

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
SANTIAGO – CHILE



PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS
INDUSTRIALES SÓLIDOS Y LÍQUIDOS EN FAB
LAB UTFSM

VALENTINA PAZ CÁCERES TORRES

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL
MECÁNICA

PROFESOR GUÍA: ING. LUIS GUZMÁN BONET
PROFESOR CORREFERENTE: ING. JOSÉ DELIS CONTRERAS

Marzo – 2022

Agradecimientos

Agradezco a mi familia, a mis papás, Marilyn y Juan, y a mi hermana, Francisca, por su apoyo incondicional durante mi carrera, por darme la posibilidad de estudiar y ser profesional, y también, por contenerme emocionalmente en momentos que fueron difíciles. También a los que ya no están, pero siempre he sentido cerca acompañándome en todo momento. Sin duda este apoyo fue fundamental para concluir mis estudios.

Quiero agradecer igualmente, a mis amigas y amigos que conocí en la universidad, con los que pasamos largos días de estudio, y que constantemente, nos dimos ánimo para continuar este camino. En especial, agradecer a Juan Pablo, por todos los años en que nos apoyamos mutuamente, y todas las tardes y noches de estudio que finalmente, dieron los resultados que tanto esperamos.

Por último, me gustaría agradecer a los integrantes del equipo de Fab Lab, en especial a José Tomás, por permitirme desarrollar mi trabajo con ellos, y siempre estar dispuestos a colaborar con lo que yo necesitara. También a mis profesores, Luis Guzmán y José Delis, por la ayuda y el apoyo que me brindaron durante mi trabajo, siempre con muy buena disposición para resolver todas mis dudas.

Resumen

La importancia de la gestión de residuos es un tema que cada día se habla más y surgen nuevas iniciativas que buscan reducirlos¹. Esto debido al daño que se produce con la creciente acumulación de éstos que existe hoy en día, ya que está afectando tanto a las personas como el medio ambiente. El cambio climático es una realidad, y exige tener un mayor cuidado y consciencia medioambiental. Por esta razón, es que en Chile se han creado normativas que están dando responsabilidades desde los productores e importadores, hasta los consumidores de ciertos productos catalogados como prioritarios.

El Fab Lab (Laboratorio de Fabricación digital) de la Universidad Técnica Federico Santa María, es un espacio en el que tanto personas internas como externas a la universidad pueden utilizar las herramientas disponibles en el laboratorio para sus proyectos. Actualmente, cuentan con diferentes equipos que permiten una gran variedad de materiales, con los que es posible desarrollar varios tipos de proyectos y con el tiempo, la cantidad de trabajos realizados ha ido en aumento.

Hasta el momento, Fab Lab no cuenta con un plan para la gestión de residuos y tampoco, tienen algún control en relación con cuáles se generan ni en qué cantidades. Por esta razón, en este trabajo de título, se busca proponer un plan de gestión de residuos industriales, con el que sea posible controlar la generación de éstos además de encontrar una forma de valorizarlos utilizándolos como recurso en un nuevo proceso.

En primer lugar, se buscó reunir la información necesaria con relación a cómo está regulada la gestión de residuos en el país, además de todos los datos que permitan realizar estimaciones de lo que ocurre en el laboratorio, es decir, cuáles son los residuos que se generan, en qué procesos ocurre y con qué frecuencia, entre otras informaciones. Todo esto con el fin de determinar cuál es la situación actual, y qué se requiere desarrollar en el plan.

Con la información recopilada, se priorizó a los residuos que se generan con mayor frecuencia y en base a estos, se diseñó un plan considerando diferentes etapas donde en primer lugar está la clasificación de los residuos, luego la forma para llevar una cuantificación de éstos y la búsqueda de alternativas de prevenir su generación, para luego desarrollar los pasos necesarios para el manejo interno de residuos y su disposición final.

Finalmente, se investigó sobre opciones para el aprovechamiento de los residuos como recursos, con diferentes formas de valorización, como la reutilización, el reciclaje y la valorización energética, además de sugerir, para algunos de éstos la prevención o minimización de éstos, optando por opciones más sustentables.

¹ Chile sin basura. (2020, 24 junio). Chile Sin Basura - Aprende a reciclar. Recuperado diciembre de 2021, de <https://chilesinbasura.cl/aprende-con-nosotros/>

Abstract

The importance of waste management is a topic that is increasingly talked about every day and new initiatives are emerging that seek to reduce them¹. This is due to the damage that occurs with the increasing accumulation of these that exists today, since it is affecting both people and the environment. Climate change is a reality and requires greater care and environmental awareness. For this reason, it is that in Chile have been created regulations that are giving responsibilities from producers and importers to the consumers of certain products classified as priorities.

The Fab Lab (Fabrication Laboratory) of the university “Universidad Técnica Federico Santa María”, is a space in which both people internal and external to the university can use the tools available in the laboratory for their projects. Currently, they have different equipment that allows a wide variety of materials, with which it is possible to develop various types of projects and over time, the amount of work done has been increasing.

So far, Fab Lab does not have a plan for waste management and neither do they have any control in relation to which ones are generated or in what quantities. For this reason, in this little paper, it seeks to propose an industrial waste management plan, with which it is possible to control the generation of these in addition to finding a way to value them using them as a resource in a new process.

First, it sought to gather the necessary information regarding how waste management is regulated in the country, in addition to all the data that allow estimates of what happens in the laboratory, that is, what are the residues that are generated, in what processes it occurs and how often, among other information. All this in order to determine what the current situation is, and what is required to develop in the plan.

With the information collected, priority was given to the waste that is most frequently generated and based on these, a plan was designed considering different stages where in the first place is the classification of waste, then the way to carry out a quantification of these and the search for alternatives to prevent their generation, to then develop the necessary steps for the internal management of waste and its final disposal.

Finally, research was done on options for the use of waste as resources, with different forms of recovery, such as reuse, recycling, and energy recovery, in addition to suggesting, for some of them, the prevention or minimization of these, opting for more sustainable options.

Acrónimos

ABS: Acrilonitrilo Butadieno Estireno (Acrylonitrile Butadiene Styrene)

DS: Decreto Supremo

HDS: Hoja de Datos de Seguridad

ISO: Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization)

MDF: Tablero de Fibra de Madera de Densidad Media (Medium Density Fibreboard)

MINSAL: Ministerio de Salud

MMA: Ministerio del Medio Ambiente

NCh: Norma Chilena

PLA: Ácido Poliláctico (Polylactic Acid)

RETC: Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

RESPEL: Residuo Peligroso

RILES: Residuos Industriales Líquidos

RISES: Residuos Industriales Sólidos

SEREMI: Secretaría Regional Ministerial

SINADER: Sistema Nacional de Declaración de Residuos

SINIA: Sistema Nacional de Información Ambiental

UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María

Índice de contenidos

Agradecimientos.....	i
Resumen.....	ii
Abstract.....	iii
Acrónimos.....	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice de imágenes.....	vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de diagramas.....	viii
Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Capítulo 1 Marco teórico.....	4
1.1. Marco normativo.....	4
1.1.1. Ley 20.920 Marco para la gestión de residuos, responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje.....	4
1.1.2. Normativa para la clasificación de residuos.....	5
1.1.3. Otras normativas relacionadas con el manejo y gestión de residuos.....	6
1.1.4. SINADER.....	7
1.1.5. Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC).....	7
1.2. Clasificación de residuos.....	11
1.3. Jerarquía en la gestión de residuos.....	12
1.4. Gestión del riesgo.....	14
1.4.1. Evaluación del riesgo.....	14
1.5. Modelo de economía circular.....	15
1.6. Metodologías y herramientas para la gestión.....	16
1.6.1. Pensamiento Lean.....	17
1.6.2. Programa 5S.....	17
1.6.3. Gestión Visual.....	18
1.6.4. Ciclo de la calidad o Ciclo PDCA.....	18
Capítulo 2 Contexto para el desarrollo.....	19
2.1. Sobre Fab Lab UTFSM.....	19

2.1.1.	Situación actual	20
2.1.2.	Layout.....	22
2.1.3.	Equipos disponibles actualmente	23
2.2.	Compromiso USM.....	26
2.3.	Iniciativas Estudiantiles.....	26
Capítulo 3	Metodología.....	28
3.1.	Método para la identificación de residuos	28
3.2.	Clasificación de residuos.....	30
3.3.	Evaluación de riesgo.....	31
3.3.1.	Identificación de la frecuencia de generación	31
3.3.2.	Análisis de los residuos y peligros de cada uno.....	33
3.3.3.	Cuantificación de residuos.....	35
3.3.4.	Valorización del riesgo.....	36
3.4.	Metodología para el desarrollo del plan.....	37
Capítulo 4	Plan de gestión de residuos	39
4.1.	Identificación y clasificación de residuos	39
4.2.	Cuantificación y control.....	40
4.3.	Alternativas de prevención o minimización	41
4.4.	Recolección de residuos	42
4.5.	Almacenamiento, cuantificación y medidas de contingencias.....	43
4.5.1.	Almacenamiento de residuos	43
4.5.2.	Medidas de contingencias	44
4.6.	Disposición final y tratamiento de residuos	45
Capítulo 5	Conclusiones.....	51
5.1.	Conclusión general	51
5.2.	Conclusiones específicas	51
5.3.	Recomendaciones	53
Referencias		54
Anexos		58
Anexo A	Identificación de residuos	58
Anexo B	Evaluación de la frecuencia de uso en equipos y materiales	59
Anexo C	Formato para cuantificación de residuos	61
Anexo D	Control de ingreso de materiales	63

Anexo E	Señalización para almacenamiento.....	64
Anexo F	Rombo NFPA: Sustancias peligrosas (NCh 1411).....	67
Anexo G	Hoja de seguridad “Alcohol desnaturalizado 70°” - Difem Laboratorios.....	68

Índice de imágenes

Imagen 1.1. Norma Chilena NCh 3322:2013 " Colores de contenedores para distintos residuos". Fuente imagen: “Tecno ecoambiente”	6
Imagen 1.2. Generación de Residuos (2015-2017). Fuente RETC	9
Imagen 1.3. Generación de residuos industriales no peligrosos según región (2017) Fuente RETC.	10
Imagen 1.4. Tipos de tratamientos de valorización de residuos (2017). Fuente RETC	11
Imagen 1.5. Pirámide jerárquica de gestión de residuos. Fuente imagen: SNI (Sistema Nacional de Inversiones) "Metodología para formulación y evaluación social de proyectos para el manejo o gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables".	13
Imagen 2.1. Contenedores de residuos de PLA y ABS generado en zona de impresión 3D. Imagen proporcionada por Fab Lab	21
Imagen 2.2. Contenedores de acrílico, maderas y cartón. Imagen proporcionada por Fab Lab.....	21
Imagen 2.3. Layout Fab Lab UTFSM. Fuente: Tesis USM.	22
Imagen 2.4. Zona de impresión 3D donde se encuentran las Ultimaker 2 y Ultimaker 3. Imagen de visita al laboratorio.....	24
Imagen 2.5. Zona de corte laser en la que cuentan con dos equipos de diferente tamaño. Imagen de visita al laboratorio.....	25
Imagen 2.6. Zona de mecanizado en CNC, donde principalmente se trabaja con maderas. Imagen de visita al laboratorio.....	25
Imagen 2.7. Muestra del trabajo que realiza Precious Plastic USM con residuos de PLA. Imagen proporcionada por Precious Plastic USM.	27
Imagen 4.1. Implementos para la recolección de residuos. Fuente imágenes: Sodimac www.sodimac.cl.....	42
Imagen 4.2. Identificación según Norma Chilena NCh 2190, Clase 3 Líquidos inflamables. Fuente: HDS Alcohol 70°	44
Imagen 4.3. Envase "Unilube Griffon Transparent Lubricant 100ml". Fuente imagen: www.griffon.eu	46
Imagen 4.4. Plancha de acrílico transparente. Fuente imagen: Acrílicos INDUACRIL www.induacril.cl	47
Imagen 4.5. Alcohol etílico al 70% en formato de 5 litros, envase con opción retornable a la misma empresa. Fuente imagen: Nobel www.grupoegle.cl.....	47
Imagen 4.6. Envase agua desmineralizada. Fuente imagen: Sodimac www.sodimac.cl	48
Imagen 4.7. Envase pegamento "Cola Fría Giotto 500g". Fuente imagen: Marangunic https://marangunic.cl/	48
Imagen 4.8. Residuo de PLA. Fuente imagen: www.impresoras3d.com.....	49

Imagen 4.9. Filamento PLA reciclado. Fuente imagen: Qactus www.qactus.cl	50
Imagen A.1. Señalización contenedor de residuos de PLA. (Elaboración propia. Imágenes www.impresoras3D.com).....	64
Imagen A.2. Señalización para contenedor de acrílicos y plásticos 7. (Elaboración propia. Imágenes)	64
Imagen A.3. Señalización para maderas. (Elaboración propia. Imágenes)	65
Imagen A.4. Señalización de contenedor exclusivo de MDF. (Elaboración propia. Imágenes ³⁹).....	65
Imagen A.5. Señalización para sector de almacenamiento de envases de alcohol 70° con indicaciones de peligros. (Elaboración propia. Imágenes obtenidas de la HDS Anexo G).....	66
Imagen A.6. Rombo NFPA. Fuente: Gema Pro https://www.gemapro.cl/producto/rombo-nfpa/	67

Índice de tablas

Tabla 1.1. Programa 5S. Fuente: “Herramientas Lean para Mejorar”	17
Tabla 2.1. Equipos disponibles en Fab Lab UTFSM. Fuente de información: Fab Lab	23
Tabla 2.2. Registro del tiempo de uso de los equipos disponibles en Fab Lab del año 2019. Fuente de información: Fab Lab.	24
Tabla 3.1. Normativa para la clasificación de residuos. Elaboración en base al marco normativo. .	30
Tabla 3.2. Indicador utilizado para la jerarquización según frecuencia de uso. Fuente: Elaboración propia.....	31
Tabla 3.3. Listado de materiales o insumos que se utilizan con una alta frecuencia en Fab Lab UTFSM. Fuente de información: Fab Lab.	32
Tabla 3.4. Clasificación de residuos. Fuente información: Normativas Chilenas y hojas de seguridad del material o insumo respectivo.....	34
Tabla 3.5. Indicador utilizado para la jerarquización según impacto ambiental de los residuos. Fuente: Elaboración propia.	36
Tabla 3.6. Valorización del riesgo. Fuente: Elaboración propia en base a la información recopilada.	37
Tabla A.1. Materiales permitidos en los equipos de Fab Lab. Fuente: Información de Fab Lab en base a manuales de usuario.	58
Tabla A.2. Insumos utilizados en diferentes procesos por Fab Lab. Fuente: Información de Fab Lab.	59
Tabla A.3. Frecuencia de uso de los equipos disponibles en Fab Lab. Fuente información: integrantes equipo Fab Lab UTFSM.	59
Tabla A.4. Frecuencia de uso de materiales e insumos permitidos. Fuente información: integrantes equipo Fab Lab UTFSM.	60

Índice de diagramas

Diagrama 3.1. Diagrama Impresión 3D. Elaboración propia. Fuente de información: Según fabricante y consulta a equipo Fab Lab.....	29
Diagrama 3.2. Diagrama Cortadora láser. Elaboración propia. Fuente de información: Según fabricante y consulta a equipo Fab Lab.....	29

Diagrama 3.3. Diagrama CNC Router. Elaboración propia. Fuente de información: Según fabricante y consulta a equipo Fab Lab.....	30
Diagrama 4.1. Estructura del plan de gestión de residuos propuesto. Elaboración propia. (Fuente de información: Documento MMA “Guía de Educación Ambiental y Residuos” y “Plan de Gestión Ambiental” Consultora Ambiental GRN).....	39
Diagrama 4.2. Clasificación de residuos. (Elaboración propia en base a las normativas mencionadas en Tabla 3.1).....	40

Introducción

La gestión de residuos cada día adquiere una mayor importancia dentro de los procesos, debido a que, se busca minimizar el impacto que éstos producen tanto a las personas como al medio ambiente y lograr un desarrollo sostenible². En Chile existen normativas que tratan la gestión integral de residuos entregando la información necesaria para su clasificación, almacenaje, tratamiento y la disposición final que tendrán. Una de estas es la conocida como “Ley REP” o Ley de Responsabilidad Extendida del Productor³, que detalla cuales son las responsabilidades que tienen los productores e importadores de productos, así como también menciona la que tendrán los consumidores, gestores de residuos, municipalidades y comercios o distribuidores.

En este trabajo se busca generar un plan de gestión de residuos industriales en el Laboratorio de Fabricación (Fab Lab) de la Universidad Técnica Federico Santa María, en el cual disponen de diferentes máquinas para que estudiantes puedan realizar proyectos de fabricación digital en él, esperando que sea un lugar seguro y que esté funcionando cuando lo necesiten. Hasta el momento no cuentan con protocolos o procedimientos estandarizados para los residuos en relación con su clasificación, cuantificación, almacenamiento, manejo y disposición final, por lo que, requieren de un plan que les permita tener mayor control sobre los residuos generados en sus procesos así como también, evaluar para cada uno la posibilidad de que sean valorizados.

Además de diseñar y proponer un plan para la gestión de residuos, se busca que dentro de éste sea priorizada la prevención y minimización, y en caso de que esto no se pueda realizar, como se mencionó anteriormente, evaluar la valorización de estos residuos. Todo esto será con el fin de poder desarrollar dentro del laboratorio el concepto de economía circular para los procesos que se realizan y evitar la eliminación en lo posible, logrando que sus residuos pasen a ser recursos.

En los primeros capítulos de este documento se presenta información relevante para el desarrollo del trabajo donde se incluye el marco normativo, las formas de clasificación, jerarquización para los residuos y metodologías para la gestión dentro de otros puntos. Junto con lo anterior, más adelante se establecerá un contexto interno para el desarrollo del trabajo, donde se detalla la información que se tiene del laboratorio, además de compromisos e iniciativas que existen en la universidad relacionadas con los residuos.

Una vez que se cuenta con la información y el contexto externo e interno para el desarrollo es posible comenzar a desarrollar la metodología a utilizar y también analizar cuáles son los elementos que deberán ser considerados para la estructura del plan de gestión

² Hoja de Ruta – Economía Circular. (s. f.). Economía Circular. Recuperado diciembre de 2021, de <https://economyacircular.mma.gob.cl/hoja-de-ruta/>

³ Ley Rep – Economía Circular. (s. f.). Economía Circular. Recuperado diciembre de 2021, de <https://economyacircular.mma.gob.cl/ley-rep/>

de residuos que se quiere proponer. En esta sección del informe se presenta el trabajo previo realizado que involucra las etapas de identificación de los principales residuos que se generan en Fab Lab, la clasificación que tienen según normativa, y también se realizó la evaluación del riesgo de estos residuos de modo que sea posible conocer cuáles deben ser priorizados en la propuesta.

En el siguiente capítulo, se presenta el plan de gestión de residuos con todos los elementos que deben ser considerados. En primer lugar, está el cómo se realiza la identificación y clasificación de los residuos y luego, la forma para cuantificar y tener control sobre la generación. También se debe analizar las diferentes alternativas de prevención o minimización en base a las etapas de jerarquía en la gestión de los residuos. Lo siguiente será contar con un manejo interno determinado, para esto se determinaron las etapas de recolección, almacenamiento y medidas de contingencias que deben considerarse junto con el uso de los residuos.

Finalmente, también se entregan opciones para la disposición final y tratamiento de residuos con el objetivo de evitar la eliminación e instaurar un modelo circular en los procesos de Fab Lab, manteniendo contacto con organizaciones dentro o fuera de la universidad, según sea posible, y lograr que sus residuos sean valorizados y utilizados como recursos en nuevos procesos.

Objetivos

En esta sección se presentan los objetivos planteados para este trabajo, está el objetivo general y los objetivos específicos derivados.

Objetivo General

Generar un plan de gestión de residuos industriales en Fab Lab para tener una correcta planificación y control sobre estos además de poder encontrar un método de aprovechamiento de recursos.

Objetivos Específicos

- Clasificar los residuos que son generados por los diferentes equipos y procesos que actualmente se utilizan en Fab Lab.
- Definir los procesos y necesidades operacionales según lo que indica la normativa en relación con el almacenamiento, manejo de residuos y sus posibles usos.
- Diseñar un plan de gestión de residuos que permita reducir el impacto que estos podrían generar.
- Proponer un plan de gestión de residuos que permita cuantificar y controlar su generación y disposición final.
- Proponer el concepto de ingeniería circular en el Fab Lab, identificando organizaciones o iniciativas que efectúen los proceso de reciclaje o reutilización de residuos.

Capítulo 1 Marco teórico

El primer paso, antes de comenzar el trabajo, fue investigar sobre la gestión de residuos, y, las posibilidades que existen para desarrollar un plan que se ajuste a lo requerido en el laboratorio. Debido a lo anterior, en este capítulo, se presenta un marco normativo, para conocer la situación del país, también se mencionan definiciones de términos, que serán referenciados más adelante en el documento, y sistemas de declaración que existen actualmente.

1.1. Marco normativo

En Chile existen diferentes leyes, normas y decretos que tratan el tema de la gestión de residuos y establecen cómo se debe actuar en relación con la recolección, almacenamiento y disposición final o tratamientos a realizar dependiendo del tipo de residuo que se genera. Algunas normativas relacionadas con este tema son la Ley 20.920/2016 del Ministerio del Medio Ambiente, Ley 19.300/1994 MINSEGPRES y su actualización en la Ley 21202/2020 del MMA, los decretos supremos DS148/2004 MINSAL y DS 594/2000 MINSAL, también se puede mencionar la Norma ISO 14001:2015, entre otras que serán mencionadas en esta sección.

También se revisará algunos sistemas para la gestión de residuos como es el que se utiliza para hacer la declaración de residuos generados en el país.

1.1.1. Ley 20.920 Marco para la gestión de residuos, responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje

La Ley 20.920 establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida al productor y el fomento al reciclaje. En ella se definen los principios de la ley dentro de los cuáles está “El que contamina paga”, “Gradualismo”, “Inclusión”, “Jerarquía en el manejo de residuos”, “Libre competencia”, “Participativo”. “Precautorio”, “Preventivo”, “Responsabilidad del generador de un residuo”, “Transparencia y publicidad” y “Trazabilidad”⁴.

Se entiende por residuo que corresponde a una *“Sustancia u objeto que su generador desecha o tiene la intención u obligación de desechar de acuerdo a la normativa vigente.”* - (Ley 20.920/2016)⁴.

⁴ Ambiente, M. D. M. (2016, 1 junio). *Ley-20920 01-JUN-2016 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (Biblioteca del Congreso | Ley Chile)*. www.bcn.cl/leychile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1090894>

En esta ley se detalla cuáles son las responsabilidades de quien genera el residuo y de los gestores de éstos, es decir, quienes realizan operaciones de manejo de residuos de forma autorizada por la normativa. Y con relación a la gestión de los residuos se señala que si estos tienen algún potencial de ser valorizados, esto se debe realizar evitando su eliminación. La valorización o tratamiento la realiza el gestor de residuos quien como ya fue mencionado debe ser estar autorizado para estas labores.

En cuanto a la responsabilidad del productor, señala que esta es para los productores de productos prioritarios, es decir, aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías, envases y embalajes, neumáticos y pilas. Cabe destacar que, dentro de los productores se considera tanto fabricantes como importadores y lo que se señala en la ley, es que ellos deben hacerse cargo del manejo de los residuos de los productos categorizados como prioritarios.

Finalmente, es relevante mencionar que en el Artículo 34 de la Ley 20.920 se señalan las responsabilidades de los consumidores quienes tienen la obligación de entregar los residuos de productos prioritarios al sistema de gestión que corresponde. Por otra parte, los consumidores industriales pueden valorizar sus residuos, o entregarlos a gestores autorizados para que ellos los valoricen. Sobre estos mismos, se señala también que en caso de que generen más residuos de los señalados en la normativa, deben cumplir con todos los puntos señalados en esta ley o de lo contrario serán sancionados.

1.1.2. Normativa para la clasificación de residuos

El Decreto Supremo N°43 presenta el “Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas” y detalla cómo debe ser el almacenamiento de estas sustancias según el tipo que sean, es decir la clasificación que les corresponde, y las cantidades que hay. La clasificación mencionada es según la NCh 382.

Norma Chilena NCh 382:1998 sobre terminología y clasificación de sustancias peligrosas, donde se dividen según “clase” y para esto existen nueve divisiones según el tipo de peligro que tiene cada una, es decir, si corresponde a una sustancia explosiva, venenosa, líquidos inflamables, entre otros.

El Decreto Supremo N°594 aprueba el reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, y en una sección de éste se trata el tema de la disposición de Residuos Industriales Líquidos y Sólidos (Artículo 16 al 20). En este decreto se señala que un residuo industrial todo residuo sólido, líquido o combinación de ambos que provenga de procesos industriales y por sus características físicas, químicas o microbiológicas no puedan ser asimilados a domésticos.

Norma Chilena NCh 3322:2013, se detalla cuáles son los colores de contenedores para identificar distintas fracciones de residuos, identificando nueve categorías donde cada

una posee un color y detalla cuáles son los residuos que deben ser almacenados en él. Esta norma simplifica y beneficia la separación para el reciclaje permitiendo que sea fácilmente identificable que debe ir en cada contenedor.



Imagen 1.1. Norma Chilena NCh 3322:2013 "Colores de contenedores para distintos residuos". Fuente imagen: "Tecno ecoambiente"⁵

1.1.3. Otras normativas relacionadas con el manejo y gestión de residuos

La Ley 19300 trata sobre las bases generales del medio ambiente, planteando el derecho de vivir en un medio ambiente libre de contaminación y sobre la protección, preservación de la naturaleza y conservación de patrimonios ambientales. Su última modificación fue el 2020 en la Ley 21.202.

El Decreto Supremo N°148 presenta el reglamento sanitario para el manejo de residuos peligrosos, en este se establecen cuáles residuos están considerados en esta clasificación y cuáles son las condiciones mínimas de seguridad para la generación, tratamiento, almacenaje y otras acciones que se realizan con éstos.

⁵ Norma Chilena NCH 3322 de colores de reciclaje en Chile. (2019, 29 julio). TECNO ECO AMBIENTE. <https://contenedorespararesiduos.cl/tecnoecoambiente/2019/07/29/norma-chilena-nch-3322-de-colores-de-reciclaje-en-chile/>

La Norma ISO 14001:2015⁶ corresponde a la norma sobre sistemas de gestión ambiental la cual se basa en el ciclo PDCA (o PHVA) de mejora continua. Es importante destacar que esta es una norma para la cual su implementación es voluntaria. En el caso que sea implementada, para poder certificar la gestión ambiental de una organización en sus bienes o servicios deben cumplir ciertos requisitos que se encuentran establecidos en ésta.

1.1.4. SINADER

Corresponde al Sistema Nacional de Declaración de Residuos No Peligrosos, el cual tiene un Manual de Usuario⁷ para los Generadores Industriales, las Municipalidades y los Destinatarios, desarrollado por el Ministerio del Medio Ambiente.

En el manual se detalla cuáles son los perfiles de usuario de este sistema dentro de los cuales están los ya mencionados, es decir, Generador Industrial, Municipal y Destinatario, todos éstos deben realizar las declaraciones según el D.S. N°1/2013, donde se detalla los periodos de declaración.

Los destinatarios de residuos son todos aquellos recintos o medios autorizados donde se valorizan o eliminan residuos, bajo condiciones de operación controladas.⁷

El sistema tiene diferentes tipos de tratamiento para seleccionar, entre los que se encuentran, aquellos en caso de que se eliminen los residuos, y en caso de que sean valorizados, además cada uno de estos tiene diferentes niveles, donde en el primero se selecciona si es valorización o eliminación, luego el tipo de tratamiento, para finalmente seleccionar la última clasificación que entrega más detalles acerca del tratamiento. Por ejemplo, si se selecciona valorización y como tratamiento, el reciclaje, se debe indicar si corresponde a plástico, papel, etc.

1.1.5. Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)

Éste se rige por el D.S. N°1/2013 del Ministerio del Medio Ambiente, decreto en el cual se señala, las condiciones que en caso de cumplirse en una organización, por ejemplo, se encuentran obligados a reportar e informar por el “Sistema de Ventanilla Única”, el cual está disponible en el portal del RETC.

“El Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, en adelante RETC, es una base de datos accesible al público, destinada a capturar, recopilar, sistematizar,

⁶ Norma ISO 14001:2015, Apuntes Gestión Ambiental IWM-320, Profesor José Delis.

⁷ División de Información y Economía Ambiental. (2019, febrero). MANUAL DE USUARIO Generador Industrial, Municipalidades, Destinatario. Sistema Nacional de Declaración de Residuos No Peligrosos – SINADER. Ministerio del Medio Ambiente.
https://vu.mma.gob.cl/manuals/sinader/MANUAL_SISTEMA_SINADER_MMA.pdf

conservar, analizar y difundir la información sobre emisiones, residuos y transferencias de contaminantes potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente que son emitidos al entorno, generados en actividades industriales o no industriales o transferidos para su valorización o eliminación.”⁸(D.S. N°1/2013 MMA)

Los que están obligados a reportar e informar según el D.S. N°1/2013 MMA son establecimientos que deban reportar a otros órganos de la administración del Estado, también aquellos sujetos a ser calificados como fuente emisora, generadora o destinataria de residuo y los productores de productos prioritarios, gestores, distribuidores y consumidores industriales según la ley 20.920, entre otros.

También se señala que aquellos establecimientos que generen más de 12 toneladas de residuos al año deberán reportar. Cabe destacar que éstos tienen reglas específicas entre las cuales está declarar antes del 30 de marzo los residuos del año anterior. También antes de ese mismo día las municipalidades deben hacer su declaración, así como destinatarios de residuos que reciban más de 12 toneladas al año.⁸

Algunos datos que se pueden obtener de la página web del RETC, son sobre emisiones al aire, emisiones al agua, transferencia de residuos fuera de sitio. Estos últimos son datos relevantes de mencionar en este estudio debido a que así se puede dimensionar cuales son las cantidades de residuos industriales no peligrosos que se generan cada año en el país y si reciben o no un tratamiento posterior al uso. A continuación, se presentan diferentes gráficos recuperados de la página del RETC en su sección de “indicadores” para “Residuos (Disposición al suelo)”, es importante destacar que los valores que se indican son en base a los registros del SINADER al año 2017.

⁸ Ambiente, M. D. M. (2018, 11 diciembre). *Decreto-1 02-MAY-2013 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (Biblioteca del Congreso | Ley Chile)*. www.bcn.cl/leychile.
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1050536>

Generación de residuos [t] industriales no peligrosos, según tipo de tratamiento, 2015 - 2017



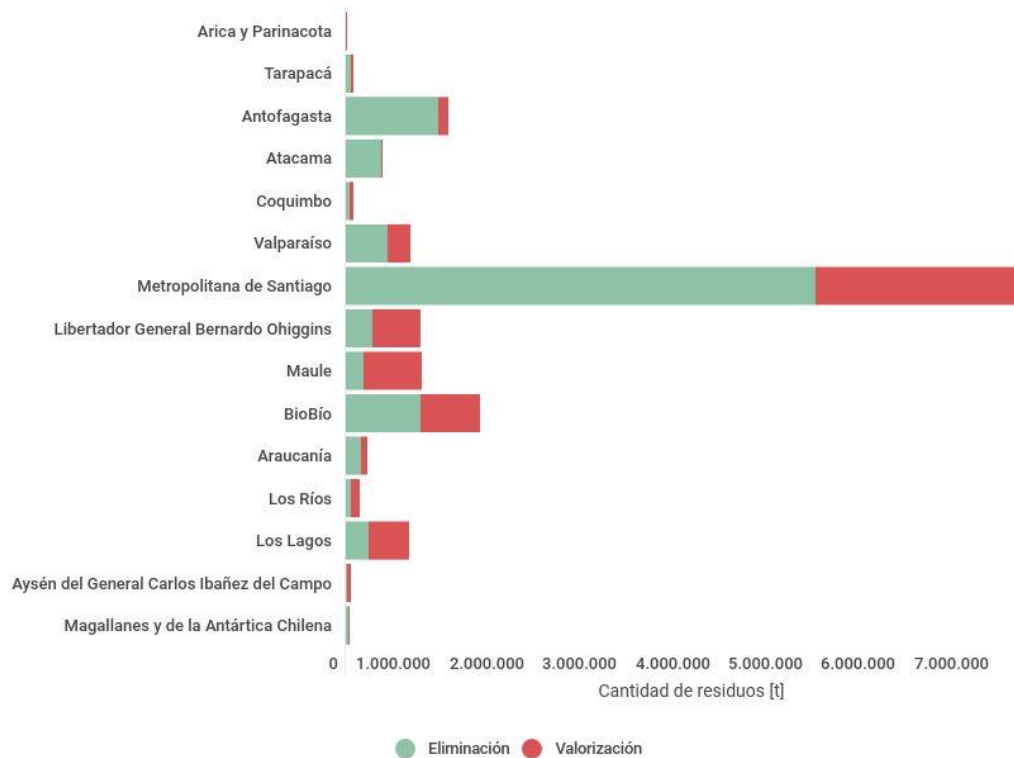
 Download data

Fuente: SINADER, 2017

Imagen 1.2. Generación de Residuos (2015-2017). Fuente RETC⁹

⁹ Generación de residuos industriales no peligrosos, según tipo de tratamiento, 2015 - 2017 - Infogram. (s. f.). RETC. Recuperado diciembre de 2020, de <https://infogram.com/generacion-de-residuos-industriales-no-peligrosos-segun-tipo-de-tratamiento-2015-2017-1h7k23pvovqg4xr>

Generación [t] de residuos industriales no peligrosos según región, 2017



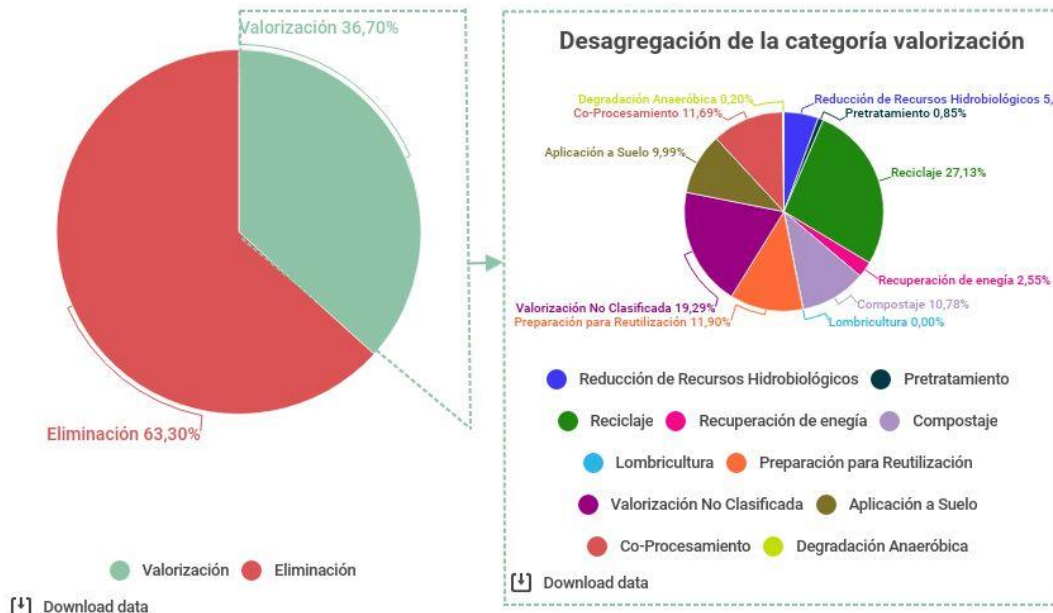
Download data

Fuente: SINADER, 2017

Imagen 1.3. Generación de residuos industriales no peligrosos según región (2017) Fuente RETC.¹⁰

¹⁰ Generación de residuos industriales no peligrosos según región, 2017 - Infogram. (s. f.). RETC. Recuperado diciembre de 2020, de <https://infogram.com/generacion-de-residuos-industriales-no-peligrosos-segun-region-2017-1h7j4dy7z70v4nr>

Tipo de tratamiento de residuos sólidos industriales no peligrosos, 2017



Fuente: SINADER, 2017

Imagen 1.4. Tipos de tratamientos de valorización de residuos (2017). Fuente RETC¹¹

1.2. Clasificación de residuos

La clasificación de residuos puede realizarse tanto por sus características, es decir, si son peligrosos o no peligrosos y también se pueden clasificar como inertes. Por otra parte, pueden ser clasificados según el origen que tienen, esto es, si son residuos domiciliarios, municipales o industriales.

En el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA)¹² entregan las siguientes definiciones para cada uno de los tipos de residuos mencionados:

¹¹ Tipo de tratamiento de residuos sólidos industriales no peligrosos, 2017 - Infogram. (s. f.). RETC. Recuperado diciembre de 2020, de <https://infogram.com/tipo-de-tratamiento-de-residuos-solidos-industriales-no-peligrosos-2017-1h7k23pvl75v4xr>

¹² Residuos – SINIA. (s. f.). SINIA. Recuperado diciembre de 2020, de <https://sinia.mma.gob.cl/temas-ambientales/residuos/>

*“**Residuo peligroso:** residuo o mezcla de residuos que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto.”*

*“**Residuo no peligroso:** residuo que no presenta riesgo para la salud pública ni efectos adversos al medio ambiente.”*

*“**Residuo inerte:** es un residuo no peligroso que no experimenta variaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble, ni combustible, ni reacciona física o químicamente, ni de ninguna otra manera. No es biodegradable y tampoco afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto.”*

*“**Residuos sólidos municipales:** incluye residuos sólidos domiciliarios y residuos similares a los anteriores generados en el sector servicios y pequeñas industrias. También se consideran residuos municipales a los derivados del aseo de vías públicas, áreas verdes y playas.”*

*“**Residuo industrial:** residuo resultante de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza y mantenimiento, generados por la actividad industrial. Corresponden a residuos sólidos, líquidos o combinaciones de estos, que por sus características físicas, químicas o microbiológicas, no pueden asimilarse a los residuos domésticos.”*

Si bien este es un tipo de clasificación que será considerado para el desarrollo de esta propuesta, también se hará una clasificación según la frecuencia con la que se generan los residuos además de hacer una evaluación del impacto que genera cada uno de ellos con el fin de priorizar los que presentan un nivel de riesgo más elevado.

1.3. Jerarquía en la gestión de residuos

Para el manejo o gestión de residuos se busca privilegiar la prevención, reutilización y reciclaje de éstos, y dejar en última opción, en caso de que no se pueda realizar algún tipo de valorización, la eliminación del residuo. Esto se puede representar como una pirámide invertida donde la primera opción es la prevención, luego la reutilización, reciclaje o valorización energética y en último lugar eliminación.



Imagen 1.5. Pirámide jerárquica de gestión de residuos. Fuente imagen: SNI (Sistema Nacional de Inversiones) "Metodología para formulación y evaluación social de proyectos para el manejo o gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables".

La definición que se entrega en la normativa Chilena de cada una de las opciones que hay en la pirámide jerárquica se pueden extraer de la Ley 20.920¹³ donde se definen como se muestra a continuación.

- **Prevención:** es uno de los principios de la ley y lo señalan como *“Preventivo: Conjunto de acciones o medidas que se reflejan en cambios en los hábitos en el uso de insumos y materias primas utilizadas en procesos productivos, diseño o en modificaciones en dichos procesos, así como en el consumo, destinadas a evitar la generación de residuos, la reducción en cantidad o la peligrosidad de los mismos.”* (Ley 20.920/2016)
- **Reutilización:** *“Acción mediante la cual productos o componentes de productos desechados se utilizan de nuevo, sin involucrar un proceso productivo.”* (Ley 20.920/2016)
- **Reciclaje:** *“Empleo de un residuo como insumo o materia prima en un proceso productivo, incluyendo el coprocesamiento y compostaje, pero excluyendo la valorización energética.”* (Ley 20.920/2016)
- **Valorización energética:** *“Empleo de un residuo con la finalidad de aprovechar su poder calorífico.”* (Ley 20.920/2016)

¹³ Ambiente, M. D. M. (2016, 1 junio). Ley-20920 01-JUN-2016 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (Biblioteca del Congreso | Ley Chile). www.bcn.cl/leychile.
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1090894>

- **Eliminación:** *“Todo procedimiento cuyo objetivo es disponer en forma definitiva o destruir un residuo en instalaciones autorizadas.” (Ley 20.920/2016)*

1.4. Gestión del riesgo

La gestión del riesgo se puede realizar en cualquier organización, para todas las actividades o proyectos que realicen, debido a que, todas implicarán riesgos. Tanto la gestión del riesgo, como sus principios y orientaciones, se presentan en la norma ISO 31000 donde se detalla, cual es el proceso para la gestión del riesgo, explicando cada una de las etapas que se deben realizar. En esta norma se define el riesgo como *“Efecto de la incertidumbre sobre los objetivos” (ISO 31000:2018)¹⁴*.

1.4.1. Evaluación del riesgo

Con el fin de poder jerarquizar los residuos, y debido a que, se está desarrollando una propuesta inicial para un plan de gestión de residuos, se busca trabajar en esta primera instancia, con los que presenten un riesgo mayor. Para esto, se realizará una evaluación del riesgo de estos residuos, considerando la frecuencia con que se utilizan y el impacto ambiental que tiene su generación, es decir, evaluar cuáles son las consecuencias de que este residuo sea eliminado.

Para entender mejor sobre a qué se refieren estos términos, se referencia la norma ISO 31000 sobre Gestión de Riesgos donde se definen la probabilidad y consecuencia como:

“Probabilidad: *posibilidad de que algo suceda. En la terminología de gestión del riesgo, la palabra “probabilidad” se utiliza para indicar la posibilidad de que algo suceda, esté definida, medida o determinada objetiva o subjetivamente, cualitativa o cuantitativamente, y descrita utilizando términos generales o matemáticos (como una probabilidad matemática o una frecuencia en un periodo de tiempo determinado).*

Consecuencia: *resultado de un evento que afecta a los objetivos. Una consecuencia puede ser cierta o incierta y puede tener efectos positivos o negativos, directos o indirectos sobre los objetivos. Las consecuencias se pueden expresar de manera cualitativa o cuantitativa. Cualquier consecuencia puede incrementarse por efectos en cascada y efectos acumulativos.*”¹⁴

La evaluación del riesgo se divide en tres etapas donde se considera, la identificación del riesgo, análisis del riesgo y valoración del riesgo.

¹⁴ ISO 31000:2018(es) Gestión del riesgo — Directrices. (2018). ISO. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es>

- **Identificación del riesgo**

Para realizar una evaluación del riesgo, lo primero es identificar cuáles son los riesgos, sus causas y posibles consecuencias. En esta etapa se busca encontrar todos lo que podría ocurrir, y que sea o no, controlado por la organización. Además, es importante considerar todos los posibles riesgos, debido a que, si no son identificados es su totalidad, existirán algunos que no serán considerados para el análisis.

- **Análisis del riesgo**

Una vez que se identifican los riesgos existentes, deben ser analizados. En esta etapa se considera las causas, consecuencias y también la probabilidad de ocurrencia. Este análisis se realiza dependiendo del riesgo, lo que se busca analizar, y la información con la que se cuenta para realizarlo. Tanto la probabilidad como las consecuencias pueden ser determinadas, en base a datos con los que se cuente o estudios que existan, todo dependerá de la situación en que se realice el estudio y el nivel de detalles que se utilizará.

- **Valoración del riesgo**

Luego de realizado el análisis, es necesario valorar el riesgo para tomar decisiones y priorizar. En esta etapa, se debe encontrar un valor para el nivel de riesgo con los criterios que se establecen para determinarlo, es decir, se establecen valores según la frecuencia con que pueda ocurrir y según las consecuencias que puede traer. Es importante, tener una validación de esta valorización realizada.

1.5. Modelo de economía circular

El modelo de economía circular busca cambiar el modelo lineal que consiste en la producción, uso y eliminación, por uno en el que esta eliminación sea la mínima posible y para esto se busca eliminar residuos desde el diseño, mantener productos y materiales en uso y regenerar sistemas naturales¹⁵.

Para la aplicación de este modelo se requiere de la ingeniería debido a que, con esta es posible buscar alternativas de diseño para procesos, de modo que, sea posible reducir el

¹⁵ Economía Circular. (s. f.-b). Ellen MacArthur Foundation. Recuperado 29 de septiembre de 2021, de <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>

impacto ambiental que se está produciendo¹⁶. Es por esto, por lo que, cuando se habla de ingeniería circular, se refiere a buscar estas nuevas alternativas por cambiar el modelo lineal.

Debido a lo anterior, la ingeniería circular está relacionada con el concepto de economía circular, es decir, la filosofía de establecer un modelo circular basado en la idea de reducir el impacto medioambiental de los residuos instaurando los conceptos de rediseñar, reducir, reutilizar, reparar, renovar, recuperar y reciclar.

El concepto de valorización en la Ley N°20.920 se define como:

*“Valorización: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar un residuo, uno o varios de los materiales que lo componen y, o el poder calorífico de los mismos. La valorización comprende la preparación para la reutilización, el reciclaje y la valorización energética.”*¹⁷

Esta ley es una de las líneas de trabajo que tiene el MMA en el tema de avanzar hacia una economía circular en el país¹⁸, es justamente la Ley N°20.920, una de las principales acciones que se han realizado para lograr cambiar el modelo lineal al que se acostumbra. El año 2014 se creó un Comité de Consumo y Producción Sustentables¹⁹ que coordina iniciativas para contribuir en el desarrollo del país y protección del medio ambiente.

Para desarrollar este modelo circular, y que en un futuro sea posible implementarlo, será necesario tener conocimiento de los procesos que se realizan en el Fab Lab, sobre la materia prima que se utiliza y si es posible valorizar los residuos que se obtienen a partir de estas, ya que como se establece en la Ley N°20.920, lo que se busca es lograr que si el residuo puede ser valorizado de alguna forma, esto se realice y que se evite que sea eliminado.

1.6. Metodologías y herramientas para la gestión

Existen diferentes metodologías y herramientas que podrían ser utilizadas, sin embargo, para poder saber cuáles serán las que se utilizarán para el trabajo se debe analizar las opciones, los objetivos y la información disponible con el fin de seleccionar la que mejor se adapte a las necesidades. A continuación, se presentan las opciones que serán consideradas debido a que se cree que podrían ayudar en el desarrollo del plan de gestión de residuos.

¹⁶ A. (2021, 1 junio). ¿QUÉ ES LA ECONOMÍA CIRCULAR Y QUÉ APORTA A LA INGENIERÍA CIRCULAR? Spin. <https://spiningenieros.com/que-es-la-economia-circular-y-que-aporta-a-la-ingenieria-circular/>

¹⁷ Ambiente, M. D. M. (2016, 1 junio). Ley-20920 01-JUN-2016 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (Biblioteca del Congreso | Ley Chile). www.bcn.cl/leychile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1090894>

¹⁸ Economía Circular. (s. f.). mma.gob.cl. Recuperado enero de 2021, de <https://mma.gob.cl/economia-circular/>

¹⁹ Inicio. (s. f.). COMITÉ DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLE. Recuperado diciembre de 2021, de <https://ccps.mma.gob.cl/>

1.6.1. Pensamiento Lean

Lean es una filosofía de gestión, que está basada en los principios del “Sistema de Producción Toyota” (Toyota Production System TPS)²⁰. Esta filosofía, se basa en eliminar desperdicios, es decir, todo lo que quita o no agrega valor a un proceso. Esta filosofía busca lograr que el proceso sea “esbelto” y para lograrlo existe un conjunto de herramientas o técnicas que dependiendo de lo que se requiera realizar permitirán que el proceso sea mejorado de modo que se generen menos desperdicios y más ingresos.

Taiichi Ohno, ingeniero japonés que desarrolló el TPS, identifica y clasifica los desperdicios en siete tipos: sobreproducción, tiempos de espera, transporte de material, trabajo innecesario, inventarios, exceso de movimiento y defectos.

1.6.2. Programa 5S

Es un programa que aplica la filosofía Lean, y que incluye, técnicas de mejoramiento continuo para el orden y seguridad. Se define como *“metodología para organizar los lugares de trabajo con el propósito de mantenerlos funcionales, limpios, ordenados, agradables y seguros”*²¹. Esta técnica de origen japonés lleva el nombre de 5S debido a que consta de cinco etapas y cada una de éstas en japonés comienza con “S”.

Tabla 1.1. Programa 5S. Fuente: “Herramientas Lean para Mejorar”²²

	Japonés	Español
1	Seiri	Simplificar
2	Seiton	Organizar
3	Seiso	Limpiar
4	Seiketsu	Estandarizar
5	Shitsuke	Disciplinar

Donde primero se debe hacer una clasificación para mantener solo lo que es necesario para el trabajo, luego el encontrar “un lugar para cada cosa” y poner “cada cosa en su lugar”, de modo que sea fácil de acceder a lo que se necesite, luego se debe hacer la limpieza para

²⁰ Instituto Lean. (s. f.). Lean | Qué es Lean | Metodología Lean | Implementación Lean. Recuperado 3 de noviembre de 2020, de <http://institutolean.cl/nuevo/lean/>

²¹ Pulido, H. G. (2014). Calidad y productividad. McGraw-Hill. Recuperado 3 de noviembre de 2020, de Biblioteca Digital USM

²² Álvarez Campillay, Nelson. (2020). *Herramientas Lean para Mejorar*. Fundamentos del Mejoramiento Continuo MEC-281.

mantener las condiciones óptimas y estandarizar el proceso para mantener los pasos anteriores y finalmente se busca lograr el cambio generando un hábito.

1.6.3. Gestión Visual

Una herramienta que permite estandarizar procesos, y entregar la información de forma fácil y rápida, es la gestión visual²², por este motivo igualmente con el uso de esta herramienta se disminuye la probabilidad de cometer errores en un proceso.

La gestión visual permitirá que la clasificación, y separación de residuos dentro del laboratorio, sea más simple incorporando el uso de imágenes o figuras, palabras y colores que ayuden a transmitir la información rápidamente y sea fácil de identificar por los usuarios. Para esto será considerado lo establecido en la Norma Chilena NCh 3322, que ya tiene establecidos colores para contenedores de residuos por lo que es fundamental para este punto.

1.6.4. Ciclo de la calidad o Ciclo PDCA

El ciclo de la calidad también conocido como PDCA, por las etapas que posee en inglés “Plan”, “Do”, “Check”, “Act” o llevado al español se conoce como PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar). Este ciclo, se puede encontrar implementado en diferentes metodologías para solucionar problemas, así como, en normativas como es el caso de la ISO 14001:2015, sobre Sistemas de Gestión Ambiental, donde se menciona el modelo, debido a que, este puede utilizarse en un sistema de gestión con el objetivo, que este sea mejorado de forma continua.

Las etapas se llevan a cabo en pasos, donde en primer lugar, se debe desarrollar un plan en base al problema y sus posibles causas, luego hacer una prueba de este plan para a continuación analizar y verificar que los resultados sean los esperados y finalmente, en caso de que haya resultado estandarizar para evitar que se repita el problema o bien, si el resultado no fue el esperado evaluar la situación y repetir el ciclo.

Capítulo 2 Contexto para el desarrollo

En este capítulo se presenta la situación en la que se encuentra actualmente el laboratorio, explicando igualmente, lo que se realiza en este espacio. Además, se detalla la información que se encuentra disponible, y será relevante para el desarrollo de este trabajo. Adicionalmente, se menciona cuál es el compromiso que tiene la universidad en relación con la gestión de residuos.

2.1. Sobre Fab Lab UTFSM

Para comenzar, es fundamental conocer a Fab Lab y entender cuál es la situación en la que se encuentran actualmente. Por esta razón, se detallará información sobre lo que realizan día a día, cuáles son sus objetivos y por supuesto, también se detallará más sobre que se tiene hasta el momento en relación con la gestión de residuos.

En primer lugar, es importante conocer sobre este laboratorio y por supuesto, en qué consiste el trabajo que se realiza a diario por el equipo de Fab Lab, cuál es su objetivo dentro de la universidad así como los espacios disponibles para el acceso de los estudiantes de las diferentes carreras en la UTFSM.

Como señalan en su página web²³ *“FabLab UTFSM nace como una iniciativa estudiantil el año 2014, destinada a facilitar todas las herramientas digitales y físicas posibles para que cualquier persona pueda crear, fabricar y transformar sus ideas en algo material.”* - (FabLab UTFSM).

A continuación se presentan la misión y visión que tienen a modo de entender su motivación y también cuales son las expectativas que tienen de esta iniciativa para los próximos años.

Misión

“Nuestra misión es entregar las herramientas y conocimiento a toda persona que se quiera educar, innovar e inventar usando tecnologías de fabricación digital, permitiéndoles que desarrollen prácticamente cualquier proyecto que puedan imaginar; dándoles la oportunidad de mejorar las vidas de las comunidades tanto de forma local como global.” - (FabLab UTFSM).

²³ FabLab UTFSM. (s. f.). FabLab UTFSM. Recuperado 13 de septiembre de 2021, de <http://fablab.usm.cl/home>

Visión

“Buscamos posicionar a la UTFSM como la universidad de vanguardia en el desarrollo de tecnología digital, entregando a los alumnos un espacio de primer nivel, en el cual no existan limitantes para la creación. Queremos que este sea un espacio abierto, en donde puedan converger las visiones creativas tanto de sanseanos como personas de todo el mundo, y el alto grado de conocimientos técnicos de los estudiantes, generando un espacio que apoye el desarrollo de tecnología global.” - (FabLab UTFSM).

2.1.1. Situación actual

Fab Lab hoy en día, no cuenta con un procedimiento para la gestión de residuos, simplemente, reutilizan el material mientras éste lo permita. Por otra parte, no se tiene actualmente algún registro que pueda dar cuenta de cuánto es, el residuo que se genera en un semestre o un año, los únicos datos que tienen son sobre las cantidades de material que ellos compran para los proyectos que desarrollan, sin embargo, también hay estudiantes que realizan proyectos particulares para los que llevan el material que utilizarán.

En cuanto a organizaciones que se dediquen a la gestión de los residuos hasta el momento tampoco se cuenta con información o registro de esto para la mayoría de los que son generados en el laboratorio. Los únicos residuos que son entregados a una organización definida es el residuo plástico de las impresoras 3D el cual es entregado hasta el momento principalmente a “Qactus”²⁴ que es una organización que reutiliza el plástico dándole un nuevo uso y como ellos mencionan en su sitio web *“La primera inspiración vino por Precious Plastic, este movimiento holandés que invita a construir máquinas de bajo costo para procesar plásticos de forma casera.”*²⁵.

Dentro de la universidad se está desarrollando una iniciativa similar, también inspirado por el proyecto holandés que fue adaptado por un grupo de estudiantes para la universidad. Hace un tiempo Fab Lab comenzó a trabajar con el equipo a cargo de esta iniciativa llamada “Precious Plastic USM” quienes buscan realizar este proceso de reutilización del plástico en la universidad y con este crear nuevos productos. En conjunto existe un proyecto que les permitiría en un futuro poder reciclar y reutilizar el residuo de las impresiones 3D dentro del mismo laboratorio creando productos con filamento reciclado.

Por el momento, para la recolección de residuos lo que se realiza en Fab Lab en el caso de las impresión 3D, es juntar los restos de material para ser almacenado en un

²⁴ Q. (s. f.-b). *Qactus - Productos increíbles 100% de plástico reciclado*. Qactus. Recuperado 7 de septiembre de 2021, de <https://qactus.cl/>

²⁵ Loyola, H. (2021, 9 agosto). *LA HISTORIA QACTUS (SO FAR. . .)*. Qactus. <https://qactus.cl/a/blog/la-historia-qactus-so-far>

contenedor. En el caso de cuando se trabaja con maderas, en las cortadoras láser y CNC para el polvo cuentan con una aspiradora para retirar los restos de material.

Finalmente sobre el almacenamiento de los residuos, en estos momentos cuentan con contenedores de cartón para residuos de PLA y ABS, los cuales son entregados por la empresa “Qactus” a quienes contactan una vez que el contenedor está al límite de su capacidad y ellos retiran los residuos. Por otra parte, tienen contenedores de madera que por el momento están destinados para almacenar principalmente para acrílico, maderas y cartón.



Imagen 2.1. Contenedores de residuos de PLA y ABS generado en zona de impresión 3D. Imagen proporcionada por Fab Lab



Imagen 2.2. Contenedores de acrílico, maderas y cartón. Imagen proporcionada por Fab Lab.

2.1.2. Layout

El laboratorio, cuenta con una superficie de 173 [m²] en el Campus San Joaquín, de la Universidad Técnica Federico Santa María. El espacio está distribuido de forma que, cada equipo tiene una zona determinada de trabajo para ser utilizado, también cuentan con espacios para realizar reuniones o trabajar y por otra parte, igualmente cuentan con un pañol donde tienen muebles para almacenar insumos que puedan requerir. A continuación se presenta el Layout de Fab Lab UTFSM.

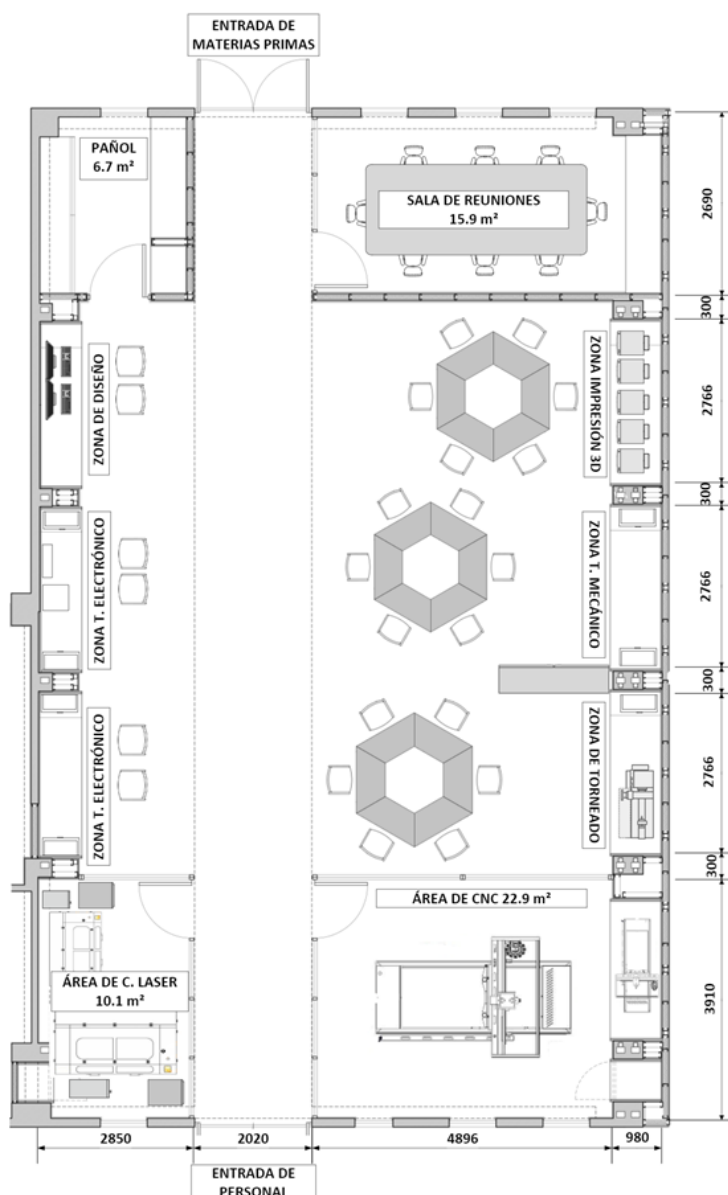


Imagen 2.3. Layout Fab Lab UTFSM. Fuente: Tesis USM.²⁶

²⁶ Gallardo Ramírez, Francisco Javier. (2019). PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO EN ACTIVOS CRÍTICOS DE FABLAB UNIVERSITARIO. Tesis USM.

2.1.3. Equipos disponibles actualmente

En el laboratorio, como se puede apreciar en el Layout, en las zonas de trabajo actualmente se dispone de diferentes equipos, dentro de los cuales la mayor cantidad corresponde a impresoras 3D, seguido de los CNC y cortadoras láser. En la siguiente tabla se presentan los diferentes equipos con el detalle de los modelos que tienen.

Tabla 2.1. Equipos disponibles en Fab Lab UTFSM. Fuente de información: Fab Lab

Modelo/Marca Máquina	Tipo de Máquina
Ultimaker 3 Extended	Impresora 3D
Ultimaker 2	Impresora 3D
Impresora Materiales Viscosos	Impresora 3D
Torno Fabrimak C4	Torno
Shopbot Desktop	CNC Router
Shopbot PRS Standar	CNC Router
GCC X252	Cortadora Laser
Bodor CORVUS BCL1309XU 90W	Cortadora Laser
Cirqoid	CNC Router de Precisión
Ingleteadora Makita	Ingleteadora
Cameo 4+	Cortadora de Vinilo

Para cada uno de estos equipos, se determinará cuáles son los materiales que utilizan y, por lo tanto, los residuos que generarán de modo que éstos puedan ser clasificados según la normativa señalada en el marco teórico. Es importante también considerar que si bien estos equipos están disponibles para ser utilizados, los que principalmente son utilizados en los proyectos que se desarrollan son las impresoras 3D, seguido de cortadoras láser y los CNC Router “Shopbot”. Esta información fue consultada directamente a integrantes de Fab Lab (Ver en Anexo B Tabla A.3) quienes mencionaron que estos equipos se utilizan de forma frecuente todos los meses y en los otros equipos se trabaja ocasionalmente algunas veces al semestre.

Lo anterior igualmente es posible corroborarlo con los registros de las horas de uso que tienen los equipos en el laboratorio, esta información disponible corresponde al año 2019 y será considerada para el trabajo debido a que, los años 2020 y 2021, el uso fue intermitente.

Tabla 2.2. Registro del tiempo de uso de los equipos disponibles en Fab Lab del año 2019. Fuente de información: Fab Lab.

Equipo	Tiempo de uso [min]	Tiempo de uso [h]
Cirqoid	7387	123,12
Cortadoras láser	16844	280,73
Impresoras 3D	170813	2846,88
Router CNC	14814	246,90
Torno	10728	178,80
Total	220586	3676,43

Es importante destacar que la información de la tabla corresponde a la suma del tiempo según el tipo de equipo, por lo tanto, de la Tabla 2.2 se puede extraer que la zona con mayor uso es la de impresión 3D con más de 2800 horas de uso de los equipos, seguido por las zonas de cortado láser y la zona de mecanizado CNC.



Imagen 2.4. Zona de impresión 3D donde se encuentran las Ultimaker 2 y Ultimaker 3. Imagen de visita al laboratorio.

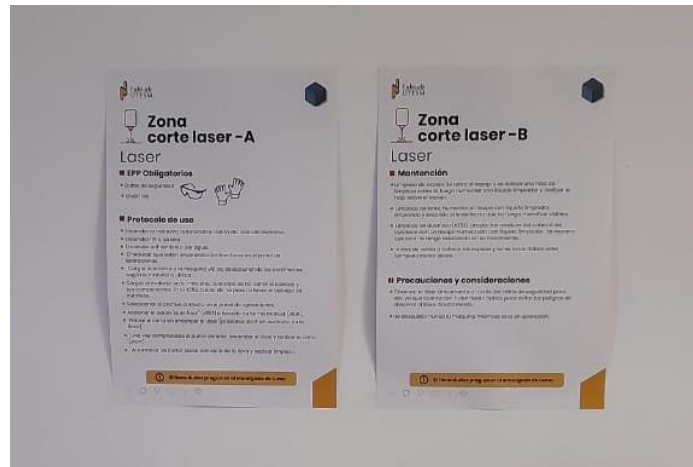


Imagen 2.5. Zona de corte laser en la que cuentan con dos equipos de diferente tamaño. Imagen de visita al laboratorio.

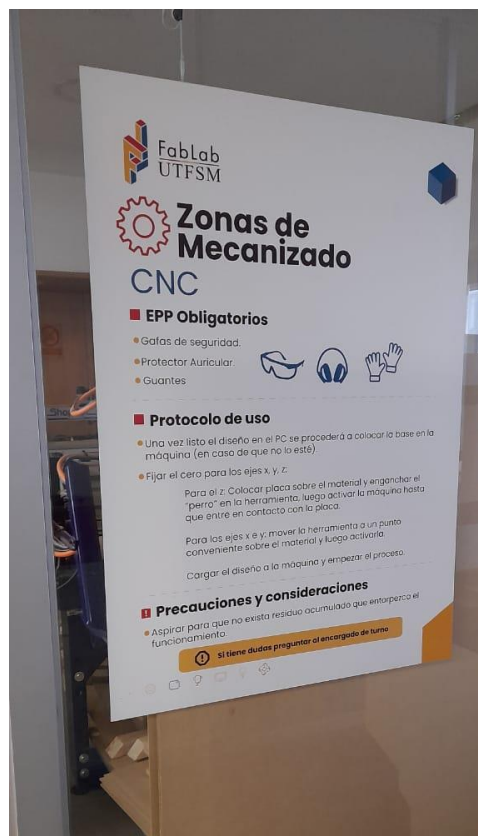


Imagen 2.6. Zona de mecanizado en CNC, donde principalmente se trabaja con maderas. Imagen de visita al laboratorio.

2.2. Compromiso USM²⁷

En el reporte ambiental de los años 2018 y 2019 de la Universidad Técnica Federico Santa María, se da cuenta del compromiso que tiene la institución con el cuidado del medio ambiente. También en el plan estratégico institucional²⁸, se menciona dentro de las políticas institucionales la sostenibilidad medioambiental.

Con respecto al reporte ambiental, se puede destacar, que es la primera universidad Chilena, en tener la certificación ISO 50001 por el Sistema de Gestión Energética y también, primera en el país en contar con instalación de plantas fotovoltaicas de gran envergadura. En este documento, igualmente se señala el siguiente Compromiso USM:

“De acuerdo con su Sistema de Gestión Energética y la ISO 50001, la USM tiene el compromiso de:

- Lograr un ahorro en el consumo de energía eléctrica del 2% anual.
- Medir el desempeño de sus diversas iniciativas para disminuir su brecha de emisiones de carbono.

Del mismo modo, sus esfuerzos estarán enfocados en seguir avanzando en otras aristas del desarrollo sostenible, implementando en el futuro sistemas de eficiencia hídrica y de manejo de residuos, así como mejoras significativas en la reducción de emisiones de CO₂, para lograr que todos sus campus y sedes sean completamente sustentables.”

En relación con el manejo de residuos, la universidad lo que busca es reducir, reciclar y reutilizar, además de proponer el objetivo de “enviar cero residuos a rellenos sanitarios”. Actualmente hay iniciativas estudiantiles que buscan reducir el uso de plásticos y papeles por lo que serán de gran ayuda para el logro del objetivo de realizar y mantener el cambio.

2.3. Iniciativas Estudiantiles

En la universidad, en particular enfocándose en lo que ocurre en el Campus San Joaquín, existen iniciativas estudiantiles que buscan reducir los residuos que son generados día a día, logrando un cambio en la comunidad universitaria para avanzar hacia un objetivo en particular que es llegar a que el campus lleve cero residuos a los rellenos sanitarios.

Precious Plastic USM es una iniciativa estudiantil en la que valorizan el residuo de plástico y crean objetos a partir de éste. Ellos reciben el residuo de PLA y ABS del laboratorio así como también impresiones que no se utilizarán o material que por diversos motivos no podrá ser utilizado, por ejemplo, porque no sirve para el tipo de impresión que se requiere.

²⁷ Reporte Ambiental USM (2018-2019). Información Estadística USM. www.usm.cl

²⁸ Plan Estratégico USM. (s. f.). USM.cl. Recuperado diciembre de 2021, de <https://www.usm.cl/universidad/plan-estrategico/>

Actualmente poseen tres máquinas para el tratamiento del plástico, la primera es la “moledora” que tritura el plástico formando una especie de “pellet”, luego está la máquina “inyectora” que mediante calor y presión permite moldear diferentes formas y finalmente un “horno compresor” que trabaja con moldes para formar objetos y también utiliza compresión.



Imagen 2.7. Muestra del trabajo que realiza Precious Plastic USM con residuos de PLA. Imagen proporcionada por Precious Plastic USM.

Capítulo 3 Metodología

En esta sección, se presentan las etapas que se llevaron a cabo, y fueron necesarias, durante el desarrollo del trabajo. En primer lugar, se analizó los diferentes procesos que serán considerados, con el fin de encontrar cuáles son los residuos que se genera en cada uno de éstos. Luego se presenta una priorización y en base a esta, se realizó la clasificación y evaluación de los residuos.

Por otra parte, en este capítulo, también se presenta cuál será la metodología que será utilizada, para el desarrollo y elaboración de la propuesta del plan de gestión de residuos.

3.1. Método para la identificación de residuos

En primer lugar se realizó una investigación sobre los materiales que cada uno de los equipos puede utilizar, y para esto se revisó la página o catálogo disponible de cada uno de estos, además de los que fueron informados directamente por Fab Lab. A partir de esta información, se registraron en un listado donde se detalla el nombre del material y el equipo en que se utiliza y por lo tanto, donde se generarán los residuos de estos y también se incluye los insumos que pueden generar residuos que se utilizan en una o más áreas del laboratorio. El listado completo se presenta en anexos y para esta primera parte serán considerados todos estos, sin embargo, luego se mantendrán los más utilizados.

Para poder identificar los residuos, ya teniendo los materiales e insumos que se pueden utilizar en el laboratorio, se realizaron diagramas que representen gráficamente los procesos y permitan identificar tanto las entradas como salidas de éste. Lo anterior, será realizado para los equipos más utilizados que se encuentran disponibles en Fab Lab.

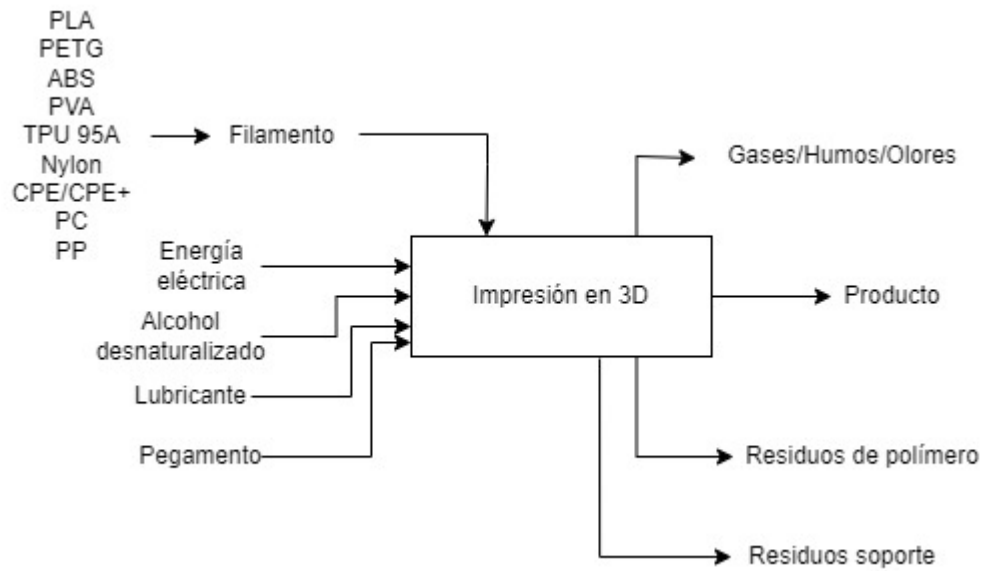


Diagrama 3.1. Diagrama Impresión 3D. Elaboración propia. Fuente de información: Según fabricante y consulta a equipo Fab Lab.

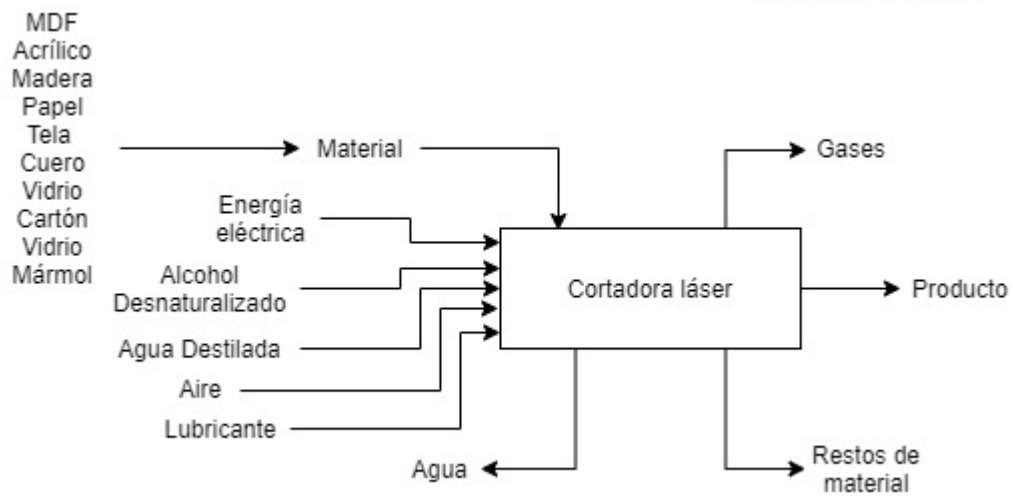


Diagrama 3.2. Diagrama Cortadora láser. Elaboración propia. Fuente de información: Según fabricante y consulta a equipo Fab Lab.

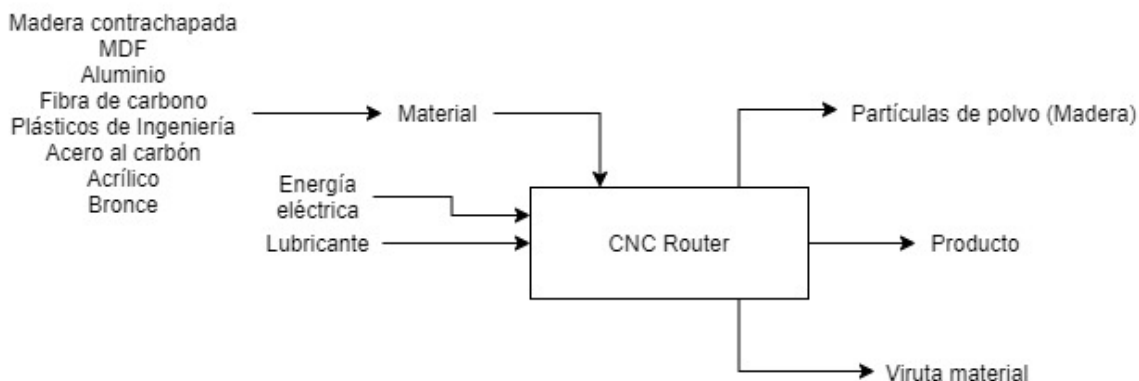


Diagrama 3.3. Diagrama CNC Router. Elaboración propia. Fuente de información: Según fabricante y consulta a equipo Fab Lab.

3.2. Clasificación de residuos

Luego de identificar los tipos de residuos que se generan en diferentes equipos y procesos que se realizan en el laboratorio, se debe clasificar para tener conocimiento de cuáles corresponden a residuos no peligrosos y cuáles son peligrosos. Para realizar esta clasificación de residuos se utilizó como fuente de información la hoja de seguridad de la materia prima para conocer su composición, peligrosidad y manejo que debe tener, así como también se consultó las Normas Chilenas.

En cuanto a las hojas de seguridad, en ellas igualmente aparecen las clasificaciones que reciben los productos en la normativa en el caso que sean de empresas Chilenas pero en algunos casos se nombran normativas de otros países por lo que es necesario revisar para cada residuo en detalle que clasificación le corresponde en Chile. Dentro de la información que se encuentra en estos documentos igualmente está la composición, medidas que se deben considerar en una emergencia, indicaciones sobre uso, manipulación, almacenamiento y disposición final, así como también información sobre sus propiedades.

A continuación se presenta la normativa considerada para la realización de la clasificación de residuos.

Tabla 3.1. Normativa para la clasificación de residuos. Elaboración en base al marco normativo.

DS 148/2004 MINSAL	Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos
DS 594/2000 MINSAL	Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo
NCh 382:1998	Sustancias peligrosas - Terminología y clasificación
NCh 3322:2013	Colores de contenedores para identificar distintas fracciones de residuos

Sin embargo, previo a realizar una clasificación detallada de cada uno se debe priorizar aquellos residuos que se generan con mayor frecuencia y también se tomará en cuenta los riesgos que se presentan de modo que se pueda encontrar la forma de reducir el impacto o al menos lograr mantener un control de estos.

3.3. Evaluación de riesgo

Para priorizar el trabajo se realizó una evaluación del riesgo que presentan los residuos generados en los diferentes procesos que se realizan en los equipos de Fab Lab. Y así como ya se realizó una primera clasificación de los residuos según las normativas que indican el nivel de peligrosidad que tiene cada uno de éstos, también se debe hacer una evaluación de la frecuencia con que son generados estos residuos. Por esta razón, se realizó una encuesta que permita clasificar según este nuevo punto a considerar.

La base para esta evaluación es la norma ISO 31000 donde se explican los pasos para llevarla a cabo, donde luego de la identificación, se debe analizar y valorizar los riesgos de modo que sea posible tener un parámetro para conocer qué residuos son los que presentan mayor riesgo.

3.3.1. Identificación de la frecuencia de generación

Con el objetivo de determinar la frecuencia con que se generan los residuos, se construyó una encuesta para ser respondida por integrantes del equipo de trabajo del laboratorio donde se consulta la frecuencia con que se utilizan los diferentes materiales que podrían ser utilizados según los equipos ya mencionados anteriormente.

Esta encuesta se realizó en dos ocasiones de modo que fuese posible acotar el listado para enfocar el trabajo en los productos que al menos se han utilizado alguna vez debido a que existe la posibilidad de que vuelva a utilizarse en otra ocasión. En ambas encuestas la consulta se realizó según los indicadores presentados en la siguiente tabla.

Tabla 3.2. Indicador utilizado para la jerarquización según frecuencia de uso. Fuente: Elaboración propia.

Indicador	Frecuencia de uso
4	Todas las semanas
3	Todos los meses
2	Ocasional / Algunas veces en el semestre
1	Nunca se ha usado

En base a los indicadores señalados en la tabla anterior, se solicitó realizar esta evaluación por parte de integrantes del equipo Fab Lab UTFSM para los materiales que se utilizan en el laboratorio encontrando que los con mayor frecuencia de uso son los presentados en la próxima tabla. La tabla completa se encuentra en el Anexo B (Tabla A.4).

Tabla 3.3. Listado de materiales o insumos que se utilizan con una alta frecuencia en Fab Lab UTFSM. Fuente de información: Fab Lab.

	Material/Insumo	Áreas en que se usa
1	Alcohol desnaturalizado	Cortado láser
2	Agua destilada	Cortado láser
3	PLA	Impresión 3D
4	Madera contrachapada	CNC Router
5	MDF	CNC Router/Cortado láser
6	Acrílico	Cortado láser
7	Pegamento (cola fría)	Impresión 3D
8	Aceite lubricante	Todos los equipos

Con respecto a los materiales mencionados, se determinó evaluar los que más se utilizan con relación al impacto ambiental que tienen debido a que se busca que esta propuesta permita tener un control en los residuos que principalmente se generan para luego, en caso de ser aplicado en el laboratorio, pueda ser desarrollado para los otros que son menos frecuentes. Por lo tanto, como se muestra en la tabla anterior, solo se considerará aquellos generados por los materiales que tienen una frecuencia con indicador entre 3 y 4.

También por otra parte, es importante conocer algunas de sus características principales para entender a qué corresponde cada uno. En cuanto al PLA o ácido poliláctico, es un material muy utilizado para la impresión 3D y se utiliza en filamentos. Este material, es un polímero sintético que deriva de materias primas naturales y renovables.²⁹

La madera contrachapada se refiere a tableros que están formados por láminas de madera superpuestas, las cuales van pegadas con resinas y son prensadas con calor. Por otra parte, los tableros MDF o “Medium Density Fibreboard” por sus siglas en inglés, corresponde a tableros de fibra de densidad media, los cuales están formados por “*fibras de madera unidas por resina sintética y comprimidas por presión y calor*”³⁰. Es importante destacar que en el caso de las maderas, a veces varía el tipo que se utiliza y lo que se solicita es que el

²⁹ C., L. (2020, 4 febrero). ¿Qué tan «ecológico» es realmente el filamento PLA? 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/ecologico-realmente-filamento-pla-230720192/#!>

³⁰ Souza, E. (2020, 2 octubre). Tableros de madera: diferencias entre MDF, MDP, Contrachapado y OSB. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/926463/tableros-de-madera-diferencias-entre-mdf-mdp-contrachapado-y-osb>

espesor sea permitido según el manual del equipo. Finalmente, el acrílico es un termoplástico rígido que tiene una gran variedad de aplicaciones.

Los insumos como el alcohol desnaturalizado, agua destilada, pegamento y aceite lubricante, el principal residuo que se genera es su envase, sin embargo, también se debe analizar en caso de que exista algún residuo líquido.

3.3.2. Análisis de los residuos y peligros de cada uno

Como se mencionó en el punto 3.2, la clasificación se realizó en base al D.S. N°148 del MINSAL, sin embargo, también se realizó considerando las definiciones de residuo peligroso o no peligroso y si corresponde a Residuos Industriales Sólidos (RISES) o Líquidos (RILES).

Con respecto a lo anterior, se puede mencionar que al analizar los RILES generados, el de mayor frecuencia es el agua destilada utilizada como refrigerante que se retira de la cortadora láser, sin embargo, no es peligroso debido a que no es contaminada en su utilización. Por otra parte, si bien cuando se realiza el mantenimiento de los equipos, en la limpieza se puede generar residuo líquido, son actividades que se realizan con menor frecuencia, por lo que, para este trabajo no fueron priorizados.

Tabla 3.4. Clasificación de residuos. Fuente información: Normativas Chilenas y hojas de seguridad del material o insumo respectivo.

Material/Insumo	Residuo que genera	Tipo de residuo (P/NP)	Clasificación del residuo (RISES/RILES/RESPEL)	Clasificación DS 148/2004	Peligros durante el uso
Alcohol desnaturalizado	Envase o recipiente	P	RESPEL	-	Inflamable
Agua destilada	Envase o recipiente *Salida de cortadora láser	NP	RISES *RILES	-	Sin peligros
PLA	Restos de PLA/Piezas que no se usarán	NP	RISES	-	Sin peligros
Madera contrachapada	Restos y polvo	NP	RISES	B3050	Emisión de partículas
MDF	Polvo de madera en procesamiento mecánicos	NP	RISES	B3050	Genera emisiones de formaldehído y polvo
Acrílico	Recortes de acrílico	NP	RISES	B3010	En procesados térmicos, vapores/humos que pueden causar irritación respiratoria y ligeros efectos narcóticos
Pegamento (Cola blanca multiuso)	Envase	NP	RISES	-	Sin peligros
Aceite Lubricante	Envase y restos de aceite	NP	RISES	-	No se requieren medidas especiales para el uso

3.3.3. Cuantificación de residuos

La cuantificación de los residuos resulta fundamental en un plan de gestión de residuos debido a que es importante conocer las cantidades para en caso de que corresponda, ajustar las actividades a realizar según lo indicado en la normativa. Como se mencionó en el marco teórico, en el D.S. N°1/2013, normativa que rige al RETC, se señala que para el caso de residuos no peligrosos, se deben declarar en el Sistema de Ventanilla Única en caso de que se generen más de 12 toneladas al año. Debido a lo anterior, es que se requiere realizar un formato para cuantificar y controlar los residuos que genera Fab Lab durante el año.

Esta cuantificación no puede realizarse aproximando las mediciones que podrían realizarse en un mes de trabajo debido a que en este laboratorio los proyectos realizados van cambiando constantemente así como también los equipos que son utilizados. Por esta razón deberá ser realizarse un formato en el que se pueda dejar registro y así tener los valores a fin de cada año. Para desarrollar este formato de cuantificación se considerará que se debe tener registro de todo tipo de residuo categorizado según la clasificación que se le dará ya sea por su composición o por su peligrosidad. Además de la categoría que tenga según tipo de residuo deberá ser registrado la fecha en que se generó, el área de trabajo y la cantidad en kilogramos.

Junto con la información mencionada anteriormente, también es importante ir registrando en conjunto como es almacenado y cuál será el destino que tendrán estos residuos generados en el semestre, es decir, si serán entregados a algún gestor en particular y que tipo de valorización o tratamiento se realizará con ellos. En relación con esto último, es bueno contar con los registros como se mencionó, en caso de que aplique en algún momento lo señalado en la normativa y también servirá para contactar a diferentes gestores ya que es importante que los acuerdos se realicen en base al volumen que se genera y así encontrar una organización con la que se pueda trabajar y que se adapte a las necesidades que tiene el laboratorio para el retiro de residuos almacenados.

A partir de los registros sobre las horas de uso de los equipos en el año 2019 (Tabla 2.2), se pudo hacer una aproximación de la cantidad de residuos que se genera en las impresoras 3D. Es importante considerar que una estimación para los residuos a partir de la impresión 3D es entre un 5 – 10% del material utilizado.³¹

En los registros de Fab Lab se tiene que entre todas las impresoras disponibles, es decir, siete impresoras se acumularon 2847 horas de uso aproximadamente. Investigando las propiedades de las impresoras Ultimaker 3³², que corresponde a uno de los modelos presentes en el laboratorio, se utilizó la velocidad de trabajo para determinar cuál es el volumen de

³¹ National Geographic. (2018, 9 agosto). ¿A quién dañan las impresoras 3D? National Geographic en Español. Recuperado 9 de noviembre de 2021, de <https://www.ngenespanol.com/ciencia/impacto-ambiental-impresora-3d-tercera-dimension/>

³² Ultimaker S3 | Ultimaker. (s. f.). ultimaker.com. Recuperado 9 de noviembre de 2021, de <https://ultimaker.com/es/3d-printers/ultimaker-s3>

filamento usado en ese tiempo. Con estos datos y la densidad, bajo el supuesto de que se utilice solo PLA, se tiene que al año se utilizarían alrededor de 300 kilogramos, lo que implica que se genera entre 15 y 30 kilogramos de residuo.

Si bien en relación con las impresoras 3D es posible obtener una estimación de los residuos que se generan, con algunos supuestos sobre el material, ya que es el que principalmente se utiliza en el laboratorio y también, se recomienda por ser el con menor impacto medioambiental. Por otra parte, en el caso de las cortadoras láser y los CNC, se complica hacer una estimación en base a las horas de uso debido a la variedad de materiales y trabajos que se realizan en estos equipos.

3.3.4. Valorización del riesgo

Una vez que ya se cuenta con el listado de residuos y los indicadores según la frecuencia con que se generan, se debe considerar un indicador para las consecuencias que tiene el generar este residuo, es decir, el impacto ambiental. Esto se realizará en base al análisis realizado consultando tanto las hojas de seguridad de los materiales o insumos como las clasificaciones que entrega la normativa en relación con la peligrosidad y con la categoría en que se encuentra.

Para hacer esta valorización, se realizó una tabla de indicadores, al igual que en el caso de la frecuencia de generación según el uso. Esta tiene cuatro puntos con los que se valorizará cada residuo de los ya clasificados. A continuación se presentan los indicadores mencionados.

Tabla 3.5. Indicador utilizado para la jerarquización según impacto ambiental de los residuos. Fuente: Elaboración propia.

Indicador	Consecuencias con relación al impacto ambiental
4	Peligroso o altamente contaminante
3	Contaminante pero no peligroso
2	Tiene un riesgo menor en su uso
1	No hay efectos peligrosos

Al agrupar la información que se tiene disponible, es posible realizar la valorización del riesgo considerando que:

$$\text{Riesgo} = \text{Frecuencia de generación} \times \text{Impacto ambiental}$$

Se realizó la siguiente tabla donde se muestra los indicadores para cada residuo que será considerado en este estudio.

Tabla 3.6. Valorización del riesgo. Fuente: Elaboración propia en base a la información recopilada.

Residuo	Equipo	Frecuencia	Impacto Ambiental	Riesgo
Recortes MDF	Cortadora láser	4	2	8
Aserrín MDF	Cortadora láser	4	2	8
Recortes de acrílico	Cortadora láser	4	2	8
Envase alcohol desnaturalizado	Impresora 3D / Cortadora láser	4	2	8
Madera	Cortadora láser / CNC	3	2	6
Aserrín	Cortadora láser / CNC	3	2	6
Envase del aceite lubricante	Todos	3	2	6
Envase pegamento (cola fría)	Impresora 3D	4	1	4
Restos de PLA	Impresora 3D	4	1	4
Agua destilada usada	Impresora 3D / Cortadora láser	4	1	4
Envase agua destilada	Impresora 3D / Cortadora láser	4	1	4

3.4. Metodología para el desarrollo del plan

Luego de recopilar la información disponible para el trabajo, se debe determinar los pasos a seguir para estructurar un plan de gestión de residuos. Uno de los focos que se tiene es buscar que posterior a que sea diseñado y presentado en este documento pueda ser utilizado por Fab Lab y que continuamente se incorporen mejoras. Es por esta razón, que la base de este desarrollo tiene relación con el ciclo de la calidad y mejoramiento continuo.

Dentro de las diferentes herramientas que podrían ser de gran ayuda para el desarrollo de este plan está la metodología 5S. Considerando que hasta el momento no existe una organización para el tema de los residuos en el laboratorio ni tampoco hay procedimientos detallados que cuenten con registros, sería de gran utilidad basar el trabajo en este método que busca lograr un cambio partiendo de la idea de conservar solo lo necesario y facilitar el proceso para la gestión de residuos.

Para el desarrollo por lo tanto se seguirán las cinco etapas del programa 5S presentadas en la Tabla 1.1. En primer lugar, se debe “Simplificar” o mantener lo que es necesario, y para este punto se buscará que tanto los contenedores como las herramientas de limpieza sean solo los requeridos para la recolección y almacenamiento de residuos.

A continuación es importante “Organizar” el espacio de modo que quede claramente identificado en los contenedores a que categoría corresponde y cuáles son los residuos que deben ser almacenados en ese lugar. Junto con lo anterior se requiere que se lleve el registro de los residuos generados para tener un control adecuado de cuanto hay y cada cuantos días es necesario que sean retirados. Por otra parte, también es importante que las herramientas para la recolección tengan un lugar físico determinado y estén disponibles para su utilización una vez que termina el uso del equipo y se juntan los residuos que quedan.

Una vez que está organizado el espacio viene la etapa de “Limpiar” que tiene relación con conservar el lugar en condiciones óptimas para el trabajo y en este caso lo que se busca igualmente es que los usuarios de los equipos depositen los residuos en sus contenedores y que esto sea fácil de mantener. Lo ideal en este caso es que se puedan evitar que ciertas fuentes ensucien el espacio o encontrar la forma que sea acumulado en un lugar de fácil acceso a la limpieza.

Es importante que estas acciones previas mencionadas se mantengan con el tiempo, es decir, se debe “Estandarizar” y para esto se deberá tener la claridad de que se realiza con los residuos desde su recolección, su almacenamiento y el tratamiento o disposición final que tendrá. El objetivo en este punto será que una vez que se realicen estos cambios mencionados anteriormente, si es realizado en primera instancia en solo un área del laboratorio o con ciertos residuos, luego sea replicado para los demás a partir de lo ya realizado siempre con la posibilidad de incorporar nuevas mejoras a este estándar.

Finalmente, el último paso es lograr el cambio y esta es la etapa llamada “Disciplinar” donde se requiere que para conservar estas modificaciones y que se lleve a cabo el plan como fue diseñado, exista un compromiso de parte del equipo ya que son parte fundamental y al participar de todo el proceso permiten que basado en sus opiniones y experiencias se pueda continuar mejorando para conseguir que cada vez se logren mejores resultados.

Capítulo 4 Plan de gestión de residuos

En este capítulo se presentará la propuesta desarrollada para el plan de gestión de residuos industriales donde se detallará cuáles son los procedimientos que se deben realizar, formas de cuantificar y controlar su generación y disposición final, todo esto priorizando la prevención y los principios de un modelo circular.

Antes de detallar cada una de las secciones a tratar en este capítulo, se presenta un diagrama de la estructura del plan con las etapas que tendrá.

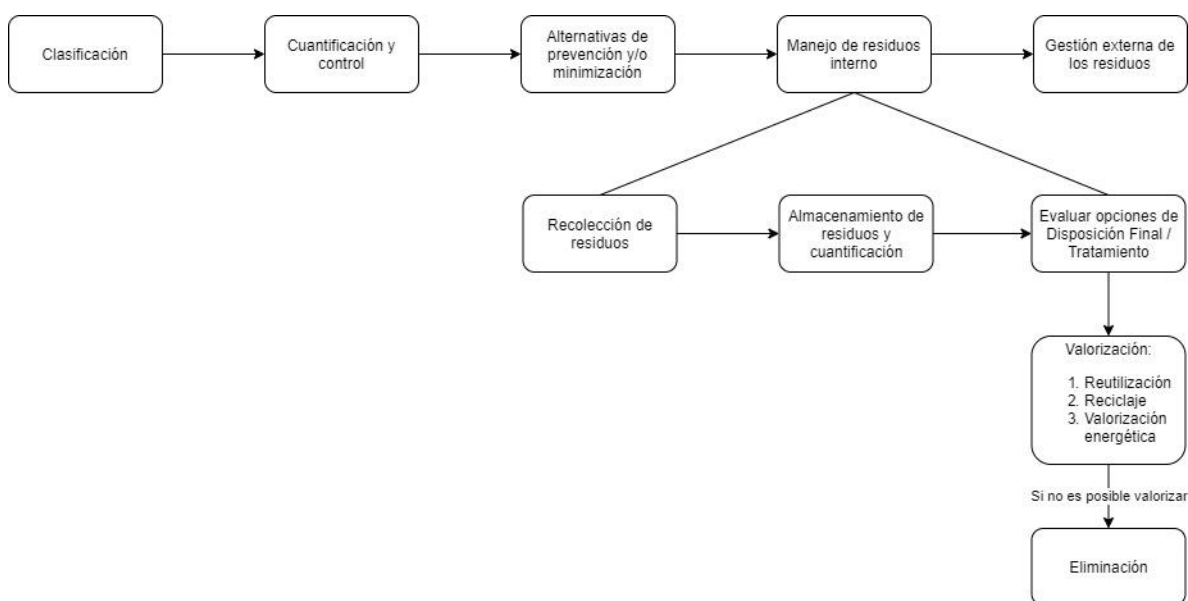


Diagrama 4.1. Estructura del plan de gestión de residuos propuesto. Elaboración propia. (Fuente de información: Documento MMA “Guía de Educación Ambiental y Residuos”³³ y “Plan de Gestión Ambiental” Consultora Ambiental GRN³⁴)

4.1. Identificación y clasificación de residuos

En primer lugar es importante conocer cuáles serán los residuos que se generarán a partir de un proceso determinado. Para lo anterior se debe identificar todas las entradas y salidas del proceso tal como se presentó en el capítulo 3.1. De este modo, se tendrá conocimiento de cuáles son los residuos y será posible clasificarlos.

³³ Academia de Formación Ambiental., & Hoffmann, A. (2016, octubre). Guía de Educación Ambiental y Residuos. Departamento de Educación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente.

³⁴ GRN. (2019, 23 abril). Plan de gestión ambiental. Recuperado noviembre de 2021, de <https://www.grn.cl/plan-de-manejo-ambiental/plan-de-gestion-ambiental.html>

Para la clasificación de los residuos se utiliza como fuente de información tanto la normativa disponible para clasificar como las hojas de seguridad del material a utilizar que también entrega información con respecto a los peligros que puedan existir en el manejo de los residuos. El proceso de clasificación consistirá en determinar los siguiente puntos:

- Residuo Peligroso (P) o No Peligroso (NP)
- Residuo Industrial Sólido, Industrial Líquido, Asimilable a doméstico
- Clasificación DS 148
- Colores de contenedores



Diagrama 4.2. Clasificación de residuos. (Elaboración propia en base a las normativas mencionadas en Tabla 3.1)

4.2. Cuantificación y control

Un tema importante en relación con la gestión de residuos es el conocer cuánto es lo que se genera, esto permite revisar que se esté cumpliendo con lo estipulado en la normativa vigente, debido a como se mencionó anteriormente en la sección 1.1.5, en caso de que se genere más de 12 toneladas al año debe declararse a SINADER. Por otra parte, también es importante tener el registro en caso de entregarlo a un gestor autorizado ya que así se tendrá conocimiento de cuál es el volumen que se entrega y cada cuánto tiempo se debe hacer este proceso.

Con el fin de tener un sistema de cuantificación, se diseñó un formato de un formulario que pueda ser utilizado diariamente por los usuarios de los equipos y también uno para tener un registro de los residuos sólidos generados en el año detallando las cantidades por semestre (*kg/semestre*) así como lo que se realiza con estos. Estos se pueden revisar en la sección de Anexo C.

Además de tener registro de las cantidades de residuo que se genera, también es importante mantener control del ingreso de materiales al laboratorio, debido a que, si no está dentro de los que se permiten, se debe tener conocimiento de las características de sus residuos y del manejo que se debe realizar de estos mismos para clasificarlos según lo mencionado en el punto anterior.

4.3. Alternativas de prevención o minimización

Una vez que se conoce los residuos generados, se debe seguir la “Jerarquía en la gestión de residuos” presentada en 1.3. La primera opción en la pirámide de jerarquía es la prevención, con la que se busca evitar la generación de residuos que existe o al menos lograr disminuir su cantidad. En el caso de los residuos que significan un peligro o tienen algún impacto negativo en el ambiente, lo ideal es buscar la forma de evitar su uso, encontrar un sustituto o en caso de que no sea posible estas opciones lograr minimizarlo al máximo posible.

Para esto se revisará principalmente los residuos que tienen un mayor riesgo, es decir, los de MDF, acrílico y alcohol. En el caso del MDF y acrílico la opción es utilizar otras alternativas de material o permitir el uso sólo cuando el proyecto lo requiere, y en caso de requerir pruebas, que se realicen con un material reciclable de modo que cuando se use el acrílico o MDF sea el producto definitivo.

Otra acción por realizar es minimizar el uso de envases, por ejemplo, en el caso del alcohol, que es el otro residuo de alto riesgo por ser peligroso, aunque también podría aplicar para los de agua destilada y pegamento. Lo ideal sería buscar la forma de adquirir el “repuesto” de modo que los envases de menor tamaño se reutilicen. Para este punto, también está la opción de contactar una empresa que reciba los envases una vez que se termina el producto.

En la búsqueda de esta opción de evitar la generación de este residuo, se encontró la empresa “Nobel”³⁵ quienes venden detergentes, desinfectantes y otros insumos en envases de 3 o 5 litros, para los cuales una vez terminado el producto, los reciben para su reutilización o reciclaje. Se sugiere el contacto con una empresa de estas características, y se menciona esta, en particular, debido a que dentro de los productos que ofrecen en su tienda y sitio web, está alcohol desnaturalizado al 70% en formato de 5 litros. El sistema de devolución de envases para esta sustancia permitirá que este residuo peligroso tenga un tratamiento y/o valorización adecuados.

³⁵ G. (2021, 1 septiembre). *Quienes somos en Detergentes Nobel*. Detergentes Nobel. Recuperado 10 de noviembre de 2021, de <https://www.grupoegle.cl/quienes-somos/>

Por otra parte, una medida que se puede tomar en caso de que en el análisis de algún proceso se encuentre la generación un residuo peligroso o que signifique un alto riesgo debido a su impacto ambiental, revisar si existe la posibilidad que no se produzca, ya sea modificando la materia prima a utilizar o los insumos que se requieren en la operación buscando una alternativa sustentable o menos contaminante. Por lo anterior, se sugiere mantener un listado con sugerencias de materiales para el trabajo en el laboratorio privilegiando los que son reutilizables o reciclables.

4.4.Recolección de residuos

El primer paso para el manejo de residuos interno es tener claramente establecido como será la recolección de los residuos, por esta razón, se busca que se establezca una metodología determinada que permita estandarizar la recolección considerando que debe realizarse con la precaución de separar los residuos para luego ser almacenados correctamente.

Hay equipos que tienen su propio sistema para ir recolectando el residuo que deja en su operación, sin embargo, en general se realiza solo en el punto de trabajo por lo que los alrededores también pueden acumular residuo de material en caso de que el equipo no tenga una aislación adecuada para juntar y facilitar la limpieza de la zona en la que se encuentra.

En el caso de las maderas el residuo con mayor dificultad para recolectar son las partículas de polvo debido al tamaño que tienen, por esta razón, es conveniente el uso de una aspiradora que permita recolectar este residuo, y para zonas más pequeñas o con dificultad para el alcance, utilizar brochas que permitan juntar el residuo. Es importante que cada vez que se utilice la aspiradora u otro elemento para la recolección, el residuo sea depositado inmediatamente en el contenedor que se habilitará de modo que no sea mezclado con otros elementos. Para residuos de mayor tamaño pueden ser recolectados con escobillones y palas y depositados igualmente donde corresponda.



Imagen 4.1. Implementos para la recolección de residuos. Fuente imágenes: Sodimac www.sodimac.cl

4.5. Almacenamiento, cuantificación y medidas de contingencias

Una vez que se recolectan los residuos es necesario tener un espacio determinado para almacenarlos y esto se debe realizar según el tipo de residuo al que corresponde a partir de la clasificación que tiene. Junto con esto también se debe tener un sistema de cuantificación para tener registro sobre las cantidades que se generan, como se mencionó anteriormente, y llevar un control adecuado de que cantidades hay almacenadas y el destino que tendrán, es decir, tener conocimiento de si serán entregados para tratamientos o valorización y cada cuánto tiempo será necesario que se lleve a cabo esta acción.

A continuación se detallará las consideraciones que se debe tener para el almacenamiento de los residuos y luego se revisará las medidas de contingencias que se podría requerir.

4.5.1. Almacenamiento de residuos

Como se mencionó en el Capítulo 2, actualmente cuentan con algunos contenedores de madera (Imagen 2.2) en los que se podría establecer y señalar los residuos que serán almacenados, para evitar confusiones y que se mezclen entre ellos. Si bien actualmente se utilizan para almacenar tanto maderas como acrílicos y cartón, no se encuentran debidamente señalizados por lo que no son exclusivos de cada uno de estos residuos.

La señalización deberá ser fácilmente identificable por lo que se utilizará tanto palabras e imágenes como colores diferentes así como se plantea en la norma NCh 3322. Esto permitirá organizar el espacio de modo que se simplifiquen los procesos de recolección y almacenamiento de residuos. En el Anexo E, se adjunta una propuesta para la señalización de contenedores y espacios determinados para el almacenamiento.

En relación con el almacenamiento del Alcohol Desnaturalizado 70°, este debe estar en su envase de origen y en un área con ventilación, seca y que no reciba luz directa del sol, teniendo la precaución de no realizar acciones que puedan producir chispas o llamas. Lo anterior igual aplica para el envase debido a que puede tener aún producto en las paredes del recipiente o en el fondo. El envase y su lugar de almacenamiento deben estar correctamente identificados como producto inflamable y esto debe ser visible.

En particular, con respecto a los residuos peligrosos según el D.S. N°148, estos deben ser informados al encargado del Campus San Joaquín, debido a que la universidad se preocupa del almacenamiento y retiro, además de realizar declaraciones anuales, como se señala en el Reporte Ambiental²⁷.

4.5.2. Medidas de contingencias

En caso de que exista algún imprevisto en el manejo de residuos, si estos son peligrosos, se debe contar con un protocolo para actuar frente a esta situación. Es importante, que en estos casos existan también responsables determinados que tengan conocimiento de cada uno de los pasos a seguir. Igualmente, se debe tener en consideración que esto sea bajo protocolos establecidos y aprobados por la universidad.

Las medidas o acciones a realizar dependerán de la sustancia que se trate y para esto se debe tener conocimiento de sus componentes y los peligros que existen, por lo tanto, para desarrollar un protocolo es importante, tener registro de la información que se indica en la hoja de seguridad de cada uno de los insumos que sean ingresados al laboratorio, para ser utilizados en algún proyecto. En estas hojas de datos, se puede conocer en mayor detalle algunos puntos a considerar para el manejo de los productos, y también, que hacer en caso de una emergencia.

A continuación se presentará algunas de las medidas que se debe tener en consideración para el caso del “Alcohol Desnaturalizado 70°”.

Medidas de contingencias Alcohol Desnaturalizado 70° (Alcohol Etílico o Etanol)

Según NCh 382: Clase 3, Líquidos inflamables y número de referencia UN 1170



Imagen 4.2. Identificación según Norma Chilena NCh 2190, Clase 3 Líquidos inflamables. Fuente: HDS Alcohol 70°

- En caso de derrame accidental, se debe tener en consideración lo siguiente.
 - Solo personas con autorización y conocimientos del procedimiento pueden participar.
 - Se debe mantener alejadas fuentes de calor, combustibles y no fumar.
 - Tener precaución con descargas electrostáticas y no utilizar herramientas que produzcan chispas.
 - Ventilar el espacio y utilizar los elementos de protección personal adecuados.
 - Evitar contaminación de suelo, alcantarillas o aire.

- Elementos de protección personal:
 - Protección respiratoria
 - Protección de manos
 - Protección de ojos
 - Protección de piel y cuerpo

Como ya se mencionó anteriormente, esta información en detalle se puede encontrar en la hoja de seguridad (HDS) del producto, por esta razón es importante que exista una persona responsable de tener el registro de las HDS de todo material o insumo. Para revisar la hoja de seguridad del alcohol completa ver Anexo G.

4.6. Disposición final y tratamiento de residuos

Para completar el manejo de residuos es importante tener claridad de qué se hará con los residuos, evaluando las opciones de reutilización o reciclaje dentro del mismo espacio trabajando con las iniciativas estudiantiles de la universidad, o bien, mediante gestores autorizados que trabajen con los diferentes residuos del laboratorio. Todo lo anterior, siempre será evitando la eliminación de los residuos, tal como se presentó en la pirámide jerárquica en la gestión de residuos (Imagen 1.5).

▪ Reciclaje de madera

La forma más común en que se utiliza los residuos de madera es como combustible, es decir, se realiza una valorización energética de éstos. Sin embargo también hay otras formas de ser reutilizada y esto se hace en el compostaje y mulch. Este último es utilizado para proteger el suelo de forma natural para plantaciones y cultivos permitiendo tener un ahorro de agua igualmente ya que mantiene la humedad por más tiempo. El compostaje por otra parte también permite reducir los residuos orgánicos que se producen diariamente.

Con respecto a lo anterior, hay empresas, que realizan este trabajo mencionado donde son valorizados los residuos de madera, como “Armony”³⁶ en la que tienen un pensamiento circular y sustentable. Sin embargo, investigando más se encontró información importante de destacar, y es que para compostar madera debe ser aquella que no tenga resinas u otras sustancias sintéticas, por lo tanto, para los tableros de MDF no sería posible considerar esta opción.

Existe un lista de destinatarios autorizados de residuos en el sitio web de la SEREMI de Salud de la Región Metropolitana³⁷, donde se detalla su rubro, es decir, los residuos que reciben para reciclaje o tratamientos, y también los datos para contactarlos y evaluar la

³⁶ Inicio. (s. f.). Armony. Recuperado 11 de noviembre de 2021, de <https://www.armony.cl/>

³⁷ Listados. (s. f.). Seremi Metropolitana. Recuperado 11 de noviembre de 2021, de <https://seremi13.redsalud.gob.cl/preguntas-frecuentes/listados/>

posibilidad de entregar los residuos a estos gestores. En el caso de la madera si bien la mayoría son para pallets, también hay opciones que reciben aserrín, virutas o despuntes de madera.

- Envase lubricante

En este caso el envase dependerá del lubricante analizado y por lo tanto, es importante que para cada uno se tenga conocimiento de sus componentes y, si existe algún peligro para su manipulación o almacenamiento. Lo anterior, se puede revisar en la hoja de seguridad entregada por el proveedor o fabricante. Para este tipo de envases y los posibles residuos que queden del producto, se propone evaluar la posibilidad de ser almacenados junto a los generados en otras áreas del Campus San Joaquín de modo que sean retirados por el mismo gestor autorizado.

A continuación, se presenta un fragmento de la información que aparece en la hoja de seguridad del lubricante “Unilube” el cual es utilizado en el laboratorio:

“Consideraciones relativas a la eliminación.”

“*Producto*. Recomendación: Pequeñas cantidades pueden ser desechadas con la basura doméstica. *Embalajes sin limpiar*. Recomendación: Eliminar conforme a las disposiciones oficiales. Los embalajes que no se pueden limpiar, deben desecharse de la misma manera que la sustancia.”



Imagen 4.3. Envase "Unilube Griffon Transparent Lubricant 100ml". Fuente imagen: www.griffon.eu

- Acrílico

Categorizado como “otros plásticos” que se simbolizan con el número 7, es decir, son mezclas de plásticos que dificultan que exista posibilidad de reciclar por lo que se recomienda evitar su uso.

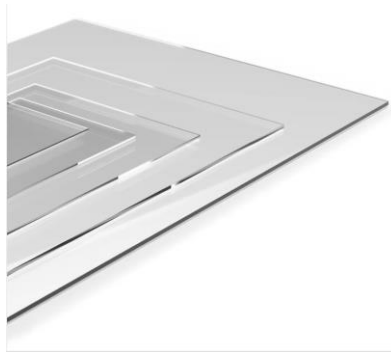


Imagen 4.4. Plancha de acrílico transparente. Fuente imagen: Acrílicos INDUACRIL www.induacril.cl

Hay empresas que fabrican láminas de acrílico a partir de material reciclado lo que hace que sea más “sostenible”. Sin embargo, lo ideal para este material será limitar su uso solo en caso de que sea necesario y en lo posible buscar otra alternativa que tenga posibilidad de ser reciclado.

- Envase alcohol desnaturalizado

Corresponde a un residuo peligroso por lo que se debe tener consideraciones especiales en su disposición final. Para este residuo, como se mencionó tiene una alternativa para la minimización, y esta es contactar a una empresa que venda el insumo y reciba los envases vacíos para su reutilización o reciclaje. En este caso una empresa encontrada que realiza esta acción es la empresa “Nobel”.



Imagen 4.5. Alcohol etílico al 70% en formato de 5 litros, envase con opción retornable a la misma empresa. Fuente imagen: Nobel www.grupoegle.cl

- Envase de agua destilada

Este tipo de envase podría ser reciclado o reutilizado, así como con el envase del alcohol desnaturalizado, en la misma tienda encontrada en la web (*Nobel*³⁵) también se puede encontrar este y otros insumos que en algún momento podrían necesitar en el laboratorio. Para el caso del agua existen más posibilidades al no ser un residuo peligroso, para su disposición final deben ser enviados a plantas de tratamiento o gestores autorizados.



Imagen 4.6. Envase agua desmineralizada. Fuente imagen: Sodimac www.sodimac.cl

- Envase de pegamento

Al igual que con los otros envases, es recomendable minimizar el uso buscando opciones de compra privilegiando proveedores que tengan envases reciclables o con posibilidad de ser reutilizados. La marca “Giotto” indica en su envase que es reciclable y dependiendo del tipo de plástico, puede ser depositado en el contenedor que corresponde dentro de la universidad o en puntos limpios autorizados.



Imagen 4.7. Envase pegamento "Cola Fría Giotto 500g". Fuente imagen: Marangunic <https://marangunic.cl/>

- PLA (Ácido Poliláctico)

En el caso del PLA, se encuentra la opción de reutilizar los residuos, esto produciendo filamento reciclado con ellos o bien, utilizando técnicas de moldeado ocuparlo para crear objetos y darle una nueva vida al plástico. Esta última es una de las propuestas de Precious Plastic USM y podría ser una gran opción que todo el PLA residual ya sea de las impresiones como también alguna impresión defectuosa o con errores, se le dé un valor creando objetos como las muestras presentadas en la Imagen 2.7. También con esta organización, se puede evaluar la posibilidad de reciclar otros residuos plásticos que se generen en los procesos de Fab Lab.

Es común encontrar que existe una preferencia por el uso de PLA en vez de otros polímeros debido a que es un bioplástico que tiene la característica de ser biodegradable. Sin embargo, esta característica la tiene solo bajo ciertas condiciones, puesto que para que sea degradado requiere ser en una planta industrial que tenga todos los parámetros como temperatura, humedad y organismos bajo control. En base a lo anterior, es difícil que este pueda ser compostado.



Imagen 4.8. Residuo de PLA. Fuente imagen: www.impresoras3d.com



Imagen 4.9. Filamento PLA reciclado. Fuente imagen: Qactus www.qactus.cl

Capítulo 5 Conclusiones

Para finalizar este trabajo, en este último capítulo, se presentan las conclusiones obtenidas en base a los objetivos planteados al inicio de este documento, y al igual que estos, serán presentadas primero una conclusión general del trabajo y luego, conclusiones en relación con los puntos específicos establecidos. Junto con lo anterior, en la última sección de este trabajo, se detallan recomendaciones tanto para la continuación de este estudio, como otros aspectos que podrían ser considerados.

5.1. Conclusión general

En este trabajo, se logró proponer un procedimiento para realizar la gestión de los residuos que se generan cada día en el Fab Lab de la UTFSM. Dentro de las propuestas realizadas también se realizaron formatos de formularios para llevar un registro de los residuos, tanto de las cantidades para que sea registrado de forma semestral, como del destino que tendrán, es decir, si serán valorizados o no y quién será el gestor autorizado que llevará a cabo esta acción.

Parte del objetivo de este trabajo fue tener conocimiento de los tipos de residuos que se están generando, de modo que sean recolectados, almacenados y manejados según corresponda. Junto con lo anterior, buscar la forma que los residuos sean vistos como un recurso y no un desecho, y para esto, se investigó de algunas organizaciones que los reciclan o reutilizan para tener opciones y conocer en qué podrían ser utilizados. Si esto se logra realizar para todos los residuos del laboratorio, y en los casos que no se pueda valorizar, minimizar su generación o utilizar alternativas sustentables, se aportará en el cumplimiento del plan estratégico USM²⁸ y el avance en la sostenibilidad medioambiental.

5.2. Conclusiones específicas

Para conseguir el cumplimiento del objetivo general de este trabajo, fue necesario establecer algunos específicos que fueron una guía de los pasos que se debían ir cumpliendo a lo largo del desarrollo. Además también se realizó una recopilación de toda la información disponible que pudiera ayudar a obtener un mejor resultado.

En primer lugar, en base a los equipos que tienen en el laboratorio, se identificó todos los posibles materiales que se podrían utilizar, esto se hizo para con esta información, identificar los residuos que cada proceso generará dependiendo del uso. Junto con este trabajo, se revisó cuáles son los equipos que se utilizan con mayor frecuencia para priorizarlos, teniendo como resultado que son las impresoras 3D, cortadoras láser y CNC. Fue en estos equipos por lo tanto, que se analizó los residuos generados y nuevamente

priorizando los de mayor uso, se clasificaron según la normativa Chilena e igualmente fueron evaluados según el riesgo de éstos encontrando que los de mayor riesgo serían el MDF, acrílico y el envase del alcohol desnaturalizado, siendo este último un residuo peligroso.

Luego de tener la información de los residuos, se continuó con analizar que procesos deben estar incluidos en esta propuesta. En este punto se pudo notar que es muy importante tener un registro de las cantidades generadas según tipo de residuo, es decir, si corresponden a peligrosos o no peligrosos, ya que según esto se deben declarar por medio del Registro de Emisión y Transferencias de Contaminantes (RETC). También es fundamental contar con la información de qué se hará con los residuos y asumir la responsabilidad de evitar su eliminación, ya que como se menciona en la ley REP, tanto el productor como el consumidor tienen responsabilidades. Dentro de estas, está el separar y entregar los residuos a un gestor autorizado.

A continuación del análisis de los elementos que son necesarios, se diseñó un plan de gestión de residuos en el que se aplicó la pirámide de jerarquización para los residuos, priorizando la prevención y minimización de estos. Sin duda esto es importante y primordial aplicarlo en los que significan un alto riesgo, dentro de los que están los envases de alcohol para los cuales se encontró una empresa que recibe el envase de vuelta y ellos se hacen cargo de la valorización de éste. También en relación con los residuos de MDF y acrílico, lo ideal sería buscar otras opciones de materiales a utilizar de modo que se minimice la cantidad de residuo de estos materiales para los cuales su reutilización o reciclaje se dificulta debido a su composición.

Junto con lo anterior, también se realizaron diferentes formularios para la cuantificación y control de residuos. En el caso de cuantificar se diseñó un formato para residuos industriales sólidos en el que un encargado del equipo deberá completar cada semestre el total en kilogramos de residuos que se generaron además de completar periódicamente el destino de estos, quien es el gestor autorizado a cargo y las fechas en que es retirado o entregado, para también llevar el control de esto. Por otra parte, debido a que parte de los materiales que se utilizan en el laboratorio son llevados por alumnos, se diseñó un formulario para ingreso de materiales o insumos que no cuenten con un registro del manejo que se debe tener en su uso y disposición final.

Finalmente, se puede mencionar que se encontró algunas opciones de valorización para los residuos que se analizaron en este trabajo, considerando también una iniciativa de estudiantes, que tienen proyectos para trabajar con el laboratorio relacionados con la reutilización y reciclaje del plástico. Por otra parte, también algunas organizaciones externas de reciclaje de residuos y para el caso de envases de alcohol desnaturalizado y agua desmineralizada, un proveedor que una vez terminado el producto recibe el envase para su reciclaje o reutilización según corresponda. Por último, para residuos que sean generados en otras áreas del Campus, como ocurre con los aceites, coordinar el almacenamiento y retiro con el plan de gestión existente para ese residuo.

5.3. Recomendaciones

Durante el desarrollo de este trabajo surgieron ideas que se recomienda trabajar en relación con la implementación del plan y otras que están fuera del alcance de este trabajo.

En primer lugar, es importante que se genere una base de datos que sea actualizada constantemente donde se almacene la información tanto de los residuos que se generan al año, como también, las hojas de seguridad de cada material o insumo que ingrese al laboratorio. Esta información permitirá también actualizar el plan y realizar mejoras en éste basado en el uso que se da a los equipos y en los residuos que se están generando. Además, habrá un mayor control de los datos lo que es fundamental en un espacio como Fab Lab, donde se desarrollan proyectos variados para los cuales, se requiere el uso de diferentes materiales y equipos, por otra parte, se puede destacar también que es un laboratorio que se encuentra en crecimiento, por lo que, en algunos años más probablemente el uso de los equipos sea mayor.

Otra recomendación, es complementar la información recopilada e incorporar a esta los otros residuos que se generan en menor cantidad, sin embargo, es importante que sean registrados, clasificados y tengan un almacenamiento señalado. Esto se recomienda, debido a que, para este trabajo se priorizó los que se podrían generar con mayor frecuencia, sin embargo, es necesario incorporar todos los restantes, especialmente, aquellos que son peligrosos y requieran un tratamiento especial. Igualmente, junto con lo anterior, se propone el tener para todo material e insumo, sugerencia de proveedores que sean confiables para el laboratorio e incorporar esta información igualmente en el plan de gestión.

Durante la implementación del plan también se deberá evaluar el espacio que ocuparán los contenedores, teniendo la consideración que debe ser un lugar que tenga un acceso fácil y rápido, de modo que el proceso de recolección y almacenamiento sea simple. Sin embargo, también es importante que se encuentre en un lugar seguro debido a que, lo ideal, sería que esté en la misma zona que el equipo pero, esto dependerá del espacio disponible y se deberá tener en cuenta que no debe ser peligroso para los usuarios de Fab Lab.

Se recomienda que para continuar desarrollando este plan, así como su implementación, se utilice como referencia los modelos realizados en otras áreas del Campus San Joaquín. En particular, para este trabajo, se revisó el plan de gestión de residuos en el Taller Metalmecánico, esto debido a que existen algunas similitudes en tipos de residuos y por lo tanto, al encontrarse en el mismo recinto, se podría coordinar un almacenamiento en conjunto, de modo que los residuos sean retirados por un solo gestor autorizado.

Finalmente, durante el trabajo se pudo notar que hay algunos procesos que tienen emisión de contaminantes, para esto es recomendable estudiar si la ventilación con la que se cuenta actualmente es adecuada y, en caso de que no lo sea, evaluar la posibilidad de instalar filtros de partículas en las zonas que se trabaje con materiales y procesos contaminantes.

Referencias

- Chile sin basura. (2020, 24 junio). Chile Sin Basura - Aprende a reciclar. Recuperado diciembre de 2021, de <https://chilesinbasura.cl/aprende-con-nosotros/>
- Hoja de Ruta – Economía Circular. (s. f.). Economía Circular. Recuperado diciembre de 2021, de <https://economiacircular.mma.gob.cl/hoja-de-ruta/>
- Ley Rep – Economía Circular. (s. f.). Economía Circular. Recuperado diciembre de 2021, de <https://economiacircular.mma.gob.cl/ley-rep/>
- Ambiente, M. D. M. (2016, 1 junio). *Ley-20920 01-JUN-2016 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (Biblioteca del Congreso | Ley Chile)*. www.bcn.cl/leychile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1090894>
- *Norma Chilena NCH 3322 de colores de reciclaje en Chile*. (2019, 29 julio). TECNO ECO AMBIENTE. <https://contenedorespararesiduos.cl/tecnoecoambiente/2019/07/29/norma-chilena-nch-3322-de-colores-de-reciclaje-en-chile/>
- Norma ISO 14001:2015, Apuntes Gestión Ambiental IWM-320, Profesor José Delis.
- División de Información y Economía Ambiental. (2019, febrero). MANUAL DE USUARIO Generador Industrial, Municipalidades, Destinatario. Sistema Nacional de Declaración de Residuos No Peligrosos – SINADER. Ministerio del Medio Ambiente. https://vu.mma.gob.cl/manuals/sinader/MANUAL_SISTEMA_SINADER_MMA.pdf
- Ambiente, M. D. M. (2018, 11 diciembre). *Decreto-1 02-MAY-2013 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (Biblioteca del Congreso | Ley Chile)*. www.bcn.cl/leychile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1050536>
- Datos RETC – Información del registro de emisiones y transferencia de contaminantes. (s. f.). RETC MMA. Recuperado 26 de diciembre de 2020, de <https://retc.mma.gob.cl/>
- Generación de residuos industriales no peligrosos, según tipo de tratamiento, 2015 - 2017 - Infogram. (s. f.). RETC. Recuperado diciembre de 2020, de <https://infogram.com/generacion-de-residuos-industriales-no-peligrosos-segun-tipo-de-tratamiento-2015-2017-1h7k23pvovqg4xr>

- Generación de residuos industriales no peligrosos según región, 2017 - Infogram. (s. f.). RETC. Recuperado diciembre de 2020, de <https://infogram.com/generacion-de-residuos-industriales-no-peligrosos-segun-region-2017-1h7j4dy7z70v4nr>
- Tipo de tratamiento de residuos sólidos industriales no peligrosos, 2017 - Infogram. (s. f.). RETC. Recuperado diciembre de 2020, de <https://infogram.com/tipo-de-tratamiento-de-residuos-solidos-industriales-no-peligrosos-2017-1h7k23pvl75v4xr>
- *Residuos* – SINIA. (s. f.). SINIA. Recuperado diciembre de 2020, de <https://sinia.mma.gob.cl/temas-ambientales/residuos/>
- Sistema Nacional de Inversiones. (2021, junio). *Metodología para formulación y evaluación social de proyectos para el manejo o gestión residuos sólidos domiciliarios y asimilables*. SNI.
- *ISO 31000:2018(es) Gestión del riesgo — Directrices*. (2018). ISO. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es>
- Economía Circular. (s. f.-b). Ellen MacArthur Foundation. Recuperado 29 de septiembre de 2021, de <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>
- A. (2021, 1 junio). ¿QUÉ ES LA ECONOMÍA CIRCULAR Y QUÉ APORTA A LA INGENIERÍA CIRCULAR? Spin. <https://spiningenieros.com/que-es-la-economia-circular-y-que-aporta-a-la-ingenieria-circular/>
- Economía Circular. (s. f.). mma.gob.cl. Recuperado enero de 2021, de <https://mma.gob.cl/economia-circular/>
- Inicio. (s. f.). COMITÉ DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN SUSTENTABLE. Recuperado diciembre de 2021, de <https://ccps.mma.gob.cl/>
- Instituto Lean. (s. f.). Lean | Qué es Lean | Metodología Lean | Implementación Lean. Recuperado 3 de noviembre de 2020, de <http://institutolean.cl/nuevo/lean/>
- Pulido, H. G. (2014). *Calidad y productividad*. McGraw-Hill. Recuperado 3 de noviembre de 2020, de Biblioteca Digital USM
- Álvarez Campillay, Nelson. (2020). *Herramientas Lean para Mejorar*. Fundamentos del Mejoramiento Continuo MEC-281.
- FabLab UTFSM. (s. f.). FabLab UTFSM. Recuperado 13 de septiembre de 2021, de <http://fablab.usm.cl/home>
- Q. (s. f.-b). *Qactus - Productos increíbles 100% de plástico reciclado*. Qactus. Recuperado 7 de septiembre de 2021, de <https://qactus.cl/>

- Loyola, H. (2021, 9 agosto). LA HISTORIA QACTUS (SO FAR. . .). Qactus. <https://qactus.cl/a/blog/la-historia-qactus-so-far>
- Gallardo Ramírez, Francisco Javier. (2019). PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO EN ACTIVOS CRÍTICOS DE FABLAB UNIVERSITARIO. Tesis USM.
- Reporte Ambiental USM (2018-2019). Información Estadística USM. www.usm.cl
- Plan Estratégico USM. (s. f.). USM.cl. Recuperado diciembre de 2021, de <https://www.usm.cl/universidad/plan-estrategico/>
- C., L. (2020, 4 febrero). ¿Qué tan «ecológico» es realmente el filamento PLA? 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/ecologico-realmente-filamento-pla-230720192/#!>
- Souza, E. (2020, 2 octubre). Tableros de madera: diferencias entre MDF, MDP, Contrachapado y OSB. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/926463/tableros-de-madera-diferencias-entre-mdf-mdp-contrachapado-y-osb>
- Información general sobre el acrílico con índice de productos. (s. f.). acrilico-y-policarbonato.com. Recuperado enero de 2021, de <http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico.html>
- National Geographic. (2018, 9 agosto). ¿A quién dañan las impresoras 3D? National Geographic en Español. Recuperado 9 de noviembre de 2021, de <https://www.ngenespanol.com/ciencia/impacto-ambiental-impresora-3d-tercera-dimension/>
- Ultimaker S3 | Ultimaker. (s. f.). ultimaker.com. Recuperado 9 de noviembre de 2021, de <https://ultimaker.com/es/3d-printers/ultimaker-s3>
- Academia de Formación Ambiental., & Hoffmann, A. (2016, octubre). *Guía de Educación Ambiental y Residuos*. Departamento de Educación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente.
- GRN. (2019, 23 abril). Plan de gestión ambiental. Recuperado noviembre de 2021, de <https://www.grn.cl/plan-de-manejo-ambiental/plan-de-gestion-ambiental.html>
- G. (2021, 1 septiembre). *Quienes somos en Detergentes Nobel*. Detergentes Nobel. Recuperado 10 de noviembre de 2021, de <https://www.grupoegle.cl/quienes-somos/>
- Inicio. (s. f.). Armony. Recuperado 11 de noviembre de 2021, de <https://www.armony.cl/>

- *Listados*. (s. f.). Seremi Metropolitana. Recuperado 11 de noviembre de 2021, de <https://seremi13.redsalud.gob.cl/preguntas-frecuentes/listados/>
- Gutiérrez Durán, Martín Alonso. (2017). *Plan De Gestión Integral De Residuos Industriales Sólidos Y Líquidos En Taller Metalmecánico Universidad Técnica Federico Santa María Campus San Joaquín*. Tesis USM.
- Materials – Ultimaker Support. (s. f.). Ultimaker. Recuperado octubre de 2020, de <https://support.ultimaker.com/hc/en-us/categories/360002336619-Materials>
- ShopBot. (2020, 16 septiembre). NYU MakerSpace. <http://makerspace.engineering.nyu.edu/machines/shopbot/>
- User, S. (s. f.). PCB materials. nanotech-elektronik. Recuperado octubre de 2020, de <https://www.nanotech-elektronik.pl/index.php/en/info/materials>
- Jinan Bodor CNC Machine Co., Ltd. User Manual for BCL-X Series Laser Machine. <https://www.bodorcnc.com/>.

Anexos

Anexo A Identificación de residuos

Para la identificación de residuos primero se juntó en un listado la información de todos los materiales que se permiten para utilizar en los equipos según su manual de usuario.

Tabla A.1. Materiales permitidos en los equipos de Fab Lab. Fuente: Información de Fab Lab en base a manuales de usuario.

	Materiales Permitidos	Equipo
1	PLA	Impresora 3D
2	ABS	Impresora 3D
3	TPU 95A	Impresora 3D
4	NYLON	Impresora 3D
5	CPE	Impresora 3D
6	CPE+	Impresora 3D
7	PC	Impresora 3D
8	PP	Impresora 3D
9	PVA	Impresora 3D
10	PETG	Impresora 3D
11	MDF	Cortadora láser
12	Acrílico	Cortadora láser
13	Cuero	Cortadora láser
14	Papel	Cortadora láser
15	Tela	Cortadora láser
16	Madera	Cortadora láser / CNC
17	Cartón	Cortadora láser
18	Vidrio	Cortadora láser
19	Mármol	Cortadora láser
20	Plásticos de ingeniería	CNC / Torno
21	Aluminio	CNC / Torno
22	Bronce	CNC / Torno
23	Fibra de carbono	CNC
24	FR4 fibra de vidrio	Cirqoid
25	FR4 halogen free	Cirqoid
26	Cobre	Torno
27	Acero al carbono	Torno
28	Acero inoxidable	Torno
29	Vinilos en general	Cortadora de vinilo

Tabla A.2. Insumos utilizados en diferentes procesos por Fab Lab. Fuente: Información de Fab Lab.

	Insumos	Equipo/Uso
1	Aceite lubricante	Todos
2	Cloroformo	Soldar plásticos/Post procesado de acrílicos
3	Ácido férrico	Eliminar el cobre de las placas PCB.
4	Bencina blanca	Como liquido refrigerante.
5	Líquido refrigerante	CNC Router, cuando se corta aluminio o aceros.
6	Alcohol desnaturalizado	Impresora 3D / Cortadora láser
7	Agua destilada	Impresora 3D / Cortadora láser
8	Pegamento (cola fría)	Impresora 3D

Anexo B Evaluación de la frecuencia de uso en equipos y materiales

En primer lugar está la evaluación del uso de los equipos durante el año:

Tabla A.3. Frecuencia de uso de los equipos disponibles en Fab Lab. Fuente información: integrantes equipo Fab Lab UTFSM.

Equipo	Normalmente no se usa	Ocasional durante el semestre	Al menos una vez al mes	Todas las semanas
Impresora 3D	0	0	0	2
Cortadoras láser	0	0	0	2
CNC (Shopbot)	0	0	2	0
CNC (Cirquid)	0	2	0	0
Torno	0	2	0	0
Cortadora de vinilo	0	2	0	0
Ingleteadora	0	1	1	0

Luego se realizó la evaluación de la frecuencia de uso de los materiales permitidos por los diferentes equipos y que se presentan en el Anexo A.

Tabla A.4. Frecuencia de uso de materiales e insumos permitidos. Fuente información: integrantes equipo Fab Lab UTFSM.

Material/Insumo	Nunca usado	Algunas veces al semestre	Todos los meses	Todas las semanas	Indicador de Frecuencia
PLA	0	0	0	2	4
Alcohol desnaturalizado	0	0	0	2	4
Pegamento (cola fría)	0	0	0	2	4
Madera MDF	0	0	1	1	3,5
Acrílico	0	0	1	1	3,5
Agua destilada	0	0	1	1	3,5
Madera contrachapada	0	0	2	0	3
Aceite lubricante	0	0	2	0	3
PETG	0	1	1	0	2,5
Vinilos	0	1	1	0	2,5
Cloroformo	0	1	1	0	2,5
ABS	0	2	0	0	2
TPU 95A	0	2	0	0	2
PP	0	2	0	0	2
PVA	0	2	0	0	2
Papel	0	2	0	0	2
Tela	0	2	0	0	2
Cartón	0	2	0	0	2
Vidrio	0	2	0	0	2
Plásticos de ingeniería	0	2	0	0	2
Aluminio	0	2	0	0	2
Bronce	0	2	0	0	2
FR4 fibra de vidrio	0	2	0	0	2
FR4 halogen free	0	2	0	0	2
Cobre	0	2	0	0	2
Acero al carbono	0	2	0	0	2
Acero inoxidable	0	2	0	0	2
Ácido férrico	0	2	0	0	2
Bencina blanca	0	2	0	0	2
Líquido refrigerante	0	2	0	0	2
Nylon	1	1	0	0	1,5
CPE	1	1	0	0	1,5
CPE+	1	1	0	0	1,5
PC	1	1	0	0	1,5
Cuero	1	1	0	0	1,5

Fibra de carbono	1	1	0	0	1,5
Mármol	2	0	0	0	1

Anexo C Formato para cuantificación de residuos

Para la cuantificación de residuos se realizó un formato para registrar la generación de residuos durante el año el que deberá ser llenado por alguien del equipo.



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



REGISTRO ANUAL DE RESIDUOS

Formulario para cuantificar los residuos que se generan en Fab Lab UTFSM

Encargado: _____

Fecha: ____/____/____

Residuos Industriales Sólidos

Residuo	Tipo de residuo (P/NP)	Lugar de almacenamiento	Total primer semestre [kg]	Total segundo semestre [kg]

P: Peligroso; NP: No Peligroso

Residuo	Disposición final / Valorización / Tratamiento	Gestor	Fecha retiro

Por otra parte, también se realizó un formato considerando el registro llevado por el alumno que se encuentre desarrollando algún proyecto en Fab Lab.



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA



REGISTRO DE RESIDUOS

Formulario para cuantificar los residuos que se generan en Fab Lab UTFSM

Nombre: _____

Fecha: ____/____/____

Proyecto realizado: _____

Área de trabajo: _____

Material utilizado	Masa inicial M_i [kg]	Masa final M_f [kg]

Insumos utilizados	Cantidad (Indicar unidad correspondiente)

Residuos sólidos generados	Masa $(M_i - M_f)$ [kg]	Lugar de almacenamiento

Residuos líquidos generados	Volumen [m ³]	Lugar de almacenamiento

Residuos peligrosos generados	Cantidad	Lugar de almacenamiento

Anexo D Control de ingreso de materiales

En caso de que se desee utilizar algún material que no está en la categoría de permitidos o no se cuente con un plan para su manejo se propone el siguiente formulario.



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA



REQUISITOS PARA UTILIZAR UN MATERIAL QUE NO SE ENCUENTRA EN EL LISTADO DE MATERIALES PERMITIDOS

Completar la siguiente información y hacer entrega de los documentos solicitados al encargado de Fab Lab.

Material: _____

Componentes: _____

Residuos que se generan: _____

Clasificación D.S. N°148: _____

Indicar con una X según corresponde:

Peligroso _____ No Peligroso _____

Documentos adicionales:

- Adjuntar Hoja de Seguridad (HDS).

Anexo E Señalización para almacenamiento



Imagen A.1. Señalización contenedor de residuos de PLA. (Elaboración propia. Imágenes www.impresoras3D.com)



Imagen A.2. Señalización para contenedor de acrílicos y plásticos 7. (Elaboración propia. Imágenes ³⁸)

³⁸ Planchas de acrílico. (s. f.). [Fotografía]. <https://negocio.pe/producto/planchas-acrilico> ; Otros (7). (s. f.). [Fotografía]. <https://reciclario.com.ar/indice/plastico-2/otros-7/>



Imagen A.3. Señalización para maderas. (Elaboración propia. Imágenes³⁹)



Imagen A.4. Señalización de contenedor exclusivo de MDF. (Elaboración propia. Imágenes³⁹)

³⁹ Aserrín. (s. f.). [Fotografía]. <https://www.pngwing.com/es/free-png-czqnw> ; Madera. (s. f.-a). [Fotografía]. <https://www.pinterest.cl/pin/666392076089654138/> ; Madera. (s. f.-b). [Fotografía]. <https://img.favpng.com/20/23/14/wood-background-png-favpng-v2KFH9HdnJzM5P31qmYdquX3J.jpg>

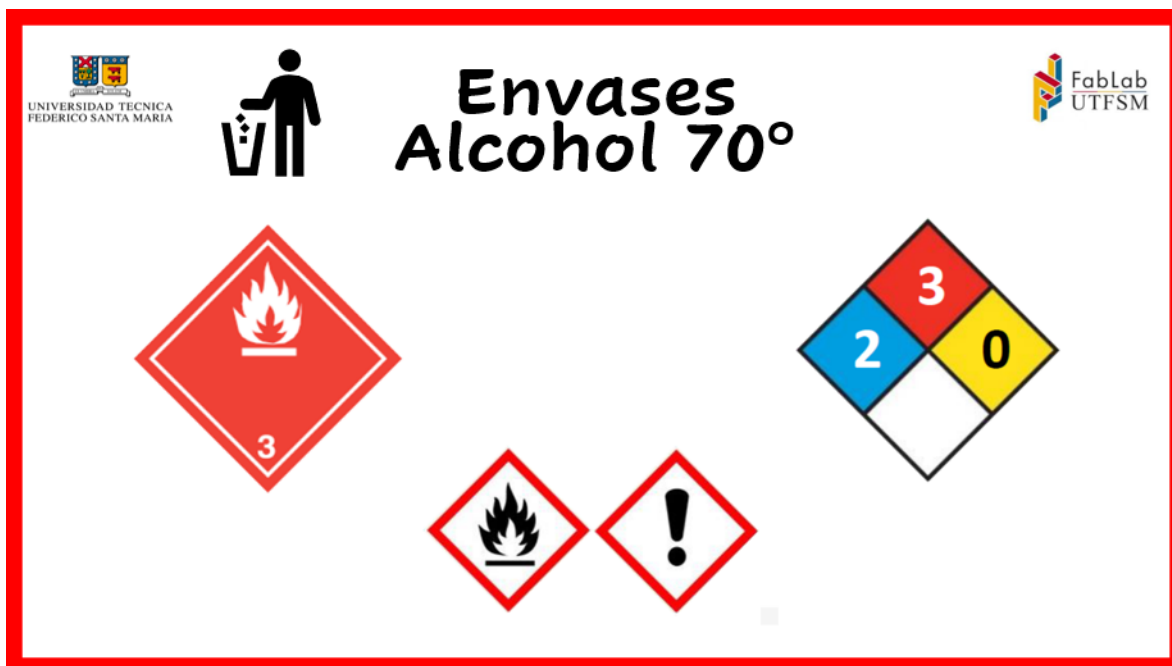


Imagen A.5. Señalización para sector de almacenamiento de envases de alcohol 70° con indicaciones de peligros.
(Elaboración propia. Imágenes obtenidas de la HDS Anexo G)

Anexo F Rombo NFPA: Sustancias peligrosas (NCh 1411)



Imagen A.6. Rombo NFPA. Fuente: Gema Pro <https://www.gemapro.cl/producto/rombo-nfpa/>

Anexo G Hoja de seguridad “Alcohol desnaturalizado 70°” - Difem Laboratorios

	ALCOHOL DESNATURALIZADO 70°	Versión: 01 Fecha: 25-05-2020
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A NCh.2245:2015		
SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y DE LA EMPRESA		
IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO: ALCOHOL DESNATURALIZADO 70°		
USOS RECOMENDADOS: Desinfección de superficies inertes.		
RESTRICCIONES DE USOS: Utilizar de acuerdo a las recomendaciones señaladas en la etiqueta del producto.		
NOMBRE DEL PROVEEDOR: Difem Laboratorios.		
DIRECCIONES DEL PROVEEDOR: Los Herreros 8708, Parque Industrial La Reina.		
DIRECCIÓN ELECTRÓNICA DEL PROVEEDOR: hablemos@difem.cl		
NÚMERO DE TELÉFONO DEL PROVEEDOR: (+56-2) 2210 7400		
NÚMERO DE TELÉFONO DE EMERGENCIAS Y NÚMERO DE TELÉFONO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA: CITUC (Centro de Información Toxicológica, Pontificia Universidad Católica de Chile)		
CITUC emergencias toxicológicas: 2-26353800.		
CITUC emergencias Químicas: 2-22473600.		
SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS		
CLASIFICACIÓN SEGÚN NCh382: Clase 3, líquidos inflamables.		
DISTINTIVO SEGÚN NCh2190:		
		
Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl		
Página 1 de 16		

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A NCh.2245:2015

CLASIFICACIÓN SEGÚN GHS: LÍQUIDOS INFLAMABLES CATEGORÍA 2. TOXICIDAD AGUDA POR INGESTIÓN CATEGORÍA 5. LESIONES OCULARES GRAVES/IRRITACIÓN OCULAR CATEGORÍA 2.

PICTOGRAMA GHS:



PALABRA DE ADVERTENCIA: PELIGRO.

INDICACIONES DE PELIGRO:

H225 Líquido y vapores muy inflamables.

H303 Puede ser nocivo en caso de ingestión.

H319 Provoca irritación ocular grave.

CONSEJOS DE PRUDENCIA:

P210 Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas al descubierto y otras fuentes de ignición. No fumar.

P233 Mantener el recipiente herméticamente cerrado.

P240 Toma de tierra y enlace equipotencial del recipiente y del equipo receptor.

P241 Utilizar material [eléctrico/de ventilación/iluminación] antideflagrante.

P242 No utilizar herramientas que produzcan chispas.

P243 Tomar medidas de precaución contra las descargas electrostáticas.

P264 Lavarse las manos cuidadosamente después de la manipulación.

P280 Usar guantes, ropa de protección, equipo de protección para los ojos, la cara, los oídos.

P301 + P312 EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA o médico si la persona se encuentra mal.

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

Página 2 de 16

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A NCh.2245:2015

P303 + P361 + P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua [o ducharse].

P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

P337 + P313 Si la irritación ocular persiste, consultar a un médico.

P370 + P378 En caso de incendio: utilizar los equipos correspondientes para la extinción.

P403 + P235 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener fresco.

P501 Eliminar el contenido/recipiente de acuerdo a la normativa legal vigente, decreto supremo N°148/2004.

CLASIFICACIÓN ESPECÍFICA RESOLUCIÓN N° 2.196 DEL 2000: III Poco peligroso.

SEÑAL DE SEGURIDAD SEGÚN NCH1411/4 año 2000:



GRADOS DE PELIGRO

- **AZUL:** Grado de peligro salud: 2: Materiales que, en exposiciones intensas o de corta duración, pueden causar incapacidad temporal o posible lesión residual, incluyendo los que requieren el uso de equipos de protección respiratoria con suministro de aire independiente.
- **ROJO:** Grado de inflamabilidad: 3: Líquidos y sólidos que pueden arder bajo cualquier condición de temperatura ambiental. Los materiales de este grado producen atmósferas de riesgo con el aire, bajo casi todas las temperaturas ambientales o, aun cuando estén afectados por la temperatura ambiental, arden rápidamente en casi todas las condiciones.
- **AMARILLO:** Grado de reactividad: 0: Materiales que por sí mismos son normalmente estables, aun en condiciones de exposición al fuego.

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A NCh.2245:2015

- **BLANCO:** Grados especiales: No posee.

DESCRIPCIÓN DE PELIGROS: Clase 3, líquidos inflamables. Líquido y vapores muy inflamables. Puede ser nocivo en caso de ingestión. Provoca irritación ocular grave.

SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

Este producto debe considerarse como una mezcla.

Componente del producto:

	COMPONENTE
DENOMINACIÓN QUÍMICA SISTEMÁTICA	Etanol
NOMBRE COMÚN O GENÉRICO	Alcohol etílico
NÚMERO CAS	64-17-5
RANGO DE CONCENTRACIÓN	70 % v/v

SECCIÓN 4: PRIMEROS AUXILIOS

INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración. Si el individuo se encuentra mal, llame al CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA UC o a un MÉDICO.

CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua [o ducharse]. Lavar la ropa contaminada antes de volver a usarla. Si el individuo presenta síntomas, llame al CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA UC o a un MÉDICO.

CONTACTO CON LOS OJOS: Provoca irritación ocular grave. Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado. Si la irritación ocular persiste, llame al CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA UC o a un MÉDICO.

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A NCh.2245:2015

INGESTIÓN: Puede ser nocivo en caso de ingestión. Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Si vomita, mantener la cabeza inclinada de manera que el vómito no entre en los pulmones. Si el individuo presenta síntomas, llame al CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA UC o a un MÉDICO.

EFFECTOS AGUDOS PREVISTOS:

En caso de ingestión: Puede ser nocivo en caso de ingestión.

En caso de contacto con los ojos: Provoca irritación ocular grave.

EFFECTOS RETARDADOS PREVISTOS: No se conocen efectos retardados previstos.

SÍNTOMAS/EFFECTOS MÁS IMPORTANTES:

En caso de ingestión: Irritación gástrica, diarrea, acidosis metabólica. Puede provocar daño hepático.

En caso de inhalación: Irritación de las vías respiratorias.

En caso de contacto con la piel: Irritación dérmica.

En caso de contacto con los ojos: Irritación ocular.

PROTECCIÓN PARA QUIENES BRINDAN LOS PRIMEROS AUXILIOS: No se debe realizar ninguna acción si no se tiene la formación adecuada o si esto implica un riesgo personal.

NOTAS ESPECIALES PARA UN MÉDICO TRATANTE: Tratar sintómicamente. No hay un tratamiento específico.

SECCIÓN 5: MEDIDAS PARA LUCHA CONTRA INCENDIOS

AGENTES DE EXTINCIÓN: Usar un agente de extinción adecuado para el incendio circundante. Se recomienda polvo químico seco o espuma química.

AGENTES DE EXTINCIÓN INAPROPIADOS: No se describen agentes de extinción inapropiados.

PRODUCTOS QUE SE FORMAN EN LA COMBUSTIÓN Y DEGRADACIÓN TÉRMICA Y PELIGROS ESPECÍFICOS ASOCIADOS: Durante un incendio, el humo generado puede contener parte del material original junto a intermediarios de la combustión de composición variada que pueden ser tóxicos y/o irritantes. Los productos de descomposición pueden incluir, sin limitarse a: dióxido de carbono (CO₂) y monóxido de carbono (CO).

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A NCh.2245:2015

MÉTODOS ESPECÍFICOS DE EXTINCIÓN: En caso de incendio, proceder de acuerdo al plan de emergencia del lugar de trabajo; de lo contrario, seguir las indicaciones que se entregan a continuación:

No se debe realizar ninguna acción si no se tiene la formación adecuada o si esto implica un riesgo personal. Mantener a las personas alejadas del sitio del incendio. Considere los peligros asociados a la existencia de otros materiales involucrados en el incendio. Aislar la zona afectada. Mueva los contenedores del área del incendio si puede hacerlo sin riesgo. Use el agua pulverizada para enfriar las superficies expuestas al fuego y para proteger al personal.

PRECAUCIONES PARA EL PERSONAL DE EMERGENCIA Y/O LOS BOMBEROS: Los bomberos deben llevar su equipo de protección apropiado que incluya un aparato de respiración para casos de acercarse al fuego en lugares reducidos. Las prendas para bomberos (incluidos cascos, guantes y botas de protección) conformes a la norma europea EN 469 proporcionan un nivel básico de protección en caso de incidente químico y además deberán cumplir con la certificación de calidad conformes al D.S. N°18/1982.

SECCIÓN 6: MEDIDAS QUE SE DEBEN TOMAR EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

PRECAUCIONES PERSONALES: No se debe realizar ninguna acción si no se tiene la formación adecuada o si esto implica un riesgo personal. No deje que entre el personal innecesario y sin protección. Mantenga a las personas alejadas y en contra del derrame/fuga. Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas al descubierto y otras fuentes de ignición. No fumar. No toque los contenedores dañados o el material derramado a menos que use ropa protectora adecuada. Ventile los espacios cerrados antes de ingresar a ellos. Evitar el contacto con la piel y los ojos. Llevar un aparato de respiración apropiado cuando el sistema de ventilación sea inadecuado.

EQUIPO DE PROTECCIÓN: Utilizar los elementos de protección personal para el manejo del derrame. Considerar la información descrita en la sección 8 de esta HDS "Control de exposición/protección personal".

PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA: Proceder de acuerdo al plan de emergencia del lugar de trabajo; de lo contrario, seguir las indicaciones que se entregan a continuación: Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas al descubierto y otras fuentes de ignición. No fumar. Mantenga los combustibles (madera, papel, aceite, etc.) lejos del material derramado. Tomar medidas de precaución contra las descargas electrostáticas. Use solo herramientas que no produzcan chispas.

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A NCh.2245:2015

PRECAUCIONES MEDIOAMBIENTALES: Evitar el contacto con el suelo, vías fluviales, tuberías de desagüe y el alcantarillado. Informar a las autoridades pertinentes si el producto ha causado contaminación medioambiental (alcantarillas, vías fluviales, suelo o aire).

MÉTODOS Y MATERIALES DE CONTENCIÓN/CONFINAMIENTO/LIMPIEZA: Detenga la fuga si no presenta riesgos. Retire los envases del área del derrame. Evitar la entrada a alcantarillas, cursos de agua, sótanos o áreas confinadas. Absorber con materiales incombustibles como vermiculita, arena o tierra seca. Recoger material con palas y coloque en contenedores debidamente etiquetados para su disposición final.

MEDIDAS ADICIONALES DE PREVENCIÓN DE DESASTRES: Evitar la liberación o eliminación del material o los residuos del producto obtenidos por el derrame, en fuentes de agua o desagües.

SECCIÓN 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**MANIPULACIÓN**

PRECAUCIONES PARA LA MANIPULACIÓN SEGURA: Usar equipo de protección personal (ver sección 8 de esta HDS "Control de exposición/protección personal"). Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas al descubierto y otras fuentes de ignición. No fumar. Cuando se utiliza no fume. Tome medidas preventivas contra descargas estáticas. Todo el equipo utilizado al manipular el producto debe estar conectado a tierra. Utilice herramientas antichispa y equipos a prueba de explosión.

MEDIDAS OPERACIONALES Y TÉCNICAS: No manipular sin autorización del encargado de seguridad. El producto es inflamable, se debe evitar fumar, el uso de celulares, lámparas y enchufes que no sean a prueba de explosiones o el uso de cualquier elemento que pudiese generar chispa.

PRECAUCIONES ESPECÍFICAS DE MANIPULACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL CONTACTO CON LA SUSTANCIA O MEZCLAS INCOMPATIBLES: Utilice elementos de protección personal durante su manipulación. Evite el contacto con los ojos y la piel. Lavarse las manos concienzudamente tras la manipulación. No utilizar herramientas que produzcan chispas.

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES PARA EL ALMACENAMIENTO SEGURO: Almacenar de acuerdo a la normativa legal vigente (Decreto supremo 43 año 2016). Conservar en el contenedor original, en un área seca, fresca, bien ventilada,

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A NCh.2245:2015

y fuera de la luz directa del sol, separado de los materiales incompatibles (revisar sección 10 "estabilidad y reactividad"), de la comida y bebida. No fume, suelde o realice cualquier trabajo que pueda producir llamas o chispas en el área de almacenamiento. Mantener el contenedor bien cerrado y sellado hasta el momento de usarlo. Los envases abiertos deben cerrarse perfectamente con cuidado y mantenerse en posición vertical para evitar derrames. No almacenar en contenedores sin etiquetar.

MEDIDAS TÉCNICAS: Almacenar en depósito autorizado y envases claramente identificados.

SUSTANCIAS Y MEZCLAS INCOMPATIBLES: El producto está clasificado como clase 3 líquido inflamable, de acuerdo a la NCh 382 año 2017. Según la matriz de incompatibilidades del Decreto Supremo 43 año 2016, el producto es incompatible con las siguientes clases de peligro:

- 2.3: Gases tóxicos.
- 5.1: Sustancias comburentes.

También presenta incompatibilidad con agentes oxidantes o reductores cuyos pH sean mayores a 9 o menores a 4.

MATERIAL DE EMPAQUE: Mantener siempre en el embalaje original. Envases sellados, con etiqueta visible.

SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE

NORMATIVA CHILENA D.S. 594 MINSAL:

COMPUESTOS	LÍMITE PERMISIBLE PONDERADO (LPP)		LÍMITE PERMISIBLE TEMPORAL (LPT)		LÍMITE PERMISIBLE ABSOLUTO (LPA)	
	p.p.m.	mg/m ³	p.p.m.	mg/m ³	p.p.m.	mg/m ³
Alcohol etílico CAS 64-17-5	875	1645	-	-	-	-
Ftalato de dietilo CAS 84-66-2	-	4,4	-	-	-	-

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A NCh.2245:2015

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Los elementos de protección personal deberán ser acordes a los criterios definidos en el Decreto Supremo 18, referente a certificación de calidad de elementos de protección personal.

PROTECCIÓN RESPIRATORIA: En el caso de que una evaluación de riesgos indique la utilización de una protección respiratoria, se recomienda utilizar un filtro para vapores orgánicos.

PROTECCIÓN DE MANOS: Se recomienda usar guantes de protección, tales como guantes de neopreno y látex.

PROTECCIÓN DE OJOS: Se recomienda emplear antiparras.

PROTECCIÓN DE LA PIEL Y EL CUERPO: Se recomienda usar un traje completo de Tyvek con capucha.

MEDIDAS DE HIGIENE: Después de la utilización del producto, lavar las manos cuidadosamente. Lave los antebrazos y cara completamente después de manejar el producto o antes de comer, fumar, usar el baño o al final del período de trabajo. Los guantes tienen que usarse sólo con las manos limpias, después de utilizarlos, lave las manos cuidadosamente. Lavar las ropas contaminadas antes de volver a usarlas.

MEDIDAS DE INGENIERÍA: Asegurar ventilación adecuada para mantener los contaminantes ambientales bajo los límites permisibles establecidos. Verifique que las estaciones de lavado de ojos y duchas de seguridad se encuentren cerca de las estaciones de trabajo.

SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

APARIENCIA: Líquido en solución de color transparente.

OLOR: Olor característico de alcohol.

pH: Entre 5,5 – 8,0.

PUNTO DE FUSIÓN/PUNTO DE CONGELAMIENTO: No disponible.

PUNTO DE EBULLICIÓN, PUNTO INICIAL DE EBULLICIÓN Y RANGO DE EBULLICIÓN: No disponible.

PUNTO DE INFLAMACIÓN: 21 °C.

LÍMITES DE EXPLOSIVIDAD O INFLAMABILIDAD (LUE Y LSE): No disponible.

PRESIÓN DE VAPOR: No disponible.

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

DENSIDAD RELATIVA DEL VAPOR (aire=1): No disponible.

DENSIDAD/DENSIDAD RELATIVA:

- Densidad: 0,830 - 0,890 g/mL
- Densidad relativa: No disponible.

SOLUBILIDAD(ES): No disponible.

COEFICIENTE DE PARTICIÓN N-OCTANOL/AGUA: No disponible.

TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN: No disponible.

TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN: No disponible.

SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD QUÍMICA: El producto es estable bajo condiciones normales de transporte, almacenamiento y manipulación. El producto es estable durante dos años.

REACCIONES PELIGROSAS: El producto no presenta reacciones peligrosas bajo condiciones normales de transporte, almacenamiento y manipulación.

CONDICIONES QUE SE DEBEN EVITAR: Sustancias reactivas o altamente inestables, así como también mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas al descubierto y otras fuentes de ignición. No fumar.

MATERIALES INCOMPATIBLES: Agentes oxidantes o reductores cuyos pH sean mayores a 9 o menores a 4.

PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS: Los productos de descomposición pueden incluir, sin limitarse a: dióxido de carbono (CO₂) y monóxido de carbono (CO).

SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**TOXICIDAD AGUDA (LD50, CL50):**

Toxicidad aguda por ingestión categoría 5, de acuerdo a la clasificación del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS). Puede ser nocivo en caso de ingestión.

Estimación de la toxicidad aguda (ETA):

- ETA oral: 14.957,14286 mg/kg en ratas. Fuente: ECHA.

CORROSIÓN/IRRITACIÓN CUTÁNEA: El producto no se encuentra clasificado como irritante o corrosivo cutáneo de acuerdo al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS).

LESIONES OCULARES GRAVES/IRRITACIÓN OCULAR:

Lesiones oculares graves/irritación ocular categoría 2, de acuerdo a la clasificación del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS). Provoca irritación ocular grave.

SENSIBILIZACIÓN RESPIRATORIA O CUTÁNEA: El producto no se encuentra clasificado como sensibilizante respiratorio o cutáneo de acuerdo al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS).

MUTAGENICIDAD DE CÉLULAS REPRODUCTORAS/IN VITRO: El producto no se encuentra clasificado como mutagénico de células reproductoras/in vitro de acuerdo al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS).

CARCINOGENICIDAD: El producto no se encuentra clasificado como carcinogénico de acuerdo al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS).

TOXICIDAD REPRODUCTIVA: El producto no se encuentra clasificado como tóxico reproductivo de acuerdo al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS).

TOXICIDAD ESPECÍFICA EN ÓRGANOS PARTICULARES – EXPOSICIÓN ÚNICA: El producto no se encuentra clasificado como tóxico específico en órganos particulares, tras exposición única, de acuerdo al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS).

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A NCh.2245:2015

TOXICIDAD ESPECÍFICA EN ÓRGANOS PARTICULARES – EXPOSICIONES REPETIDAS: El producto no se encuentra clasificado como tóxico específico en órganos particulares, tras exposiciones repetidas, de acuerdo al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS).

PELIGRO DE ASPIRACIÓN: El producto no prevé peligro por aspiración.

VÍAS DE EXPOSICIÓN:

En caso de ingestión: Irritación gástrica, diarrea, acidosis metabólica. Puede provocar daño hepático.

En caso de inhalación: Irritación de las vías respiratorias.

En caso de contacto con la piel: Irritación dermal.

En caso de contacto con los ojos: Irritación ocular.

SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA

ECOTOXICIDAD: El producto no se encuentra clasificado como ecotóxico sobre los límites de clasificación del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS).

PERSISTENCIA Y DEGRADABILIDAD: No disponible.

POTENCIAL BIOACUMULATIVO: No disponible.

MOVILIDAD EN SUELO: No disponible.

OTROS EFECTOS ADVERSOS: No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.

SECCIÓN 13: INFORMACIÓN SOBRE DISPOSICIÓN FINAL

RESIDUOS: Evitar o minimizar la generación de residuos cuando sea posible. El residuo se encuentra clasificado como peligroso de acuerdo a lo establecido en el D.S. 148/2004, es por ello que se debe disponer según lo establecido en el mencionado decreto. La clasificación del desecho cumple con los criterios de mercancías peligrosas; se debe transportar de acuerdo a las disposiciones del D.S. 298/1995. Eliminar por medio de un contratista autorizado.

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

ENVASE Y EMBALAJE CONTAMINADOS: Evitar o minimizar la generación de residuos cuando sea posible. El residuo se encuentra clasificado como peligroso de acuerdo a lo establecido en el D.S. 148/2004, es por ello que se debe disponer según el decreto mencionado. Los envases vacíos o los revestimientos pueden retener residuos del producto sin usar; recuperar o reciclar si es posible. Evitar la dispersión del material derramado, su contacto con el suelo, las vías fluviales, las tuberías de desagüe y las alcantarillas. La clasificación del envase y embalaje contaminados cumple con los criterios de mercancías peligrosas; transporte de acuerdo a las disposiciones del D.S. 298/1995. Eliminar por medio de un contratista autorizado.

MATERIAL CONTAMINADO: Evitar o minimizar la generación de residuos cuando sea posible. El residuo se encuentra clasificado como peligroso de acuerdo a lo establecido en el D.S. 148/2004, es por ello que se debe disponer de acuerdo a lo establecido en el D.S. 148/2004. La clasificación del material contaminado cumple con los criterios de mercancías peligrosas; transporte de acuerdo a las disposiciones del D.S. 298/1995. Eliminar por medio de un contratista autorizado.

REGLAMENTO SANITARIO SOBRE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS D.S. N° 148 (2004):

Residuo clasificado como peligroso de acuerdo al artículo 15 del D.S. 148 año 2004: Inflamabilidad.

SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE EL TRANSPORTE

	MODALIDAD DE TRANSPORTE		
	TERRESTRE	MARÍTIMA	AÉREA
REGULACIONES	DS 298	Código IMDG	IATA
NÚMERO UN	1170	1170	1170
DESIGNACIÓN OFICIAL DE TRANSPORTE	ETANOL (ALCOHOL ETÍLICO) o ETANOL EN SOLUCIÓN (ALCOHOL ETÍLICO EN SOLUCIÓN)	ETANOL (ALCOHOL ETÍLICO) o ETANOL EN SOLUCIÓN (ALCOHOL ETÍLICO EN SOLUCIÓN)	ETANOL (ALCOHOL ETÍLICO) o ETANOL EN SOLUCIÓN (ALCOHOL ETÍLICO EN SOLUCIÓN)
CLASIFICACIÓN DE PELIGRO PRIMARIO ONU	Clase 3 	Clase 3 	Clase 3 
CLASIFICACIÓN DE PELIGRO SECUNDARIO ONU	-	-	-
GRUPO DE EMBALAJE/ENVASE	III	III	III
PELIGROS AMBIENTALES	NO	NO	NO
PRECAUCIONES ESPECIALES	Guía GRE 131	Guía GRE 131	Guía GRE 131

TRANSPORTE A GRANEL DE ACUERDO CON MARPOL 73/78, ANEXO II, Y CON IMBC CODE: No aplica.

Transporte siempre en recipientes cerrados que estén verticales y seguros. Asegurar que las personas que transportan el producto conocen qué hacer en caso de un accidente o derrame.

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

Página 14 de 16

SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

NCh 2245/2015: HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS CONTENIDO Y ORDEN DE LAS SECCIONES: Aplica.

NCh 382/2017 MERCANCÍAS PELIGROSAS - CLASIFICACIÓN: Aplica.

NCh 1411/4:2000: PREVENCIÓN DE RIESGOS. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE MATERIALES: Aplica.

D.S. 148/2004: REGLAMENTO SANITARIO SOBRE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS: Aplica.

D.S. 298/1995: REGLAMENTA TRANSPORTE DE CARGAS PELIGROSAS POR CALLES Y CAMINOS: Aplica.

D.S. 43/2016: REGLAMENTO DE ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS: Aplica.

NCh2190/2019: TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS - DISTINTIVOS PARA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS: Aplica.

Res. Exenta N°408/2016. MINSAL. LISTADO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS PARA LA SALUD: Aplica.

RESOLUCIÓN N° 2.196/2000: ESTABLECE CLASIFICACIÓN TOXICOLÓGICA DE PLAGUICIDAS DE USO AGRÍCOLA: Aplica.

D.S. 594/2000: REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO: Aplica.

D.S. 18/1982: CERTIFICACIÓN DE CALIDAD DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL CONTRA RIESGOS OCUPACIONALES: Aplica.

El receptor debería verificar la posible existencia de regulaciones locales aplicables al producto químico.

SECCIÓN 16: OTRAS INFORMACIONES

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN 01: Ajuste a NCh. 2245:2015

Fecha: 25-05-2020

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A NCh.2245:2015

ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS:

GHS: Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos.

IATA: Asociación Internacional de Transporte Aéreo.

IMDG: Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas.

REFERENCIAS

NCh 2245/2015: Hoja de datos de seguridad de productos químicos contenido y orden de las secciones. Hoja de datos de seguridad del proveedor. Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS). Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA).

Esta hoja de datos de seguridad ha sido homologada de acuerdo a la información suministrada por el proveedor, y tiene como finalidad describir las propiedades del producto para la protección de la salud humana y el medio ambiente. Esta información no debe ser considerada como absoluta.

FIN DE LA HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Esta hoja de datos de seguridad fue adecuada a los requerimientos de la NCh. 2245:2015 y homologada en español por el Centro de Información Toxicológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CITUC). www.cituc.cl

Página 16 de 16