2	833.6	830.1
<b>Luz libre entre apoyos (cm)</b>	17	17	17
<b>Carga (kg)</b>	115	117	112

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla N°20, se muestran los resultados para el ensayo de flexión inicial en tejas de uso comercial (teja de arcilla), obteniendo como resultado : Ver tabla 20 y 21.

Tabla 20. Ensayo de flexión

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN INICIAL			
IDENTIFICACIÓN	TEJA COMERCIAL	TEJA COMERCIAL	TEJA COMERCIAL
Fecha de elaboración	No especifica	No especifica	No especifica
Fecha de rotura	17/09/2019	17/09/2019	17/09/2019
Días	No especifica	No especifica	No especifica
Largo (cm)	35	35	35
Peso (gr)	1315	1318	1316
Volumen (cm3)	522	525	528.1
Luz libre entre apoyos (cm)	17	17	17
Carga (kg)	131	129	133

Fuente: Elaboración propia

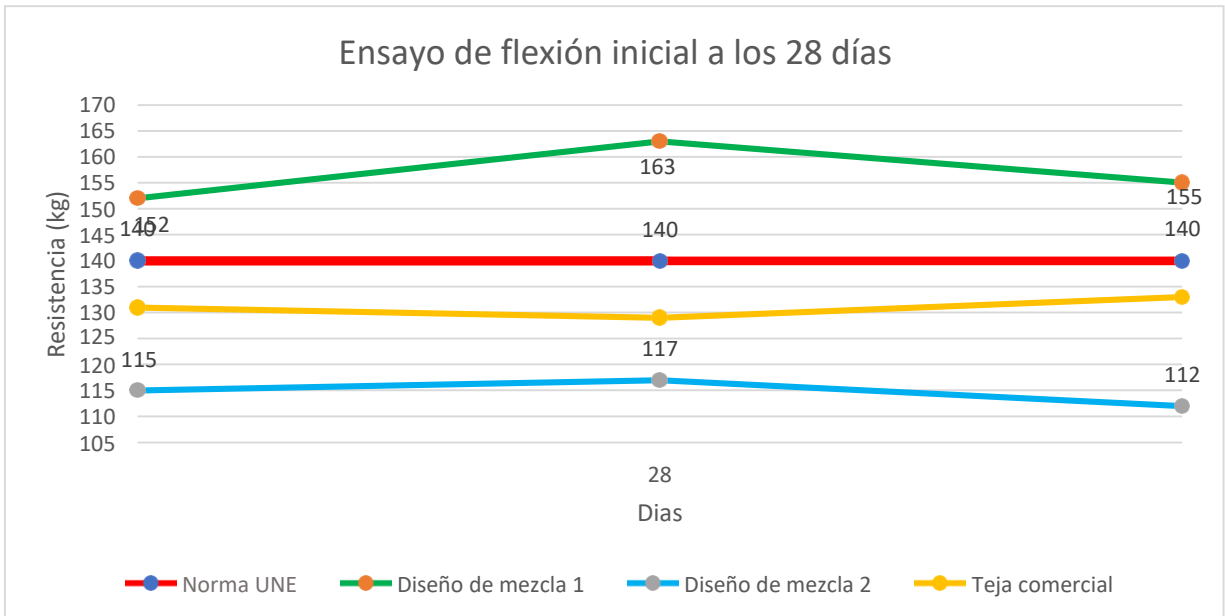


Tabla 21. Ensayo de flexión inicial a 28 días

Fuente: Elaboración propia



Después de realizar el ensayo de flexión inicial para las tejas elaboradas con los diseños de mezcla 1, diseño de mezcla 2 y las tejas comerciales, dio como resultado que las tejas elaboradas con el diseño de mezcla 2 y las tejas comerciales, no pasaron la resistencia que solicita la norma UNE 490, que solicita como resistencia mínima 140 kg.

Por este motivo, las muestras elaboradas con el diseño de mezcla 2 ya no se sometieron a los ensayos posteriores, las tejas elaboradas con el diseño de mezcla 1 a los 14 días y las tejas comerciales tampoco pasaron el ensayo, pero la norma establece que las muestras sometidas a ensayos solo serán tomadas en cuenta con un tiempo no menor a 28 días, por consiguiente, las tejas comerciales serán sometidas a ensayos posteriores solo por ser mayor a 28 días y estar próxima a la carga de rotura que solicita la norma y se continuara con los ensayos a las tejas elaboradas con el diseño de mezcla 1 a los 28 días que si pasaron con éxito el primer ensayo de flexión.

### **Ensayo de durabilidad**

Se pesan las muestras antes del inicio de los ciclos de inmersión y secado, luego se registran sus pesos para su posterior evaluación: Ver tabla 22

*Tabla 22. Pesado de muestras inicial*

<b>PESO ANTES DEL PRIMER CICLO</b>		
<b>MUESTRAS</b>	<b>DÍAS</b>	<b>PESO( gr)</b>
<b>T. ONDULADA 1</b>	28	1805.5
<b>T. ONDULADA 2</b>	28	1809.6
<b>T. ONDULADA 3</b>	28	1811.7
<b>T. COMERCIAL 1</b>	No especifica	1337
<b>T. COMERCIAL 2</b>	No especifica	1302.2
<b>T. COMERCIAL 3</b>	No especifica	1310.5

*Fuente: Elaboración propia*

Culminado los ciclos de inmersión y secado según la ntp 400.016, se procede a realizar el pesado final de las muestras, se detalla a continuación: Ver tabla 23.

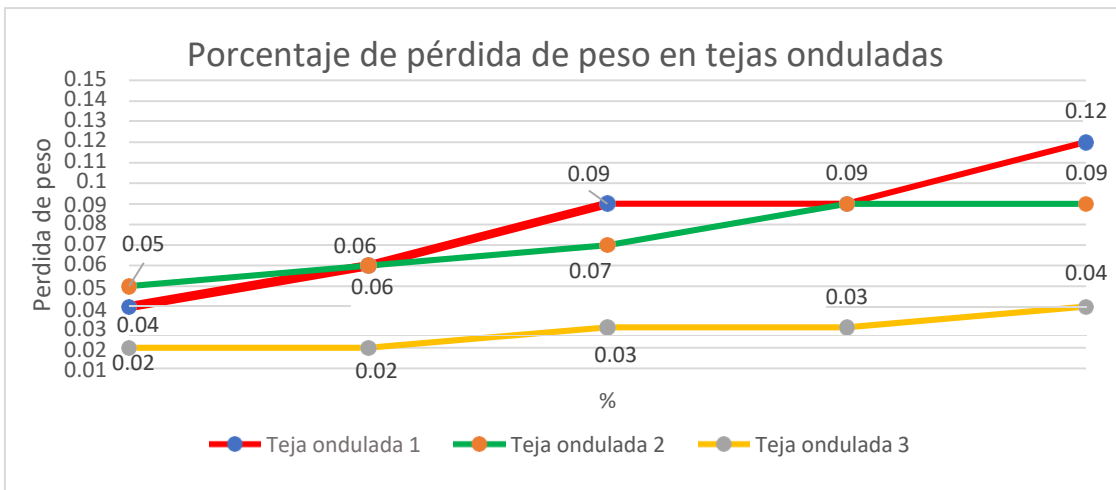
Tabla 23. Pesado de muestras final

ENSAYO DE DURABILIDAD				
MUESTRAS	DÍAS	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (5 CICLOS) (gr)	% DE PÉRDIDA DESPUÉS DEL ENSAYO
T. ONDULADA 1	28	1805.5	1803.3	0.12
T. ONDULADA 2	28	1809.6	1807.9	0.09
T. ONDULADA 3	28	1811.7	1811	0.04
T. COMERCIAL 1	No especifica	1337	1335.2	0.14
T. COMERCIAL 2	No especifica	1302.2	1298.6	0.28
T. COMERCIAL 3	No especifica	1310.5	1306.8	0.27

