UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL
27/09/17
OFICINA EJECUTIVA DE BIBLIOTECA Y PUBLICACIONES

" Resistencia a la adherencia entre el concreto y tablero contrachapado de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (lupuna blanca) utilizando resina epoxica y laca protectora de encofrados con tres gramajes, Pucallpa.".

TESIS PARA OPTAR TITULO DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

JORGE AUGUSTO ALENCAR VELA

PUCALLPA – PERU

2017

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Tesis aprobada por el jurado de la facultad de ciencias forestales y ambientales de la universidad nacional de Ucayali, conformada por:

Ing. M.Sc. David Gerardo Lluncor Mendoza ..... Presidente

Dr. Carlos panduro Carbajal ..... Miembro

Ing. M.Sc. Pedro Campos Cabrera ..... Miembro

Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas ..... Asesor

Bach. Jorge Augusto Alencar vela ..... Tesista

DEDICATORIA

A Dios nuestro señor por darme salud, vida y guiar mi existencia

A mi madre Teresa de Jesús Vela Da Fonseca, quien hizo de mí una persona de bien, con principios morales muy Sólidos.

A mis hermanos Danny, Carlos y Carolina quienes me brindaron su apoyo en todo momento.

A mi Alma Mater por acogerme en su seno y formarme profesionalmente

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, que a través de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales – Escuela Profesional de Ingeniería Forestal por haberme formado moral, académica y profesional.

A mi asesor Dr. MANUEL IVAN SALVADOR CARDENAS, por brindarme sus conocimientos, su apoyo y sobre todo su amistad.

A los miembros del jurado son: Ing. M.Sc. David Lluncor Mendoza, Dr. Carlos Panduro Carbajal, y al Ing. M.Sc. Pedro Campos Cabrera; que gracias a sus consejos me apoyaron a rectificar y culminar mi tesis.

Al Dr. MOISÉS PASCUAL ACEVEDO MALLQUE, Prof. LUIS SHUSEKI YOZA YOZA docentes de la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, y al Ing. M.Sc. PEDRO PABLO REYES INCA Investigador forestal INIA, por su amistad y por su ayuda en la parte de los ensayos mecánicos y sus conocimientos que me ayudaron a culminar mi tesis.

Al Ing. RAÚL VELA SÁNCHEZ, por ayudarme, aconsejarme, enseñarme con sus conocimientos y experiencias como ingeniero civil y aplicarlo en mi tesis para realizar de la mejor manera, pese a las limitaciones.

A mi familia mis padres y hermanos, por darme las ganas, el entusiasmo de nunca rendirme y seguir adelante en mis metas.

A mis amigos y sin excluir a ninguno, por su apoyo ya sea de manera directa e indirecta, por su amistad y solidaridad.

INDICE

Página	
INTRODUCCIÓN	01
CAPITULO I MARCO TEÓRICO	02
1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA	02
1.2 JUSTIFICACION	02
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	03
1.3.1 Objetivo general	03
1.3.2 Objetivos específicos	03
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	04
2.1 ANTECEDENTES DE TRABAJOS REALIZADOS	04
2.2 ANTECEDENTES DE LA ESPECIE Ceiba pentandra	05
2.2.1. ***Ceiba pentandra*** L. Gaerth (lupuna blanca)	05
2.3 PLANTEAMIENTO TEORICO DEL PROBLEMA	06
2.3.1. Definición de tablero contrachapado	05
2.3.2. Adherencia	07
2.3.3. Encofrados	10
2.3.4. Desencofrados	11
2.3.5. Concreto	12
2.3.6. Coeficiente de rozamiento	12
2.3.7. Agentes desmoldantes	13
2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	17
CAPITULO III: METODOLOGÍA	18
3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.	18
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.	18
3.2.1 Universo o población	18
3.2.2 Muestra	18
3.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	19
3.3.1 Equipos y materiales de campo	19

3.4 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 19
3.4.1 Laboratorio de carpintería 19
3.4.2 Laboratorio de propiedades mecánicas de la madera 20
3.4.3 Dosificación de la mezcla del concreto 20
3.4.4 Llenado y fraguado del concreto 20
3.4.5 Aplicación de los agentes desmoldantes 20
3.5. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS DE TRACCION 21
3.5.1 Esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado 21
3.6. PRUEBA DE COEFICIENTE DE ROZAMIENTO 22
3.6.1 Evaluación de la superficie del área del concreto 22
3.7. TRATAMIENTOS DE DATOS 22

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION 24
4.1 Adherencia entre concreto 245 fc' y tablero contrachapado utilizando agentes desmoldantes 24
4.1.1 Esfuerzo de tracción 24
4.1.2 Relación entre esfuerzo de tracción y gramaje de la laca protectora 31
4.1.3 Relación entre esfuerzo de tracción y gramaje de la resina epoxica 32
4.2 CALIDAD DE SUPERFICIE EL CONCRETO 34
4.2.1 Valores de coeficiente de rozamiento de la superficie concreto 34
4.2.2 Relación entre esfuerzo de tracción y los gramajes de la laca Protectora para encofrados 40
4.2.3 Relación entre esfuerzo de tracción y los gramajes de la Resina Epoxica 41

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 44
5.1 CONCLUSIONES 44
5.2 RECOMENDACIONES 45

BIBLIOGRAFÍA 46

ANEXOS 49

INDICE DEL CUADROS

Pag.

Cuadro 1: Valores de fricción superficial entre suelos y materiales de construcción 4

Cuadro 2: Valores promedios de los gramajes de los agentes desmoldantes 21

Cuadro 3: Esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes y cuatro gramajes 25

Cuadro 4: Análisis de varianza de la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado. 25

Cuadro 5: Esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes y gramaje 1 27

Cuadro 6: Prueba de dos medias de muestras independientes de la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado 27

Cuadro 7: Esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes y gramaje 2 27

Cuadro 8: Prueba de dos medias de muestras independientes de la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado 28

Cuadro 9: Esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes y gramaje 3 28

Cuadro 10: Prueba de dos medias de muestras independientes de la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado 29

Cuadro 11: Valores del gramaje y el esfuerzo de tracción de la laca protectora de encofrados 31

Cuadro 12: Análisis de correlación y regresión entre el gramaje y el esfuerzo de tracción de la laca protectora de encofrados 31

tratada con resina epoxica 42

INDICE DE FIGURAS

Pag.

Figura 01: Prueba de esfuerzo de tracción entre concreto y tablero contrachapado 21

Figura 02: Prueba de coeficiente de rozamiento entre el concreto y tablero Contrachapado 22

Figura 03: Interacción significativa del esfuerzo de tracción entre el concreto 245 fc´ y tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes 26

Figura 04: Relación entre el gramaje y el esfuerzo de tracción de la laca protectora de encofrados 32

Figura 05: Relación entre el gramaje y el esfuerzo de tracción de la resina epoxica 33

Figura 06: Interacción significativa del coeficiente de rozamiento entre el concreto 245 fc´ y tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes 36

Figura 07: Relación entre los gramajes de la laca protectora para encofrados y el coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto 41

RESUMEN

Los objetivos específicos del estudio fueron: Evaluar la resistencia a la *adherencia* entre el concreto y tablero contrachapado de ***Ceiba pentandra*** (lupuna blanca) sin ningún agente desmoldante y utilizando resina epoxi y laca protectora de encofrados con tres gramajes, evaluar la calidad de la superficie del concreto como consecuencia del uso de la resina epoxica y laca protectora para encofrados con tres gramajes con relación a la superficie del concreto sin ningún agente desmoldante, determinar la relación entre gramaje con el esfuerzo de tracción y gramaje con el coeficiente de rozamiento.

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Tecnología de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali. Los ensayos de esfuerzo de tracción y coeficiente de rozamiento en el laboratorio de propiedades mecánicas de la madera de la universidad nacional agraria la molina se realizaron conforme a la NORMA ASTM D-3500.90, D-1640, y prueba de coeficiente de rozamiento.

Los resultados mostraron que el menor esfuerzo de tracción (efecto desmoldante) entre concreto y tablero contrachapado de Ceiba pentandra siendo 0.39 kg-f/cm^2 con el gramaje tres y 0.80 kg-f/cm^2 con la resina epoxica. El menor coeficiente de rozamiento siendo f ϕ: 0.26 con resina epoxica los gramajes dos y tres, y con laca protectora para encofrados es f ϕ: 0.42 y f ϕ: 0.44 con el gramaje dos y tres. En resumen se concluyó que no existe relación significativa entre el gramaje de los agentes desmoldantes y el esfuerzo de tracción del concreto 245fc´ pero si es necesario para mejorar la calidad de la superficie del hormigón visto.

Palabras clave: Gramaje, efecto desmoldante, coeficiente de rozamiento, ***Ceiba pentandra***, lupuna blanca, hormigón visto.

ABSTRACT

The specific objectives of the study were: To evaluate the adhesion resistance between the concrete and ***Ceiba pentandra*** plywood board (white lupuna) without any release agents and using epoxy resin and protective coatings of three weight formulations, to evaluate the surface quality of Concrete as a consequence of the use of epoxy resin and protective coatings of three-gram formwork with respect to the concrete surface without any release agent, determine the relationship between grammage with tensile strength and grammage with coefficient of friction.

The study was carried out in the laboratory of Carpentry Technology of the National University of Ucayali. The tests of tensile stress and coefficient of friction in the laboratory of mechanical properties of the wood of the national university agrarian mill were made according to the ASTM STANDARD D3500-90, D-1640.

The results showed that the lowest tensile stress (concrete release effect) between concrete and Ceiba pentandra plywood being 0.39 kg-f / cm2 with the weight three and 0.80 kg-f / cm2 with the epoxy resin. The lowest coefficient of friction being f ϕ: 0.26 with epoxy resin weight two and three, and with protective lacquer for formwork is f ϕ: 0.42 and f ϕ: 0.44 with grammage two and three. In summary, it was concluded that there is no significant relationship between the weight of the release agents and the tensile strength of the concrete 245 but if necessary to improve the quality of the surface of the concrete seen.

Palabras clave: Grammage, release agent, coefficient of friction, Ceiba pentandra, white lupuna, concrete seen.

INTRODUCCION

Los tableros contrachapados en la industria de la construcción son utilizados para dar forma al concreto para estructuras (columnas, muros de contención, losas de rodamiento, bermas, veredas, canaletas, etc.), provocando alza en la demanda de estos tableros en especial de la especie lupuna banca (***Ceiba pentandra***), que le otorga al concreto un acabado de muy buena calidad en la superficie al contacto del concreto y el tablero contrachapado.

Uno de los principales problemas en la industria de la construcción es la adherencia o el efecto abrasivo del concreto en superficies de madera o tableros laminados que se utiliza para moldear a las estructuras de concreto, sin embargo el efecto abrasivo del concreto en la madera o el tablero contrachapado al momento de desmoldar (desencofrar), tiende a romper las fibras de la madera expuesta al contacto con el concreto.

En el mercado se encuentran productos que actúan como agente desencofrante que son aplicados en la superficie de la madera y tablero contrachapado para reducir el efecto de adherencia y anclaje del concreto desconociéndose el gramaje apropiado de cada uno de los agentes desmoldantes para reducir el esfuerzo de tracción y mejorar la calidad del concreto u hormigón visto.

Frente a esta situación se hizo necesario realizar el presente trabajo de investigación con la finalidad de reducir el problema de adherencia y mejorar la calidad de superficie del concreto en la industria de la construcción.

CAPITULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la industria de la construcción se realiza los llamados encofrados que le dan forma al concreto presentándose una fuerte adherencia entre el concreto y la madera, y como consecuencia de ello una superficie del concreto de baja calidad. La aparición en el mercado de agentes desmoldantes permitió, plantear las siguientes interrogantes:

¿Los agentes desmoldantes reducirán la adherencia entre el concreto y la madera?, ¿los agentes desmoldantes mejoraran la calidad de superficie del hormigón visto?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Los resultados del presente trabajo de investigación ha permitido determinar que agentes desmoldantes, y con qué gramaje ha permitido reducir la adherencia entre el concreto y tablero contrachapado en encofrados. Asimismo ha permitido determinar que agentes desmoldantes y con qué gramaje se obtuvo mejor calidad de la superficie de un hormigón visto.

Esta información beneficiara a las empresas, obreros, técnicos, profesionales dedicados a la industria de la construcción, así como a los comerciantes de materiales de construcción. Por otro lado incrementaría la información sobre el uso de la madera en la construcción beneficiando a estudiantes de ingeniería civil, ingeniería forestal, arquitectura, construcción civil entre otros.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo general

Determinar la resistencia a la adherencia entre el concreto y el tablero contrachapado de Ceiba pentandra (lupuna blanca) utilizando resina epoxi y laca protectora de encofrados con tres gramajes.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Evaluar la resistencia a la adherencia entre el concreto y el tablero contrachapado de Ceiba pentandra (lupuna blanca) utilizando laca protectora para encofrados y resina epoxica con tres gramajes y sin ningún agente desmoldante.
- Evaluar la calidad de la superficie del concreto como consecuencia del uso de la resina epoxica y laca protectora de encofrados con tres gramajes con relación a la superficie del concreto y sin ningún compuesto químico.
- Determinar si existe relación significativa entre los factores gramaje de los agentes desmoldantes versus esfuerzo de tracción y gramaje versus coeficiente de rozamiento.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE TRABAJOS REALIZADOS

Chiguay. (2007), quien midió la adherencia por compresión utilizando varios agentes desmoldantes, obteniendo menor adherencia con el bambú andino tratada con aceite de linaza cuyo valor fue de 1.52 kg-f/cm^2 y tratada con carbonileo de petróleo 1.75 kg-f/cm^2. También midió la adherencia habiendo obtenido datos de mayor adherencia con el bambú andino tratada con xyladecor cuyo valor fue de 122 kg-f/cm^2, tratada con algifolcor 9.91 kg-f/ cm^2, tratada con neopren-arena cuyo valor fue de 9.52 kg-f/cm^2, tratada con sellador de maderas cuyo valor fue de 5.1 kg-f/cm^2, tratada ninguna sustancia química cuyo valor fue de 4.07 kg-f/ cm^2, tratada con wet proof cuyo valor fue de 3.98 kg-f/ cm^2, tratada con silicato de sodio cuyo valor fue de 3.08 kg-f/cm^2.

Potyondy, (1961), menciona que la rugosidad superficial de madera varía de acuerdo al sentido de las fibras. Tal es así que el rozamiento paralelo a las fibras es menor que el rozamiento perpendicular a las fibras con cuatro materiales ensayados dichos valores se muestran en el cuadro 01.

Cuadro 01 Valores de fricción superficial entre suelos y materiales de construcción.

Material	Rugosidad superficial	Arena		limo sin cohesión			suelo granular		ARCILLA	
		seca	sat	seca	sat		sat	seca		
		densa		denso	Flojo	denso	50% arena + 50% arena		D<0.06mm	
		f Ø	f Ø	f Ø	f Ø	f Ø	f Ø	f Ø	f Ø	f Ø
madera	1	0.76	0.85	0.92	0.55	0.87	0.80	0.20	0.60	0.85
	2	0.88	0.89	0.98	0.63	0.95	0.90	0.40	0.70	0.85

(1) Rozamiento paralelo a la fibra.

(2) Rozamiento perpendicular a la fibra

2.2 ANTECEDENTES DE LA ESPECIE *Ceiba pentandra.*

2.1.1 *Ceiba pentandra L. Gaerth (lupuna blanca)*

a) Clasificación taxonómica

Arostegui (1982), La madera de ***Ceiba pentandra*** (lupuna blanca) presenta las siguientes características y propiedades:

Reino	:	Plantae.
División	:	Magnoliophyta.
Clase	:	Magnoliopsida
Sub clase	:	Dilleniidae
Orden	:	Malvales
Familia	:	malvaceae
Género	:	Ceiba
Especie	:	*Ceiba pentandra*
Nombre común	.	Lupuna Blanca

b) Características organolépticas

La madera cuando seca, tiene un color pardo grisáceo, algunas veces con un tinte rosado, frecuentemente descoloreado por la acción del hongo; existe poca diferencia entre la albura y el duramen, de veteado suave; olor y sabor ausentes, lustro, bajo o ligeramente ilustrosa según el ángulo de reflexión de la luz, líneas vasculares claramente visibles a simple vista, desde finas hasta muy anchas, poco numerosas, grano variado, recto oblicuo y entrecruzado; textura gruesa; dureza, muy blanda, fácil de trabajar con herramientas manuales, aserrándose sin dificultad a lo largo del grano, pero en sentido transversal, produce superficies vellosas, durabilidad (1), de resistencia extremadamente baja a la pudrición y al ataque de insectos.

c) Propiedades fisicas

- Densidad básica : 0.28 gr/cm^3
- Contracción volumétrica : 10.70 %
- Relación t/r : 1.50
- Contracción tangencial : 9.01 %

- Contracción radial : 3.10 %.

d) Durabilidad

Es una madera muy susceptible a la pudrición. Pierde más de 30% de su peso al ser atacada por los hongos, termitas e insectos de madera seca. En el tratamiento a presión por célula llena y con sales, tanto la albura como el duramen son fácilmente penetrables, con una penetración total regular, muy alta absorción y una impregnabilidad buena.

e) Usos

Laminados para carpintería en general, también tiene una aptitud papelera aceptable (pulpa), triplay (alma).

2.3 PLANTEAMIENTO TEORICO DEL PROBLEMA

2.3.1 Definición de tablero contrachapado

El término contrachapado a paneles en los que el elemento de sostén es una tabla de cierto grosor predeterminado y va en lugar del alma corriente de chapa. Aunque el contrachapado es una forma de construcción laminada, el término laminado aplicado a madera indica paneles multifolios, vigas y otras estructuras en las que la dirección de las vetas de todas las partes de conjunto son paralelas. (Panshin, 1959).

Como su nombre lo indica, se fabrica a partir de láminas que son dispuestas unas con otras en contrasentido, esto es para darle más rigidez al producto, el número impar de capas que se le pongan pueden ser: 3, 5, 7, 9, las cuales son pegadas con un adhesivo especial, este producto para lograr ser Triplay pasa por el siguiente proceso de fabricación (Grupo Scavino).

El proceso tradicional del triplay consta del descortezado de la troza, laminado o debobinado, cizallado o trozado de láminas, secado de láminas, encolado y conformado, prensado, escuadrado, lijado y el acabado. A éste proceso productivo se pretende incorporar en la

etapa inicial el tratamiento térmico de la madera después del descortezado para facilitar el laminado y para que no ocasione deficiencias en las demás etapas del proceso productivo. Las características del producto (textura, brillo, veteado, color, flexibilidad) que se obtendrá de al menos una especie no tradicional será según su propia característica y de los resultados del tratamiento térmico, pero se pretende que sea de apariencia similar al triplay de lupuna; las medidas de las planchas de triplay de medida estándar 15mmx1.2mx2.4m.

a) Propiedades físicas y mecánicas de tableros contrachapados

Según Vignote y Jiménez (1996) las propiedades de los contrachapados y de la madera sólida son muy similares. Por no contarse con valores de esfuerzo en el límite de proporcionalidad registrados específicamente para contrachapados serán comparados respecto a los valores de la madera de pino.

b) Usos y aplicaciones

Panshin (1959), agrupa las posibles aplicaciones de los tableros contrachapados en los siguientes rubros un tanto imprecisos, pero que muestran la diversidad de aplicaciones de los tableros contrachapados: Uso en la industria de la construcción: aceras, cimientos curvos de viviendas, rascacielos, diques o puentes, tejados, cubiertas de pared, suelos y subsuelos, forro para cubrimiento de enlucidos, tableros mural, decoración, acabado de áticos y basamentos, tabiques secundarios y desvanes, garajes, construcciones rurales como establos y gallineros, revestimientos interiores y exteriores, casas prefabricadas.

Uso en la ebanistería: muebles corrientes y de calidad, tableros y alas de las mesas, respaldos de caja, frentes y fondos de cajón, respaldos de espejo, muebles para máquinas de coser, adornos, asientos y respaldos de sillas de aulas y teatros, bancos para iglesia. Se aplican a muebles de comedor, armarios, libreros y

botiquines. No se usa en las patas del mueble, travesaños de silla, mecedoras y demás partes macizas.

Usos industriales: carrocerías de camiones y de barcos, revestimiento de hospitales y restaurantes y recientemente de trenes aerodinámicos. Tableros de mesa, equipos de oficina y paneles de pared, construcción de vagones de carga como revestimiento y vagones viajeros.

Otros usos: construcción de botes, revestimiento de trasatlánticos, fabricación de casas remolcables. En la industria automotriz para tableros de suelo, entrepaños, bastidores de tapicería. En la industria cinematográfica para la construcción de escenarios. Para construcción de aviones y planeadores. Elaboración de puertas, baúles, cajas de viaje, cajones de embalaje, cestas de frutas y verduras, juguetes, jaulas, tableros para tenis de mesa, patrones, tableros de anuncio y/o exposición, tablas de muestra (gamas) y aparatos de diversión..

2.3.2. Adherencia.

Esfuerzo que se opone a la separación de dos cuerpos que se hallan en contacto. La adherencia es una medición de la fractura, cuyo proceso determina donde se localiza el mayor esfuerzo bajo condiciones específicas de ensayo Limusa. (1999).

Resistencia tangencial que se produce en la superficie de contacto de dos cuerpos cuando se intenta que uno se deslice sobre otro. WordReference. 2016.

De la interacción de madera con adhesivo Poblete (2001) reconoce tres tipos de fuerzas. Estas fuerzas que mantienen la unión son:

- Cohesión: Fuerza desarrollada entre las moléculas del adhesivo.
- Adhesión específica: Fuerza de naturaleza química desarrollada

por una molécula de adhesivo y la superficie de la madera.

- Adhesión mecánica: Correspondiente al anclaje mecánico producido por la penetración del adhesivo en la madera.

Si no existiese adherencia del concreto serían incapaces de tomar el menor esfuerzo de tracción, no acompañaría al hormigón en sus deformaciones, con lo que al producirse fisuras en éste (hormigón), sobrevendría bruscamente la rotura.

2.3.2.1 Mecanismos de adhesión

Cuatro mecanismos han sido propuestos para explicar por qué un material se adhiere a otro.

a) Adherencia mecánica

KENDALL. (1994), Los materiales adhesivos rellenan los huecos o poros de las superficies manteniendo las superficies unidas por enclavamiento. Existen formas a gran escala de costura, otras veces a media escala como el velcro y algunos adhesivos textiles que funcionan a escalas pequeñas. Es un método similar a la tensión superficial. Correspondiente al anclaje mecánico producido por la penetración del adhesivo en la madera. Adhesión -Rozamiento (Tensiones tangentes en el hormigón) - Acuñamiento (Caso de barras corrugadas).

b) Adherencia química

Dos materiales pueden formar un compuesto al unirse. Las uniones más fuertes se producen entre átomos donde hay permutación (enlace iónico) o se comparten electrones (enlace covalente). Un enlace más débil se produce cuando un átomo de hidrógeno que ya forma parte de una partícula se ve atraída por otra de nitrógeno, oxígeno o flúor, en ese caso hablaríamos de un puente de hidrógeno. La adhesión química se produce cuando los átomos de la interfaz de dos superficies separadas forman enlaces iónicos, covalentes o enlaces de hidrógeno.

c) Adherencia dispersiva

MAEDA. (2002), En la adhesión dispersiva, dos materiales se mantienen unidos por las fuerzas de van der Waals: la atracción entre dos moléculas, cada una de las cuales tiene regiones de carga positiva y negativa. En este caso, cada molécula tiene una región de mayor carga positiva o negativa que se une a la siguiente de carga contraria. Este efecto puede ser una propiedad permanente o temporal debido al movimiento continuo de los electrones en una región.

d) Adherencia difusiva

MAEDA. (2002), Algunos materiales pueden unirse en la interfase por difusión. Esto puede ocurrir cuando las moléculas de ambos materiales son móviles y solubles el uno en el otro. Esto sería particularmente eficaz con las cadenas de polímero en donde un extremo de la molécula se difunde en el otro material.

