

Universidad Católica de Santa María

**Facultad de Arquitectura e Ingenieras Civil y del
Ambiente**

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**APROVECHAMIENTO DE VIRUTAS DE WET BLUE PARA LA FABRICACION
DE AGLOMERADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION AREQUIPA 2018**

Tesis presentada por el Bachiller:

Valdez Urbina, Miguel Ángel

para optar el Título Profesional de

Ingeniero Ambiental

Asesor:

Ing. Cárdenas Pillco, Berly Edinsson

Arequipa- Perú

2019



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
INFORME DICTAMEN BORRADOR DE TESIS

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

*Aprovechamiento de virutas de wet BLUE para la fabricación de
Aglomerado como material de construcción, Arequipa 2018*

Presentado por el (los) Bachiller (es):

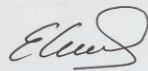
Miguel Angel Valdez Urbina

Nuestro DICTAMEN es:

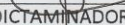
Favorable.

OBSERVACIONES:

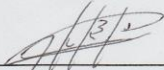
2011
Arequipa



DICTAMINADOR
Dra. Ing. Mario E. BEJARANO MEZA
Código 9205



DICTAMINADOR
Dr. Bgo. Armando Arenazo Rodríguez
Código 2229


DICTAMINADOR

Berly Edinsson Corderos Pillco
Código 7727

DEDICATORIAS

*A DIOS POR BRINDARME LA FUERZA NECESARIA PARA REALIZAR ESTE TRABAJO Y
A MI FAMILIA POR HABERME FORJADO COMO LA PERSONA QUE SOY; MIS LOGROS
SE LOS DEBOS A ELLOS POR APOYARME EN TODAS MIS DECISIONES Y CONFIAR EN
MI INCONDICIONALMENTE, ESPECIALMENTE A MI ABUELO WILIBALDO VALDEZ
BUENO QUE SIEMPRE ESTUBO CONMIGOMOTIVANDOME PARA ALCANZAR MIS
ANHELOS.*



AGRADECIMIENTO

A MI FAMILIA

*Que estuvo en cada momento
brindándome sus consejos y palabras de
aliento motivándome a realizarme como
un buen profesional*

A ASPEMYCUR

*Que me abrió las puertas para realizar
este trabajo brindándome las
herramientas necesarias y por su
entusiasmo de buscar alternativas para la
protección del medio ambiente*

A MI ASESOR

*Por su tiempo y dedicación en la
realización de este trabajo*

RESUMEN

La industria del cuero ha sido categorizada como una de las Industrias más contaminantes por la gran cantidad de efluentes y residuos sólidos generados, por esta razón la investigación de la tesis tiene como objetivo realizar el Aprovechamiento de los residuos sólidos (virutas de wet blue) para la fabricación de aglomerado como material de construcción. Esta propuesta se basa en la obtención de un adhesivo a través de la hidrólisis de las virutas del cuero, en donde se encontró necesario un pre-tratamiento de reducción de tamaño y humedad. La investigación se realizó a través de un diseño complemente randomizado (DCR) con arreglo factorial $2 \times 3 \times 3$, con los factores: tiempo de 3 y 4 horas, temperaturas de 50 °C, 60 °C y 70 °C, y concentraciones de Na(OH) al 0.3N, 0.4N y 0.5N obteniendo 18 tratamientos con 3 repeticiones, al término se hizo una elección del mejor adhesivo de acuerdo a la cantidad de proteína (método Biuret). Con el mejor adhesivo se inició la elaboración del aglomerado, para esto se realizó dos diferentes mezclas; la primera una mezcla con una relación de 0.5/1 y la segunda de 1/1 de adhesivo/aserrín respectivamente, terminada la etapa de mezcla se puso en moldes a una presión de 100kg/cm^2 con 2 semanas de secado, finalmente para la evaluación del aglomerado como material de construcción se hicieron pruebas mecánicas – físicas. Los resultados demostraron que el mejor tratamiento para obtener adhesivo con mayor contenido de proteína (colágeno) fue a condiciones de 60 °C, 0.4N de Na(OH) a 4 horas de tratamiento, y también el aglomerado con mejores resultados en las pruebas mecánicas-físicas fue a una relación de 1/1 de adhesivo/aserrín, las cuales cumplen las normas para materiales de construcción. En la presente investigación se logró aprovechar los residuos de las empresas de curtido, llegando a darles un valor agregado logrando así una economía circular.

Palabras Clave: Colágeno, proteína, residuos.

ABSTRACT

The leather industry has been categorized as one of the most polluting industries due to the large amount of effluents and solid waste generated, for this reason the research of the thesis aims to make the use of solid waste (wet blue shavings) The manufacture of agglomerate as a construction material. This proposal is based on obtaining an adhesive through the hydrolysis of leather virgins, in which the pre-treatment of size and humidity reduction is found. The investigation was carried out through a randomized design (RCT) with factorial arrangement $2 \times 3 \times 3$, with the factors: time of 3 and 4 hours, temperatures of 50°C , 60°C and 70°C , and conditions of Na (OH) at 0.3N, 0.4N and 0.5N obtaining 18 treatments with 3 repetitions, at the same time a better adhesive choice was made according to the amount of protein (Biuret method). The agglomerate was started with the best adhesive. the first a mixture with a ratio of 0.5 / 1 and the second one of 1/1 adhesive / sawdust respectively, after the mixing stage was put in a 100kg / cm² form with 2 weeks of drying, finally for the evaluation of the agglomerate Mechanical - physical tests were made as a construction material. The results showed that the best treatment to obtain an adhesive with higher protein content (collagen) was at 60°C , 0.4N Na (OH) at 4 hours of treatment, and also the agglomerate with better results in the tests. Mechanical-Physical was a ratio of 1/1 adhesive / sawdust, which comply with the standards for building materials. In the present investigation, the aim is to take advantage of the residues of the tanning companies, giving them an added value, thus achieving a circular economy.

Keywords: Collagen, protein, residues.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
INDICE DE CONTENIDO.....	VII
INDICE DE FIGURAS	IX
INDICE DE TABLAS	XI
INTRODUCCION	XIII
CAPITULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. HIPOTESIS	2
1.4. JUSTIFICACION.....	2
1.5. VARIABLES	3
1.6. ALCANCE.....	4
1.7. LIMITACIONES	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. EL CROMO	5
2.2. PROCESO PRODUCTIVO DE LAS CURTIEMBRES.....	9
2.3. DIAGRAMA DEL PROCESO DE CURTIDO	16
2.4. CONTAMINACIÓN POR CURTIEMBRES.....	18
2.5. VIRUTAS DE WET BLUE	20
2.6. PROTEÍNAS	22
2.7. HIDROLISIS.....	25
2.8. ADHESIVOS	26
2.9. TABLEROS DE AGLOMERADO	27
2.10. BASE LEGAL NACIONAL.....	30
2.11. ECONOMIA CIRCULAR	30
CAPITULO III: DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACION	31
3.1. CAMPO DE VERIFICACION	31
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	31
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.4. POBLACION Y MUESTRA.....	33
3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS	34
3.6. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	35

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	46
4.1. Caracterización de la viruta de wet blue.....	46
4.2. Caracterización del adhesivo.....	47
4.3. Pruebas mecánicas y físicas del aglomerado	55
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFIA	64



INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 RECEPCION DE PIELES	10
FIGURA N° 2 PIELES DESPUES DEL PELAMBRE	11
FIGURA N° 3 PIELES CURTIDAS	12
FIGURA N° 4 PIELES EN CABALLETES.....	13
FIGURA N° 5 MAQUINA REBAJADORA.....	14
FIGURA N° 6 RECORTE DE LA PIEL	15
FIGURA N° 7 RESIDUOS SOLIDOS DE RECORTES	19
FIGURA N° 8 VIRUTAS DE WET BLUE.....	20
FIGURA N° 9 ESTRUCTURA DEL COLAGENO.....	23
FIGURA N° 10 PROCESO ENZIMATICO.....	26
FIGURA N° 11 METODO DEL CUARTEO.....	33
FIGURA N° 12 REALIZACION DEL MÉTODO DE CUARTEO	34
FIGURA N°13: VIRUTA EN LOS TAMICES	36
FIGURA N°14 REDUCCION DE HUMEDAD EN ESTUFA	37
FIGURA N° 15: PROCESO DE HIDROLISIS ALCALINA	38
FIGURA N° 16: DECANTACIÓN	38
FIGURA N° 17: PRUEBA DE BIURET.....	40
FIGURA N° 18: MEZCLADO MANUAL.....	42
FIGURA N° 19: PRENSADO	43
FIGURA N°20: CURVA DE CALIBRACION DE BSA.....	48
FIGURA N°21: GRAFICA DE CONCENTRACION DE PROTEINA A 50°C	52
FIGURA N°22: GRAFICA DE CONCENTRACION DE PROTEINA A 60°C	52
FIGURA N°23: GRAFICA DE CONCENTRACION DE PROTEINA A 70°C	53
FIGURA N°24: AGLOMERADOS OBTENIDOS	56
FIGURA N°25: COMPARACION CON NORMA DIN68763	58
FIGURA N° 26: PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	59

FIGURA N°27: COMPARACION CON NORMA CH853.9 60



INDICE DE TABLAS

TABLA N°1 COMPOSICION DE LA VIRUTA DE WET BLUE.....	20
TABLA N°2 TIPOS DE DENSIDAD SEGÚN AGLOMERADO.....	29
TABLA N° 3 MUESTREO DE VIRUTA DE WETBLUE.....	33
TABLA N° 4 MEDICION DE ABSORBANCIA DE BSA	39
TABLA N° 5 PROPORCION DE MEZCLA	41
TABLA N° 6 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION DE LA VIRUTA	46
TABLA N° 7 CARACTERIZACION DE LA VIRUTA SEGÚN MANUEL MOTA 2017.....	46
TABLA N° 8 RESULTADO DE TAMIZADO DE VIRUTA	47
TABLA N° 9: CONCENTRACION DE PROTEINA.....	49
TABLA N° 10: PRUEBA DE ANOVA DE LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA (mg/l).....	50
TABLA N° 11: VALOR DE TEMPERATURA CON RELACION A LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA (gr/ml).....	50
TABLA N° 12: VALOR DE CONCENTRACIÓN NaOH EN RELACIÓN A LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA (gr/ml)	51
TABLA N° 13: RESULTADO DE CONTENIDO DE CROMO.....	55
TABLA N° 14: RESULTADOS DENSIDAD APARENTE.....	56
TABLA N° 15: RESULTADOS PRUEBA T PARA DENSIDAD APARENTE	57
TABLA N° 16: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	57
TABLA N° 17: RESULTADOS PRUEBA T PARA COMPRESION.....	58
TABLA N° 18: RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD TERMICA	59
TABLA N° 19: RESULTADOS PRUEBA T PARA CONDUCTIVIDAD	60
TABLA N° 20 REPORTE DEL MES DE MAYO.....	72
TABLA N° 21: REPORTE DEL MES DE JUNIO.....	73
TABLA N° 22: REPORTE DEL MES DE JULIO	74
TABLA N° 23: ABSORVANCIAS DE BSA	75
TABLA N° 24: RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA.....	76
TABLA N° 25: DESVIACIÓN ESTANDAR	78
TABLA N° 26: RESUMEN DE LA PRUEBA DE TUKEY.....	79
TABLA N° 27: DENSIDAD APARENTE.....	80

TABLA N° 28: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	80
Tabla N° 29: CONDUCTIVIDAD TERMICA.....	82



INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal aprovechar las virutas de wet blue mediante hidrólisis alcalina para la fabricación de aglomerado de construcción basándose en la filosofía de economía circular.

La curtiembre es una industria que procesa las pieles animales especialmente de vacunos y caprinos, mediante sustancias químicas las cuales buscan cambiar las propiedades físicas y químicas de la piel, convirtiéndolas en un material llamado cuero, el cual es imputrescible, apenas permeable al agua, suave, elástico y flexible (Mendoza,2016).

La importancia de desarrollar este tema radica en que el proceso de curtido solo convierte en cuero el 50% y el otro 50% son residuos sólidos (residuos cromados y no cromados). Dentro de los residuos sólidos cromados, aproximadamente el 25%, corresponde a las virutas de cuero (wet blue) las cuales son producidas en las máquinas “Rebajadoras”, con el objetivo de uniformar el espesor del cuero (Kanagaraj, 2006).

En la curtiembre Rogusbell S.A.C se evidencia el problema al registrar la cantidad de viruta generada por mes. Durante los meses de abril, mayo, junio y julio del 2018 se registraron 7755 kg de viruta de wet blue, estos desechos actualmente se disponen a un almacenamiento temporal dentro de la curtiembre y después son retirados por una EPS.

En nuestro país surgen diferentes trabajos sobre la hidrólisis alcalina de las virutas de wet blue, pero en su mayoría se utiliza el producto resultante para el engrase del cuero en cambio este trabajo no solo pretende utilizar este residuo, sino aprovechar los residuos de madera (aserrín) para elaborar aglomerados libres de adhesivos úricos.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una curtiembre mediana en Arequipa compra alrededor de 700 a 1200 pieles de animales para convertirlas en cueros acabados por mes de los cuales solo el 50% es convertido en cuero y el otro 50% es generado como residuo sólido esto provoca un gran impacto ambiental ya sea por los residuos cromados y los no cromados.

Dentro de los residuos sólidos cromados, aproximadamente el 25%, corresponde a las virutas de cuero producidas por las máquinas “Rebajadoras” (Estudios, & Filtros, 2007). Las virutas de wet blue están compuestas principalmente por el complejo colágeno – Cr, estos residuos muchas veces son llevadas a botaderos informales donde son incinerados llegando a obtener cenizas con cromo hexavalente las cuales pueden llegar a transportarse a diferentes cuerpos ambientales causando un gran impacto negativo. Se sabe que los compuestos de Cr (VI) tienen efectos tóxicos, genotóxicos, mutagénicos y cancerígenos en humanos, animales, plantas y microbios (Mishra et al., 2016).

Actual los residuos sólidos de wet blue son categorizados como residuo de cuidado por ende deben tener una disposición final adecuada lo cual conlleva a gastos extra en la cadena de producción. Se estima que la disposición de 1 tonelada de viruta de wet blue cuesta 1200 soles precio por el cual muchos empresarios optan por disponerlas a botaderos informales.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. General

Aprovechar las virutas de wet blue para la fabricación de aglomerado como material de construcción.

1.2.2. Específicos

- Analizar y adecuar las muestras de viruta de wet blue.
- Establecer cuáles son las mejores condiciones físico-químicas para la obtención de adhesivo mediante hidrolisis alcalina.
- Analizar y evaluar las condiciones para la fabricación del aglomerado según normas técnicas.

1.3. HIPOTESIS

DADO QUE, la industria del cuero genera una gran cantidad de residuos sólidos (curtidos), que no son aprovechados, y que las nuevas tecnologías están manejando estos residuos transformándolos en productos nuevos valorados, que puedan generar una economía circular, ES PROBABLE que el tratamiento de las virutas de wet blue mediante hidrolisis alcalina, logre insumos nuevos que se puedan utilizar en la elaboración de materiales de construcción, y así se pueda dar un valor agregado a estos residuos permitiendo un cumplimiento legal, responsabilidad social y reducción de impactos negativos al ambiente.

1.4. JUSTIFICACION

1.4.1. Social

Las virutas de wet blue al tener una mala disposición final muchas veces son quemadas, lo cual conlleva que el Cr+3 sea oxidado Cr+6 pudiendo llegar por dispersión a poblaciones aledañas donde pueden ser inhaladas, tenemos que tener en cuenta que el Cr+6 es considerado un agente cancerígeno.

1.4.2. Económica

La disposición final para virutas de wet blue tiene un costo promedio de 1200 soles por tonelada elevando así el presupuesto de producción, razón por la cual muchas empresas optan por botaderos informales donde se da la práctica de quema de residuos.

1.4.3. Ambiental

Las virutas de wet blue pueden llegar a cuerpos ambientales por una mala disposición final de este ya que al ser incineradas se convierten en cenizas las cuales tienen presencia de Cr+6. En el agua las cenizas se dispersan provocando una alteración en la cadena trófica de la fauna acuática llegando a alimentarse de este residuo y creando una bioacumulación de Cr. En el aire estas se presentan como material particulado.

1.4.4. Científico

La siguiente investigación pretende hallar los mejores parámetros para la obtención de colágeno, datos con los cuales se puede empezar a hacer pruebas a escala de planta piloto así mismo pretende dar a conocer las propiedades del colágeno como adhesivo en la fabricación de aglomerado.

1.5. VARIABLES

1.5.1. Variable dependiente

Obtención de aglomerado de construcción.

1.5.2. Variable Independiente

Tratamiento de la viruta de wet blue.

1.5.3. Operacionalización de variables

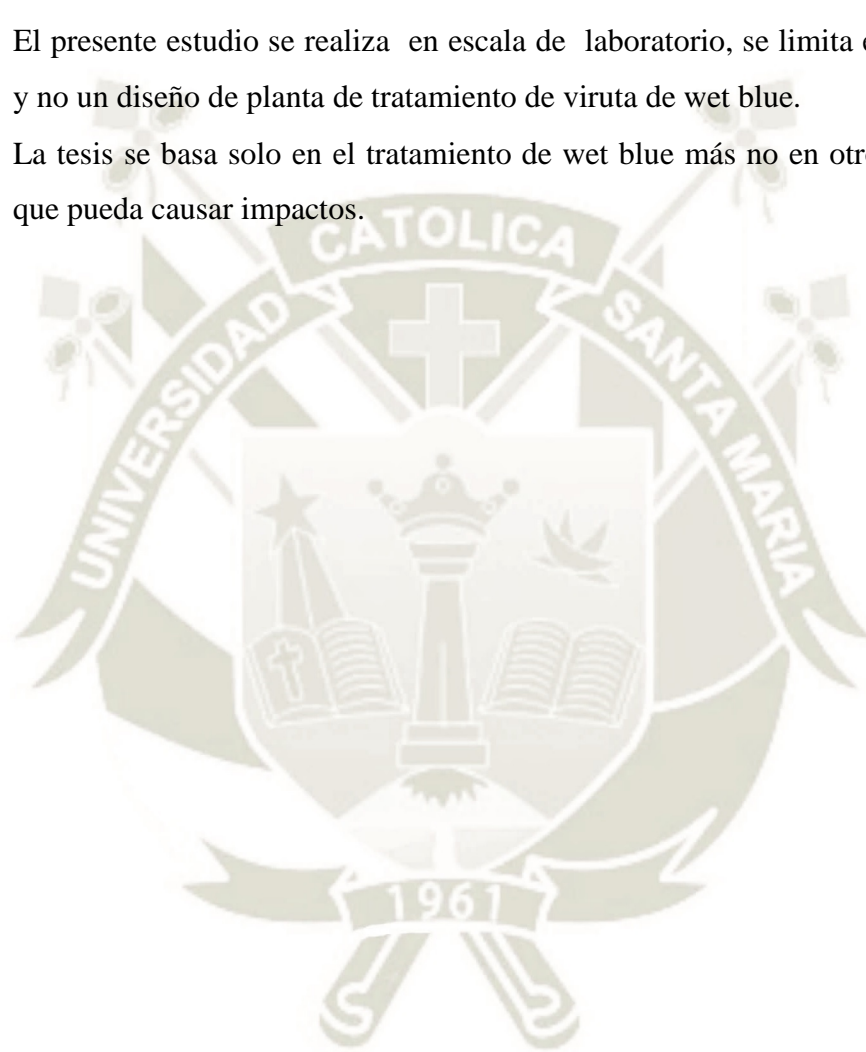
Tipo de variable	Dimensiones	Indicadores	Escalas
Independiente	Pre tratamiento Hidrolisis alcalina Mezcla	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración del Colágeno • Proporción de mezcla 	<ul style="list-style-type: none"> • mg/L • % / %
Dependiente	Aglomerado	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad aparente • Conductividad eléctrica • Resistencia a la ruptura 	<ul style="list-style-type: none"> • gr/cm^3 • W/m^*k • Kfg/cm^2

1.6. ALCANCE

Se pretende obtener un material aglomerado que cumpla con las normas técnicas de construcción a partir de las virutas de wet blue.

1.7. LIMITACIONES

- El presente estudio se realiza en escala de laboratorio, se limita en micro proceso y no un diseño de planta de tratamiento de viruta de wet blue.
- La tesis se basa solo en el tratamiento de wet blue más no en otro tipo de residuo que pueda causar impactos.



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. EL CROMO

2.1.1. Definición

El cromo es un metal de color plateado y brillante teniendo un número atómico de 24, su punto de fusión es de 1857 °C y su punto de ebullición es de 2672 °C. Se conocen estados de Oxidación de -2 a +6, sin embargo el estado de oxidación más estable es +3.