Fuente: Elaboración propia

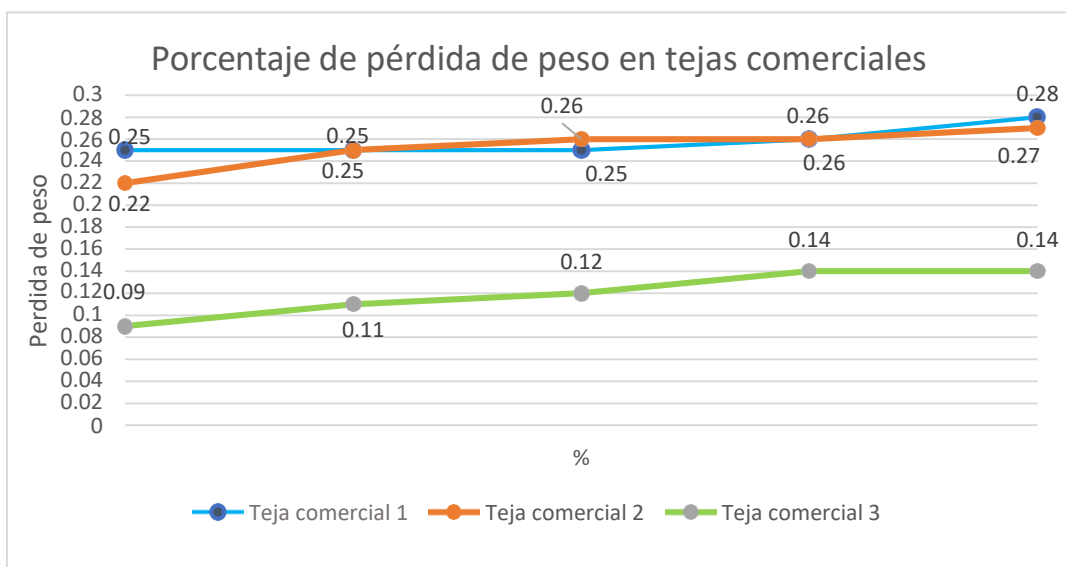
Al concluir el ensayo de durabilidad según lo indica la norma, se pesaron las muestras al culminar el último ciclo de inmersión y secado, se puede presenciar que el porcentaje de la pérdida de peso es ínfimo. Ver tabla 24 y 25.

Tabla 24. Pesado de muestras final, teja ondulada



Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Pesado de muestras fina, teja comercial



Fuente: Elaboración propia

### Ensayo de impermeabilidad

Concluido el ensayo de durabilidad, las muestras se someten al ensayo de impermeabilidad, las muestras sometidas a este ensayo son 6 en total, 3 a 28 días y 3 de producción comercial, durante un lapso de 20 horas, el fondo del acuario debe permanecer seco durante las 20 horas que dura el ensayo y según norma, solo se puede presentar sudoración en la parte inferior de la teja, pero no tiene que caer ni una sola gota al fondo del acuario. Ver tabla 26.

Tabla 26. Ensayo de impermeabilidad

Ensayo de impermeabilidad en tejas onduladas				
Especimen	Días	Fecha de fabricación	Presenta	
			Goteo	Humedecimiento
Teja Artesanal	28	12/08/2019	No presenta	No presenta
Teja Artesanal	28	12/08/2019	No presenta	No presenta
Teja Artesanal	28	12/08/2019	No presenta	No presenta
Teja Comercial	No especifica	No especifica	No presenta	No presenta
Teja Comercial	No especifica	No especifica	No presenta	No presenta
Teja Comercial	No especifica	No especifica	No presenta	No presenta

Fuente: Elaboración propia

Como resultado, ninguna teja sometida a este ensayo presentó goteo ni fisuras, concluyendo que cumple con las indicaciones que solicita la norma.

### Ensayo de flexión final

En la tabla N°27, se muestran los resultados para el ensayo de flexión final en tejas de microcemento (teja artesanal) con el diseño de mezcla 1, a los 28 días, obteniendo como resultado resistencias de: 144, 153, y 147 kg respectivamente, por consiguiente, no supera la resistencia mínima requerida por norma de 140kg, Ver tabla 27.

*Tabla 27. Ensayo de flexión final*

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN FINAL</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>TEJA ARTESANAL (Durabilidad) (Diseño 1)</b>	<b>TEJA ARTESANAL (Durabilidad) (Diseño 1)</b>	<b>TEJA ARTESANAL (Durabilidad) (Diseño 1)</b>
<b>Fecha de elaboración</b>	12/08/2019	12/08/2019	12/08/2019
<b>Fecha de rotura</b>	10/10/2019	10/10/2019	10/10/2019
<b>Días</b>	28	28	28
<b>Largo (cm)</b>	36.2	36.2	36.2
<b>Peso (gr)</b>	1802.3	1805.3	1800.8
<b>Volumen (cm3)</b>	810.9	804.2	801.4
<b>Luz libre entre apoyos (cm)</b>	17	17	17
<b>Carga (kg)</b>	144	153	147

*Fuente: Elaboración propia*

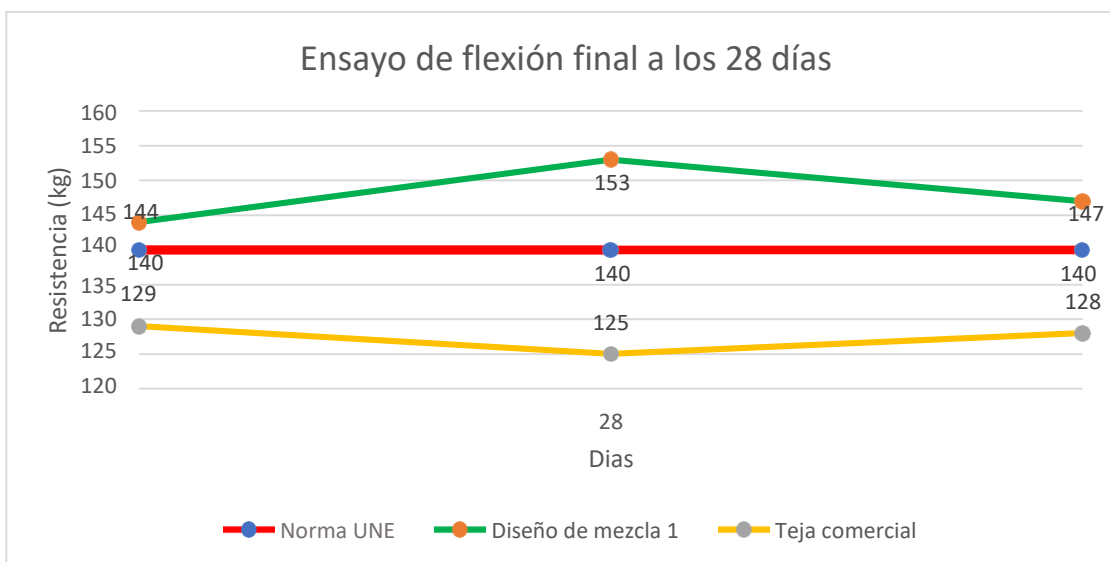
En la tabla N°28, se muestran los resultados para el ensayo de flexión final en tejas de uso comercial (teja de arcilla), obteniendo como resultado resistencias de: 129, 125, y 128 kg respectivamente, por consiguiente, no supera la resistencia mínima requerida por norma de 140kg. Ver tabla 28 y 29.