2.3.3 Encofrados.

En un molde su función del encofrado es mantener el concreto, transmitiendo la forma geométrica y la textura superficial deseadas del hormigón durante su periodo de fraguado y endurecimiento inicial. Tanto la naturaleza de los materiales empleados (madera, plástico, metal, etc) en la superficie de contacto entre encofrado y hormigón, como su textura, determinan el acabado superficial que se desea obtener **Oribe. Y. (2014).**

2.3.3.1 Materiales para encofrados

Pérez. (1994), Los materiales más usados en la elaboración de encofrados para la construcción son: madera, acero y fibra de vidrio. Con esto no quiere decir que no se puede emplear cualquier otro material que sea idóneo para la elaboración de los encofrados y se puedan obtener los resultados deseados.

Para realizar una buena elección respecto al material que se va usar en la elaboración del encofrado deberá tomarse en cuenta los siguientes

factores:

- Que el material posea una adecuada resistencia para que pueda soportar las cargas de diseño.
- Que su relación entre el costo inicial y el número de reúsos sea adecuada.
- Que el manejo en obra del encofrado permita una rápida evolución en la construcción de la estructura.

Para información solo describiremos la madera como material de encofrado:

i. Madera

Limusa. (1999), La adherencia de la madera con el concreto a través de fuerzas capilares y moleculares desarrolladas en la interface; en otras palabras es como si la madera absorbiese pasta cementante, ayudado por el efecto de la retracción.

Pérez. (1994), La madera empleada para la elaboración de los encofrados deberá estar seca y sin defectos que afecten su resistencia, aspecto o durabilidad. Siempre que sea posible se emplearan maderas de color blanco o blanquecino.

Las madera que actualmente se utiliza como encofrado con mayor frecuencia en la elaboración de los encofrados son: quinilla, catahua, Utucuro, capinuri, yacushapana, etc. (Expediente Técnico Carretera antigua Yarina Cocha. 2012).

Una de las ventajas de usar madera para la elaboración de encofrados es su bajo costo inicial y su fácil manipulación en obra.

2.3.4 Desencofrados.

Es el último paso a seguir en el encofrado de las estructuras de concreto armado. Los encofrados y puntales deben ser construidos de tal forma que puedan ser removidos fácilmente y de forma segura, sin impactos o choques bruscos.

El retiro del encofrado está basado en ensayos elaborados al concreto que demuestren la resistencia del mismo y su capacidad de auto-soportarse: el desarrollo de la resistencia del concreto depende del tipo de cemento, temperatura del medio ambiente y aditivos agregados, factores que hacen variar los periodos para los desencofrados (Pérez. 1994).

Según la norma ACI – 93 "guía para encofrado de concreto" del comité 347, los periodos de desencofrado (a partir del momento del fraguado del concreto).

2.3.5 Concreto.

Es un conglomerado pétreo artificial que se prepara mezclando una pasta de cemento con agua, arena, piedra triturada y grava u otro material inerte. La sustancia químicamente activa de la mezcla es el cemento, el cual se une físico y químicamente con el agua y al endurecerse liga los agregados para formar una masa sólida semejante a una piedra, Chiguay, (2007).

2.3.4.1 Presión del concreto sobre la superficie de la madera

Entre los factores que afectan esta presión se pueden incluir:

- Ritmo de vaciado del hormigón.
- Temperatura del hormigón.
- Dosificación de la mezcla.
- Asentamiento.
- Método de compactación.
- Impacto producido por el vaciado.
- Forma y dimensiones del encofrado.
- Cantidad y distribución del acero de refuerzo.
- Peso del hormigón (Gravedad).
- Altura de colocación.

2.3.6 Coeficiente de rozamiento.

Jara. (2009), El coeficiente de rozamiento o coeficiente de fricción

expresa la oposición al deslizamiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto.

El valor del coeficiente de rozamiento es característico de cada par de materiales en contacto; no es una propiedad intrínseca de un material. Depende además de muchos factores como la temperatura, el acabado de las superficies, la velocidad relativa entre las superficies, etc. La naturaleza de este tipo de fuerza está ligada a las interacciones de las partículas microscópicas de las dos superficies implicadas.

2.3.7 Agentes desmoldantes

López. (2008), Son productos que tienen un efecto desencofrante físico y químico, garantizados por la componente oleaginosa y los aditivos, respectivamente los ácidos grasos o esteres son los componentes que en general activan la separación. Una reacción química entre los grupos COOH de los ácidos grasos y el hidróxido de calcio produce el llamado "jabón de cal". Las últimas innovaciones con emulsiones vegetales, mejoran aún más uniformidad del color y evitan rechupes, además de no tener efectos perjudiciales sobre las personas y el medio ambiente.

2.3.4.1 Descripción de los agentes desmoldantes

A. Resina epoxica

Componentes elaborado a base resina epoxica y curado con resinas poliamidas modificadas de gran flexibilidad y resistencia al impacto asi como ataques químicos. De buena nivelación, brillo, poder cubriente y fuerte adherencia a la gran mayoría de superficies. ideal para proteger instalaciones industriales y de uso marino como estructuras, maquinaria, equipos, tanques de almacenamiento, interiores de bodegas, embarcaciones, etc.

- Rendimiento 63 m^2 / gl
- Secado al tacto 2 horas
- Secado total 8 horas.
- Diluciónañadir como máximo 20% de diluyente.
- Diluyente Aurothinner Epoxi Ns.

- Aplicar con Rodillo, brocha, pistola.

B. Laca protectora para encofrados

Es una laca formulada a base de poliuretano que al secarse produce una membrana de alta dureza que estanca al agua y resiste los álcalis del cemento, así como el efecto abrasivo de la vibración del concreto. Protege el encofrado de madera o triplay, aumentando su duración y facilitando rápidamente el desencofrado. Tiene alta eficiencia como sellador, concentra la lechada del concreto en su parte externa, dando como resultado una alta calidad de hormigón visto.

B.1 Ventajas

- Fácil de aplicar, obteniéndose una membrana más gruesa y resistente.
- Se logra una superficie de hormigón visto de alta calidad.
- Mayor vida de la madera o triplay y mayor rendimiento.
- Con una sola aplicación se puede utilizar 4 veces el mismo encofrado.
- Su eficacia como desmoldante evitará romper las planchas al tratar de despegarlas del concreto.

B.2 Usos

Como laca desmoldante para encofrados de madera y triplay que serán usados en la elaboración del hormigón visto.

B.3 Datos técnicos

• Apariencia:	Líquido
• Color:	Transparente
• Peso específico (kg/gal):	3.710 – 3.740
• Contenido de Sólidos %:	39.5 – 42.5
• Tiempo de Secado al tacto:	50 min - 1 hora aproximadamente
• VOC (gr/lt):	586.1

B.4 Preparación y aplicación del producto

B.4.1 Aplicación

Se puede aplicar con brocha, rodillo, mota, soplete o por inmersión. - Use planchas limpias, bien fijadas o resanadas con CHEMASILLA SP.

No aplique sobre planchas aceitosas o con petróleo.

B.4.2 Instrucciones

- Lije bien la madera, especialmente si se trata de planchas de triplay.
- Resane los poros y cavidades con CHEMASILLA SP disuelta con agua. Lije nuevamente cuando esté completamente seca.
- Diluya CHEMALAC con una parte igual de SOLVENTE PARA CHEMALAC, CHEMALAC 2, CHEMALAC EXTRA (NC) y aplíquela sobre el triplay como imprimación.
- Antes que seque completamente el imprimante aplique una mano de CHEMALAC puro de manera uniforme.
- El tiempo promedio de secado es de 12 horas, disminuyendo el tiempo a mayores temperaturas.
- Se recomienda esperar 24 horas para poner en servicio el encofrado.

B.4.2.1 Limpieza

Antes del secado limpiar las herramientas con SOLVENTE PARA CHEMALAC, CHEMALAC 2, CHEMALAC EXTRA (NC), xilol, toluol, acetona o thinner convencional.

B.4.2.2 Rendimiento

Dependiendo de la calidad del tablero laminado un promedio de 15 m^2/ gal.

B.4.3 Almacenamiento

1 año en lugar seco y ventilado en envase herméticamente cerrado, una vez abierto hasta que se pueda aplicar el CHEMALAC (antes de su endurecimiento).

C. Precauciones y recomendaciones

- No agregue ni salpique con agua, ni use envases húmedos.
- No use thinner ni otros disolventes que no sea el SOLVENTE PARA CHEMALAC, CHEMALAC 2, CHEMALAC EXTRA (NC) de Chema.
- No exponer al sol directamente durante el proceso de laqueado hasta quedar completamente seco.
- En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).
- Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.
- No comer ni beber mientras manipula el producto.
- Lavarse las manos luego de manipular el producto.
- Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo.
- Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados.
- En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.
- Si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Anclaje: Elemento que asegura la fijación de una obra o de una parte de la construcción que está sometida a un empuje o fuerza de tracción.

Concreto 245 fc´: Concreto con capacidad de resistencia a la compresión de 245 kg-f/cm2 utilizado para construcción de carreteras edificaciones y murros de alta resistencia.

Fraguado: Proceso de solidificación y pérdida de la plasticidad inicial que tiene lugar en el hormigón, mortero, cemento, etc., por la desecación y cristalización.

Gramaje: masa por unidad de superficie (expresada en g/m^2). Su incremento influye en el aumento de ciertas propiedades mecánicas, como la resistencia a

rotura, a punzonamiento y a perforación. Pero, por otro lado, lleva consigo una disminución del tamaño de poro, de la permeabilidad.

Hormigón: El hormigón es un conglomerado pétreo artificial que se prepara mezclando una pasta de cemento con agua, arena, piedra triturada y grava u otro material inerte. La sustancia químicamente activa de la mezcla es el cemento, el cual se une física y químicamente con el agua y al endurecerse liga los agregados para formar una masa sólida semejante a una piedra. Una propiedad particular del hormigón es que puede dársele cualquier forma, la Mezcla húmeda se coloca en estado plástico, cartón o metal, donde se endurece o fragua. El hormigón adecuadamente proporcionado es un material duro y durable; es fuerte bajo compresión, pero quebradizo y casi inútil para resistir esfuerzos de tracción. En miembros estructurales sometidos a otros esfuerzos que no son de compresión, se agrega un refuerzo de acero que se introduce, principalmente para soportar los esfuerzos de tensión y corte (Parker, 1971).

CAPITULO III
METODOLOGÍA

3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación será del tipo:

Experimental, consistió en observar y avaluar la adherencia y el efecto abrasivo del concreto en el tablero contrachapado para proteger de la adherencia utilizaremos resina epoxica y laca protectora de encofrados, se determinó con cuál de los dos agentes desmoldantes (resina epoxica y laca protectora de encofrados) es menor el efecto de adherencia en los tableros contrachapados de lupuna y cuál es el gramaje optimo, se realizó ensayos de tracción perpendicular a la veta para determinar la adherencia comparando con uno sin agente desmoldante.

Descriptivo, porque todo el proceso de la investigación será metódico bajo normas para los ensayos de tracción, el diseño de la mezcla para el concreto será de 245 f c´ como lo estipula en el reglamento nacional de edificaciones.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Universo o población.

La población, estuvo representada por 80 probetas de concreto cuyo área de contacto con el tablero contrachapado será 50.2 cm2 encofradas con tableros contrachapados de 15cm x 15cm, que luego de entrar en contacto tablero-concreto se dejara 28 días para que el concreto fragüé y alcance resistencia al 100 %.

3.2.2 Muestra.

La muestra, estuvo constituida por 70 unidades experimentales:

- 10 con resina epoxica con gramaje 1
- 10 con resina epoxica con gramaje 2
- 10 con resina epoxica con gramaje 3
- 10 con laca protectora de encofrados 1 gramaje
- 10 con laca protectora de encofrados 2 gramaje
- 10 con laca protectora de encofrados 3 gramaje
- 10 sin ninguna sustancia química (Testigo)

3.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 Equipos y materiales de campo

A. Materiales e insumos

- Tablero contrachapado de la especie Ceiba pentandra (lupuna blanca).
- 0.36 m3 de concreto 245 fc ´.
- 1 Gl. Resina epoxica.
- 1 Gl. Laca protectora de encofrados.
- 80 Moldes de acero de $3^{1/2}$ pulgadas
- Pulverizador.
- Pala.
- Lija # 10
- Carretilla.

B. Equipos y maquinarias

- Vibradora.
- Pulverizador.
- Calculadora.
- Calibrador vernier (pie de rey)
- Cámara digital.
- Laptop.
- Prensa universal Tinius Olsen.
- Plano inclinado

3.4 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 Laboratorio de carpintería

El corte del tablero contrachapado y la aplicación de laca protectora para encofrados y resina epoxica se realizó en el laboratorio de carpintería de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad Nacional de Ucayali; ubicado en la Av. Centenario km 6.200, en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

3.4.2 Laboratorio de propiedades mecánicas de la madera

Los ensayos de esfuerzo de tracción y coeficiente de rozamiento se llevarán a cabo en el laboratorio de tecnología de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional de Agraria la Molina; ubicado en la Av. La Molina, en el distrito de la Molina, provincia de lima, Departamento de Lima.

3.4.3 Dosificación de la mezcla del concreto

El diseño de concreto fue elaborado en las instalaciones de la planta concrétera "Agremix" localizada en el km 7.800 interior 500mts margen derecho, el tipo de concreto utilizado es de 245 f c´.

La cantidad de materias empleados fueron:

- Cemento + fibra de asbesto 413.5 Kg
- Arena 0.52 m^3
- Piedra 0.52 m^3
- Agua 0.19 m^3

3.4.4 Llenado y fraguado del concreto

El llenado de los moldes de acero para avaluar la adherencia se realizó de forma manual y para su uniformidad en los moldes, para eliminar los espacios vacíos se utilizó una maquina vibradora, esta asi mismo esta máquina cumple la función de uniformizar el concreto en todas las paredes del molde que le otorgara forma a las probetas de concreto. El fraguado del concreto tendrá un lapso de 28 días hasta que alcance el 100% de su resistencia como se estipula en el reglamento nacional de edificaciones.

3.4.5 Aplicación de los agentes desmoldantes

Antes de la aplicación de los agentes desmoldantes se realizó una pasada de lija número 150 para eliminar posibles asperezas en la superficie del tablero contrachapado, La aplicación de laca protectora para encofrados y resina epoxica se realizó con pistola a presión y el secado a 21°C conforme a lo establecido en la norma ASTM D –

1640; el Promedio de los gramajes aplicados se muestran en el cuadro 02.

Cuadro 02: Valores promedios de los gramajes de los agentes desmoldantes

Ítem	G.1	G.2	G.3
Laca protectora para encofrados	268.04	447.73	692.93
Resina epoxica	250.93	503.73	821.96

3.5. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS DE TRACCION

3.5.1 Esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado

El ensayo de tracción se realizó en la Prensa universal Tinius Olsen. Los ensayos de tracción perpendicular a la veta del tablero contrachapado de la cara del tablero se realizaron siguiendo las especificaciones de la Norma ASTM D 3500 – 90. Para cada probeta se calculó la resistencia a la tracción con la carga máxima, expresada en kilos.

$$ET = \frac{P}{axb}$$

Dónde:

- ET = Esfuerzo de tracción, en Kg-f/cm^2
- P = Carga Aplicada, en kg-f.
- a = Ancho de la probeta, en cm.
- b = largo nominal de la probeta, en cm.

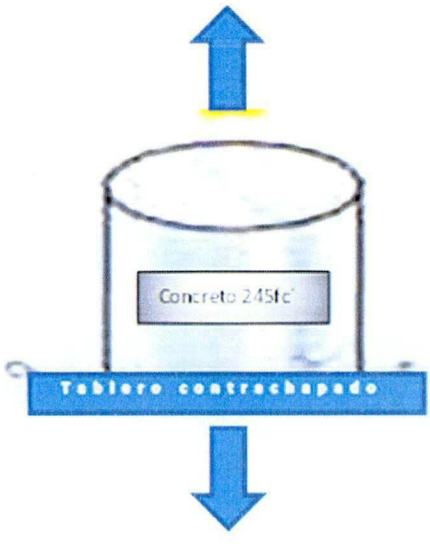


Figura 01: Prueba de esfuerzo de tracción entre concreto y tablero contrachapado

3.6. PRUEBA DE COEFICIENTE DE ROZAMIENTO

3.6.1 Evaluación de la superficie del área del concreto

El concreto que estuvo en contacto con el tablero contrachapado tratadas con dos agentes desmoldantes y tres diferentes gramajes se evaluaron de forma cuantitativa midiendo el coeficiente de rozamiento (Coeficiente de rugosidad), esta prueba se realizó en el Laboratorio de Física de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Para la prueba de coeficiente de rozamiento se utilizó un plano inclinado con superficie de madera donde se puede medir el ángulo de desplazamiento, a su vez el valor de los ángulos de desplazamiento determinaron el coeficiente de rugosidad en la superficie del concreto como se puede observar en la figura 02.

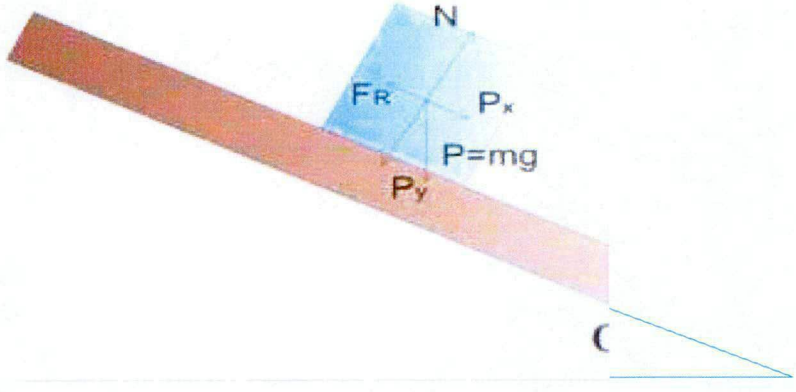


Figura 02 Prueba de coeficiente de rozamiento entre el concreto y tablero contrachapado.

3.7 TRATAMIENTOS DE DATOS

El análisis de varianza (ANVA) se realizó para comparar las medias del esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado, y el coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto u hormigón visto. Las características del ANVA fueron:

Factor 1: Agentes desmoldantes

Factor 2: Gramaje de los agentes desmoldantes

Nº de Tratamientos: 8

Nº de repeticiones: 10

Unidad experimental: Probeta de concreto adherida al tablero contrachapado

Como el ANVA presento interacción significativa entre los dos factores y que para un mejor análisis se realizaron pruebas de 2 medias de muestras independientes para cada uno de los gramajes, teniendo como tratamientos los dos agentes desmoldantes y como variables de estudio el esfuerzo de tracción y el coeficiente de rozamiento respectivamente.

Para determinar la relación entre las variables gramaje y esfuerzo de tracción, gramaje y coeficiente de rozamiento se realizó el análisis de correlación y regresión siendo la variable independiente el gramaje y las variables dependientes el esfuerzo de tracción y el coeficiente de rozamiento.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Adherencia entre concreto 245 fc' y tablero contrachapado utilizando agentes desmoldantes.

4.1.1 Esfuerzo de tracción

El cuadro 3 muestra el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación del esfuerzo de tracción en kg-f/cm^2, entre el concreto 245 fc' y el tablero contrachapado de ***Ceiba pentandra*** (lupuna blanca), utilizando laca protectora para encofrados y resina epoxica con cuatro gramajes cuya función es contrarrestar la adherencia entre ambos, así mismo se aprecia que algunos de los coeficientes de variación, superan los valores permisibles para una población normal.

La alta variabilidad de los valores de resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado de ***Ceiba pentandra*** (lupuna blanca) con y sin agente desmoldantes, se debe a lo manifestado por García, (1980), quien menciona que la rugosidad y porosidad superficial del tablero influye enormemente en la resistencia de la adhesión y que las superficies rugosas proporcionan un anclaje mecánico para el concreto. Además Jiménez, (1978), Coincide en que la madera presenta cambios de volumen al entrar en contacto con el agua, siendo menores cuando mayor es su edad. Esto implica que al ser utilizado como refuerzo, al estar embebido en el concreto absorbe el agua de la mezcla, aumentando de volumen y posteriormente al secarse se contrae perdiendo la adherencia en el concreto, por lo que se requiere de una sustancia impermeable con el fin de evitar que éste absorba el agua de la mezcla de concreto. Así mismo Jiménez, (1986), menciona que la madera, por ser un material vegetal presenta el fenómeno de la higroscopicidad, lo que implica hinchamientos y contracciones al entrar en contacto con el agua. Por otro lado Vásquez. L (2010), menciona que cuando el hormigón fragua se contrae y presiona fuertemente las superficies de madera que le dan forma, creando además fuerte adherencia química. La madera suele

tener características anatómicas (poros, vetas, o fibras), suelen tener resaltes en su superficie, que favorecen la adherencia física con el hormigón. Así mismo Oribe, Y. (2014), menciona que desencofrar la madera por ser un material texturizado existe mayor probabilidad de adherencia al concreto. Las diferentes situaciones explican la alta variabilidad de los valores de resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado sin ningún agente desmoldante.

Cuadro 3: Esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes y cuatro gramajes

Item	Laca protectora kg-f/m^2				Resina Epoxica kg-f/m^2			
	G. 0	G. 1	G. 2	G. 3	G. 0	G. 1	G. 2	G. 3
1	4.922	0.716	0.506	0.922	4.922	0.723	0.479	1.396
2	4.446	0.208	0.822	0.086	4.446	0.926	1.672	0.614
3	4.308	0.877	0.172	0.565	4.308	2.476	1.331	1.627
4	1.941	0.716	0.764	0.086	1.941	2.259	1.952	0.863
5	1.933	0.922	0.434	0.154	1.933	1.592	2.011	0.994
6	1.814	0.434	0.154	0.524	1.814	1.592	1.672	0.809
7	3.936	0.036	0.366	0.470	3.936	2.607	1.758	0.190
8	1.908	1.184	0.276	0.389	1.908	0.488	0.271	0.524
9	3.059	1.356	0.384	0.127	3.059	1.816	1.816	0.798
10	1.911	0.716	0.366	0.565	1.911	1.437	0.352	0.167
$\overline{X}$	3.018	0.72	0.42	0.39	3.02	1.59	1.33	0.80
$\overline{X}t$	1.14				1.68			
S	1.266	0.408	0.223	0.275	1.266	0.726	0.692	0.467
CV %	41.95	56.92	52.58	70.65	41.95	45.64	51.94	58.52

G.0: Gramaje 0, G1: Gramaje 1, G2: Gramaje 2, G3: Gramaje 3.

Para verificar si existe diferencias significativas entre valores promedios de los tratamientos se realizó un análisis de varianza de dos factores.

Cuadro 4: Análisis de varianza de la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado.

FV	GL	SC	CM	F obs	0.05	0.01	Signific.
Agentes desmoldantes	1	6.006	6.0062	22.25	3.975	7.004	**
Gramajes	3	71.999	23.9998	88.89	2.733	4.067	**
Agentes desmoldantes x gramajes	3	2.778	0.9259	3.43	2.733	4.008	*
Error	72	42.481	0.5900				
Total	79	123.265					

** = Diferencias altamente significativas
* = Diferencias significativas

En el cuadro 4 se aprecia que existe una interacción significativa entre los factores agente desmoldante y el gramaje (ver figura 03), situación que no permite obtener ninguna conclusión sobre los efectos de los agentes desmoldante y el gramaje. Para mejor interpretación del análisis de varianza, se realizó la prueba de dos medias de muestras independientes por gramaje.

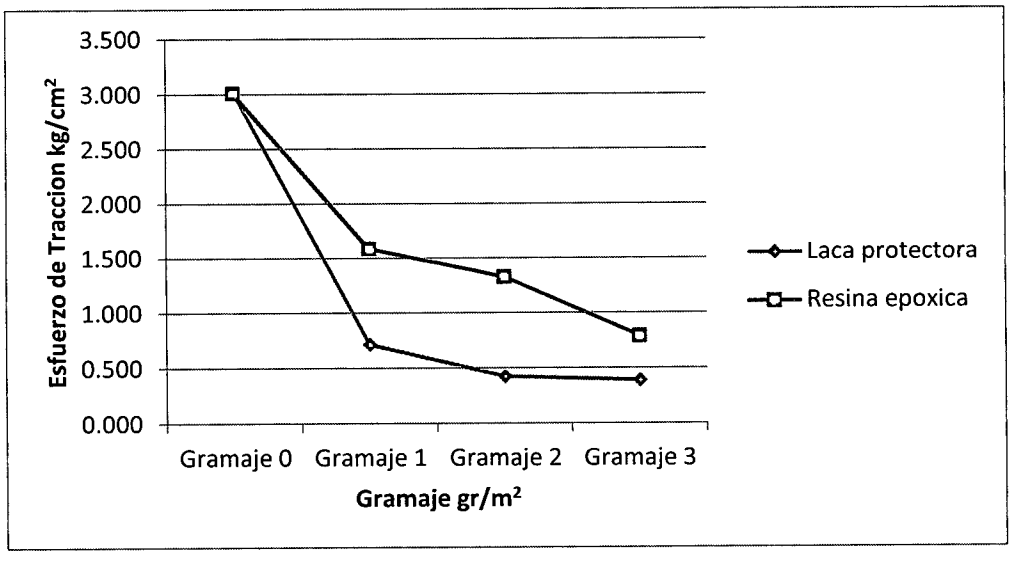


Figura 03: Interacción significativa del esfuerzo de tracción entre el concreto 245 fc´ y tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes

En la figura 03 se aprecia que el esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado de Ceiba pentandra (lupuna blanca), en el gramaje cero se produce una divergencia en el gramaje tres una convergencia lo que no permite sacar ninguna conclusión clara y precisa.

a) Prueba de dos medias independientes del gramaje 1

El cuadro 05 muestra los valores de resistencia a la tracción entre el concreto 245 fc´ y el tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes pero con el gramaje 1.

Cuadro 05: Esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes y gramaje 1

Ítem	Laca Protectora kg-f/cm^2	Resina Epoxica kg-f/cm^2
1	0.72	0.72
2	0.21	0.93
3	0.88	2.48
4	0.72	2.26
5	0.92	1.59
6	0.43	1.59
7	0.04	2.61
8	1.18	0.49
9	1.36	1.82
10	0.72	1.44
$\bar{X}$	0.72	1.59
S	0.17	0.53
CV %	23.20	33.15

Cuadro 06: Prueba de dos medias de muestras independientes de la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado

	$\bar{X}1$	$\bar{X}2$	Tobs	T0.05	T0.01	Significancia
Tobs	0.72	1.59	3.32	1.73	2.55	**

En el cuadro 06 se observa que existe diferencias altamente significativas entre la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado de Ceiba pentandra (lupuna blanca), ambos con el gramaje uno utilizando laca protectora y resina epoxica, siendo la laca protectora la que le otorga menor resistencia a la tracción con un promedio de 0.72 kg-f/cm^2 y la resina epoxica 1.59 kg-f/cm^2. Por consiguiente la laca protectora tendrá mejor efecto desencofrante.

b) Prueba de dos medias independientes del gramaje 2

El cuadro 07 muestra los valores de resistencia a la tracción entre el concreto 245 fc´ y el tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes pero con el gramaje 2.

Cuadro07: Esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes y gramaje 2

Ítem	Laca Protectora kg-f/cm^2	Resina Epoxica kg-f/cm^2
1	0.51	0.48
2	0.82	1.67
3	0.17	1.33
4	0.76	1.95
5	0.43	2.01
6	0.15	1.67
7	0.37	1.76
8	0.28	0.27
9	0.38	1.82
10	0.37	0.35
$\bar{X}$	0.42	1.33
S	0.05	0.48
CV %	11.73	35.92

Cuadro 08: Prueba de dos medias de muestras independientes de la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado

	$\bar{X}$ 1	$\bar{X}$2	Tobs	T0.05	T0.01	Significancia
Tobs	0.42	1.33	3.95	1.734	2.5524	**

En el cuadro 08 se observa que existe diferencias altamente significativas entre la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado de Ceiba pentandra (lupuna blanca), ambos con el gramaje dos utilizando laca protectora y resina epoxica, siendo la laca protectora la que le otorga menor resistencia a la tracción con un promedio de 0.42 kg-f/ cm^2 y la resina epoxica 1.33 kg-f/ cm^2. Por consiguiente la laca protectora tendrá mejor efecto desencofrante.

c) Prueba de dos medias independientes del gramaje 3

El cuadro 09 muestra los valores de resistencia a la tracción entre el concreto 245 fc´ y el tablero contrachapado con dos agentes desmoldante pero con el gramaje 3.

Cuadro09: Esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes y gramaje 3

Ítem	Laca Protectora kg-f/cm^2	Resina Epoxica kg-f/cm^2
1	0.92	1.40
2	0.09	0.61
3	0.56	1.63
4	0.09	0.86
5	0.15	0.99
6	0.52	0.81
7	0.47	0.19
8	0.39	0.52
9	0.13	0.80
10	0.56	0.17
$\overline{X}$	0.39	0.80
S	0.08	0.22
CV %	19.40	27.33

Cuadro10: Prueba de dos medias de muestras independientes de la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado

	$\overline{X}$1	$\overline{X}$ 2	Tobs	T0.05	T0.01	Significancia
Tobs	0.389	0.80	2.39	1.734	2.5524	*

En el cuadro 10 se observa que existe diferencia significativa entre la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado de Ceiba pentandra (lupuna blanca), ambos con el gramaje tres, utilizando laca protectora y resina epoxica, siendo la laca protectora la que le otorga menor resistencia a la tracción con un promedio de 0.39 kg-f/cm^2 y la resina epoxica 0.80 kg-f/cm^2. Por consiguiente la laca protectora tendrá relativamente mejor efecto desencofrante.

Del cuadro 2 Los valores generados de esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado de Ceiba pentandra (lupuna blanca), el que presentó menor adherencia fue en la laca protectora para encofrados en los tres gramajes, lo que le otorga mejor efecto desencofrante que la resina epoxica con tres gramajes, en ambos casos estos valores son menores que la adherencia encontrados por **Chiguay. (2007)**, este autor midió la adherencia por compresión entre

concreto y culmo de Chusquea culeou Desv. (bambú andino), utilizando varios agentes desmoldantes, obteniendo menor adherencia con el bambú andino tratada con aceite de linaza cuyo valor fue de 1.52 kg-f/ cm^2 y tratada con carbonileo de petróleo 1.75 kg-f/ cm^2, valores superiores a los obtenidos con laca protectora para encofrados y resina epoxica.

También los valores generados de esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado, el que presentó mayor adherencia fue el de resina epoxica en los tres gramajes, estos valores son menores que la adherencia entre concreto y culmo de Chusquea culeou Desv. (Bambú andino) encontrados por **Chiguay. (2007),** quien midió la adherencia por compresión utilizando varios agentes desmoldantes, obteniendo mayor adherencia con el bambú andino tratada con xyladecor cuyo valor fue de 12.2 kg-f/ cm^2, tratada con algifolcor 9.91 kg-f/ cm^2, tratada con neopren-arena cuyo valor fue de 9.52 kg-f/ cm^2, tratada con sellador de maderas cuyo valor fue de 5.1 kg-f/ cm^2, tratada sin ningún agente desmoldante cuyo valor fue de 4.07 kg-f/ cm^2, tratada con wet proof cuyo valor fue de 3.98 kg-f/ cm^2, tratada con silicato de sodio cuyo valor fue de 3.08 kg-f/ cm^2, valores superiores a los obtenidos con laca protectora para encofrados y resina epoxica.

La diferencia de los valores obtenidos del esfuerzo de tracción entre concreto y tablero contrachapado y con bambú sin agentes desmoldantes se le puede atribuir a lo encontrado por **Chiguay, 2007** quien midió la adherencia por compresión y por lo tanto hay mayor área de contacto y la fricción juega un papel muy importante, al contrario del tablero contrachapado los valores generados se hizo prueba de tracción perpendicular a la veta del tablero, donde presenta menor área de contacto pero como el hormigón se encuentra en estados plástico, toma la forma de la superficie encontrándose con la veta del tablero metiéndose en las porosidades de la madera y al endurecer el hormigón se forma un tipo de anclaje.

4.1.2 Relación entre esfuerzo de tracción y gramaje de la laca protectora

El cuadro 11 se observa los valores de las variables gramaje y esfuerza de tracción de la laca protectora para encofrados.

Cuadro 11: Valores del gramaje y el esfuerzo de tracción de la laca protectora de encofrados

Item	G.1 g/m^2	E. T. $kg\text{-}f/cm^2$	G.2 g/m^2	E. T. $kg\text{-}f/cm^2$	G.3 g/m^2	E. T. $kg\text{-}f/cm^2$
1	11.11	0.716	291.11	0.506	486.67	0.922
2	301.33	0.208	328.00	0.822	483.56	0.086
3	268.89	0.877	292.89	0.172	655.56	0.565
4	181.78	0.716	331.56	0.764	468.44	0.086
5	18.22	0.922	392.00	0.434	729.78	0.154
6	388.00	0.434	721.78	0.154	1135.11	0.524
7	580.89	0.036	786.22	0.366	1159.56	0.470
8	147.56	1.184	316.44	0.276	600.89	0.389
9	351.11	1.356	555.56	0.384	675.56	0.127
10	431.56	0.716	461.78	0.366	534.22	0.565
$\bar{X}$	268.04	0.72	447.73	0.42	692.93	0.39
S	181.78	0.41	182.02	0.22	255.33	0.27
CV %	67.82	56.92	40.65	52.58	36.85	70.65

G1: Gramaje 1, G2: Gramaje 2, G3: Gramaje 3.
E. T: Esfuerzo de traccion.

Cuadro 12: Análisis de correlación y regresión entre el gramaje y el esfuerzo de tracción de la laca protectora de encofrados

Variable	R	R2	Ecuación	r 0.05	r 0.01	Nivel de significancia
esfuerzo de tracción vs gramaje de la laca protectora de encofrados	0.287	0.0828	$y = -0.0004x + 0.665$	0.378	0.516	N. S.

En el cuadro 12 y la figura 04 se observa que no existe una relación significativa entre el esfuerzo de tracción y los gramajes de la laca protectora, esta situación queda demostrada por el coeficiente de determinación (R^2 x100), cuyo valor es de 8.28 %, lo que indica que la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado de Ceiba pentandra (Lupuna Blanca), es influenciada por el gramaje en 8.28 % y que el 91.72 % depende de otros factores. En tal sentido el incremento del gramaje de la

laca protectora para encofrados no tiene efecto significativo en la resistencia a la tracción.

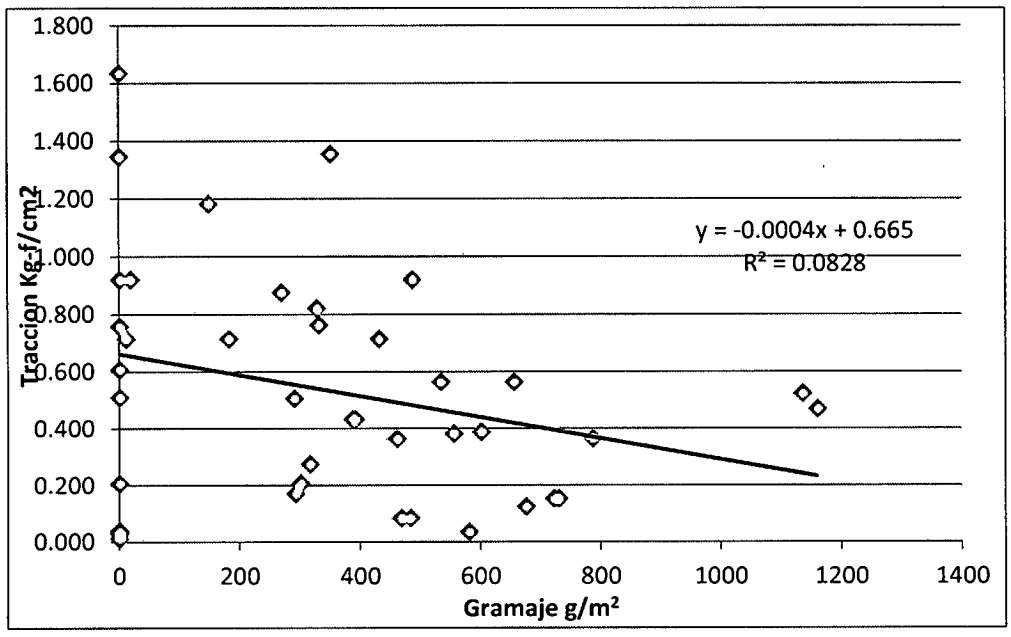


Figura 04: Relación entre el gramaje y el esfuerzo de tracción de la laca protectora de encofrados

4.1.3 Relación entre esfuerzo de tracción y gramaje de la resina epoxica

El cuadro 13 se observa los valores de las variables gramaje y esfuerza de tracción de la resina epoxica.

Cuadro 13: Valores del gramaje y el esfuerzo de tracción de la resina epoxica

Item	G.1 g/m²	E. T. kg/cm²	G.2 g/m²	E. T. kg/cm²	G. 3 g/m²	E. T. kg/cm²
1	128.00	0.72	656.00	0.48	813.78	1.40
2	125.78	0.93	648.00	1.67	828.00	0.61
3	105.78	2.48	209.78	1.33	559.11	1.63
4	116.44	2.26	375.56	1.95	964.00	0.86
5	309.33	1.59	614.22	2.01	731.56	0.99
6	330.22	1.59	439.56	1.67	692.44	0.81
7	405.78	2.61	587.56	1.76	805.33	0.19
8	165.78	0.49	307.56	0.27	778.67	0.52
9	302.22	1.82	462.22	1.82	866.67	0.80
10	520.00	1.44	736.89	0.35	1180.00	0.17
$\bar{X}$	250.93	1.59	503.73	1.33	821.96	0.80
S	143.72	0.73	171.52	0.69	165.55	0.47
CV %	57.27	45.64	34.05	51.94	20.14	58.52

G1: Gramaje 1, G2: Gramaje 2, G3: Gramaje 3.
E. T: Esfuerzo de traccion.

Cuadro 14: Análisis de Varianza de la relación entre el gramaje y el esfuerzo de tracción de la resina Epoxica

Variable	R	R2	Ecuación	r 0.05	r 0.01	Nivel de significancia
esfuerzo de tracción vs gramaje de la resina epoxica	0.017	0.0003	y = -4E-05x + 1.0963	0.378	0.516	NS

En el cuadro 14 y la figura 05 se aprecia que no existe una relación significativa entre el esfuerzo de tracción y los gramajes de la resina epoxica, esta situación queda demostrada por el coeficiente de determinación (R^2 x100), cuyo valor es de 0.03 %, lo que indica que la resistencia a la tracción entre el concreto y tablero contrachapado de Ceiba pentandra (Lupuna Blanca), es influenciada por el gramaje en 0.03 % y que el 99.97 % depende de otros factores; de donde se deduce que el gramaje de la resina epoxica no influye en la resistencia a la tracción perpendicular a la veta del tablero contrachapado.

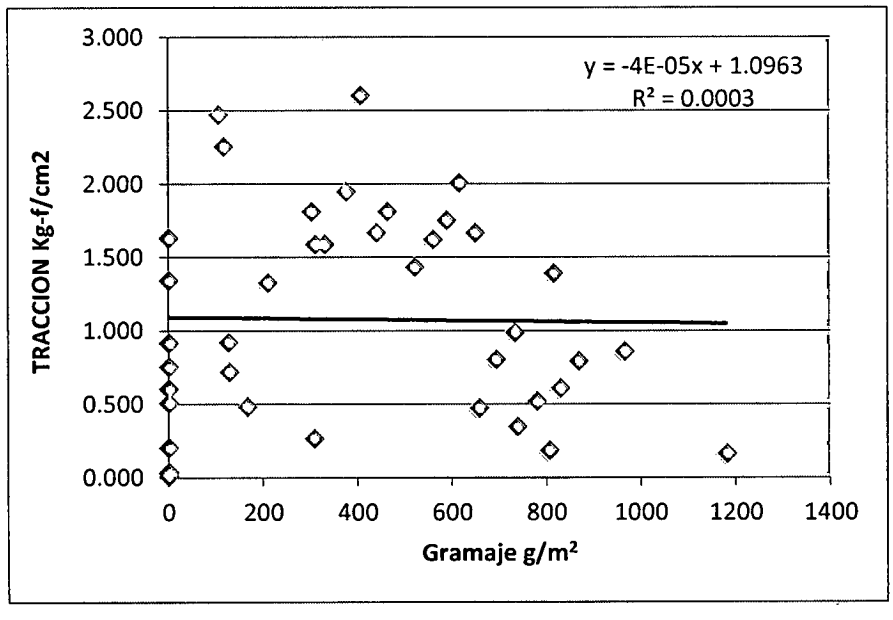


Figura 05: Relación entre el gramaje y el esfuerzo de tracción de la resina epoxica

En el cuadro 14 y en la figura 05 se aprecia que existe una relación significativa entre el gramaje y la resistencia a la tracción de donde se deduce que el gramaje de la reina epoxica no influye en la resistencia a la tracción y que su influencia es baja 0.03 %.

4.2 CALIDAD DE SUPERFICIE EL CONCRETO

4.2.1 Valores de coeficiente de rozamiento de la superficie concreto

En el cuadro 15 se observa que los valores del coeficiente de rozamiento, los promedio, desviación estándar y del coeficiente de variación de la superficie del concreto que estuvieron en contacto con el tablero contrachapado (lupuna blanca) tratadas con resina epoxica y laca protectora para encofrados, cada tratamiento no superan ni el 28 % del coeficiente de variación, información que indica que las calidades de superficies del concreto fueron casi uniformes

La variabilidad de los valores de coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto formada por la veta del tablero contrachapado de Ceiba pentandra (lupuna blanca) con y sin agente desmoldantes, se debe a lo manifestado por Potyondy. (1961), menciona que la rugosidad superficial de madera varía de acuerdo al sentido de las fibras. Tal es así que el rozamiento paralelo a las fibras es menor que el rozamiento perpendicular a las fibras; por otro lado Jara. G. (2008), menciona que el efecto de la rugosidad aumenta el ángulo de coeficiente de rozamiento de las superficies; Espitia. (2013), menciona que las superficies de los materiales, aun las que se consideran pulidas, son extremadamente rugosas a una escala microscópica. La naturaleza de la fuerza de rozamiento está ligada a las interacciones entre las partículas microscópicas de las dos superficies implicadas, El valor del coeficiente de fricción es característico de cada par de materiales en contacto; no es una propiedad intrínseca de un material. Depende además de factores como la temperatura, el acabado superficial de los cuerpos en contacto, la velocidad relativa entre éstas, la fuerza normal, entre otros. Las diferentes situaciones explican la variabilidad de los valores de coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto 245 fc´ formada por la veta del tablero contrachapado con y sin ningún agente desmoldante.

Cuadro 15: Valores del Coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto

Item	Laca protectora				Resina Epoxica			
	G. 0	G. 1	G. 2	G. 3	G. 0	G. 1	G. 2	G. 3
1	0.53	0.47	0.42	0.47	0.53	0.21	0.19	0.21
2	0.47	0.48	0.46	0.47	0.47	0.21	0.21	0.18
3	0.48	0.52	0.45	0.41	0.48	0.21	0.38	0.36
4	0.49	0.49	0.43	0.38	0.49	0.48	0.29	0.31
5	0.49	0.50	0.42	0.40	0.49	0.32	0.31	0.31
6	0.53	0.45	0.31	0.46	0.53	0.35	0.35	0.27
7	0.54	0.45	0.35	0.46	0.54	0.42	0.18	0.29
8	0.53	0.38	0.43	0.42	0.53	0.36	0.23	0.25
9	0.50	0.49	0.42	0.48	0.50	0.32	0.23	0.29
10	0.45	0.45	0.47	0.45	0.45	0.36	0.25	0.19
$\bar{X}$	0.50	0.47	0.42	0.44	0.50	0.33	0.26	0.26
$\bar{X}t$	0.46				0.34			
S	0.033	0.038	0.049	0.031	0.033	0.091	0.070	0.058
CV %	6.61	8.21	11.82	7.04	6.61	27.97	26.61	21.76

G.0: Gramaje 0, G1: Gramaje 1, G2: Gramaje 2, G3: Gramaje 3.

Para verificar si existe diferencias significativas entre valores promedios de los tratamientos se realizó un análisis de varianza de dos factores

Cuadro 16: Análisis de varianza del coeficiente de rozamiento en la superficie del concreto

FV	GL	SC	CM	F obs	0.05	0.01	Signific.
Agentes desmoldantes	1	0.275	0.2754	94.97	3.975	7.004	**
Gramajes	3	0.319	0.1065	36.71	2.733	4.067	**
Agentes desmoldantes x gramajes	3	0.095	0.0316	10.90	2.733	4.008	**
Error	72	0.212	0.0029				
Total	79	0.901					

En el cuadro 16 el ANVA se aprecia una interacción, significativa entre los factores agentes desmoldantes y gramajes, situación que no permite extraer ninguna conclusión (ver figura 06). Frente a esta situación se optó analizar los valores del coeficiente de rozamiento por gramajes, utilizando la prueba de dos medias de muestras independientes.

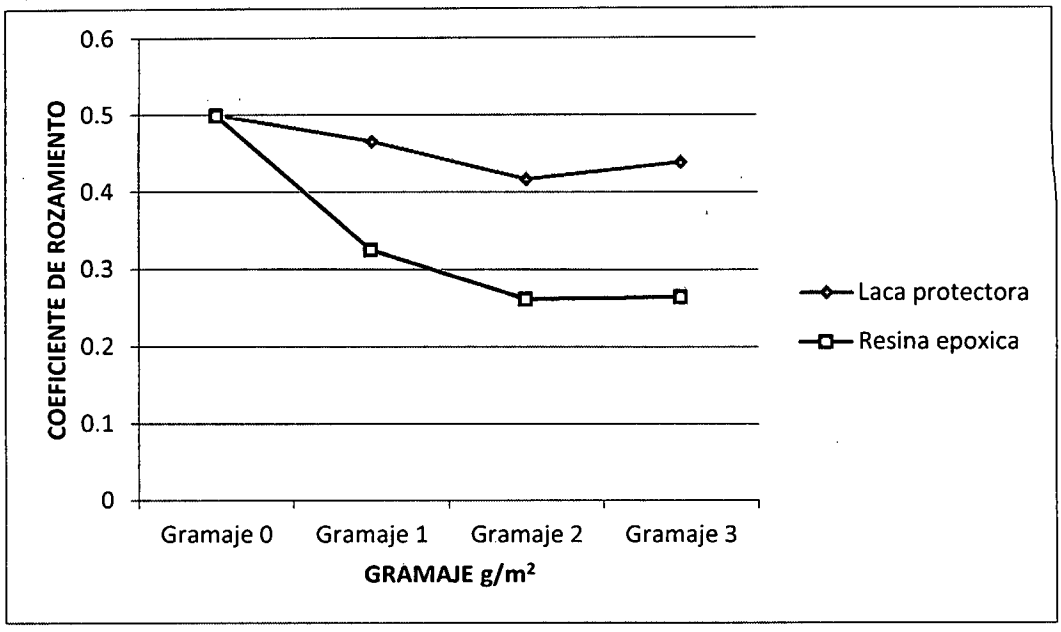


Figura 06: Interacción significativa del coeficiente de rozamiento entre el concreto 245 fc´ y tablero contrachapado con dos agentes desmoldantes

En la figura 06 se aprecia que los valores del coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto a partir del gramaje cero presentan una divergencia de los valores lo que no permite sacar ninguna conclusión clara y precisa.

a. Prueba de dos medias del coeficiente de rozamiento con dos agentes desmoldantes y gramaje 1

El cuadro 17 muestra los valores del coeficiente de rozamiento de la superficies de los concretos que estuvieron adheridos al tablero contrachapado tratadas con dos agentes desmoldantes y con el gramaje 1.

Cuadro 17: Coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto

Ítem	Laca Protectora	Resina Epoxica
1	0.47	0.21
2	0.48	0.21
3	0.52	0.21
4	0.49	0.48
5	0.50	0.32
6	0.45	0.35
7	0.45	0.42
8	0.38	0.36
9	0.49	0.32
10	0.45	0.36
X	0.885	0.595
S	0.197	0.089
CV%	22.267	14.904

Cuadro 18: Prueba de dos medias de muestras independientes del coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto

	X1	X2	Tobs	T0.05	T0.01	Signific.
Tobs	0.885	0.595	29.35	1.7341	2.5524	**

En el cuadro 18 se observa que existe diferencias altamente significativas entre el coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto tratadas con laca protectora y resina epoxica ambos con el gramaje uno, siendo la resina epoxica la que le otorga menor coeficiente de rozamiento con un promedio de 0.595 y la laca protectora 0.85 mayor valor de coeficiente de rozamiento, por lo tanto la resina epoxica con el gramaje uno, otorga mejor calidad de superficie que la laca protectora para encofrados. Es decir mejor calidad del hormigón visto.

b. Prueba de dos medias del coeficiente de rozamiento con dos agentes desmoldantes y gramaje 2

El cuadro 19 muestra los valores del coeficiente de rozamiento de la superficies de los concretos adheridas al tablero contrachapado tratada con dos agentes desmoldantes y con el gramaje 2.

Cuadro 19: Coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto

Ítem	Laca Protectora	Resina Epoxica
1	0.42	0.19
2	0.46	0.21
3	0.45	0.38
4	0.43	0.29
5	0.42	0.31
6	0.31	0.35
7	0.35	0.18
8	0.43	0.23
9	0.42	0.23
10	0.47	0.25
X	0.779	0.462
S	0.246	0.128
CV%	31.617	27.816

Cuadro 20: Prueba de dos medias de muestras independientes del coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto

	X1	X2	Tobs	T0.05	T0.01	Significancia
Tobs	0.779	0.462	37.16	1.7341	2.5524	**

En el cuadro 20 se observa que existe diferencias altamente significativas entre el coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto tratadas con laca protectora y resina epoxica ambos con el gramaje uno, siendo la resina epoxica la que le otorga menor coeficiente de rozamiento con un promedio de 0.462 y la laca protectora 0.779 mayor valor de coeficiente de rozamiento, por lo tanto la resina epoxica con el gramaje dos, otorga mejor calidad de superficie que la laca protectora para encofrados. Es decir mejor calidad del hormigón visto.

c. Prueba de dos medias del coeficiente de rozamiento con dos agentes desmoldantes y gramaje 3

El cuadro 21 muestra los valores del coeficiente de rozamiento de la superficies de los concretos adheridas al tablero contrachapado tratada con dos agentes desmoldantes y con el gramaje 3.

4.2.2 Relación entre esfuerzo de tracción y los gramajes de la laca protectora para encofrados

El cuadro 23 se observa los valores de los variables gramaje y coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto que estuvo adherida al tablero contrachapado tratada con laca protectora para encofrados.

Cuadro 23: Valores de los gramajes de la laca protectora para encofrados y el coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto

Item	G.1 g/m^2	C. R	G.2 g/m^2	C. R	G.3 g/m^2	C. R
1	11.11	0.47	291.11	0.42	486.67	0.47
2	301.33	0.48	328.00	0.46	483.56	0.47
3	268.89	0.52	292.89	0.45	655.56	0.41
4	181.78	0.49	331.56	0.43	468.44	0.38
5	18.22	0.50	392.00	0.42	729.78	0.40
6	388.00	0.45	721.78	0.31	1135.11	0.46
7	580.89	0.45	786.22	0.35	1159.56	0.46
8	147.56	0.38	316.44	0.43	600.89	0.42
9	351.11	0.49	555.56	0.42	675.56	0.48
10	431.56	0.45	461.78	0.47	534.22	0.45
ẍ	268.04	0.47	447.73	0.42	692.93	0.44
S	181.78	0.04	182.02	0.05	255.33	0.03
CV %	67.82	8.21	40.65	11.82	36.85	7.04

G1: Gramaje 1, G2: Gramaje 2, G3: Gramaje 3.
C. R: Coeficiente de rozamiento.

Cuadro 24: Análisis de correlación y regresión del coeficiente de rozamiento en el área del concreto en contacto con el tablero contrachapado tratada con laca protectora de encofrados

Variable	R	R2	Ecuación	r 0.05	r 0.01	Nivel de significancia
Coeficiente de rozamiento versus gramaje de la laca protectora de encofrados	0.54	0.2935	y = -8E-05x + 0.4854	0.378	0.516	**

Se observa en el cuadro 24 que si existe una relación altamente significativa entre el coeficiente de rozamiento y los gramajes de la laca protectora de encofrados, esta situación queda demostrada por el coeficiente de determinación (R^2 x100), cuyo valor es de 29.35 %,

lo que indica que el coeficiente de rozamiento entre el concreto y tablero contrachapado de Ceiba pentandra (Lupuna Blanca), es influenciada por el gramaje en 29.35 % y que el 70.65 % depende de otros factores.

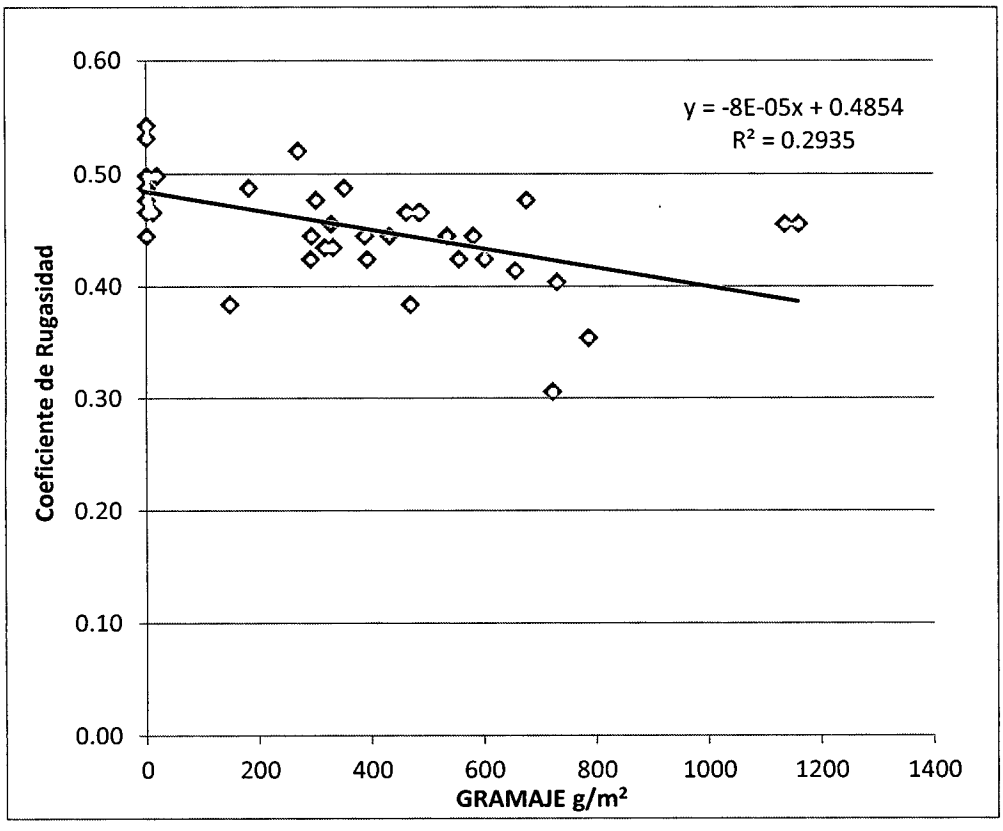


Figura 07: Relación entre los gramajes de la laca protectora para encofrados y el coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto

De la figura 07 se puede deducir que a mayor sea el gramaje el coeficiente de rugosidad disminuye. Quiere decir mientras sean menores los valores obtenidos en el coeficiente de rugosidad indica que las calidad de concreto tiene menor rugosidad.

4.2.3 Relación entre coeficiente de rozamiento y los gramajes de la resina epoxica

El cuadro 25 se observa los valores de los variables gramaje y coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto que estuvo adherida al tablero contrachapado tratada con resina epoxica.

Cuadro 25: Valores de los gramajes de la resina epoxica y el coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto

Item	G.1 g/m^2	C. R.	G.2 g/m^2	C. R	G.3 g/m^2	C. R
1	128.00	0.21	656.00	0.19	813.78	0.21
2	125.78	0.21	648.00	0.21	828.00	0.18
3	105.78	0.21	209.78	0.38	559.11	0.36
4	116.44	0.48	375.56	0.29	964.00	0.31
5	309.33	0.32	614.22	0.31	731.56	0.31
6	330.22	0.35	439.56	0.35	692.44	0.27
7	405.78	0.42	587.56	0.18	805.33	0.29
8	165.78	0.36	307.56	0.23	778.67	0.25
9	302.22	0.32	462.22	0.23	866.67	0.29
10	520.00	0.36	736.89	0.25	1180.00	0.19
ẍ	250.93	0.33	503.73	0.26	821.96	0.26
S	143.72	0.09	171.52	0.07	165.55	0.06
CV %	57.27	27.97	34.05	26.61	20.14	21.76

G1: Gramaje 1, G2: Gramaje 2, G3: Gramaje 3.
C. R: Coeficiente de rozamiento.

Cuadro 26: Análisis de correlación y regresión del coeficiente de rozamiento en el área del concreto en contacto con el tablero contrachapado tratada con resina epoxica

Variable	R	R2	Ecuación	r 0.05	r 0.01	Nivel de significancia
Coeficiente de rozamiento versus gramaje de la resina epoxica	0.70	0.4956	y = -0.0002x + 0.4348	0.378	0.516	**

En el cuadro 26 se observa que existe una relación altamente significativa entre el coeficiente de rozamiento y los gramajes de la resina epoxica, esta situación queda demostrada por el coeficiente de determinación (R^2 x100), cuyo valor es de 49.56 %, lo que indica que el coeficiente de rozamiento entre el concreto y tablero contrachapado de Ceiba pentandra (Lupuna Blanca), es influenciada por el gramaje en 49.56 % y que el 50.44 % depende de otros factores.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL
OFICINA EJECUTIVA DE BIBLIOTECA Y PUBLICACIONES

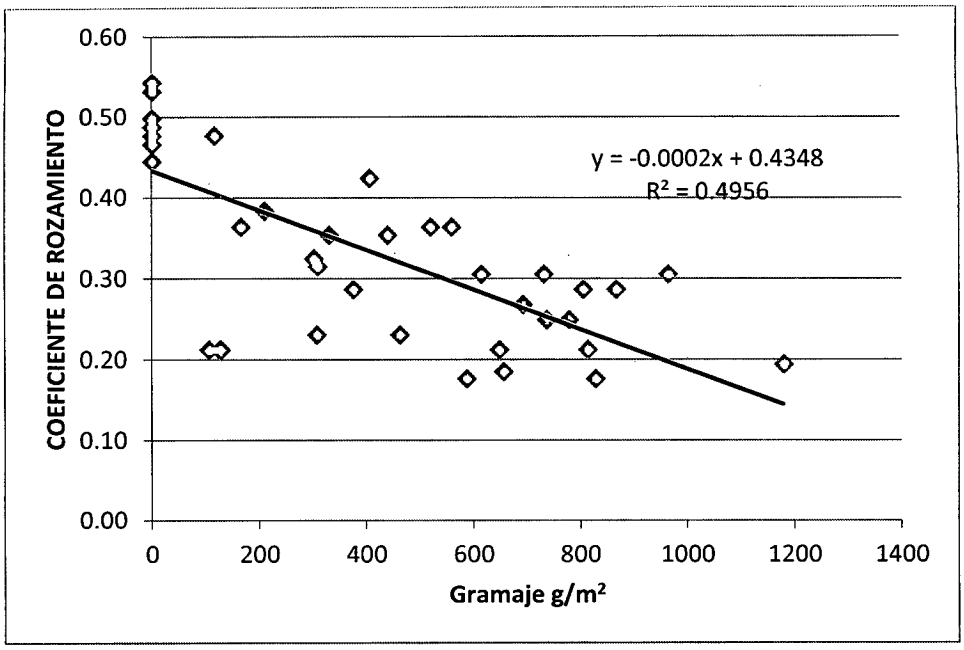


Figura 08: Relación entre los gramajes de la resina epoxica y el coeficiente de rozamiento de la superficie del concreto

De la figura 08 se puede deducir que a mayor sea el gramaje el coeficiente de rugosidad disminuye. Quiere decir mientras sean menores los valores obtenidos en el coeficiente de rugosidad indica que las calidad de concreto tiene menor rugosidad.

Si comparamos los resultados encontrados del coeficiente de rozamiento por Potyondy, (1961), citado por jara. (2009), Quien encontró coeficiente de rozamiento entre madera y los materiales arena (seca f ϕ: 0.75 y saturada f ϕ: 0.85), limo sin cohesión (seco denso f ϕ: 0.92, saturada flojo f ϕ: 0.55 y saturada denso f ϕ: 0.87), suelo granular cohesivo (saturada f ϕ: 0.80, y seca f ϕ: 0.20) y arcilla (0.60); que son superiores a los coeficientes de rozamiento entre concreto y tablero contrachapado con y sin agentes desmoldantes.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

51 CONCLUSIONES

1. La resistencia al esfuerzo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado que menor utilizando laca protectora para encofrados en los tres gramajes (0.72 kg-f/cm^2, 0.42 kg-f/ cm^2 y 0.39 kg-f/ cm^2), con respecto a la resina epoxica con los tres gramajes (1.59 kg-f/cm2, 1.33 kg-f/ cm^2 y 0.80 kg-f/ cm^2), y con relación al testigo (sin agente desmoldante) (3.02 kg-f/ cm^2).

2. Ala vez la resina epoxica presenta menor esfuerzo de tracción que el testigo.

3. Los valores del coeficiente de rozamiento entre concreto y tablero contrachapado tratadas con resina epoxica fueron menores en los tres gramajes con f ϕ: 0.33, f ϕ: 0.26 y f ϕ: 0.26. Con laca protectora para encofrados se obtuvo mayores valores de coeficiente de rozamiento en los tres gramajes cuyos valores fueron f ϕ: 0.47, f ϕ: 0.42 y f ϕ: 0.44; Todos estos valores superados por los testigos es decir por el gramaje cero sin ningún agente desmoldante con f ϕ: 0.50; En ambos casos dándose una tendencia lineal a medida que aumenta el gramaje el valor de la prueba de coeficiente de rozamiento es menor por lo tanto tiene mejor calidad de superficie del hormigón visto.

4. No existe una relación significativa entre los gramajes de los dos agentes desmoldantes y el esfuerzo de tracción del concreto 245fc.

5. Existe una relación significativa entre los gramajes de los agentes desmoldantes y el coeficiente de rozamiento, a mayor gramaje menor coeficiente de rozamiento y por ende mejor calidad del hormigón visto.

5.2. RECOMENDACIONES

1. En las construcciones con concreto se debe utilizar madera con agente desmoldante para disminuir el esfuerzo de tracción y el coeficiente de rozamiento a fin de mejorar la calidad del hormigón visto.

2. De los dos agentes desmoldantes estudiados, utilizar resina epoxica si se quiere obtener una mejor calidad de hormigón visto.

3. Si se quiere obtener menor esfuerzo de tracción utilizar laca protectora para encofrados.

4. Generalmente en las obras se reutilizan los tableros contrachapados, por lo que se recomienda estudiar el número de reutilizaciones, aplicando agentes desmoldantes frente a la madera sin agentes desmoldantes con la finalidad de reducir costos

5. Probar la madera natural de varias especies forestales a fin de orientar su aptitud en la industria de la construcción.

BIBLIOGRAFIA

1. ACI. (1993). Manual of concrete practice. Parte 2. Guide to Formwork for concrete. Reported by A.C.I committe 347.

2. Adherencia - Definición - WordReference.com. www.wordreference.com/definicion/adherencia.

3. Aróstegui, V. A. (1982). Recopilación y Análisis de Estudios Tecnológicos de Maderas Peruanas. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002 Lima-Perú.

4. ASTM (American Society for testing and materials). (1985). ASTM: Standard Test Method of Strength Properties of Adhesive Bonds in Shear by Compression Loading. Philadelphia, PA. USA.

5. Chiguay, M. (2007). Propiedades mecánicas de losetas de hormigón con refuerzo de colihue (Chusquea culeou Desv.). Tesis para optar título ingeniero en maderas. Universidad Austral de Chile.

6. Diccionario de la Lengua Española ©. (2016), Larousse Editorial, S.L.

7. Espitia. L, (2013), Determinación del coeficiente de fricción de deslizamiento para algunos materiales de uso común en ingeniería mediante el método de las oscilaciones armónicas. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.

8. GOREU. (2012), "Mejoramiento de la Carretera Antigua Yarinacocha (entre avenida centenario hasta avenida Arborizacion) - YARINACOCHA" Expediente Técnico Tomo I.

9. García, A. (1980). "Adhesivos usados en la construcción",

10. http://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2012/03/Cemento-Andino-TIPO-I-PM1.pdf.

11. JARA, G.; FORT-LÓPEZ, L. (2009). Evaluación de la Fricción Superficial entre Suelos y Materiales Compuestos Revista de la Construcción, vol. 8,

núm. 1, pp. 103-113 Pontificia Universidad Católica de Chile Santiago, Chile

12. Jiménez, P. (1978). Hormigón armado. 9a. Edición ed. Gustavo Gili. Vol.1 33-169.

13. K. Kendall (1994). «Adhesion: molecules and mechanics». Science 263 (5154): 1720-5. doi:10.1126/science.263.5154.1720. PMID 17795378.

14. Limusa, C. (1986). Discussion of " effect of time of application of sealing compound on quqlity of concrete" por g.e. burnett m.r. splindler, journal of the american concrete institute, proceedings vol. 49, pp. 204 a 2006.

15. Limusa (1999). Selladores y Adhesivos para Construcción, J. P. Cook.

16. López A., Tobes J. M., Positieri, M. J. y Zerbino, R. (2008). "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE". Ciencia y Tecnología del Hormigón N° 15, pp. 34-49.

17. Maeda; Chen, N; Tirrell, M; Israelachvili, JN. (2002). «Adhesion and friction mechanisms of polymer-on-polymer surfaces». Science 297 (5580): 379-82. doi:10.1126/science.1072378. PMID 12130780.

18. Oribe. Y, (2014). Análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrados metálicos y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima. Tesis para optar título de Ing. Civil. Universidad Privada Antenor Orrego. Peru.

19. Panshin, A. J. Et Al. (1959). Productos forestales, origen, beneficio y aprovechamiento. 1ª. ed. en Español. Salvat. Barcelona España. 605 p.

20. Pérez. A. (1994), Diseño de sistema de encofrados. Universidad Católica Andrés Bello. Venezuela.

21. POTYONDY, J. (1961). "Skin friction between various soils and construction materials". Geotechnique. 11 (4): 339-353.

22. Vázquez, L. (2010). Diseño de moldajes utilizando tableros: aplicación con tableros de louisiana pacific y otros. Tesis para optar título ingeniero constructor. Universidad Austral de Chile.

23. Vignote P., Santiago Y Jiménez P., Fco. Javier. (1996). Tecnología de la Madera. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 602p.

ANEXOS

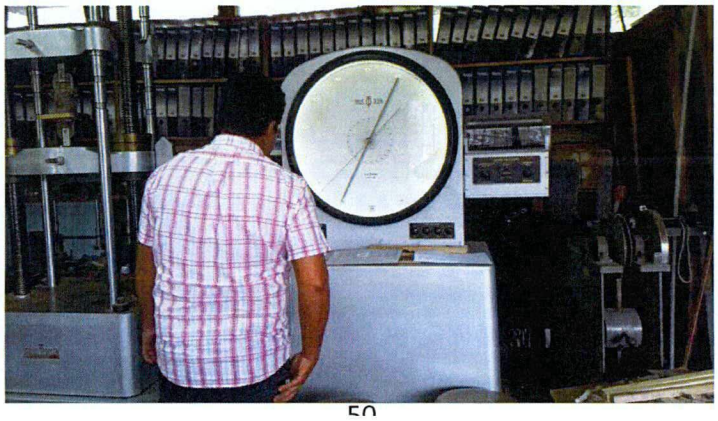
Ensayo de tracción entre el concreto y tablero contrachapado











PRUEBA DE COEFICINTE DE ROZAMIENTO