En el universo el cromo se encuentra a 15 ppm en masa, en el sol en 20 ppm y en meteoritos carbonosos a 3.1 ppm. En la tierra el cromo se puede encontrar en un promedio de 140 ppm dentro de la corteza y a su vez en el agua de mar se encuentra en 0.6 ppb; Los humanos también tienen cromo en su masa corporal a una concentración de 30 ppb (Testa et al., 2004).

En el planeta tierra se puede extraer cromo a partir de la cromita (FeCr_2O_4) que es la roca principal de explotación, este mineral es de origen ígneo e hidrotermal y presenta un color marrón plateado que tiene capacidad magnética débil, el Cr se puede producir de dos formas:

Ferrocromo: El ferrocromo se produce al introducir la cromita con coque en un horno para lograr su reducción, formando así una aleación de Fe-Cr, la cual es utilizada como aditivo para la producción de Aceros Inox. Si se quiere obtener un ferrocromo bajo en carbono se puede sustituir el coque con ferro silicio (Rocha, 2017).

Cromo Metal: El cromo metal se obtiene por la oxidación de la cromita en un medio de álcali fundido, lo cual forma cromato de sodio, que posteriormente se lixivia con agua, se precipita y reduce a óxido de Cr(III) usando carbono (Testa et al., 2004).

2.1.2. Industrias generadoras de Cromo

El cromo se usa en múltiples procesos industriales a partir del siglo XX, lo cual lo convirtió en un metal estratégico para el desarrollo industrial. Hasta los principios de 1900 la cromita se utilizó principalmente en la fabricación de productos químicos, al llegar el nuevo siglo se le dio otras utilidades como pigmento de pinturas, anticorrosivo de metales, aditivo refractario entre otros (Hauber, 2000).

2.1.2.1. Pintura

Las pinturas son revestimientos compuestos por resinas sintéticas, pigmentos y otros aditivos. El cromo hexavalente ha sido utilizado dentro de las pinturas como pigmento llegando a estar presente de 0.1 a 25% de su masa total, siendo este el estado más dañino del cromo (Lee et al., 2017).

Muchas veces el cromo que se encuentra en las pinturas esta en forma de cromato de plomo dependiendo del recubrimiento necesario.

2.1.2.2. Acero Inoxidable

El acero inoxidable se consigue dando un enriquecimiento de cromo para mejorar la resistencia a la corrosión y la conductividad, actualmente se puede producir con diversas técnicas como el tratamiento superficial con nitruro de cromo (CrN) y película de carburo de cromo (Cr-C) (Lee et al., 2017). Estas aleaciones solo necesitan un 10% de cromo para estar protegidas de la corrosión sirviendo para productos como cuchillos, relojes, parachoques de autos entre otros.

2.1.2.3. Ladrillos refractarios

Los ladrillos refractarios están compuestos por $Al_2O_3-Cr_2O_3$, este tipo de ladrillo se utiliza para la fabricación de hornos ya que presentan alta resistencia a la corrosión y temperatura. Este ladrillo al estar en presencia de agentes ácidos puede separarse en óxido de cromo, el cual forma compuestos de Cr con mayor valencia (IV y VI), estos compuestos son altamente tóxicos y de mayor movilidad en las membranas celulares (Nath, 2018).

2.1.2.4. Agente Curtiente

El cromo es el agente curtidor más utilizado en las curtiembres así mismo es el más contaminante. La utilización de este método se da ya que estabiliza el colágeno de la piel para transformarlo en cuero, el cromo trivalente en un medio ácido tiene la propiedad de evitar la degradación de la piel. El tiempo de duración del proceso de curtido es de 8 a 24 horas (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2013).

Este proceso deriva en diferentes aspectos ambiental como efluentes y residuos sólidos con contenido de cromo los cuales pueden llegar a cambiar

de valencia a Cr^{+6} convirtiéndolo en un peligro considerable para el medio ambiente y la salud humana (Technique & Chaussure, 2000).

2.1.2.5. Fotografía

Para el proceso de revelado de fotografías se utiliza el anión dicromato, este se mezcla con agua y solución seca, posteriormente se expone a la luz dándole así paso al grabado fotoquímico. Cabe destacar que estos procesos son altamente tóxicos.

2.1.3. Efectos en la salud

El Cr elemental puede tener efectos adversos en la salud humana, a su vez es necesario en cantidades mínimas para el metabolismo. El cromo requerido por el cuerpo humano se consigue de una variedad de alimentos como el hígado, el brócoli, el queso y los cereales, este cromo sirve para reducir los niveles de glucosa en la sangre y la disminución de colesterol mediante la reducción de la concentración de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) no saludables (Testa et al., 2004).

En su estado de Cromo III es inofensivo ya que no puede ingresar fácilmente a la membrana celular, en cambio el Cromo VI tiene una gran penetración en la membrana celular a través de pasajes para aniones isoelectrónicos e isoestructurales como SO_4 y HPO_4 los cuales son tomados a través de fagocitosis. Las reacciones entre Cr (VI) y reductores biológicos como tioles y ascorbato dan como resultado especies reactivas de oxígeno que conducen al estrés oxidativo causando daño en el ADN (Jaishanka et al., 2014).

El cromo hexavalente al ser inhalado se asocia con el incremento de riesgo de cáncer en el pulmón, esto se basa en numerosas observaciones en estudios de epidemiología ocupacional en trabajadores de industrias de producción de galvanizado y pigmentos (Proctor & Thompson, 2014).

2.1.4. Impactos en el medio ambiente

El Cr al tener una naturaleza tóxica crea diversos problemas ambientales ocasionados por la mala disposición final de desechos de procesos industriales. La gestión de los desechos de procesos industriales siempre es una problemática por la dificultad de su tratamiento y su elevado costo, por lo tanto el Cr comúnmente

se derrama o se filtra al medio ambiente trasladándose a diferentes cuerpos ambientales.

2.1.4.1. Cromo en el suelo

El cromo es un elemento natural que puede encontrarse de 10 a 150 mg/kg de suelo el cual se presenta en valencia III y VI, siendo estas las formas más estables (Han et al., 2013). El Cr III se oxida en Cr (VI) por la presencia de óxidos de magnesio en los suelos, y el Cr (VI) se reduce cuando se encuentra con materia orgánica, Fe(II) y Sulfuro.

Los Estudios realizados sobre cromo en el suelo han demostrado que la presencia crónica de altos niveles de este elemento afectan a la poblaciones de cianobacterias fijadoras de nitrógeno, este impacto en la micro flora desestabiliza el ciclo del nitrógeno, el cual es necesario para tener una buena calidad de suelo (Viti et al., 2015).

El cromo puede llegar al suelo por la infiltración directa de lixiviados procedentes de vertederos de aguas residuales así como lixiviados de desechos minero o derrames de procesamiento de metales industriales.

2.1.4.2. Cromo en el agua

El cromo se encuentra naturalmente en el agua en una concentración de 0.06 a 1 ppb siendo estas concentraciones aptas para el desarrollo de la vida. Dentro de las propiedades del cromo estudios demostraron que los cambios de pH afectan la movilidad pero no la toxicidad por otro lado los cambios en el estado de oxidación afecta tanto la toxicidad como la movilidad (Testa et al., 2004).

El Cr (III) existe relativamente inmóvil bajo condiciones reductoras en cambio el Cr (VI) es altamente móvil y toxico bajo condiciones oxidantes, cuando el Cr (VI) se reduce a Cr (III) no se re oxidará fácilmente a Cr (VI) ya que necesita un oxidante muy fuerte (Hauber, 2000).

Los contaminantes de cromo se eliminan de la columna de agua a través de los procesos de adsorción-coagulación-sedimentación y se acumulan en sedimentos fluviales. Como resultado, el transporte fluvial de cromo es principalmente relacionados con las condiciones hidrológicas, especialmente con las condiciones que favorecen la translocación de masa de sedimentos fluviales (Świetlik et al., 2016).

Los océanos y las aguas costeras actúan como sumideros para metales como el Cr siendo estos usados como alimentos para animales marinos, este concepto llevo a realizar una evaluación a la lengua de dover (*Microstomus pacificus*) y el cangrejo (*Cancer anthonyi*) en las costas de California en USA donde se encontró concentraciones altas de Cr y Pb en sus glándulas digestivas, se presume que la fuente de contaminación se dio por efluentes de industrias galvánicas aledañas (Fowler et al., 1975).

2.1.4.3. Cromo en la atmosfera

El Cr en la atmosfera se puede encontrar naturalmente ya que es emitido por erupciones volcánicas, erosión de suelos e incendios forestales lo cual representa un 30 % del total de cromo atmosférico, mientras que el otro 70 % del cromo atmosférico es producido por fuentes antropogénicas como las industrias metalúrgicas, ladrillos refractarios y aerosoles (Leffmann, 1989).

El cromo aerotransportado se da en dos estados de valencia Cr (III) y Cr (VI) difiriendo en toxicidad y comportamiento en el medio ambiente. La concentración de Cr en áreas rurales es de 1 a 10 ng m⁻³ y en áreas cerca de una fundición de ferrocromo pueden alcanzar valores de 20 a 70 ng m⁻³ (Świetlik et al., 2011).

El transporte del Cr por la atmosfera se da en gran parte en fase gaseosa y en fases sólida. Es muy importante el tamaño de las partículas no solo para saber el destino de las partículas sino también por los efectos en la salud. Las partículas con diámetros menores a 10 mm son respirables; su captación por los pulmones puede presentar un riesgo de cáncer (Testa et al., 2004)

2.2. PROCESO PRODUCTIVO DE LAS CURTIEMBRES

El proceso que se realiza en una curtiembre sigue siendo en su mayoría artesanal aun en países desarrollados ya que la mayoría de empresarios emplean sus propios procesos. Sin embargo se pueden distinguir tres grandes etapas: etapa de rivera donde se elimina el pelo o lana de la piel, etapa de curtido donde se transforma en cuero y etapa de acabado donde se le da al cuero las características para la utilización de distintos artículos (Rosner, 2016).

2.2.1. Etapa de ribera

2.2.1.1. Recepción y preparación de la materia prima

Las pieles llegan con alta humedad y con algunos defectos, los cuales se inspeccionan visualmente para ser corregidos como se observa en la Figura N°1. Se procede a hacer un pesaje y una clasificación por tipo y tamaño, consecuentemente se hace el corte de las colas, extremidades y cuello (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2013)



FIGURA N° 1 RECEPCION DE PIELES

Fuente: Curtiembre Rogusbell

2.2.1.2. Remojo

En este proceso se utilizan grandes volúmenes de agua para retirar la sal de las pieles con las que fueron conservadas, eliminando así efluente con presencia de sal, sangre, pelos y estiércol (Dixit et al., 2015).

Esta etapa es realizada en los botaes de 10 a 12 horas, muchas veces se les adiciona tensioactivos para facilitar el ingreso del agua a las pieles.

2.2.1.3. Pelambre

Este proceso consiste en adicionar cal y sulfuros de sodio a las pieles lo cual permite el retiro de pelos y el aflojamiento de las fibras de colágeno como se observa en la figura N°2, en esta etapa al igual que el remojo se utilizan grandes volúmenes de agua.



FIGURA N° 2 PIELES DESPUES DEL PELAMBRE

Fuente: Curtiembre Rogusbell

2.2.1.4. Descarnado

El descarnado es el proceso donde se desprenden las grasas y carnazas que aún quedan en la piel esto se hace con el propósito de que los agentes químicos ingresen correctamente para seguir con los siguientes pasos del proceso. Luego se utiliza bastante agua para retirar algunos residuos (Núñez, 2011).

2.2.2. Etapa de Curtido

2.2.2.1. Desencalado

Este proceso consiste en retirar la cal y el sulfuro con grandes cantidades de agua, para que estos agentes no interfieran en los otros procesos. Es necesario utilizar sustancias químicas como ácidos orgánicos tamponados (sulfúricos, clorhídricos, lácticos, fórmicos) sales de amonio, hidrógeno, azúcares y melazas (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2013).

2.2.2.2. Piquelado

Es un proceso donde se trata de reducir el pH principalmente con ácido fórmico o ácido sulfúrico. Los ácidos donan protones que se unen al grupo carboxilo para facilitar la penetración del agente curtiente, el Ph puede llegar a 2.5 o 3.

El ácido es necesario porque los agentes curtientes de cromo no son solubles en condiciones alcalinas. Los cueros curtidos con materia vegetal no necesitan piquelarse (Mccann, 2014).

2.2.2.3. Curtición

En esta etapa se trata de estabilizar el colágeno de la piel por medio de agentes curtientes siendo las sales de cromo las más utilizadas también se pueden utilizar agentes curtientes vegetales. El proceso puede durar entre 8 a 24 horas.

Las sales que curten las pieles tienen alta solubilidad en ácidos fuertes y precipitan con hidróxidos con pH mayor a 4 (Dixit et al., 2015).

Las pieles después de este proceso se tornan de un color azul como se presenta en la figura N° 3 esto demuestra que el cromo penetra exitosamente en la piel.



FIGURA N° 3 PIELES CURTIDAS

Fuente: Curtiembre Rogusbell

2.2.2.4. Ecurrido

Proceso mecanizado donde se trata de que el cromo se expanda por toda la piel y se gane área, puede ser realizado en caballetes de madera como se muestra en la figura N° 4. En este proceso se escuren efluentes con propiedades acidas.



FIGURA N° 4 PIELS EN CABALLETES

Fuente: Curtiembre Rogusbell

2.2.2.5. Neutralización

En este proceso se trata de eliminar los agentes sobrantes como el ácido a base de bicarbonato de sodio, eliminando el riesgo de hidrólisis lenta. Esta etapa ayuda al ingreso de la tintura a la piel.

2.2.2.6. Recurtido

Este proceso se utiliza para obtener un cuero más lleno, con mayor resistencia al agua, se emplean agentes curtientes como el cromo el cual mejora la distribución de cargas iónicas superficiales del cuero mejorando su comportamiento frente a los colorantes.

2.2.3. Etapa de Acabado

2.2.3.1. Rebajado

Es la división longitudinal del cuero húmedo o seco que es demasiado grueso, para artículos como piel para empeines de calzado, guantes u otros. En este proceso se emplean máquinas con cuchillas cortadoras para reducir el cuero al espesor deseado como se muestra en la figura N° 5 (Mccann, 2014).

En esta etapa se desprende la viruta de wet blue la cual es un subproducto compuesto por una unión de colágeno –Cromo.



FIGURA N° 5 MAQUINA REBAJADORA

Fuente: Curtiembre Rogusbell

2.2.3.2. Tintura

Se pretende colorear los cueros dándoles el color correcto para su utilidad final esto se consigue adicionando anilinas a temperaturas altas en botales, el proceso toma un par de horas.

2.2.3.3. Engrase

Sin esta etapa el cuero puede quedar duro careciendo de flexibilidad, con este proceso se separan las fibras del cuero con lubricante para evitar el

rozamiento, incrementando su resistencia al estiramiento. Para el proceso se utilizan aceites vegetales, animales o emulsionarlos.

En el engrasado hay que distinguir entre el engrasado sencillo, engrasado a mano o en tinas. En toda esta serie de tratamientos se va elevando la cantidad de aceite emulsionado y con ello la impermeabilidad y la calidad del cuero (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2013).

2.2.3.4. Secado

En el secado se utiliza una maquina al vacío para la disminución de porcentaje de humedad, consta de dos planchas metálicas calentadas por vapor de agua caliente.

2.2.3.5. Recorte de acabado

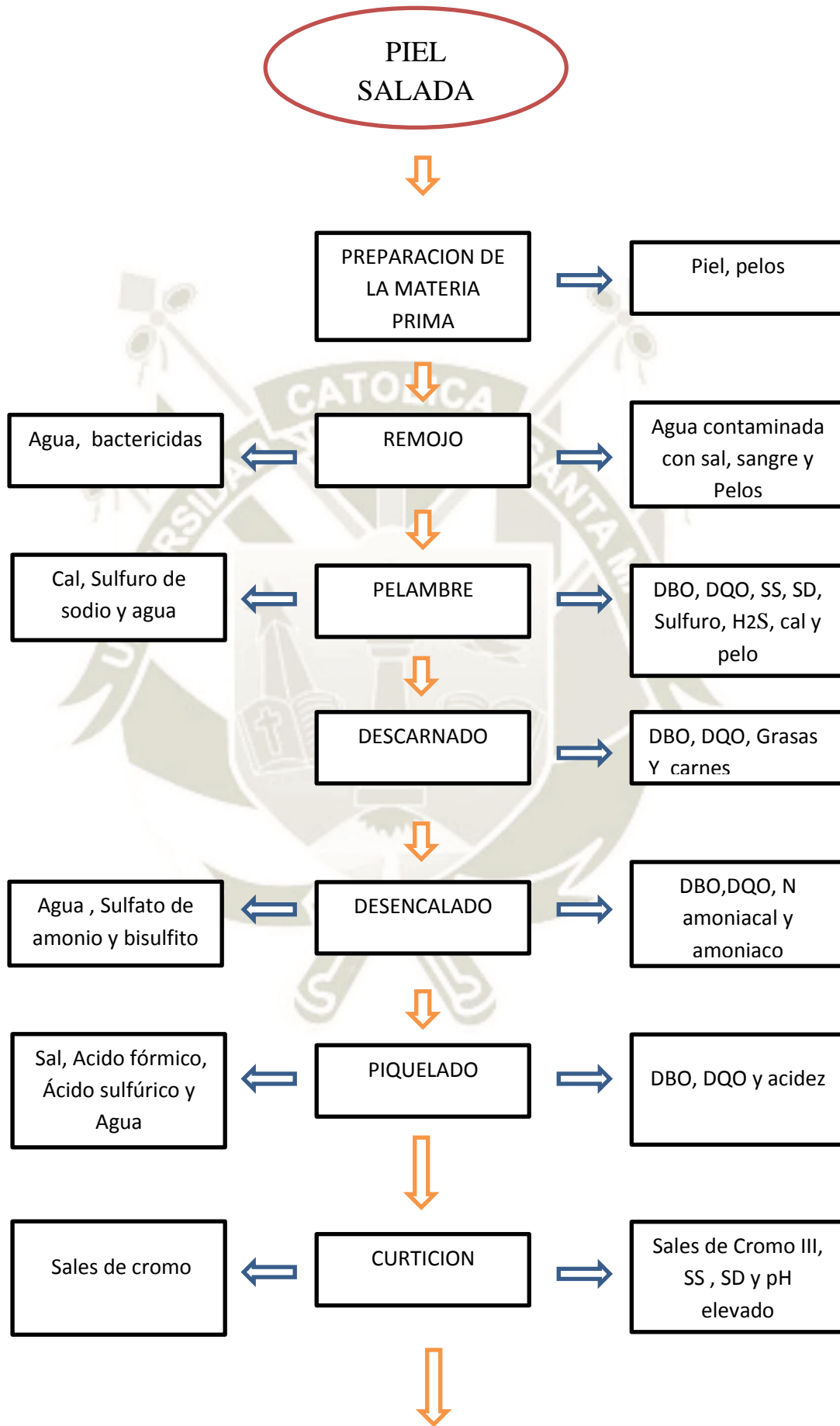
Se recorta el cuero para darle una vista uniforme como se muestra en la figura N°6, esta operación genera residuos de cuero terminado.