Tabla 28. Ensayo de flexión final

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN FINAL			
IDENTIFICACIÓN	TEJA COMERCIAL	TEJA COMERCIAL	TEJA COMERCIAL
Fecha de elaboración	No especifica	No especifica	No especifica
Fecha de rotura	10/10/2019	10/10/2019	10/10/2019
Días	No especifica	No especifica	No especifica
Largo (cm)	35	35	35
Peso (gr)	1310	1305.3	1303.1
Volumen (cm <sup>3</sup> )	490	495.1	493.5
Luz libre entre apoyos (cm)	17	17	17
Carga (kg)	129	125	128

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Ensayo de flexión a 28 días



Fuente: Elaboración propia

## **IV. DISCUSIÓN**

- Según el objetivo planteado se determinó que el agregado reciclado influye en el comportamiento físico de la teja de microcemento en relación agua/cemento – Chosica 2019

Con respecto a la investigación de Barrios (2017), “Estudio de factibilidad del diseño robusto para la fabricación de tejas de tetrabrik, en el centro de investigaciones de la facultad de ingeniería, USAC.”, cuyo objetivo principal es evaluar el diseño robusto en la fabricación de tejas usando envases de tetrabrik. El envase de tetrabrik es un material que sirve para envasar productos alimenticios y logra mantener el producto en óptimas condiciones, los resultados durante el ensayo de impermeabilidad, durante las 72 horas , dio como resultado que son 100% impermeables , presentando similitud con los resultados obtenidos en esta investigación , en los ensayos realizados a las tejas de microcemento y agregado reciclado , durante el ensayo de impermeabilidad siguiendo lo establecido por la norma UNE EN 490 – 491, las tejas de microcemento y agregado reciclado estuvieron 20 horas en inmersión dentro del acuario con agua en su superficie y posterior a ese tiempo no presentaron goteo ni humedecimiento, dando como resultado que son 100% impermeables.

- Según el objetivo planteado se determinó que el agregado reciclado influye en el comportamiento mecánico de la teja de microcemento en relación agua/cemento – Chosica 2019.

En la investigación de Quispe,(2016) “Determinación de las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de cunyac y cemento portland tipo ip”, teniendo como objetivo determinar que los productos fabricados con desperdicios de ladrilleras rusticas presentaran características mecánicas que permitan su uso como material para la construcción, en su investigación se usó la escoria de unidades de albañilería, empleando la Norma Técnica E070, la resistencia a la compresión fue de 108 kg/cm<sup>2</sup> y compresión axial de 74.90 kg/cm<sup>2</sup>, que permiten su uso como material de construcción, en similitud con la presente investigación donde los resultados de las tejas elaboradas con agregado reciclado fino aportó en el desempeño mecánico de las tejas al ser ensayadas a flexión, con cargas de : 143, 155 y 147 kg , con valores superiores de lo que solicita la norma UNE 490 – 491 de 140kg como mínimo y que siguiendo las normas establecidas se pueden elaborar nuevos productos de albañilería a base de material reciclado.

- Con respecto al objetivo planteado se determinó que el agregado reciclado influye en el comportamiento químico de la teja de microcemento en relación agua/cemento – Chosica 2019

Según la investigación de Apaza. H. (2018) titulada “Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (cbca) con cemento portland, ante agentes agresivos”, teniendo como objetivo principal determinar la durabilidad del concreto elaborado a base de la CBCA con cemento Portland en interacción con agentes agresivos, se analizó las dosificaciones para la mezcla con porcentajes asumidos de ceniza como sustitutos del agregado fino y con adición de cemento Portland Tipo I, para ser sometidos al ataque de sulfato de magnesio durante 5 ciclos de inmersión y secado de los cubos de concreto, se concluyó que la durabilidad del concreto elaborado al 5%,10% y 15% con CBCA no sufrió alteraciones, por lo que se establece una diferencia con los resultados obtenidos en la presente investigación, las tejas elaboradas con microcemento y agregado reciclados, presentaron pérdida de peso de: 0.12, 0.09 y 0.04% durante los 5 ciclos del ensayo de durabilidad ante el ataque del sulfato de magnesio, con una dosificación del 100% de agregado reciclado fino en sustitución de la arena fina.

- Con respecto al objetivo planteado se determinó la dosificación agua / cemento correcto para la fabricación de tejas de microcemento y agregado reciclado – Chosica 2019.

En la investigación de Olivera. (2017) titulada. “Caracterización mecánica y termo física de tejas hechas con cemento portland compuesto y fibras de bagazo de agave angustifolia haw” tiene como objetivo principal utilizar el residuo de la planta de agave, como material para la creación de nuevos productos de uso humano , se empleó cemento Portland Compuesto (CPC) reforzado con fibras de bagazo de Agave (FBA) y Tepexil (TX), con 1 relación de agua/ cemento de 0.40, a diferencia de la presente investigación , donde se utilizó agregado reciclado de demolición (RDA) y 2 diseños de mezcla con relación de agua/cemento de 0.45 y relación agua/cemento 0.48, las tejas elaboradas con la relaciona gua/cemento de 0.45 pasaron los ensayos a los que fueron sometidos , mientras que el diseño de mezcla con relación agua/cemento 0.48 no paso los ensayos establecidos por norma



## v. CONCLUSIONES

- El uso del agregado reciclado fino proveniente de escombros de construcción, en la fabricación de las tejas de microcemento influyo sobre el producto terminado, el comportamiento mecánico y físico químico dio resultados positivos durante los ensayos, además el agregado reciclado fino tuvo buena adherencia con el cemento y el agua, demostrando que el agregado reciclado fino puede emplearse en la elaboración de diversos productos como: ladrillos, adoquines, morteros, etc.
- Después de realizar los ensayos de flexión, los resultados las tejas elaboradas con el diseño de mezcla 1 a los 28 días pasaron satisfactoriamente los ensayos, soportando cargas de: 144, 153 y 147kg, pero las tejas elaboradas con el diseño de mezcla 2, no pasaron el ensayo de flexión, al romperse a una carga inferior que es lo que solicita la norma UNE 491 de 140kg como mínimo.
- Durante el ensayo de durabilidad, se empleó la NTP 400.016, las tejas sometidas a inmersión y secado durante 5 ciclos, no tuvieron cambios en su estructura, deformaciones ni rajaduras durante los ciclos y la pérdida de peso en porcentaje es de: 0.04%, 0.12% Y 0.28% respectivamente, esto quiere decir que la pérdida de peso fue ínfima.
- Después de realizar el ensayo de impermeabilidad, las tejas de microcemento que estuvieron sometidas a este ensayo durante 20 horas, no presentaron goteo ni sudoración durante el ensayo, confirmando que son totalmente impermeables, se siguió el procedimiento según las indicaciones de la norma UNE 491.
- El agregado reciclado fino, al ser un producto de la trituración de escombros, tiene como característica más relevante, una gran capacidad para absorber agua en diferencia con los agregados naturales, debido a la estructura porosa del mortero que tiene adherido, lo que conlleva no solo a una alta absorción de agua sino también solicita una mayor cantidad de cemento.
- En el aspecto económico, las tejas producidas con cemento y agregado reciclado fino siguiendo las normas detalladas anteriormente, son más económicas que las tejas elaboradas a base de arcilla cocida, estando muy por debajo del precio y obteniendo mejores resultados durante los ensayos al que fueron sometidos.

## **vi. RECOMENDACIONES**

Considerando los resultados obtenidos, la elaboración de tejas de microcemento y agregado reciclado es viable , cuando se analizan los costos de producción y cuando se tienen grandes necesidades que cubrir en las zonas más alejadas de nuestro territorio , las tejas son recomendables como alternativa para gente con bajos recursos económicos, además que presentan buenas características de resistencia , impermeabilidad y durabilidad , factores esenciales que no solo sirven para cubrir viviendas , sino también cubrir ambientes donde se resguardan animales de corral y alimentos , ya que sin estos sería imposible la supervivencia.

En época de calor como verano, se recomienda fabricar las tejas en horas muy tempranas, debido a que el calor haría fraguar rápidamente la mezcla y con ello no habría trabajabilidad para lograr una correcta elaboración

Se recomienda que el vibrado sea entre 1 a 2 minutos, posterior a este tiempo sucede la segregación que es la separación de los componentes del mortero, para evitar que esto suceda, la vibración debe estar entre el rango de tiempo ya indicado para permitir que las burbujas afloren de la mezcla y así tener una mayor impermeabilidad sin comprometer las características de las tejas de microcemento.

Sobre la reutilización del agregado reciclado, tanto agregado fino como grueso, para la elaboración de nuevos productos para la construcción, desde tejas, ladrillos de arcilla y cemento, morteros para diversos usos, se recomienda siempre emplear, utilizar, seguir las normas que regulan los procesos, materiales y ensayos, para obtener así resultados verídicos.

En cuanto a retirar las tejas del molde metálico, se recomienda hacerlo pasando las 24 horas indicadas por norma, ya que el retirarla tiempo antes podría originar fisuras en la muestra y con él, la pérdida del producto.

El proceso de curado consiste en 7 días de inmersión en recipientes con agua posterior al desmoldado de las tejas de microcemento y agregado reciclado, según estudios realizados en referencia al curado del concreto, si no realiza el proceso de curado, se corre con el riesgo de perder hasta un 30% de la resistencia por un secado prematuro y que afectara en los resultados durante los ensayos, un buen curado garantiza un correcto contenido de humedad en el concreto.

## **REFERENCIAS**

- APAZA, Hito. Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (cbca) con cemento portland, ante agentes agresivos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal 2018. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2157>

- ASOCIACION Española de Normalización y Certificación. Norma Española UNE EN 490 tejas y piezas de hormigón - especificaciones de producto. Editorial AENOR, Madrid 2017.

Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0048724>

- ASOCIACION Española de Normalización y Certificación. Norma Española UNE EN 491 tejas y piezas de hormigón - métodos de ensayo. Editorial AENOR, Madrid 2017.

Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0048725>

- BARRIOS. I. (2017). Estudio de factibilidad del diseño robusto para la fabricación de tejas de tetrabrik, en el centro de investigaciones de la facultad de ingeniería, usac. Tesis (Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.

Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3426/>

- BEDOYA.C. El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles. Tesis (Título de Magister en hábitat). Colombia: Universidad Nacional de Colombia 2003. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3477/1/98589947-2003.pdf>

- BEHAR, Daniel. Metodología de la investigación [en línea]. 1. ° ed. Colombia: Editorial Shalom, 2018 [fecha de consulta: 2 de junio de 2019].

Disponible en:

<http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

ISBN: 9789592127837

- BINTI, H. Properties of high-workability concrete with recycled concrete aggregate. [en línea]. Canadá: Edición electrónica,2015 [fecha de consulta: 2 de junio de 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-14392011005000039>

ISSN 1516-1439

- BICROBLOG. Microcemento, qué es y cuál es su uso. [en línea]. 2019. Disponible en: <https://www.bricoblog.eu/microcemento-que-es-y-cual-es-su-uso/>

- CHALK D. Calidad: La llave para un pequeño negocio de tejas en América Central [en línea] Edición electrónica,2015 [fecha de consulta:8 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://www.ecosur.org/calidad-la-llave-para-un-pequeno-negocio-de-tejas-en-america-central>

- 

- CHAVEZ, D. Estudio de tejas de microcemento e implementación de un taller de producción. Tesis (Título de Ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería 2014. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_def59bd4a5e99dcdf1f2b7517d9b7fab](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_def59bd4a5e99dcdf1f2b7517d9b7fab)

- COSTA, F. Recycling of glass cullet as aggregate for clays used to produce roof tiles [en línea]. Brasil: Edición electrónica,2015 [fecha de consulta: 30 de mayo de 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-70762009000400007>

ISSN 1517-7076

- CORTES, M. Generalidades sobre Metodología de la Investigación. [en línea]. 1. ° ed. México: Editorial UAC, 2015 [fecha de consulta: 2 de junio de 2019]. Disponible en: <http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/contenido2.pdf>

ISBN 968-6624-87-2

- DEFINICION Método ACI 211. Método ACI 211 para diseño de mezclas [en línea]. [fecha de consulta: 25 de junio 2019].

Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/361747170/Resume-del-Metodo-ACI-211-1-pdf>

- DZUL, L. Revista de ingeniería y construcción. El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. [en línea]. Colombia: Edición electrónica, 2015 [fecha de consulta: 2 de junio 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732015000200002>

ISSN 0718-5073

- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 400.012, Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª Lima: INDECOPI, 2013. 14 pp. Disponible en [http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma\\_tecnica\\_peruana\\_dos.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_peruana_dos.pdf)
- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 334.002 CEMENTOS. Determinación de la finura del cemento Portland expresada por la superficie específica usando el aparato de permeabilidad al aire. 5ª Edición Lima [http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/semana\\_7\\_cemento\\_tecnologia\\_2011.doc](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/semana_7_cemento_tecnologia_2011.doc)
- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 339.088. Norma del agua para el concreto) pp13. Disponible en: <https://es.slideshare.net/kiaramirellaporrascrisostomo/ntp-339088>
- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 400.011. AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos) PP. 16. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/366617176/NTP-400-011-2008>
- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 400.022 GREGADOS. Método Peso Específico y Absorción Del Agregado Fino. Disponible en: [https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino\\_59c03df208bbc5f314686f9e\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf)
- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 400.017. (Agregados) Método de Ensayo Para Determinar El Peso Unitario Del Agregado. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/343664826/NTP-400-017-2011-Agregados-Metodo-de-Ensayo-Para-Determinar-El-Peso-Unitario-Del-Agregado>



- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP. 400.016 Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/59926949/360869395-ntp-400-016-2011determinacion-de-la-inalterabilidad-de-los-agregados-por-medio-de-sulfato-de-sodio-o-sulfato-de-magnesio/7>
- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP. 339.079 Método de ensayo para determinar la resistencia a flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/372901345/NTP-339-079-2012-pdf>
- DONKIN, R. Plastic photovoltaic roof tiles. Tesis (Título de Maestro de Ingeniería en Energía Renovable). Sudáfrica: Universidad de Stellenbosh. 2009. Disponible en: [https://www.crses.sun.ac.za/files/research/completed-research/solar/richard\\_donkin.pdf](https://www.crses.sun.ac.za/files/research/completed-research/solar/richard_donkin.pdf)  
  
<https://es.slideshare.net/RonaldCoteraBarrios/ntp-334051>
- ECOSUR. Teja de Micro Concreto. [en línea]. Ecuador: [fecha de consulta: 2 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.ecosur.org/index.php/es/ecomateriales/teja-de-microconcreto>  
ISBN: 8469019996
- FONDO Nacional de investigación y desarrollo en salud, [en línea]. Chile: [fecha de consulta: 2 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.conicyt.cl/fonis/sobre-fonis/aspectos-eticos/>
- GUIA de techos: 26 tipos de tejas, chapas y membranas para cubrir proyectos de arquitectura. Artículo [en línea]. Disponible en : <https://www.archdaily.pe/pe/890692/guia-de-techos-26-tipos-de-tejas-chapas-y-membranas-para-cubrir-proyectos-de-arquitectura>
- HALANOCA, Y. Impacto ambiental generado por el sector ladrillero en e l distrito de San Jerónimo – Cuzco. Tesis (Título de Biólogo). Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco. 2015. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/189/253T20150009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- HERNANDEZ, R. Metodología de la investigación [en línea]. 5. ° ed. México: Mc Graw-Hill Interamericana, 2015 [fecha de consulta: 2 de junio 2019].  
Disponible en:  
[https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)  
  
ISBN: 9786071502919
- HIDALGO. P. Elaboración de tejas utilizando como materia prima caucho reciclado (Ecuador). Tesis (Ingeniero civil). Ecuador: la Universidad de las Américas.  
Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9987>
- HISTORIA sobre la producción de las tejas en el mundo. Artículo en línea.  
  
<https://www.cravenmuseum.org/archaeology/fact-sheets/kirk-sink-villa/>
- JAYASINGUE, C. Engineering Properties of Micro Concrete Roofing Tiles [en línea]. Edición electrónica,2006 [fecha de consulta:20 de junio de 2019].  
  
Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/profile/Chintha\\_Jayasinghe/publication/304239165\\_Engineering\\_Properties\\_of\\_Micro\\_Concrete\\_Roofing\\_Tiles/links/576a23ad08ae1a43d23a3eec/Engineering-Properties-of-Micro-Concrete-Roofing-Tiles.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Chintha_Jayasinghe/publication/304239165_Engineering_Properties_of_Micro_Concrete_Roofing_Tiles/links/576a23ad08ae1a43d23a3eec/Engineering-Properties-of-Micro-Concrete-Roofing-Tiles.pdf)
- KHO. P. Propertyes of recycled concrete aggregate and their influenece in new concrete production [en línea]. Edición electrónica,2018 [fecha de consulta:8 de diciembre de 2019].
- KUMAR, A. A review on preperation of roof tiles using industrial waste and fibres. [en línea]. Edición electrónica,2018 [fecha de consulta:20 de junio de 2019].  
Disponible en :  
[https://www.iaeme.com/MasterAdmin/uploadfolder/IJCIET\\_09\\_06\\_086/IJCIET\\_09\\_06\\_086.pdf](https://www.iaeme.com/MasterAdmin/uploadfolder/IJCIET_09_06_086/IJCIET_09_06_086.pdf)  
  
ISSN : 0976-6308
- MENDEZ, R. Diseño de tejas prefabricadas de bajo coste que incorporan residuos industriales de carácter puzolánico para uso en países en vías de desarrollo. aplicación al caso de Cali (Colombia). Tesis (Título de Ingeniero de obras públicas).

Colombia: Universidad Politécnica de Valencia 2009. Disponible en: <http://www.upv.es/upl/U0566484.pdf>

- MENEZES, R. Use of kaolin processing waste for the production of ceramic brick and roof tiles [en línea]. Brasil: Edición electrónica, 2007 [fecha de consulta: 2 de junio de 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-70762007000100028>

ISSN 1517-7076

- MEXTILE. Que es la teja, historia. Artículo [en línea]. [fecha de consulta 25 de junio 2019] Disponible en: <https://www.mextile.com.mx/historia-de-la-teja.html>
- NUEVO diario web. Diferencias entre tejas de cerámica y de cemento. Chile. (2016).

Disponible en : <http://www.nuevodiarioweb.com.ar/noticias/2016/08/07/40537-diferencias-entre-tejas-de-ceramica-y-de-cemento>

- OLIVERA, A. Caracterización mecánica y termo física de tejas hechas con cemento portland compuesto y fibras de bagazo de agave angustifolia haw. Tesis (Maestro en ciencias) México: Instituto Politécnico Nacional de Oaxaca. Disponible en: [http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER\\_CIIDIROAX/288](http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/288)
- PALOMEQUE, F. Propuesta de diseño de una planta para la fabricación de tejas de microcemento en el Cantón. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. 2014. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7983/1/UPS-CT004849.pdf:35>
- QUISPE, M. Determinación de las propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de cunyac y cemento portland tipo ip. Tesis (Título de Ingeniero civil). Perú: Universidad Andina del Cuzco. 2016. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/707>
- SUKESH, C. Partial Replacement of Sand with Quarry Dust in Concrete [en línea]. Sri Lanka: Edición electrónica, 2013 [fecha de consulta: 25 de mayo de 2019].

Disponible en :  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.687.3446&rep=rep1&type=pdf>  
ISSN: 2278-3075

- VEIGA, R. Using fine recycled concrete aggregate for mortar production [en línea]. Brasil: Edición electrónica,2014 [fecha de consulta: 20 de mayo de 2019].  
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-14392013005000164>  
ISSN 1516-1439
- RABI, J. Thermal performance of sisal fiber-cement roofing tiles for rural constructions [en línea]. Brasil: Edición electrónica,2011 [fecha de consulta: 30 de mayo de 2019].  
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162011000100001>  
ISSN 1678-992X
- RAMOS, H. Mechanical properties of recycled PET fibers in concrete. [en línea]. Brasil: Edición electrónica,2012 [fecha de consulta: 5 de junio de 2019].  
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-14392012005000088>  
ISSN 1516-1439
- RENOVALIUM. Microcemento Dekorcem. [en línea]. 2018. Disponible en: <https://www.renovalium.com/microcemento>
- REVISTA universitaria EAFIT, vol. 39 No 132. 2003. PP. 76-89. Disponible en: <file:///C:/Users/i3%20g3/Downloads/897-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2726-1-10-20120613.pdf>
- SAAVEDRA. A Gestión de residuos de construcción para la conservación del medio ambiente de un edificio multifamiliar en Miraflores. Tesis (Título de Maestro de Ingeniería civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo .2016. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/14998>
- SALEIRO, G. Processing of red ceramic using a fast-firing cycle. [en línea]. Brasil: Edición electrónica,2012 [fecha de consulta: 5 de junio de 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S0366-69132012000300018>

ISSN 0366-6913

- SABINO, C. El proceso de investigación. Metodologías para la investigación en ciencias sociales. [en línea]. 10. ° ed. Guatemala: Editorial Episteme.2014. [fecha de consulta: 2 de junio 2019]. Disponible en : [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=jwejBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=metodolog%C3%ADa+dela+investigacion&ots=WOg7AI3dQx&sig=KPEAfJoFos6lkBQfFvUn\\_G64Bgc#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=jwejBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=metodolog%C3%ADa+dela+investigacion&ots=WOg7AI3dQx&sig=KPEAfJoFos6lkBQfFvUn_G64Bgc#v=onepage&q&f=false)

ISBN: 978 9929677074

- STULZ, R. Materiales de construcción apropiados. investigación [en línea]. 1. ° ed. UK: IT Publications, 2010 [fecha de consulta: 2 de junio 2019].

Disponible en: <http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/sk01ms/sk01ms01.htm>

ISBN 3908001552

- STULZ, R. Fibra y microconcreto. investigación [en línea]. 1. ° ed. UK: IT Publications, 2010 [fecha de consulta: 2 de junio 2019].

Disponible en : <http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/sk01ms/sk01ms0a.htm#Fibra%20y%20micro%20concreto>

ISBN 3908001552

- TIPOS de tejas, sus características y colocación. Artículo [en línea]. Disponible en: <https://www.autopromotores.com/construccion/tipos-de-tejas/>
- VARGAS, K. Concreto reciclado en el aporte estructural para la fabricación de ladrillos King Kong tipo 14, Tarapoto 2018 [en línea]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27093>
- VASQUEZ, R. Cemento y sus aplicaciones. Artículo [en línea]. [fecha de consulta 2 de junio 2019]Disponible en:

[www.dino.com.pe/download/?file=100611\\_Cemento\\_y\\_sus\\_aplicaciones.pdf](http://www.dino.com.pe/download/?file=100611_Cemento_y_sus_aplicaciones.pdf)

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Instrumento y medición
¿De qué manera influye el agregado reciclado, en el comportamiento mecánico y físico químico de las tejas con microcemento - Chosica 2019?	Determinar de qué manera el agregado reciclado influye en el comportamiento mecánico y físico químico de las tejas con microcemento - Chosica 2019.	El agregado reciclado influye de manera positiva en el comportamiento mecánico y físico químico de las tejas con microcemento - Chosica 2019.	V. Independiente Agregado reciclado	Propiedades del agregado reciclado	Granulometría Peso unitario Contenido de humedad	Norma Técnica 400.012 Norma Técnica 400.017 Norma Técnica 400.022
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICA				
¿De qué manera influye el agregado reciclado en el comportamiento mecánico de la teja de microcemento en relación agualcemento?	Determinar de qué manera el agregado reciclado influye en el comportamiento mecánico de la teja de microcemento en relación agualcemento	El agregado reciclado influye de manera positiva en el comportamiento mecánico de las tejas de microcemento en relación agualcemento		Diseño de mezcla (a/c)	Diseño de mezcla 1 (a/c=0.45) Diseño de mezcla 2 (a/c=0.48)	ACI 211
¿En qué medida influye el agregado reciclado en el comportamiento físico químico de la teja de microcemento en el distrito de Chosica?	Determinar cómo influye el agregado reciclado en el comportamiento físico químico de la teja de microcemento en el distrito de Chosica	El agregado reciclado influye de manera positiva en el comportamiento físico químico de la teja de microcemento en el distrito de Chosica.	V. Dependiente Tejas de microcemento	Propiedades mecánicas Propiedades físico químicas.	Ensayo de flexión Ensayo de durabilidad Ensayo de impermeabilidad	Norma Técnica 339.078 Norma Técnica 400.016 Norma UNE EN 490 Norma UNE EN 491

**Anexo 2. Fichas de recolección de datos para ensayo durabilidad en tejas onduladas.**

Ensayo de durabilidad en tejas onduladas					
Dosisificación n ar/c	Dias 14	Dimensiones (cm)			Presenta fisuras
		Largo	Ancho	Espesor	
0.45					
0.48					

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil

Universidad Nacional Federico Villareal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:



Ensayo de durabilidad en tejas onduladas					
Dosisificación n a/c	Dias 28	Dimensiones (cm)			Presenta fisuras
		Largo	Ancho	Espesor	
0.45					
0.48					

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil

Universidad Nacional Federico Villareal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:



**Anexo 3.** Fichas de recolección de datos para ensayo impermeabilidad en tejas onduladas

Ensayo de impermeabilidad en tejas onduladas			
Dosificación a/c	Especimen	Días	Presenta
			Goteo
0.45		14	
0.48			

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil  
 Universidad Nacional Federico Villareal

Fecha de inicio:

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil  
 Universidad Nacional Federico Villareal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Ensayo de impermeabilidad en tejas onduladas			
Dosificación atc	Especimen	Días	Presenta
		28	Goteo Humedecimiento
0.45			
0.48			

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil

Universidad Nacional Federico Villareal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Ensayo de impermeabilidad en tejas onduladas			
Especimen	Dias	Presenta	
		Goteo	Humedecimiento
Teja comercial	28		

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil

Universidad Nacional Federico Villareal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

**Anexo 4.** Fichas de recolección de datos para ensayo de flexión en tejas onduladas

Ensayo de flexión en tejas onduladas								
Clasificación a/c	Especimen	Días 14	Dimensiones			Carga máxima (kg)		
			Largo	Ancho	Espesor	Rotura	Promedio	Norma UNE
0.45								
0.48								

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil  
 Universidad Nacional Federico Villarreal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Ensayo de flexión en tejas onduladas										
Diosificación atc	Especimen	Dias 28	Dimensiones			Carga maxima (kg)				
			Largo	Ancho	Espesor	Rotura	Promedio	Norma UNE		
0.45										
0.48										

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil

Universidad Nacional Federico Villareal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Ensayo de flexión en tejas onduladas							
Dosificación etc	Especimen	Días 28	Dimensiones			Carga máxima (kg)	
			Largo	Ancho	Espesor	Rotura	Promedio
Teja comercial							

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil

Universidad Nacional Federico Villareal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:



### Anexo 5. Instrumento de recolección de datos para el agregado fino. (Granulometría)

Tamiz	Peso Ret. (gr)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
3/8"				
Nº 4				
Nº 8				
Nº 16				
Nº 30				
Nº 50				
Nº 100				
Fondo				
Total		M.F.		

**Ubicación y cronograma**

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil  
 Universidad Nacional Federico Villarreal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma]

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

**Instrumento de recolección de datos para el agregado fino. (Peso unitario)**

Procedimiento	Muestra			Promedio
	1	2	3	
Peso muestra suelta + vasija				
Peso de la vasija (kg)				
Volumen de la vasija (m3)				
Peso aparente suelto (kg/m3)				

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil

Universidad Nacional Federico Villareal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

## Instrumento de recolección de datos para el agregado fino. (Contenido de humedad)

Procedimiento	Muestra
1. Peso tara (gr)	
2. Peso tara + suelo húmedo (gr)	
3. Peso tara + suelo seco (gr)	
4. Peso agua (gr) (2)-(3)	
5. Peso suelo seco (gr) (3)-(1)	
6. Contenido de humedad (%) $(4)/(5) \times 100$	

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil

Universidad Nacional Federico Villareal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

INFORME DE EVALUACION DE EXPERTOS

TITULO DEL PROYECTO

ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE AGREGADO  
RECICLADO - CHOSICA 2019

Apellidos y nombres del Experto: Margarita Boza Olaechua  
Grado Académico y Profesión: Magister - Ingeniería Civil  
Autor del instrumento: García Aguilar David Reynaldo  
Fecha: 25/06/2019

I. TABLA DE EVALUACION DE EXPERTOS

Mediante la tabla de evaluación de expertos usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una x en las columnas SI o NO.

ITEMS	PREGUNTAS	VALIDACION		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición cumple con el diseño adecuado?	✓		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	✓		
3	¿El instrumento de recolección de datos se menciona las variables de la investigación?	✓		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitara el logro de los objetivos de la investigación?	✓		
5	¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitara el análisis y procesamiento de dato?	✓		
6	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo para que se registre la información sin inconvenientes?	✓		
	TOTAL	↓		

Observaciones:

Lima,

Margarita Boza Olaechua  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 80500

Firma del Experto Informante

EVALUACIÓN DE EXPERTO	
RANGO DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS	
0	1
PUNTAJE TOTAL DE EVALUACION	
↓	

## INFORME DE EVALUACION DE EXPERTOS

### TITULO DEL PROYECTO

ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE AGREGADO  
RECICLADO - CHOSICA 2019

Apellidos y nombres del Experto: SANTA RICARDO PADILLA PICHEN

Grado Académico y Profesión: MG EN ING CIVIL

Autor del instrumento: García Aguilar David Reynaldo

Fecha: 23/06/2019

### I. TABLA DE EVALUACION DE EXPERTOS

Mediante la tabla de evaluación de expertos usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una x en las columnas SI o NO.

ITEMS	PREGUNTAS	VALIDACION		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición cumple con el diseño adecuado?	✓		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	✓		
3	¿El instrumento de recolección de datos se menciona las variables de la investigación?	✓		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitara el logro de los objetivos de la investigación?	✓		
5	¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitara el análisis y procesamiento de dato?	✓		
6	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo para que se registre la información sin inconvenientes?	✓		
	<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		

Observaciones:

\_\_\_\_\_

Lima,	
EVALUACIÓN DE EXPERTO	
RANGO DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS	
0	1
PUNTAJE TOTAL DE EVALUACION	
1	

  
 SANTO RICARDO PADILLA PICHEN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51630

Firma del Experto Informante

**INFORME DE EVALUACION DE EXPERTOS**

**TITULO DEL PROYECTO**

ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE AGREGADO  
RECICLADO - CHOSICA 2019

Apellidos y nombres del Experto: Carlos Danilo Minaya Rosario  
 Grado Académico y Profesión: Mg. Ing. Civil  
 Autor del instrumento: García Aguilar David Reynaldo.  
 Fecha: 20/06/2019

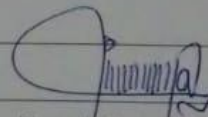
**I. TABLA DE EVALUACION DE EXPERTOS**

Mediante la tabla de evaluación de expertos usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una x en las columnas SI o NO.

ITEMS	PREGUNTAS	VALIDACION		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición cumple con el diseño adecuado?	/		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	/		
3	¿El instrumento de recolección de datos se menciona las variables de la investigación?	/		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitara el logro de los objetivos de la investigación?	/		
5	¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitara el análisis y procesamiento de dato?	/		
6	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo para que se registre la información sin inconvenientes?	/		
	<b>TOTAL</b>	/		

Observaciones:

Lima,



Firma del Experto Informante

**CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO**


INGENIERO CIVIL

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

EVALUACIÓN DE EXPERTO	
RANGO DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS	
0	1
PUNTAJE TOTAL DE EVALUACION	/




## Anexo 6. Propiedades del Agregado Fino Reciclado



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

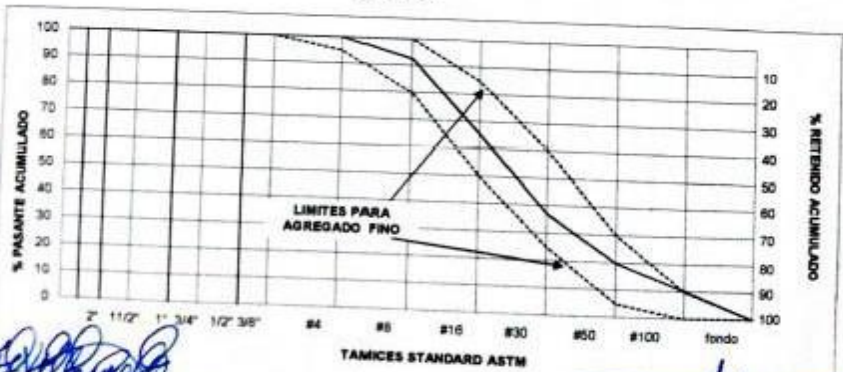
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C 136 - NTP 400.012

INFORME N°	: 002 - EXP. 025 - LEM 2019
SOLICITANTE	: GARCÍA AGUILAR DAVID REYNALDO IVÁN
PROYECTO	: ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE AGREGADO RECICLADO CHOSICA - 2019
MATERIAL	: AGREGADO RECICLADO (PASANTE TAMIZ N° 4)
FECHA	: 02/08/2019

MALLA	GRANULOMETRIA				CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
	PESO RETENIDO (gramos)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	
3"	-	-	-	-		2.75
2 1/2"	-	-	-	-		
2"	-	-	-	-		
1 1/2"	-	-	-	-		(A) peso de tara (gr) : 335.1
1"	-	-	-	-		(B) peso de muestra original húmeda (gr) : 873.7
3/4"	-	-	-	-		(C) peso de muestra seca (gr) : 839.3
1/2"	-	-	-	-		% HUMEDAD [B-C] * 100 / [C-A] : 6.82
3/8"	-	-	-	-		
#4	0.2	0.0	0.0	100.0		(D) peso de tara (gr) : 335.1
#8	37.2	7.4	7.4	92.6		(E) peso de muestra seca (gr) : 839.3
#16	137.4	27.3	34.7	65.3		(F) peso de muestra después de lavado seca (gr) : 816.8
#30	143.1	28.4	63.1	36.9		% PASANTE DE M # 200 [E-F] * 100 / [E-D] : 4.46
#50	85.9	17.0	80.1	19.9		
#100	49.6	9.8	89.9	10.1		
FONDO	50.8	10.1	100.0	0.0		OBSERVACIONES
<b>TOTAL</b>	<b>504.2</b>	<b>100.0</b>	<b>MODULO FINEZA</b>	<b>2.75</b>		

**GRAFICO**



TECNICO

CIELO, OBSCRETO Y ASFALTO

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.

Laboratorio de Ensayos de Materiales

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



## GRAVEDAD ESPECIFICA

INFORME N° : 001 - EXP. 025 - LEM 2019  
SOLICITA : GARCÍA AGUILAR DAVID REYNALDO IVÁN  
PROYECTO : ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE  
AGREGADO RECICLADO - CHOSICA - 2019  
MATERIAL : AGREGADO RECICLADO (PASANTE TAMIZ N° 4)  
FECHA : 02/08/2019

Peso Especifico Bulk (Base Seca)	:	2.204	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)	:	2.416	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Aparente (Base Seca)	:	2.797	gr / cm <sup>3</sup>
ABSORCION	:	9.61	%

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.

NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
Freddy Aguero Villanueva Osorio  
TECNICO  
SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR





## PESOS UNITARIOS

NTP 400,017

INFORME N° : 003 - EXP. 025 - LEM 2019

SOLICITANTE : GARCÍA AGUILAR DAVID REYNALDO IVÁN

PROYECTO : ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE  
AGREGADO RECICLADO - CHOSICA - 2019

MATERIAL : AGREGADO RECICLADO (PASANTE TAMIZ N° 4)

FECHA : 02/08/2019

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra (kg)	6.469	6.492	6.4735
Peso de molde (kg)	2.832	2.832	2.832
Peso de muestra (kg)	3.637	3.66	3.6415
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0.0028306	0.0028306	0.0028306
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1285	1293	1286
Contenido de humedad	0.068226894	0.068226894	0.068226894
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	<b>1206</b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7.347	7.351	7.339
Peso de molde	2.832	2.832	2.832
Peso de muestra	4.515	4.5185	4.5065
Volumen de molde	0.0028306	0.0028306	0.0028306
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1595	1596	1592
Contenido de humedad	0.068226894	0.068226894	0.068226894
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	<b>1493</b>		

  
Fredy Aguero Villanueva Osorio  
TECNICO  
EN SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

## Anexo 7. Diseño de Mezcla



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### DISEÑO DE MEZCLA

INFORME N° : 004- EXP. 025 – LEM 2019  
SOLICITA : GARCÍA AGUILAR DAVID REYNALDO IVÁN  
PROYECTO : ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE  
AGREGADO RECICLADO - CHOSICA - 2019  
FECHA : 10-08-2019

#### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 140 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

#### MATERIALES

A.-Cemento : **Sol**  
-Tipo I  
-Peso específico ..... 3.12

B.-Agua :  
-Potable, de la zona.

C.-Agregado fino :  
-Peso específico de masa 2.204 gr / cm<sup>3</sup>  
-Peso unitario suelto 1206 kg/m<sup>3</sup>  
-Peso unitario compactado 1493 kg/m<sup>3</sup>  
-Contenido de humedad 6.82 %  
-Absorción 9.61 %  
-Módulo de fineza 2.75  
-Pasante Malla N° 200 4.46 %

#### SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

  
Fredy Aguayo Villanueva Osorio  
TECNICO  
ENDA, CONCRETO Y ASFALTO

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



Continua/...

### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado, el volumen unitario de agua es de 386.5 lt/m<sup>3</sup>.

### RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.45

### FACTOR CEMENTO

F.C. :  $386.5 / 0.45 = 858.9 \text{ kg/m}^3 = 20.2 \text{ bolsas / m}^3$

### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento .....	858.9 kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva .....	386.5 lt/m <sup>3</sup>
agregado fino .....	824.5 kg/m <sup>3</sup>

### PROPORCION EN PESO

<u>858.9</u>	:	<u>824.5</u>
858.9		858.9

1 : 0.96 / 19.1 lts / bolsa

### PROPORCION EN VOLUMEN

1 : 1.19 / 19.1 lts / bolsa

  
**Fredy Aguirre Villarreal Osorio**  
**TECNICO**  
**EN BUELO, CONCRETO Y ASFALTO**

  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**Laboratorio de Ensayos de Materiales**  
**COORDINADOR**



### DISEÑO DE MEZCLA

**INFORME N° :** 005- EXP. 025 – LEM 2019  
**SOLICITA :** GARCÍA AGUILAR DAVID REYNALDO IVÁN  
**PROYECTO :** ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE  
 AGREGADO RECICLADO - CHOSICA - 2019  
**FECHA :** 12-08-2019

#### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 140 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

#### MATERIALES

**A.-Cemento :** Sol  
 -Tipo 1  
 -Peso específico ..... 3.12

**B.-Agua :**  
 -Potable, de la zona.

**C.-Agregado fino :**

-Peso específico de masa	2.204 gr / cm <sup>3</sup>
-Peso unitario suelto	1206 kg/m <sup>3</sup>
-Peso unitario compactado	1493 kg/m <sup>3</sup>
-Contenido de humedad	6.82 %
-Absorción	9.61 %
-Módulo de fineza	2.75
-Pasante Malla N° 200	4.46 %

#### SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

  
 Freddy Espino Villanueva Osorio  
**T E C N I C O**  
**MEZCLA, CONCRETO Y ASFALTO**

  
**FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.**  
**Laboratorio de Ensayos de Materiales**  
**COORDINADOR**





Continua//...

**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**

#### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado, el volumen unitario de agua es de 377.8 lt/m<sup>3</sup>.

#### RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

#### FACTOR CEMENTO

F.C. :  $787.1 / 0.48 = 787.1 \text{ kg/m}^3 = 18.5 \text{ bolsas / m}^3$

#### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento ..... 787.1 kg/m<sup>3</sup>  
 agua efectiva ..... 377.8 lt/m<sup>3</sup>  
 agregado fino ..... 795.0 kg/m<sup>3</sup>

#### PROPORCION EN PESO

$\frac{787.1}{787.1} : \frac{795}{787.1}$

1 : 1.01 / 20.4 lts / bolsa

#### PROPORCION EN VOLUMEN

1 : 1.26 / 20.4 lts / bolsa

  
Freddy Aguero Villanueva Osorio  
TECNICO  
SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

## Anexo 8. Resultados de los ensayos



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

**SOLICITA :** GARCÍA AGUILAR DAVID REYNALDO IVÁN  
**PROYECTO :** ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE AGREGADO RECICLADO - CHOBICA - 2019  
**FECHA :** lunes, 26 de agosto de 2019  
**INFORME N° :** 006 - EXP. 025 - LEM 2019

IDENTIFICACION	TEJA ARTESANAL (1er diseño)	TEJA ARTESANAL (1er diseño)	TEJA ARTESANAL (1er diseño)	*****
Fecha de Elaboración	12/08/2019	12/08/2019	12/08/2019	*****
Fecha de Rotura	26/08/2019	26/08/2019	26/08/2019	*****
Días	14	14	14	*****
Largo (cm)	36.20	36.20	36.20	*****
Peso (gr)	1849.0	1851.0	1845.0	*****
Volúmen (cm <sup>3</sup> )	831.0	833.0	829.20	*****
Luz libre entre apoyos (cm)	17	17	17	*****
Carga (Kg)	135	130	133	*****

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño NTP 339.046, 339.078

  
David Reynaldo Iván García Aguilar  
TECNICO  
SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

**SOLICITA :** GARCÍA AGUILAR DAVID REYNALDO IVÁN  
**PROYECTO :** ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE AGREGADO  
 RECICLADO - CHOSICA - 2019  
**FECHA :** lunes, 09 de septiembre de 2019  
**INFORME N° :** 007 - EXP. 025 - LEM 2019

IDENTIFICACION	TEJA ARTESANAL (1er diseño)	TEJA ARTESANAL (1er diseño)	TEJA ARTESANAL (1er diseño)	*****
Fecha de Elaboración	12/08/2019	12/08/2019	12/08/2019	*****
Fecha de Rotura	09/09/2019	09/09/2019	09/09/2019	*****
Días	28	28	28	*****
Largo (cm)	36.2	36.2	36.2	*****
Peso (gr)	1855.3	1830.0	1848.1	*****
Volúmen (cm <sup>3</sup> )	828.0	827.5	832.1	*****
Luz libre entre apoyos (cm)	17.0	17.0	17.0	*****
Carga (Kg)	152	163	155	*****

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño NTP 339.046, 339.078

  
 David Reynaldo Iván García Aguilar  
 TÉCNICO  
 SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COO/UNFV/008



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

SOLICITA : GARCÍA AGUILAR DAVID REYNALDO IVÁN  
 PROYECTO : ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE AGREGADO  
 RECICLADO - CHOSICA - 2019  
 FECHA : miércoles, 28 de agosto de 2019  
 INFORME N° : 008 - EXP. 025 - LEM 2019

IDENTIFICACION	TEJA ARTESANAL (2do diseño)	TEJA ARTESANAL (2do diseño)	TEJA ARTESANAL (2do diseño)	*****
Fecha de Elaboración	14/08/2019	14/08/2019	14/08/2019	*****
Fecha de Rotura	28/08/2019	28/08/2019	28/08/2019	*****
Días	14	14	14	*****
Largo (cm)	36.20	36.20	36.20	*****
Peso (gr)	1815.0	1829.0	1845.0	*****
Volúmen (cm <sup>3</sup> )	825.0	828.0	823.0	*****
Luz libre entre apoyos (cm)	17	17	17	*****
Carga (Kg)	96	105	99	*****

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño NTP 339.046, 339.078

  
 David Reynaldo Iván García Aguilar  
 TECNICO  
 SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR





"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

SOLICITA : GARCÍA AGUILAR DAVID REYNALDO IVÁN  
 PROYECTO : ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE AGREGADO  
 RECICLADO - CHOSICA - 2019  
 FECHA : miércoles, 11 de septiembre de 2019  
 INFORME N° : 009 - EXP. 025 - LEM 2019

IDENTIFICACION	TEJA ARTESANAL (2do diseño)	TEJA ARTESANAL (2do diseño)	TEJA ARTESANAL (2do diseño)	*****
Fecha de Elaboración	14/08/2019	14/08/2019	14/08/2019	*****
Fecha de Rotura	11/09/2019	11/09/2019	11/09/2019	*****
Días	28	28	28	*****
Largo (cm)	36.20	36.20	36.20	*****
Peso (gr)	1815.0	1829.0	1845.0	*****
Volúmen (cm <sup>3</sup> )	835.2	833.6	830.10	*****
Luz libre entre apoyos (cm)	17	17	17	*****
Carga (Kg)	115	117	112	*****

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño NTP 339.046, 339.078

  
 Fredy Aguirre Villanueva Onorio  
 TECNICO  
 SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

SOLICITA : GARCÍA AGUILAR DAVID REYNALDO IVÁN  
 PROYECTO : ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE AGREGADO  
 RECICLADO - CHOSICA - 2019  
 FECHA : martes, 17 de septiembre de 2019  
 INFORME N° : 010 - EXP. 025 - LEM 2019

IDENTIFICACION	TEJA COMERCIAL	TEJA COMERCIAL	TEJA COMERCIAL	*****
Fecha de Elaboración	_____	_____	_____	*****
Fecha de Rotura	17/09/2019	17/09/2019	17/09/2019	*****
Largo (cm)	35.0	35.0	35.0	*****
Peso (gr)	1315.0	1318.0	1316.0	*****
Volúmen (cm <sup>3</sup> )	522.0	525.0	528.1	*****
Luz libre entre apoyos (cm)	17	17	17	*****
Carga (Kg)	131	129	133	*****

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño NTP 339.046, 339.078

  
 Diego de Agüero Villanueva Osorio  
 TECNICO  
 HERRA, CONCRETO Y ASFALTO

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

SOLICITA : GARCÍA AGUILAR DAVID REYNALDO IVÁN  
 PROYECTO : ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE AGREGADO  
 RECICLADO - CHOSICA - 2019  
 FECHA : jueves, 10 de octubre de 2019  
 INFORME N° : 011 - EXP. 025 - LEM 2019

IDENTIFICACION	TEJA ARTESANAL (DURABILIDAD) (1er diseño)	TEJA ARTESANAL (DURABILIDAD) (1er diseño)	TEJA ARTESANAL (DURABILIDAD) (1er diseño)	*****
Fecha de Elaboración	12/08/2019	12/08/2019	12/08/2019	*****
Fecha de Rotura	10/10/2019	10/10/2019	10/10/2019	*****
Días	59	59	59	*****
Largo (cm)	36.20	36.20	36.20	*****
Peso (gr)	1802.3	1805.3	1800.8	*****
Volúmen (cm <sup>3</sup> )	810.9	804.2	801.40	*****
Luz libre entre apoyos (cm)	17	17	17	*****
Carga (Kg)	144	153	147	*****

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño NTP 339.046, 339.078

  
 TECNICO  
 BARRA, CONCRETO Y ASFALTO

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 @DORINAUSA



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

SOLICITA : GARCÍA AGUILAR DAVID REYNALDO IVÁN  
 PROYECTO : ELABORACIÓN DE TEJAS DE MICROCEMENTO A BASE DE AGREGADO  
 RECICLADO - CHOSICA - 2019  
 FECHA : jueves, 10 de octubre de 2019  
 INFORME N° : 012 - EXP. 025 - LEM 2019

IDENTIFICACION	TEJA COMERCIAL (DURABILIDAD)	TEJA COMERCIAL (DURABILIDAD)	TEJA COMERCIAL (DURABILIDAD)	*****
Fecha de Elaboración	_____	_____	_____	*****
Fecha de Rotura	10/10/2019	10/10/2019	10/10/2019	*****
Largo (cm)	35.0	35.0	35.0	*****
Peso (gr)	1310.0	1305.3	1303.1	*****
Volúmen (cm <sup>3</sup> )	490.0	495.1	493.5	*****
Luz libre entre apoyos (cm)	17	17	17	*****
Carga (Kg)	129	125	128	*****

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño NTP 339.046, 339.078

  
 Freddy Aguirre Villanueva Osorio  
 TECNICO  
 SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADORA