

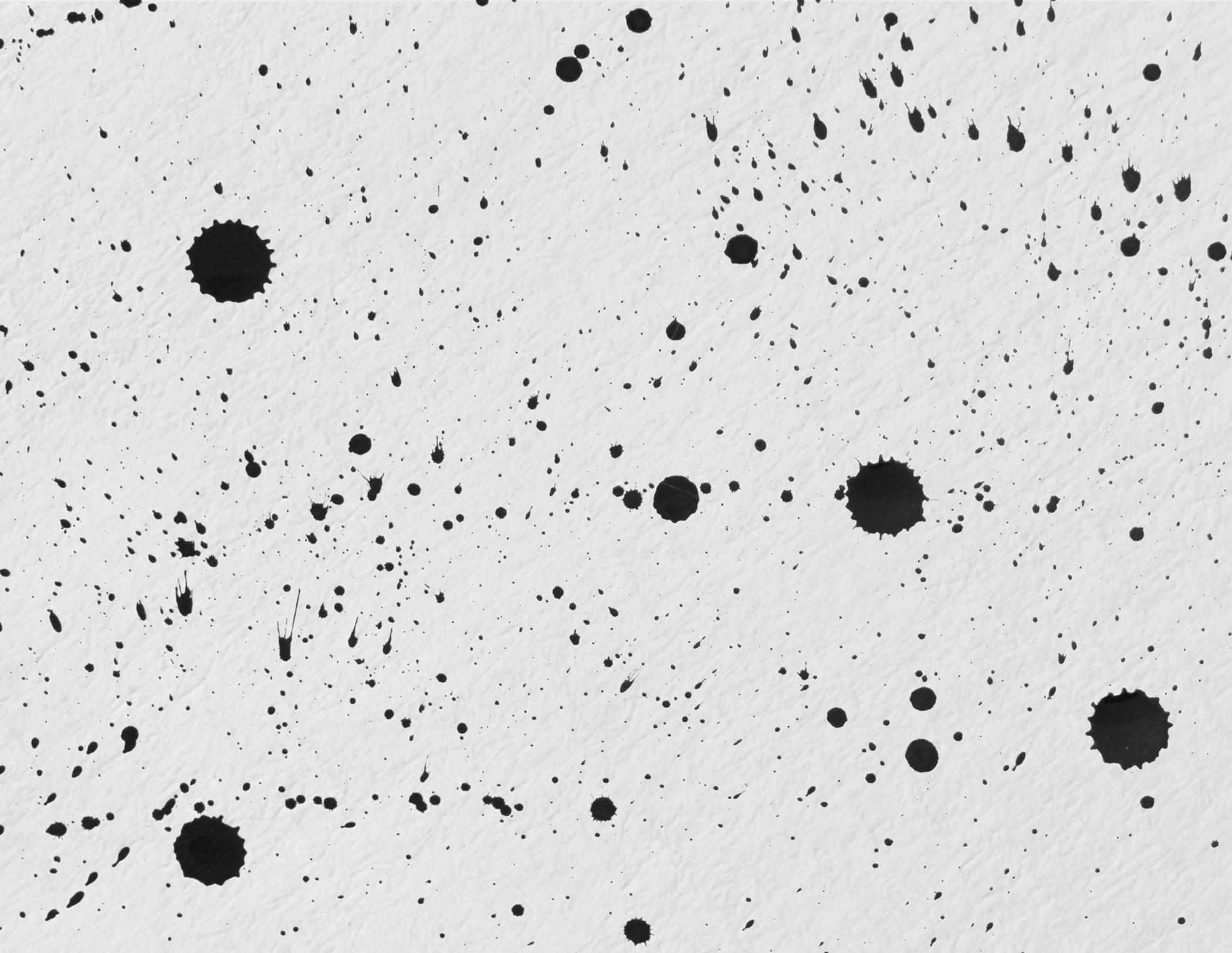
TATUAJE & RESIGNIFICACIÓN

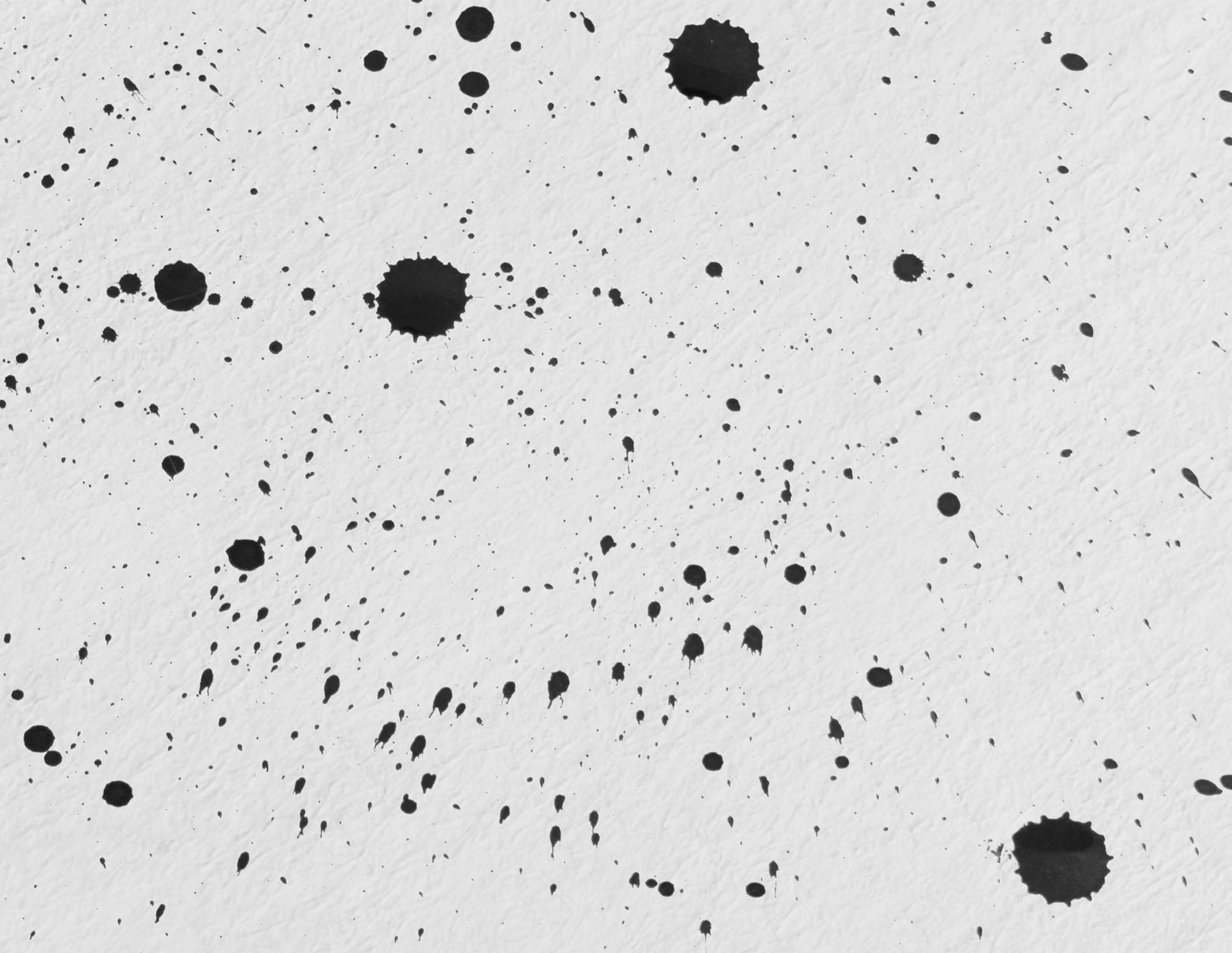
*Viabilidad del reciclaje del residuo especial cartucho de tinta
y su aplicación en objetos de diseños para tatuadores*

Matías Tapia Huenuqueo

Memoria para optar al Título
Profesional de Diseñador Industrial

Profesora guía
Andrea Wechsler





TATUAJE & RESIGNIFICACIÓN

*Viabilidad de reciclaje del residuo especial cartucho de tinta
y su aplicación en objetos de diseños para tatuadores*

Memoria para optar al Título
Profesional de Diseñador Industrial

Licenciatura en Diseño, Men-
cion Industrial

SANTIAGO, 2021

Matías Tapia Huenuqueo

Profesora guía
Andrea Wechsler

*“El carácter de una era
está definido por el material
más usado en la manufactura”*

Anónimo

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su esfuerzo de entregarme una educación y apoyo incondicional.

A Luciana Oropesa, por su hermosa compañía, apoyo, cariño y talento.

A mis amigos de la vida, por su enorme cariño, apoyo incondicional en mi proceso de tatuador y por hacer de la universidad una etapa inolvidable

A mi profesora Andre Wechsler, por su gran compromiso, ánimos y apoyo en este proceso tan intenso.

Al profesor Mario Nuñez, Boris y Cynthia, por la oportunidad que me entregaron, su apoyo, y gran disposición allá en Concepción.

A todas las personas que entregaron su grano de arena para sacar adelante este proyecto.

ABSTRACT

The following research to apply for the degree of industrial designer of Universidad de Chile is based on the use of the residual ink cartridge for tattoos, and its use as a raw material in the design of objects for tattooists.

In the face of the indiscriminate use of disposable inputs, made with non-renewable materials by tattooists today, this project is meddling as a way towards more sustainable production models.

Seeking to make a rethink and critique in the way of designing and producing, introducing the sustainability and capacity of recycled materials, to generate a paradigm shift in the concept of value of tattoo waste.

Tattoo, special waste, recycling, design.

RESUMEN

La siguiente investigación para optar al título de diseñador industrial de Universidad de Chile se basa en el aprovechamiento del residuo cartucho de tinta para tatuajes, y su utilización como materia prima en el diseño de objetos para tatuadores.

Frente al uso indiscriminado de insumos desechables, fabricados con materialidades no renovables por parte de los tatuadores en la actualidad, este proyecto se entromete como una vía hacia modelos de producción más sostenibles.

Buscando hacer un replanteamiento y crítica en la manera de diseñar y producir, introduciendo la sustentabilidad y la capacidad de los materiales reciclados, de generar un cambio de paradigma en el concepto de valor de los residuos del tatuaje.

Tatuaje, residuos especiales, reciclaje, diseño

Índice

• Introducción	12		
• Capítulo I: Planteamiento del problema	13		
Preguntas de Investigación			
Hipotesis			
Objetivos			
Resultados esperados			
• Capítulo II: Antecedentes primera etapa	20		
Antecedentes enfocados en los plásticos y residuos especiales			
Antecedentes enfocados en el tatuaje, tatuadores e insumos			
1. El tatuaje, historia y evolución como arte corporal	23		
1.1. El tatuaje en el mundo actual			
1.2. El tatuaje en el panorama nacional			
1.2.1. Estudios de tatuajes y tatuadores en Chile			
1.3. Conclusiones preliminares			
2. Insumos del tatuaje	30		
2.1. Insumos del tatuaje y sus inicios			
2.2. Insumos del tatuaje en la actualidad			
2.2.1. Cartuchos de tinta			
2.3. Insumos desechables y reutilizables			
2.3.1. Insumos físicos del tatuaje			
2.4. Variedad de insumos, variedad de estilos, variedad de desechos			
2.5. Insumos, higiene y bioseguridad			
2.6. Mercado de insumos en Chile			
2.7. Conclusiones preliminares			
3. Tatuaje y medioambiente	50		
3.1. Impacto medioambiental			
3.2. Dependencia de recursos no renovables			
3.2.1. Economía circular			
3.2.2. Un tatuaje más sustentable			
3.2.3. Falencias de los insumos ecológicos			
3.3. Conclusiones preliminares			
• Capítulo III: Estado del arte	56		
1. El plástico	57		
1.1. Reciclaje de plásticos			
1.2. Maneras de reciclar el plástico			
2. El policarbonato	62		
2.1. Usos del policarbonato			
2.2. Métodos de fabricación			
2.3. Policarbonato en Chile			
2.4. Reutilización de residuos plásticos y especiales			
2.5. Conclusiones preliminares			
• Capítulo IV: Métodos de investigación	77		
1. Fases de la metodología	78		
2. Metodología de la etapa experimental	80		
2.1. Fase I: Preparación			
2.2. Validación			
3. Carta gantt	81		
• Capítulo V: Experimentación y registro	83		
1. Fase I: Preparación	84		
1.1. Recolección			
1.2. Desarme			
1.3. Triturado			
1.4. Conclusiones preliminares			

2. Fase II: Validación	96	• Capítulo VII: Proceso conceptual	143
2.1. Molde		1. Planteamiento de la conceptualización	144
2.1.1. Planos molde		2. Esquema de la conceptualización	146
2.1.2. Fabricación molde		• Capítulo VIII: Diseño y proyecciones	147
2.2. Análisis de temperatura		1. Contexto de diseño	148
2.3. Layout del espacio de trabajo		2. Problema, una oportunidad	152
2.4. Proceso de prensado		3. Planteamiento del objeto de diseño	155
2.4.1. Ejecución del proceso de prensado		3.1. Referentes	
2.4.2. Análisis de tiempo		3.2. Variables de diseño contempladas	
2.4.3. Definición de presión aplicada a las muestras		4. Propuesta de diseño	161
2.4.5. Análisis cromático		4.1. Previsualización	
2.5. Conclusiones preliminares		4.2. Proyecciones del material y objeto	
		4.3. Planos técnicos del objeto	
3. Conclusiones generales etapa experimental	115	• Conclusión	168
• Capítulo VI: Caracterización del material	116	• Glosario de términos	169
1. Trabajabilidad	118	• Listado de figuras	172
1.1. Pruebas de esterilización		• Referencias bibliográficas	181
1.2. Ensayos de esfuerzo			
1.3. Mecanizado			
1.3.1. Corte			
1.3.2. Perforado			
1.3.3. Grabado y corte láser			
1.4. Conclusiones preliminares			
2. Análisis perceptual del material	131		
2.1. Carcaterización expresivo-material			
2.2. Análisis de datos			
2.2.1. Análisis del nivel performativo			
2.2.2. Análisis del nivel sensorial			
2.2.3. Análisis del nivel afectivo			
2.2.4. Análisis del nivel interpretativo			
2.2. Conclusiones preliminares			
3. Conclusiones generales carcaterización experiencial del material	142		

INTRODUCCIÓN

Residuos plásticos, dos palabras que resuenan en la actualidad. La crisis mundial respecto a las toneladas de desechos producidos año tras año está llegando a su punto más crítico. No existe un planeta b, solo tenemos uno, es deber de todos mantenerlo y preservar su estado apto para la vida. La tecnología nos ha proporcionado maravillosos avances, pero, también retrocesos importantes. Esta crítica situación tiene solución, y ha estado presente desde hace años, es deber nuestro tomarla y aplicarla con rigurosidad. El siguiente proyecto propone un cambio en la mirada que existe hacia los residuos especiales, específicamente, los producidos por la actividad del tatuaje, en pro de reutilizar su materia prima dirigido al diseño de objetos para tatuadores. Esta industria de gran crecimiento en los últimos años se ha transformado en el núcleo de fábricas de plástico ¿qué hay detrás de este arte corporal? Todo proceso de tatuaje requiere de un gran número de implementos y herramientas cuya materialidad es altamente contaminante y de lenta degradación, capaz de durar décadas o siglos. Enfocar la mirada en estos desechos con los ojos del diseño y la sustentabilidad, resignificándolos y llevándolos a nuevos ciclos productivos, harían de esta actividad, no sólo un arte en potencial crecimiento, sino que también un arte consciente con el medio ambiente.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este proyecto aborda el tema de la cantidad excesiva de insumos de carácter desechable utilizados en la actividad del **tatuaje**¹, específicamente de cartuchos de tinta. Desechos que terminan en vertederos producto de una precaria gestión de **residuos** y una tendencia productiva/cultural hacia lo más cómodo, rápido y desechable.

La industria del tatuaje y la cantidad de personas tatuadas en el mundo ha experimentado un crecimiento excesivo en los últimos años, tan solo en el 2018 más del 38 % de la población mundial tenía al menos un tatuaje y, actualmente. En Chile existen más de 1200 tatuadores inscritos en el Registro nacional de tatuadores gestionado por el Ministerio de Salud, listado en el cual no todos los tatuadores están inscritos, ya sea por falta de conocimiento acerca de la existencia de dicha iniciativa o porque tampoco es un requisito para ejercer su labor.

En el mundo del tatuaje, al igual que en muchas actividades humanas relacionadas al área de la salud, donde el cuerpo es el campo de trabajo y la **higiene** junto con la **bioseguridad** es primordial, existe una gran cantidad de insumos que deben estar estériles para llevar a cabo exitosamente un tatuaje. La mayoría de estos posee una materialidad de origen **petroquímica** y una fabricación que consume grandes cantidades de energía, para luego

ser desechados cada vez que un tatuaje es finalizado o, en otro caso, cuando el insumo es contaminado con un algún agente que no le permita seguir siendo usado en el proceso, es decir, la vida útil de estos productos es de un solo uso y de carácter breve. Además, al tener contacto con la sangre poseen una carga biológica contaminante, pasando a ser denominados **residuos especiales**. Por lo tanto, el conjunto de características que reúnen estos insumos resulta en un ciclo de vida que culmina en los vertederos, con el fin de ser segregados y cubiertos con material terreo, generando gases y líquidos tóxicos contaminando el medio ambiente.

Si bien existen insumos para el tatuaje fabricados con materiales capaces de ser esterilizados posterior a su uso dentro del proceso del tatuado y así reducir el consumo de productos desechables con altos tiempos de degradación en vertederos, estos no son de preferencia por la mayoría de los tatuadores. Quienes se inclinan por el uso de estos insumos debido a su bajo costo monetario, bioseguridad y ahorro de tiempo en la preparación de su estación de trabajo. Por esta razón se abre la pregunta de ¿Cómo reducir el impacto medioambiental del tatuaje, con todas las exigencias de salud e higiene que este requiere, en una cultura donde lo más “fácil, barato y contaminante” se antepone a lo “no contaminante, caro y complejo”? Sumado también a este panorama,

¹ Términos en color revisar su significado en el Glosario de términos (pag bla).

el tatuaje a pesar de ser una actividad que se lleva realizando durante décadas, no ha sido un punto de alto interés para el diseño y manufacturación de productos que aborden a fondo las necesidades y problemáticas de los tatuadores al ejercer su labor, quienes se ven en la obligación de adquirir productos que están pensados para actividades de otras disciplinas con una serie de requerimientos similares, pero no iguales.

En promedio un tatuador de mediana experiencia genera 5,7 Kg de residuos especiales mensuales, de los cuales el 5,4 % corresponde a insumos fabricados de acero y policarbonato, plástico que no es recibido en forma de residuo por plantas de reciclaje.

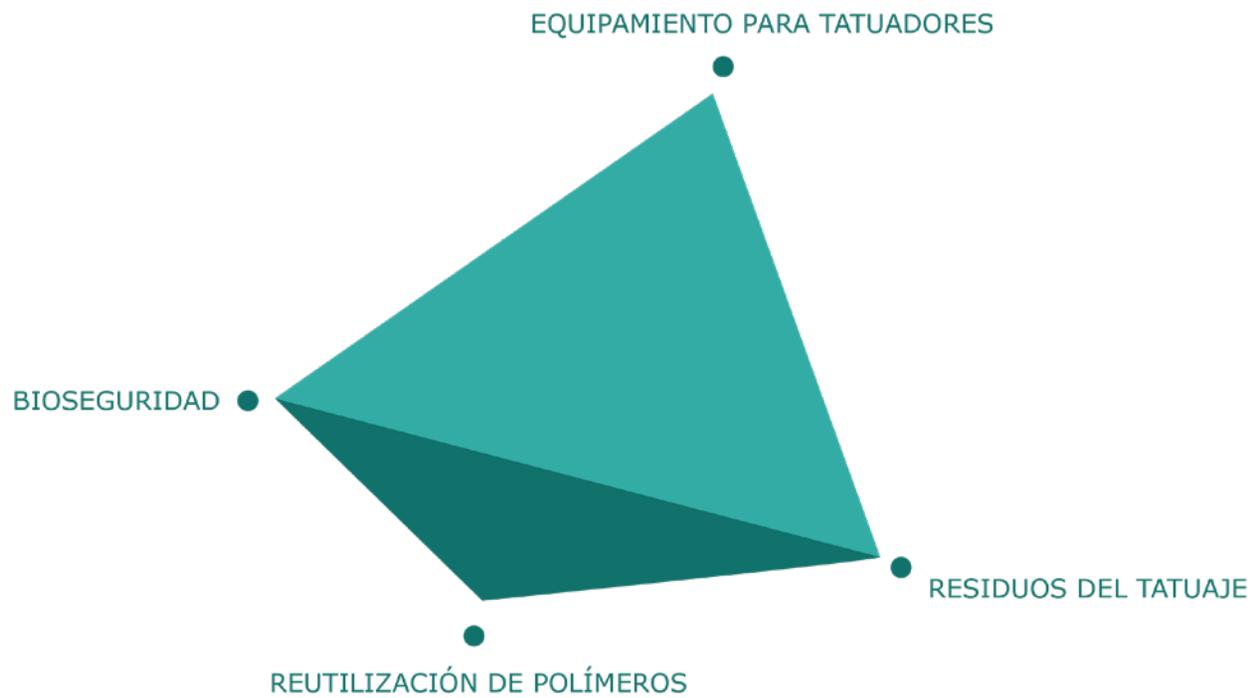
El policarbonato es reciclado en las fábricas donde es utilizado como materia prima para una serie de productos, con la condición de que el policarbonato que es reciclado provenga de la misma cadena de producción. Los insumos denominados como “cartuchos”, presentan una alta capacidad de reciclabilidad si son tratados con una serie de procesos y protocolos, permitiéndoles transformarse en materia prima y no en otro de los muchos desechos olvidados en vertederos. Asimismo, las ricas propiedades físicas y químicas del policarbonato pueden ser aprovechadas para la fabricación de objetos de diseño que requieran una durabilidad extensa en el ámbito

del tatuaje, especialmente enfocados en los tatuadores y sus necesidades al momento de realizar su trabajo.

En definitiva, este proyecto busca resignificar el concepto de basura dentro del proceso del tatuaje, tomando materias primas ya existentes e ignoradas como herramientas para generar un impacto, reduciendo la cantidad de desechos en vertederos creando objetos de diseño para tatuadores, enfocados especialmente en su espacio de trabajo contribuyendo tanto a la industria del tatuaje como al medioambiente.

LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN

← **Figura 1:** Tetraedro de investigación. Origen propio.



PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ◇ ¿Cómo es posible manufacturar objetos de diseño para tatuadores con el policarbonato reciclado de los cartuchos de tinta?

SUBPREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ◇ ¿De qué manera es posible recolectar y desinfectar los cartuchos de tinta para reutilizar su materia prima: el policarbonato?
- ◇ ¿Cómo desarrollar un método de reciclaje y manufactura que permita el uso del policarbonato en objetos de diseño para tatuadores?
- ◇ ¿Cuáles son las necesidades de un tatuador que requieren ser optimizadas y pueden abordarse mediante objetos de diseño manufacturado a partir del policarbonato reciclado de los cartuchos de tinta?

HIPOTESIS

- ◇ Es posible manufacturar objetos de diseño para tatuadores mediante el uso del policarbonato reciclado obtenido de los cartuchos de tinta.
- ◇ Es posible desarrollar un método de recolección y desinfección de los cartuchos de tinta para reutilizar el policarbonato.
- ◇ A través de un método de reciclaje y manufactura es posible el uso del policarbonato en objetos de diseño para tatuadores.
- ◇ Las variadas necesidades de un tatuador pueden ser identificadas y optimizadas mediante el diseño de objetos de diseño manufacturados a partir del policarbonato obtenido de los cartuchos de tinta.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un método de recolección y desinfección de los cartuchos del tatuaje en pro de reutilizar su materialidad en el diseño de elementos para tatuadores mediante procesos termo moldeables.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ◇ Definir las variables de recolección y preparación de los cartuchos en función de sus características higiénicas y físicas.
- ◇ Identificar un método de reciclaje y manufactura del policarbonato obtenido de los cartuchos de tinta del tatuaje.
- ◇ Generar el diseño de un objeto enfocado en las necesidades de un tatuador en su mesa de trabajo.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera desarrollar un método eficiente de reciclaje, el cual posibilite la reutilización del policarbonato de los cartuchos de tinta en nuevos ciclos productivos, enfocados en la creación de objetos de diseño para tatuadores, los cuales permitan satisfacer necesidades en sus áreas de trabajo. Reduciendo así, el impacto ambiental de los residuos especiales con materialidades no renovables.

**CAPÍTULO II:
ANTECEDENTES
PRIMERA ETAPA**

A continuación se presenta el registro de los diferentes instrumentos metodológicos. Utilizados para levantar información que ayude a complementar la primera etapa de la investigación. El registro completo de estos instrumentos se ubica en la sección de Anexos

Antecedentes enfocados en los plásticos y residuos especiales

Entrevista a Millaray Meza. Encargada del tratamiento de residuos del consorcio Santa Marta. (Ver anexo 1.1)

Entrevista realizada el 13 de abril del 2021, vía videollamada en Santiago de Chile. A través de ella se busca identificar cual es el tratamiento que reciben los residuos contaminados con agentes biológicos. Esto para levantar información que sea de utilidad en los requerimientos de manipular y reciclar los cartuchos de tinta. También se logró establecer si Chile posee criterios de sustentabilidad en el tratamiento de los desechos.

Visita a la fábrica de PLAZIT POLYGAL (ver anexo 1.2)

Visita a las zonas de bodega, producción y reciclaje de Plazit Polygal el 9 de junio del 2021, Casablanca, región de Valparaíso. En la visita se recopiló policarbonato virgen y reciclado para futuras experimentaciones y análisis morfológico. Se realiza un registro fotográfico de las instalaciones. Por otra parte se caracterizaron los métodos productivos del policarbonato, su reciclaje y reutilización en nuevos ciclos de producción.

Entrevista a Genaro Iopez. Ejecutivo comercial de PLAST ECO. (Ver anexo 1.3)

Entrevista realizada el 22 de abril del 2021, vía videollamada en Santiago de Chile. Entrevista con el fin de establecer los procedimientos aplicados al policarbonato para su reciclaje

y posterior reutilización. Esto para caracterizar el policarbonato y cuantificar el porcentaje de reciclaje en Chile.

Entrevista a Oscar Gonzalez. Jefe de producción en PLAZIT POLYGAL. (Ver anexo 1.4)

Entrevista semi estructurada, realizada el 9 de junio del 2021, vía presencial en las instalaciones de Plazit Polygal. Casablanca, Región de Valparaíso. Se busca la caracterización del policarbonato, procesos productivos, e identificar su método de reciclaje.

Entrevista a Álvaro Valdivia. Encargado de logística en PLAZIT POLYGAL. (Ver anexo 1.5)

Entrevista semi estructurada, realizada el 9 de junio del 2021, vía presencial en las instalaciones de Plazit Polygal. Casablanca, Región de Valparaíso. Entrevista con el fin de obtener un catastro sobre la producción de policarbonato a nivel nacional.

Antecedentes enfocados en el tatuaje, tatuadores e insumos.

Encuesta - Aspectos relevantes al momento de decidir dónde y con quien tatuarse -. (Ver anexo 2.1)

Encuesta estructurada, realizada durante los meses de mayo y junio del 2021 a un total de 173 personas, vía digital. A través de ella se busca establecer los criterios relevantes al momento de adquirir un tatuaje en su piel. Esto para averiguar si la higiene y la sustentabilidad poseen un rol relevante en esta decisión.

Entrevista a tatuadores según su experiencia. (Ver anexo 2.2 y 2.3)

Entrevistas semi estructuradas realizadas durante agosto del 2019 y junio del 2021 a 20 tatuadores nacionales, vía

digital y presencial. Entrevistas con el fin de caracterizar al tatuador chileno. Esto con el objetivo de identificar los insumos utilizados por los tatuadores en el panorama nacional, criterios de sustentabilidad y falencias en su espacio de trabajo que puedan ser de utilidad para la etapa de diseño en la investigación.

Catastro – Cantidad y tipos de residuos generados en un estudio de tatuajes – (ver anexo 2.4)

Catastro realizado durante el mes de junio del 2021 en un estudio de Santiago centro con dos tatuadores, vía presencial. La recopilación de datos consistió en el pesaje semanal de los residuos no cortopunzantes semanalmente antes de que fueran desechados, y el pesaje mensual de los cartuchos utilizados. Esto, con el fin de justificar parte del problema y oportunidad de diseño presentados en la investigación.

Entrevista a Alejandro de la Cruz Banderas Molina distribuidor de insumos de tatuajes, dueño de la empresa Multicolor Ink. (Ver anexo 2.5)

Entrevista semi estructurada, realizada el 20 de junio del 2021, vía digital. Se estableció la cantidad de productos desechables que puede vender una tienda de insumos. Esto con el fin de justificar el problema y oportunidad planteados en la investigación.

Mapeo experiencial y emocional del material en relación con los tatuadores. (Ver anexo 2.6)

Aplicación de un análisis perceptual por parte de los tatuadores hacia el material, a través de una serie de preguntas y análisis experienciales sensitivos. Realizado a 17 tatuadores de la comuna de Santiago centro, Región Metropolitana, Chile, durante el mes de diciembre del 2021.

Focus group entre tatuadores respecto a posibilidades de diseño con el material obtenido .(Ver anexo 2.7)

Reunión realizada junta a 4 tatuadores con 7 años de experiencia, con el objetivo de recolectar ideas y aplicaciones para el material obtenido de la investigación. Esta conversación sobre el proyecto y aplicaciones del material, se realizó posterior a la aplicación de un mapeo experiencial/emocional al grupo de tatuadores.

Registro fotográfico e indagaciones de problemas/oportunidades de diseño en los espacios de trabajo del tatuador. (Ver anexo 2.8)

Realizado durante el mes de noviembre en estudios independientes en la comuna de Santiago centro, Región Metropolitana, Chile. A través de este registro se buscó determinar la organización de las mesas de trabajo de un tatuador, tipos de insumos que utiliza y la obtención de información que es posible traducir a un problema u oportunidad de diseño.

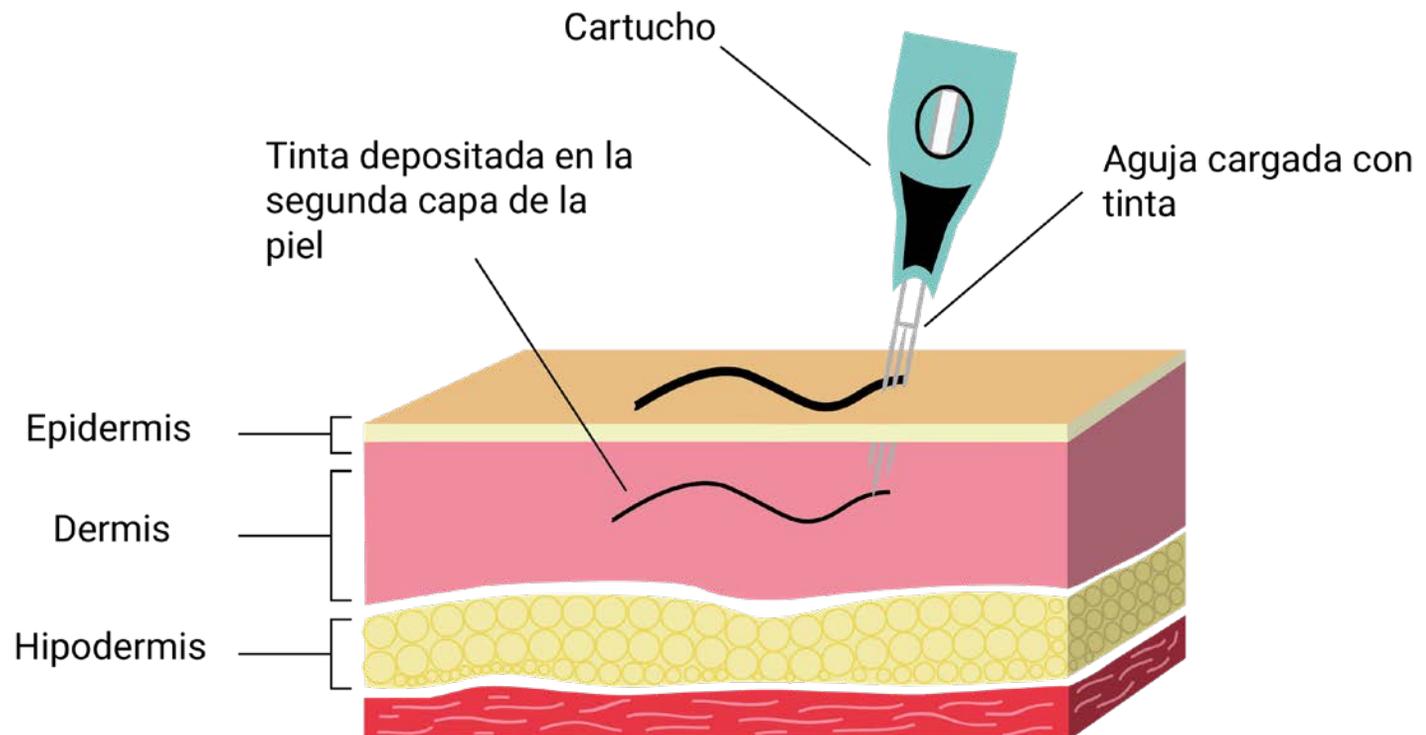


1. El tatuaje, historia y evolución como arte corporal

¿En qué consiste el tatuaje?

El tatuaje es una marca realizada en la piel mediante el uso de ciertas agujas o punzones. Basicamente, para conseguir un tatuaje se debe perforar la epidermis y depositar tinta de color en la dermis. La perforación debe ser de unos 1,5 milímetros aprox. De esta manera se asegura que la tinta será encapsulada por las células de la piel, dejando la tinta marcada permanentemente.

↓ **Figura 2:** ¿Cómo el tatuaje queda en la piel?. Origen propio.



↓ **Figura 3:** Líneas tatuadas en la muñeca de Otzi. Fotografía origen web.

El origen del tatuaje no se sabe con exactitud. Se han encontrado hallazgos que datan de hace miles de años atrás. Otzi es el nombre de un hombre encontrado en un glaciar alpino en 1991, al que se realizaron estudios que revelaron que su edad era de 5300 años y en sus articulaciones poseía tatuajes simples en forma de cruz y puntos. Se piensa que su aplicación fue pensada en términos curativos ya que Otzi presentaba signos de artritis en las zonas tatuadas. *(Ismael Canales, 2015).*



Este es el origen más antiguo del tatuaje del que se tiene registro en la actualidad, para luego dar un salto hacia los egipcios y su aplicación de la tinta en las sacerdotisas y mujeres para hacer notar su estatus social y adoración a los dioses. Por siglos el tatuaje se mantuvo en las culturas variando sus significados y estilos hasta la llegada del cristianismo. Época en que fue una de las tantas formas de expresión consideradas prohibidas por el catolicismo y la férrea mentalidad de la edad media, donde era visto como una mutilación del cuerpo heredado por dios, reservado solo para criminales o condenados. Paradójicamente en la época de las cruzadas, los caballeros templarios tatuaban cruces en sus manos o en los brazos como una señal para ser sepultados cristianamente en caso de morir en batalla. Aún en la actualidad ciertas ramas del cristianismo mantienen la visión del tatuaje como algo sumamente prohibido.

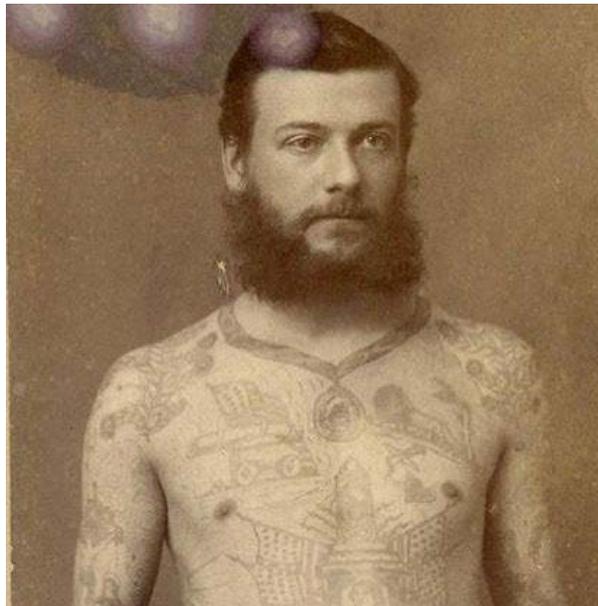
Fue en los 1700 d.c que los colonizadores europeos en sus viajes comenzaron a exportar las diversas artes corporales a las altas sociedades occidentales simbolizando un nuevo movimiento en el mundo del tatuaje. Marineros que recorrieron exóticas tierras como gabón o nueva guinea, se encontraron con tribus que practicaban el arte del tatuaje. En las islas polinesias de Samoa y Tahití, lugar donde se encuentra una de las influencias más grandes de los tatuajes actuales. No es menor que la palabra tatuaje provenga del vocablo "tatau" que significa marcar algo. En tribus maoríes y polinésicas, hombres y mujeres tatuaban sus cuerpos con fines ceremoniales, religiosos y bélicos. A partir de entonces, la percepción y concepción fue cambiando una vez llegada a occidente.

El primer tatuador oficial de occidente fue Martin Hildebrandt 1825 - 1890 reconocido por sus trabajos realizados en medio de la guerra civil norteamericana (1861 - 1865) e inaugurar lo que es conocido en la actualidad el primer lugar permanente para el negocio del tatuaje de américa en el año 1875. A partir de ese momento el tatuaje pasó a ser lucido por personas de bajos fondos y una gran cantidad de artistas circenses, no será hasta mediados del siglo XX que el tatuaje comenzó a ser adoptado por varios sectores sociales impulsado por el movimiento hippie en varias ciudades de Estados Unidos.



← **Figura 4:** Tukaroro Matutaera Potatau Te Whero Whero Tawhia, El segundo rey maorí en 1880. Fotografía de origen web.

← **Figura 5:** Martin Hildebrandt. Fotografía de origen web.

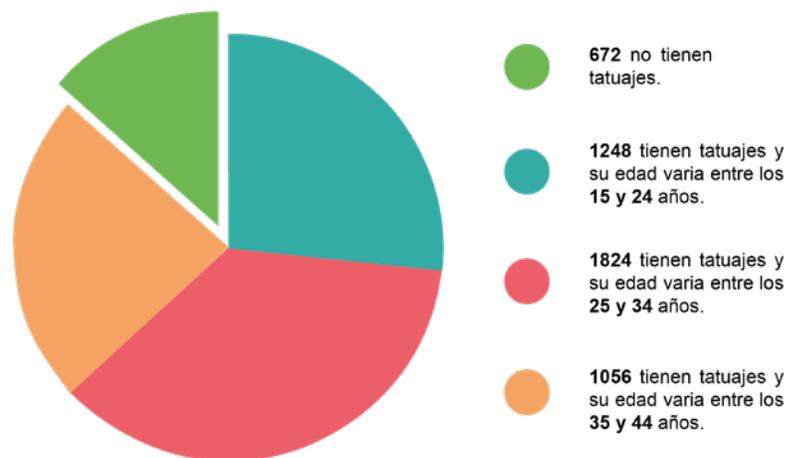


↓ **Figura 6:** Resultados de la encuesta realizada por GFK Adimark a 4800 personas. Origen Propio.

1.1. El tatuaje en el mundo actual.

Europa, es el continente con el mayor porcentaje de personas tatuadas, Estocolmo, la capital de Suecia, es la ciudad con la mayor cantidad de personas tatuadas en el mundo, el 33% de su población, al menos tiene un tatuaje, para luego ser seguida por Copenhague, capital de Dinamarca, la segunda ciudad europea con más tatuados. (*Tatuajes, 2019*).

De acuerdo a cifras difundidas por la firma alemana Dalia Research, en el año 2018 se realizó una encuesta a 18 países del mundo, arrojando cifras interesantes: el 38% de la población mundial tiene al menos un tatuaje. Además, la mayoría de las personas no está satisfecha con al menos uno de sus tatuajes, el 25% de los encuestados tiene tatuajes, y el 75% restante tiene 2 o más tatuajes. (*Tatuajes, 2019*)



1.2. El tatuaje en el panorama nacional.

En el 2017 “el 17% de los jóvenes chilenos mayores de 15 años tenía al menos un tatuaje, según una encuesta realizada por GFK Adimark.

Catalina Correira, directora de comunicaciones de GFK dijo “ el proceso que está viviendo la sociedad chilena, de mayor apertura hacia lo nuevo y lo diferente, refleja que los chilenos están cada vez más abiertos a aceptar prácticas hasta hace un tiempo cuestionadas, como los tatuajes. Hoy sabemos que de los que no tienen un tatuaje, al menos uno de cada 10, ha considerado hacerse uno (*Sepúlveda, 2017*).

Pablo Berrios, uno de los pioneros del tatuaje en Chile con 26 años de experiencia, es el testigo más claro de cómo en 10 años el interés por los tatuajes ha crecido considerablemente, en una entrevista realizada por el diario la tercera, él y un sociólogo de la universidad de Chile dan sus opiniones al respecto. El aumento de la gente que se tatúa es exponencial en los últimos ocho a 10 años. Yo no tatúo a menores de edad, pero se ve mucha gente menor tatuada, indica. Sin embargo, reconoce que la gente mayor que se los hace aún es poca. El grueso son de 30 años, dice Pablo (*Sepúlveda, 2017*).

La mayor apertura al uso de los tatuajes es un signo de transformación de la sociedad que es observable en culturas más desarrolladas, donde la relación de los sujetos con su cuerpo se modifica y es más libre, explica Rodrigo Figueroa, académico del Departamento de Sociología de la U. de Chile (*Sepúlveda, 2017*).

1.2.1. Estudios de tatuajes y tatuadores en Chile.

Chile posee un Registro nacional, en el cual hay inscritos hasta el momento más de 1200 tatuadores. Este registro posee un carácter voluntario y al no ser un requisito para ejercer el acto de tatuar, el número de tatuadores que no se ha adherido a él es desconocido. Actualmente, Tan solo en la Región Metropolitana existen aproximadamente 65 estudios de tatuajes oficiales, sin contar a estudios independientes (*Salud, 2021*).

Debido a la alta demanda y la fácil accesibilidad a las herramientas necesarias para tatuar, cada año el número de tatuadores independientes va en aumento, y como consecuencia, también aumentan los desechos que la actividad del tatuaje produce.

La propuesta de valor de un estudio de tatuaje actualmente, se centra en aquello que promete entregar al consumidor como creatividad, técnica, asepsia, insumos, talento, instalacio-

nes, entre otros. Ya sea que el estudio sea solo por el tatuaje o que adicione el servicio de colocación de piercings, siempre está presente la búsqueda de un diferenciador; algo que lo haga único y deseable a los ojos del consumidor. (*Uribe, 2018*).

Todo estudio tiene un mínimo de requisitos a cumplir con la ley (*MINSAL, 2017*)²:

- Garantizar que el personal cuente con su certificado de control sanitario vigente.
- El uso de tintas que en su etiqueta especifique el número de lote y fecha de caducidad
- Contar con un registro de datos sobre los tatuadores, clientes e insumos.
- Asegurar que navajas, punzones, agujas y cualquier material cortopunzante sea desechable.
- Tener a la vista el aviso de funcionamiento tramitado con el ministerio de salud.

Sin embargo, existe un gran número de estudios independientes los cuales cumplen con la mayoría de las normas que exige la ley chilena, excepto con el trámite de funcionamiento que brinda el MINSAL.

²Datos obtenidos de recomendaciones básicas de salud para el ejercicio del tatuador, piercers o prácticas similares.

→ **Figura 7:** Estudio de tatuajes ubicado en portal Lyon, Santiago de Chile. Fotografía de origen web.



1.3. Conclusiones preliminares.

La evolución de esta práctica tan antigua como las civilizaciones se ha visto impregnada y casi doblegada a la sociedad y su estado de percepción. Marcar la piel ya no tiene porque estar sujeto a ritualidades u obligaciones culturales, las personas hoy son las encargadas de decidir si llevar o no en ellos un marca, el significado queda completamente liberado, para ser interpretado por el sujeto en cuestión. El carácter atávico del tatuaje se ha encontrado a través del tiempo con la época moderna, la industrialización de identificarse, pasando de ser un arte practicado en islas por tribus a un método de expresión e identidad global en constante crecimiento. Si bien los países europeos lideran el porcentaje de personas tatuadas, América latina está posicionándose poco a poco como referente para nuevos artistas y seguidores del arte en la piel.



2. Insumos del tatuaje

- ↓ **Figura 8:** Tatuaje tribal realizado con la técnica BATOK. Fotografía de origen web.
- **Figura 9:** Whang Od, última tatuadora Kalinga. Fotografía origen web.

2.1. Insumo de tatuajes, sus inicios.

El crecimiento exponencial del tatuaje en los últimos años ha sido posible, no solo por los logros hacia la libertad corporal mencionados anteriormente. Los avances tecnológicos enfocados en los procesos productivos, de la amplia variedad de insumos utilizados en el acto de tatuar han aportado significativamente a este crecimiento. Una mirada al pasado nos muestra la radical diferencia e innovación en estilos y maneras de tatuar que trajeron consigo estos avances.

Las tribus que practicaban el tatuaje y de las cuales los marineros exportaban este arte corporal, solo utilizaban insumos de origen “natural” lo que les permitía concretar sus diseños tras largas horas e incluso días de trabajo sin generar desechos perjudiciales para el medioambiente. No fue hasta el año 1876 cuando el tatuaje ya había llegado a occidente, que el tatuador Samuel O’Reilly, modificó el diseño de una máquina para pintar flyers diseñada por Thomas Edison durante 15 años para crear la primera máquina de tatuaje eléctrica, que patentó en 1891. Su máquina es al día de hoy, uno de los diseños más populares utilizados (*“Samuel O’reilly,” 2008*).



Las primeras máquinas de tatuar, eran fabricadas mediante hierro, acero y latón, lo que las hacía pesadas y engorrosas al momento de tatuar. Funcionaban gracias al encendido de dos bobinas paralelas que mediante un campo electromagnético, hacían bajar y subir el mecanismo en el cual se anclaban agujas de acero, agujas que eran soldadas a mano por los mismos tatuadores (*tattooarchive, 1998*) Esta aguja, iba dentro una empuñadura con forma de lápiz hecha a partir de hierro o acero que debía ser desinfectada tras el uso con una persona. El uso de insumos hechos a mano era lo normal, ya que no existían lugares donde se fabricarían de forma especializada y dedicada para este arte.

En los inicios y mediados del siglo XX, era donde los mismos tatuadores soldaban sus agujas para tatuar, las cuales después han recorrido un largo camino para llegar a la forma en la que se entregan hoy a los tatuadores modernos.



← Figura 10: Antigua máquina de tatuar. Fotografía de origen web.

↓ Figura 11: Anuncio que promociona la venta de kits para soldar agujas de tatuaje por Zeis studio, década de 1940. Fotografía de origen web.





Figura de 12 a 14:

12. Anuncio que promociona la venta de tintas para tatuar en formato de cápsulas para disolver, década de 1940. Fotografía de origen web.
 13-14. Entrevista al tatuador Darren Rosa por la revista tattoo en 2001. Fotografía de origen propio.

Las tintas no estaban alejadas de la creación autodidacta, si bien el negro fue el único pigmento durante décadas, fue cosa de tiempo para que los tatuadores comenzaran a crear mediante el método ensayo y error pigmentos de color para el tatuado.

La fecha en que la paleta de colores disponibles se extendió, se pierde en la historia. Examinando los catálogos de empresas químicas para encontrar pigmentos que pensaban que podrían funcionar para el proceso de tatuaje, los tatuadores escribieron a estas empresas

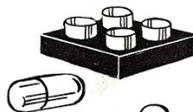
para obtener muestras. Ellos ocultaban regularmente el uso previsto de este pigmento, temiendo que no se les vendiera el pigmento si supieran que era para tatuar.

En ese momento, los tatuajes eran cosas pequeñas y las empresas de insumos para tintas, no querían la responsabilidad legal que conllevaba poner su pigmento en la piel humana (*tattooarchive, 199*).

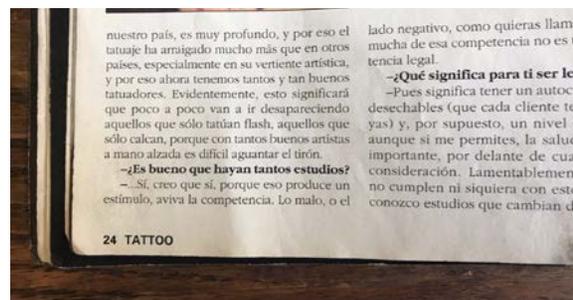
En la década de los 90 el tatuaje había experimentado un crecimiento en Estados Unidos. Darren Rosa, tatuador español que tatuaba en Nueva York, entregó su testimonio acerca del tatuaje en esos tiempos para la revista española TATTOO, en el cual menciona cómo se podía apreciar una gran cantidad de agujas en los estudios de tatuajes existentes de ese tiempo y como, el departamento de salud de Nueva York empezaría a legalizarlos en el año 1997, él mismo ayudó a redactar varias leyes y decretos que hoy regulan al mundo del tatuaje. Darren cuenta que Estados Unidos es uno de los países con mucha historia y tradición del tatuaje, y eso ha plagado Nueva York de estudios nuevos, generando competencia pero una competencia no legal. Para él, "ser legal es tener un autoclave y agujas desechables, que no basta con tener un buen nivel artístico, la salud es lo más importante".

SMALL INDIVIDUAL INK and COLOR POTS--Will pass

strict Armed Forces demands. Removeable capsules, size O. 3 capsules to a customer. One for black, one for warm colors such as yellows, browns, reds, and one for the cool color such as blue and green. One color can be poured on top of another, it will float if not stirred. black is black with holes for capsules-----\$3.00



READY MIXED COLORS FOR COLOR POTS
 Any of the above tattoo colors ready mixed
 in new top dropper bottle. Handy for filling individual capsules. \$3.00

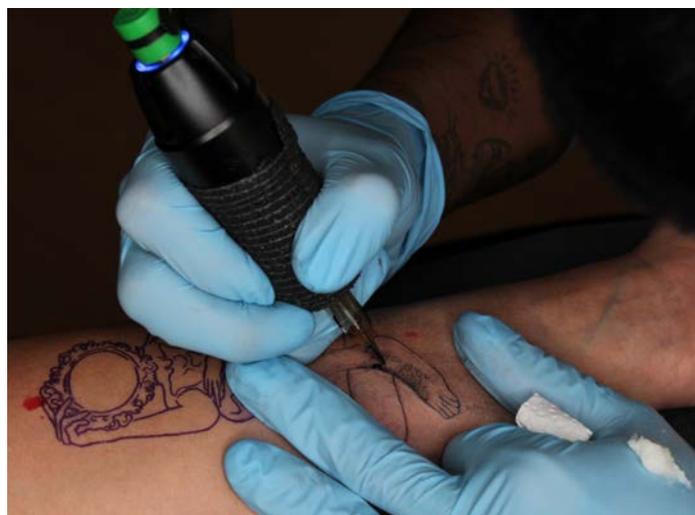


2.2. Insumo del tatuaje en la actualidad

El carácter artesanal que poseía el mundo del tatuaje, en cuanto a la fabricación de insumos por parte del mismo tatuador, hoy está casi extinta. El término de **higiene** y **bioseguridad** comenzó a vincularse cada vez más con esta práctica, al igual que las exigencias de ello por parte de los clientes y tatuadores.

Esta necesidad de tatuar con herramientas estériles, ha traído consigo el uso de nuevos materiales, como los polímeros, los cuales abrieron la puerta a la producción de insumos desechables. Estos permiten al tatuador ejercer su labor con la seguridad de no provocar infecciones o algún tipo de **contaminación cruzada**, debido a una fabricación artesanal. Además, se suplió la gran demanda de insumos que requiere cada tatuador, por cada tatuaje que es realizado en su jornada laboral.

La llegada de los insumos desechables permitieron al tatuador disminuir su preocupación en cuanto a higiene, ahorrando tiempos de trabajo y problemas con la contaminación cruzada, ya que todo lo que se usa, se reemplaza rápidamente y no debe ser esterilizado. Este avance tecnológico trajo consigo un gran progreso en el mundo del tatuaje, mientras al mismo tiempo se retrocedió de manera importante en materias de medioambiente.



← Figura 15-16: Tatuaje siendo
↓ realizados con una máquina
tipo PEN. Fotografía de
origen propio.



↳ **Figura 17:** Máquina de tatuar moderna tipo PEN alimentada con una batería inalámbrica. Fotografía de origen web.

Las máquinas de tatuar, también han evolucionado a un ritmo acelerado en la última década. Antes, un tatuador necesitaba una máquina para cada color, hoy, las máquinas modernas tipo “PEN” o lápiz, ultra ligeras, ergonómicas y universales, permiten trabajar al tatuador con distintas agujas en su formato de “*cartuchos*” utilizando solo un modelo, reduciendo los tiempos del tatuado y la necesidad de tener más de una máquina.

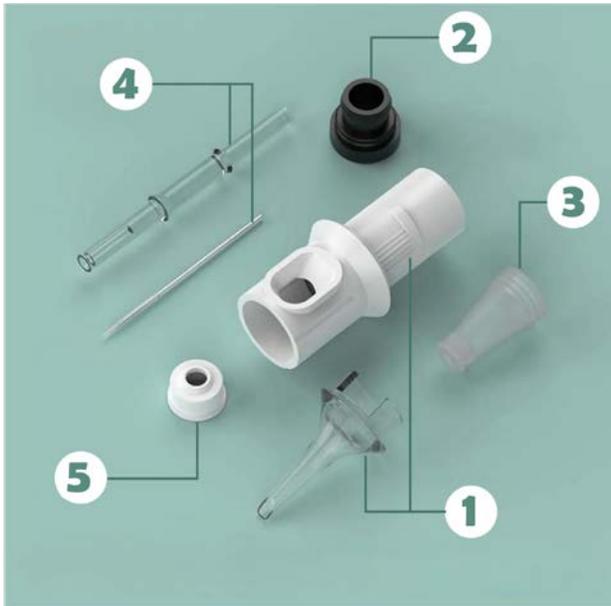


2.2.1. Cartuchos de tinta.

El cartucho de tinta es el resultado de los avances tecnológicos junto al enfoque del diseño, en el mundo de los insumos para tatuar. Estos se crearon en conjunto con las máquinas tipo “PEN”.

Cambiar las agujas se transformó en algo fácil, rápido y seguro. Los cartuchos de tinta, son módulos de agujas de tatuar listos para usar que no necesitan configuración ni esterilización adicionales. Varios controles conforme a estándares médicos les garantizan una calidad impecable. La característica especial de las agujas para tatuar en formato de cartuchos es una membrana de seguridad, las que están integradas en una carcasa de plástico que impide la filtración de líquidos, como tinta o sangre, en el mango y, por lo tanto, en la máquina de tatuar. Las agujas se mueven dentro de la carcasa, lo que elimina virtualmente el daño o lesiones accidentales.

Se pueden reemplazar en segundos, incluso mientras se trabaja. Sirven tanto para delinear, sombreado, relleno de color sólido y puntillismo.



1. Carcasa de policarbonato
2. Tapa trasera
3. Membrana de silicona
4. Varilla de policarbonato con aguja de acero
5. Estabilizador de varilla

Los cartuchos varían en la cantidad de piezas de las cuales disponen, algunos poseen una carcasa compuesta y otros, una pieza única. Se puede apreciar que cada marca posee un diseño distinto. Dentro de todos los insumos que se utilizan en el proceso del tatuaje, los cartuchos de tinta son los únicos que se separan del resto de desechos en depósitos objetos cortopunzantes. Calidad que facilita su recolección.

El polímero con el que está fabricada la carcasa de los cartuchos, posee propiedades como la resistencia a temperaturas sobre los 120 °C. Esta cualidad permitirá eliminar los residuos biológicos peligrosos sin alterar física y químicamente el material.

- ← **Figura 18:** Partes de un cartucho de tinta para tatuar. Origen web modificado.
- ↓ **Figura 19:** Diferentes marcas de cartuchos del mercado. Fotografía de origen web



↓ **Figura 20:** Mesa de trabajo de un tatuador promedio durante el proceso del tatuaje. Fotografía de origen propio

2.3. Insumo reutilizables y desechables

Un concepto nuevo utilizado en el mundo del tatuaje, es la **mesa de trabajo**. Esta, engloba todo lo que se usa al momento de realizar un tatuaje. En la mesa de trabajo, se encuentran los insumos que no deben ser desechados después de realizar un tatuaje, pero si, desinfectados para su reutilización, como la máquina de tatuar. Asimismo, están otros que siempre deben ser desechados por su contacto con fluidos biológicos, pasando a ser denominados como **residuos especiales**.



Todo tatuador posee una serie de herramientas, las cuales son necesarias para realizar un tatuaje. Estas herramientas pueden denominarse como **insumos de carácter productivo**. Los insumos productivos y reutilizables (*ver fig. 19*). Poseen una vida útil bastante extensa, dependiendo del cuidado que se les otorgue.

Los insumos productivos de carácter desechable (*ver fig. 20*), son aquellos que entran en contacto casi siempre con fluidos corporales como la sangre. Bajo ninguna circunstancia, estos deben ser reutilizados con otra persona, ya que podrían provocar infecciones graves, las que pueden culminar en amputaciones de la zona afectada. Es por esta razón, que una vez terminado el tatuaje los insumos utilizados que entraron en contacto con dichos fluidos, deben ser desechados o esterilizados según su clasificación.

↓ **Figura 21:** Insumos no desechables, su función y ciclo de vida en el proceso del tatuado. Origen propio.

 <p>Maquina de tatuar: tradicional, en ella se montan las agujas y empuñaduras , su sistema de bobinas hace que la aguja de tatuar realice un movimiento de sube y baja introduciendose en la piel depositando tinta en la epidermis.</p>	 <p>Maquina de tatuar: tipo PEN, funciona mediante un motor rotativo regulable. Fabricadas para funcionar unicamente con agujas tipo cartucho desechables. Permite trabajar distintas medidas de agujas con una sola maquina.</p>	 <p>Fuente de poder: que alimenta a la maquina de tatuar a traves de un cable clipcord, controlando el paso de corriente con un pedal, asemejandose al mismo sistema de una maquina de cocer.</p>	 <p>Pedal para tatuar: encargado de administrar el tiempo y la ocacion en la que el tatuador permite el traspaso de energia de la fuente a la maquina de tatuar para realizar un trazo</p>	 <p>Cable clipcord: une la fuente de poder con la maquina de tatuar.</p>
---	---	--	--	--

INSUMOS NO DESECHABLES Y SU CICLO DE VIDA



↓ **Figura 22:** Insumos desechables, su función y ciclo de vida en el proceso del tatuado. Origen propio.



INSUMOS DE UN SOLO USO Y SU CICLO DE VIDA



2.3.1. Insumos físicos del tatuaje

Los **insumos físicos**, son aquellos que facilitan el acto de tatuar, pero no son de vital importancia para realizar el proceso. Como, por ejemplo, camillas, taburetes, aros de luz, mesas plegables, etc. Por la misma razón, lo que suele suceder con este tipo de insumos, es que no están pensados para el tatuaje, pero sí para actividades del área de la salud similares en algunos aspectos del tatuaje.

Según los datos obtenidos de las entrevistas realizadas a tatuadores (*ver anexo 2.2*) existen insumos físicos diseñados para el tatuaje, pero un gran porcentaje de tatuadores utilizan similares para suplir la función de taburete o mesa de trabajo y no se ven en la necesidad de adquirir un objeto ideado exclusivamente para el acto de tatuar.



← **Figura 23:** Silla para masajes utilizada en el mundo del tatuaje para tatuar espaldas. Fotografía de origen web

✓ **Figura 24:** Mesa de trabajo diseñada para tatuadores que incluye un apoyabrazos. Fotografía de origen web



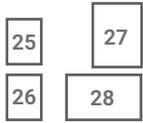


Figura de 25 a 28:

25. Gabinete de herramientas, vendido como estación de trabajo en tiendas de insumo makuza tattoo supply. Fotografía de origen web.

26. Mesa plegable, vendida en tiendas de decoración para el hogar. Fotografía de origen web.

27. Tatuador utilizando una mesa símil para tatuar.

Fotografía de origen propio.

28. Tatuadora preparando una mesa símil para el tatuaje.

Fotografía de origen propio.

Esta falta de insumos físicos desarrollados específicamente para el tatuaje, genera una preferencia clara por parte de los tatuadores en el uso de objetos que les ayuden a suplir sus necesidades al momento de tatuar, y que cuyos precios son sumamente más baratos. En internet es posible encontrar una mesa plegable, que fácilmente puede ser utilizada como superficie para todo lo necesario al momento de tatuar, con un precio de \$10.990 pesos, mientras que un gabinete de herramientas, el cual es vendido por tiendas de insumos como estación de trabajo, posee un precio de \$218,500.



2.4. Variedad de insumos, variedad de estilos, variedad de desechos

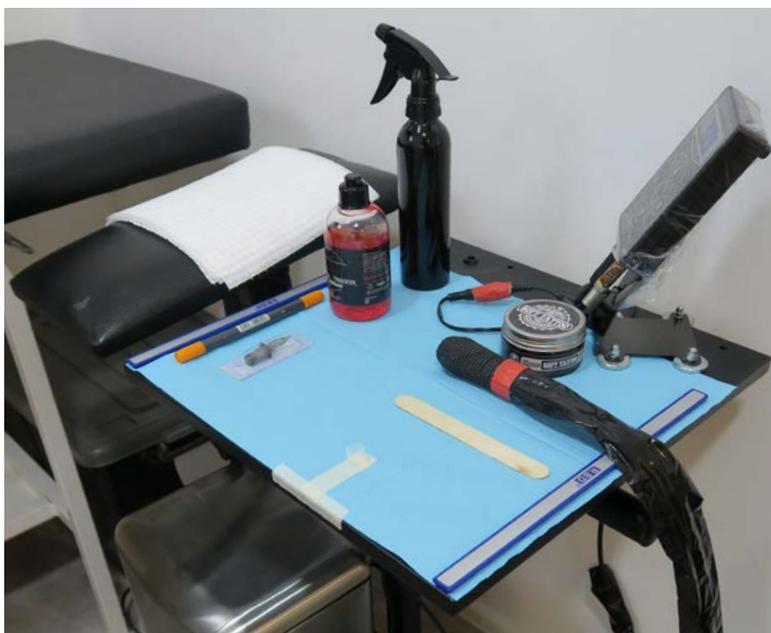
Hoy existe una amplia gama de estilos de tatuaje, como se mencionó anteriormente, la aparición de insumos con nuevas tecnologías y de mejor calidad, permitieron el nacimiento de estilos, compuestos de diferentes colores, grosores de línea y variados tamaños. Atrás han quedado los tatuajes hechos con tintas de baja calidad y diseños simples. Los artistas del tatuaje componen diseños únicos con niveles de detalles impresionantes, punto a favor para quienes buscan marcar su piel con una pieza única que perdure años sin transformarse en algo ilegible.

Sin embargo, este progreso en términos de creatividad trae consigo un retroceso importante. Una amplia variedad de estilos, trae consigo una amplia variedad de desechos. Mientras más colores posea el diseño de un tatuaje, mayor cantidad de agujas, tinta y pocillos de tinta serán necesarios, lo mismo ocurre con el tamaño, un tatuaje de grandes proporciones debe ser realizado en 2 o más sesiones por lo tanto, por cada sesión se multiplican los desechos.



← **Figura 29:** Mesa de trabajo para el proceso de un tatuaje a color. Fotografía de origen propio.

✓ **Figura 30:** Mesa de trabajo para el proceso de un tatuaje solo negro. Fotografía de origen propio.



31

32

Figura de 31 a 32:

- 31. Tatuaje estilo tradicional.
- 32. Tatuaje estilo tribal.

Fotografías de origen web



Tradicional

Uno de los primeros estilos de tatuaje de occidente, resultado de la mezcla cultural de los marineros y las tribus de islas polinésicas. Hoy los diseños de este estilo dejan de estar ligados al mar y los puertos para mezclarse con la cultura general.

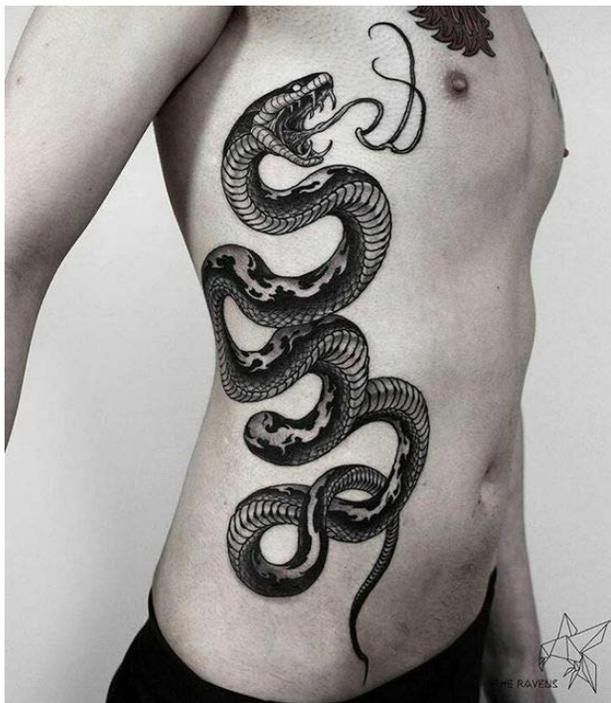
Tribal

Estilo de tatuaje más antiguo, realizado por las tribus de islas polinésicas, traído a la cultura de occidente por navegantes en el siglo XIX.



Blackwork

Diseños realizados exclusivamente con tinta negra, los grosores de línea son variados. Posee mayor complejidad y detalles que un tatuaje tradicional.



33

34

Figura de 33 a 34:

33. Tatuaje estilo blackwork.

34. Tatuaje estilo neotradicional.

Fotografías de origen web.



Neotradicional

Evolución del tatuaje tradicional debido a la llegada de nuevos pigmentos y grosores de línea. Los motivos de este estilo escapan de lo marítimo, aunque también pueden encontrarse barcos, faros y sirenas realizados en neotradicional.

35

36

Figura de 35 a 36:

35. Tatuaje estilo tradicional japonés.

36. Tatuaje estilo puntillismo.

Fotografías de origen web.



Tradicional japonés

Estilo de tatuaje antiguo, antiguamente utilizado por la realiza japonesa, luego llegó a ser parte de los miembros de mafias, provocando su rechazo en la sociedad de japón

Puntillismo

Estilo realizado con tinta negra, no se realiza con líneas, todo es punto por punto.



Realismo

Tatuajes que se caracterizan por los retratos y ocupar extensas zonas del cuerpo, se busca lograr una pieza lo más parecido a una fotografía.



Microrealismo

Estilo que se realiza con tinta negra o de color, nace gracias a la llegada de nuevas maquinas y agujas muy finas. Actualmente es un estilo que recibe muchas críticas debido a que su duración y calidad en la piel no perdura en el tiempo.

Brutal black

Tatuaje que nace de una mezcla entre el tribal, blackwork y tradicional japonés. Se caracteriza por piezas enormes pintadas absolutamente de negro saturado. Guiándose por la anatomía, estas piezas son la última novedad en el tatuaje.

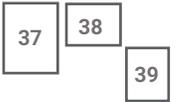
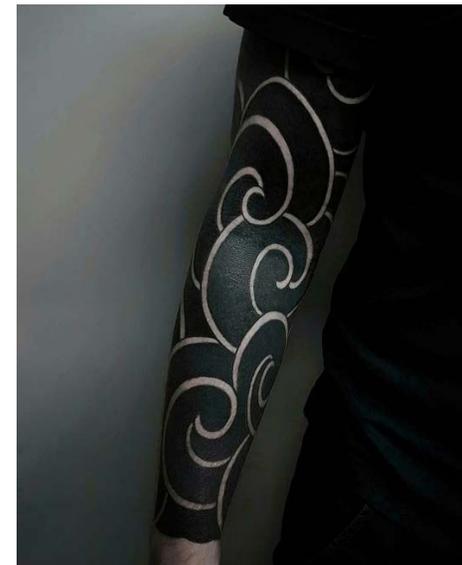


Figura de 37 a 39:

- 37. Tatuaje estilo realismo.
- 38. Tatuaje estilo microrealismo.
- 39. Tatuaje estilo brutal black.

Fotografías de origen web.

2.5. Insumos, higiene y bioseguridad

El tatuaje se encuentra regulado por cuatro autoridades sanitarias, el Ministerio de Salud (MINSAL), la Subsecretaría de Salud Pública (SSP), Secretarías Regionales Ministeriales (SEREMI) y el Instituto de Salud Pública (ISP). Es por esto, que la importancia de que esta actividad se realice de manera segura e higiénica es sumamente relevante. En la antigüedad, si bien existían reglamentos y códigos sanitarios, estos no estaban enfocados al tatuaje, que se encontraba en sus inicios y era una actividad sumamente poco practicada. El mismo hecho de que antes, los tatuadores eran los encargados de soldar sus propias agujas para y crear los pigmentos que se utilizaban, responde a esta falta de regulación sanitaria. (MINSAL, 2017).

Durante el proceso de tatuaje, el pigmento penetra en la dermis y entra en contacto con capilares sanguíneos y vasos linfáticos, por lo que es posible la transmisión de enfermedades infectocontagiosas. La probabilidad de adquisición de **enfermedades infecciosas** depende en gran medida de las condiciones higiénicas en las cuales se realice el tatuaje y de la experiencia del tatuador, por lo que la realización de estas técnicas por personal no profesional de la salud aumenta de manera considerable el riesgo. En ocasiones, aunque las medidas higiénico-sanitarias a la hora de realizar la técnica sean las correctas, la es-

terilidad de los pigmentos suministrados al tatuador es escasa, encontrándose envases de pigmento contaminados. Las **piodermitis estafilocócicas y estreptocócicas** son relativamente frecuentes, ya sea por su adquisición durante el procedimiento, o bien por la ausencia de unos mínimos cuidados posteriores. (MINSAL, 2017)

La industria se encargó poco a poco de suplir la falta de higiene en los insumos del tatuaje. Pasando de productos que debían ser esterilizados cada vez que se tatuaba con ellos, fabricados regularmente de acero inoxidable, a productos desechables de bajo costo, empaquetados y esterilizados, listos para el uso inmediato. Dentro de esta categoría también es posible encontrar una amplia variedad de insumos desechables pensados para cubrir toda herramienta reutilizable.

Esta oportunidad entregada por el mercado le ha abierto el mundo del tatuaje a cualquiera que tenga el dinero para adquirir el equipo básico necesario. A pesar de los riesgos que se pueden presentar en el acto de tatuar, tanto como enfermedades e infecciones, hay una gran falta de regulación por parte de los entes del gobierno encargados de la salud. Nadie fiscaliza si una persona común y corriente tatua en su domicilio, incumpliendo muchos de los requerimientos "legales" para ejercer la práctica del tatuaje según el ministerio de salud.

Sólo en los estudios establecidos funcionando bajo todas las leyes sanitarias requeridas, se les exige a todo el personal estar vacunado contra la Hepatitis B³. Estudios independientes se rigen bajo sus propias normas, considerando los peligros existentes del acto de tatuar, los cuales como se mencionó anteriormente pueden ser reducidos gracias a los insumos desechables y las nuevas tecnologías en máquinas y agujas.



Figura de 40 a 41:

- 40. Empuñadura y puntera desechable de policarbonato y silicona.
- 41. Empuñadura y puntera de acero inoxidable para tatuar

Fotografía de origen web.

³Datos obtenidos de recomendaciones básicas de salud para el ejercicio del tatuador, piercers o prácticas similares.





↑ **Figura 42:** Unidades de insumos desechables vendidas mensualmente por Multicolor ink. Origen propio

⁴Ver anexo 2.4

2.6. Mercado de insumos en Chile

Actualmente solo en la región metropolitana, podemos encontrar más de 8 tiendas físicas especializadas en la venta de insumos para tatuajes. Además, existen tiendas virtuales en las redes sociales pero con un stock limitado de insumos.

Según Alejandro de la Cruz Banderas Molina, distribuidor de insumos de tatuajes hace 14 años, dueño de la empresa Multicolor Ink. La cual distribuye una gran variedad de productos de forma semanal, mensual, semestral y trimestralmente insumos de carácter plástico a Chile, Argentina, Perú y Brasil. Explica que, el uso de insumos no reutilizables en el tatuaje es una actividad no muy antigua, su origen es de hace 6 años atrás. y su fabricación está creciendo cada vez más en distintos lugares, no solamente en China⁴.

Multicolor ink se encontraba mensualmente importando y vendiendo una cantidad de 61 mil unidades de insumos desechables, los que pueden interpretarse como desechos, posterior a ser utilizados en el proceso de un tatuaje.

2.7. Conclusiones preliminares

El incremento en la adquisición de tatuajes por parte de la población, aumentó la necesidad de insumos por parte de los tatuadores, la creación de nuevos estilos, las exigencias de higiene y bioseguridad. En muchos casos esta necesidad de insumos deriva en la utilización de objetos provenientes de actividades similares al tatuaje. Se abrieron las puertas a la industrialización de las herramientas necesarias para realizar tatuajes, junto con la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías a través de los años. Mejorando la calidad de los insumos, pero utilizando materias primas no sustentables en su fabricación. Dejando en evidencia mejores tiempos de trabajo y menos riesgo de infecciones por contaminación cruzada, a cambio de un retroceso en materias medioambientales.



3. Tatuaje y medioambiente



↑ **Figura 43:** Producción mensual de residuos especiales. Origen propio.

⁵Ver anexo 1.1
⁶Ver anexo 2.3

3.1. Impacto medioambiental

El 2019 la producción e incineración de plástico agregó más de 850 millones de toneladas métricas de gases de efecto invernadero a la atmósfera, equivalente a la contaminación de 189 nuevas centrales eléctricas de carbón de 500 megavatios (*Lissa, 2019*). La mayor parte de los plásticos se emplean en productos de un solo uso, que, al ser desechados y posteriormente transportados a plantas de tratamientos de residuos, terminan degradándose durante años debajo de material terreo o en el océano.

En Chile el consumo total de plástico es de 990 mil toneladas al año, y de ellas se reciclan 83.679 tons/año, lo que equivale a un 8,5%. Cifras preocupantes si se compara con otros países del mundo como Alemania, que recicla el 90% de su producción de plástico (*Jorge, 2020*). Según Millaray Meza, encargada del tratamiento de residuos del consorcio Santa Marta⁵. La resolución del MINSAL que los rigen, les dicta que deben tomar las bolsas amarillas, y segregarlas de acuerdo a su origen, para luego introducir los residuos a unos maxisacos que se tapan con material terreo, para que comiencen a degradarse generando biogás, el que se toma para generar electricidad. Ese es su **ciclo de vida** para los residuos, no poseen ningún tipo de **reciclaje**.

Teniendo en cuenta este panorama, se puede inferir que el tatuaje contribuye al impacto ambiental producido por los residuos plásticos. El uso indiscriminado de insumos desechables en cada tatuaje y la falta de un tratamiento de residuos, que contemple el reciclaje como opción primordial, dificulta llevar esta actividad hacia horizontes más sustentables. En promedio un estudio de tatuajes operado por dos personas, de mediana experiencia, produce mensualmente 5.740 gramos de residuos especiales, de los cuales 306 equivalen a cartuchos de tinta. En su mayoría estos residuos son de carácter desechable y materialidad no renovable⁶.

Esta cantidad de residuos es el total producido en un contexto de **pandemia**. Es necesario mencionar esta variable, ya que el número de personas que son tatuadas “normalmente” en un mes, puede ser considerablemente mayor, aumentando en consecuencia, el total de residuos.

3.2. Dependencia de recursos no renovables

La industria del tatuaje no solo impacta al medioambiente con residuos especiales, los desechos electrónicos también forman parte de la amplia gama de residuos que el tatuaje produce. El uso de aparatos de baja calidad y contaminantes, por parte de un gran número de estudios de tatuajes se debe a una falta de presupuesto. El arte del tatuaje es una gran inversión para cada artista, volverse más sostenible y adquirir productos de calidad superior y vida útil extensa, es caro (Kenya, 2020).

La calidad, comodidad, ahorro de dinero y tiempo que entregan los insumos desechables, los posiciona como la opción preferida por los tatuadores. Por el contrario de los insumos reutilizables, que requieren de equipos de esterilización para volver a usarse en un nuevo proceso, algo que requiere una inversión extra según los tatuadores⁷.

La gran mayoría de los productos para el tatuaje que hoy se fabrican, son parte de un modelo de producción lineal actual. Beneficiado día tras día por la industrialización, este modelo está siendo cada vez más criticado y puesto en discusión. La fabricación en masa de productos, cuyas materias primas son limitadas y contaminantes como, por ejemplo, los cartuchos de tinta, campos estériles, guantes de

nitrilo, conllevan a una masiva acumulación de desechos que no se degradaran en un tiempo cercano.

3.2.1. Economía circular

En la búsqueda de reemplazar el modelo económico de extraer, producir y desperdiciar es la economía circular. El elevado consumo a corto plazo que sostiene el modelo vigente está llevando al planeta y su estabilidad climática, a un punto de no retorno.



⁷ Ver anexo 2.2

← **Figura 44:** Diagrama procesos de la economía circular. Origen web.

⁸ Ver anexo 2.2.1

↳ **Figura 45:** Pocillos de tinta fabricados con caña de azúcar. Fotografía de leaf ecotattoo sypply, origen web.

La economía circular, busca detener la fabricación de bienes sustentada por recursos finitos, eliminando el concepto de desecho al final del ciclo de vida. Para llevar a cabo este objetivo, es necesario abordar todos los procesos que conforman la producción de un bien de consumo, desde el diseño. Todo respaldado por la utilización de fuentes renovables de energía (Cerdá & Khalilova, 2016).

Los tres principios que rigen a la economía circular son:

- Eliminar residuos y contaminación desde el diseño.
- Mantener productos y material en uso.
- Regenerar sistemas naturales.

Hoy el diseño de productos, procesos de fabricación y materiales está adquiriendo cada vez más una tendencia hacia la economía circular. Es un deber preocuparse hasta en el más mínimo de los detalles del proceso de un objeto, y que al momento de finalizar el objetivo para el que fue diseñado, esta pueda reintegrarse a nuevos procesos productivos, o finalizar su vida a través de la **biodegradabilidad**.

3.2.2. Un tatuaje más sustentable

Una amplia variedad de productos que poseen criterios propios de una economía circular, ya están siendo utilizados por tatuadores. Estos

productos han llegado como un reemplazo, para aquellos insumos desechables presentes en todo proceso del tatuado, que deben ser descartados una vez finalizado el tatuaje. La biodegradabilidad y el compostaje son sus principales características.

Fabricados con materias primas de origen vegetal como la caña de azúcar y el maíz, estos insumos son parte del mundo de los **bioplásticos** y han llegado para revolucionar el mercado del tatuaje. Sus precios son más elevados que el de los insumos tradicionales y vienen en menos unidades por paquete, esto se traduce como un esfuerzo para el bolsillo del tatuador, y es una de las razones por las que su preferencia en comparación con los **insumos tradicionales** es menor, sin embargo, su tendencia va en aumento⁸.



3.2.3. Falencias de los insumos ecológicos

El uso de insumos compostables y biodegradables, trae consigo la necesidad de otros elementos que permitan una correcta degradación de ellos una vez desechados.

Este problema se extiende a todos los productos, que el mercado tiende a denominar de biodegradable o compostable. Una serie de estudios han determinado los efectos de estos procesos en un escenario natural, uno controlado y otro no.

Muchos de los bioplásticos sólo se degradan en condiciones industriales, ya que necesitan procesos especiales, como por ejemplo exponerlos a altas temperaturas; condiciones que no se dan en el medio natural donde muy difícilmente se degradarán. De acuerdo con la norma europea EN13432, un polímero o empaque se considera «compostable» si, en una planta de compostaje industrial, se convierte en al menos 90% de microorganismos en CO2 dentro de 6 meses.

Un tatuador en el momento de adquirir este tipo de productos debe tener alguna forma de compostar sus residuos, pero muchos de estos insumos no poseen alguna guía que indique cuales deben ser las condiciones, para lograr que se biodegraden y se transformen en **compost**. Si en una planta de compostaje

industrial, con todas las condiciones controladas y establecidas, la degradación alcanza un 90% en 6 meses, difícilmente es posible que un insumo biodegradable y compostable, logre degradarse en un compost domiciliario.

Las plantas que existen en Chile de compostaje industrial, a las cuales podrían acudir los tatuadores para llevar sus residuos, solamente se hacen cargo de sus residuos, y las plantas de compostaje municipal, tratan desechos orgánicos que no estén dentro del mundo de los bioplásticos como, por ejemplo, podas de árboles (*ConsejoMinero, 2019*).

3.3. Conclusiones preliminares

El impacto medio ambiental que se encuentra produciendo el arte del tatuaje, en términos de desechos plásticos, no es menor. La dependencia de recursos no renovables para la fabricación de insumos desechables, que está tratando de ser sobrellevada por la introducción de productos manufacturados con **biopolímeros**, los cuales no poseen una factible gestión residual, solo causa el encubrimiento de un problema mucho más profundo, cuya raíz nace en el sistema de producción lineal, que ha mantenido al planeta en dirección a una crisis medioambiental insostenible.

↓ **Figura 46:** Vasos compostables de almidón de maíz. Fotografía de leaf ecotattoo supply, origen web.



47	48
49	50
51	52

Figura de 47 a 52:

- 47. Paso 1 compostaje de vasos biodegradables, utilización del vaso.
- 48. Paso 2 compostaje de vasos biodegradables, vasos comprimidos manualmente.
- 49. Paso 3 compostaje de vasos biodegradables, recubrimientos con material terreo.
- 50. Paso 4 verificación de compostabilidad de vasos biodegradables después de 4 meses.
- 51. Paso 5 Comprobación del nivel de biodegradación de los vasos después de 4 meses.
- 52. Paso 6 verificación de los demás vasos y su bolsa de empaque después de 4 meses.

Fotografías de origen audiovisual.



CAPÍTULO III: ESTADO DEL ARTE



1. El plástico

El efecto que han tenido los productos plásticos en la economía es significativo. Las personas utilizan una amplia diversidad de estos productos de manera cotidiana, ya sea para consumos personales (ropa, muebles, artículos de oficina, utensilios de cocina, entre otros) o en el ámbito de la construcción, comunicaciones y transporte. La versatilidad del plástico le ha permitido incorporarse a los diferentes ciclos de producción existentes, convirtiéndose en un motor para la economía lineal y, en consecuencia, una de las mayores causas de contaminación del planeta (Juan, 2014).

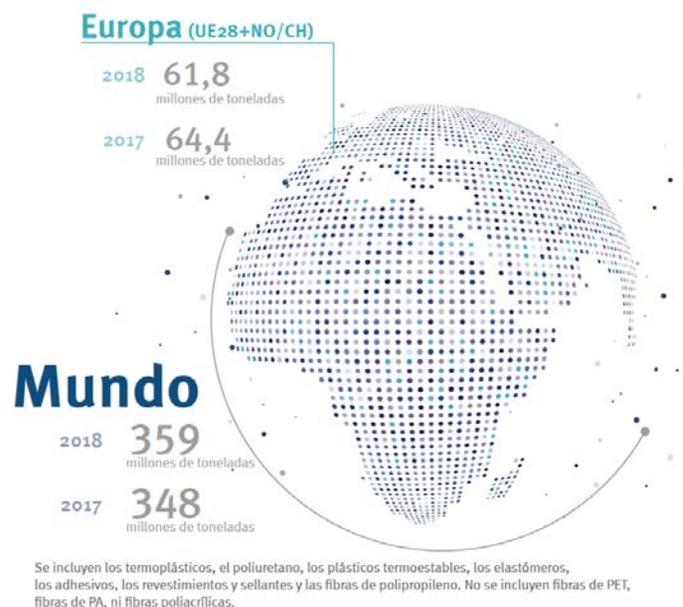
Breve historia

El término “plástico” proviene del griego y significa “que puede ser moldeado por el calor”. Los plásticos también son comúnmente llamados “polímeros” en virtud de que son productos orgánicos, a base de carbono, con moléculas de cadenas largas. En este sentido, existen tres categorías generales:

- Plásticos naturales: aquellos productos de la naturaleza que pueden ser moldeados mediante calor, por ejemplo, algunas resinas de árboles.
- Plásticos semi sintéticos: aquéllos que derivan de productos naturales y que han sido modificados o alterados mediante la mezcla con otros materiales.

- Plásticos sintéticos: aquéllos derivados de alterar la estructura molecular de materiales a base de carbono (petróleo crudo, por lo general, carbón o gas).
- Hasta antes del siglo XIX la utilización de los plásticos naturales era, si no generalizada, sí conocida. Fue a partir de la revolución industrial, debido al rápido aumento de la población y al incremento del estándar de vida en las ciudades, cuando la demanda por bienes materiales elaborados en plástico creció de forma considerable (Juan, 2014).

↓ **Figura 53:** Producción de plástico en el mundo, situación en 2019. Origen web



↓ **Figura 54:** Montaña de desechos electrónicos en el basurero de Accra, Ghana. Fotografía de origen web.

1.1. Reciclaje de plásticos

La ingente cantidad de residuos que generamos pasa por un largo proceso desde su fabricación hasta convertirse, en el mejor de los casos, en materia prima para un nuevo producto. El mundo produce aproximadamente 359 millones de toneladas de residuos plásticos cada año y actualmente solo 14% se recolecta para el reciclaje. De todos los desechos plásticos que se han producido en nuestra historia, solo 9% se ha reciclado (*"Reciclaje de plástico: el sector está listo para un nuevo impulso," 2019*).



Las razones del déficit de reciclaje son complejas. No todo el plástico se puede reciclar y a causa de una falta de conciencia pública, muchos de los artículos a menudo resultan contaminados, lo que aumenta los costos del proceso de reciclaje. De igual forma, muchos productos plásticos son mezclados con químicos y también con otros tipos de materiales, dificultando aún más la labor del reciclaje (*medioambiente, 2018*).

1.2. Maneras de reciclar el plástico

Los dos métodos más conocidos son: el método mecánico y el método químico. En ambos casos, el inicio del proceso parte con la recolección del plástico en los depósitos destinados para cada tipo de residuo, punto en el cual está uno de los grandes problemas del reciclaje, esto debido a que no todos los plásticos terminan en los depósitos y no todos los plásticos tienen un depósito específico, a causa de sus materialidades mixtas o contaminadas (*pau, 2018*).

Reciclaje mecánico

Consiste en trocear el material e introducirlo en una extrusora para fabricar granza reciclada, para después transformarla en nuevos productos mediante procesos de termomoldeo.

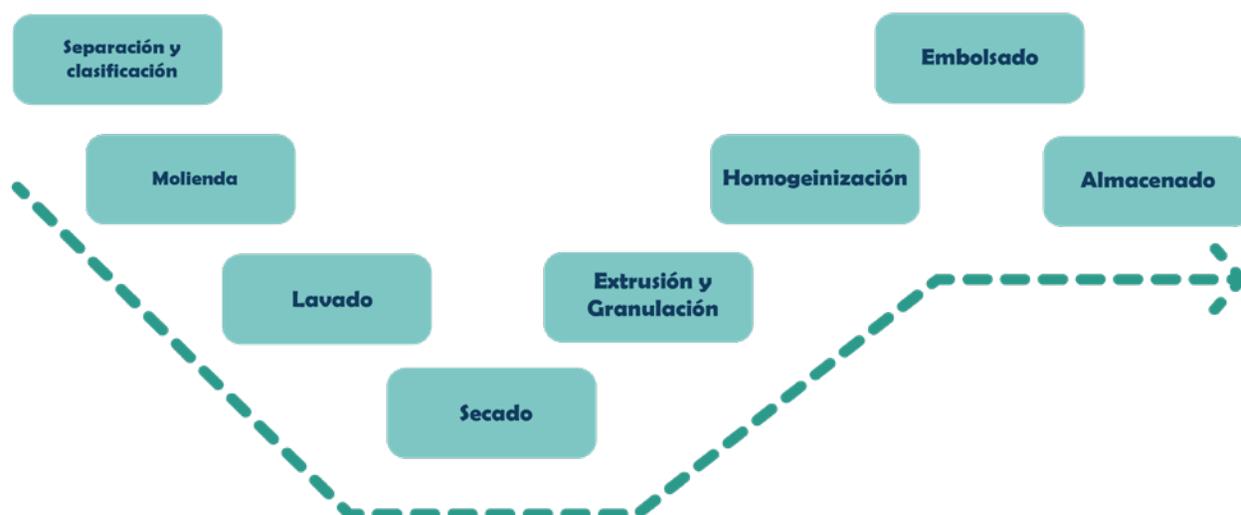
Las condiciones que se han de cumplir en un reciclaje mecánico son 4:

- Plásticos no muy degradados en los procesos de transformación y/o utilización.
- Una completa separación de los plásticos por tipos y para ello es conveniente una recogida selectiva de los mismos.

- Ausencia de materiales y partículas extrañas que puedan dañar a los equipos de transformación o interfieran en las características físicas del producto.
- Recogida en cantidades suficientes para la viabilidad industrial y económica del proceso.

El reciclaje mecánico es la alternativa más desarrollada para recuperar los residuos plásticos, pero no todos los materiales están en condiciones de ser sometidos a un reciclaje mecánico, bien porque están muy degradados y no se obtendrían productos con buena calidad o porque se encuentran mezclados con todo tipo de sustancias.

↳ **Figura 55:** Etapas del reciclaje mecánico para polímeros. Origen propio.



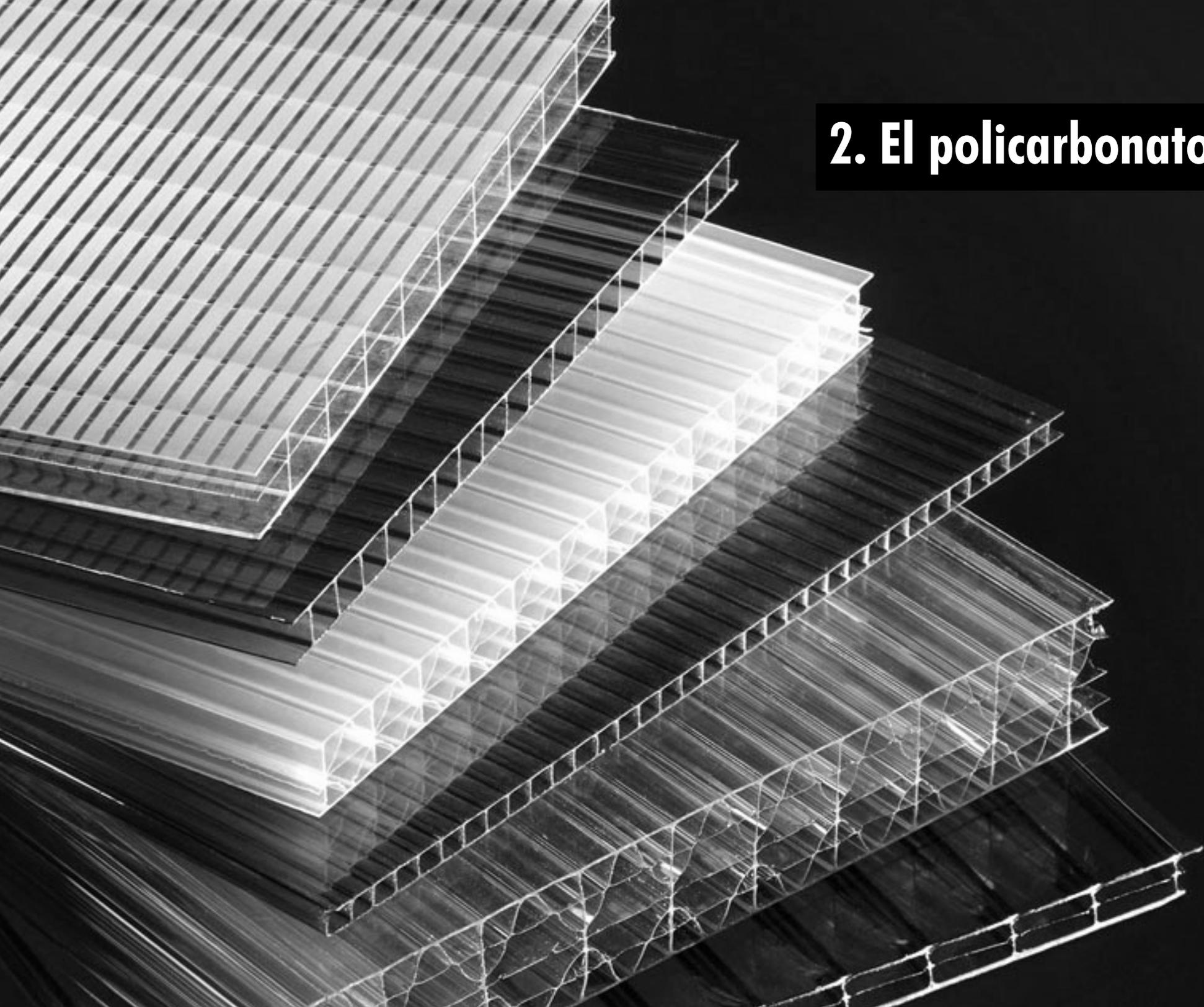
Reciclaje químico

Puede considerarse como un proceso complementario al mecánico, ya que ofrece la posibilidad de resolver los problemas que aparecen en ese proceso. Entre ellos se encuentra la necesidad de disponer de grandes cantidades de residuos imposibles de separar mecánicamente como, por ejemplo, los discos compactos, sin perder la calidad de las materias primas (pau, 2018). El reciclaje químico puede realizarse mediante dos procesos:

- **Despolimerización térmica:** Este tipo de reciclaje, agrupa las tecnologías que permiten la transformación de los **polímeros** u **oligómeros**, mediante aporte de calor sin que un reactivo químico, intervenga en las reacciones de ruptura de las cadenas. La mayoría de estos tratamientos son a muy altas temperaturas.
- **Disolución:** Este procedimiento permite recuperar los polímeros purificados, eliminando los materiales contaminantes contenidos en los desechos. Lo que no implica una modificación de las moléculas que arman a los polímeros.

El reciclaje de plástico lleva años experimentando un fuerte crecimiento. En el año 2009, Japón reciclaba el 77,9 % de sus botellas PET y Europa el 48,3 % (*plástico.com*). Sin embargo la recolección y recuperación de material siguen siendo el principal inconveniente de esta labor, él se profundiza en sociedades donde la cultura de una separación de residuos no está interiorizada.

2. El policarbonato



→ **Figura 56:** Compatibilidad química del policarbonato ante diversos compuestos químicos. Tabla de origen propio.

El Policarbonato es un termoplástico con propiedades muy interesantes en cuanto a resistencia al impacto, resistencia al calor y transparencia óptica, de tal forma que el material ha penetrado fuertemente al mercado en una variedad de funciones.

Existen, actualmente desarrollados por GE y Bayer más de 20 tipos diferentes de policarbonato de bisfenol A. Muchos de estos contienen agregados para mejorar las propiedades originales del policarbonato para una determinada aplicación, como: fibra de vidrio, absorbentes de UV, aditivos anti-flama, desmoldantes, antioxidantes, etc. Todos estos materiales pueden ser comercializados en “color” transparente (excepto los materiales con fibra y algunos anti-llama) o en colores traslúcidos u opacas (*plasticos, 2011*).

Este material puede ser afectado por una diversidad de químicos, llevándolo a una pérdida de sus propiedades. La resistencia que posee a ciertos agentes se puede ver incrementada si el material posee fisuras por tensión, causando porosidades en la superficie del material, facilitando su degradación.

Ácidos	No causan efectos en condiciones de temperatura y concentración normales.
Alcohol	Generalmente no causan problemas a bajas concentraciones y temperatura ambiente. Altas temperaturas y concentraciones resultan perjudiciales para el material
Álcalis	Generalmente no causan problemas a bajas concentraciones y temperatura ambiente. Altas temperaturas y concentraciones resultan perjudiciales para el material
Hidrocarbonatos alifáticos	Generalmente compatibles
Aminas	Causan ataque químico. Evitar.
Detergentes y agentes de limpieza	Soluciones de jabón neutro son compatibles, materiales fuertemente alcalinos deben ser evitados.
Esteres	Solventes parciales, causan cristalización parcial. Evitar
Aceites y grasas	Derivados de petróleo puro generalmente son compatibles, pero los aditivos usados en ellos no lo son.
Cetonas	Son solventes. Evitar.
Hidrocarbonatos halogenados	Son solventes. Evitar.
Aceite de siliconas y grasas	Generalmente compatibles hasta 85°C algunos contienen hidrocarbonatos aromáticos que deben ser evitados.

Las propiedades del policarbonato se pueden modificar utilizando distintos aditivos o realizando tratamientos superficiales sobre él. Bayer ha logrado fabricar un policarbonato que trabaja correctamente a temperaturas de hasta 220°C frente a los 130°C del policarbonato normal, que se utiliza para la fabricación de faros para vehículos.



Figura de 57 a 60:

- 57. Propiedades eléctricas del policarbonato
- 58. Propiedades físicas del policarbonato.
- 59. Propiedades mecánicas del policarbonato.
- 60. Propiedades térmicas del policarbonato.

Tabla de origen propio, elaborada según información web.

Propiedades eléctricas	
Constante Dieléctrica 1MHz	2,9
Factor de Disipación a 1 MHz	0,01
Resistencia Dieléctrica (kV mm-1)	15-67
Resistividad Superficial (Ohm/sq)	1015
Resistividad de Volumen (Ohmcm)	1014-1016

Propiedades físicas	
Absorción de Agua - Equilibrio (%)	0,35
Absorción de Agua - en 24 horas (%)	0,1
Densidad (g cm-3)	1,2
Indice Refractivo	1,584-6
Indice de Oxígeno Limite (%)	25-27
Inflamabilidad	V0-V2
Número Abbe	34,0
Resistencia a los Ultra-violetas	Aceptable

Propiedades mecánicas	
Alargamiento a la Rotura (%)	100-150
Coefficient de Fricción	0,31
Dureza - Rockwell	M70
Módulo de Tracción (GPa)	2,3-2,4
Relación de Poisson	0,37
Resistencia a la Abrasión - ASTM D1044 (mg/1000 ciclos)	10-15
Resistencia a la Compresión (MPa)	>80
Resistencia a la Tracción (MPa)	55-75
Resistencia al Impacto Izod (J m-1)	600-850

Propiedades térmicas	
Calor Específico (J K-1 kg-1)	Aprox. 1200
Coefficiente de Expansión Térmica (x10-6 K-1)	66 - 70
Conductividad Térmica (W m-1 K-1)	0,19 - 0,22
Temperatura Máxima de Utilización (C)	115 - 130
Temperatura Mínima de Utilización (C)	- 135
Temperatura de Deflexión en Caliente - 0.45MPa (C)	140
Temperatura de Deflexión en Caliente - 1.8MPa (C)	128 - 138

↓ **Figura 61:** Foco de policarbonato con resistencia UV, Fotografía de origen web.

2.1. Usos más comunes del policarbonato

El policarbonato es un material que permite su utilización en innumerables aplicaciones. Gracias a sus propiedades de transparencia, resistencia al impacto y su capacidad de soportar temperaturas de hasta 130 ° C. Pero lo que es mejor es que es posible superar esas propiedades para casos particulares; se puede obtener un policarbonato que aguante hasta 220°C, otro que impida el paso de gran parte de los rayos UV, otro que soporte la abrasión, otro que tenga un excelente comportamiento frente a compuestos químicos (*plásticos, 2011*).



Si bien el policarbonato puede ser más costoso que muchos otros polímeros en el mercado, este no se ha limitado para entrar en nuevos mundos. El diseño automotriz lo ha estado incorporando en faros, ventanillas y techos transparentes. En el tatuaje, lo podemos encontrar en algunas piezas para equipos electrónicos, pero con porcentajes muy bajos, y en los cartuchos de tinta, donde más del 80% de su materialidad es policarbonato.

A medida que los automóviles sean más livianos y más eficientes en cuanto al consumo de combustible, el policarbonato se convertirá en un plástico aún más importante para la sostenibilidad futura. El policarbonato usado en los automóviles permite producir vehículos que consumen menos combustible (lo que reduce las emisiones de los gases que causan el efecto invernadero) y conservan su grado de seguridad. El cristal de policarbonato para ventanillas pesa un 40-60 por ciento menos que el vidrio laminado o templado de un automóvil (*plásticos, 2011*).

Otros usos del policarbonato pueden ser en placas de dos tipos:

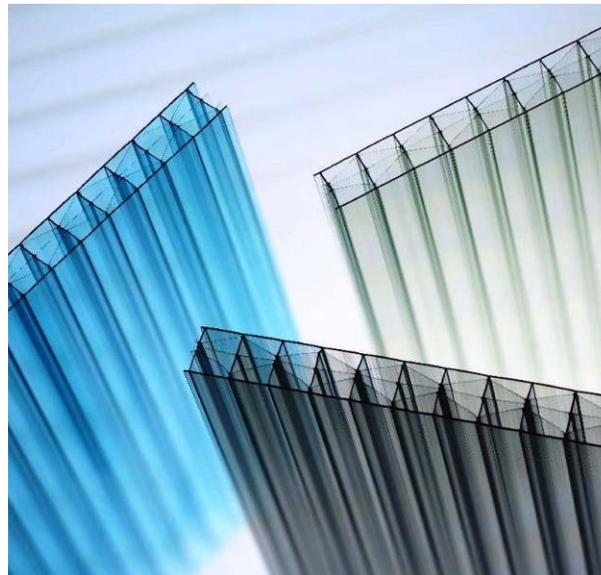
Compacto

El policarbonato compacto en placas se utiliza en construcciones en los casos en que se desee obtener transparencia de superficies, tanto horizontales como verticales o curvas. Dado que no tiene tanta rigidez como el vidrio, su modo más eficiente de utilización es en superficies curvas, donde la forma es fácilmente obtenible dada su elasticidad. El policarbonato compacto se obtiene en color gris, en color castaño (llamado oro o bronce) y transparente.



Celular o Alveolar

En los casos en que no sea imprescindible una superficie transparente sino sólo translúcida, el policarbonato alveolar resulta más económico que el compacto, tanto por su precio por unidad de superficie como por la ventaja de abonarse generalmente por la superficie neta adquirida, sin los recortes sobrantes, en razón de la mayor demanda que tiene.



62

63

Figura de 62 a 63:

- 62. Trozos de policarbonato compacto.
- 63. Planchas de policarbonato alveolar.

Fotografías de origen web

→ **Figura 64:** Planchas de policarbonato utilizadas como revestimiento arquitectónico. Fotografía de origen web

↘ **Figura 65:** CDs fabricados de policarbonato. Fotografía de origen web



En la construcción el policarbonato presenta un alto grado de utilidad, sus propiedades similares al vidrio, pero con menor peso y mayor resistencia, lo convierten en una buena opción para realizar cerramientos verticales y horizontales de seguridad, los cuales requieren de materiales curvos en ocasiones, como se mencionó anteriormente.

El almacenamiento óptico, es decir la fabricación de CD y DVD, fue uno de los campos en que cada año las principales empresas productoras de policarbonato, General Electric y Bayer presentaban en el mercado materiales de policarbonato destinados únicamente a este uso. Proporcionando a los fabricantes un material duradero y de alto desempeño, con frecuencia usado en los armazones de equipos electrónicos, tales como teléfonos celulares, computadoras portátiles, tabletas, PDA, consolas de juegos electrónicos y unidades de juegos de computadoras portátiles. La resistencia del policarbonato ayuda a evitar que los armazones se rompan y las películas de policarbonato ayudan a evitar rayones en las pantallas (*plasticos, 2011*).

2.2. Métodos de fabricación más usados

Los métodos más utilizados para la obtención de los diferentes productos de policarbonato son la inyección, el soplado y la extrusión. La inyección se aplica a la fabricación de piezas

con geometrías complejas o a elementos que necesiten una elevada transparencia como los cartuchos de tinta. (Ver fig. 14)

El soplado es el método de fabricación utilizado para la obtención de botellas. También se producen por soplado los “films” o películas de policarbonato.

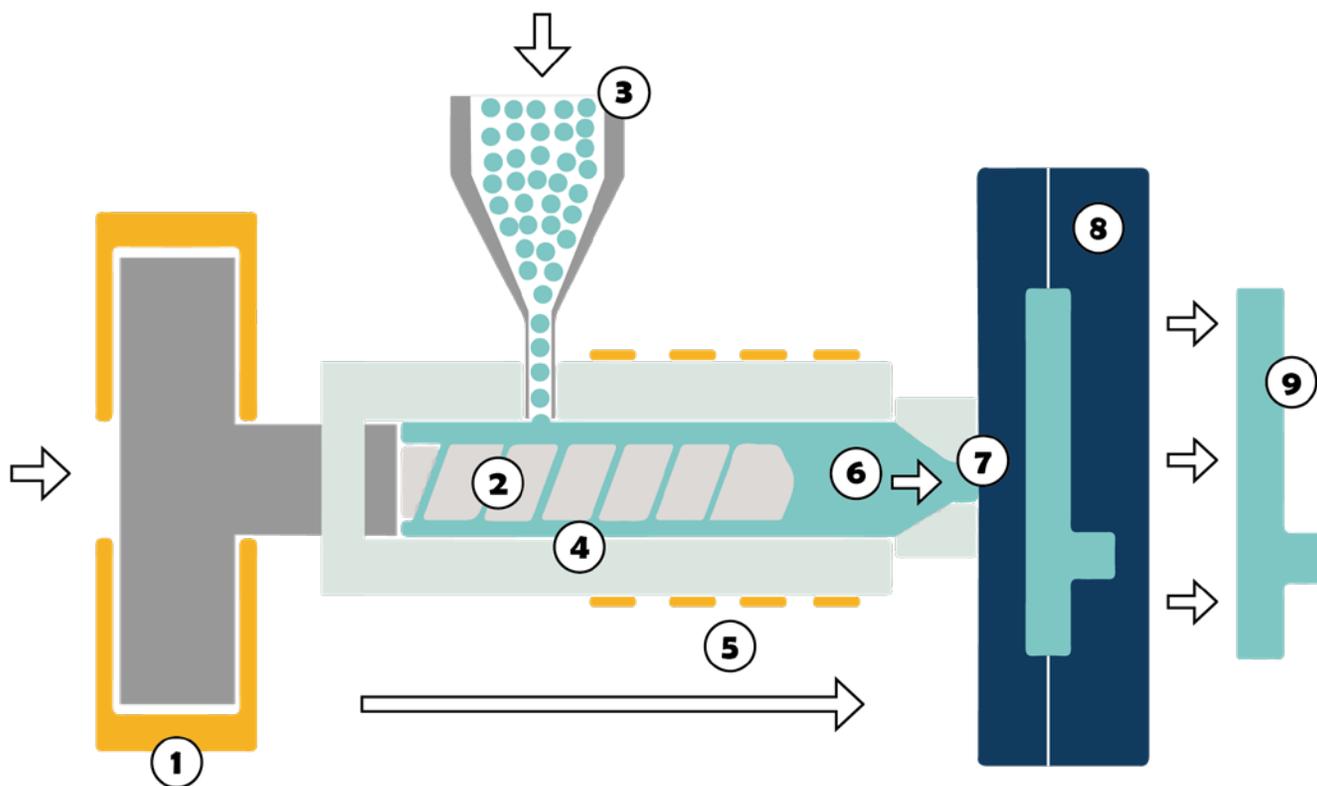
Mientras que la extrusión se aplica a la fabricación de planchas de policarbonato celular y compacto.⁹

Método de inyección

El material que está en la Tolva (3) cae en el Bidón (4) que está a altas temperaturas gracias a los Calentadores (5) que funden el Material (6) que luego es empujado por el pistón (1) y el tornillo (2), a través de la Boquilla (7) hacia el Molde (8) rellenando todo el interior, obteniendo la pieza final (9). (*plasticos, 2011*)

⁹ Ver anexo 1.2

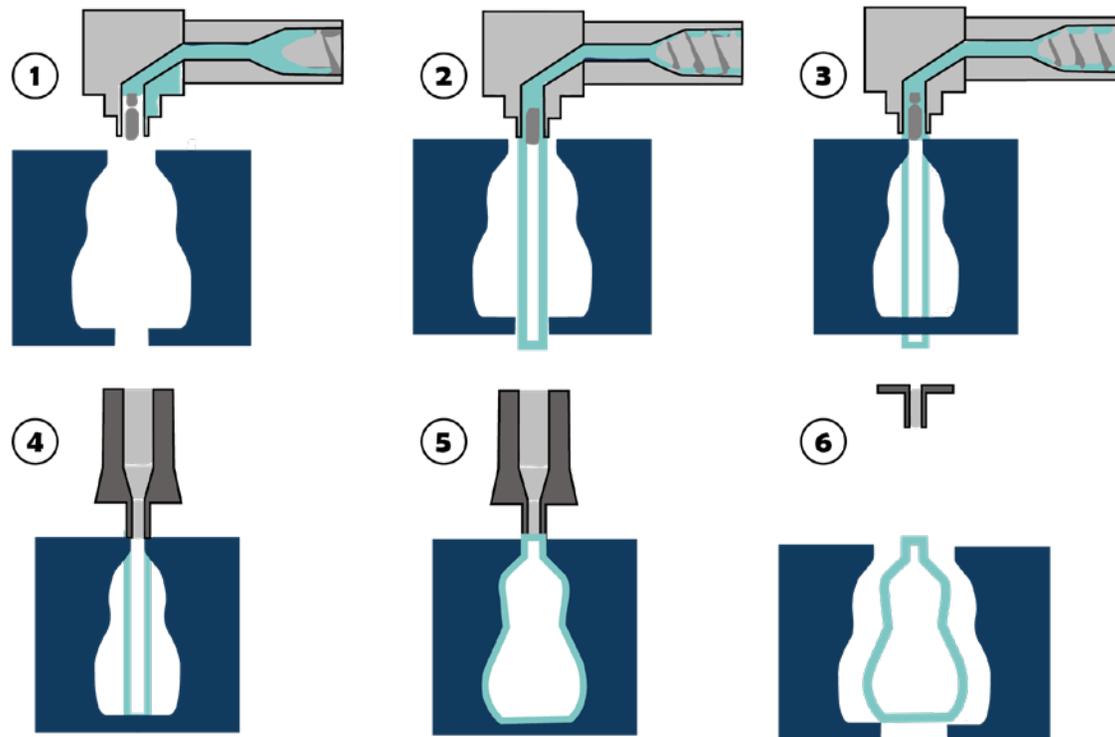
✓ **Figura 66:** Método de fabricación por inyección de plástico. Esquema de origen propio, elaborado según información web.



↳ **Figura 67:** Método de fabricación por soplado de plástico. Esquema de origen propio, elaborado según información web.

Método de soplado

Primero el material plástico se funde en el tornillo (1) para luego obtener el precursor (2) El precursor se introduce en el molde de soplado (3) al que se le introduce aire (4) obteniendo una pieza plástica hueca que se debe dejar enfriar unos segundos (5) Por último se desmolda la pieza (6). (*plasticos, 2011*)



2.3. Policarbonato en Chile

En Chile se encuentra una de las fábricas de policarbonato más grandes de Latinoamérica. PLAZIT POLYGAL SUD, ubicada en Casa Blanca, región de Valparaíso, produce una cantidad de 800 toneladas mensuales de policarbonato según Álvaro Valdivia, encargado de logística de Plazit Polygal¹⁰. Las cuales, corresponden a productos en formato de placas alveolares y sólidas.

En su planta de producción es posible observar las máquinas extrusoras y todas las líneas necesarias para fabricar en diferentes dimensiones y tipos de placas.

Plazit posee la capacidad de reciclar policarbonato, función que ninguna de las empresas recicladoras de plásticos en Chile realiza. Pero, únicamente reciclan el policarbonato que es obtenido como subproducto en sus instalaciones. Una de las razones de esta condición, es el enfoque de los productos de Plazit. Las propiedades ópticas que buscan los compradores de placas de policarbonato no permiten el uso de materia prima degradada por factores químicos o ambientales. (ver anexo 1.4)

El sobrante del dimensionado realizado a las placas sólidas y alveolares es recolectado, para luego ser enviado a una zona fuera de la planta de producción para ser molido y reducido a pequeñas partes. El policarbonato



68

69

70

Figura de 68 a 70:

68. Instalaciones de Plazit Polygal Sud. Fotografía de origen web

69. Líneas de producción de Plazit Polygal. Fotografía de origen propio.

70. Policarbonato reciclado almacenado en Plazit Polygal. Fotografía de origen propio.

¹⁰ Ver anexo 1.5

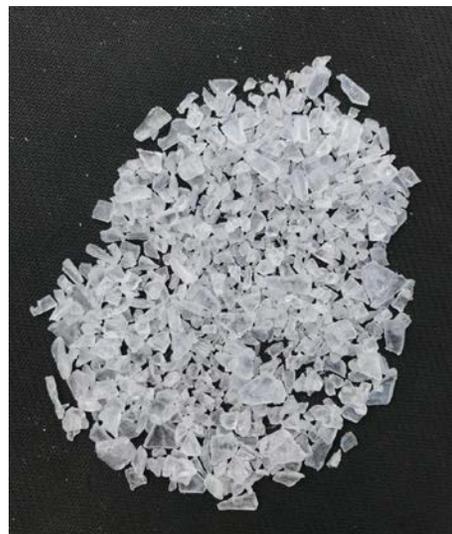
71	72
73	74

reciclado es mezclado con **material virgen** e introducido nuevamente a las extrusoras. Adicionalmente se puede peletizar el material luego del molido, con la ayuda de un extrusor para obtener un producto comparable con la resina virgen en cuanto a su tamaño y forma. Lo que beneficiaría su procesado al presentar igual morfología.

Figura de 71 a 74:

71-72. Granos de policarbonato virgen.
73-74. Policarbonato reciclado y triturado.

Fotografía de origen propio.



2.4. Reutilización de residuos plásticos y especiales

Nuevas tecnologías pueden darle nuevos ciclos de vida a los desechos, especialmente a los residuos especiales. La tecnología AMB ecosteryl está revolucionando el tratamiento y posterior reciclaje de los desechos médicos, al proporcionar una solución ecológica, sencilla y confiable para la industria; permitiendo así que los desechos infecciosos sean triturados y descontaminados en un entorno de alta seguridad. Los equipos de AMB Ecosteryl requieren poca energía, poco personal, no utilizan agua ni vapor, y tampoco producen ningún tipo de desecho tóxico. (AMB ecosteryl, 2020).

Los residuos médicos infecciosos son considerados como elementos de riesgo y no pueden integrarse al flujo de residuos domésticos convencionales. Con el fin de evitar cualquier riesgo para la salud, estos se almacenan en contenedores específicos al igual que los cartuchos de tinta y agujas utilizadas en el tatuaje.

Posavasos, maceteros y porta lápices desarrollados a partir de mascarillas plásticas recicladas, después de pasar por un proceso de autoclave, son el resultado de un promisorio proyecto de economía circular que vinculó a los ministerios del Medio Ambiente, de Ciencias, a la Universidad de Concepción y a la Pesca Industrial de la Región del Biobío.



← **Figura 75:** Reciclado de mascarillas pesqueras en pandemia. Fotografía de origen web.

↓ **Figura 76:** Máquina de reciclaje para residuos hospitalarios Ecosteryl. Esquema de origen propio, elaborado según información web.



Capacidad de trabajo para 75 kg por hora

Procesos

1. Pesaje
2. Carga
3. Trituración
4. Pre calentamiento por microondas
5. Mantenimiento de la temperatura

→ **Figura 77:** Descomposición de mascarillas para la producción de objetos de diseño. Fotografía de origen web.

↳ **Figura 78:** Taburete fabricado a partir de mascarillas desechables recicladas. fotografía de origen web.

La idea surgió a inicios de la pandemia para dar un uso sustentable a las más de 20.000 mascarillas quirúrgicas utilizadas cada semana en las plantas pesqueras del Biobío. Estos elementos de protección personal son fundamentales para prevenir contagios, pero representan un severo riesgo ambiental. Están confeccionadas con diminutas fibras de poli-propileno, un material que prácticamente no se degrada, contamina distintos ecosistemas y daña a la **avifauna** (UDT, 2021).

Los buenos resultados del piloto permitieron ampliar y formalizar un servicio de valorización del desecho. Es así como desde enero a la fecha se han recolectado 345 kilos y se trabaja en generar otros productos. A las cuatro plantas iniciales -de las empresas Landes, Blumar, PacificBlu y Camanchaca- se sumaron otras tres unidades, operadas por Blumar, Orizon y Camanchaca (UDT, 2021).

La existencia de muchas iniciativas en el mundo, que buscan disminuir el avance de la contaminación plástica visibiliza lo real e importante que es el problema de raíz. La pandemia nos dejó toneladas de residuos infecciosos, los cuales eran ignorados en tiempos sin una enfermedad respiratoria de grandes escalas. Hoy el panorama está cambiando, se están probando diferentes métodos para esterilizar estos desechos, devolverlos a nuevos ciclos productivos con un enfoque de utilidad prolongada y no de un solo uso.



La escasez de **equipo de protección personal** (EPP) en los tiempos más críticos de la pandemia, derivó en un esfuerzo por extender la vida de las mascarillas N95. Su reutilización logró ser aprobada luego de diversos estudios, los cuales demostraron que la descontaminación de superficies con irradiación germicida ultravioleta (IGUV) a las mascarillas N95, fue satisfactoria. Inhabilitando un gran número de patógenos humanos, incluido el coronavirus y otros virus respiratorios (Lowe, 2020).

Radiación UV fue el método utilizado por la universidad de Berkeley en Estados Unidos para prolongar la vida de un producto, catalogado como desechable. En Chile, el método utilizado para esterilizar las mascarillas de la industria pesquera, fue la exposición a altas temperaturas y presión durante un tiempo prolongado (Lowe, 2020).

Real precious plastic es una organización que existe para reducir los desechos plásticos impulsando el reciclaje. Sus soluciones ven a las personas como el elemento clave para arreglar el desorden plástico, combinando a estas con máquinas, plataformas y conocimiento crean un sistema de reciclaje global alternativo. Recolectando los desechos de personas y empresas, real precious plastic los dirigen a un espacio de trabajo donde transformar los desechos en nuevos productos. conectando a la mayor cantidad de personas que reciclan en la ciudad haciendo crecer una red comunitaria.



- ↑ **Figura 79:** EPP dispuesto en una habitación de radiación UV. Fotografía de origen literario.
- ↖ **Figura 80:** Aparato emisor de radiación UV para esterilizar EPP. Fotografía de origen literario.
- ✓ **Figura 81:** Logotipo de Real precious plastic. Fotografía de origen web.

82	83
84	85
86	87

Figura de 82 a 87:

- 82. Tapas de botella trituradas.
- 83. Tapas de botella transformadas en posavasos.
- 84. Armado de silla fabricada a partir de plástico reciclado.
- 85. Silla desarmable fabricada a partir de plástico reciclado por real precious plastic.
- 86. Tapas recicladas listas para fabricar un banco.
- 87. Banco fabricado a partir de tapas de plástico reciclado por real precious plastic.

Fotografía de origen web.



↓ **Figura 88:** Reunión para estudiantes con el fin de concientizar sobre el reciclaje plástico, realizada por real precious plastic. Fotografía de origen web.



2.5. Conclusiones preliminares

Los polímeros o mejor conocidos como “plásticos”, poseen propiedades extraordinarias, pero, la manera en que se piensan y diseñan los objetos manufacturados con este tipo de materiales es ineficiente. Con altos tiempos de degradación, se fabrican toneladas de productos con vidas útiles sumamente cortas y difíciles de reciclar, debido a su mezcla de materiales. Existiendo la capacidad de reciclar un alto porcentaje de los residuos plásticos que están en circulación actualmente, incluso los catalogados como residuos especiales, la necesidad de tomar la iniciativa en este asunto es primordial, cambiando la visión existente de los desechos, de la cultura de la basura, diseñar pensando en todo el ciclo de vida del producto, diseñar para el futuro. Los avances en la tecnología nos permiten abordar desde diferentes opciones, el problema de la contaminación por desechos plásticos en una actividad como el tatuaje, que al parecer ha pasado desapercibida como una de las actividades con mayor producción de residuos en el mundo.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

1. Fases de la metodología

La presente investigación se divide en 4 etapas metodológicas. La **primera etapa** consta de una fase teórica investigativa donde se problematiza el contexto y los alcances de la investigación: reutilización de polímeros, residuos del tatuaje, bioseguridad y equipamiento para tatuadores. El objetivo en esta etapa es describir el panorama general y nacional junto con los procesos históricos, sociales y tecnológicos, los cuales engloban al mundo del tatuaje con el propósito de hacer una mirada retrospectiva, crítica y analítica que ayude al desarrollo práctico del proyecto. Para ello se realiza un estudio bibliográfico sumado a un trabajo de campo utilizando los siguientes instrumentos: entrevistas a especialistas de los temas planteados, encuestas, trabajos de observación directa y registro fotográfico. Esta etapa de levantamiento de información tuvo lugar en Santiago de Chile (RM) y Casablanca (región de Valparaíso) durante los años 2019, 2020 y 2021.

La **segunda etapa** es de carácter experimental, teniendo como objetivo evaluar la viabilidad del policarbonato, polímero con el que están fabricados los cartuchos, como materia prima para la producción de objetos de diseño. Definiendo procesos de recolección y preparación que contemplen el riesgo de manejar residuos cortopunzantes. Permitiendo así, identificar

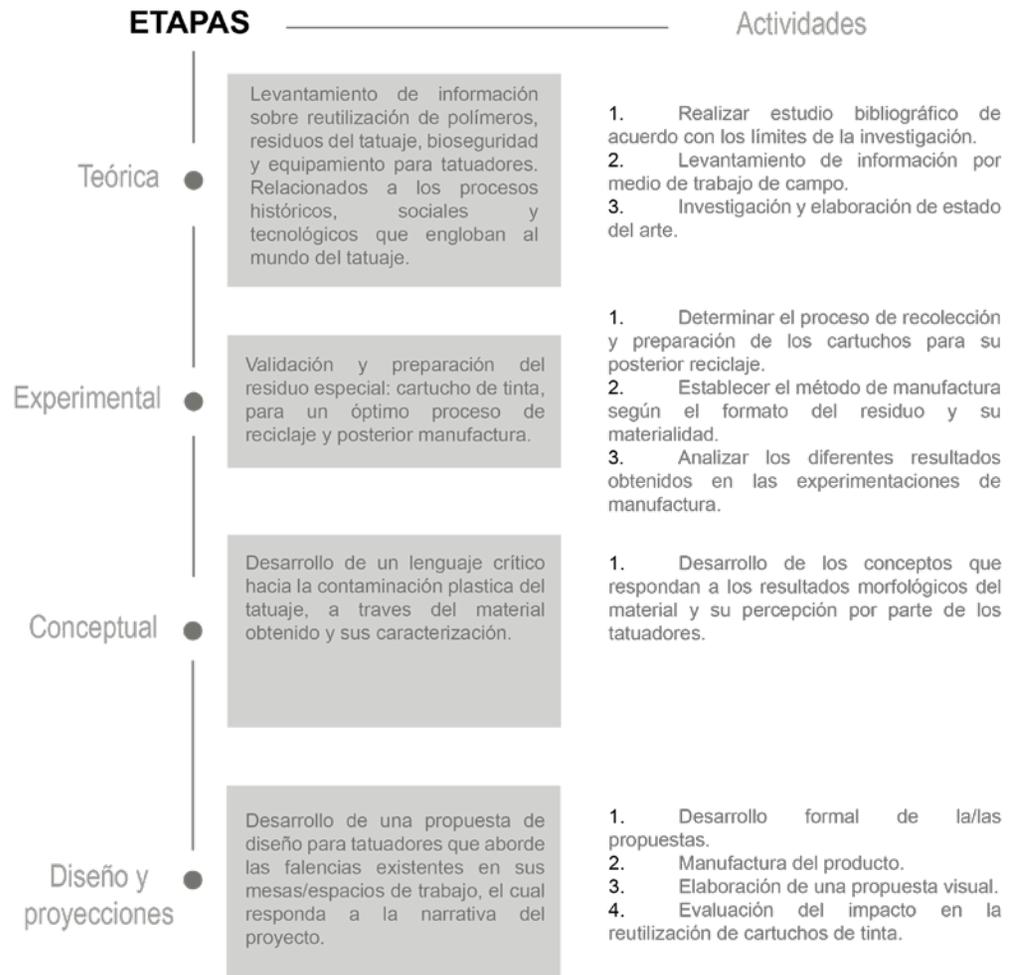
los métodos de reciclaje y manufactura óptimos para el residuo obtenido. Esta etapa se subdivide en dos fases. La **fase I** tiene por objetivo validar los cartuchos de tinta para su posterior reciclaje. Para ello se investiga y se pone en práctica la manera más eficiente de recolectarlos y desarmarlos, reduciendo al mínimo el riesgo de manipular este tipo de objetos, definiendo una serie de procesos y protocolos de bioseguridad en la habilitación del residuo. La **fase II -dependiente de la fase I-** tiene por objetivo validar el método de reciclaje y manufactura más apto para los cartuchos de tinta una vez recolectados y habilitados, determinados según su materia prima: policarbonato, y el formato del residuo obtenido en la fase I.

La **tercera etapa** consiste en la formación y análisis de un lenguaje crítico hacia la producción industrial que ha alcanzado la fabricación de insumos para el tatuaje, el tratamiento de los residuos especiales y sus ciclos de vida. Este lenguaje se crea a través de la experimentación con los cartuchos del tatuaje, admirando las propiedades de la materia prima con la que son fabricados, mediante estudios morfológicos y cromáticos registrados por fotografía. Contrastando los resultados con la cantidad de cartuchos que están en circulación o ignorados en depósitos de objetos cortopunzantes se busca comunicar las nuevas narrativas que genera el reciclaje de residuos especiales en el mundo del tatuaje. Esta etapa

tuvo lugar en Santiago de Chile (RM) durante el año 2021.

En la **cuarta etapa**, el trabajo de caracterización y conceptualización del material obtenido en los procesos anteriores, culminan en una propuesta capaz de rescatar la relación existente entre la experiencia emocional de los tatuadores y la materialidad obtenida. Guiado con las directrices mencionadas, los problemas/ oportunidades de diseño, identificados a través del trabajo de campo en estudios de tatuajes, se integrarán a esta propuesta de valor, gusto y sustentabilidad. Esta etapa tuvo lugar en Santiago de Chile (RM) durante los meses de noviembre y diciembre de 2021.

Resumen de métodos



↑ **Figura 89:** Esquema resumen metodología de investigación del proyecto. Elaboración propia.

2. Metodología de la etapa experimental

Esta etapa consiste en validar los métodos de trabajo y producción del material, policarbonato reciclado de cartuchos de tinta. Definiendo métodos de recolección, desarme y producción. Para ellos la etapa experimental se subdivide en fases, *fase I* “Preparación” y *fase II* “Validación”.

2.1. Fase I “Preparación”

Duración: Agosto – septiembre 2021

El objetivo en la *fase I* es determinar los procesos necesarios en el reciclaje de policarbonato, obtenido de los cartuchos de tinta (desarme, lavado, molienda, homogenización, etc.) Estableciendo el correcto manejo del residuo, evitando posibles accidentes a causa de las características cortopunzantes que presentan los cartuchos, así mismo, alcanzar el máximo aprovechamiento del material. Se utilizó este residuo por sus facilidades de recolección, manipulación y determinación de métodos de trabajo, debido a que las propiedades físicas y químicas del policarbonato ya han sido definidas. Con ello, se genera una estandarización de los procesos productivos para la *fase II*.

2.2. Fase II “Validación”

Duración: Septiembre – diciembre 2021

El objetivo de la *fase II* es corroborar la estandarización de los procesos productivos, establecidos en la fase anterior, determinando si es necesario el lavado del residuo, temperaturas exactas de trabajo, tamaño mínimo del material molido, porcentajes de material necesario para ciertas muestras, el comportamiento del policarbonato reciclado frente a diferentes ensayos, y las posibles variantes estéticas del residuo post reciclado (color, transparencia, comportamiento ante la luz, etc.) Validando así, los métodos establecidos para reutilizar el material.

↙ **Figura 90:** Resumen de la fase I, metodología de la fase experimental. Esquema de origen propio.

↘ **Figura 91:** Resumen fase II, Metodología de la fase experimental. Esquema de origen propio.

Fase I: Preparación		Fase II: Validación	
Duración	Agosto - Septiembre 2021	Duración	Septiembre - Diciembre 2021
Objetivo	Estandarizar el reciclaje de cartuchos de tinta para tatuar	Objetivo	Validar los procesos propuestos para estandarizar el reciclaje de cartuchos de tinta
Tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar la morfología de los cartuchos y sus métodos de ensamble. - Determinar los implementos necesarios para un seguro y fácil desarme de los cartuchos de tinta para tatuar. - Analizar las propiedades del policarbonato y sus métodos de trabajo, con el fin de establecer si es requerido un lavado previo del material. - Establecer el tamaño requerido del residuo para su reutilización. - Determinar las temperaturas y método del trabajo se le aplicaran al material. 	Tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Definir el tipo de probeta para el policarbonato reciclado - Revisar el método de reciclaje y trabajo propuesto para el material, efectuando cambios si es requerido - Analizar las propiedades del policarbonato reciclado en comparación con el virgen
Resultados esperados	Estandarización del reciclaje de cartuchos de tinta para tatuar	Resultados esperados	Validación de los procesos propuestos para estandarizar el reciclaje de cartuchos de tinta

CAPÍTULO V: EXPERIMENTACIÓN & REGISTRO



1. FASE I: preparación

→ **Figura 94:** Simbología de equipo y herramientas utilizadas en el proceso de experimentación. Origen propio.

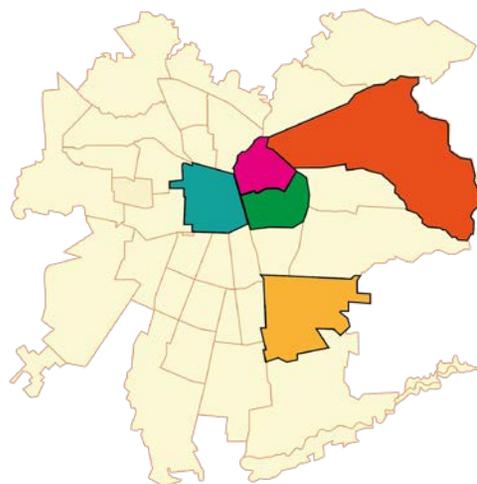
↓ **Figura 95:** Catastro de estudios independientes Región Metropolitana. Origen propio.

Simbología

A modo de guía explicativa, se creó una simbología para representar el equipo de seguridad y herramientas utilizados en las fases de experimentación.



Persona / Estudio	Ubicación
Raro tatuajes	● Huelen 10, Santiago
Passiflora tattoo	● Av. Jose Pedro Alessandri 1946, Ñuñoa
Alondra alvarez	● Vickuña Mackena con Trinidad, La florida
Oximoron	● Victoria Subercaseux 41, Santiago
Uxi.ttt	● Condell 1842, Ñuñoa
Entremedio tattoo	● Providencia 2145, Providencia
Viento	● Cristobal Colon 5344, Las condes
Mily vidal	● Esperanza 536, Santiago
Acronica tattoo	● Seminario 601, Providencia
Laboratorium tattoo	● Catedral 3040, Santiago
Espacio 411	● Vergara 749, Santiago
Cristobal morales	● Catedral 2559, Santiago
Svderu	● Dr. Sotero del rio 475
Mirlo ttt	● La florida
Intrepida tattoo	● Mercer 268, Santiago
Lluvia ttt	○ San antonio, Chile



● Santiago centro	● Las condes
● Providencia	● La florida
● Ñuñoa	○ V región

1.1. Recolección

La recolección de los cartuchos se inició logrando el contacto de 12 diferentes tatuadores de la región Metropolitana y 2 de la región de Valparaíso durante los meses de septiembre y octubre de 2021, explicándoles en qué consiste el proyecto y por qué se está solicitando su aporte. Una vez los tatuadores accedieron a entregar sus cartuchos, se agendó una fecha y hora para efectuar la recolección. En el caso de los tatuadores de otras regiones, el envío fue realizado por encomiendas.

Debido a que los cartuchos de tinta son segregados por la mayoría de los tatuadores de mediana y alta experiencia, su manejo en la recolección se hace sencilla, dispuestos en contenedores para objetos cortopunzantes, los cuales no deben ser llenados hasta el máximo según reglamentos del MINSAL. Sin embargo, existió un gran número de casos en donde los cartuchos eran entregados en botellas plásticas (agua mineral, bebidas, jugos, etc.).

El total de residuos recolectados fue de 8,5 kilos. Esta recolección de material se hizo mayoritariamente en las comunas de Santiago centro y Providencia. El 100% de los tatuadores que donaron sus desechos aseguraron no

tener la manera de deshacerse de sus desechos, debido a que las empresas existentes para el retiro de residuos especiales ignoran a estudios de tatuajes porque las cantidades de residuos generados no son comparables con las de un centro médico. De hecho solo en 2 casos, los cartuchos fueron entregados separados y en un depósito para cortopunzantes.

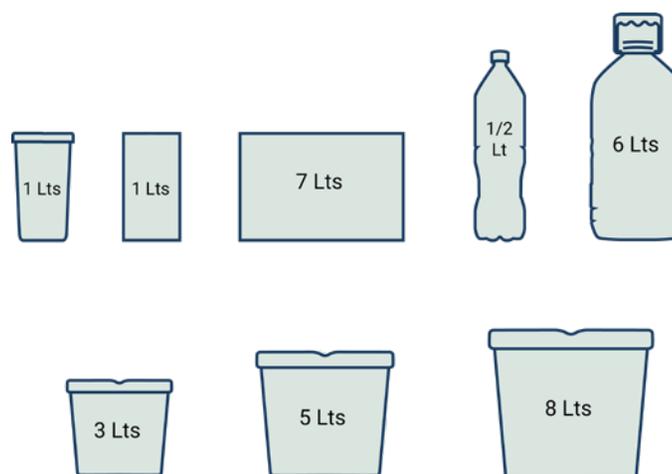
El jefe de Laboratorium tattoo estudio asegura haber sido engañado por una de estas empresas, en la cual le cobraron retiros que jamás fueron realizados, dejando en clara evidencia la necesidad de un ente que se dedique específicamente los desechos de estudios de tatuajes.

96 97 98

Figura de 96 a 98:

- 96. Cantidad en gramos de cartuchos triturados por color. Origen propio.
- 97. Capacidad y morfología de los contenedores recolectados. Origen propio.
- 98. Depósitos para objetos cortopunzantes recolectados. Fotografía de origen propio.

Color carcasa	Cantidad (g)
Gris	4390
Miel	2818
Sólido gris - negro	749
Azules	460
Verdes - rosas	247



Conclusiones preliminares

En Santiago de Chile existe un gran número de estudios de tatuajes independientes, los cuales no pertenecen al registro nacional de tatuadores o cualquier tipo de registro que se pueda encontrar en internet. El 100 % de los tatuadores pertenecientes a los estudios que fueron visitados y/o contactados para la recolección de cartuchos, manifestó la necesidad de un ente que se dedique específicamente al manejo de residuos de estudios de tatuaje, Esto debido a que las empresas que existen y se dedican al manejo de residuos especiales, no toman en cuenta a los estudios, ya que no es comparable la cantidad de residuos que generan en comparación con un centro de salud. Algunos jefes de estudio aseguran haber contratado los servicios de este tipo de empresas, las cuales no efectuaron los retiros del material pero sí realizaron el cobro del servicio. También se puede identificar la falta de protocolos de seguridad en cuanto los depósitos que los tatuadores ocupan para desechar los cartuchos.



1.2. Desarme

Debido a las características cortopunzantes de los cartuchos de tinta, el uso de herramientas e implementos de seguridad fueron obligatorios. Guantes para el manejo de cortopunzantes, mascarilla, alicate y destornillador, fue todo lo necesario para concretar un seguro

desarme de los residuos. La amplia gama de marcas existentes, influyeron en la cantidad de piezas que se obtuvo de los cartuchos, piezas que varían su materialidad entre silicona y otro polímero por definir.

La morfología de los cartuchos y sus métodos de fabricación, permiten desarmarlos casi en su totalidad, ya que la aguja de acero es la única pieza fusionada por temperatura a una varilla de policarbonato.

De todos los tipos de cartuchos desarmados, el 100 % fue desarmable, la única variable afectada fue la cantidad de piezas por cartucho.

A pesar de que los fabricantes de cartuchos se demostraron sumamente reservados en entregar los datos de todas las materias primas utilizadas en sus productos. Se logró obtener la información de que la carcasa del cartucho está fabricada de policarbonato (PC), las membranas interiores de silicona, la tapa que asegura el mecanismo interno de PET y la aguja de acero inoxidable 316. Posteriormente el cartucho fue pesado individualmente, al igual que cada una de sus piezas.

Cada parte fue pesada 5 veces en una balanza digital de buena resolución, permitiendo conocer exactamente el peso de las piezas que componen un cartucho de tinta.

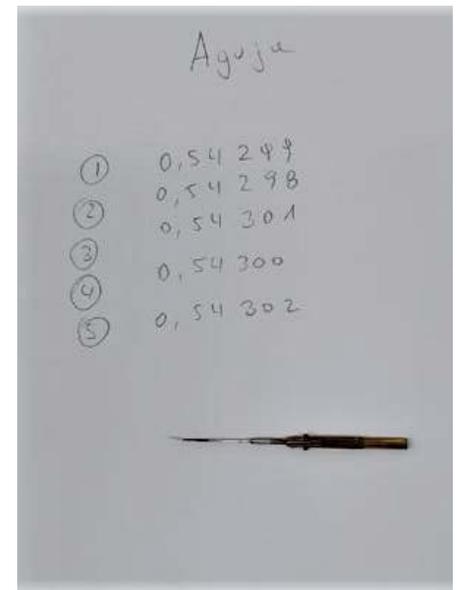
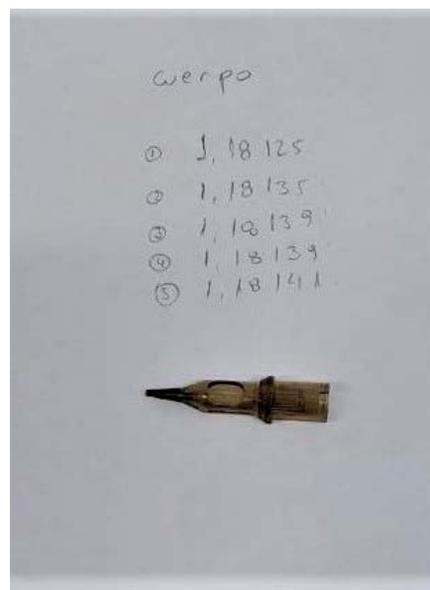
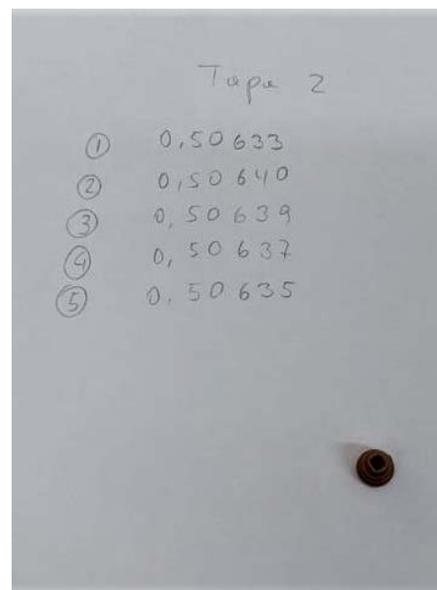
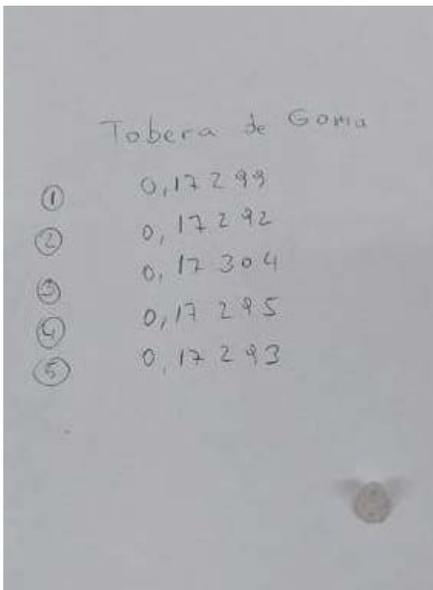


99	100
101	102
103	104

Figura de 99 a 104:

- 99. Partes de un cartucho marca skeleton.
- 100. Partes de un cartucho marca kwadron.
- 101. Pesaje de membrana de un cartucho de tinta.
- 102. Pesaje de tapa trasera de un cartucho de tinta.
- 103. Pesaje de carcasa de un cartucho de tinta.
- 104. Pesaje de aguja de un cartucho de tinta.

Fotografias de origen propio.

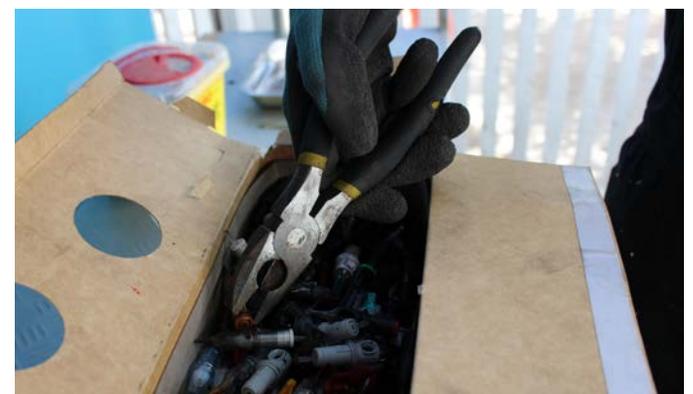


105	106
107	108
109	110

Figura de 105 a 110:

105-110. Proceso de desarme depósito para cortopunzantes de cartón.

Fotografías de origen propio.





111	112
113	114
115	116

Figura de 111 a 116:

111-112. Proceso de desarme depósito para cortopunzantes de plástico.

113-116. Proceso de desarme de cartucho marca kwadron.

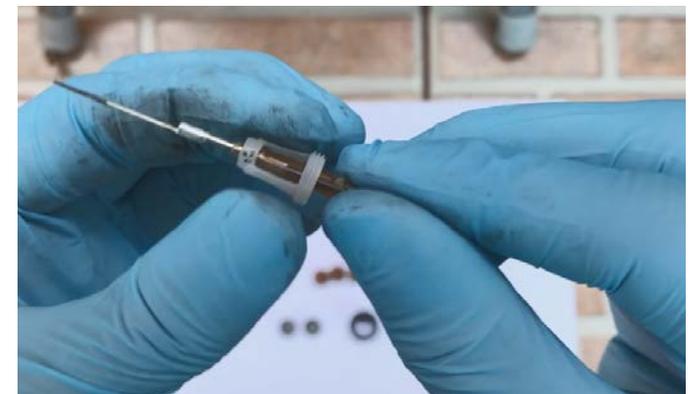
Fotografías de origen propio.

117	118
	119
120	121

Figura de 117 a 121:

117-118. Proceso de desarme de cartucho marca kwadron.
 119. Alcohol gel utilizado para lavar las carcassas de los cartuchos post desarme.
 120. Cartuchos lavados y pasados por colador.
 121. Cartuchos dejándose secar al sol.

Fotografías de origen propio.



Para reducir la contaminación de los equipos usados en los procesos posteriores al desarme, los cartuchos desarmados se sometieron a un lavado de agua y cloro, dejándolos reposar durante 24 horas en esa solución. Pasado este tiempo los cartuchos son colados y expuestos a radiación uv.



De los 8,5k kg de cartuchos de tinta recolectados en perfecto estado, se obtuvieron 7 kg de policarbonato listo para ser triturado. Se determinó, gracias al conocimiento de expertos de la industria del PC, que el lavado de los cartuchos para eliminar ciertos restos de tinta contaminada solo agregaría un gasto energético, ya que las temperaturas de trabajo del policarbonato son tan altas (290 °C), que cualquier residuo contaminante que presente un riesgo biológico posterior al reciclado queda descartado¹¹.



El resto de las partes que quedaron del desarme se dejaron guardadas en depósitos para objetos cortopunzantes, con el fin de buscar alguna aplicación para ellos en el futuro.



¹¹ Ver anexo 1.3

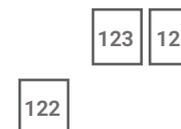


Figura de 122 a 124:

122. Pesaje de carcavas recolectadas.

123. Tapas de cartucho recolectadas.

124. Membranas interior de cartuchos.

Fotografía de origen propio.

Conclusiones preliminares

Existe un grado de peligrosidad en el desarme de los cartuchos, sin embargo, el uso de guantes para el manejo de objetos cortopunzantes y una adecuada concentración en la acción de desarme, disminuye la probabilidad de pinchazos. Los cartuchos tienen diferentes morfologías pero su desarme y sistema central es igual en todos los casos, lo único que varía es la cantidad de piezas que se obtienen del desarme. Sacar la tinta seca dentro de los cartuchos se dificulta con la carcasa intacta, el lavado podría descartarse según las propiedades del policarbonato, ya que el lavado para desinfectar se puede suplantar por el trabajo en altas temperaturas.

125	126
127	128

Figura de 125 a 128:

- 125. Carcasas desarmadas color gris.
- 126. Carcasas desarmadas color miel.
- 127. Carcasas desarmadas color verde.
- 128. Carcasas desarmadas color rosa.

Fotografías de origen propio.



1.3. Triturado



El triturado de las carcasas obtenidas de los cartuchos de tinta se realizó durante el mes de septiembre y noviembre del 2021 en la región Metropolitana, gracias al apoyo del Fablab Sinestesia, un espacio que apoya la innovación, creatividad y colaboración, ubicado en la comuna de Providencia.



Las carcasas obtenidas antes de ser trituradas se separaron por color, con el propósito de obtener y manejar diferentes variabilidades cromáticas posteriormente en los termoformados de la fase experimental.



Para el proceso se utilizó una trituradora obtenida por Sinestesia a través de "Real precious Plastic" con un motor de 2hp, la cual permite el triturado de 900 gramos de carcasas por hora. Esta cantidad de material triturado fue condicionado por la dureza del material y la potencia de la trituradora.



El triturado de las carcasas arrojó granos de un tamaño variable entre los 2 y 8 mm.



Conclusiones preliminares

La cantidad de material que es posible triturar por hora, depende estrictamente de la potencia que tenga la trituradora utilizada. Cada vez que se cambia el color de la carcasa a triturar es necesario limpiar el interior de la trituradora. El volumen del material se reduce un 50% aproximadamente después de ser triturado.



Figura de 129 a 132:

- 129. Trituradora de fabled sinestesia.
- 130. Dientes interiores trituradora sinestesia.
- 131. Diámetro de los triturados de carcasas.
- 132. Carcasas desarmadas y carcasas trituradas.

Fotografías de origen propio.

1.4. Conclusiones generales fase I

- **Figura 133:** Carcasas de color miel trituradas. Fotografía de origen propio.
- ↘ **Figura 134:** Carcasas de tonos azules trituradas. Fotografía de origen propio.

Es posible generar un catastro de los estudios independientes que existen en la región metropolitana y otras mediante el registro de quienes se contacten con el propósito de entregar sus residuos especiales. El diseño de un servicio que se enfoque en manejar específicamente los desechos del tatuaje podría tener un gran impacto en esta actividad.

El material es posible de desarmar con precaución tomando en cuenta las características cortopunzantes del residuo, utilizando las herramientas y equipo recomendados. Idealmente los tatuadores pueden desarmar sus cartuchos después de terminar la sesión de tatuaje, ya que la probabilidad de un pinchazo se reduce considerablemente en comparación al manejo del residuo sin desarmar en los contenedores.

Triturar es sencillo, y el tiempo que tome este paso depende de la capacidad y potencia de la trituradora que se utilice, el tamaño de grano que se puede obtener va desde los 2 milímetros hasta los 8 milímetros, tamaños aceptables para posteriormente trabajar el material con procesos de termo moldaje.

La Fase I de la experimentación que consistió en preparar el material para su posterior validación en la estandarización del reciclaje de carcasas, arrojó resultados positivos y nuevas directrices que el proyecto podría tomar más adelante. El material logró ser recolectado en grandes cantidades, desarmado sin accidentes y triturado sin problemas.

El método de trabajo para el material que se determinó según las propiedades ya conocidas del material, tipo de reciclaje, que en este caso fue el mecánico y la maquinaria de termo moldeo disponible, fue el de prensado por medio de platos calientes.



A large pile of dark, irregularly shaped particles, possibly seeds or small stones, is spread out on a dark, flat surface, likely a tray or a piece of fabric. The particles are densely packed and have a rough, crystalline appearance. The background is a light-colored surface, possibly a table or countertop.

2. FASE II: Validación

La fase II de la etapa experimental tuvo lugar en el departamento de ingeniería civil y ambiental de la Universidad del Bio Bio, durante fines de noviembre y principios de diciembre del año 2021.



2.1. Molde

El diseño del molde para posteriormente obtener probetas en formato de láminas, estuvo condicionado al espacio de trabajo útil que poseía la prensa de platos calientes utilizada (55cm x 55 cm x 10 cm).

La prensa a la cual se pudo obtener acceso en la Universidad del Bio Bio, fue una LAB PRESS MACHINE modelo ZL - 3022 marca Dongguan Zhongli Instrumente Technology Co Ltd.

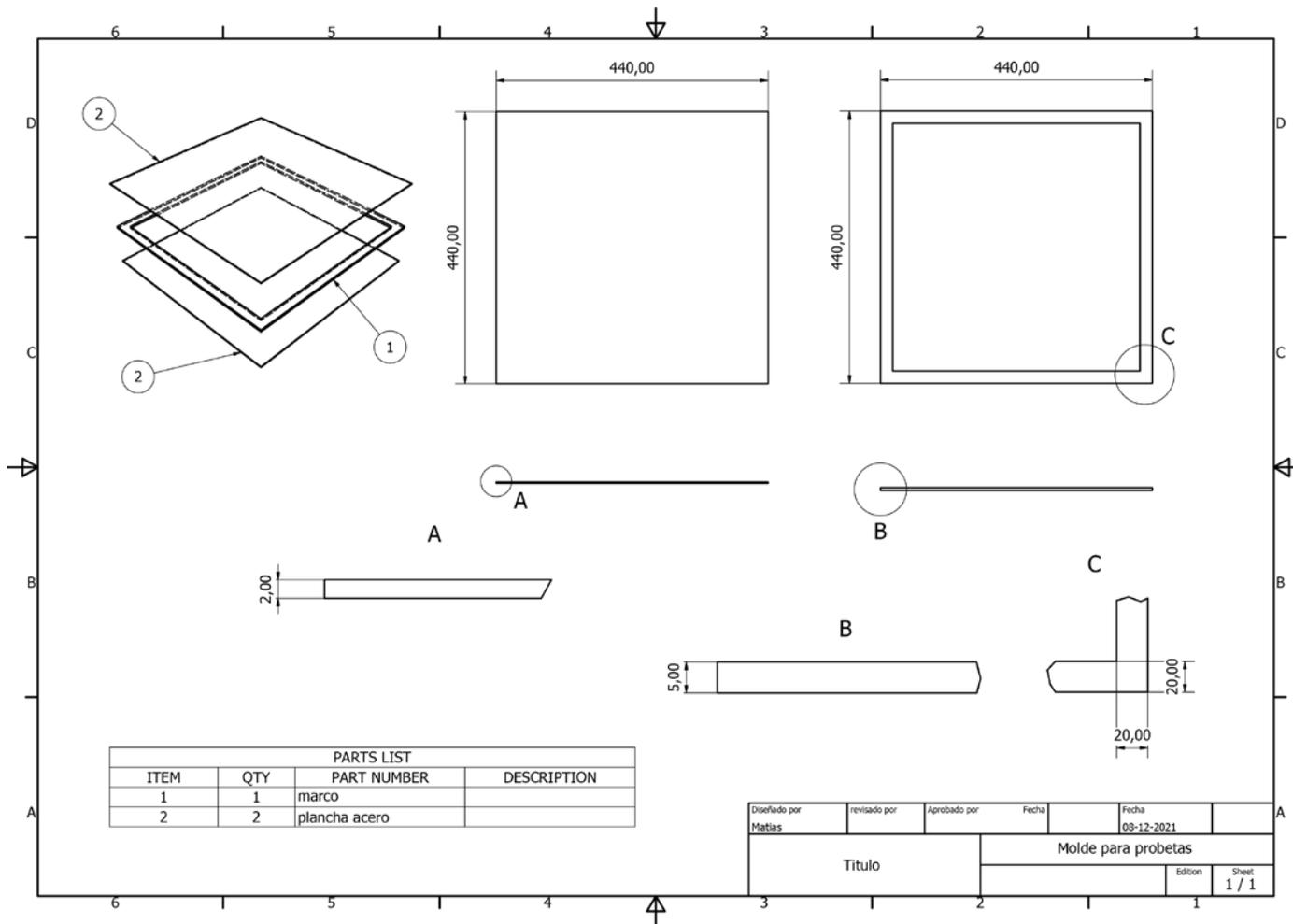
Una vez obtenidos los datos del espacio de trabajo útil de la prensa, se inició la creación de los planos del molde y su posterior fabricación el 8 de noviembre del 2021 en Santiago de Chile, Región Metropolitana.

↑ **Figura 135:** Departamento de ingeniería civil y ambiental Universidad del Bio Bio. Fotografía de origen web.

→ **Figura 136:** Prensa de platos calientes automatizada, Universidad del Bio Bio. Fotografía de origen web
Figura 136: Detalle. Origen web.

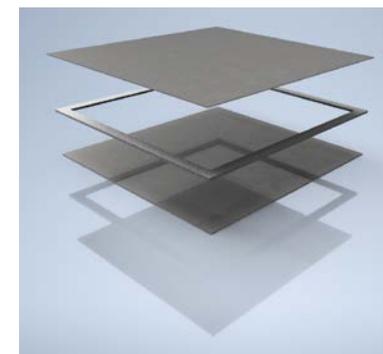


2.1.1. Planos molde



↙ **Figura 137:** Planos molde de las probetas. Origen propio

↓ **Figura 138:** Render molde de probetas. Fotografía de origen propio.



139	140
141	142

Figura de 139 a 142:

139-140. Dimensionado perfil de fierro.
 141-142. Dimensionado plancha de acero inoxidable para el molde.

Fotografía de origen propio.

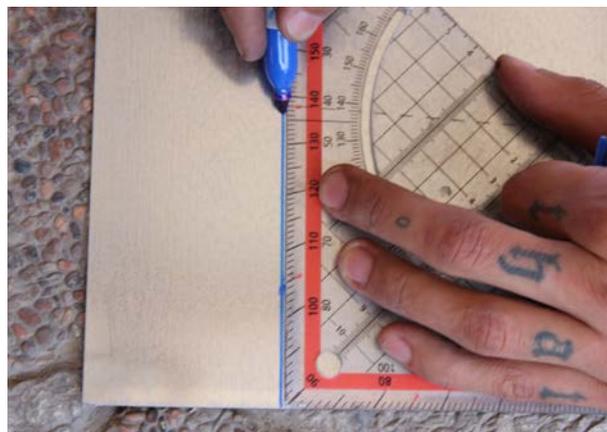
Primero se dimensionó un perfil de fierro de medidas $6\text{ m} \times 1,5\text{ cm} \times 5\text{ mm}$ en cuatro cortes de 44 cm de largo y cuatro cortes de 42 cm de largo con un esmeril equipado con disco de corte.



2.1.2. Fabricación del molde

El proceso de fabricación del molde que dio origen a las probetas se dividió en los siguientes pasos ilustrados en las fotografías.

Segundo, se dimensionan en una plancha de acero de $1\text{ m} \times 60\text{ cm} \times 1\text{ mm}$ dos placas cuadradas de $44\text{ cm} \times 44\text{ cm}$, también con un esmeril equipado con disco de corte.



Los ocho cortes -dimensionados en la primera parte- están dispuestos de forma en que el resultante sea un marco de *40 cm x 40 cm* en el interior y *44 cm x 44 cm* en el exterior. Una vez ordenados, estos son prensados y soldados.

143	144
145	146



Figura de 143 a 146:

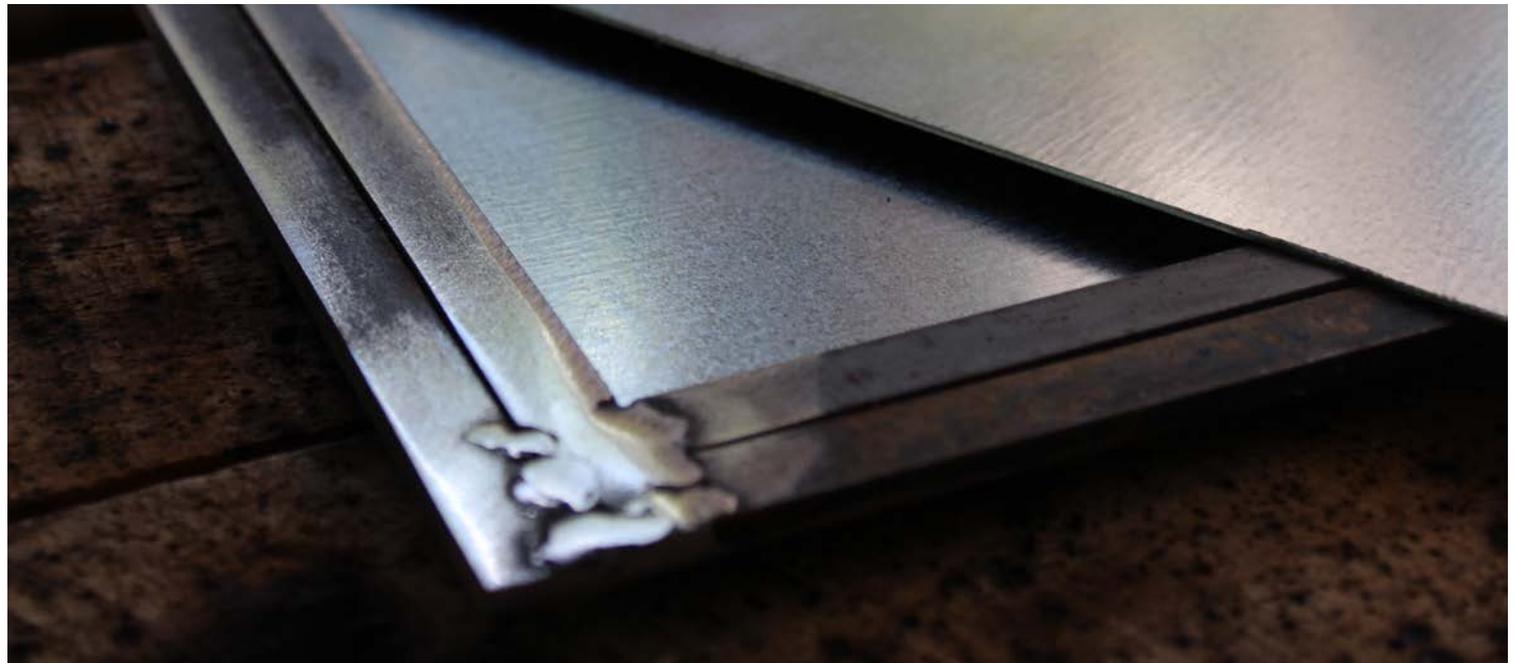
Proceso de soldado marco del molde. Fotografía de origen propio.

- **Figura 147:** Proceso de desbaste de soldaduras marco del molde. Fotografía de origen propio.
- ↘ **Figura 148:** Marco de hierro para el molde terminado. Fotografía de origen propio.



Cambiando el disco de corte por uno de desbaste, se pulieron las soldaduras con el propósito de permitir un contacto homogéneo entre la superficie de las placas de acero y el marco de hierro.

Obteniéndose como resultado final el molde de la fotografía.



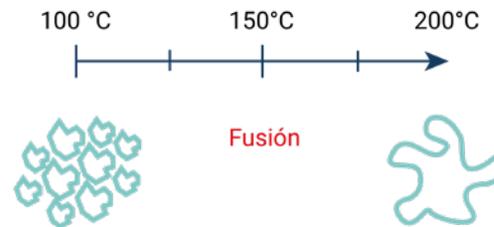
2.2. Análisis de temperatura

El análisis dinámico mecánico (DMA) realizado previo a la experimentación con el material en la prensa de platos calientes, entregó la información necesaria acerca de la temperatura de ablandamiento del policarbonato reciclado. El material soporta una temperatura de 150 grados centígrados antes de alcanzar su punto de fusión.

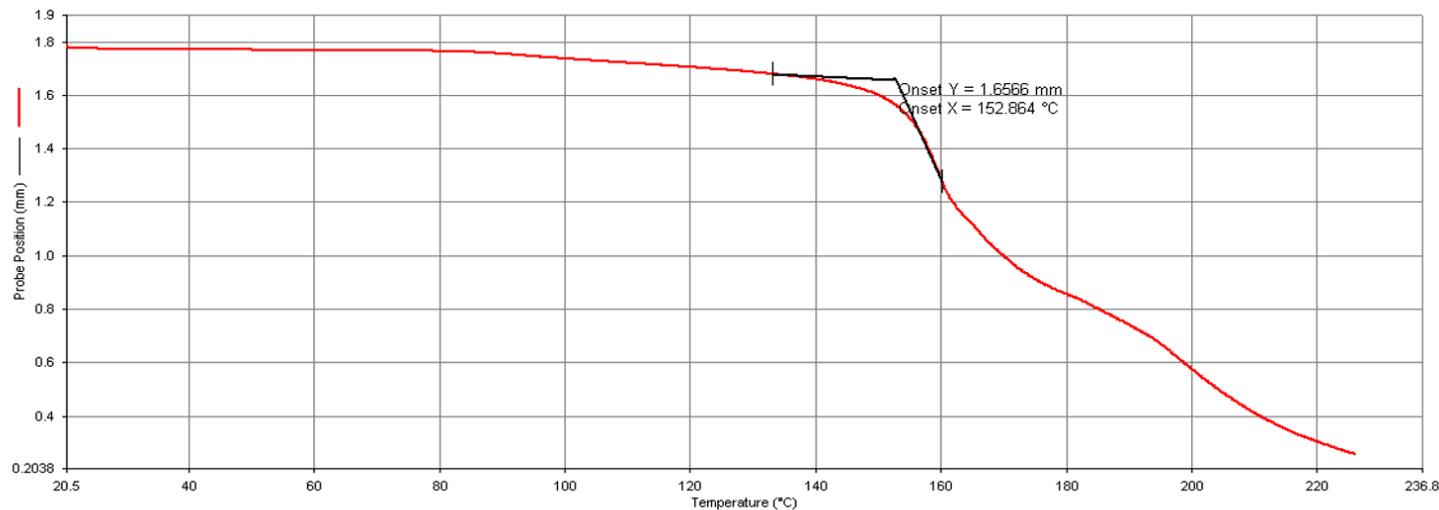
Para efectos de asegurar que el material se derritiera en la prensa, la temperatura asignada fue de 200 grados centígrados. Esta se cambió a 204 grados centígrados en su momento, ya que la temperatura de los platos comenzó a tener una variación de 4 grados menos en

comparación con el indicador de temperatura.

Al obtener la primera probeta se optó por mantener la temperatura de 200 grados y variar la fuerza de compresión, como también el tiempo. Esto con el fin de evitar una posible quema del material el cual ya había sobrepasado por 50 grados centígrados su punto de fusión.



- **Figura 149:** Cambio de estado policarbonato reciclado según temperatura. Origen propio.
- ↘ **Figura 150:** Análisis dinámico mecánico realizado previo a la experimentación con el molde y la prensa de platos calientes. Origen UBB.



2.4. Proceso de prensado

El 29 de noviembre del 2021 en la Universidad de Bio Bio se da inicio a las pruebas de prensado con el material recolectado en las fases anteriores con el apoyo del ingeniero Boris Moya y el profesor Mario Nuñez, finalizando el 4 de enero del 2021.

Se utilizó el 100% del material triturado, obteniendo 11 probetas en total. A las cuales se les realizaron análisis de las variables tomadas en consideración durante y después del proceso.

Previamente, el profesor Mario Nuñez había realizado un Análisis Dinámico Mecánico (DMA) al material para determinar su temperatura de ablandamiento. Haciendo pruebas del material con una temperatura de 200 grados celsius es posible derretir el material y obtener un buen resultado.

2.4.1. Ejecución del proceso de prensado

Según los cálculos de densidad del material en relación con el molde fabricado para realizar las pruebas, fueron necesarios 970 gr de polícarbonato reciclado para obtener una probeta.



Esta cantidad de material se pesó en una balanza digital para luego ser dispuesto en el interior del molde, el cual debe estar previamente preparado. En este caso se utilizó teflon de cocina para evitar que las probetas se añadieran a los metales del molde.



Las primeras probetas se realizaron con material de un solo color por separado, y posteriormente se mezclaron diferentes colores y transparencias de material.



154 155

153 156 157

Figura de 153 a 157:

- 153. Carcasas de color gris traslucido trituradas.
- 154. Pesado de carcasas para una probeta.
- 155. Dimensionado teflón.
- 156. Disposición de las carcasas trituradas en el interior del molde ya preparado.
- 157. Colocación del teflón encima del material y las otras partes del molde.

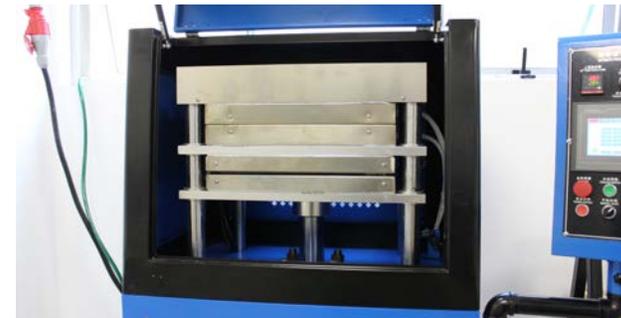
Fotografía de origen propio.

158 159
160 161
162

Una vez dispuesto el material en el molde, se introduce en la prensa de platos calientes, la cual fue configurada previamente a 900 segundos , con una temperatura de 200°C y una fuerza de compresión de 40 Kg/cm².

Figura de 158 a 162:

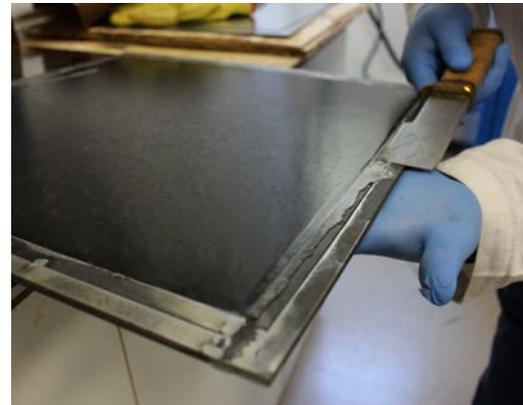
- 158. Molde listo para ingresar a la prensa.
- 159. Ingreso del molde a la prensa de platos calientes.
- 160. Verificación de la configuración, tiempo, fuerza de prensado y temperatura.
- 161. Molde prensándose en la prensa de platos calientes.
- 162. Molde siendo ingresado en los platos para enfriar.



Fotografías de origen propio.

Ya terminado el proceso de prensado, la prensa comienza a liberar el molde, el cual se encuentra a 230°C, para luego ser enfriado en los platos inferiores. La prensa utilizada tenía la capacidad de enfriar exactamente de la forma en la que se comprimió el material, pero esta vez con un flujo de agua a temperatura ambiente, circulando por los platos inferiores.





Con el molde enfriado entre 10 y 15 minutos, la probeta está lista para desmoldar. Con mucho cuidado se quita el teflón y se despega la probeta del marco.



Figura de 163 a 167:

- 163. Desmontado plancha de acero inoxidable.
- 164-165. Desmontado teflon
- 166. Despegado rebabas del borde.
- 167. Primera probeta de las carcassas recicladas.

Fotografías de origen propio



El resultado es una placa de policarbonato reciclado de 40 cm x 40 cm x 5 mm de espesor, obtenida de los cartuchos de tinta para el tatuaje.

2.4.2. Análisis de tiempo

Una vez determinada la temperatura con un resultado exitoso, se comenzó a estudiar la variable del tiempo. Se realizaron 3 pruebas sometiendo al material a una temperatura de 200 grados centígrados con una fuerza de 70 Kg/cm² durante 300, 600 y 900 segundos. En todos los casos el tiempo de enfriamiento fue igual al tiempo de prensado.

- **Figura 168:** Probeta 1.
Fotografía de origen propio
- ↳ **Figura 169:** Ficha técnica
probeta 1. Origen propio.

Probeta 1



Proceso	Color	T°	Cantidad	Tiempo	Kg / cm 2	Observaciones
Prensado de platos calientes	Gris	200 °C	970 gr	5 min	70	Es posible observar una gran cantidad de burbujas de tamaños variados en el interior de la probeta. En el centro de la probeta se aprecian algunas perforaciones. La tinta no alcanza concentrarse en puntos específicos.

Probeta 2



- ← **Figura 170:** Probeta 2.
Fotografía de origen propio.
- ✓ **Figura 171:** Ficha técnica
probeta 2. Origen propio.

Proceso	Color	T°	Cantidad	Tiempo	Kg / cm 2	Observaciones
Prensado de platos calientes	azul	200 °C	970 gr	10 min	70	<p>Se observa una reducida cantidad de burbujas, casi nulas.</p> <p>No hay perforaciones en la superficie.</p> <p>La tinta no se acumula en sitios específicos, parece estar disersandose hacia los bordes.</p>

- **Figura 172:** Probeta 3.
Fotografía de origen propio.
- ↘ **Figura 173:** Ficha técnica
probeta 3. Origen propio



Probeta 3

Proceso	Color	T°	Cantidad	Tiempo	Kg / cm 2	Observaciones
Prensado de platos calientes	miel	200 °C	970 gr	15 min	70	<p>Se aprecian burbujas de un tamaño homogéneo en el interior del material.</p> <p>La tinta se concentró en puntos específicos.</p> <p>No se observan perforaciones en la superficie.</p>

Conclusion relativa

La variable tiempo determina la cantidad de burbujas del material, el flujo de tinta que no se pudo limpiar de las carcacas y la integridad de la superficie. La excesiva cantidad de burbujas en el interior de la probeta podría comprometer la resistencia del material frente a esfuerzos de tracción y flexión. Se recomienda dejar el material en un rango de 10 a 15 minutos. El color del policarbonato podría estar relacionado a la cantidad y tamaño de las burbujas.

2.4.3. Definición de presión aplicada a las muestras

Se aplicaron 4 presiones distintas en el proceso de experimentación, sin variar la temperatura y el tiempo. Las presiones utilizadas fueron de 40,50,70 y 80 kg por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

Si la presión de prensado es de $40 \text{ kg}/\text{cm}^2$ la plancha posee un menor porcentaje de translucidez, a diferencia de una plancha a la cual se le aplicaron $50 \text{ kg}/\text{cm}^2$. Sin embargo, a partir de estos $50 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ el porcentaje de translucidez aumenta de manera casi imperceptible.

Proceso	Color	T°	Cantidad	Tiempo	Kg / cm 2	Observaciones
Prensado de platos calientes	Gris	200 °C	970 gr	15 min	40	<p>Se aprecian burbujas en el interior de la muestra.</p> <p>El material posee un bajo porcentaje de traslucidez.</p> <p>No hay perforaciones o irregularidades en su superficie.</p>

- ↓ **Figura 174:** Probeta color miel contraluz. Fotografía de origen propio.
- Figura 174:** Detalle
- ✓ **Figura 175:** Ficha conclusión según presión aplicada $40 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

Origen propio.



176

177

178

Figura de 176 a 178:

176. Ficha conclusión según presión aplicada 50 kg/cm².

177. Ficha conclusión según presión aplicada 70 kg/cm².

178. Ficha conclusión según presión aplicada 80 kg/cm².

Origen propio.

Proceso	Color	T°	Cantidad	Tiempo	Kg / cm 2	Observaciones
Prensado de platos calientes	Miel	200 °C	970 gr	15 min	50	<p>Se aprecian burbujas de un tamaño homogéneo en el interior del material.</p> <p>La tinta se concentró en puntos específicos.</p> <p>Presenta un porcentaje de traslucides mayor que la prueba anterior.</p> <p>No se aprecian irregularidades en la superficie.</p>

Proceso	Color	T°	Cantidad	Tiempo	Kg / cm 2	Observaciones
Prensado de platos calientes	Gris	200 °C	970 gr	15 min	70	<p>Se aprecian burbujas de un tamaño homogéneo en el interior del material.</p> <p>La tinta se concentró en puntos específicos.</p> <p>No se observan perforaciones en la superficie.</p> <p>Traslucides sin cambios en comparación con la probeta anterior</p>

Proceso	Color	T°	Cantidad	Tiempo	Kg / cm 2	Observaciones
Prensado de platos calientes	Blanco y negro solido - Gris	200 °C	970 gr	15 min	80	<p>Se aprecian burbujas de un tamaño homogéneo en el interior del material.</p> <p>La tinta se concentró en puntos específicos.</p> <p>No se observan perforaciones en la superficie.</p> <p>Los diferentes colores de carcasas se mezclaron sin problemas.</p>

2.4.4. Análisis cromático

Los resultados cromáticos de las probetas elaboradas en la etapa experimental, son dependientes del pigmento que tenían los cartuchos recolectados y desarmados previamente. Con el propósito de obtener diferentes resultados, los cartuchos una vez desarmados se separaron por color, para luego ser triturados por separado. Los colores obtenidos se clasificaron como gris, miel, azul, verde-rosa y negro-gris sólido.



Para obtener aún más variables cromáticas, se hizo mezcla de los diferentes colores en las probetas. Estas mezclas se hicieron proporcionales a la cantidad de material triturado disponible.



Los colores utilizados no son muy apreciables a simple vista en las probetas ya prensadas, si cuando se exponen a contraluz, esto en el caso de los colores con transparencia. Los colores sólidos no permiten el paso de la luz, pero sí poseen una apariencia visual y cromática interesante.

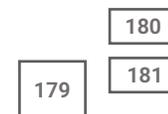


Figura de 179 a 181:

- 179. Colores de cascaras trituradas.
- 180. Preparación de probeta con diferentes tipos de cascaras trituradas.
- 181. Sacado de rebabas probeta multi cascaras.

Fotografías de origen propio.

182 183

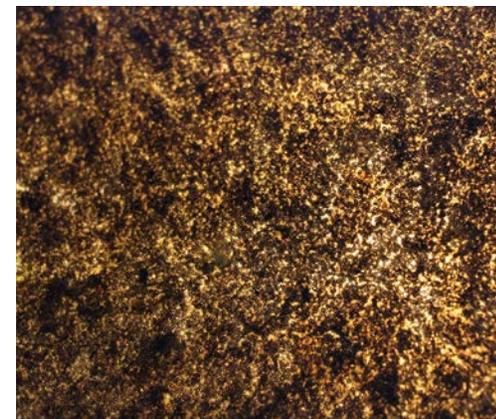
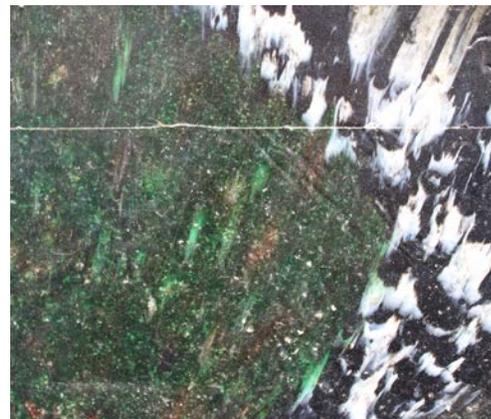
184 185

186 187

Figura de 182 a 187:

- 182. Probeta color miel / gris.
- 183. Probeta multi color.
- 184. Probeta colores sólidos.
- 185. Probeta color miel contraluz.
- 186. Probeta color miel/ gris contraluz.
- 187. Probeta con más carcassas color gris que miel.

Fotografías de origen propio.



Conclusion relativa

Es probable que la tinta provoque un oscurecimiento de la superficie del material, dándole una apariencia mate. Las carcasas trituradas podrían ser lavadas luego de ser trituradas para conseguir sacar algún porcentaje de tinta. La luz parece un factor importante, el cual se relaciona de manera interesante con el material, lo cual podría abrir directrices interesantes en cuanto a diseño.

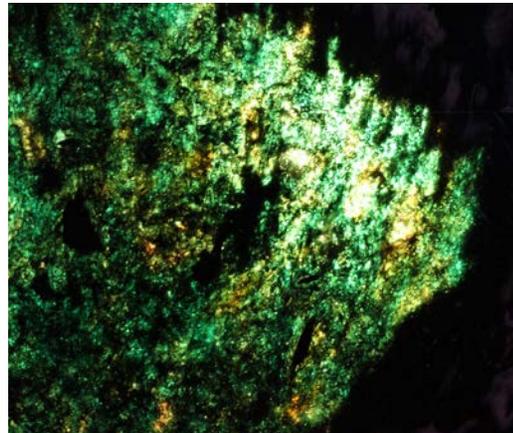
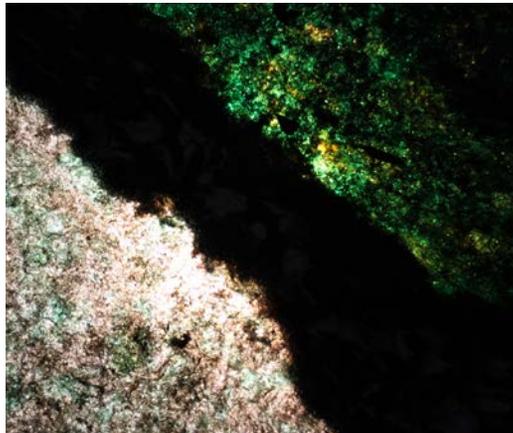


Figura de 188 a 191:

188. Probeta de tonos azulinos, prensada con poca presión.

189. Probeta multicolor contraluz.

190. Parte de carcasas verde probeta multicolor contraluz.

191. Corte de probeta.

Fotografías de origen propio

2.5. Conclusiones generales fase II

El material respondió de buena manera ante el prensado de platos calientes. La temperatura de fusión fue menos de lo esperado en comparación con los datos que fueron entregados por parte del personal de PLAZIT Polygal. Se estima que se debe a la cantidad de material con la que ellos trabajan en comparación con las experimentación a baja escala que se realizaron en esta fase. Fuerza, temperatura y tiempo son los ejes fundamentales en un buen resultado.

Las temperaturas y el comportamiento del material dan indicios de otros posibles métodos de trabajo por calor, como por ejemplo: Extrusión e inyección.

El color del material se pierde un poco en las pruebas. Es posible que un lavado post triturado reduzca la opacidad del material, aunque a contraluz el color se manifiesta sin problemas.

3. Conclusiones preliminares de la etapa de Experimentación

El tatuaje sin duda alguna está experimentando una acelerada demanda. La cantidad de tatuadores y estudios de tatuajes independientes aún es desconocida, pero se estima

que el numeral sobre pasaría la cantidad de tatuadores inscritos actualmente en el registro nacional de tatuadores. La recolección de los cartuchos fue sencilla y se logró hacer un pequeño mapeo de los lugares visitados, además de identificar la alta necesidad de un ente específico que se encargue de los desechos del tatuaje.

Preparar el material para su reciclaje es posible con el uso de máquinas de potencia media, además de tomar todas las medidas de seguridad necesarias. Si los tatuadores se vincularan con el proceso, sería de mucha ayuda, ya que el riesgo de un accidente con pinchazos de agujas se reduciría drásticamente.

El trabajo de material en platos calientes es efectivo con el policarbonato recuperado de los cartuchos de tinta, dejando abierto el camino hacia la prueba de nuevos procesos que vinculan los ejes de temperatura, fuerza y tiempo. Cromáticamente, prensar en platos calientes otorga resultados llamativos e interesantes a la vista. Por lo que el separar y triturar los cartuchos por color es un proceso de mucha importancia si lo que se quiere en procesos futuros es obtener una variedad de texturas y colores.

CAPÍTULO VI: CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL

↓ **Figura 192:** Corte de probeta. Fotografía de origen propio



La caracterización del material se realizó vinculando dos ejes fundamentales, la trabajabilidad y la experiencia sensitiva material. La primera consistió en el sometimiento del material al trabajo con diferentes procesos, delimitando sus posibilidades de trabajabilidad frente a diferentes herramientas y maquinarias. El segundo eje se abordó desde una caracterización expresivo material, validada mediante la aplicación de un análisis perceptivo emocional a 15 tatuadores de la comuna de Santiago centro, Región Metropolitana, Santiago de Chile, durante diciembre del 2021.



**1. Trabajabilidad
del material**

- ↘ **Figura 193:** Ventajas y desventajas de la esterilización por autoclave. Origen propio.
- ↘ **Figura 194:** Iconografía resumen de variables aplicadas. Origen propio.

Con el propósito de validar el material obtenido, este se sometió a ensayos mecánicos, esterilización, y mecanizado de herramientas tanto manuales como digitales, registrando los comportamientos físicos y la factibilidad de trabajo en cada uno de los procesos efectuados.

1.1. Pruebas de esterilización

El autoclave es uno de los métodos mas eficientes para esterilizar o desinfectar material no termosensibles. Uno de los puntos fundamentales en la experimentación era la posibilidad de autoclavar el material, sin que este sufriera algún tipo de alteración negativa.

Las pruebas se realizaron durante el mes de diciembre del 2021, en la comuna de La Cisterna, región metropolitana, Chile, gracias al apoyo de la empresa de metrología y calibración AMC spa, la cual otorgó el uso de un autoclave con una capacidad suficiente para efectuar las pruebas sin problemas.

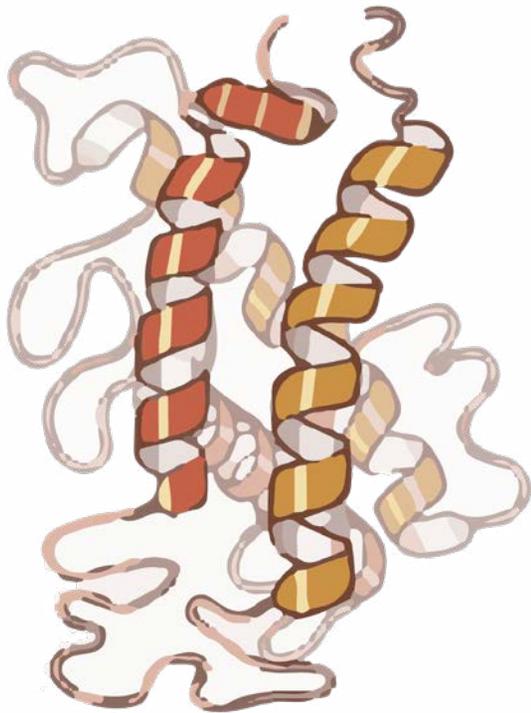
Según la Norma General Técnica n°199¹², sobre esterilización y desinfección de alto nivel para establecimientos de salud publicada por el MINSAL, todo material que ingresa o entra en contacto con cavidades o tejidos normalmente estériles, debe ser esterilizado si se busca reutilizar. Si el método utilizado es el autoclave, para una correcta esterilización, al objeto u herramienta se le debe aplicar una temperatura de 121 grados centígrados a una presión de 15 psi.

¹²Datos obtenidos del MINSAL



Método	Ventajas	Desventajas
Esterilización por presión y temperatura	<ul style="list-style-type: none"> No tóxico Rápido No contamina el ambiente Capaz de penetrar envoltorios Facil de controlar y monitorizar cumplimiento de ciclos, certificable Efectivo para eliminar priones 	<ul style="list-style-type: none"> No compatible con material termosensible No elimina pirogenos Riesgo de quemadura

↳ **Figura 195:** ¿Que es un prion?. Origen propio.



¿Que es un prion?

Partícula infecciosa de naturaleza proteica que tiene la capacidad de transformar otras proteínas celulares normales en priones anómalos y que se encuentra en el origen de algunas enfermedades degenerativas del sistema nervioso central.

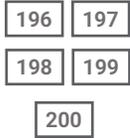


Figura de 196 a 200:

196-197. Corte de probeta previa a la esterilización.
 198. Probeta en el interior del autoclave.
 199. Indicador de tiempo y temperatura del autoclave.
 200. Manómetro indicador de presión del autoclave.

Fotografía de origen propio.



Conclusion relativa

El policarbonato reciclado de los cartuchos de tinta resiste las temperaturas y presiones requeridas para una esterilización por autoclave. Dejando en evidencia que una de las propiedades fisicoquímicas del material no es afectada luego de pasar por varios procesos de estrés.





El autoclave utilizado tenía una pequeña fuga de presión por lo que el indicador de temperatura se mantenía unos segundos en los 121 grados y volvía a los 120.

El ciclo se realizó dos veces consecutivas con el fin de someter la probeta a un estrés prolongado. Una vez acabado el segundo ciclo la probeta se sacó del autoclave para verificar si había sufrido algún cambio.

Conclusion relativa

El policarbonato reciclado de los cartuchos de tinta resiste las temperaturas y presiones requeridas para una esterilización por autoclave. Dejando en evidencia que una de las propiedades fisicoquímicas del material no es afectada luego de pasar por varios procesos de estrés.



Figura de 201 a 203:

Corte de probeta posterior a la esterilización. Fotografía de origen propio.

↓ Conclusión de la esterilización por autoclave. Tabla de origen propio

Proceso	T°	Tiempo	Presión	Observaciones
Esterilización por presión y temperatura	121°C	15 min	15 Psi	No hay indicios de deformación No hay daño en la probeta Mantuvo su estabilidad métrica

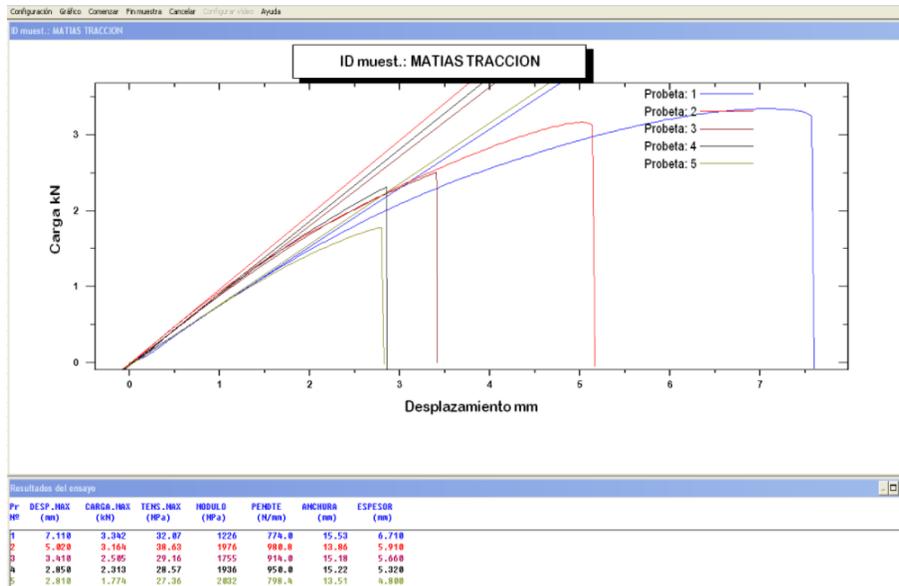
1.2. Ensayos de esfuerzo

Al material se realizaron ensayos de esfuerzo en flexión y tracción en una máquina Instron, ubicada en la universidad del Bio Bio durante el mes de diciembre del 2021. Para esto se dimensionan 5 probetas para flexión y 5 para tracción.

Las probetas de flexión se dimensionaron según la norma ANSI D790-10 para plásticos reforzados. Mientras que las probetas de tracción, se dimensionaron según la norma ANSI D638 para propiedades de tracción de los plásticos.



Flexión



↑ **Figura 204:** Probetas para ensayos de esfuerzo. Origen UBB.
 ← **Figura 205-206:** Gráfica resultados ensayos de flexión. Origen UBB.

Probeta Número	Anchura (mm)	Profundid (mm)	Desplazmto		Pendiente (YoungMan) (N/mm)	Módulo (YoungMan) (MPa)	Tensi
			fluencia carga m (mm)	Carga fluencia carga m (kN)			fluencia carga m (MPa)
1 M1	13,04	6,62	11,72	0,349	46,47	568,7	52,22
2 M2	13,32	5,51	9,426	0,298	40,35	838,5	63
3 M3	15,34	5,71	12,74	0,3584	45,29	734,2	61,27
4 M4	14,41	5,28	8,845	0,2618	37,31	814,3	55,72
5 M5	13,44	5,03	5,759	0,1423	29,43	796,6	35,78
Media:	13,91	5,63	9,7	0,2819	39,77	750,4	53,6
Estándar							
Desviaci	0,95	0,609	2,725	0,0873	6,87	108,7	10,85

Los resultados obtenidos de los ensayos de flexión demuestran que según la presión con la que el material se prensó previamente, la mezcla o no de colores, la carga máxima que soporta el material es afectada.

Probetas prensadas arriba de 40 kg/cm² y sin ser mezcladas con otro color de residuo tienen mejor respuesta a la flexión. Lo que no significa que las demás probetas no resisten grandes cantidades de fuerza. La media de carga máxima es de 53,6 MPa, casi 40 MPa que el policarbonato virgen.

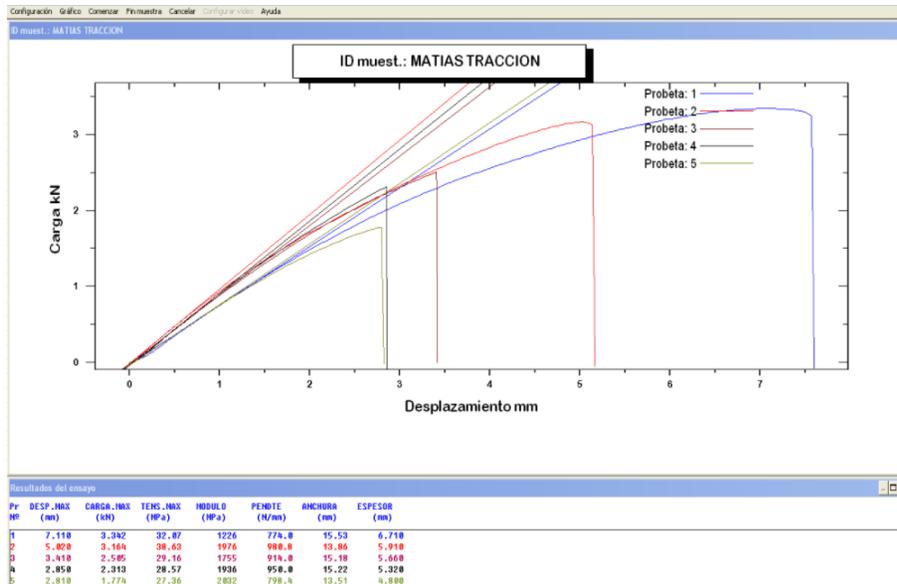


Figura de 207 a 210:

207. Probeta siendo testeada en flexión.
208. Probetas para ensayos de flexión.
209-210. Gráfica resultados ensayos de tracción.

Origen UBB

Tracción



Probeta	Desplazmto en la carga m. (mm)	Carga en la carga m. (kN)	Tensi3n en la carga m. (MPa)	Modulo (YoungAut) (MPa)	Pendiente (oungAut) (N/mm)	Anchora (mm)	Espesor (mm)
1 M1	7,11	3,342	32,07	1226	774	15,53	6,71
2 M2	5,02	3,164	38,63	1976	980,8	13,86	5,91
3 M3	3,41	2,505	29,16	1755	914	15,18	5,66
4 M4	2,85	2,313	28,57	1936	950	15,22	5,32
5 M5	2,81	1,774	27,36	2032	798,4	13,51	4,8
Media:	4,24	2,62	31,16	1785	883,5	14,66	5,68
Estandar Desviac i3n:	1,838	0,64	4,52	329	92,3	0,91	0,71

211 212

Figura de 211 a 212:

211. Probeta siendo testada en tracción.
212. Probetas para ensayos de tracción.

Origen UBB.

Conclusion relativa de los ensayos

El material obtenido posee una gran resistencia a la flexión y tracción. Con tan solo 5 milímetros de espesor en las probetas se obtiene una lámina capaz de orientarse a requerimientos de alto esfuerzo, considerando que el material mezclado y el prensado de 40 kg/cm² o menos, resta propiedades mecánicas.

El espesor del material en los ensayos de tracción, al igual que la pureza del material y la fuerza de compresión de la probeta, influyeron en los resultados obtenidos. Más espesor y mayor fuerza de compresión en las probetas darían como resultado un material mucho más resistente a la tracción. La media de carga máxima es de 26,2 MPa, siendo 20 MPa menos que el policarbonato virgen.



1.3. Mecanizado

Con el propósito de validar el material obtenido, este se sometió a diferentes procesos de mecanizado, registrando los comportamientos físicos y la factibilidad de trabajo en cada uno de los procesos efectuados.

1.3.1. Corte

Realizado con sierra caladora Skill 4400 con potencia de 400W sin inconvenientes, el uso de prensas y la rigidez del material permitió cortes limpios.

Producto de la dureza del material, es posible evidenciar las marcas de los dientes en la probeta. Al tacto los cortes son ásperos y presenta algunas rebabas, las cuales pueden ser limadas sin problema.

El resultado no varió en todas las probetas.



Figura de 213 a 215:

Testeo del material en corte con sierra caladora.

Fotografía de origen propio.

Frente a este proceso se produjo un residuo similar al aserrín, el cual perfectamente podría recolectarse para ser fundido nuevamente.

1.3.1. Perforado

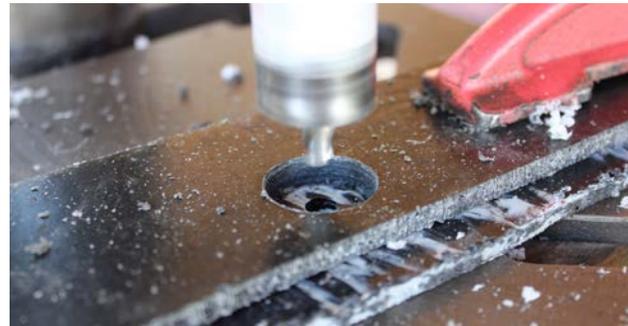
216 217
218 219
220

Se realizó con una broca corona de 12 mm en un taladro pedestal modelo TB 816/2 de potencia 375W. La broca en el caso de las probetas de material translúcido atravesó sin problemas, dejando una perforación limpia de bordes un tanto rasposos.

Figura de 216 a 220:

Testeo del material al perforar con taladro de pedestal.

Fotografía de origen propio.



La probeta de material no translúcido presentó un exceso de material derretido en los bordes de la perforación, a diferencia del material translúcido.

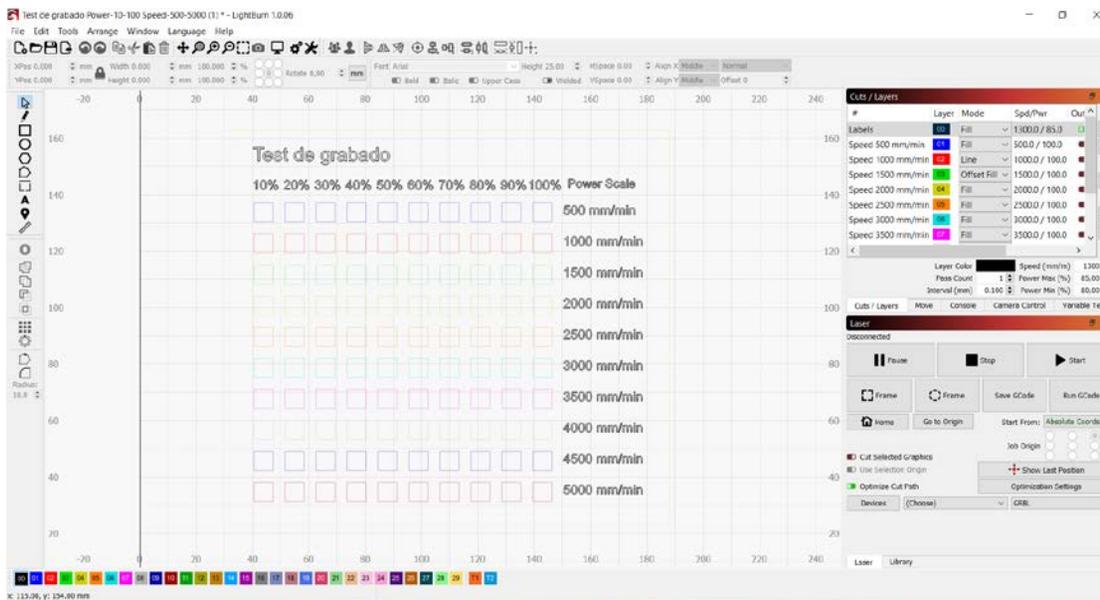
1.3.3. Grabado y corte láser

El material se sometió al grabado y corte láser realizando pruebas tomando en consideración dos variables: Potencia (%) y velocidad (mm/minuto). El propósito de esta prueba fue determinar la trabajabilidad del material en el uso de tecnologías computarizadas.

La cortadora láser tenía una potencia eléctrica de 7W, por esta razón esta máquina en específico solo se utilizó para el grabado y no para el corte.

Para determinar las configuraciones óptimas de grabado del material, se programó un ensayo con las diferentes potencias y velocidades que la máquina permite.

El ensayo tomó aproximadamente 35 minutos y entregó los resultados esperados, determinando que la potencia y la velocidad necesaria para obtener un grabado perfecto en el material es de 50% a 1000 mm para un láser con potencia eléctrica de 7w. El material no respondió bien al corte con este método, su dureza y resistencia a la temperatura no permite el proceso.

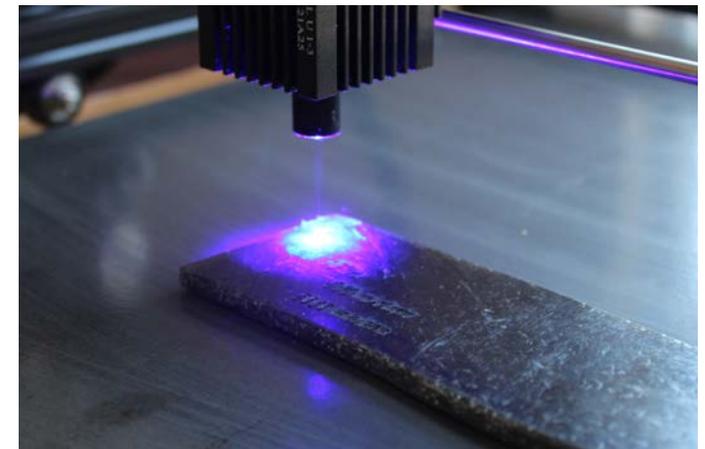
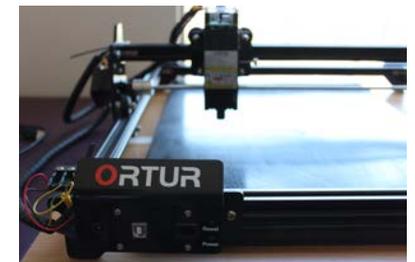


221
222 223

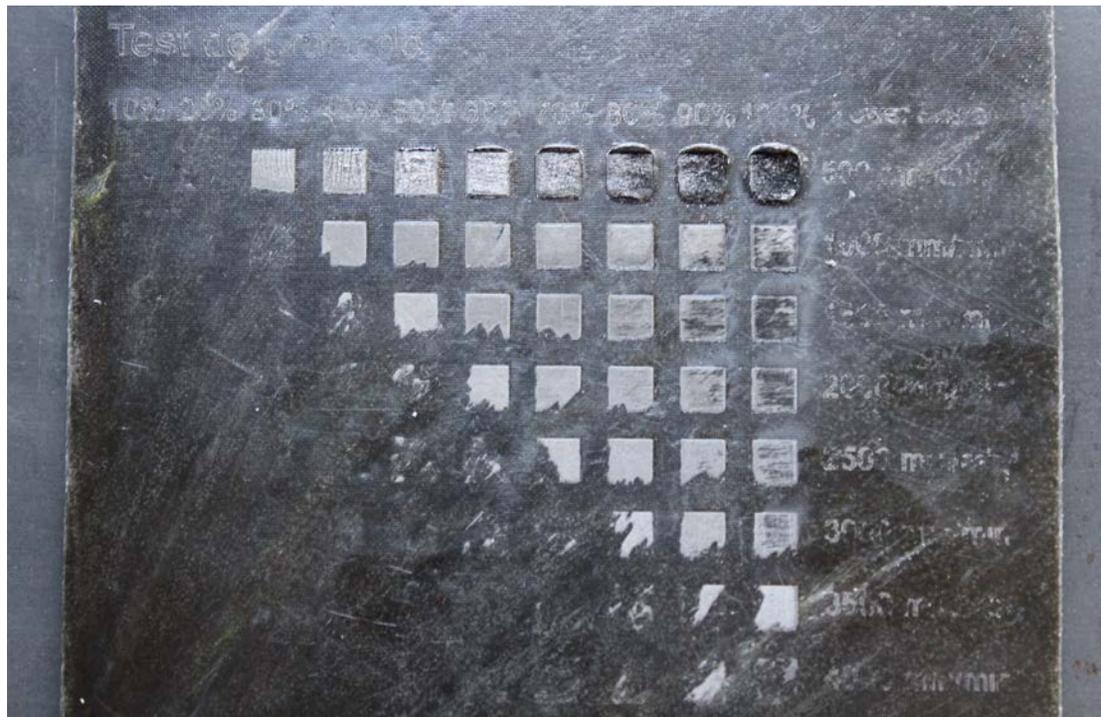
Figura de 221 a 223:

Testeo del material grabado con láser.

Fotografía de origen propio.



→ Figura 224-225: Testeo del material grabado con láser.
Fotografía de origen propio.



Proceso	Método	Observaciones
Corte	Caladora	El formato de lámina permite hacer cortes con caladora de manera sencilla. No hay un derretimiento del material producto del desgaste de la hoja de corte. El corte produce una especie de aserrín de policarbonato, el cual podría ser reciclado.

Proceso	Método	Observaciones
Perforado	Taladro de pedestal	Las probetas de material translúcido no demostraron un derretimiento en los bordes de la perforación. Las probetas de material sólido si presentan un derretimiento en los bordes de la perforación. Se libera un residuo al igual que en el corte. El material no presenta una resistencia que dificulte el proceso de perforación.

Proceso	Método	Observaciones
Grabado	Láser	Para una cortadora láser con potencia de 7w, la configuración de grabado óptima es de 50% a 1000 mm. Si la cortadora láser no tiene suficiente potencia el material no queda bien terminado para corte. Se emanan gases. Se recomienda el uso de mascarilla.

Proceso	T°	Tiempo	Presión	Observaciones
Esterilización por presión y temperatura	121°C	15 Min	15 Psi	No hay indicios de deformación No hay daño en la probeta Mantuvo su estabilidad métrica

1.4. Conclusiones preliminares

El material se comportó de buena forma ante los diferentes procedimientos de mecanizado, en algunos casos se produjo un residuo, el cual podría reciclarse sin problema al ser 100% policarbonato. Al tratarse de un termoplástico, su rigidez le permite el trabajo con herramientas sencillas sin problemas. Sin embargo, ciertos procesos podrían afectar el acabado, como por ejemplo el corte y grabado con láser. El taladro de pedestal fue una aproximación de lo que sería el trabajo en una router CNC, el cual se realizará fuera de los plazos del documento por motivos de accesibilidad.

226	
227	
228	
229	230

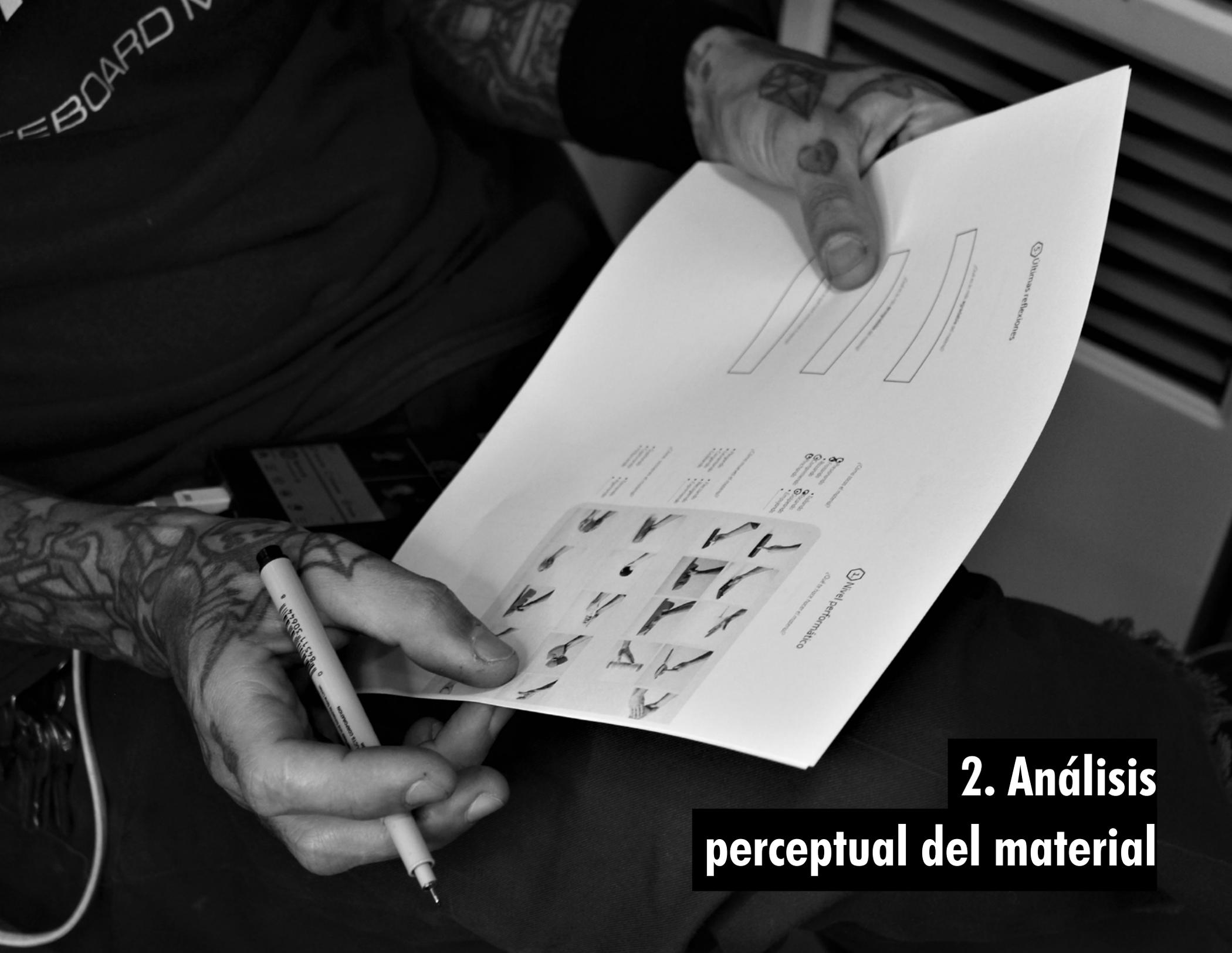
Figura de 226 a 230:

- 226. Conclusión trabajabilidad con sierra caladora.
- 227. Conclusión trabajabilidad con taladro de pedestal.
- 228. Conclusión trabajabilidad con corte láser.
- 229. Conclusión trabajabilidad con autoclave.
- 230. Conclusión ensayos de esfuerzo en tracción y flexión.

Origen propio.

Proceso	Carga máxima	Media	Probetas
Ensayo de flexión	61,27 Mpa	53,6 Mpa	5
Ensayo de tracción	38,63 Mpa	31,16 Mpa	5

KEYBOARD IV



2. Análisis perceptual del material

2.1. Caracterización expresivo - material

Tomando en consideración la influencia de los materiales en las relaciones producto-usuario la importancia de derivar la caracterización del material hacia la conceptualización y posterior proceso de diseño del proyecto, transforma el eje emocional en el marcador de directrices productivas y de desarrollo.

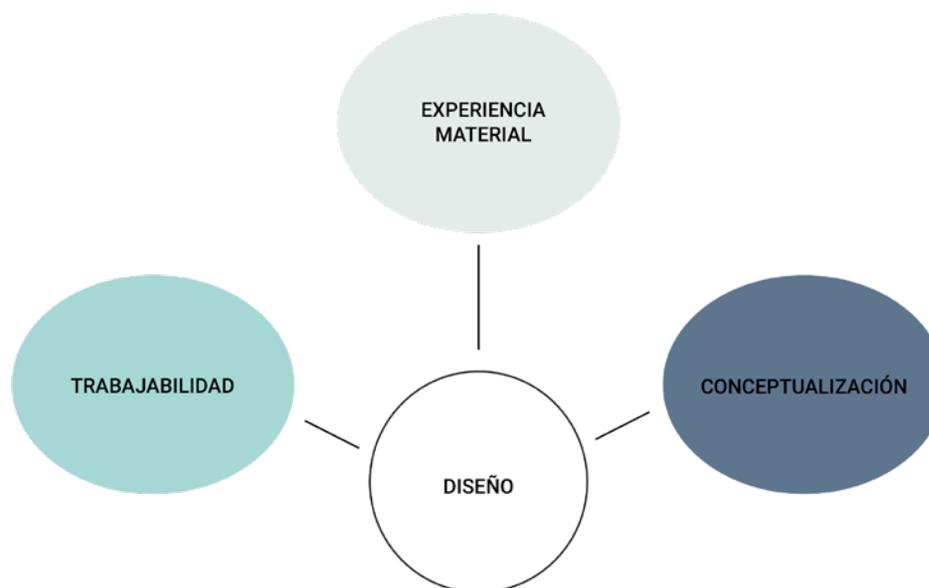
La emoción es un aspecto importante en nuestra relación cotidiana con los artefactos, bien sea cuando estos son utilizados o cuando nos disponemos a diseñarlos (Karana E., Barati, B., Rognoli V., Zeeuw Van Der Laan, A.; 2015). Si la finalidad del proyecto es devolver lo obtenido al lugar de origen, reduciendo el impacto ambiental, es imposible dejar de lado la relación pensamiento - sentimiento de los tatuadores frente al material, ya que la búsqueda de crear, proyectando un significado sostenible va estrechamente ligado a cómo se logra transformar la relación y visión de los tatuadores con sus desechos, permitiendo así la resignificación de los cartuchos más allá del concepto basura desechable.

Esta relación de la visión sostenible de un objeto, viene de las emociones que transmiten la durabilidad de estos mismos, algo totalmente distinto es lo que sucede actualmente con los tatuadores y un gran porcentaje de sus herramientas de trabajo, considerados productos desechables de consumo masivo. Por esto los

materiales deben ser vistos técnica y experimentalmente.

Para determinar si el material obtenido en la experimentación, arroja las emociones placenteras que se esperaban obtener, ya que son fundamentales para conceptualizar y posteriormente diseñar sosteniblemente, considerando la trabajabilidad del material y percepción de los tatuadores de él. Se hizo uso de un TOOL KIT obtenido de MATERIAL EXPERIENCE LAB,

↓ **Figura 231:** Pilares del diseño en la investigación. Origen propio.



→ **Figura 231:** Logo material lab experience. Fotografía de origen web.

↘ **Figura 233:** Tool kit nivel performático. Origen web.

un grupo de investigación de varios países que reúne a investigadores / profesionales que presentan formas únicas de comprender y diseñar (con) materiales para cambiar radicalmente y mejorar la relación que las personas tienen con los materiales y artefactos.



1. Nivel performático

¿Qué te hace hacer el material?

¿Cómo tocas el material?

- Presionando
- Frotando
- Rozando
- Comprimiendo
- Pinchando
- Tallando
- Tocando
- Golpeando
- Empujando
-



¿Cómo mueves el material?

- Plegando
- Levantando
- Cargando
- Doblando
- Flectando
- Recogiendo
- Exprimiendo
-



¿Cómo sostienes el material?

- Sujetando
- Capturando
- Pellizcando
- Tomando
- Agarrando
-



El tool kit consistió en un mapa de 4 niveles de experiencia diferentes: sensorial, interpretativo, afectivo, y performativo, entregándonos información de cómo estos niveles se interrelacionan en la experiencia del material. Este método utilizado en un corpus de 16 tatuadores se explica con mayor detalle en el punto 2.2 de este capítulo.

↓ **Figura 234:** Tool kit nivel sensorial, afectivo e interpretativo. Origen web.

2. Nivel Sensorial

¿Cómo describirías el material?

	-2	-1	0	1	2	
Duro		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Suave
Liso		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Rugoso
Mate		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Brillante
No reflectante		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Reflectante
Frío		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Cálido
No elástico		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Elástico
Opaco		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Transparente
Tenaz		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Dúctil
Fuerte		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Débil
Ligero		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pesado
Textura regular		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Textura irregular
Fibroso		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	No fibroso

3. Nivel afectivo

¿Qué emociones te provoca el material?

Intensidad

No placentero Placentero

4. Nivel interpretativo

¿Con qué asocias el material?

¿Como lo describirías?

Significado 1	Significado 2	Significado 3

→ **Figura 235:** Tool kit reflexiones. Origen web.

5. Últimas reflexiones

¿Qué es lo más agradable del material?

¿Qué es lo más desagradable del material?

¿Qué es lo que hace único este material?

Al utilizar los cuatro niveles de experiencia como estructura fundamental, el conjunto de herramientas proporcionó un conjunto de actividades y vocabularios que facilitaron un enfoque sistemático y ágil en la obtención del análisis perceptual tatuadores - material. Cada nivel se puede entender de la siguiente manera:

- 1. Nivel sensorial:** Nuestro encuentro con los materiales se da a nivel sensorial, a través del tacto, la visión, el olfato, el sonido y el gusto. Nos gusta la superficie lisa de una computadora portátil de metal y no nos gusta un mango de goma pegajoso. Descripciones como suave, pegajoso, caen bajo el nivel sensorial.
- 2. Nivel interpretativo:** El nivel interpretativo se refiere a cómo interpretamos y juzgamos los materiales, es decir, los significados que se adscriben luego de iniciado el encuentro sensorial. Descripciones como moderno, alta calidad, caen sobre este nivel interpretativo.
- 3. Nivel afectivo:** Podemos estar fascinados o despeccionados por las cualidades de un material que le dan forma a un producto en específico. Descripciones como fascinado, sorprendido, las cuales conciernen a las emociones que provocan los materiales caen bajo el nivel afectivo.

4. Nivel performativo: El nivel performativo enfatiza el rol activo de los materiales en la forma en la que hacemos las cosas, descripciones relacionadas con lo performativo y las acciones provocadas por los materiales como acariciar, retocar caen bajo esta categoría.

Cada uno de estos niveles de experiencia en materiales están muy entrelazados entre: sujeto - objeto - contexto - tiempo - atributos dependientes.

La forma y color del material son elementos fundamentales en el impacto emocional, éstos pueden provocar asombro, como también desagrado es por esto que el espectro de impacto también toma las cualidades materiales en los propósitos y significados que se le otorgan.

▾ **Figura 236:** Tatuadores respondiendo el análisis experiencial/emocional. Fotografía de origen propio.

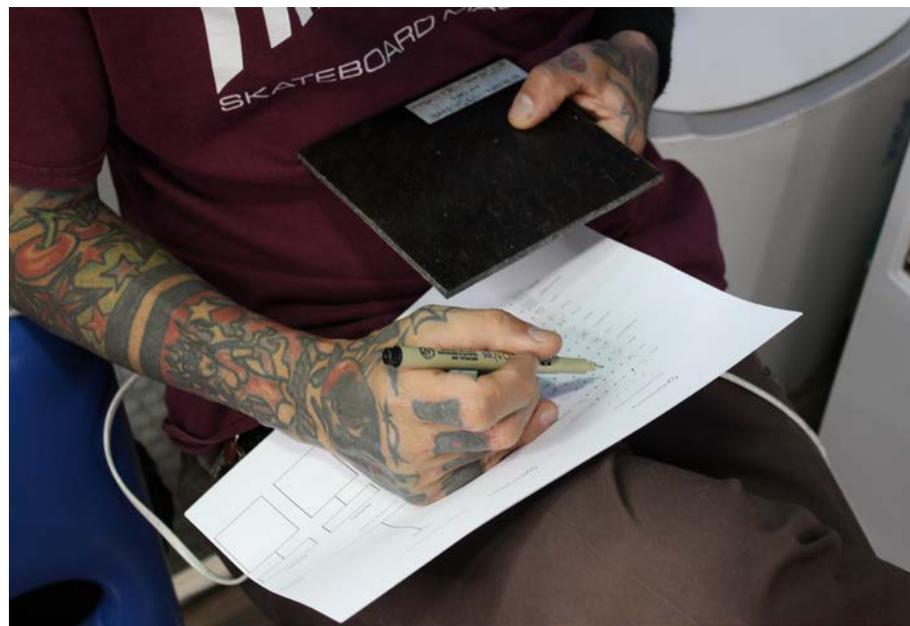


237
238 239

Figura de 237 a 239:

Tatuadores respondiendo el análisis experiencial/emocional.

Fotografía de origen propio.



2.2. Análisis de datos

Los mapas de análisis perceptual se les realizó a un total de 16 tatuadores¹³ pertenecientes a la comuna de Santiago centro. La toma de datos fue de manera presencial en los estudios de cada tatuador durante el mes de diciembre del 2021. Algunas fueron respondidas vía videollamadas con la previa entrega de una muestra y plantilla al tatuador.

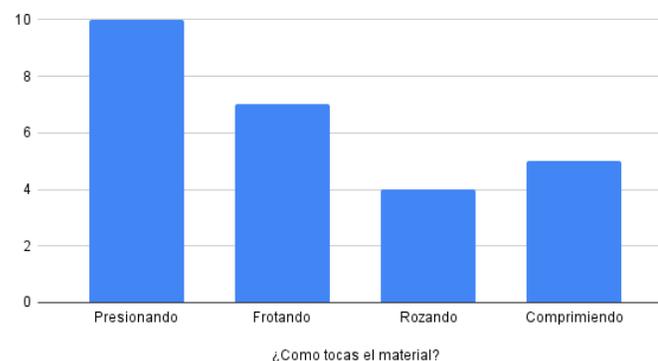
Cada análisis busca interpretar los datos obtenidos de los distintos niveles que abarcaba el mapeo perceptual, para un posterior entrecruzamiento de la información que marcó las directrices de la etapa conceptual y posterior diseño.

Como extra, con los tatuadores se platicó de manera informal acerca del material, posterior a la realización del mapeo, en donde cada uno dio ideas personales de posibles aplicaciones con el material para el mundo del tatuaje¹⁴.

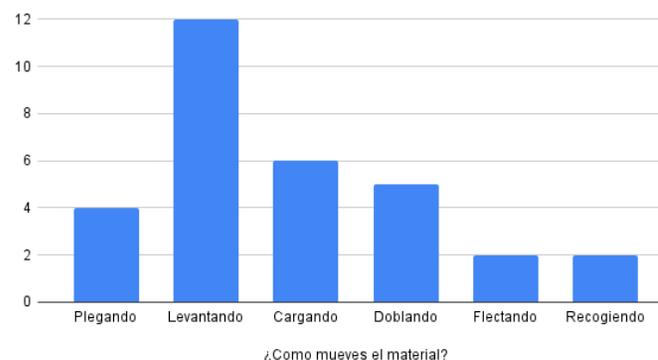
2.2.1. Análisis del nivel performativo

Las respuestas obtenidas apuntan a una interacción cargada hacia la dureza del material, propiedad que condicionan el tipo de respuestas marcadas, segregando aquellas que podrían apreciarse en un material más blando. Las primeras impresiones de los tatuadores eran de asombro y curiosidad por la textura del material, como también su color.

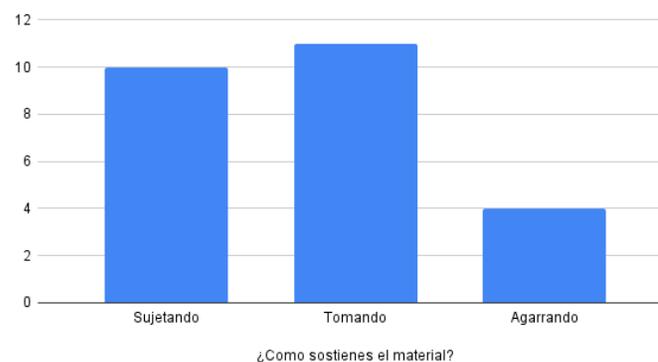
¿Cómo tocas el material?



¿Cómo mueves el material?



¿Cómo sostienes el material?



240

241

242

Figura de 240 a 242:

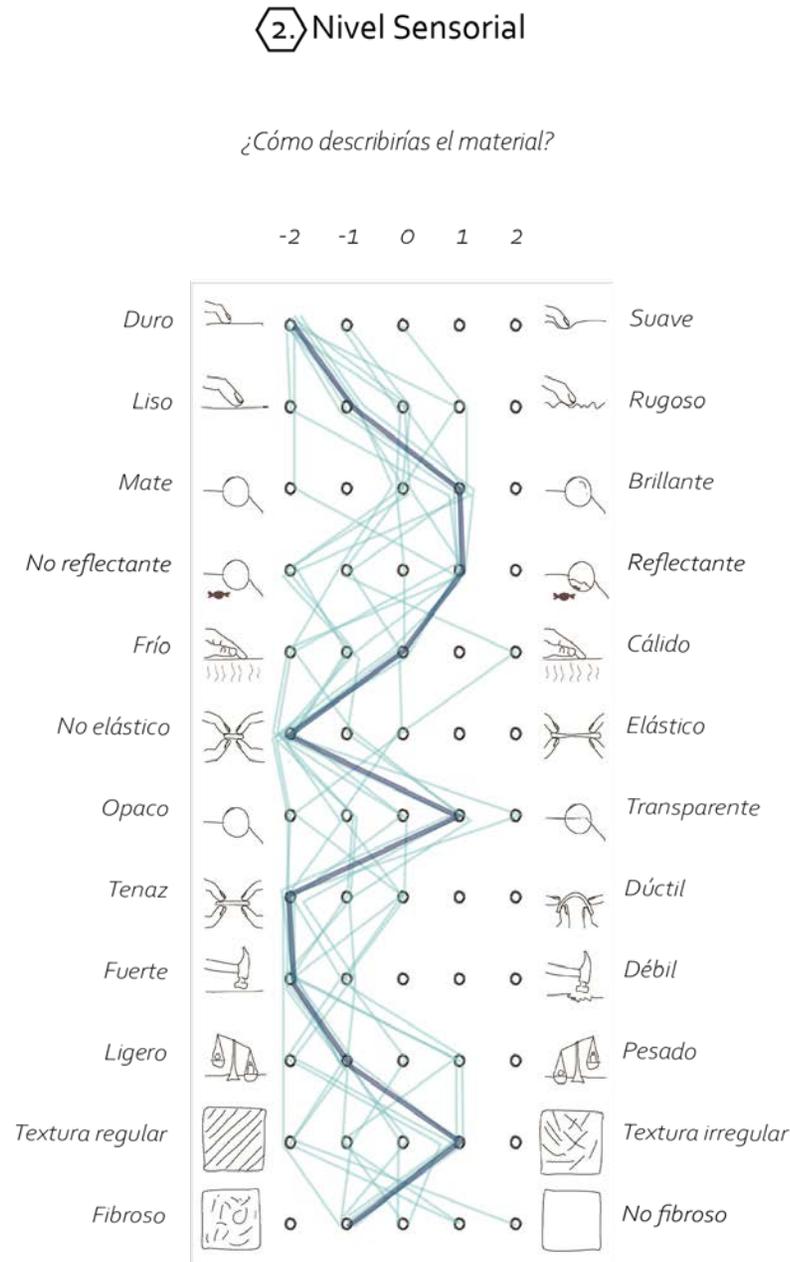
Análisis de datos nivel performativo.

Origen propio.

¹³ Ver anexo 2.6

¹⁴ Ver anexo 2.7

→ **Figura 243:** Análisis de datos nivel sensorial. Origen propio.



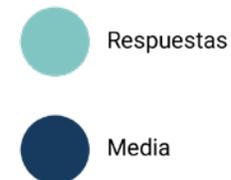
2.2.2. Análisis del nivel sensorial

El hilado de las diferentes respuestas por parte de los tatuadores en la etapa sensorial, otorgaron una visualización de datos que nos permite evidenciar una media por densidad visual, de cómo el material es percibido sensorialmente por los tatuadores.

Existe una clara tendencia hacia las propiedades y características de la zona centro izquierda.

La percepción de los tatuadores en este nivel experiencial, nos entregan un camino importante hacia el área de conceptualización y diseño, ya que en promedio, las respuestas concuerdan con las conclusiones de los ensayos mecánicos.

Si bien algunas respuestas están condicionadas por el espesor de la probeta, se puede concluir que el material responde a una percepción mecánica/sensorial con tendencia hacia lo resistente y estructural.



2.2.4. Análisis del nivel interpretativo

↳ **Figura 245:** Análisis de datos nivel interpretativo. Origen propio.

La figura que se muestra corresponde a las palabras que los tatuadores usaron para definir el material. El tamaño de la palabra es proporcional a la cantidad de veces que se repitió en los mapeos.

Al que en el nivel sensorial y los ensayos mecánicos, el nivel interpretativo de los tatuadores en relación al material, demuestran una clara tendencia hacia la dureza, lo duradero, lo reciclable y versátil. Obteniendo una respuesta positiva de la percepción sustentable del material, que recoge criterios como el reciclaje y lo eficiente.



2.3. Conclusiones preliminares

Evidenciar la aceptación afectiva-emocional del material por parte los tatuadores mediante un mapeo experiencial, fue un trabajo complejo en el sentido de la presencialidad y tiempo del cual disponían. Sin embargo, el proceso fue enriquecedor para la continuidad del proyecto, el nivel de interés y curiosidad que presentaban los tatuadores al momento de interactuar y conocer la proveniencia del material era notoria.

La parte 5 del mapeo puede interpretarse como las conclusiones de la caracterización, donde el origen del material y sus propiedades se interrelacionan para entregar la oportunidad de crear con un sentido para el mundo del tatuaje objetos que gusten más y mantengan un grado de afectividad con el usuario.

3. Conclusiones generales de la caracterización experiencial del material

El 100% de los tatuadores que fueron parte del mapeo experiencial con el material, se relacionaron positivamente con el. Su procedencia fue uno de los puntos mejor recibidos, además de las propiedades mecánicas y estéticas de las probetas presentadas. El entrecruzamiento de los datos obtenidos de los análisis sensitivos e interpretativos de la caracterización experiencial-emocional con los resultados de la trabajabilidad con el material, son traducidos a la conclusión de que el impacto emocional del material, no sería el mismo si sus cualidades materiales, propósito y significado, estuvieran ligados a reducir el impacto ambiental del mundo del tatuaje, devolviendo algo al tatuaje.

Es posible comenzar el proceso de conceptualización y diseño, proyectando una transformación en la relación del tatuador con sus insumos/residuos de trabajo, creando objetos que aprovechen las propiedades mecánicas y físicas de este nuevo material, con una mirada hacia largos ciclos de vida, acotando la relación de sustentabilidad que representan los objetos con atributos que tienen a lo duradero.

CAPÍTULO VII: PROCESO CONCEPTUAL

1. Planteamiento de la conceptualización

La conceptualización es lo que permitirá darle forma y sentido al diseño de un objeto para tatuadores con el cual se daría término al proyecto.

En esta etapa se reafirma el replanteamiento en torno a la manera en que los tatuadores ven sus desechos. Hilando nuevas formas de producir, resignificando y entregando valor al concepto de residuo.

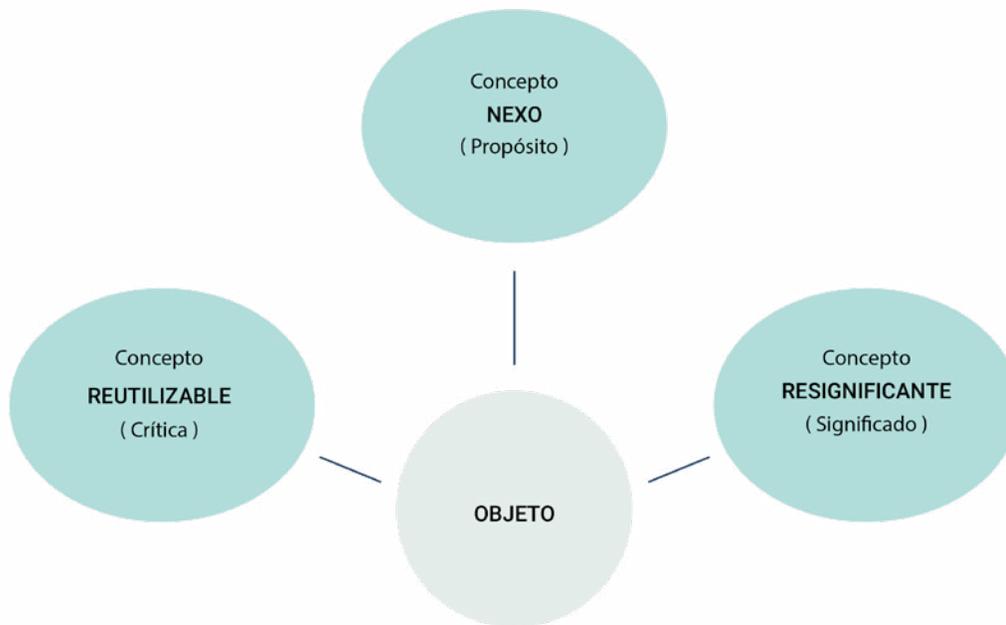
El uso indiscriminado de insumos desechables en el mundo del tatuaje actual, el cual pertenece a un sistema económico de carácter lineal, sin preocupaciones de que es lo que sucede después de cada ciclo de vida útil, marca el enfoque crítico y reflexivo del proyecto.

Lo cómodo, fácil y rápido, se apodera de casi todas las actividades humanas. Lo que se ha visto como un progreso, a lo largo nos ha traído un retroceso enorme en materias medioambientales. Una mirada al pasado, es uno de los puntos a tomar en consideración para el tatuaje, donde a principios del siglo XXI. Aún se utilizaban elementos de materialidades esterilizables y reutilizables, 20 años más tarde, la industria de lo inmediato se ha aprovechado de esta relación tatuador/insumo.

Para ello, la conceptualización apunta a un involucramiento directo en el espacio donde el tatuador ejerce esta relación con sus herramientas. En ese espacio, el material buscará validar su propósito, origen y significado. Entregando conceptos de valor a cada recuperación y extensión material que se logre manifestar en un objeto contra de la visión desechable, poco sustentable y sin involucramiento emocional.

↓ **Figura 246:** Carcasa de un cartucho de tinta desarmado. Fotografía de origen propio.





↑ **Figura 247:** Esquema resumen conceptos. Origen propio.

Reutilizable:

1. adj. Que se pueda reutilizar.

REUTILIZAR

2. tr. Volver a utilizar algo, bien con la función que desempeñaba anteriormente o con otros fines.

Concepto que responde a la percepción de los tatuadores, manifestando lo sustentable en las cualidades del material, a través de sus propiedades mecánicas y físicas.

Nexo:

Del lat. *nexus*.

1. m. **nudo** (unión, lazo).
2. Elemento que sirve de unión o relación.

Concepto utilizado para establecer en el espacio de trabajo del tatuador, el punto de relación experiencial/emocional de él con sus herramientas e insumos, en conjunto con la crítica y significado que emanan del uso del material proveniente de los cartuchos de tinta.

Resignificante:

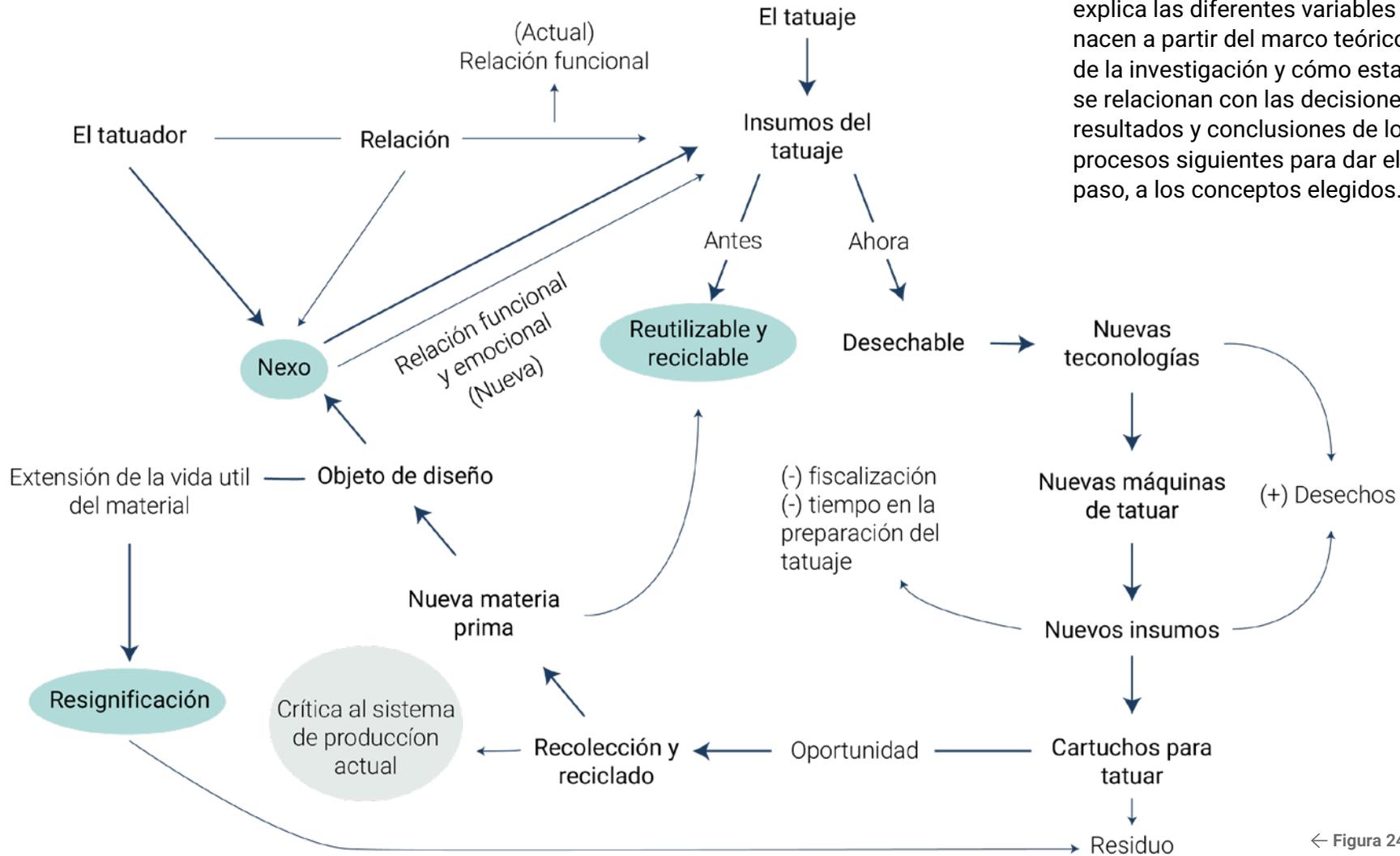
1. adj. Que se puede resignificar.

RESIGNIFICAR

Se emplea como forma de reubicar o re-orientar el sentido de algo cuyo significado ha tomado nuevas características en un contexto determinado incluso hasta fuera de él mismo.

La entrega de nuevos ciclos de vida/re-latos para el residuo utilizado es el alma del proyecto. Este concepto se muestra en el material y los procesos realizados para llegar a un resultado final, donde culmina el objetivo de crear proyectando un significado diferente a la cultura del desperdicio y la inmediatez.

2. Esquematización de la conceptualización



El esquema a modo de resumen, explica las diferentes variables que nacen a partir del marco teórico de la investigación y cómo estas se relacionan con las decisiones, resultados y conclusiones de los procesos siguientes para dar el paso, a los conceptos elegidos.

← Figura 247.1: Esquema resumen proceso de conceptualización. Origen propio.

CAPÍTULO VIII: DISEÑO & PROYECCIONES

1. Contexto de diseño



248

249

250

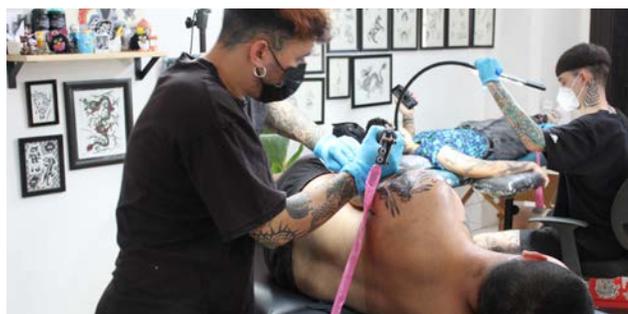
252

251

Figura de 248 a 252:

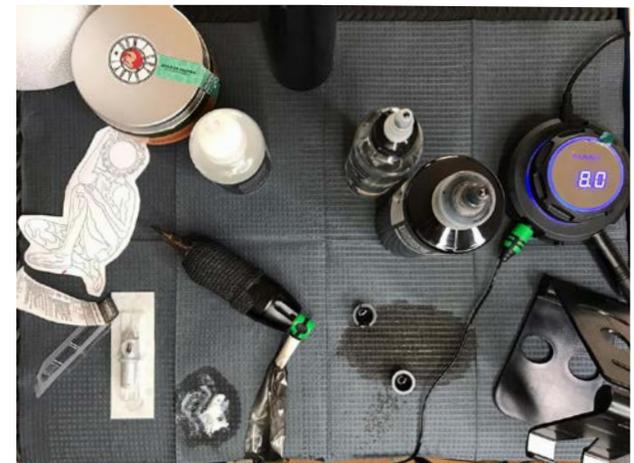
248-251. Proceso del tatuaje.
252. Mesa de trabajo de un tatuador post tatuaje.

Fotografía de origen propio.



El tatuaje es realizado por diferentes tipos de personas, en diferentes estilos y con diferentes insumos. Sin embargo, hay algo que se repite en todos los casos, una mesa de trabajo.

Esta mesa de trabajo es el espacio en el cual circulan todos los días insumos de carácter desechable. Por cada persona que se tatua se necesita un mínimo de insumos, tales como: pocillo de tinta, tinta, aguja o guantes. Este mínimo se complementa con otras herramientas, dependiendo del tipo de estilo de tatuaje y los gustos personales del tatuador.



Mediante trabajo de campo, el cual consistió en un registro fotográfico e indagaciones sobre posibles problemas/oportunidades de diseño¹⁴, se fotografiaron diferentes mesas de trabajo de 24 tatuadores de la Región Metropolitana.

A simple vista se puede identificar una clara delimitación invisible de espacios en las mesas de trabajo. Aquellos insumos en constante utilización y manipulación se concentran en un espacio cercano a los bordes de la mesa de trabajo.

253	254
255	256

Figura de 253 a 256:

Mesa de trabajo de un tatuador y la delimitación de áreas para los insumos.

Fotografía de origen propio.



¹⁴Ver anexo 2.8

Del total de mesas de trabajo, fue posible identificar los siguientes insumos. De los cuales más del 50% son desechables.

↓ **Figura 257:** Insumos que se pueden observar en una mesa de trabajo de un tatuador. Origen propio.



2. Problema, una oportunidad



258	259	260	261
262	263	264	265

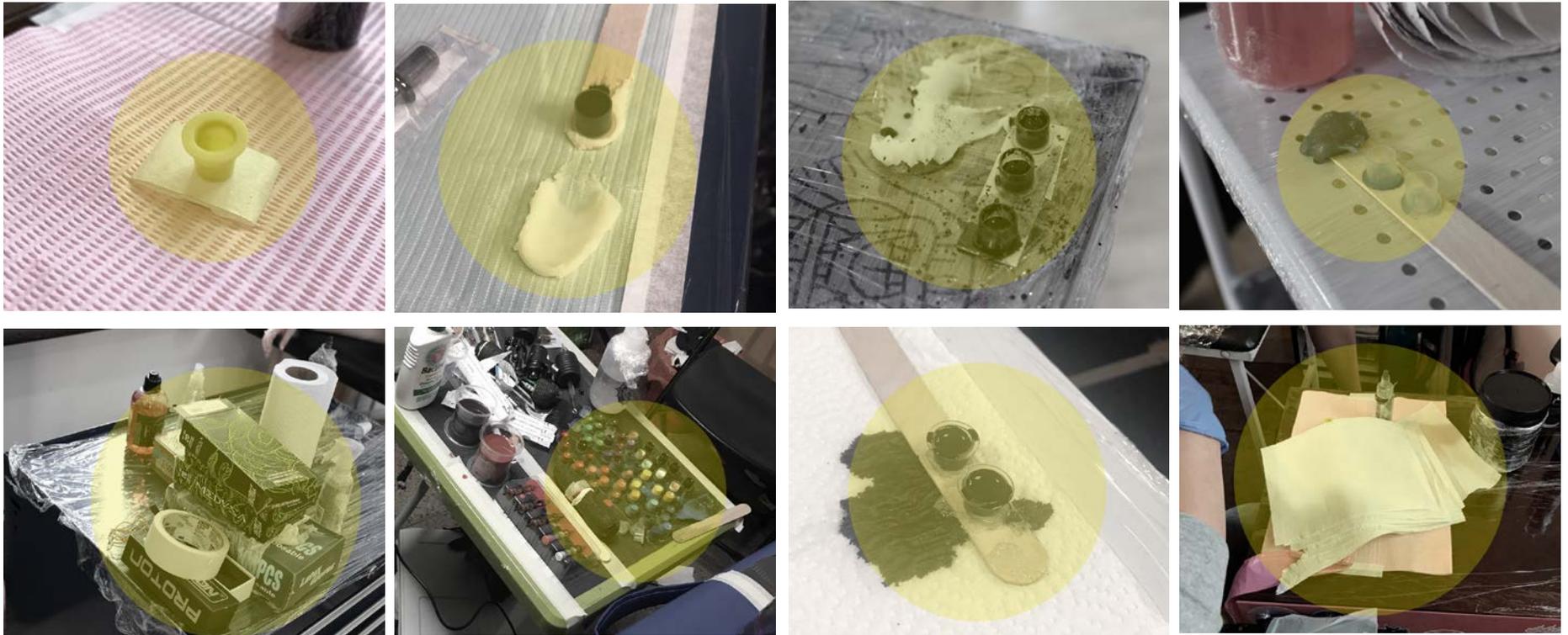
Figura de 258 a 265:

Oportunidad de diseño identificadas en las diferentes mesas de trabajo.

Fotografía de origen propio.

De las indagaciones realizadas en los estudios de tatuaje, fue posible identificar diferentes problemas y oportunidades de diseño donde el material obtenido en las etapas anteriores podría ser aplicado.

- ◇ En el 100% de las mesas de trabajo se puede apreciar cómo a falta de una superficie que proteja las mesas de trabajo, el alusa se usa en exceso.
- ◇ Para evitar la caída y desperdicio de la tinta contenida en los pocillos, los tatuadores utilizan otros insumos para asegurar los pocillos a la superficie de la mesa o el campo esteril.
- ◇ En algunas mesas existe una clara falta de espacio, por lo que las superficies se ven saturadas, aumentando la probabilidad de una contaminación cruzada.



↓ **Figura 266:** Mesa de trabajo de un tatuador post tatuaje. Fotografía de origen propio.



El uso de insumos desechables para asegurar la limpieza de la superficie y prevenir el volcamiento de los cartuchos de tinta, influye directamente en el bolsillo del tatuador y la cantidad de desechos que se produce por el tatuaje.

Si bien el mercado ofrece alternativas para contener los diferentes insumos, estas propuestas significan un gasto adicional, de un recurso no reutilizable e individualista. Además, todo nuevo objeto encima de la mesa, significa el entorpecimiento de la interfaz entre el tatuador y sus herramientas de trabajo.

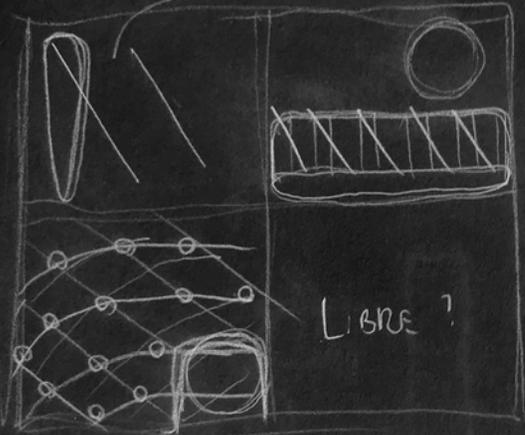
No existe una alternativa integral para la mesa de un tatuador que abarque los problemas/ oportunidades mencionados anteriormente, respetando la personalidad de cada tatuador en el orden y selección de insumos.



↑ **Figura 267:** Tatuador juntando sus desechos post tatuaje. Fotografía de origen propio.

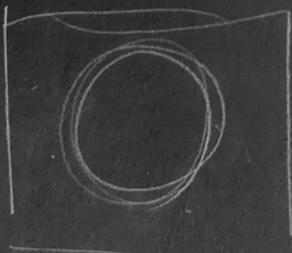
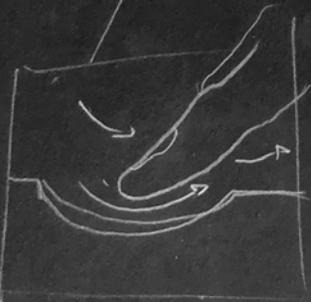


El X de los
objetos también



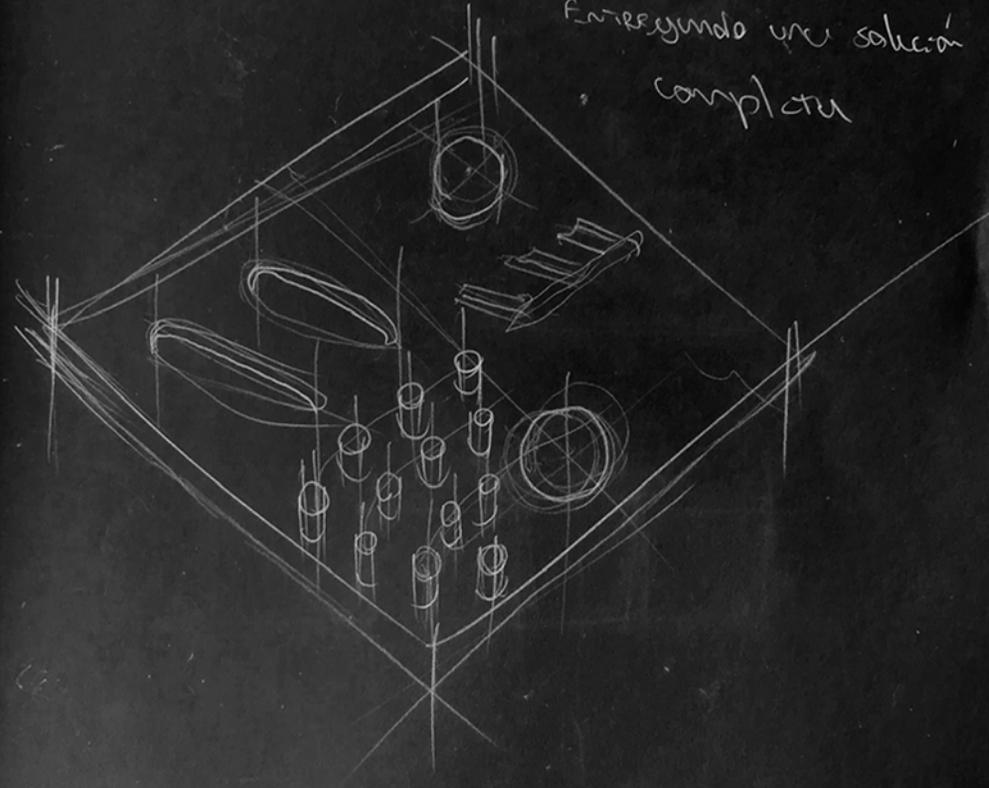
LIBRE ?

Para lo que el
trabaja a
para o resulta
una acción libre.



Ensamblar ?

El NEXO ~~entre~~ y
relaciona las necesidades
Entregando una solución
completa



3. Planteamiento del problema de diseño

La resignificación de los desechos del tatuaje, se busca materializar en un objeto replicable, personalizable, y reutilizable, el cual mejore la interfaz entre el tatuador, sus herramientas y el acto de tatuar. Al mismo tiempo, este objeto entregaría un ahorro reflejado a futuro para el tatuador, reemplazando el uso de insumos desechables en la mesa de trabajo.

El diseño del objeto debe justificar su existencia física, satisfaciendo las necesidades identificadas previamente durante el proceso del tatuaje. Producido planificadamente, tomando en cuenta el flujo de residuos con un ciclo de vida orientado al futuro.

3.1. Referentes

El mercado ofrece una variedad de opciones para organizar y contener los insumos, fabricados con materiales desechables.

Algunos objetos tienden a parecer reutilizables, y eso demuestra una especie de vacío legal en la producción de insumos donde el tatuador podría utilizarlos sin esterilizarlos, solo desinfectando, aumentando las posibilidades de un tatuaje infectado por contaminación cruzada.

Estos insumos vienen sin ninguna identificación de materialidad o instructivo de manipulación previa



268

269

270

271

Figura de 268 a 271:

Insumos para contener pocillos o cartuchos de tinta para tatuar.

Fotografías de origen web.

272

273

274

Figura de 272 a 274:

272. Medidas de las mesas de trabajo.

273. Medidas de los pocillos de tinta.

274. Tipo de máquina utilizada por el tatuador.

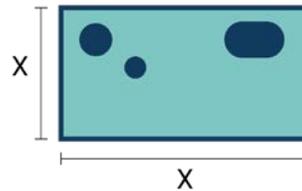
Origen propio

¹⁵Ver anexo 2.8

3.2. Variables de diseño contempladas

Medidas de las mesas de trabajo

Como se puede apreciar en el registro fotográfico de las mesas¹⁵, los tamaños son variados producto del uso de muebles que no son específicos para el tatuaje. El uso de símiles que se planteó anteriormente en la investigación, debido a la falta de diseño en el equipamiento para tatuadores, aumenta la variabilidad de medidas.



Tipos de pocillos de tinta

Dependiendo del estilo de tatuaje que realice el tatuador, la cantidad de pocillos de tinta y sus tamaños, pueden variar entre 8 a 20 mm de diámetro. Como se puede observar en las fotografías anteriores, las mesas de tatuadores que trabajan en color, poseen un mayor número de pocillos y de agujas en uso.

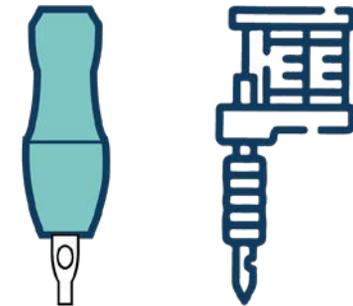


Tipo de máquina usada por el tatuador

Cada tatuador ocupa la máquina que le acomode o gusta más, ya sea por una tradición, el estilo de tatuaje que realice o el capital del cual dispone.

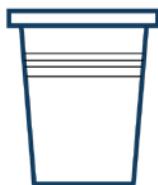
Las máquinas tradicionales poseen una morfología que impide su rodamiento, el cual podría terminar en una caída de la mesa de trabajo, además de materialidades pesadas y un mecanismo sólido sin motor.

En cambio las máquinas de tatuar tipo PEN son susceptibles a las caídas producto de morfología y materialidades livianas. Su mecanismo interior de motor de precisión es sumamente delicado y podría descalibrarse o averiarse permanentemente en caso de una caída fuerte.



Uso de vasos desechables

En algunos casos el uso de vasos desechables con agua destilada se aprecia en ciertas mesas de trabajo, específicamente en las mesas de los tatuadores que tatúan a color. Esta variable se sumaría a las otras mencionadas que caben dentro de un factor personalizable.



Uso de vaselina

El uso de una vaselina especial para el tatuaje está presente en el 100% de los casos, siendo uno de los insumos más utilizados, tanto como para el proceso del tatuaje, como para mantener los pocillos de tinta pegados a la mesa de trabajo y así evitar un volcamiento.

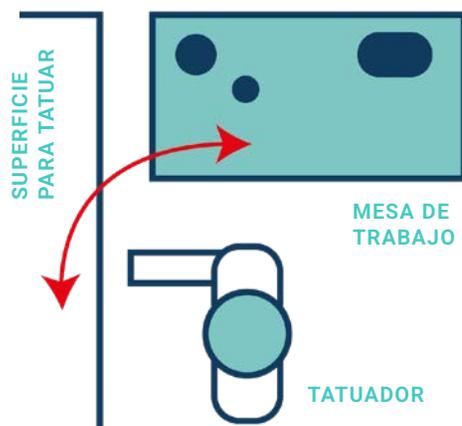


Movimientos en el acto de tatuar

El tatuador en los casos observados ubica su mesa siempre en un costado del punto en el cual está tatuando al cliente. Los movimientos que se realizan en el acto de tatuar son repetitivos e implican mayoritariamente al tren superior.

Estos movimientos son necesarios principalmente para:

- Recargar tinta en la aguja de tatuar.
- Acceder al pulverizador/piceta para limpiar la zona tatuada
- Sacar la vaselina que es utilizada en la piel durante el proceso.
- Obtener toalla de papel.
- Posar la máquina de tatuar encima de la mesa de trabajo.



275

276

277

Figura de 275 a 277:

275. Vaso desechable para limpiar agujas.
276. Uso de vaselina especial para tatuajes.
277. Movimientos en el acto de tatuar.

Origen propio.

278	279
280	281

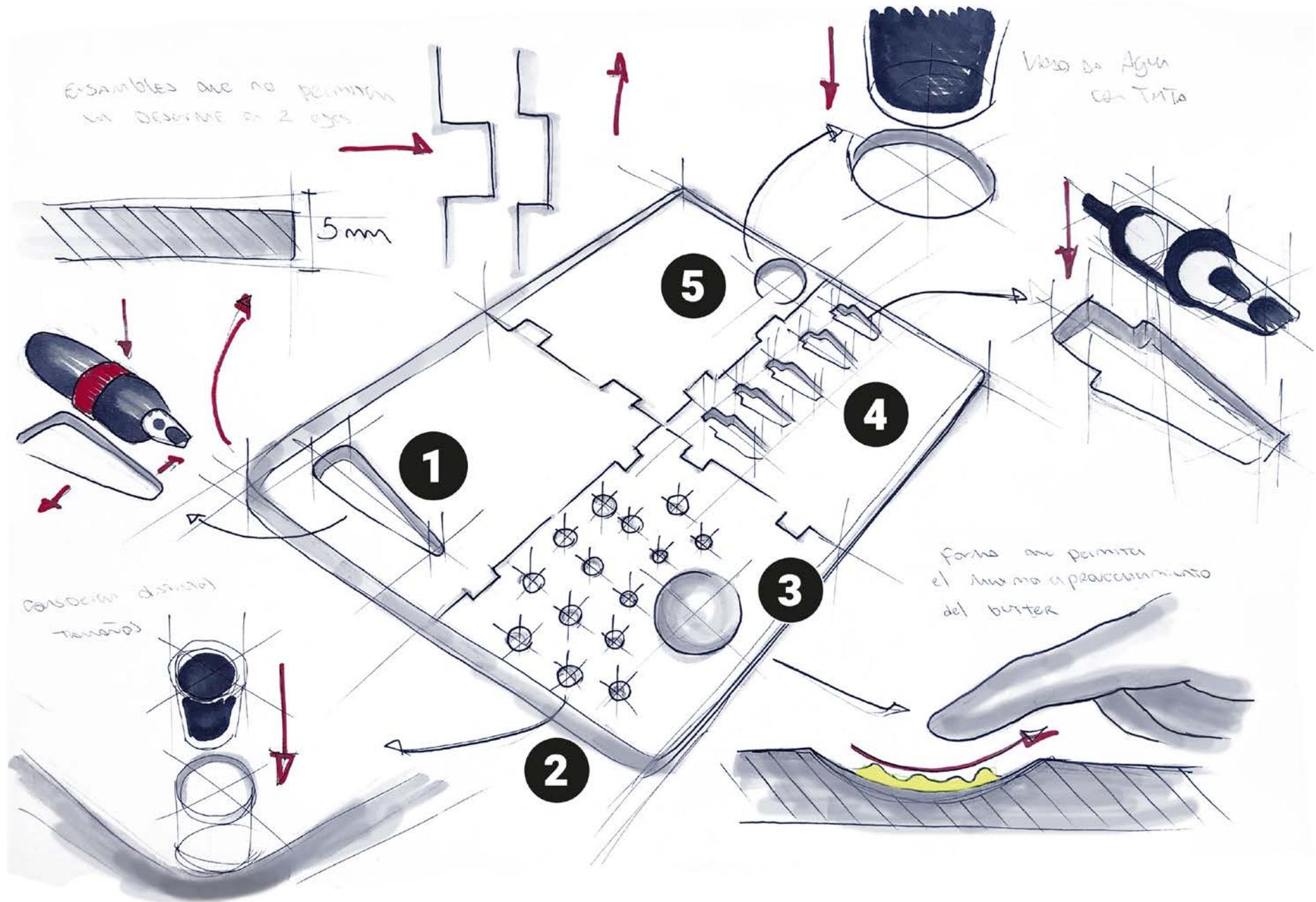
Figura de 278 a 281:

Posturas del tatuador y su ubicación respecto a la mesa de trabajo.

Fotografía de origen propio.



Con las variables de diseño identificadas, se da paso a una propuesta que contemple todos los problemas de diseño y relaciones tatuador/insumo mencionadas.



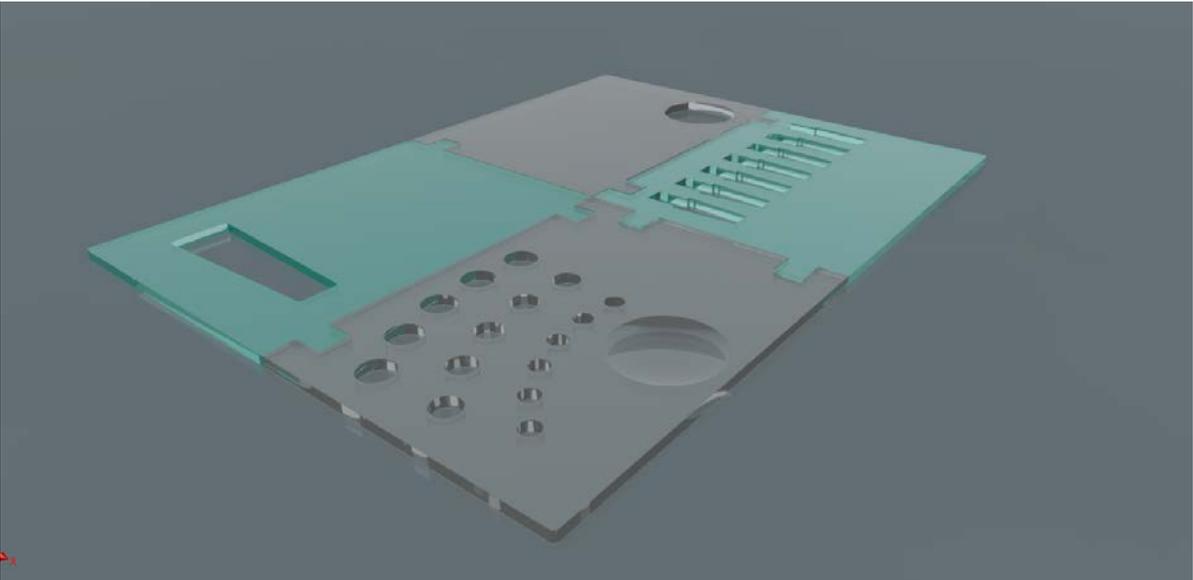
↑ Figura 282: Sketch de la propuesta de diseño. Origen propio.

4. Propuesta de diseño

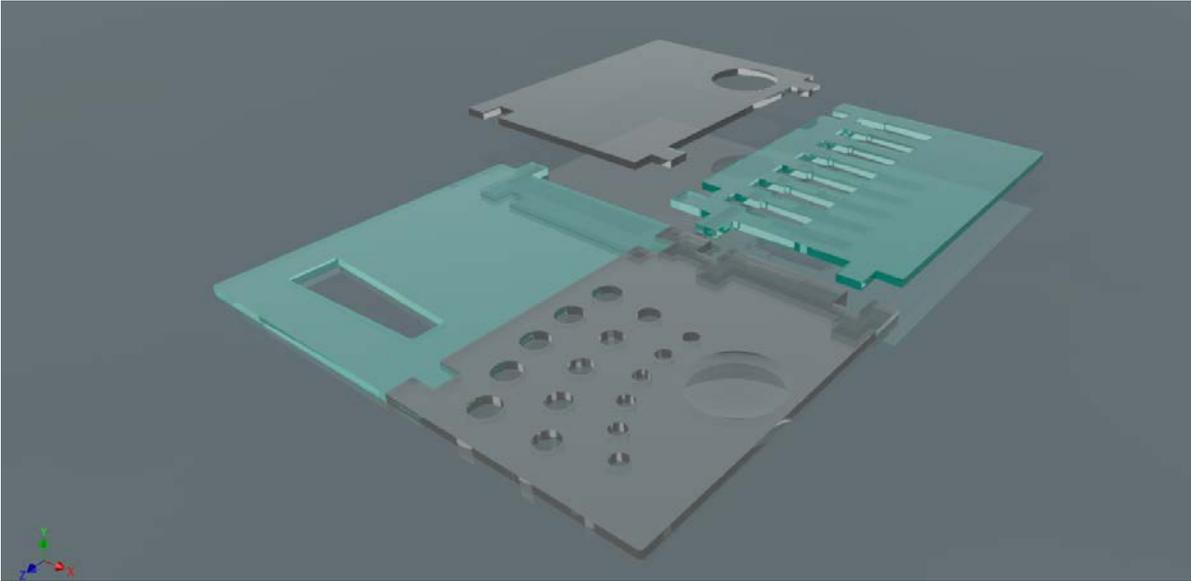
El nexa propuesto busca tomar en cuenta de manera integral las necesidades del usuario, presentes en la interfaz del acto de tatuar. Otorgando seguridad a los insumos con riesgo de caída, pocillos, máquinas, cartuchos y vasos. Está pensado para armarse mediante ensambles que facilitan su esterilización en autoclave y posterior limpieza. Cabe mencionar que cada variable puede ser ajustada a las necesidades personales de cada tatuador.

1. La morfología del fresado para posar la máquina de tatuar, está pensada con el propósito de abarcar los diferentes grosores y largos de las máquinas PEN.
2. El objeto tendrá cierta cantidad de perforaciones con distintos diámetros según la cantidad y tamaños de pocillos para tinta que use el tatuador. Ubicados en la superficie en ángulos que fluyen con los movimientos del tatuador al recargar tinta.
3. El fresado esférico permite contener la vaselina de tatuajes, además de otorgar un gasto eficiente del insumo.
4. El fresado para los cartuchos al igual que el de los pocillos, será personalizable según el promedio del uso de estos insumos por parte del tatuador. Su morfología está pensada para contener cualquier tipo de cartucho, tomando en consideración los largos y anchos del insumo en el mercado.
5. La opción de agregar un fresado para el vaso de agua o cualquier otro insumos que contenga líquidos y sea necesario para el tatuador en el proceso del tatuaje, también es personalizable.

4.1. Previsualización



← **Figura 283-284:** Renders
↓ propuesta de diseño. Origen propio.



4.2. Proyecciones del objeto y material

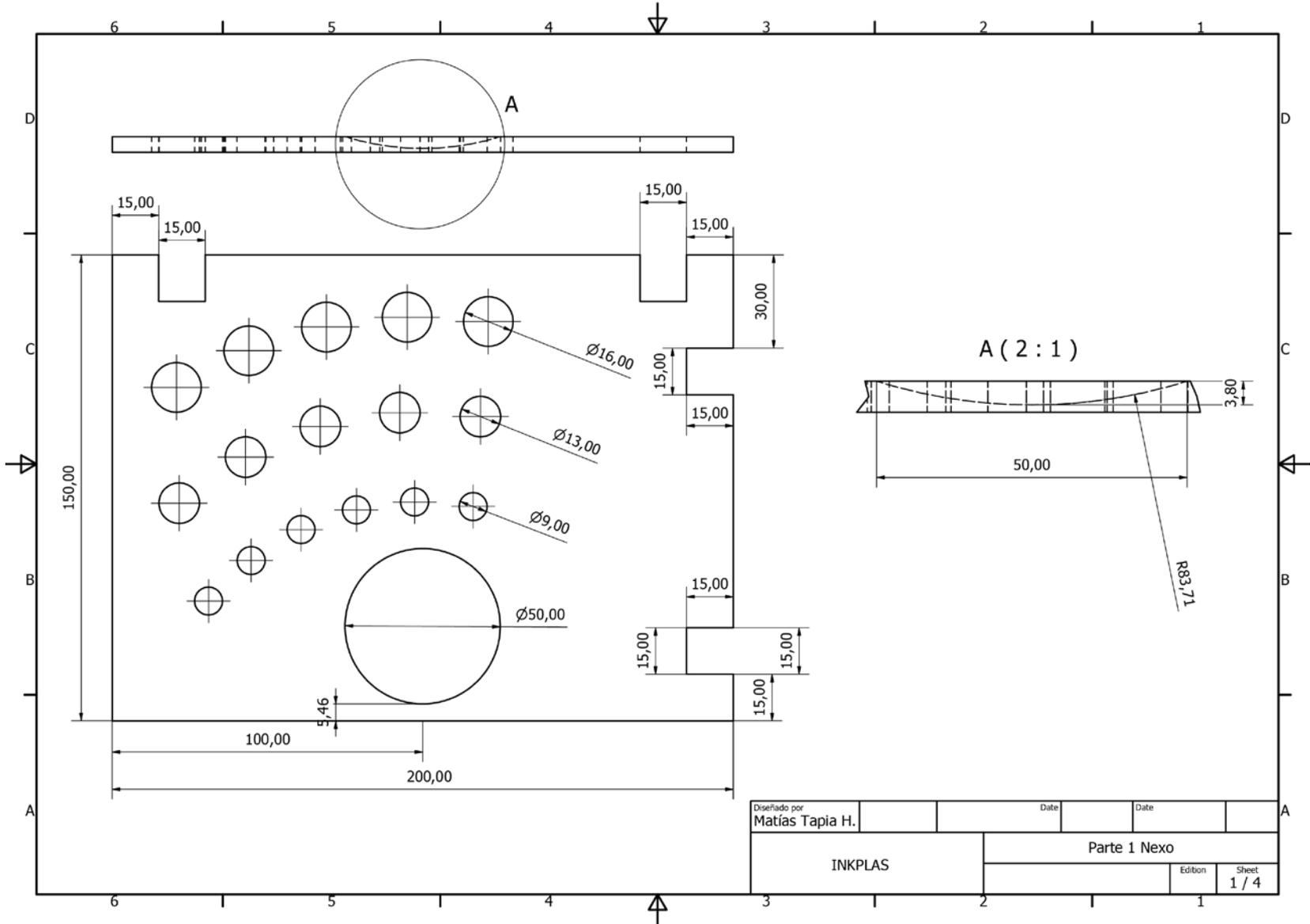
El objeto diseñado con el cual culmina esta investigación, busca conseguir el objetivo de reducir el impacto ambiental en el mundo del tatuaje a través de su expresión material, funcional y perceptual. Si bien uno de los principales pilares del diseño, que es la esterilización, depende estrictamente de la disposición de un autoclave, el proyecto toma esta disyuntiva como una oportunidad para hacer una mirada al pasado, hacia los tiempos en que el tatuaje se hacía llamar legal por el uso de autoclaves para reutilizar aquellos insumos necesarios en el proceso, invitando a los tatuadores a hacerse parte de un cambio. También se busca entregar un ahorro a futuro para el tatuador, evitando los desperdicios de tinta y gasto de insumos en el soporte de otros.

En cuanto al material denominado como INKPLAS (ink = tinta, plas = plástico), se espera que su aplicación sea mucho más amplia, buscando otros espacios en el mundo del tatuaje en el cual ser aplicado. Tras realizar un focus group con 4 tatuadores de 7 años de experiencia, posterior a explicarles el sentido de la investigación y los resultados del material, se obtuvieron respuestas interesantes respecto a de qué manera ellos veían el material aplicando en el mundo del tatuaje. Ideas como marcos para sus pinturas exhibidas en el estudio, mobiliario especial para organizar los insumos, contenedores que se puedan adherir con imanes a las mesas de trabajo metálicas, pisapapeles para las toallas de papel, etc., nos indica que hay mucho por explorar en la manera de aplicar diseño en esta actividad que hace 25 años no era legal muchas ciudades.

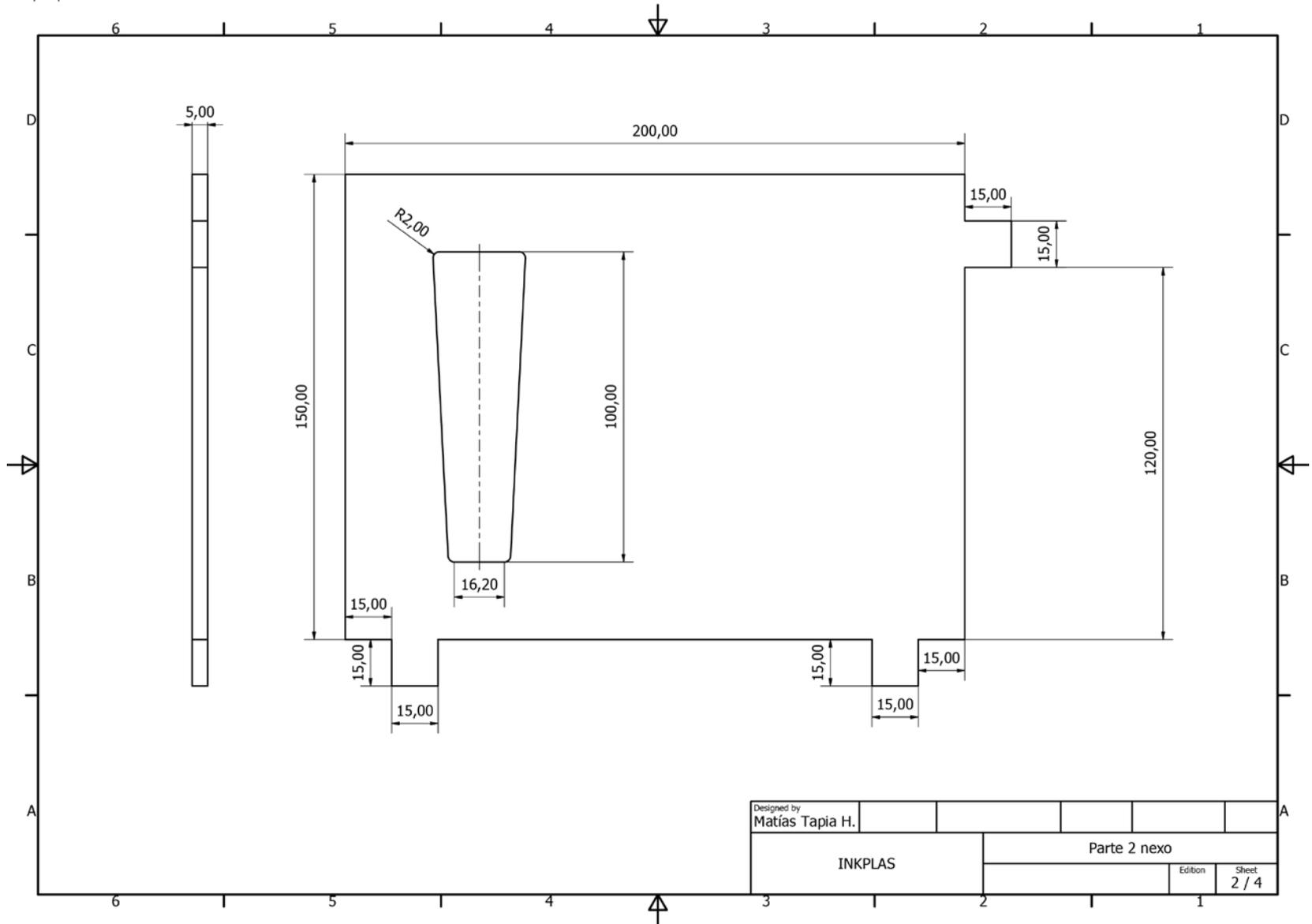
Sumado a la falta de objetos de diseño más trabajados en el mundo del tatuaje, se logró identificar una oportunidad en el sentido de crear un ente que se encargue de los desechos específicos de esta actividad. La poca atención que reciben los estudios y personas independientes por parte de las empresas que existen y se dedican al manejo de residuos especiales es nula o ineficiente. A modo de proyección se espera poder continuar con el proyecto y lograr una red de reciclaje sólida en conjunto con los tatuadores, invertir en tecnología que permita experimentar con otros insumos desechables que se utilizan masivamente en el tatuaje, entregando algo cambio que incentive a hacerse parte y así reducir aún más el impacto del uso indiscriminado de productos desechables en el arte que es tatuaje.

4.3. Planos técnicos del objeto

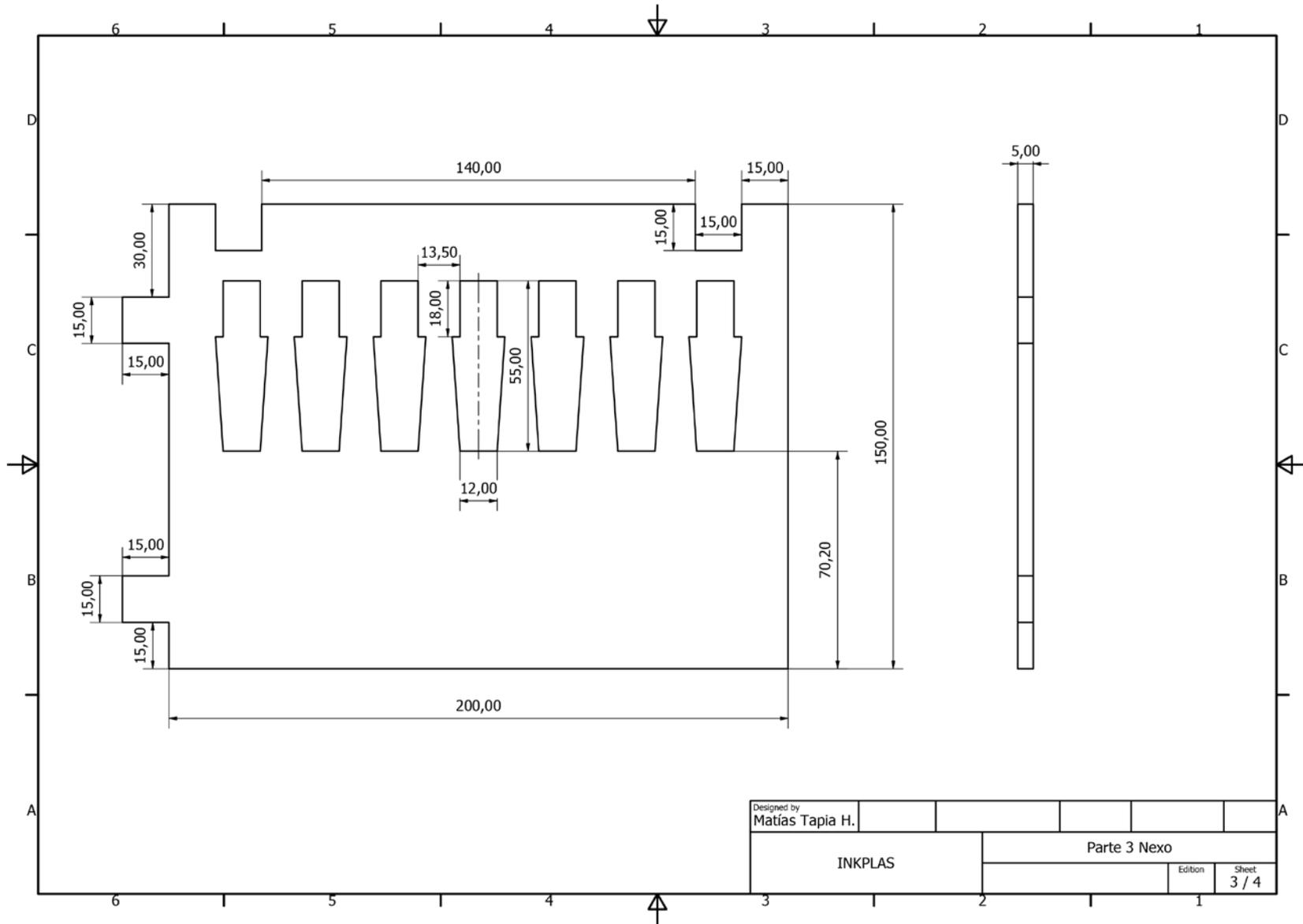
↓ Figura 285: Plano técnico del objeto parte 1. Origen propio.



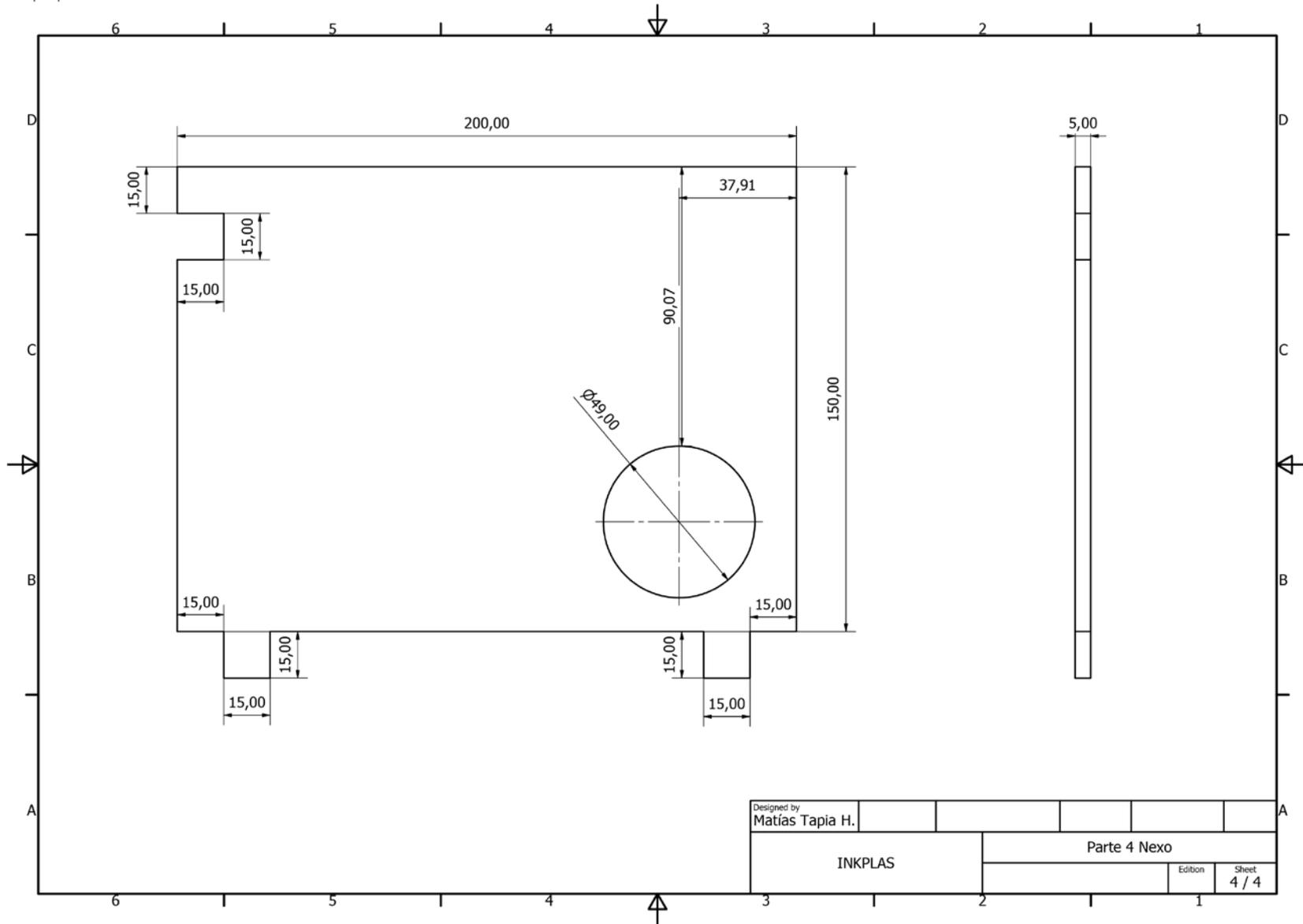
↓ **Figura 286:** Plano técnico del objeto parte 2. Origen propio.



↓ **Figura 287:** Plano técnico del objeto parte 3. Origen propio.



↓ **Figura 288:** Plano técnico del objeto parte 4. Origen propio.



CONCLUSIÓN GENERAL

La investigación presente acoge una situación seria de escala mundial. La visión de la sociedad frente a los desechos, sumado a hábitos de consumo propios de una economía con producciones lineales y al uso de materias primas no renovables, son la mezcla perfecta para un colapso ambiental. La contaminación de los océanos, y vertederos que ya no dan abasto nos abren la interrogante de cómo frenar esta situación.

El tatuaje, es un arte corporal que se practica hace siglos, pero que tan sólo en los últimos 30 años, comenzó a experimentar un crecimiento exponencial. La industria y el uso de materias no renovables acompañan de la mano a este crecimiento, trayendo al mundo del tatuaje una amplia variedad de productos desechables, los cuales permiten ejercer esta actividad de manera rápida; respetando la higiene y bioseguridad. Esta actividad ha pasado desapercibida, sin considerarse como una de las grandes productoras de desechos al año si se toma en cuenta la cantidad de tatuadores en cada parte del mundo.

Frente a la crisis de los desechos y la contaminación del ecosistema, el reciclaje nació como una opción para combatir esta situación ayudando a la devolución de materias primas vistas como basura. Pero, qué sucede cuando se ignoran ciertas áreas como la de los residuos especiales. Chile no posee una buena gestión de residuos, ya sean especiales o domiciliarios.

Los vertederos, donde se cubren con material terreo la mayoría de las toneladas y toneladas de desechos recibidos, siguen siendo la primera opción. No se invierte en una buena gestión de reciclaje. Todos los residuos que se producen en el tatuaje entran en la categoría de residuos especiales y, por lo tanto, se descarta su reciclaje por no contar con la tecnología e iniciativas para el tratamiento de este tipo de desechos.

Los cartuchos de tinta, un insumo utilizado para tatuar, están constituidos por una carcasa de polycarbonato, un polímero con excelentes propiedades. Las cuales lo convierten en un potencial material reutilizable, a pesar de estar contaminado con agentes biológicos, sus temperaturas de trabajo eliminan cualquier forma de vida presente. Aferrándose a este escenario y la oportunidad que presentan los cartuchos para disminuir el impacto ambiental que produce el mundo del tatuaje, esta investigación buscó resignificar el concepto de un residuo. A través de la devolución de las materias primas en objetos de diseño, cuyo ciclo de vida útil necesariamente perdure a través del tiempo debido al contexto y función para los que fueron creados, evidenciando así un cambio en la relación que existe entre los tatuadores y los insumos desechables, como también en la manera de producir actualmente.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Avifauna:** Conjunto de las aves de un país o región.

- **Biodegradabilidad:** La capacidad de un material de ser biodegradado. Es un proceso natural en el que un material por acción biológica cambia y en general pierde sus propiedades originales y a nivel químico las moléculas que lo conforman se convierten en formas más simples y estables.

- **Bioplásticos:** El término abarca toda la familia de materiales de base biológica (biobasados), biodegradables o ambos. Tipo de plásticos derivados de productos vegetales, tales como el aceite de soja, el maíz o la fécula de patata, a diferencia de los plásticos convencionales, derivados del petróleo.

- **Biopolímeros:** Polímero que interviene en los procesos biológicos; p. ej., las proteínas y los ácidos nucleicos.

- **Ciclo de vida:** Ciclo de vida es el proceso vital de un organismo desde su nacimiento hasta su muerte, lo cual extrapolado a objetos se refiere al ciclo de uso de este, incluido su desecho.

- **Compost:** Tipo de tierra hecha a base de desechos orgánicos que se obtiene a partir de un proceso llamado compostaje en el que los microorganismos descomponen la materia orgánica hasta generar un tipo de abono que contribuye a mejorar el ambiente y enriquecer los cultivos.

- **Contaminación cruzada:** Es la transferencia de agentes contaminantes de un alimento contaminado a otro que no lo está. El ejemplo más común es trozar un pollo crudo en una tabla de cocina y luego sin limpiarla cortar vegetales para preparar una ensalada. Lo mismo puede pasar con utensilios o nuestras propias manos sin lavar y desinfectar que actúan transfiriendo las bacterias.

- **Degradación anaeróbica:** Proceso en el cual microorganismos descomponen material biodegradable en ausencia de oxígeno.

- **Enfermedades infecciosas:** Expresión clínica de una infección provocada por un microorganismo -como bacterias, hongos, virus, protozoos, etc.- o por priones.

- **Equipo de protección personal:** Denominado con la sigla EPP, la cual se refiere a los implementos de uso individual destinados a proteger al trabajador frente a eventuales riesgos, y que las empresas están obligadas a entregar a sus trabajadores de acuerdo con lo que indica la Ley 16.744.

- **Higiene:**

1. Parte de la medicina que tiene por objeto la conservación de la salud y la prevención de enfermedades.
2. Limpieza o aseo.

- **Infecciones estreptocócicas:** Infección provocada por estreptococos, microorganismos aerobios grampositivos que causan muchas enfermedades,

entre ellas faringitis, neumonía, infecciones de la piel y de las heridas, sepsis y endocarditis. Los síntomas varían según el órgano infectado. Las secuelas de las infecciones, debido a estreptococos beta-hemolíticos del grupo A, incluyen la fiebre reumática y la glomerulonefritis. Las enfermedades más comunes debidas al patógeno GABHS (estreptococo beta-hemolítico del grupo A) son la faringitis y las infecciones cutáneas.

-Material virgen: Denominación en la industria a una materia prima que no ha sido procesada.

-Oligómero: Es una molécula formada por varias unidades estructurales similares enlazadas en cantidad moderada. Si son dos unidades enlazadas el conjunto es un dímero, si son tres es un trímero, si son cuatro un tetrámero y cinco constituyen un pentámero. Cuando el número de unidades es elevado la molécula resultante no es un oligómero y suele denominar polímero.

- Pandemia: Es cuando una enfermedad epidémica que se extiende a muchos países o que ataca a casi todos los individuos de una localidad o región.

- Petroquímico:

1. Pertenciente o relativo a la petroquímica.
2. Industria de la utilización del petróleo o el gas natural como materias primas para la obtención de productos químicos.

- Pio dermatitis estafilocócicas: Infección vesículo - pustular de la piel producida por estreptococo o estafilococo, ocasionalmente resistentes a la acción de las

penicilinas, afecta principalmente a lactantes y preescolares. Localización más frecuente en la cara, nalga, tronco, periné y extremidades.

-Polímero: Compuesto químico, natural o sintético, formado por polimerización y que consiste esencialmente en unidades estructurales repetidas.

- Reciclaje: El reciclaje es el proceso mediante el cual los desechos se convierten en nuevos productos o en recursos materiales con el que fabricar otros productos. De esta forma, los residuos se someten a un proceso de transformación eco-ambiental para poder ser aprovechados en algún proceso de fabricación, reduciendo el consumo de materias primas y ayudando a eliminar residuos.

- Residuos:

1. Aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo.
2. Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación.

- Residuos especiales: Son aquellos que contienen o pueden contener agentes patógenos en concentraciones o cantidades suficientes para causar enfermedad a un huésped susceptible.

- Tatuaje:

1. Acción de tatuar.
2. dibujo grabado en la piel de una persona introduciendo sustancias colorantes bajo la epidermis.

LISTADO DE FIGURAS

FIGURAS

Fig. 1 Tetraedro de investigación. Origen propio.

Fig. 2 ¿Cómo queda el tatuaje en la piel?.

Fig. 3 Líneas tatuadas en la muñeca de Otzi. Fotografía de origen web.

Fig. 4 Tukaroro Matutaera Potatau Te Whero Whero Tawhia, El segundo rey maorí en 1880. Fotografía de origen web.

Fig. 5 Martin Hildebrand. Fotografía de origen web.

Fig. 6 Resultados de la encuesta realizada por GFK Adimark a 4800 personas. Origen Propio.

Fig. 7 Estudio de tatuajes ubicado en portal Lyon, Santiago de Chile. Fotografía de origen web.

Fig. 8 Tatuaje tribal realizado con la técnica BATOK. Fotografía de origen web.

Fig. 9 Whang Od, última tatuadora kalinga. Fotografía de origen web.

Fig. 10 Antigua máquina de tatuar. Fotografía de origen web.

Fig. 11 Anuncio que promociona la venta de kits para soldar agujas de tatuaje por Zeis studio, década de 1940. Fotografía de origen web.

Fig. 12 Anuncio que promociona la venta de tintas para tatuar en formato de cápsulas para disolver, década de 1940. Fotografía de origen web.

Fig. 13-14 Entrevista al tatuador Darren Rosa por la revista tattoo en 2001. Fotografía de origen propio.

Fig. 15-16 Tatuajes siendo realizados con una máquina tipo PEN. Fotografía de origen propio.

Fig. 17 Máquina de tatuar moderna tipo PEN alimentada con una batería inalámbrica. Fotografía de origen web.

Fig. 18 Partes de un cartucho de tinta para tatuar. Origen web modificado.

Fig. 19 Diferentes marcas de cartuchos del mercado. Fotografía de origen web.

Fig. 20 Mesa de trabajo de un tatuador promedio durante el proceso del tatuaje. Fotografía de origen propio

Fig. 21 Insumos no desechables, su función y ciclo de vida en el proceso del tatuado. Origen propio.

Fig. 22 Insumos desechables, su función y ciclo de vida en el proceso del tatuado. Origen propio.

Fig. 23 Silla para masajes utilizada en el mundo del tatuaje para tatuar espaldas. Fotografía de origen web.

Fig. 24 Mesa de trabajo diseñada para tatuadores que incluye un apoyabrazos. Fotografía de origen web.

Fig. 25 Gabinete de herramientas, vendido como estación de trabajo en tiendas de insumo makuza tattoo supply. Fotografía de origen web.

Fig. 26 Mesa plegable, vendida en tiendas de decoración para el hogar, Fotografía de origen web.

Fig. 27 Tatuador utilizando una mesa símil para tatuar. Fotografía de origen propio.

Fig. 28 Tatuadora preparando una mesa símil para el tatuaje. Fotografía de origen propio.

- Fig. 29 Mesa de trabajo para el proceso de un tatuaje a color. Fotografía de origen propio.
- Fig. 30 Mesa de trabajo para el proceso de un tatuaje solo negro. Fotografía de origen propio.
- Fig. 31 Tatuaje estilo tradicional. Fotografía de origen web.
- Fig. 32 Tatuaje estilo tribal. Fotografía de origen web.
- Fig. 33 Tatuaje estilo blackwork. Fotografía de origen web.
- Fig. 34 Tatuaje estilo neotradicional. Fotografía de origen web.
- Fig. 35 Tatuaje estilo tradicional japonés. Fotografía de origen web.
- Fig. 36 Tatuaje estilo puntillismo. Fotografía de origen web.
- Fig. 37 Tatuaje estilo realismo. Fotografía de origen web.
- Fig. 38 Tatuaje estilo micro realismo. Fotografía de origen web.
- Fig. 39 Tatuaje estilo brutal black. Fotografía de origen web.
- Fig. 40 Empuñadura y puntera desechable de policarbonato y silicona. Fotografía de origen web.
- Fig. 41 Empuñadura y puntera de acero inoxidable para tatuar. Fotografía de origen web.
- Fig. 42 Unidades de insumos desechables vendidas mensualmente por Multicor ink. Origen propio
- Fig. 43 Producción mensual de residuos especiales. Origen propio.
- Fig. 44 Diagrama procesos de la economía circular. Origen web.
- Fig. 45 Pocillos de tinta fabricados con caña de azúcar. Fotografía de leaf ecotattoo sypply, origen web.
- Fig. 46 Vasos compostables de almidón de maíz. Fotografía de leaf ecotattoo supply, origen web.
- Fig. 47 Paso 1 compostaje de vasos biodegradables, utilización del vaso. Fotografía de origen audiovisual.
- Fig. 48 Paso 2 compostaje de vasos biodegradables, vasos comprimidos manualmente. Fotografía de origen audiovisual.
- Fig. 49 Paso 3 compostaje de vasos biodegradables, recubrimientos con material terreo. Fotografía de origen audiovisual.
- Fig. 50 Paso 4 verificación de compostabilidad de vasos biodegradables después de 4 meses. Fotografía de origen audiovisual.
- Fig. 51 Paso 5 Comprobación del nivel de biodegradación de los vasos después de 4 meses. Fotografía de origen audiovisual.
- Fig. 52 Paso 6 verificación de los demás vasos y su bolsa de empaque después de 4 meses. Fotografía de origen audiovisual.
- Fig. 53 Producción de plástico en el mundo, situación en 2019. Origen web.
- Fig. 54 Montaña de desechos electrónicos en el basurero de Accra, Ghana. Fotografía de origen web.
- Fig. 55 Etapas del reciclaje mecánico para polímeros. Origen propio.
- Fig. 56 Compatibilidad química del policarbonato ante diversos compuestos químicos. Tabla de origen propio.
- Fig. 57 Propiedades eléctricas del policarbonato. Tabla de origen propio, elaborada según información web.
- Fig. 58 Propiedades físicas del policarbonato. Tabla de origen propio, elaborada según información web.
- Fig. 59 Propiedades mecánicas del policarbonato. Tabla de origen propio, elaborada según información web.

- Fig. 60 Propiedades térmicas del policarbonato. Tabla de origen propio, elaborada según información web.
- Fig. 61 Foco de policarbonato con resistencia UV, Fotografía de origen web.
- Fig. 62 Trozos de policarbonato compacto. Fotografía de origen web.
- Fig. 63 Planchas de policarbonato alveolar. Fotografía de origen web.
- Fig. 64 Planchas de policarbonato utilizadas como revestimiento arquitectónico. Fotografía de origen web.
- Fig. 65 CDs fabricados de policarbonato. Fotografía de origen web
- Fig. 66 Método de fabricación por inyección de plástico. Esquema de origen propio, elaborado según información web.
- Fig. 67 Método de fabricación por soplado de plástico. Esquema de origen propio, elaborado según información web
- Fig. 68 Instalaciones de plazit polygal sud. Fotografía de origen web
- Fig. 69 Líneas de producción de plazit polygal. Fotografía de origen propio.
- Fig. 70 Policarbonato reciclado almacenado en plazit polygal. Fotografía de origen propio.
- Fig. 71-72 Granos de policarbonato virgen. Fotografía de origen propio.
- Fig. 73 Policarbonato reciclado y triturado. Fotografía de origen propio.
- Fig. 74 Policarbonato reciclado y triturado. Fotografía de origen propio.
- Fig. 75 Reciclado de mascarillas pesqueras en pandemia. Fotografía de origen web.
- Fig. 76 Máquina de reciclaje para residuos hospitalarios Ecosteryl. Esquema de origen propio, elaborado según información web.
- Fig. 77 Descomposición de mascarillas para la producción de objetos de diseño. Fotografía de origen web.
- Fig. 78 Taburete fabricado a partir de mascarillas desechables recicladas. fotografía de origen web.
- Fig. 79 EPP dispuesto en una habitación de radiación UV. Fotografía de origen literario.
- Fig. 80 Aparato emisor de radiación UV para esterilizar EPP. Fotografía de origen literario.
- Fig. 81 Logotipo de Real precious plastic. Fotografía de origen web.
- Fig. 82 Tapas de botella trituradas. Fotografía de origen web.
- Fig. 83 Tapas de botella transformadas en posavasos. Fotografía de origen web.
- Fig. 84 Armado de silla fabricada a partir de plástico reciclado. Fotografía de origen web.
- Fig. 85 Silla desarmable fabricada a partir de plástico reciclado por real precious plastic. Fotografía de origen web.
- Fig. 86 Tapas recicladas listas para fabricar un banco. Fotografía de origen web.
- Fig. 87 Banco fabricado a partir de tapas de plástico reciclado por real precious plastic. Fotografía de origen web.
- Fig. 88 Reunión para estudiantes con el fin de concientizar sobre el reciclaje plástico, realizada por real precious plastic. Fotografía de origen web.
- Fig. 89 Esquema resumen metodología de investigación del proyecto. Elaboración propia.
- Fig. 90 Resumen de la fase I, metodología de la fase experimental. Esquema de origen propio.

Fig. 91 Resumen fase II, Metodología de la fase experimental. Esquema de origen propio.

Fig. 92 Carta Gantt del proyecto e investigación, Origen propio,

Fig. 93 Continuación carta Gantt del proyecto e investigación. Origen propio.

Fig. 94 Simbología de equipo y herramientas utilizadas en el proceso de experimentación. Origen propio.

Fig. 95 Catastro de estudios independientes Región Metropolitana. Origen propio.

Fig. 96 Cantidad en gramos de cartuchos triturados por color. Origen propio.

Fig. 97 Capacidad y morfología de los contenedores recolectados. Origen propio.

Fig. 98 Depósitos para objetos cortopunzantes recolectados. Fotografía de origen propio

Fig. 99 Partes de un cartucho marca skeleton. Fotografía de origen propio.

Fig. 100 Partes de un cartucho marca kwadron. Fotografía de origen propio.

Fig. 101 Pesaje de membrana de un cartucho de tinta. Fotografía de origen propio.

Fig. 102 Pesaje de tapa trasera de un cartucho de tinta. Fotografía de origen propio.

Fig. 103 Pesaje de carcasa de un cartucho de tinta. Fotografía de origen propio.

Fig. 104 Pesaje de aguja de un cartucho de tinta. Fotografía de origen propio.

Fig. 105-112 Proceso de desarme depósito para cortopunzantes de cartón. Fotografía de origen propio.

Fig. 113-118 Proceso de desarme de cartucho marca kwadron. Fotografía de origen propio.

Fig. 119 Alcohol gel utilizado para lavar las carcasas de los cartuchos post desarme. Fotografía de origen propio.

Fig. 120 Cartuchos lavados y pasados por colador Fotografía de origen propio.

Fig. 121 Cartuchos dejándose secar al sol. Fotografía de origen propio.

Fig. 122 Pesaje de carcasas recolectadas. Fotografía de origen propio.

Fig. 123 Tapas de cartucho recolectadas. Fotografía de origen propio.

Fig. 124 Membranas interior de cartuchos. Fotografía de origen propio.

Fig. 125 Carcasas desarmadas color gris. Fotografía de origen propio.

Fig. 126 Carcasas desarmadas color miel. Fotografía de origen propio.

Fig. 127 Carcasas desarmadas color verde. Fotografía de origen propio.

Fig. 128 Carcasas desarmadas color rosa. Fotografía de origen propio.

Fig. 129 Trituradora de fablab sinestesia. Fotografía de origen propio.

Fig. 130 Dientes interiores trituradora sinestesia. Fotografía de origen propio.

Fig. 131 Diámetro de los triturados de carcasas. Fotografía de origen propio.

Fig. 132 Carcasas desarmadas y carcasas trituradas. Fotografía de origen propio.

Fig. 133 Carcasas de color miel trituradas. Fotografía de origen propio.

Fig. 134 Carcasas de tonos azules trituradas. Fotografía de origen propio.

Fig. 135 Departamento de ingeniería civil y ambiental Universidad del Bio Bio. Fotografía de origen web.

Fig. 136 Prensa de platos calientes automatizada, Universidad del Bio Bio. Fotografía de origen web..

Fig. 137 Planos molde de las probetas. Origen propio.

Fig. 138 Render molde de probetas. Fotografía de origen propio.

Fig. 139-140 Dimensionado perfil de fierro. Fotografía de origen propio.

Fig. 141-142 Dimensionado plancha de acero inoxidable para el molde. Fotografía de origen propio.

Fig. 143-146 Proceso de soldado marco del molde. Fotografía de origen propio.

Fig. 147 Proceso de desbaste de soldaduras marco del molde. Fotografía de origen propio.

Fig. 148 Marco de fierro para el molde terminado. Fotografía de origen propio.

Fig. 149 Cambio de estado policarbonato reciclado según temperatura. Origen propio.

Fig. 150 Análisis dinámico mecánico realizado previo a la experimentación con el molde y la prensa de platos calientes. Origen UBB.

Fig. 151 Layout espacio de trabajo para la experimentación. Origen propio.

Fig. 152 Flujo del espacio de trabajo durante la experimentación. Origen propio.

Fig. 153 Carcasas de color gris traslucido trituradas. Fotografía de origen propio.

Fig. 154 Pesado de carcasas para una probeta. Fotografía de origen propio.

Fig. 155 Dimensionado teflon. Fotografía de origen propio.

Fig. 156 Disposición de las carcasas trituradas en el interior del molde ya preparado. Fotografía de origen propio.

Fig. 157 Colocación del teflón encima del material y las otras partes del molde. Fotografía de origen propio.

Fig. 158 Molde listo para ingresar a la prensa. Fotografía de origen propio.

Fig. 159 Ingreso del molde a la prensa de platos calientes. Fotografía de origen propio.

Fig. 160 Verificación de la configuración, tiempo, fuerza de presión y temperatura. Fotografía de origen propio.

Fig. 161 Molde prensándose en la prensa de platos calientes. Fotografía de origen propio.

Fig. 162 Molde siendo ingresado en los platos para enfriar. Fotografía de origen propio.

Fig. 163 Desmontado plancha de acero inoxidable. Fotografía de origen propio.

Fig. 164-165 Desmontado teflon. Fotografía de origen propio.

Fig. 166 Despegado rebabas del borde. Fotografía de origen propio.

Fig. 167 Primera probeta de las carcasas recicladas. Fotografía de origen propio.

Fig. 168 Probeta 1. Fotografía de origen propio.

Fig. 169 Ficha técnica probeta 1. Origen propio.
Fig. 170 Probeta 2. Fotografía de origen propio.
Fig. 171 Ficha técnica probeta 2. Origen propio.
Fig. 172 Probeta 3. Fotografía de origen propio.
Fig. 173 Ficha técnica probeta 3. Origen propio
Fig. 174 Probeta color miel contraluz. Fotografía de origen propio.
Fig. 175 Ficha conclusión según presión aplicada 40 kg/cm². Origen propio.
Fig. 176 Ficha conclusión según presión aplicada 50 kg/cm². Origen propio.
Fig. 177 Ficha conclusión según presión aplicada 70 kg/cm². Origen propio.
Fig. 178 Ficha conclusión según presión aplicada 80kg/cm². Origen propio.
Fig. 179 Colores de carcacas trituradas. Fotografía de origen propio.
Fig. 180 Preparación de probeta con diferentes tipos de carcacas trituradas. Fotografía de origen propio.
Fig. 181 Sacado de rebabas probeta multi carcacas. Fotografía de origen propio.
Fig. 182 Probeta color miel / gris. Fotografía de origen propio.
Fig. 183 Probeta multi color. Fotografía de origen propio.
Fig. 184 Probeta colores sólidos. Fotografía de origen propio.
Fig. 185 Probeta color miel contraluz. Fotografía de origen propio.
Fig. 186 Probeta color miel/ gris contraluz. Fotografía de origen propio.
Fig. 187 Probeta con más carcacas color gris que miel. Fotografía de origen propio.
Fig. 188 Tinta acumulada en el interior de la probeta. Fotografía de origen propio.
Fig. 189 Probeta de tonos azulinos, prensada con poca presión. Fotografía de origen propio.
Fig. 190 Probeta multicolor contraluz. Fotografía de origen propio.
Fig. 191 Parte de carcacas verde probeta multicolor contraluz. Fotografía de origen propio.
Fig. 192 Corte de probeta. Fotografía de origen propio.
Fig. 193 Ventajas y desventajas de la esterilización por autoclave. Origen propio.
Fig. 194 Iconografía resumen de variables aplicadas. Origen propio.
Fig. 195 ¿Que es un prion? . Origen propio.
Fig. 196-197 Corte de probeta previa a la esterilización. Fotografía de origen propio.
Fig. 198 Probeta en el interior del autoclave. Fotografía de origen propio.
Fig. 199 Indicador de tiempo y temperatura del autoclave. Fotografía de origen propio.
Fig. 200 Manómetro indicador de presión del autoclave. Fotografía de origen propio.

Fig. 201 a 203. Corte de probeta posterior a la esterilización. Fotografía de origen propio.

Fig. 204 Probetas para ensayos de esfuerzo. Origen UBB.

Fig. 205-206 Gráfica resultados ensayos de flexión. Origen UBB.

Fig. 207 Probeta siendo testeada en flexión. Origen UBB.

Fig. 208 Probetas para ensayos de flexión. Origen UBB.

Fig. 209-210 Gráfica resultados ensayos de tracción. Origen UBB.

Fig. 211 Probeta siendo testeada en tracción. Origen UBB.

Fig. 212 Probetas para ensayos de tracción. Origen UBB.

Fig. 213 - 215. Testeo del material en corte con sierra caladora. Fotografía de origen propio.

Fig. 216 - 220. Testeo del material al perforar con taladro de pedestal. Fotografía de origen propio.

Fig. 221 - 225. Testeo del material grabado con láser. Fotografía de origen propio.

Fig. 226 Conclusión trabajabilidad con sierra caladora. Origen propio.

Fig. 227 Conclusión trabajabilidad con taladro de pedestal. Origen propio.

Fig. 228 Conclusión trabajabilidad con corte láser . Origen propio.

Fig. 229 Conclusión trabajabilidad con autoclave. Origen propio.

Fig. 230 Conclusión ensayos de esfuerzo en tracción y flexión. Origen propio.

Fig. 231 Pilares del diseño en la investigación. Origen propio.

Fig. 232 Logo material lab experience. Fotografía de origen web.

Fig. 233 Tool kit nivel performático. Origen web.

Fig. 234 Tool kit nivel sensorial, afectivo e interpretativo. Origen web.

Fig. 235 Tool kit reflexiones. Origen web.

Fig. 236 - 239 Tatuadores respondiendo el análisis experiencial/emocional. Fotografía de origen propio.

Fig. 240 - 242 Análisis de datos nivel performático. Origen propio.

Fig. 243 Análisis de datos nivel sensorial. Origen propio.

Fig. 244 Análisis de datos nivel afectivo. Origen propio.

Fig. 245 Análisis de datos nivel interpretativo. Origen propio.

Fig. 246 Carcasa de un cartucho de tinta desarmado. Fotografía de origen propio.

Fig. 247 Esquema resumen conceptos. Origen propio.

Fig. 247.1 Esquema resumen proceso de conceptualización. Origen propio.

Fig. 248-251 Proceso del tatuaje. Fotografía de origen propio.

Fig. 252 Mesa de trabajo de un tatuador post tatuaje. Fotografía de origen propio.

Fig. 253 -256 Mesa de trabajo de un tatuador y la delimitación de áreas para los insumos. Fotografía de origen propio.

Fig. 257 Insumos que se pueden observar en una mesa de trabajo de un tatuador. Origen propio.

Fig. 258 a 265 Oportunidad de diseño identificadas en las diferentes mesas de trabajo Fotografía de origen propio.

Fig. 266. Mesa de trabajo de un tatuador post tatuaje. Fotografía de origen propio.

Fig. 267 Tatuador juntando sus desechos post tatuaje. Fotografía de origen propio.

Fig. 268 -271 Insumos para contener pocillos o cartuchos de tinta para tatuar. Origen web.

Fig. 272 Medidas de las mesas de trabajo. Origen propio.

Fig. 273 Medidas de los pocillos de tinta. Origen propio.

Fig. 274 Tipo de máquina utilizada por el tatuador. Origen propio.

Fig. 275 Vaso desechable para limpiar agujas. Origen propio.

Fig. 276 Uso de vaselina especial para tatuajes. Origen propio.

Fig. 277 Movimientos en el acto de tatuar. Origen propio.

Fig. 278 - 281 Posturas del tatuador y su ubicación respecto a la mesa de trabajo. Fotografía de origen propio.

Fig. 282 Sketch de la propuesta de diseño. Origen propio.

Fig. 283 - 284 Rendes propuesta de diseño. Origen propio.

Fig. 285 - 288 Plano técnico del objeto parte 1, 2, 3 y 4. Origen propio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ◇ ASTM International. (2021). Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Material.
- ◇ ASTM International. (2021). Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.
- ◇ Cerdá, E., & Khalilova, A. J. E. i. (2016). Economía circular. 401(3), 11-20.
- ◇ Góngora, J. (2014). La industria del plástico en México y el mundo. 64.
- ◇ Hamilton, L. (2019). Plastic & Climate: The Hidden Costs of a Plastic Planet. In (Vol. 1, pp. 108). Center for international environment: Center for international environment.
- ◇ Karana E., Barati, B., Rognoli V., Zeeuw Van Der Laan, A., (2015). Diseño impulsado por materiales (MDD): un método de diseño para experiencias con materiales. Revista Internacional de Diseño , 9 (2), 35-54.
- ◇ Lowe, J. J. (2020). N95 Filtering Facepiece Respirator Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) Process for Decontamination and Reuse. 19.
- ◇ ONU, Medioambiente. (2018). El estado de los plásticos.
- ◇ MINSAL. (2017). Guía para el ejercicio del tatuador, piercers o prácticas similares.
- ◇ Rognoli, V. & Ayala García, C. (2018). Materia Emocional. Los materiales en nuestra relación emocional con los objetos. RChD: creación y pensamiento, 3(4), 1-15.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS

- ◇ Tattooarchive. (desde 1998). <https://www.tattooarchive.com/>
- ◇ Tecnología de los BioPlásticos. (2011). Policarbonato. <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/policarbonato.html>

ARTÍCULOS DE PÁGINAS WEB

- ◇ ConsejoMinero. (2019). Planta de compostaje avanzado en escala industrial. <https://consejominero.cl/plataforma-social/cuidado-del-medio-ambiente/planta-de-compostaje-avanzado-en-escala-industrial/>
- ◇ Giovanni, K. (2020). ¿Es posible tener un tatuaje ecológico? <https://www.expoknews.com/es-posible-tener-un-tatuaje-ecologico/>
- ◇ Medium, Tatuajes. Datos sobre el mundo de los tatuajes. Publicado en 2019. <https://medium.com/@tatuaje/datos-sobre-el-mundo-de-los-t-649595be29ff#:~:text=De%20acuerdo%20a%20cifras%20difundidas,tiene%20al%20menos%20un%20tatuaje>

- ◇ MINSAL, Salud. (2021). Registro nacional de tatuadores. <http://tatuadores.minsal.cl/registrados.aspx>
- ◇ Molina, J. (2020). Decreto de Envases y Embalajes: Meta final se aplaza en tres años, se aumenta la gradualidad en metas iniciales y se suma la obligación de incorporar a los recicladores de base. <https://www.paiscircular.cl/consumo-y-produccion/decreto-final-metas-envases-y-embalajes/>
- ◇ ONU. (2019). Reciclaje de plástico: el sector está listo para un nuevo impulso. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/reciclaje-de-plastico-el-sector-esta-listo-para-un-nuevo-impulso>
- ◇ Sisternas, P. (2018). Cuáles son las diferentes formas de reciclar el plástico?. <https://ecotrendies.com/cuales-son-las-diferentes-formas-de-reciclar-el-plastico.html>
- ◇ Sepulveda, P. (2017). Tatuajes. La tercera. <https://www.latercera.com/noticia/17-los-chilenos-mayores-15-anos-tatuaje/>
- ◇ UDT, Ciencia, Tecnología e Innovación en Biomecánica. (2021). El innovador proyecto consigue reciclar mascarillas plásticas y las convierte en nuevos productos. <https://mma.gob.cl/innovador-proyecto-consigue-reciclar-mascarillas-plasticas-y-las-convierte-en-nuevos-productos/#:~:text=4%20mayo%2C%202021-,Innovador%20proyecto%20consigue%20reciclar%20mascarillas%20pl%C3%A1sticas%20y%20las%20convierte%20en,contaminen%20playas%2C%20r%C3%ADos%20o%20parques.>
- ◇ Uribe, E. (2018). Modelo de negocio: Abre un estudio de tatuajes. <https://www.entrepreneur.com/article/338354>

TESIS CONSULTADAS

- ◇ Arandes, J.M.; Bilbao, J. & López, D. (2004). Reciclado de residuos plásticos. Departamento de Ingeniería Química, Universidad del País Vasco, Apartado 644, 48080 Bilbao (España). Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Ingeniería Química, Apartado 5595, Managua (Nicaragua).
- ◇ Bejarano, J. D. (2020). Puntointk diseño de una estación de trabajo para tatuadores. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12010/16724>
- ◇ Mansilla, L., & Ruiz, M- (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster. Ingeniería Industrial, (27),123-137. [fecha de Consulta 18 de Junio de 2021]. ISSN: 1025-9929. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428493008>
- ◇ Murcia, R. (2011). Empresa recuperadora y Recicladora de plástico. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/102708>
- ◇ Valdebenito, P. (2007). Aplastic: compactadora domiciliaria de envases plásticos. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/101057>