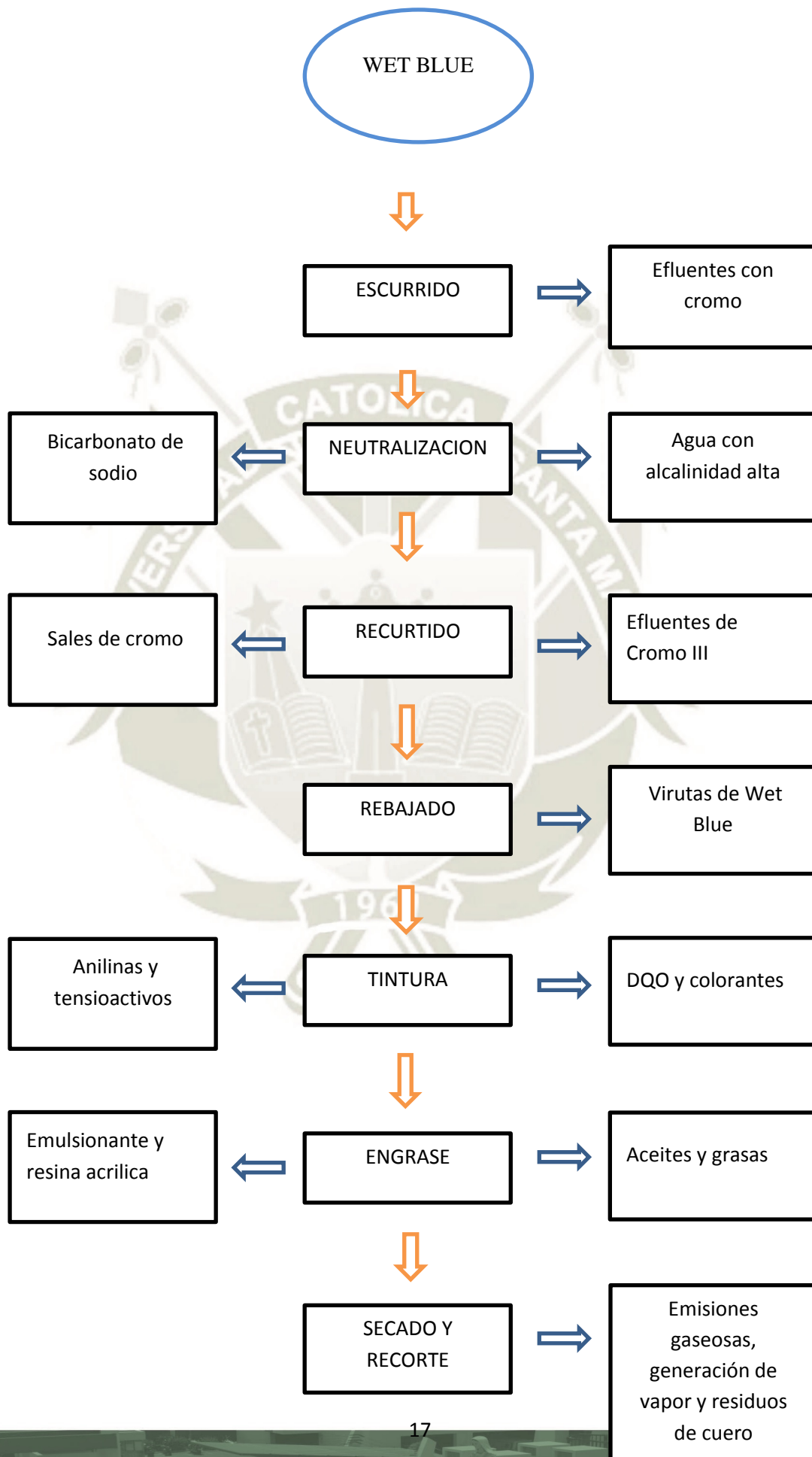


FIGURA N° 6 RECORTE DE LA PIEL

Fuente: Curtiembre Rogusbell

2.3. DIAGRAMA DEL PROCESO DE CURTIDO





2.4. CONTAMINACIÓN POR CURTIEMBRES

La industria del curtido de pieles siempre ha sido vista como una de las industrias más contaminantes, por el uso de una gran cantidad de químicos y el desecho de más del 50 % de ellos en efluentes, residuos sólidos y gases.

En una curtiembre mediana se procesan 800 pieles por mes con un peso aproximado de 30 kg por piel dando como resultado la generación de grandes cantidades de residuos sólidos, a esto se le añade los químicos utilizados que muchas veces son agregados en exceso ya que el proceso se realiza empíricamente, esto con lleva a efluentes altamente contaminantes (Díaz et al., 2006).

Actualmente en el Perú se dictaron leyes contra la contaminación producidas por las curtiembres obligándolas a cumplir ciertos requisitos para ser formales, ya sea en la calidad de sus efluentes o en la disposición de residuos sólidos, razón por la cual muchos empresarios deciden ser informales por el alto costo que esto implicaría.

2.4.1. Residuos Solidos

En las curtiembres de 1000kg de pieles crudo casi 500kg es generado como desechos sólidos, solo 500kg de materia prima se convierten en cuero, de estos residuos el descarnado aporta de 35 a 40 %, la divisiones de 45 a 50%, recortes de piel de 5 a 7 % y cabello de 2 a 5% (Kanagaraj et al., 2006), este tipo de residuos tienen como principal característica que están compuestos de colágeno.

Podemos identificar dos grandes grupos de residuos que son los residuos no cromados (se dan en la etapa de rivera) y los residuos cromados (se dan después en la etapa de curtido) que se evidencian en la Figura N°7.



FIGURA N° 7 RESIDUOS SÓLIDOS DE RECORTES

Fuente: Curtiembre Rogusbell

Aspectos e impactos ambientales

- A. Dentro de los residuos sólidos no curtidos encontramos las carnazas que pueden generar efectos negativos sobre el medio ambiente, como malos olores, proliferación de insectos, roedores y aves de rapiña. Estos residuos al ser putrescibles ; provocan enfermedades de tipo respiratorio, intestinales y dermatológicas (Mendoza et al., 2016).
- B. Los residuos sólidos cromados presentan un problema mayor para el medio ambiente ya que estos tienen en su composición Cr (III) , si estos residuos son expuestos a altas temperaturas su valencia llega a cambiar a Cr (VI) , el cual puede penetrar las células 1000 veces más y causar mutaciones (Nigam et al.,2015).
- C. La utilización de insumos químicos, pinturas y solventes en el procesos con lleva a tener como residuos los envases de estos que muchas veces no tienen una disposición final adecuada terminando en el medio ambiente.

2.5. VIRUTAS DE WET BLUE

El raspado es una operación que se le aplica a la wet blue, el cual busca obtener un grosor uniforme en toda la piel. Los residuos del raspado son llamados “Viruta de wet blue” (Figura N°8) representando el 25 % de los residuos sólidos totales.

Estas virutas son de forma espiral y color azulado por el contenido de Cromo, se encuentran de un rango de 5 mm a 1mm.



FIGURA N° 8 VIRUTAS DE WET BLUE

Fuente: Curtiembre Rogusbell

2.5.1. Composición

Las virutas de wet blue son el resultado principalmente de la unión colágeno – cromo, a su vez contienen porcentajes de grasa y minerales. Según los análisis realizados por Mota en el 2015 la viruta tiene la composición presentada en la Tabla N°1:

TABLA N°1 COMPOSICION DE LA VIRUTA DE WET BLUE

Parámetro	Unidad	Resultado
Proteína	%	39.57
Cromo	%	1.94
Grasas	%	1.45
Humedad	%	57.04

Fuente: Mota, 2015

2.5.2. Alternativas de Tratamiento y reutilización

Siendo un gran volumen las virutas de wet blue generadas en el proceso se necesita una disposición final o un tratamiento. Estudios recientes demuestran que se le puede dar un valor agregado cambiando el concepto de residuo a insumo, pueden ser utilizadas directamente como absorbentes de compuestos contaminantes así como en el desarrollo de polímeros biodegradables y la recuperación de cromo.

2.5.2.1. Mezclas termoplásticas

Se realizaron mezclas termoplásticas de polivinil alcohol (PVA) y colágeno hidrolizado recuperado mediante hidrólisis alcalina de las virutas de cuero. Se evaluaron la interacción del PVA, colágeno y plastificante (glicerol o sorbitol), el material resultante muestra flexibilidad, transparencia y una adecuada resistencia a la ruptura (Viteri et al., 2017).

Estos polímeros resultantes tienen bajo contenido de Cr (III) y sin presencia de Cr (VI), a su vez se poseen una alta estabilidad térmica y son biodegradables siendo una de las alternativas con mayor valor añadido.

2.5.2.2. Carbón activado

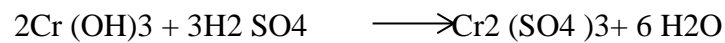
Los carbones activados se preparan a partir de las virutas de wet blue, los procesos de activación pueden ser físicos y químicos. Se recomienda que la activación sea química, ya que habrá una inhibición de gasificación, para este proceso los insumos utilizados son el $ZnCl_2$ y el H_3PO_4 . Este tipo de proceso debe ser muy controlado porque puede darse la formación de Cr (VI), por eso se utiliza un reactor para la carbonización, donde los productos volátiles son barridos por gas nitrógeno (Kantarli & Yanik, 2010).

Al obtenerse el carbón activado se le sometió a pruebas para la descontaminación de efluentes con contenido de Cr (VI), azul de metileno y fenol, evidenciando un 80% de absorción de contaminante (Carola et al., 2016).

2.5.2.3. Recuperación de cromo y obtención de hidrolizado de colágeno

El procedimiento principal en la recuperación de cromo de las virutas de wet blue es una hidrólisis alcalina o enzimática en la cual se obtiene un precipitado con contenido de hidróxido de cromo, este no tiene utilidad en el proceso de curtido así que se le añade ácido sulfúrico para obtener sulfato

de cromo el cual puede utilizarse en el proceso de curtido y re curtido (Erdem, 2006).



A su vez se obtiene como sub producto un hidrolizado de colágeno con alto contenido de proteínas, este subproducto tiene bajo contenido en cromo y puede ser utilizado en el proceso de engrase (Núñez, 2011).

2.6. PROTEÍNAS

Las proteínas son una de las moléculas orgánicas más abundantes en los seres vivos y tienen más estructuras y funciones que otra clase de macromolécula. Están compuestas por la unión de enlaces peptídicos de uno o más aminoácidos, a su vez los aminoácidos están compuestos por carbono, hidrogeno, oxígeno y nitrógeno.

Los aminoácidos son moléculas que contienen un grupo carboxilo (-COOH) y un grupo amino (-NH₂) libres, más una cadena lateral (R) característica. Para formar las proteínas los aminoácidos se unen entre sí, mediante lo que se denomina el enlace peptídico, este se forma entre el grupo amino de un aminoácido y el carboxilo de otro, dando como resultado un enlace covalente CO-NH este enlace se conoce como amida (Universidad de Chile, 2015).

Las proteínas tienen su codificación en el material genético de cada ser vivo, donde se da la secuencia de los aminoácidos para posteriormente ser sintetizados. Por tanto, las proteínas son cadenas de aminoácidos que se pliegan adquiriendo una estructura tridimensional que les permite llevar a cabo miles de funciones (Guillen, 2011).

Se pueden diferenciar cuatro niveles de estructuración de las proteínas: Primaria, Secundaria, Terciaria y Cuaternaria. Los enlaces covalentes se encuentran en la estructura primaria mientras que para las demás estructuras son de tipo no covalente.

2.6.1. Colágeno

El Colágeno es la proteína más abundante dentro del cuerpo humano ya que constituye la piel, tendones y hueso, por esta razón llega a ser más del 30 % de contenido proteico de un animal. Se caracteriza por su gran resistencia, por lo cual una fibra de colágeno de 1mm de diámetro puede soportar una carga de 10 a 40 kg (Prockop & Guzmán, 1981).

En el cuerpo humano el colágeno es constituyente de muchos tejidos, como la piel (74%), los tendones y ligamentos (90 %), la córnea (64 %), el cartílago (50 %), el hueso cortical (23 %), la aorta (12-14 %), el pulmón (10%) y el hígado (4 %). También está relacionado con otros procesos: transmisión de fuerzas (tendones), lubricación (cartílago), transmisión de luz (cristalino) o generación de barreras (filtración o separación de tipos celulares) (Lizarbe, 2002).

Existen al menos 27 tipos de colágeno los cuales forman distintas estructuras macromoleculares las cuales pueden ser: fibrilares (Tipo I,II,III,V y XI), asociados a fibras (IX, XII, XIV,XVI, XIX y XX) , microfibrilares (Tipo IV,VI,VII VIII y X) , multiplexinas (XV y XVIII) y Asociados a membrana (Tipo XIII y XVII).

2.6.1.1. Estructura del Colágeno

El colágeno está conformado por una triple hélice de 1000 aminoácidos, donde cada tercera posición es glicina, conjuntamente con intervalos de prolina y hidroxiprolina formando así una estructura helicoidal (Gelse et al., 2003).

La repetición de tripletes de forma Gli-X- Y (Figura N° 9) preside la estructura de cada una de las cadenas. En posición X se encuentra, en la mayoría de los casos, la prolina; en posición Y, se encuentran la hidroxiprolina y la hidroxilisina, dos aminoácidos que no abundan en la constitución de las otras proteínas del organismo (Makareeva & Leikin, 2013).

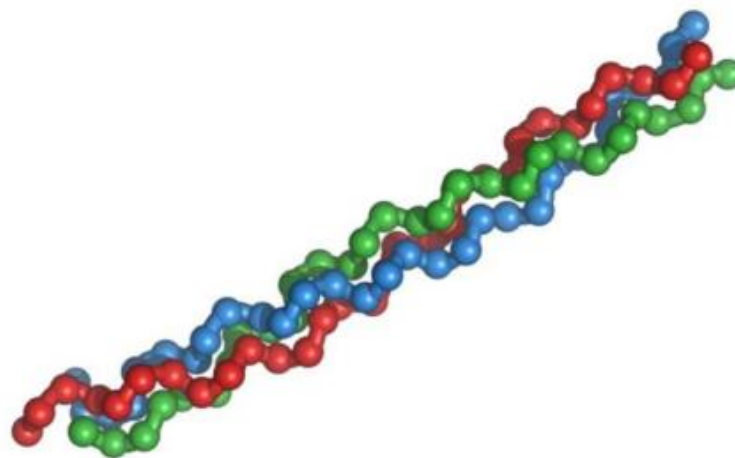


FIGURA N° 9 ESTRUCTURA DEL COLAGENO

Fuente: Makareeva & Leikin, 2013

2.6.1.2. Principales tipos de colágeno en la dermis

A. Colágeno Tipo I

El colágeno tipo I es el más abundante y a su vez el más estudiado, forma parte del 90% de la masa orgánica del hueso y es el principal colágeno de los tendones, piel, ligamentos, cornea y muchos tejidos conjuntivos (Gelse et al., 2003). La triple hélice del colágeno tipo I está compuesta por 2 cadenas idénticas y una distinta, este colágeno contiene poca hidroxilisina.

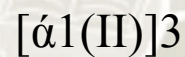
Su fórmula molecular:



B. Colágeno Tipo II

El colágeno de Tipo II se encuentra en un 80 % en el cartílago dándole propiedades lubricantes, formando así un soporte donde se anclan los proteoglicanos (Lizarbe, 2002).

En su estructura se encuentra contenido de hidroxilina, glucosilo y galactosilo que interactúan con los proteoglicanos. Su fórmula molecular es:



C. Colágeno Tipo III

El colágeno tipo III se encuentra en los mismos tejidos que el colágeno tipo I como la piel, los pulmones, hígado y bazo a excepción de los huesos. Esta molécula homotrimerica contribuye a la mezcla de fibrillas en tejidos elásticos (Leeming et al., 2017).

Dentro de su estructura presenta alto contenido de hidroxilina y enlaces disulfuro entre las cadenas. Su fórmula molecular es:



2.6.2. El colágeno como adhesivo

Desde hace mucho tiempo el colágeno ha sido utilizado como adhesivo, este se obtiene al mezclarla piel, huesos y tejidos de animales con ácidos o bases y posteriormente llevarlos a altas temperaturas. Este adhesivo fue perdiendo

popularidad por la invención de adhesivos sintéticos con alto poder adherente pero altamente contaminante y dañino para la salud (Khatua et al., 2017).

La fuerza del adhesivo va ser dependiente del proceso de extracción del colágeno , si el pre tratamiento con ácidos o bases es más intenso por duración y concentración disminuirá el peso molecular, en cambio un proceso suave dará adhesivos con mayores pesos moleculares (Bailach et al., 2012).

El colágeno tiene un peso molecular de 30000 Dalton el cual es apto para adhesivos que serán utilizados en la fabricación de estructuras rígidas (Gelse et al., 2003).

Un adhesivo de colágeno que sea transparente tendrá un peso molecular apto para cintas adhesivas , mientras adhesivos más parduscos tendrán menos peso molecular aptos para estructuras rígidas, todo esto depende del tiempo de tratamiento, ya que a mayor tiempo mayor degradación (Hepworth & Smith, 2002).

2.7. HIDROLISIS

Las reacciones de hidrólisis son eventos de sustitución nucleofílica en los que el oxígeno de una molécula de agua actúa como nucleófilo. El electrófilo suele ser el carbono del grupo carbonilo de un éster, de una amida o de un anhídrido (Cortes, 2017).

2.7.1. Hidrolisis Acida

La hidrolisis acida se da en un medio acuoso con adición de temperatura, se puede utilizar como reactivo el HCL y H₂SO₄ los cuales son ácidos fuertes, modificando la estructura del colágeno y disminuyendo el triptófano y los aminoácidos serina y treonina. Ya que habrá una disminución de enlaces hidrogeno y el desbloqueo de grupos carboxilo provocando aumento de las repulsiones electrostáticas (Reyes, 2016).

Un tratamiento con ácido puede solubilizar no solo a los monómeros del colágeno sino también al colágeno por esto este tratamiento es recomendado para colágenos que estén altamente entrecruzados por enlaces trivalentes no reducibles.

2.7.2. Hidrolisis Alcalina

Esta hidrolisis se puede realizar con hidróxido de sodio o hidróxido de potasio los cuales son bases fuertes y al entrar en contacto con tejidos vivos producen una modificación de polaridad liberándose los aminoácidos y los péptidos más pequeños,

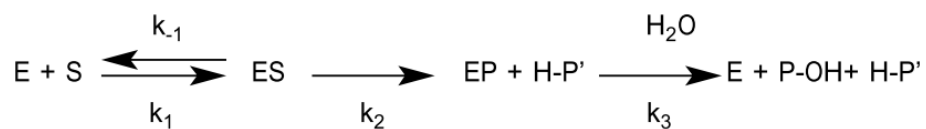
se debe tener cuidado con la concentración del reactivo ya que puede hidrolizar completamente el colágeno (Quintero, 2017).

El proceso puede ser acelerado al agregarle una variación de temperatura , muchas veces este proceso se elige para la obtención de colágeno ya que el proceso se puede controlar con mayor facilidad y el producto será de mayor pureza (Liu, Zhang et al., 2015).

2.7.3. Hidrolisis Enzimática

La hidrolisis enzimática se debe realizar en reactor con control de parámetros como temperatura, pH y agitación. Al utilizar enzimas proteolíticas el proceso es muy específico pero lento, alguna de las enzimas utilizadas son la tripsina, pepsina, alcalasa, pronasa y otras proteasas. El tratamiento térmico a menudo se usa antes de la hidrólisis enzimática de las proteínas para desplegar la cadena peptídica y exponer los sitios de escisión interna (Zhang et al., 2013).

La hidrolisis se da en un proceso de tres reacciones inmediatas. Primero se da la formación de un complejo enzima sustrato (proteína) y seguidamente se da la rotura del enlace amídico dando como resultado la liberación de un péptido. Finalmente, el péptido restante se separa de la enzima después de un ataque nucleofílico de una molécula de agua. El proceso puede reiniciarse sobre los dos nuevos péptidos o sobre uno solo de ellos (Benítez et al., 2008).



E: enzima, S: sustrato, P, P': péptidos resultantes, k_x : constante velocidad de reacción.

FIGURA N° 10 PROCESO ENZIMATICO

Fuente: Benítez et al., 2008

2.8. ADHESIVOS

Es un compuesto de una o varias sustancias capaz de endurecerse, a corto o largo plazo, en consecuencia, capaz de unir materiales heterogéneos de distinta naturaleza. Los adhesivos pueden ser de naturaleza orgánica, resinas o polímeros en general (Goma, 1979).

2.8.1. Adhesivos Naturales

Este término se usa para incluir adhesivos vegetales y animales. Estos incluyen materiales orgánicos como caseína, sangre, albúmina, cuero, hueso, pescado, almidón, resina, goma laca, asfalto, quitosano y adhesivos inorgánicos como silicato de sodio. Su uso a excepción de los adhesivos inorgánicos, es principalmente a papel, cartón, papel de aluminio y madera clara. Son baratos, fácil de aplicar, y tiene una larga vida útil (Ebnesajjad & Landrock, 2008).

2.8.2. Adhesivos Sintéticos

Son adhesivos de naturaleza sintética, son muy resistentes a la presión y altas temperaturas, pero son muy perjudiciales para el medio ambiente por producir compuestos orgánicos volátiles, dentro de estas encontramos a los adhesivos ureicos que son dañinos para el ser humano por su toxicidad a largo plazo.

2.8.2.1. Urea Formaldehido

La Urea –Formaldehido es un adhesivo termoestable , para producirse los parámetros como la proporción molar, la temperatura y los valores de pH son muy controlados ya que estos influyen en el peso molecular dando diferentes características al adhesivo (Martínez, 2017).

Este tipo de adhesivo es en su mayoría utilizado en la producción de madera aglomerada por su gran poder adhesivo y su bajo costo , sin embargo tanto como en su producción y en la utilización se libera formaldehido en cantidades que pueden superar los valores permitidos por las normas internacionales de seguridad (Bacigalupe & Fonseca, 2016). Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) y la EPA (Environmental Protection Agency) consideran al formaldehido como agente cancerígeno.

Cabe resaltar que la Urea Formaldehido y otros adhesivos sintéticos derivan del petróleo provocando un agotamiento del recurso no renovable.

2.9. TABLEROS DE AGLOMERADO

2.9.1. Concepto

Los tableros de aglomerado utilizan como materia prima principalmente los residuos de distintos tipos de madera, a su vez se mezclan con adhesivos y aditivos. Dependiendo del residuo de madera que se utilizó las características del aglomerado cambiarán (Rangel et al., 2017).

Generalmente la fabricación de los paneles de aglomerado consiste en un secado previo de los residuos de madera, donde posteriormente se pasa al agregado del adhesivo que puede ser un adhesivo natural o sintético y se empieza el prensado ya sea en frío o caliente (Pasmam, 1980).

Los aglomerados de madera al ser liviano, resistente y versátil es utilizado por los carpinteros para la fabricación de muebles, puertas y casas prefabricadas. Para mejorar su presentación se suelen plastificar.

2.9.2. Propiedades

Las propiedades de la madera aglomerada son muy buenas son resistentes al fuego, al ataque de los insectos y hongos, en mayor proporción que las maderas naturales. En los paneles de 19 mm de espesor presentan una resistencia de flexión en aproximadamente de 230 kg / cm². Los índices mecánicos sufren variaciones de acuerdo al espesor del panel (Pasmam, 1980).

2.9.3. Formas de encolado y prensado

2.9.3.1. Encolado en frío

Este tipo de encolado se realiza artesanalmente ya que no es necesario prensarlo ni contar con instalaciones adecuadas para un pretratamiento. El proceso se efectúa mezclando el adhesivo con los residuos de madera y posteriormente pasarlos a una etapa de enmoldado y secado (Argudo, 1979).

2.9.3.2. Encolado y prensado a temperaturas menores a 100°C

Este tipo de procedimiento es el más económico con prensas hidráulicas que ejerzan presiones mayores a 15 kg/cm², pueden ser prensas de uno o 2 platos. El adhesivo debe estar a temperaturas menores a 100°C, en la etapa de secado necesitara mayor tiempo que otro proceso (Flores, 2013).

2.9.3.3. Encolado y prensado a temperaturas mayores a 100°C

También llamado prensado en caliente ya que necesita prensas que tengan una temperatura mayo a 100°C, regularmente la temperatura varia de 140 a 150°C. Este método regularmente se utiliza para adhesivos fenólicos o úricos, el proceso de encolado se hacen en máquinas encoladoras con rodillos (Argudo, 1979).

2.9.4. Tipos de aglomerado de madera

2.9.4.1. Según su densidad

Los tableros de aglomerado pueden ser clasificados en 3 grupos según su densidad, cada grupo tiene utilidades distintas descritas en la tabla N° 2.

TABLA N°2 TIPOS DE DENSIDAD SEGÚN AGLOMERADO.

Tipo	Densidad	Uso
Aglomerado duro	Mayores de 0.900 gr/cm ³	Se utiliza para fondos de cajones
Aglomerado semiduro de baja densidad	0.400 gr/cm ³ a 0.560 gr/cm ³	Se suelen utilizar para revestimientos
Aglomerado semiduro de alta densidad	0.560 gr/cm ³ a 0.900 gr/cm ³	Se utiliza para exteriores por su dureza y abrasión
Aglomerado aislante	0.230 gr/cm ³ a 0.400 gr/cm ³	Son utilizados en lugares con exposición a temperaturas altas

Fuente: (Pasmam, 1980).

2.9.4.2. Según su acabado

A. Aglomerado Simple

Es un tablero fabricado con pequeñas virutas de madera encoladas a presión en seco y sin ningún acabado posterior, son muy uniformes, muy fáciles de trabajar con ellos, muy buenos como base para el lacado, muy estables ante los cambios de temperatura. Estos tableros Constituyen una base excelente para las chapas de madera. Es perfecto para lacar o pintar, también se puede barnizar. Se encola (con cola blanca) fácilmente y sin problemas (Suarez, 2016).

B. Aglomerado plastificado

Este tipo de aglomerado lleva en sus lados capas de melanina la cual es inyectada por los poros de la madera evitando así la erosión, altas

temperaturas y contaminantes. La melanina le da un aspecto liso y brillante al aglomerado.

2.10. BASE LEGAL NACIONAL

- LEY N° 28611 Ley General del ambiente
- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, D.L N°1278
- Ley General de Salud – Ley N° 26842

2.11. ECONOMÍA CIRCULAR

El concepto de una economía circular, se basa en eliminar el pensamiento de una economía lineal (producir, usar y tirar) que conlleva a el agotamiento de los recursos naturales así como la contaminación de cuerpos ambientales por subproductos no utilizados. La economía circular enfatiza los beneficios del reciclaje de materiales de desecho y subproductos, por ejemplo, el desarrollo de nuevos productos a partir de los residuos de los procesos de las empresas (Andersen, 2007).

En la actualidad, el enfoque del modelo de economía circular es implementado por numerosos países y empresas. Las ventajas de su aplicación son evidentes, ya que formula el crecimiento de la economía con sustentabilidad ambiental y es la nueva forma de competitividad entre empresas (Ghisellini et al., 2016).

CAPITULO III: DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACION

3.1. CAMPO DE VERIFICACION

3.1.1. Ubicación espacial

Esta investigación se llevó a cabo en los laboratorios de química y de investigación de la Universidad Católica de Santa María y en la curtiembre Rogusbel S.A.C del Parque Industrial de Rio Seco Arequipa.

3.1.2. Unidades de estudio

Tratamiento de la viruta de wet blue para la fabricación del aglomerado para construcción.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materiales

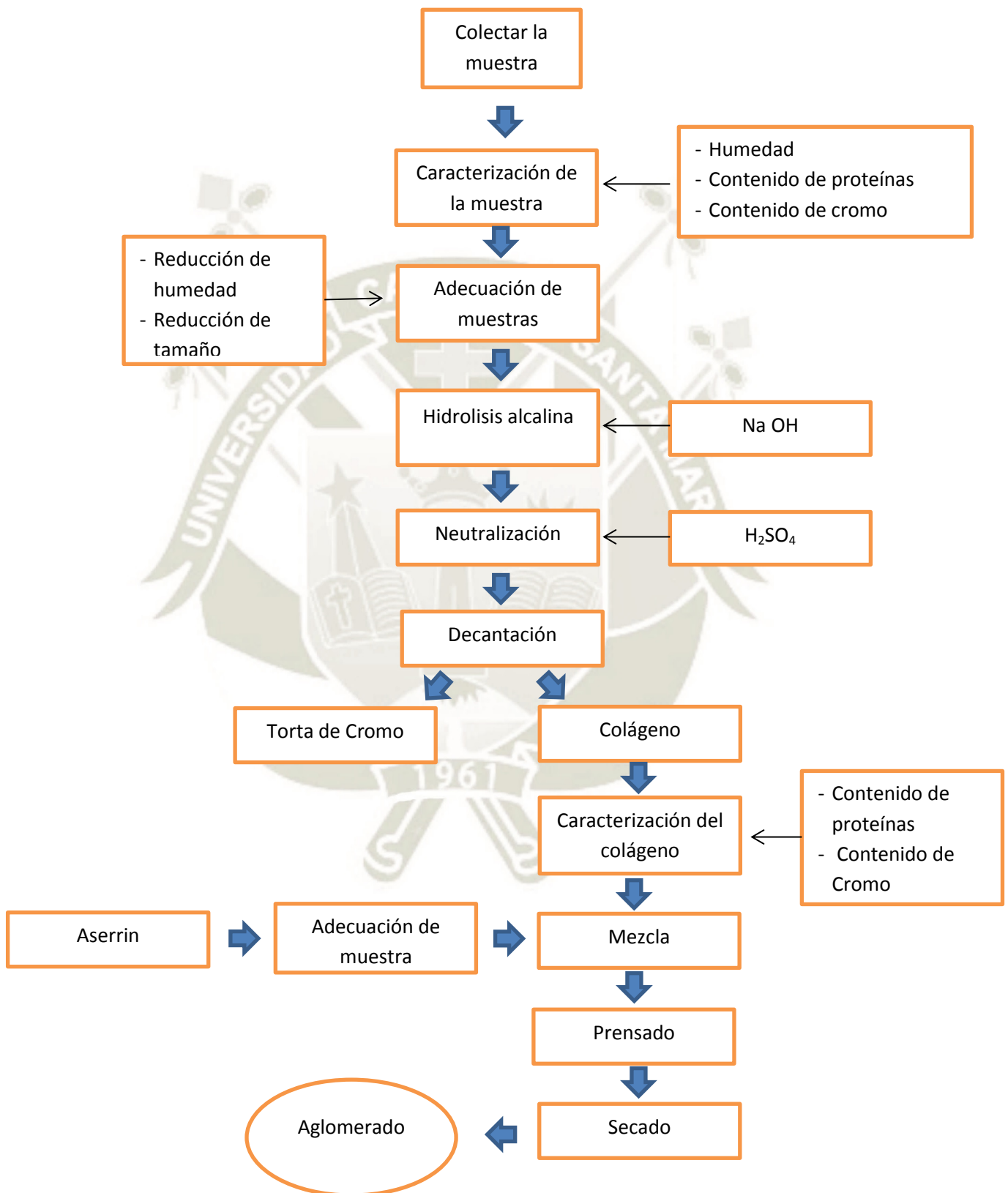
- Papel filtro
- Matraz de Erlenmeyer 500 ml
- Vasos precipitado de 1 L
- Vasos precipitado de 500ml
- Pipeta 10 ml
- Embudos
- Vidrio de reloj
- Cono de sedimentación
- Termómetro digital
- Tubos de ensayo
- Tamizador
- Moldes de acero inoxidable

3.2.2. Equipos

- Cocina magnética
- Espectrofotómetro
- Prensa manual
- Horno

- Balanza digital

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN



3.4. POBLACION Y MUESTRA

3.4.1. Población

La curtiembre “Rogusbel S.A.C” realiza la operación de rebajado de 2 a 3 veces por semana (Anexo N°1) presentado en la Tabla N°3.

TABLA N° 3 MUESTREO DE VIRUTA DE WETBLUE

Muestreo	Operación	Tipo de producción	Residuo generado (KG/ Mes)
Abril	Rebajado	Cuero guante	1850
Mayo	Rebajado	Cuero guante	2155
Junio	Rebajado	Cuero guante	1930
Julio	Rebajado	Cuero guante	1820
Total			7755
			$X = 1938.75$

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Muestra

Para la obtención de la muestra representativa se trabajó con el método del cuarteo (Figura N° 11) descrito en la guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (Ministerio del Ambiente, 2013).

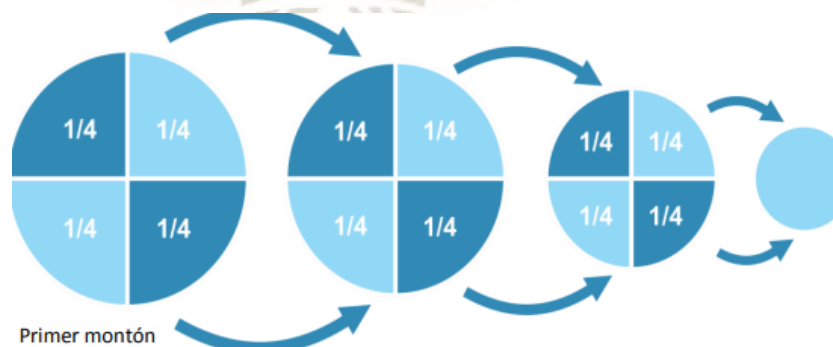


FIGURA N° 11 METODO DEL CUARTEO

Fuente: EC –RSM

Se extrajo un volumen de viruta de wet blue de aproximadamente 50 kg, el cual se pasó a dividir en cuatro partes, donde se escogieron las fracciones opuestas para formar un nuevo cumulo en el cual se repitió el procedimiento hasta obtener un montón manejable (Figura N°12).



FIGURA N° 12 REALIZACION DEL MÉTODO DE CUARTEO

Fuente: Curtiembre Rogusbell

La muestra final fue de 4 kilos, la cual fue envuelta en plástico film para evitar la pérdida de humedad. Esta muestra se llevó a los laboratorios de control de calidad de la Universidad Católica de Santa María para su posterior análisis físico-químico registrando: contenido de humedad, contenido de cromo, contenido de proteína y tamaño de viruta.

3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS

Las técnicas utilizadas para la obtención del hidrolizado de colágeno y la fabricación del aglomerado, comprenden procedimientos que se realizó en el laboratorio de química y de materiales de la Universidad Católica de Santa María.

3.5.1. Pruebas de laboratorio

Se realizaron en los laboratorios de química y laboratorios de investigación de la Universidad Católica de Santa María.

3.5.2. Pruebas mecánicas

Las pruebas de las propiedades mecánicas del aglomerado se realizaron en el laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María.

3.6. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.6.1. Caracterización y adecuación de la viruta de wet blue

3.6.1.1. Pruebas físico- químicas

De la muestra final obtenida por el método de cuarteo se sacó una sub muestra de 100 g la cual se entregó a los laboratorios de ensayo y control de calidad de la Universidad Católica de Santa María acreditado por INACAL, con la finalidad de encontrar el contenido de proteínas, cromo y humedad.

A. Determinación de las proteínas

El método que se utilizó para determinar el porcentaje de proteínas fue el método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.

B. Determinación del cromo

El método utilizado fue el de “Adapted by Determination of Metals and trace elements in water and Wastes by Inductively Coupled Plasma –Atomic Emission Spectrometry EPA method 200.7 “. Este método se utiliza para analizar los metales en muestras de aguas residuales y residuos sólidos, para muestras en estado sólido estas tienen que ser disueltas.

C. Determinación de la humedad

Para determinar la humedad se utilizó la norma INEN 565 NTE, en donde se pesaron 100 gr de viruta de wet blue en 6 capsulas, las cuales se pusieron dentro de la estufa a 105°C. Cada hora se sacó una capsula dejándola en un desecador, al término de 6 horas y las muestra se encontraban frías se llevaron a pesar.

D. Determinación del tamaño de las virutas

Las virutas de wet blue suelen tener distintos tamaños dependiendo del tipo de cuero, por esto se necesitó evaluar sus dimensiones. Para esta operación se utilizó tamizadores de 4 mm, 2 mm y de 1 mm, al culminar el tamizado se

tomaron los pesos retenidos en cada tamizador y se evaluaron los resultados en porcentajes (Figura N°13).



FIGURA N°13: VIRUTA EN LOS TAMICES

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Católica de Santa María

3.6.1.2. Adecuación de la muestra

A. Reducción del tamaño

Para la reducción se utilizó una molienda de cuchillas de potencia 3 Kw y posteriormente la viruta pasó por un cernidor de 1mm para así obtener un tamaño uniforme.

B. Reducción de la humedad

En una bandeja de metal se pesó 1 kg de viruta de wet blue la cual se introdujo a una estufa a 105 °C por 4 horas (Figura N° 14). Al culminar la reducción de humedad se pasó a guardar la viruta en un desecador para su posterior tratamiento.



FIGURA N° 14 REDUCCION DE HUMEDAD EN ESTUFA

Fuente: Laboratorio de Universidad Católica de Santa María

3.6.2. Establecer cuáles son las mejores condiciones físico-químicas para la obtención de adhesivo mediante hidrolisis alcalina

3.6.2.1. Hidrolisis alcalina

La fase de separación del colágeno y el Cr se realizó a escala de laboratorio en el cual se ajustaron los parámetros de pre tratamiento antes mencionados y se tomó como constante la agitación de 300 rpm y el peso de la viruta de 25 g.

Para la obtención del colágeno se trató de emular un reactor batch a escala de laboratorio que consistió en un vaso precipitado de 1 litro el cual se le llevó a un hot plate de agitación magnética. La hidrolisis se trabajó con 25 g de viruta y se hizo un diseño experimental de 2x3x3 en donde se tomó como variables un tiempo de 3 y 4 horas, concentración de hidróxido de sodio al 0.3N, 0.4 N y 0.5N, y temperatura a 50 °C, 60 °C y 70 °C respectivamente; la agitación de 300 rpm fue constante. Durante el experimento se controló el pH y temperatura para evitar la modificación de la variable (Figura. N° 15).

**FIGURA N° 15: PROCESO DE HIDROLISIS ALCALINA**

Fuente: Laboratorio de Química de la Universidad Católica de Santa María

Al terminar el proceso de hidrólisis las muestras fueron neutralizadas a un pH de 7 a 8 con ácido sulfúrico, este proceso evito que siga hidrolizando el colágeno obtenido (Jordán Núñez, 2011). Después se procedió a la separación de fases para la obtención del adhesivo, para esto se utilizaron embudos de decantación donde las muestras fueron dejadas durante 24 horas (Figura N° 16).

**FIGURA N° 16: DECANTACIÓN**

Fuente: Laboratorio de Química de la Universidad Católica de Santa María

3.6.2.2. Caracterización del adhesivo

A. Cuantificación de proteína

Se cuantificó la proteína con el método de Biuret, que consta en la coloración de la proteína, el cual permite analizar la concentración en un espectrofotómetro S1205 a 540 nm de longitud de onda. Para hacer la curva de cuantificación se utilizó como proteína la BSA (bovine serum albumin).

i. Preparación del reactivo de Biuret

El reactivo de Biuret se preparó en el laboratorio, para esto se utilizó 3.8 g de sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) y 6,7 gr de Na EDTA en 700 ml de H_2O , la solución obtenida se agito y se añadió 200 ml de Na(OH) 5 N. El reactivo se guardó en un envase de plástico (Fernández & Galván, 2014).

ii. Preparación de la albumina de suero bovino

El método de cuantificación de proteínas por Biuret necesita una curva de calibración así que se prepararon 5 tubos de ensayo con las concentraciones de la tabla N° 4.

TABLA N° 4 MEDICION DE ABSORBANCIA DE BSA

Tubo	BSA(mg)	H ₂ O(μl)	Biuret (ml)
1	0	1000	9
2	2	800	9
3	4	600	9
4	6	400	9
5	8	200	9
6	10	0	9

Fuente: Elaboración propia

iii. Prueba de Biuret

Las pruebas de Biuret fueron realizadas a las 54 muestras del proceso de hidrólisis del wet blue buscando determinar la presencia de mayor concentración de proteína para escoger así los mejores parámetros de tratamiento. Al mezclar 9 ml de las muestras con 1 ml reactivo de Biuret se

esperó 1 hora a temperatura ambiente y al término se llevó a tomar lecturas al espectrofotómetro a 540 nm (Figura N°17).



FIGURA N° 17: PRUEBA DE BIURET

Fuente: Laboratorio de Universidad Católica de Santa María

iv. Pruebas estadísticas

Se realizó un diseño complemente randomizado (DCR) con arreglo factorial $2 \times 3 \times 3$, donde el primer factor corresponde a tiempo de 2 y 3 horas, el segundo a concentración de NaOH con tres niveles (3N, 4N y 5N) y por último factor temperatura de con tres niveles (50 °C, 60 °C y 70 °C), cada tratamiento con 3 repeticiones. Para encontrar diferencias entre los tratamientos se realizó un prueba ANOVA, de encontrarse diferencia significativas ($p < 0.05$) se aplicó la prueba de especificidad de Tukey con el software SSPS 10.0.

B. Contenido de Cromo

Dentro del estudio mencionado es de suma importancia conocer el contenido de cromo que se encuentra en el adhesivo. El método utilizado fué el de “Adapted by Determination of Metals and trace elements in wáter and Wastes by Inductively Coupled Plasma –Atomic Emission Spectrometry EPA method 200.7 “. Este método se utiliza para analizar los metales en muestras de aguas residuales y residuos sólidos.

3.6.3. Establecimiento de las condiciones más adecuadas para la fabricación del aglomerado

3.6.3.1. Adecuación del aserrín

A. Reducción del tamaño

Para la reducción de tamaño se trabajó con 1 kg de aserrín el cual fue introducido a una molienda de cuchillas de potencia 3 Kw, al culminar se pasó la muestra por un cernidor de 1mm para obtener así un tamaño uniforme.

B. Reducción de la humedad

Se pesó 500 gr de aserrín en una bandeja de metal, la cual se llevó a la estufa a 105 °C por 4 horas. Al culminar la reducción de humedad se procedió rápido al mezclado, ya que el aserrín puede volver a absorber la humedad del medio ambiente.

3.6.3.2. Mezclado

Para esta fase se utilizó un mezclado manual que consta en dos tratamientos; el primer tratamiento se colocó 250 gr de aserrín y 125 gr de adhesivo, y el segundo 250gr de aserrín y 250 gr de adhesivo (Tabla N°5). Cada tratamiento se mezcló por 20 minutos a temperatura ambiente (Figura N°18).

TABLA N° 5 PROPORCION DE MEZCLA

	ASERRIN	ADHESIVO
MEZCLA 1	1	0.5
MEZCLA 2	1	1

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA N° 18: MEZCLADO MANUAL**

Fuente: Laboratorio de Universidad Católica de Santa María

3.6.3.3. Prensado

Para el prensado se utilizó la técnica de prensado en frío, la prensa usada para este procedimiento tiene una fuerza de presión de hasta 100 kg/cm^2 como máximo. Los moldes que se emplearon fueron de acero inoxidable para evitar que la muestra se pegue, estos moldes fueron de unas dimensiones de 7cm de ancho por 7 cm de largo. Las mezclas de aserrín con el adhesivo se vaciaron en un molde hasta el borde y después se aplicó presión hasta un límite máximo de fuerza. Las muestras permanecieron en la prensa por dos horas, al culminar este tiempo fueron retiradas (Figura N° 19).

**FIGURA N° 19: PRENSADO**

Fuente: Laboratorio de investigación de la Universidad Católica de Santa María

3.6.3.4. Secado

Al culminar la etapa de prensado las muestras fueron expuestas al medio ambiente en un lugar de gran incidencia solar, donde permanecieron en el molde por las siguientes 48 horas. Al culminar este tiempo las muestras se retiraron del molde para ser expuestas al sol por los próximos 5 días, terminando así la realización del aglomerado sin acabado.

3.6.3.5. Pruebas mecánicas y físicas al aglomerado

Al obtener un aglomerado como material de construcción tiene que ser valorado, por lo tanto este necesita pasar por distintas pruebas mecánicas las cuales demostraran su desempeño. En este estudio se eligieron tres pruebas básicas desarrolladas a continuación. Las pruebas se le realizaron a los dos tipos de aglomerado obtenido.

A. Prueba de densidad aparente

La prueba de densidad aparente se realizó en base a la NTP 251 .011 “Densidad aparente para madera”, esta prueba se basa en el desplazamiento de volumen de agua por las probetas (aglomerado).

Para los cálculos se utilizó la siguiente formula:

$$D_a = \frac{m}{v}$$

D_a : Densidad aparente en g / cm³

m : masa en g

v : volumen en cm³

Con los resultados obtenidos se realizó una prueba de T student para muestras independientes con las variables de proporción de mezcla y densidad aparente, la prueba nos demostrara si existe significancia en los factores.

B. Prueba de resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión del aglomerado, es uno de los parámetros más importantes para evaluar sus características como elementos de construcción. Los resultados de este ensayo se compararon con la norma DIN 68763 “tableros planos de partículas para uso en conceptos de construcción de edificios, requisitos, pruebas e inspección”.

Para este ensayo se utilizó una máquina de ruptura universal, donde se tomaron las medidas exactas de las probetas (aglomerado), las cuales se colocaron de forma paralela a su fibra y se empezó el ensayo de aumento de carga hasta llegar a observar la falla. Al culminar se detuvo el estado de carga y se hizo su lectura.

Con los resultados obtenidos se realizó una prueba de T student para muestras independientes con las variables de proporción de mezcla y resistencia a la compresión, la prueba nos demostrara si existe significancia en los factores.

C. Prueba de conductividad térmica

La prueba de conductividad térmica demostrara si el material es aislante, esta se realiza según la norma ASTM C-177 Standard Method for Steady State Thermal Properties by means of the Guarded Hot Plate, a su vez los resultados

serán comparados con Norma Chilena Oficial NCh. 853.93 “conductividad térmica de materiales “

El ensayo consistió en someter las probetas de dimensiones conocidas (área y espesor) a un gradiente térmico emitido por una fuente de 98 watts, midiendo la temperatura al cabo de 60 minutos a partir de que el sistema se estabilice. Teniendo estos datos se ingresaron a la fórmula de Fourier para obtener la conductividad térmica.

$$K = \frac{Q * L}{A * \Delta T}$$

K= Conductividad térmica

Q = Calor disipado

L = Espesor

A= área de contacto

ΔT = Variación de temperatura

Con los resultados obtenidos se realizó una prueba de T student para muestras independientes con las variables de proporción de mezcla y conductividad térmica, la prueba nos demostrara si existe significancia en los factores.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Caracterización de la viruta de wet blue

Los resultados de la caracterización de la viruta de wet blue de la curtiembre “ Rogusbel S.A.C “ obtenidos por el laboratorio de Control de Calidad de la Universidad Católica Santa María se muestran en la tabla N° 6.

TABLA N° 6 CARACTERIZACION DE LA VIRUTA

Parámetro	Método	Unidad	Resultado
Proteína	A.O.A.C. Oficial Methods of Analysis 13 th Edition	%	45.84
Cromo total	EPA method 200.7	%	2.32
Humedad	INEN 565	%	50.42

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos de la muestra de viruta, sus parámetros de cantidad de proteína, cromo y contenido de humedad fueron comparados con el estudio de tratamiento de raspado de cuero por enzimas (Mota, 2017), en donde se encuentran condiciones similares. La caracterización de la viruta según este autor se muestra en la tabla N° 7.

**TABLA N° 7 CARACTERIZACION DE LA VIRUTA SEGÚN MANUEL MOTA
2017**

Parámetro	Unidad	Resultado
Proteína	%	39.57
Cromo	%	1.94
Humedad	%	57.04

Fuente: Manuel Mota 2017

Analizando los datos de la tabla N° 6 y comparándolos con los resultados de Manuel Mota, 2017 se observa que los contenidos de proteína son mayores, lo que demuestra que se podrá recuperar un gran contenido de colágeno. A su vez se encontró alta humedad, la cual tuvo que ser reducida para la obtención de un adhesivo con mejores propiedades pegantes (Ebnesajjad & Landrock, 2008).

La comparación muestra que nuestra viruta presenta un mayor contenido de cromo, esto se puede atribuir a que en el proceso de curtido no se controla con un sistema de dosificación el ingreso de las sales de cromo, resultando en pieles con excesivo contenido de cromo (Kanagaraj et al., 2006).

Para determinar el tamaño de la viruta se procedió a realizar la prueba de tamizado con tamaño de poro de 4mm, 2mm y 1 mm obteniendo los resultados de la tabla N° 8:

TABLA N° 8 TAMIZADO DE VIRUTA

Tamiz	Retenido Parcial (gr)	Retenido acumulado(gr)	Porcentaje (%)
4mm	26.34	26.34	26.34
2mm	53.89	80.23	53.89
1mm	14.44	94.67	14.44
Fondo	5.33	100	5.33

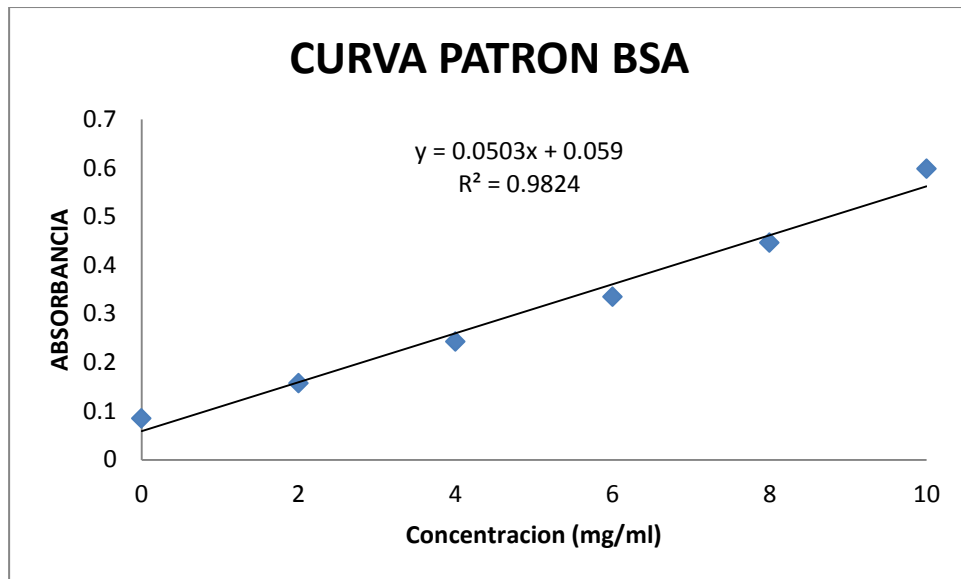
Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el 53.89 % de la viruta se encuentran en un tamaño mayor a 2mm pero menor de 4mm (Tabla N° 8) lo cual es perjudicial para el proceso de extracción del colágeno por el método de hidrólisis (Campinas, 2017). Para que la extracción de colágeno sea más efectiva, se recomienda que la muestra sea uniforme y de un tamaño menor de 1 mm (Campinas, 2017). Nuestra viruta muestreada solo presenta el 5.33% de un tamaño menor a 1 mm, por lo cual se toma la decisión de uniformizar el tamaño según los parámetros que expone en su trabajo Campinas en el 2017 para una mejor extracción de colágeno que nos servirá como adhesivo.

4.2. Caracterización del adhesivo

4.2.1. Cantidad de Proteína del adhesivo

Para saber la cantidad de proteína de cada tratamiento, primero se tuvo que realizar una curva de calibración con una proteína conocida (BSA), que dieron como resultados (Anexo N°2) que la línea de tendencia es una recta con un $R^2=0.9824$ (Figura N° 20), por lo tanto el método es validado para poder hacer testeos de muestras que tengan proteínas en su composición (Fernández & Galván, 2014).

**FIGURA N°20: CURVA DE CALIBRACION DE BSA**

Fuente: Elaboración propia

La curva de calibración de BSA se utiliza para medir los adhesivos obtenidos de la hidrólisis según cada tratamiento, para así elegir la que tenga mayor contenido de proteína; ya que según Flores en el 2013, afirma en su investigación, que a mayor concentración existen proteínas de cadena larga como el colágeno considerándose como un mejor adhesivo (Flores & Prez, 2013).

TABLA N° 9: CONCENTRACION DE PROTEINA

Tratamiento	Concentración promedio (mg /ml)
1	5.53
2	6.04
3	6.45
4	5.81
5	6.37
6	6.78
7	6.22
8	6.53
9	6.87
10	6.35
11	7.58
12	7.33
13	8.54
14	9.32
15	8.91
16	8.30
17	7.80
18	7.33

Fuente: Esta tabla fue elaborada con el Anexo N° III

4.2.1.1. Análisis estadístico

A. Análisis de Varianza de la concentración de proteína

**TABLA N° 10: ANOVA DE LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA
(mg/l)**

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	61,692	17	3,629	172,670	,000
Dentro de grupos	,757	36	,021		
Total	62,449	53			

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al ANOVA (Tabla N°10) se comprueba que existe relación de dependencia entre variables y los distintos niveles (tiempo, concentración de NaOH y temperatura) si influyen en la concentración de la proteína (colágeno).

Esto se reafirma con los estudios de hidrolisis de la viruta de wet blue (Reyes, 2016), el cual indica que se determinó que el nivel de porcentaje de proteína (colágeno) depende tanto del tiempo de procesamiento como del nivel de concentración de Na(OH).

**TABLA N° 11: TEMPERATURA CON RELACION A LA CONCENTRACIÓN DE
PROTEÍNA (gr/ml)**

Temperatura	N	Proteína Colágeno	
		1 (gr /ml)	2 (gr/ml)
50°C	18	6,7922	
60°C	18		7,27
70°C	18		7,27
Sig.		1,000	,994

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia:

- Según la tabla N° 11 muestra que a 60°C y 70°C no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) en la cantidad de proteína (colágeno). Mientras que en los tratamientos a temperatura de 50°C si se encuentra diferencia significativa ($p < 0.05$) respecto de los tratamientos 60°C y 70°C, razón por la cual a esta temperatura no se logra que la muestra de viruta termine de romper los enlaces Cr- colágeno, por ende se encuentra menor contenido de proteína en el adhesivo obtenido (Díaz et al., 2006).

TABLA N° 12: VALOR DE CONCENTRACIÓN NaOH EN RELACIÓN A LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA (gr/ml)

Na(OH)	N	Proteína Colágeno		
		1 (gr/ml)	2 (gr/ml)	3 (gr /ml)
0.3 N	18	6,5483		
0.5 N	18		7,17	
0.4 N	18			7,622
Sig.		1,000	,994	

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia:

- Según la tabla N° 12 podemos observar que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los factores, siendo a 0.4N el mejor tratamiento para la obtención de proteínas (colágeno). En el tratamiento concentración de 0.5N se encontró un menor contenido de proteína, ya que al ser un tratamiento más agresivo la proteína (colágeno) se empieza a degradar convirtiéndose en péptidos (Zhang et al., 2013).

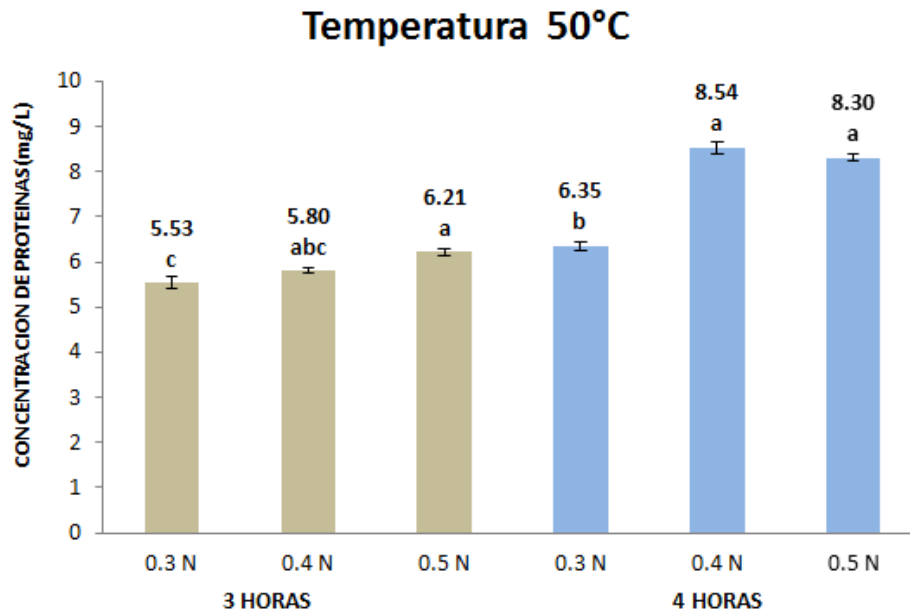


FIGURA N°21: CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA A 50°C

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura N°21 de la interacción de la temperatura a 50°C y 3 horas de hidrolisis con tres concentraciones de NaOH (0.3N, 0.4N y 0.5N), existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las concentraciones de 0,3N y 0.5N NaOH en relación a la concentración de proteína (mg/l) donde el tratamiento de 0.5N de NaOH alcanza la mayor concentración de proteína (6.21 mg/L) en relación a los otros dos niveles (0.3y 0.4 N), estos resultados se deben a que estas concentraciones de Na(OH) son más fuertes y rompen más rápido los enlaces Cr-Colágeno, a su vez observamos una tendencia lineal correspondiente a su concentración de Na(OH), lo cual indica que se siguen rompiendo los enlaces Cr-Colágeno y no se empezó a degradar la proteína en ninguna concentración (Zhang et al., 2013).

A su vez la figura N°21 también representa la interacción de la temperatura a 50°C y 4 horas de hidrolisis con tres concentraciones de NaOH (0.3N, 0.4N y 0.5N), no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las concentraciones de 0,4N y 0.5N NaOH en relación a la concentración de proteína (mg/l), donde el tratamiento de 0.4N de NaOH alcanza la mayor concentración de proteína (8.54 mg/L) en relación a los otros dos niveles (0.3y 0.5 N). A diferencia del tratamiento a 3 horas, este tratamiento presenta un resultado menor en 0.5N, lo cual nos indica que la proteína empezó a degradarse rompiendo sus enlaces peptídicos (Benítez et al., 2008).

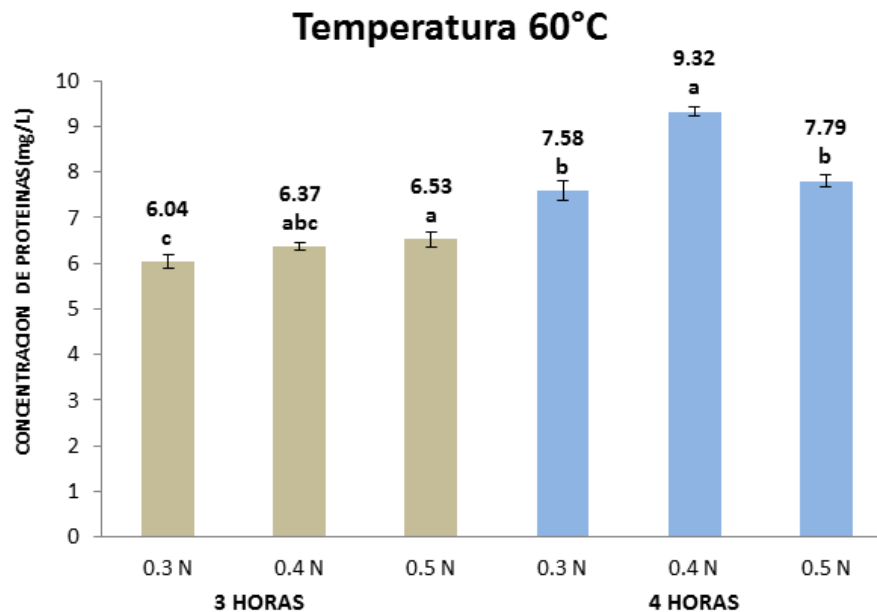


FIGURA N°22: CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA A 60°C

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura N°22 de la interacción de la temperatura a 60 °C a 3 horas de hidrolisis con tres concentraciones de NaOH (0.3N, 0.4N y 0.5N), existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las concentraciones de 0,3N y 0.5N NaOH en relación a la concentración de proteína (mg/l) donde el tratamiento de 0.5N de NaOH alcanza la mayor concentración de proteína (6.53 mg/L) en relación a los otros dos niveles (0.3y 0.4 N), estos resultados se deben a que mientras más fuertes sean las concentraciones de Na(OH) se rompen más rápido los enlaces Cr-Colágeno presentando una mayor contenido de proteína (Minkiewicz, 2011).

A su vez la figura N°22 también representa la interacción de la temperatura a 60 °C y 4 horas de hidrolisis con tres concentraciones de NaOH (0.3N, 0.4N y 0.5N), en donde no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las concentraciones de 0,3N y 0.5N NaOH en relación a la concentración de proteína (mg/l), a la vez el tratamiento de 0.4N de NaOH alcanza la mayor concentración de proteína (9.32 mg/L) en relación a los otros dos niveles (0.3y 0.5 N), deduciendo que el tratamiento a la concentración de 0.5N de Na(OH) y 4 horas la proteína empieza a degradarse (Chung et al., 2004).

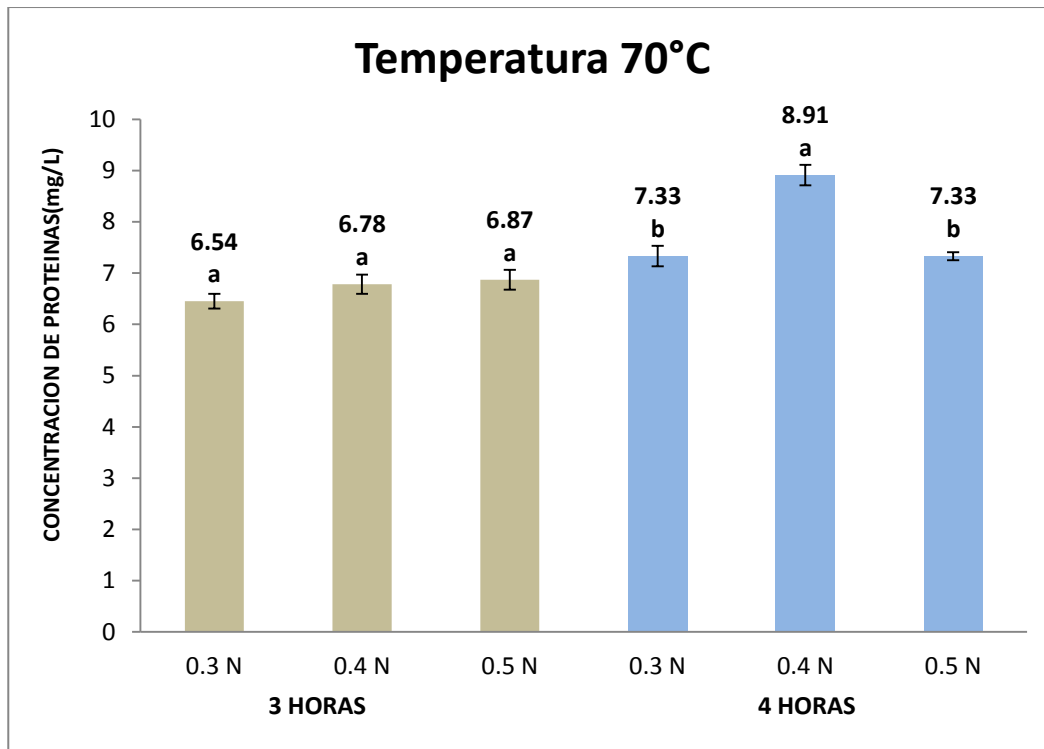


FIGURA N°23: CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA A 70°C

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura N° 23 la interacción de la temperatura a 70 °C a 3 horas de hidrolisis con tres concentraciones de NaOH (0.3N, 0.4N y 0.5N), no existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los niveles de concentraciones NaOH en relación a la concentración de proteína (mg/l), en donde el tratamiento de 0.5N de NaOH alcanza la mayor concentración de proteína (6.87 mg/L) en relación a los otros dos niveles (0.3y 0.4 N), estos resultados se deben a que se incrementó la temperatura en los tratamientos provocando la aceleración de la ruptura de enlaces Cr- Colágeno en los niveles más bajos de concentración de NaOH (Goldberg, 2003). La figura N°23 también representa la interacción de la temperatura a 70 °C y 4 horas de hidrolisis con tres concentraciones de NaOH (0.3N, 0.4N y 0.5N), en donde no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las concentraciones de 0,3N y 0.5N NaOH en relación a la concentración de proteína (mg/l). El tratamiento de 0.4N de NaOH alcanza la mayor concentración de proteína (9.32 mg/L) en relación a los otros dos niveles (0.3y 0.5 N), pudiendo deducir que a la concentración de 0.5N de Na(OH) y 4 horas la proteína empieza a degradarse por eso baja su contenido, a su vez si comparamos el tratamiento a 0.4 N de NaOH a temperaturas de 70°C y 60°C (figura N°22 y 23) presenta una menor concentración de proteína con lo cual nos

indica que se empezó a degradar la proteína por acción de la temperatura (Chung et al., 2004).

Según los gráficos y tabla del Anexo V realizados anteriormente obtendremos mayor cantidad de proteína a 60°C de temperatura, 0,4N de Na(OH) en un tiempo de 4 horas.

4.2.2. Contenido de Cromo del adhesivo

TABLA N° 13: RESULTADO DE CONTENIDO DE CROMO

Tratamiento	Cromo (mg/L)
14	3,24

Fuente: Elaboración propia

Con esta prueba se evidencio que el cromo fue reducido en su mayoría (Tabla N°13), obteniendo un adhesivo (colágeno-proteína) con menor cantidad de contaminante que se puede se rehusado en otro proceso productivo; a su vez las trazas de cromo en el adhesivo obtenido son beneficioso ya que brinda propiedades aislantes al aglomerado (Nath et al., 2018).

El cromo restante se queda como subproducto de la hidrolisis, estos sedimentos se encuentran como sales de cromo concentradas a las cuales se propone un tratamiento de acidificación para transformarlos en cromo sintético el cual puede ser utilizado en la etapa de curtido (Barajas et al., 2013).

4.3. Pruebas mecánicas y físicas del aglomerado

Para saber si el aglomerado obtenido (figura N°24) cumple con normas y estándares de materiales de construcción se le sometió a distintas pruebas físicas y mecánicas.



FIGURA N°24: AGLOMERADOS OBTENIDOS

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Prueba de densidad aparente

TABLA N° 14: DENSIDAD APARENTE

Mezcla	Peso (gr)	Densidad (gr /cm ³)	Promedio (gr /cm ³)
0.5/1	42.43	0.81	0.806
0.5/1	42.64	0.82	
0.5/1	42.76	0.79	
1 / 1	48.33	0.85	0.853
1 / 1	48.82	0.87	
1 / 1	48.93	0.84	

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 15: PRUEBA T PARA DENSIDAD APARENTE

PRUEBA T PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES				
Origen de las varianzas	T	Grados de libertad	Sig.(bilateral)	Diferencias de medias
Se asumen varianzas iguales	-3.742	4	0.02	-0.04667
No se asumen varianzas iguales	-3.742	4.000	0.02	-0.04667

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba T STUDENT para muestras independientes, determinan que si existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la mezcla de 0.5 y 1 de proporción, (Tabla N°15).

Los resultados de densidad aparente (tabla N°14) nos muestran que los dos aglomerados se encuentran entre los valores de 0.560 gr/cm^3 y 0.900 gr/cm^3 correspondiente a la categoría de aglomerado de alta densidad (Pasmam, 1980). Por sus características estos aglomerados son utilizado en construcciones de casas en lugares de climas húmedos, ya que son altamente resistentes a las precipitaciones porque tienden a hincharse mucho menos a comparación de otros aglomerados (Suarez, 2016).

4.3.2. Prueba de resistencia a la compresión

TABLA N° 16: RESISTENCIA A LA COMPRESION

Mezcla	Contenido de Humedad promedio	Promedio de resistencia a la compresión
	(%)	(Kgf/cm²)
0.5/1	13.29	200.13
1 / 1	11.12	291.56

Fuente: Elaboración con los datos de la tabla del Anexo VII

TABLA N° 17: PRUEBA T PARA COMPRESION

PRUEBA t PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES				
Origen de las varianzas	T	Grados de libertad	Sig.(bilateral)	Diferencias de medias
Se asumen varianzas iguales	-31.984	4	0.000	-91.4333
No se asumen varianzas iguales	-31.984	3.550	0.000	-91.4333

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la prueba de T STUDENT para muestras independientes, determinan que si existe diferencia significativa $P < 0.05$ (Tabla N°17).

Los valores promedios de las pruebas de compresión (tabla N°16) se comparan con el valor mínimo establecido por la norma Alemana DIN 68763 la cual establece valores recomendados para aglomerados como material de construcción.

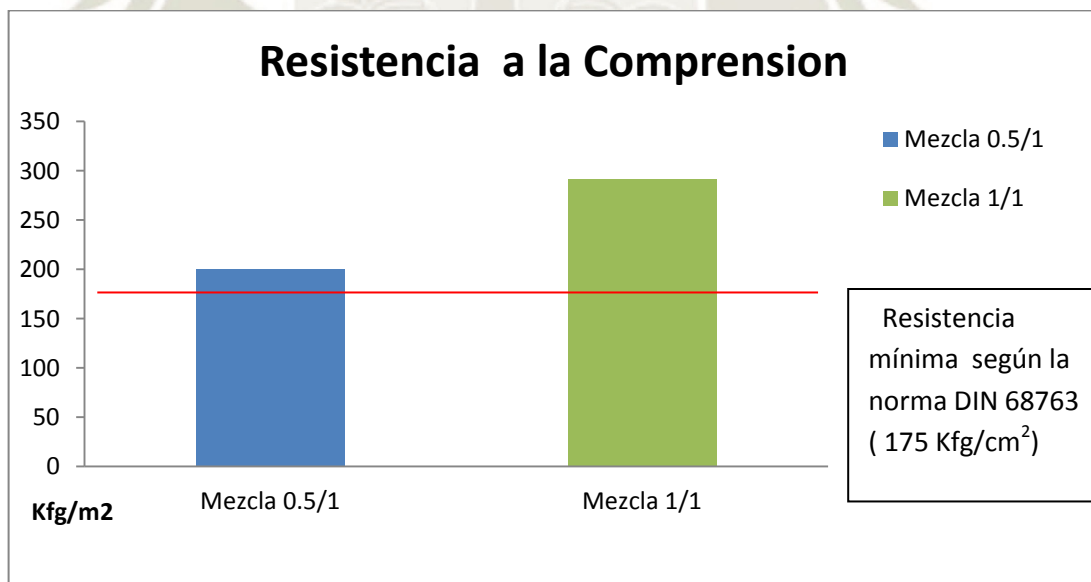


FIGURA N°25: COMPARACION CON NORMA DIN68763

Fuente: Elaboración con los datos de la tabla del Anexo VII

Al analizar las probetas (Figura N°25) se pudo observar que las dos muestras sobrepasan los valores mínimos establecido para aglomerados de construcción según la norma alemana DIN 68763. Sin embargo la mezcla 1 / 1 presento mayor resistencia a la compresión.

Este resultado se le puede atribuir al contenido de humedad, ya que a mayor contenido de humedad menor resistencia a la compresión (Rangel et al., 2017).

Estos aglomerados son ideales para construcciones en zonas sísmicas ya que son resistentes a las fallas (Figura N°26), y a si mismo se les encuentra menos puntos de quiebre al aplicar fuerzas (Flores, 2013).



FIGURA N° 26: PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Prueba de conductividad térmica

TABLA N° 18: CONDUCTIVIDAD TERMICA

Mezcla	Conductividad térmica promedio
	W /m*k
0.5 / 1	0.244
1 / 1	0.215

Fuente: Elaboración con los datos de la tabla del Anexo VIII.

TABLA N° 19: PRUEBA T PARA CONDUCTIVIDAD

PRUEBA T PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES				
Origen de las varianzas	T	Grados de libertad	Sig.(bilateral)	Diferencias de medias
Se asumen varianzas iguales	4.711	4	0.009	-0.029
No se asumen varianzas iguales	4.711	4.000	0.009	-0.029

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba de T para muestras independientes determinan que si existe diferencia significativa por cuanto, $P < 0.05$ (Tabla N°19).

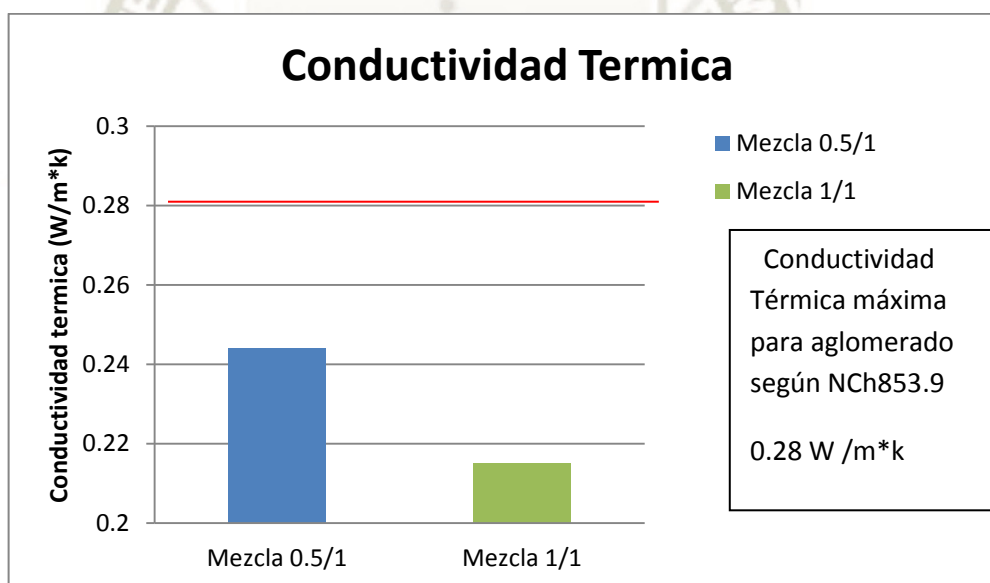


FIGURA N°27: COMPARACION CON NORMA CH853.9

Fuente: Elaboración con los datos de la tabla del Anexo VII

Las muestras no sobrepasan el valor límite de conductividad térmica dispuesto por la norma Chilena Nch 853.9 (Figura N°27), este resultado se puede atribuir al contenido de trazas de cromo que contiene el aglomerado. La segunda mezcla en comparación con la primera mezcla muestra valores menores de conductividad,

esto se debe a que esta mezcla tiene mayor porcentaje de adhesivo, convirtiéndola en la mezcla menos probable a incendiarse (Martínez, 2017).

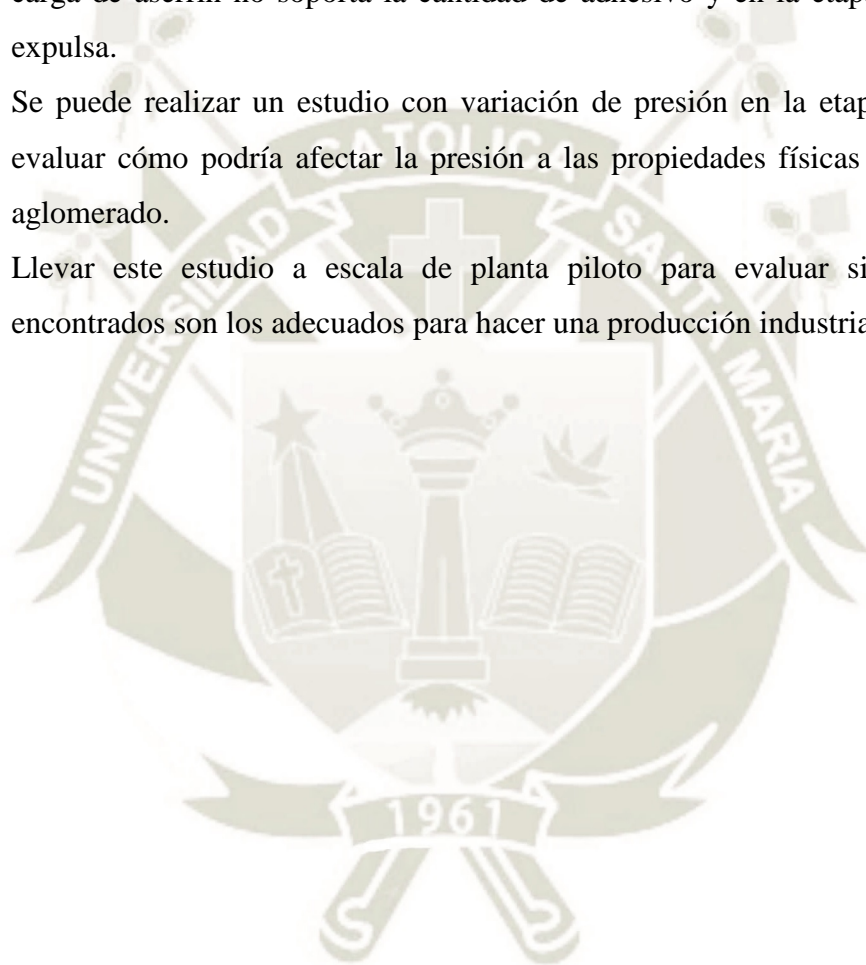


CONCLUSIONES

- A. Al analizar la viruta de wet blue se obtuvo un resultado de 45.84% de proteína (colágeno) y 2,31% de cromo, indicándonos que si existe presencia de colágeno para ser extraído, a su vez presenta un 50.42% de contenido de humedad, siendo un alto porcentaje para la obtención del adhesivo (colágeno-proteína); también se evidenció que la viruta no presentaba un tamaño uniforme, por ende se optó por realizar un pre-tratamiento de reducción de tamaño y humedad.
- B. En la caracterización del adhesivo (colágeno-proteína) obtenido se concluye que en los primeros 9 tratamientos de 3hrs, no hay una hidrólisis completa de viruta de wet blue, por esta razón la mayor concentración de proteína (colágeno) se dio en condiciones de temperatura de 70°C y 0.5 NaOH; en los siguientes 9 tratamientos de 4hrs se observa un incremento en la concentración de proteína (colágeno) en relación a los otros tratamientos, pero la concentración más alta de proteínas no se dio en los tratamientos más extremos, ya que en estos se empieza a degradar a proteína (colágeno). En conclusión la mayor concentración de proteína se dio a condiciones de 60°C de temperatura, 0.4N de Na(OH) y 4 horas de tratamiento.
- C. Al evaluar los tratamientos para obtener el aglomerado por su densidad aparente, las mezclas de 1/1 y 1/0.5 se clasificaron como aglomerados de alta densidad aptos para ser utilizados en exteriores. En la prueba mecánica de compresión la mezcla de 1/1 obtuvo una mayor resistencia con un valor de 291.56 kfg/cm², siendo un 45% más resistente que la mezcla de 1/0.5, estos resultados cumplen con la norma alemana DIN 68763. Así mismo, la prueba de conductividad térmica muestra que la mezcla de 1/1 resultó con menor conductividad térmica, ya que tiene un mayor contenido de cromo, obteniendo un material menos propenso a los incendios, por lo cual cumple la norma chilena Nch 853.9 de aislación térmica. Con estos resultados se concluye que al obtener este aglomerado se está cumpliendo con los principios de la economía circular, utilizando los residuos para obtener beneficios de estos.

RECOMENDACIONES

- A. Realizar estudios en la torta de cromo sobre la recuperación de cromo sintético y evaluar sus propiedades en el proceso de curtido para poder aprovecharlo.
- B. Se recomienda hacer un aglomerado con mayor carga de adhesivo y hacerle las pruebas físicas y mecánicas para así evaluar si resulta un mejor material o si la carga de aserrín no soporta la cantidad de adhesivo y en la etapa de presando lo expulsa.
- C. Se puede realizar un estudio con variación de presión en la etapa de prensado y evaluar cómo podría afectar la presión a las propiedades físicas y mecánicas del aglomerado.
- D. Llevar este estudio a escala de planta piloto para evaluar si los parámetros encontrados son los adecuados para hacer una producción industrial.



BIBLIOGRAFIA

- Andersen, M. S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, 2(1), 133–140. <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0013-6>
- Argudo, P. (1979). Tableros aglomerados especiales para la construcción.
- Bacigalupe, A., & Fonseca, R. S. (2016). Bioadhesivos renovables y libres de formaldehído para la industria maderera, 1–22.
- Bailach, C., Fuster, L., Yusá, D. J., & Talens, P. (2012). gelatinas y colas para el uso en tratamientos, 17–22.
- Barajas, R., Delta, I., & Delta, I. (2013). Recuperación de sales de cromo a partir de la raspa y su aplicación en el curtido de pieles | Juan Roberto Herrera R - Academia.edu, (46). <https://doi.org/10.1016/j.pec.2012.06.017>
- Benítez, R., Ibarz, A., & Pagan, J. (2008). Hidrolizados de proteína: procesos y aplicaciones Protein hydrolysates: processes and applications resumen, 42(2), 227–237.
- Campinas, U. E. D. E. (2017). Aglomeração de colágeno hidrolizado em leite fluidizado.
- Carola, C., Amor, P., Parker, V., & Visitaci, L. (2016). Aprovechamiento de pelos de vacuno del proceso de pelambre enzimático de las curtiembres en la remoción de plomo, 82(2), 183–195.
- Chung, L., Yoshida, N., Lauer-fields, J. L., Fields, G. B., Visse, R., & Nagase, H. (2004). Collagenase unwinds triple-helical collagen prior to peptide bond hydrolysis, 23(15), 3020–3030. <https://doi.org/10.1038/sj.emboj.7600318>
- Díaz, A., Jiménez, J., Pérez, M., & Narváez, P. C. (2006). Planteamiento y evaluación de las aplicaciones de los productos obtenidos en la hidrólisis alcalina productos obtenidos en la hidrólisis alcalina de las virutas de cromo generadas durante el procesamiento del cuero. *Ingeniería E Investigación*, 26(3), 50–57.
- Dixit, S., Yadav, A., Dwivedi, P. D., & Das, M. (2015). Toxic hazards of leather industry

- and technologies to combat threat: a review. *Journal of Cleaner Production*, 87(c), 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.017>
- Ebnesajjad, S., & Landrock, A. H. (2008). *Adhesives Technology Handbook*. William Andrew (Vol. XXXIII). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Erdem, M. (2006). Chromium recovery from chrome shaving generated in tanning process. *Journal of Hazardous Materials*, 129(1–3), 143–146. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.08.021>
- F.Goma. (1979). *El cemento portland y otros aglomerantes*. Editores tecnicos Asociados.
- Fernández, E., & Galván, A. (2014). Métodos para la cuantificación de proteínas, 1–7.
- Flores, H., Retamar, J., Orué, S., Lacoste, A., & Prez, L. (2013). Virutas de cuero obtención de un adhesivo como sustituto de materiales ureicos. VII Congreso Argentino de Ingeniería Química, 11. Retrieved from http://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/07e/07e_1431_681.pdf
- Flores Martínez, C. M. (2017). Elaboración de tableros OSB con residuos de la Industria del Laminado y dos tipos de adhesivos, 32(1), 83.
- Fowler, B. a, Fay, R. C., Walter, R. L., Willis, R. D., & Gutknecht, W. F. (1975). Levels of toxic metals in marine organisms collected from Southern California coastal waters. *Environmental Health Perspectives*, 12(December), 71–76.
- Gelse, K., Pöschl, E., & Aigner, T. (2003). Collagens - Structure, function, and biosynthesis. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 55(12), 1531–1546. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2003.08.002>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Goldberg, A. L. (2003). Protein degradation and protection against misfolded or damaged proteins, 426(December).
- Han, F. X., Su, Y., Maruthi Sridhar, B. B., & Monts, D. L. (2013). Distribution,

- transformation and bioavailability of trivalent and hexavalent chromium in contaminated soil. *Plant and Soil*, 265(1–2), 243–252. <https://doi.org/10.1007/s11104-005-0975-7>
- Hauber, C. (2000). Formation prevention and determination of Cr (VI) in leather, (September), 1–7.
- Hepworth, D. G., & Smith, J. P. (2002). The mechanical properties of composites manufactured from tendon ® bres and pearl glue (animal glue), 33, 797–803.
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2), 60–72. <https://doi.org/10.2478/intox-2014-0009>
- Jimenez flores, J. (2013). Desarrollo de tableros aglomerados con residuos de carpintería y madera joven de familias de *Eucalyptus tereticornis*. V Jornada Forestales de Santiago Del Estero, (2005), 7.
- Jordán Núñez, M. F. (2011). Obtención de colágeno por hidrólisis alcalina-enzimática del residuo de “wet blue” en el proceso de curtición, 16–29. Retrieved from <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/1468/1/34T00246.pdf>
- Kanagaraj, J., Velappan, K. C., Chandra Babu, N. K., & Sadulla, S. (2006). Solid wastes generation in the leather industry and its utilization for cleaner environment - A review. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 65(7), 541–548. <https://doi.org/10.1002/chin.200649273>
- Kantarli, I. C., & Yanik, J. (2010). Activated carbon from leather shaving wastes and its application in removal of toxic materials. *Journal of Hazardous Materials*, 179(1–3), 348–356. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.03.012>
- Khatua, P. K., Dubey, R. K., Roymahapatra, G., Mishra, A., Shahoo, S. C., & Kalawate, A. (2017). Development of Self Fire Retardant Melamine-Animal Glue Formaldehyde (MGF) Resin for the Manufacture of BWR Ply Board. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series D*, 98(2), 195–202. <https://doi.org/10.1007/s40033-016-0120-1>
- Lee, K., Park, D., Kim, B., & Shin, J. (2017). Exposure assessment of hexavalent

- chromium for a powder coating spray painter associated with the development of lung cancer. *Aerosol and Air Quality Research*, 17(8), 2080. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2016.05.0193>
- Leeming, D. J., Grove, J. I., Kaye, P., Hoad, C., Francis, S., Nielsen, M. J., ... Aithal, G. P. (2017). Estimation of serum “true collagen type III formation” (Pro-C3) levels as a marker of non-alcoholic steatohepatitis in a prospective cohort. *Journal of Hepatology*, 66(1), S154. [https://doi.org/10.1016/S0168-8278\(17\)30582-2](https://doi.org/10.1016/S0168-8278(17)30582-2)
- Leffmann, H. (1989). The chemistry of leather manufacture. *Journal of the Franklin Institute*, 209(1), 135–136. [https://doi.org/10.1016/S0016-0032\(30\)91014-9](https://doi.org/10.1016/S0016-0032(30)91014-9)
- Liu, D., Zhang, X., Li, T., & Yang, H. (2015). Extraction and characterization of acid- and pepsin-soluble collagens from the scales, skins and swim-bladders of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Food Bioscience*, 9, 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2014.12.004>
- Lizarbe, I. M. A. (2002). El colágeno, ¿un cemento biológico que mantiene la arquitectura y plasticidad tisular? *Horizontes Culturales. Las Fronteras de La Ciencia*, 119–138.
- Luque Guillen, M. V. (2011). Estructura Y Propiedades de las Proteínas. *Bioquímica Médica*, 5, 1–162.
- M.F.Pasmam. (1980). *Materiales de construcción*, 8.
- Makareeva, E., & Leikin, S. (2013). *Collagen Structure, Folding and Function. Osteogenesis Imperfecta: A Translational Approach to Brittle Bone Disease*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397165-4.00007-1>
- Mccann, M. (2014). *Cuero, pieles y calzado*. *Enciclopedia de Salud Y Seguridad En El Trabajo OIT*, 88.1-88.13.
- Mendoza, Y. A., Verbel, R. O., Atlántico, U., Betancourt, C. M., & Pérez, A. P. (2016). Análisis del tratamiento ideal usando baños termotratados para la separación de cal de los residuos de descarte en curtiembres Analysis of the ideal treatment using baths thermo-treated for the separation of lime of the residues when flesh is stripped fro, 7(1), 20–25.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de*

- Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM). Guía Metodológica, 53(9), 1–70. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ministerio del Ambiente Ecuador. (2013). Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador.
- Minkiewicz, P., Dziuba, J., Michalska, J., & Science, F. (2011). Bovine Meat Proteins as Potential Precursors of Biologically Active Peptides - a Computational Study. <https://doi.org/10.1177/1082013210368461>
- Mishra, S., & Bharagava, R. N. (2016). Toxic and genotoxic effects of hexavalent chromium in environment and its bioremediation strategies. *Journal of Environmental Science and Health - Part C Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews*, 34(1), 1–32. <https://doi.org/10.1080/10590501.2015.1096883>
- Mota, Manuel (2015). Leather shavings treatment an enzymatic approach. *Journal- Society of Leather Technologists and Chemists*.
- Nath, M., Song, S., Li, Y., & Xu, Y. (2018). Effect of Cr₂O₃ addition on corrosion mechanism of refractory castables for waste melting furnaces and concurrent formation of hexavalent chromium. *Ceramics International*, 44(2), 2383–2389. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.10.207>
- Nieto Cortes, A. (2017). Evaluation of the enzymatical process for the production of.
- Nigam, H., Das, M., Chauhan, S., Pandey, P., & Swati, P. (2015). Effect of chromium generated by solid waste of tannery and microbial degradation of chromium to reduce its toxicity : A review, 6(3), 129–136.
- Prockop, D. J., & Guzmán, N. a. (1981). El colágeno. *Tiempos Médicos*, (191), 53–63. Retrieved from <http://www.oc.lm.ehu.es/Fundamentos/fundamentos/articulos/Art?culos/CL002.pdf>
- Proctor, D. M., Suh, M., Campleman, S. L., & Thompson, C. M. (2014). Assessment of the mode of action for hexavalent chromium-induced lung cancer following inhalation exposures. *Toxicology*, 325, 160–179. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2014.08.009>

- Quintero, J. (2017). Optimización de la Extracción del Colágeno Soluble en Ácido de Subproductos de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*) mediante un Diseño de Superficie de Respuesta Optimization of the Extraction of Acid-Soluble Collagen from Byproducts Red Tilapia (*Oreochromis*, 28(1), 109–120. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000100011>
- Rangel, L., Moreno, P., Trejo, S., & Valero, S. (2017). Propiedades de tableros aglomerados de partículas fabricados con madera de eucalyptus urophylla. *maderas. ciencia y tecnología*, (ahead), 0–0. <https://doi.org/10.4067/s0718-221x2017005000032>
- Reyes, C. (2016). Recuperación de colágeno libre de cromo de los residuos sólidos postcurtición en la industria del cuero (Tesis de grado). Retrieved from <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/5208>
- Rocha, M. (2017). Rotas tecnológicas para a produção de ferrochromo no brasil : um estudo de viabilidade técnica , econômica e financeira technological routes for the production of ferrochrome in brazil : a study of technical , economical and, 4322.
- Rosner, W. (2016). El impacto ambiental de las curtiembres en trujillo-perú author (s): waltraud rosner published by : pan american institute of geography and history stable url : <http://www.jstor.org/stable/40992746> el impacto ambiental de las curtiembres en trujillo-per, 124(124), 57–77.
- Suarez, M. (2016). Aglomerado de Madera.
- Świetlik, R., Molik, A., Molenda, M., Trojanowska, M., & Siwec, J. (2011). Chromium(III/VI) speciation in urban aerosol. *Atmospheric Environment*, 45(6), 1364–1368. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.12.001>
- Świetlik, R., & Trojanowska, M. (2016). Mobility of Chromium and Its Chemical Fractions in River Sediment Polluted by Tannery Effluents (Poland). *Soil and Sediment Contamination*, 25(3), 266–278. <https://doi.org/10.1080/15320383.2016.1130686>
- Technique, C., & Chaussure, C. (2000). Fourteenth Session of the WASTES GENERATED Prepared by, (December).

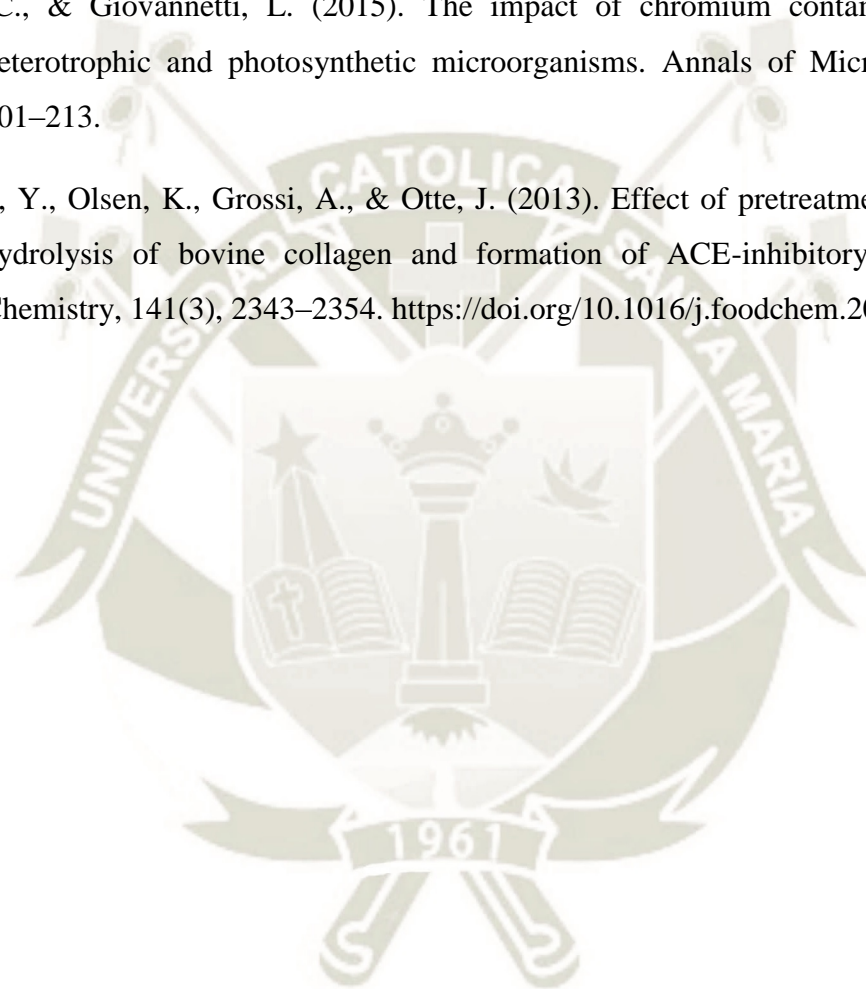
Testa, S. M., Begley, J. F., Jacobs, J. A., Jacobs, J. A., Guertin, J., Mitigation, E., ...
Jacobs, J. A. (2004). Chromium(Vi) Handbook.

Universidad de Chile. (2015). libro de estructura de proteínas y enzimas para profesores.

Viteri, V., Valle, V., Bonilla, O., & Quiroz, F. (2017). Valorización de virutas de cuero post – curtición para la, 17(5), 248–260.

Viti, C., & Giovannetti, L. (2015). The impact of chromium contamination on soil heterotrophic and photosynthetic microorganisms. *Annals of Microbiology*, 51(2), 201–213.

Zhang, Y., Olsen, K., Grossi, A., & Otte, J. (2013). Effect of pretreatment on enzymatic hydrolysis of bovine collagen and formation of ACE-inhibitory peptides. *Food Chemistry*, 141(3), 2343–2354. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.058>





ANEXOS

ANEXO I

REPORTE DE RESIDUOS GENERADOS POR OPERACIÓN DE REBAJADO

REPORTE DEL MES DE MAYO

DIA	FECHA	OPERACIÓN	KG/DIA
Martes	01/ 05/2018	Rebajado	122.3
Miércoles	02/ 05/2018	Rebajado	0.00
Jueves	03/ 05/2018	Rebajado	0.00
Viernes	04/ 05/2018	Rebajado	135.5
Sábado	05/ 05/2018		
Domingo	06/ 05/2018		
Lunes	07/ 05/2018	Rebajado	148.4
Martes	08/ 05/2018	Rebajado	0.00
Miércoles	09/ 05/2018	Rebajado	0.00
Jueves	10/ 05/2018	Rebajado	250.3
Viernes	11/ 05/2018	Rebajado	0.00
Sábado	12/ 05/2018		
Domingo	13/ 05/2018		
Lunes	14/ 05/2018	Rebajado	189.3
Martes	15/ 05/2018	Rebajado	0.00
Miércoles	16/ 05/2018	Rebajado	0.00
Jueves	17/ 05/2018	Rebajado	0.00
Viernes	18/ 05/2018	Rebajado	216.2
Sábado	19/ 05/2018		
Domingo	20/ 05/2018		
Lunes	21/ 05/2018	Rebajado	0.00
Martes	22/ 05/2018	Rebajado	0.00
Miércoles	23/ 05/2018	Rebajado	156.3
Jueves	24/ 05/2018	Rebajado	0.00
Viernes	25/ 05/2018	Rebajado	0.00
Sábado	26/ 05/2018		
Domingo	27/ 05/2018		

Lunes	28/ 05/2018	Rebajado	324.5
Martes	29/ 05/2018	Rebajado	0.00
Miercoles	30/ 05/2018	Rebajado	0.00
Jueves	31/05/2018	Rebajado	123.4
TOTAL			1666.2

Fuente: Elaboración Propia

REPORTE DEL MES DE JUNIO

DIA	FECHA	OPERACIÓN	KG/DIA
Viernes	01/ 06/2018	Rebajado	0.00
Sábado	02/ 06/2018		
Domingo	03/ 06/2018		
Lunes	04/ 06/2018	Rebajado	233.4
Martes	05/ 06/2018	Rebajado	0.00
Miércoles	06/ 06/2018	Rebajado	0.00
Jueves	07/ 06/2018	Rebajado	184.2
Viernes	08/ 06/2018	Rebajado	0.00
Sábado	09/ 06/2018		
Domingo	10/ 06/2018		
Lunes	11/ 06/2018	Rebajado	0.00
Martes	12/ 06/2018	Rebajado	210.4
Miércoles	13/ 06/2018	Rebajado	0.00
Jueves	14/ 06/2018	Rebajado	0.00
Viernes	15/ 06/2018	Rebajado	147.9
Sábado	16/ 06/2018		
Domingo	17/ 06/2018		
Lunes	18/ 06/2018	Rebajado	0.00
Martes	19/ 06/2018	Rebajado	256.3
Miércoles	20/ 06/2018	Rebajado	0.00
Jueves	21/ 06/2018	Rebajado	0.00
Viernes	22/ 06/2018	Rebajado	167.5
Sábado	23/ 06/2018		

Domingo	24/ 06/2018		
Lunes	25/ 06/2018	Rebajado	0.00
Martes	26/ 06/2018	Rebajado	0.00
Miércoles	27/ 06/2018	Rebajado	238.4
Jueves	28/ 06/2018	Rebajado	0.00
Viernes	29/ 06/2018	Rebajado	120.00
Sábado	30/ 06/2018		
TOTAL			1558.1

Fuente: Elaboración Propia

REPORTE DEL MES DE JULIO

DIA	FECHA	OPERACIÓN	KG/DIA
Domingo	01/ 07/2018		
Lunes	02/ 07/2018	Rebajado	0.00
Martes	03/ 07/2018	Rebajado	245.5
Miércoles	04/ 07/2018	Rebajado	0.00
Jueves	05/ 07/2018	Rebajado	0.00
Viernes	06/ 07/2018	Rebajado	234.6
Sábado	07/ 07/2018		
Domingo	08/ 07/2018		
Lunes	09/ 07/2018	Rebajado	0.00
Martes	10/ 07/2018	Rebajado	0.00
Miércoles	11/ 07/2018	Rebajado	321.2
Jueves	12/ 07/2018	Rebajado	0.00
Viernes	13/ 07/2018	Rebajado	125.3
Sábado	14/ 07/2018		
Domingo	15/ 07/2018		
Lunes	16/ 07/2018	Rebajado	267.4
Martes	17/ 07/2018	Rebajado	0.00
Miércoles	18/ 07/2018	Rebajado	189.3
Jueves	19/ 07/2018	Rebajado	0.00
Viernes	20/ 07/2018	Rebajado	0.00

Sábado	21/ 07/2018		
Domingo	22/ 07/2018		
Lunes	23/ 07/2018	Rebajado	167.8
Martes	24/ 07/2018	Rebajado	0.00
Miércoles	25/ 07/2018	Rebajado	0.00
Jueves	26/ 07/2018	Rebajado	0.00
Viernes	27/ 07/2018	Rebajado	287.3
Sábado	28/ 07/2018		
Domingo	29/ 07/2018		
Lunes	30/ 07/2018	Rebajado	0.00
Martes	31(07/2018	Rebajado	178.6
Total			2017.2

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO II

ABSORVANCIAS DE BSA

Tubo	BSA(mg)	H ₂ O(μl)	Biuret (ml)	Abs (540 nm)
1	0	1000	9	0.085
2	2	800	9	0.157
3	4	600	9	0.243
4	6	400	9	0.335
5	8	200	9	0.446
6	10	0	9	0.628

Fuente: Elaboración propia

ANEXO III

RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA

Tratamiento	Cantidad (ml)	Biuret (ml)	Abs (540 nm)	Concentración (mg /ml)	Promedio
1	1	9	0.343	5.64	5.53
1	1	9	0.330	5.38	
1	1	9	0.340	5.58	
2	1	9	0.367	6.12	6.04
2	1	9	0.354	5.87	
2	1	9	0.367	6.13	
3	1	9	0.377	6.33	6.45
3	1	9	0.391	6.61	
3	1	9	0.382	6.41	
4	1	9	0.347	5.73	5.81
4	1	9	0.354	5.86	
4	1	9	0.352	5.83	
5	1	9	0.375	6.28	6.37
5	1	9	0.383	6.45	
5	1	9	0.380	6.39	
6	1	9	0.405	6.88	6.78
6	1	9	0.389	6.57	
6	1	9	0.406	6.90	
7	1	9	0.367	6.12	6.22
7	1	9	0.372	6.23	
7	1	9	0.376	6.30	
8	1	9	0.382	6.43	6.53
8	1	9	0.397	6.72	
8	1	9	0.383	6.44	
9	1	9	0.393	6.65	6.87
9	1	9	0.409	6.96	

9	1	9	0.411	7.00	
10	1	9	0.372	6.23	
10	1	9	0.382	6.42	6.35
10	1	9	0.381	6.41	
11	1	9	0.444	7.65	
11	1	9	0.428	7.34	7.58
11	1	9	0.449	7.76	
12	1	9	0.439	7.56	
12	1	9	0.423	7.24	7.33
12	1	9	0.420	7.19	
13	1	9	0.494	8.65	
13	1	9	0.491	8.58	8.54
13	1	9	0.481	8.39	
14	1	9	0.533	9.43	
14	1	9	0.527	9.31	9.32
14	1	9	0.523	9.22	
15	1	9	0.499	8.74	
15	1	9	0.505	8.86	8.91
15	1	9	0.518	9.13	
16	1	9	0.479	8.35	
16	1	9	0.472	8.21	8.30
16	1	9	0.479	8.35	
17	1	9	0.444	7.65	
17	1	9	0.453	7.83	7.80
17	1	9	0.457	7.91	
18	1	9	0.424	7.25	
18	1	9	0.432	7.41	7.33
18	1	9	0.428	7.33	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO IV

DESVIACIÓN ESTANDAR DE LA CANTIDAD DE PROTEINA (mg/l)

Tratamiento	Tiempo (Hrs)	NaOH (N)	Temperatura °C	Concentración (mg /ml)	Desviación estándar
1	3	0.3	50	5.53	0,13614
2	3	0.3	60	6.04	0,14731
3	3	0.3	70	6.45	0,14422
4	3	0.4	50	5.81	0,06807
5	3	0.4	60	6.37	0,08622
6	3	0.4	70	6.78	0,18502
7	3	0.5	50	6.22	0,09074
8	3	0.5	60	6.53	0,16462
9	3	0.5	70	6.87	0,19157
10	4	0.3	50	6.35	0,10693
11	4	0.3	60	7.58	0,21779
12	4	0.3	70	7.33	0,20075
13	4	0.4	50	8.54	0,13454
14	4	0.4	60	9.32	0,10536
15	4	0.4	70	8.91	0,19975
16	4	0.5	50	8.30	0,08083
17	4	0.5	60	7.80	0,13317
18	4	0.5	70	7.33	0,08000

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO V

RESUMEN DE LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
50°C/ 0.3N / 3Hrs.	3	5,5333																
50°C/0.4 N/3Hrs	3	5,8067	5,8067															
60°C/0.3 N/ 3 Hrs	3		6,0400	6,0400														
50°C / 0.5N / 3 Hrs	3		6,2167	6,2167	6,2167													
50°C / 0.3N / 4Hrs	3			6,3533	6,3533	6,3533												
60°C / 0.4N / 3Hrs	3			6,3733	6,3733	6,3733												
70°C/0.3 N/3Hrs	3			6,4500	6,4500	6,4500	6,4500											
60°C / 0.5N / 3Hrs	3				6,5300	6,5300	6,5300											
70°C / 0.4N / 3Hrs	3					6,7833	6,7833											
70° C / 0.5N / 3Hrs	3						6,8700											
70°C / 0.3N / 4Hrs	3							7,3300										
70°C / 0.5N / 4Hrs	3							7,3300										
60°C / 0.3N / 4Hrs	3								7,5833									
60°C / 0.5N / 4Hrs	3									7,7967								
50°C / 0.5N / 4Hrs	3										8,3033							
50°C/ 0.4N/ 4Hrs	3											8,5400						
70°C / 0.4N / 4Hrs	3												8,9100					
60°C / 0.4N / 4Hrs	3																	9,3200
Sig.		,672	,098	,098	,448	,066	,081	,777	,927	,851	,199	,098						

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO VI

DENSIDAD APARENTE

Mezcla	Peso (gr)	Densidad (gr /cm ³)	Promedio (gr /cm ³)
0.5/1	42.43	0.81	0.806
0.5/1	42.64	0.82	
0.5/1	42.76	0.79	
1 / 1	48.33	0.85	0.853
1 / 1	48.82	0.87	
1 / 1	48.93	0.84	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO VII

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Mezcla	Dimensión		Peso Inicial	Peso Seco	Contenid o de Humedad	Resistenci a a la compresió n	PROMED IO
	Espeso r	Anch o	(gr)	(gr)	(%)	(Kgf/cm ²)	(Kgf/cm ²)
0.5/1	1.04	7.55	46.58	40.37	13.32	201.3	200.13
0.5/1	1.02	7.54	46.56	40.39	13.24	203.5	
0.5/1	1.06	7.55	46.58	40.33	13.41	195.6	
1 / 1	1.08	7.51	49.22	43.84	10.92	294.5	291.56
1 / 1	1.04	7.50	49.17	43.69	11.14	291.3	
1 / 1	1.07	7.48	49.25	43.72	11.22	288.9	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO VIII: Calculo de Conductividad térmica

$$K = \frac{Q * L}{A * \Delta T}$$

1. Mezcla 0.5/1

$$K = \frac{98 w * 0.01 m}{0.0422m^2 * (147 - 47)k}$$

$$K = 0.237 \frac{w}{m * k}$$

2. Mezcla 0.5/1

$$K = \frac{98 w * 0.01 m}{0.0422m^2 * (143 - 49)k}$$

$$K = 0.245 \frac{w}{m * k}$$

3. Mezcla 0.5/1

$$K = \frac{98 w * 0.01 m}{0.0422m^2 * (145 - 53)k}$$

$$K = 0.252 \frac{w}{m * k}$$

4. Mezcla 1/1

$$K = \frac{98 w * 0.01 m}{0.0422m^2 * (144 - 38)k}$$

$$K = 0.219 \frac{w}{m * k}$$

5. Mezcla 1/1

$$K = \frac{98 w * 0.01 m}{0.0422m^2 * (147 - 43)k}$$

$$K = 0.221 \frac{w}{m * k}$$

6. Mezcla 1/1

$$K = \frac{98 w * 0.01 m}{0.0422m^2 * (148 - 36)k}$$

$$K = 0.207 \frac{w}{m * k}$$

ANEXO IX: Conductividad térmica

CONDUCTIVIDAD TERMICA

Mezcla	Q	Espesor	Área de contacto	Temperatura Irradiada	Temperatura Pasante	Conductividad térmica	Promedio
	W	M	m ²	°C	°C	W /m*k	
0.5 / 1	98	0.01	0.0422	147	47	0.237	0.244
0.5 / 1	98	0.01	0.0422	143	49	0.245	
0.5 / 1	98	0.01	0.0422	145	53	0.252	
1 / 1	98	0.01	0.0422	144	38	0.219	0.215
1 / 1	98	0.01	0.0422	147	43	0.221	
1 / 1	98	0.01	0.0422	148	36	0.207	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO X: INFORMES DEL LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apto. 1350
AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA14H18.003521

Nombre del Cliente	: Miguel Angel Valdez Urbina
Dirección del Cliente	: Urb La Campiña J3 Las Begonias Socabaya
RUC	: No corresponde
Condición del Muestreado	: Por el cliente
Descripción	: Viruta de Wheat Blue
Tamaño de muestra	: 100 g
Fecha de Recepción	: 04/08/2018
Fecha de Inicio del Ensayo	: 04/08/2018
Fecha de Emisión de Informe	: 12/08/2018
Página	: 1 de 1

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE PROTEINAS (%) Método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.	45,84
DETERMINACIÓN DE CROMO TOTAL (mg/Kg) Adapted by Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry EPA METHOD 200.7	23213

OBSERVACIONES:

- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL –DA.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez
COFDA 00924
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC





Arequipa - Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

	MADERA. MÉTODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD	NTP 251.011
SOLICITANTE	: MIGUEL VALDEZ UNBINA	Nº DE EXPEDIENTE: 002-LM-18
NOMBRE DEL PROYECTO	: APROVECHAMIENTO DE LAS VIRUTAS DE WET BLUE PARA LA FABRICACIÓN DE UN AGLOMERADO	
MUESTRA	: AGLOMERADO 1	
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	: 05 DE SEPTIEMBRE DEL 2018	
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 10 DE SEPTIEMBRE DEL 2018	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME	: 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2018	
CONDICIÓN DEL MUESTREO	: Por el Cliente	
PÁGINA	: 1 de 1	

MÉTODOS DE ENSAYO		
A	Determinación de la Densidad en Maderas Saturadas	X
B	Determinación de la Densidad en estado Seco al Aire	
C	Determinación de la Densidad en Estado Anhidro	

PESO		
Peso de la Probeta en Estado Saturado		gf
Peso de la Probeta en Estado Seco al Aire	-	gf
Peso de la Probeta en Estado Anhidro	48.82	gf

VOLUMEN		
Volumen de la Probeta en Estado Saturado	50.00	cm ³
Volumen de la Probeta en Estado Seco al Aire	-	cm ³
Volumen de la Probeta en Estado Anhidro	-	cm ³

DENSIDAD		
Densidad en Estado Saturado		gf/cm ³
Densidad en Estado Seco al Aire	-	gf/cm ³
Densidad en Estado Anhidro	-	gf/cm ³
Densidad Básica	0.87	gf/cm ³

OBSERVACION : La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC - FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL





Arequipa - Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

MADERA. MÉTODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD		NTP 251.011
SOLICITANTE : MIGUEL VALDEZ UNBINA NOMBRE DEL PROYECTO : APROVECHAMIENTO DE LAS VIRUTAS DE WET BLUE PARA LA FABRICACIÓN DE UN AGLOMERADO MUESTRA : AGLOMERADO2 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 05 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 10 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 CONDICIÓN DEL MUESTREO : Por el Cliente PÁGINA : 1 de 1		N° DE EXPEDIENTE: 002-LM-18

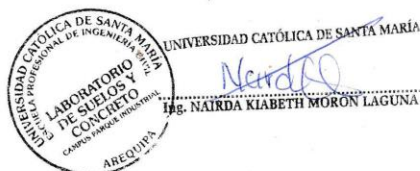
MÉTODOS DE ENSAYO		
A	Determinación de la Densidad en Maderas Saturadas	X
B	Determinación de la Densidad en estado Seco al Aire	
C	Determinación de la Densidad en Estado Anhidro	

PESO		
Peso de la Probeta en Estado Saturado		gf
Peso de la Probeta en Estado Seco al Aire	-	gf
Peso de la Probeta en Estado Anhidro	48.93	gf

VOLUMEN		
Volumen de la Probeta en Estado Saturado	50.00	cm3
Volumen de la Probeta en Estado Seco al Aire	-	cm3
Volumen de la Probeta en Estado Anhidro	-	cm3

DENSIDAD		
Densidad en Estado Saturado		gf/cm3
Densidad en Estado Seco al Aire	-	gf/cm3
Densidad en Estado Anhidro	-	gf/cm3
Densidad Básica	0.84	gf/cm3

OBSERVACION : La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC-FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL



Arequipa - Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

MADERA. MÉTODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD		NTP 251.011
SOLICITANTE : MIGUEL VALDEZ UNBINA NOMBRE DEL PROYECTO : APROVECHAMIENTO DE LAS VIRUTAS DE WET BLUE PARA LA FABRICACIÓN DE UN AGLOMERADO MUESTRA : AGLOMERADO3 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 05 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 10 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 CONDICIÓN DEL MUESTREO : Por el Cliente PÁGINA : 1 de 1		N° DE EXPEDIENTE: 002-LM-18

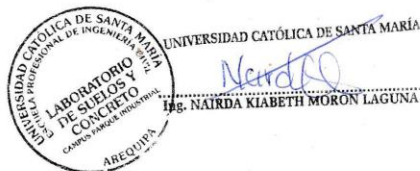
MÉTODOS DE ENSAYO		
A	Determinación de la Densidad en Maderas Saturadas	X
B	Determinación de la Densidad en estado Seco al Aire	
C	Determinación de la Densidad en Estado Anhidro	

PESO		
Peso de la Probeta en Estado Saturado		gf
Peso de la Probeta en Estado Seco al Aire	-	gf
Peso de la Probeta en Estado Anhidro	42.43	gf

VOLUMEN		
Volumen de la Probeta en Estado Saturado	50.00	cm3
Volumen de la Probeta en Estado Seco al Aire	-	cm3
Volumen de la Probeta en Estado Anhidro	-	cm3

DENSIDAD		
Densidad en Estado Saturado		gf/cm3
Densidad en Estado Seco al Aire	-	gf/cm3
Densidad en Estado Anhidro	-	gf/cm3
Densidad Básica	0.81	gf/cm3

OBSERVACION : La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC-FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL



Arequipa - Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

MADERA. MÉTODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD		NTP 251.011
SOLICITANTE : MIGUEL VALDEZ UNBINA NOMBRE DEL PROYECTO : APROVECHAMIENTO DE LAS VIRUTAS DE WET BLUE PARA LA FABRICACIÓN DE UN AGLOMERADO MUESTRA : AGLOMERADO 4 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 05 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 10 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 CONDICIÓN DEL MUESTREO : Por el Cliente PÁGINA : 1 de 1		N° DE EXPEDIENTE: 002-LM-18

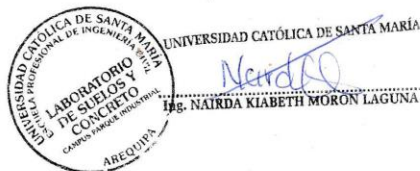
MÉTODOS DE ENSAYO		
A	Determinación de la Densidad en Maderas Saturadas	X
B	Determinación de la Densidad en estado Seco al Aire	
C	Determinación de la Densidad en Estado Anhidro	

PESO		
Peso de la Probeta en Estado Saturado		gf
Peso de la Probeta en Estado Seco al Aire	-	gf
Peso de la Probeta en Estado Anhidro	42.64	gf

VOLUMEN		
Volumen de la Probeta en Estado Saturado	50.00	cm ³
Volumen de la Probeta en Estado Seco al Aire	-	cm ³
Volumen de la Probeta en Estado Anhidro	-	cm ³

DENSIDAD		
Densidad en Estado Saturado	-	gf/cm ³
Densidad en Estado Seco al Aire	-	gf/cm ³
Densidad en Estado Anhidro	-	gf/cm ³
Densidad Básica	0.82	gf/cm ³

OBSERVACION : La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC- FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL



Arequipa - Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

MADERA. MÉTODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD		NTP 251.011
SOLICITANTE : MIGUEL VALDEZ UNBINA NOMBRE DEL PROYECTO : APROVECHAMIENTO DE LAS VIRUTAS DE WET BLUE PARA LA FABRICACIÓN DE UN AGLOMERADO MUESTRA : AGLOMERADO5 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 05 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 10 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 CONDICIÓN DEL MUESTREO : Por el Cliente PÁGINA : 1 de 1		N° DE EXPEDIENTE: 002-LM-18

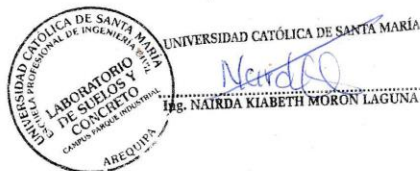
MÉTODOS DE ENSAYO		
A	Determinación de la Densidad en Maderas Saturadas	X
B	Determinación de la Densidad en estado Seco al Aire	
C	Determinación de la Densidad en Estado Anhidro	

PESO		
Peso de la Probeta en Estado Saturado		gf
Peso de la Probeta en Estado Seco al Aire	-	gf
Peso de la Probeta en Estado Anhidro	42.76	gf

VOLUMEN		
Volumen de la Probeta en Estado Saturado	50.00	cm3
Volumen de la Probeta en Estado Seco al Aire	-	cm3
Volumen de la Probeta en Estado Anhidro	-	cm3

DENSIDAD		
Densidad en Estado Saturado		gf/cm3
Densidad en Estado Seco al Aire	-	gf/cm3
Densidad en Estado Anhidro	-	gf/cm3
Densidad Básica	0.79	gf/cm3

OBSERVACION : La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC- FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

MUESTRAS DE MADERA

(NTP 251.016)



SOLICITA : MIGUEL ANGEL VALDEZ URBINA
INVESTIGACIÓN : APROVECHAMIENTO DE VIRUTAS DE WET GLUE PARA LA OBTENCIÓN DE UN AGLOMERADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
UBICACION : AREQUIPA

FECHA DE RECEPCION MUESTRAS

EXPEDIENTE N° : 002-01/01-LM-18

FECHA DE EMISION

ITEM	ELEMENTO	DIMENSIONES (cm)		CARGA (kgf)	PESO INICIAL (kgf)	PESO SECO (kgf)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kgf/cm ²)
		ESPESOR	ANCHO					
1	ELEMENTO 1	1.04	7.55	1850	46.58	40.37	13.32	201.3

OBSERVACIONES : - Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Miguel Ángel Valdez Urbina
Dr. Ing. ALFONSO VÍCTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC - FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL



Arequipa - Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

MUESTRAS DE MADERA
(NTP 251.016)



SOLICITA : MIGUEL ANGEL VALDEZ URBINA
INVESTIGACIÓN : APROVECHAMIENTO DE VIRUTAS DE WET GLUE PARA LA OBTENCIÓN DE UN AGLOMERADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
UBICACION : AREQUIPA

FECHA DE RECEPCION MUESTRAS

FECHA DE EMISION

EXPEDIENTE N° : 002-01/01-LM-18

ITEM	ELEMENTO	DIMENSIONES (cm)		CARGA (kgf)	PESO INICIAL (kgf)	PESO SECO (kgf)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kgf/cm ²)
		ESPESOR	ANCHO					
1	Elemento 2	1.02	7.54	1874	46.56	40.39	13.24	203.5

OBSERVACIONES : - Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Miguel Ángel Valdez Urbina
Dr. Ing. ALFONSO VÍCTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC - FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

MUESTRAS DE MADERA
(NTP 251.016)



SOLICITA : MIGUEL ANGEL VALDEZ URBINA
INVESTIGACIÓN : APROVECHAMIENTO DE VIRUTAS DE WET GLUE PARA LA OBTENCIÓN DE UN AGLOMERADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
UBICACION : AREQUIPA

FECHA DE RECEPCION MUESTRAS
FECHA DE EMISION

EXPEDIENTE N° : 002-01/01-LM-18

ITEM	ELEMENTO	DIMENSIONES (cm)		CARGA (kgf)	PESO INICIAL (kgf)	PESO SECO (kgf)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kgf/cm ²)
		ESPESOR	ANCHO					
1	Elemento 3	1.06	7.55	1835	46.58	40.33	13.41	195.6

OBSERVACIONES : - Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Miguel Ángel Valdez Urbina
Dr. Ing. ALFONSO VÍCTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC - FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

MUESTRAS DE MADERA

(NTP 251.016)



SOLICITA : MIGUEL ANGEL VALDEZ URBINA
INVESTIGACIÓN : APROVECHAMIENTO DE VIRUTAS DE WET GLUE PARA LA OBTENCIÓN DE UN AGLOMERADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
UBICACION : AREQUIPA

FECHA DE RECEPCION MUESTRAS

FECHA DE EMISION

EXPEDIENTE N° : 002-01/01-LM-18

ITEM	ELEMENTO	DIMENSIONES (cm)		CARGA (kgf)	PESO INICIAL (kgf)	PESO SECO (kgf)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kgf/cm ²)
		ESPESOR	ANCHO					
1	Elemento 4	1.08	7.51	2286	49.22	43.84	10.92	294,5

OBSERVACIONES : - Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Miguel Ángel Valdez Urbina
Dr. Ing. ALFONSO VÍCTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC - FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

MUESTRAS DE MADERA
(NTP 251.016)



SOLICITA : MIGUEL ANGEL VALDEZ URBINA
INVESTIGACIÓN : APROVECHAMIENTO DE VIRUTAS DE WET GLUE PARA LA OBTENCIÓN DE UN AGLOMERADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
UBICACION : AREQUIPA

FECHA DE RECEPCION MUESTRAS
FECHA DE EMISION

EXPEDIENTE N° : 002-01/01-LM-18

ITEM	ELEMENTO	DIMENSIONES (cm)		CARGA (kgf)	PESO INICIAL (kgf)	PESO SECO (kgf)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kgf/cm ²)
		ESPESOR	ANCHO					
1	Elemento 5	1.04	7.50	2247	49.17	43.69	11.14	291.3

OBSERVACIONES : - Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Miguel Ángel Valdez Urbina
Dr. Ing. ALFONSO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDENADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL
EPIC-FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

MUESTRAS DE MADERA
(NTP 251.016)



SOLICITA : MIGUEL ANGEL VALDEZ URBINA
INVESTIGACIÓN : APROVECHAMIENTO DE VIRUTAS DE WET GLUE PARA LA OBTENCIÓN DE UN AGLOMERADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
UBICACION : AREQUIPA

FECHA DE RECEPCION MUESTRAS
FECHA DE EMISION

EXPEDIENTE N° : 002-01/01-LM-18

ITEM	ELEMENTO	DIMENSIONES (cm)		CARGA (kgf)	PESO INICIAL (kgf)	PESO SECO (kgf)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kgf/cm ²)
		ESPESOR	ANCHO					
1	Elemento 6	1.07	7.48	2300	49.25	43.72	11.22	288.9

OBSERVACIONES : - Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Miguel Ángel Valdez Urbina
Dr. Ing. LEON PROVICOR HIDALGO VALDIVIA
COORDENADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL
EPIC-FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA14H18.0035

Nombre del Cliente : Miguel Angel Valdez Urbina
Dirección del Cliente : Urb La Campiña J3 Las Begonias Socabaya
RUC : No corresponde
Condición del Muestreado : Por el cliente
Descripción : Hidrolizado de colageno
Tamaño de muestra : 100 ml
Fecha de Recepción : 14/08/2018
Fecha de Inicio del Ensayo : 14/08/2018
Fecha de Emisión de Informe : 22/08/2018
Página : 1 de 1

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE CROMO TOTAL (mg/L) Adapted by Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry EPA METHOD 200.7	3,24

OBSERVACIONES:

- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL –DA.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


Q.F. Ricardo Al. Abril Ramirez
CQFDA 00924
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC

