

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



**ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE MANUALES DE
BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA LOS
LABORATORIOS DE PROCESOS DE FABRICACIÓN**

PRESENTADO POR:

MOISÉS ALEJANDRO DELGADO NIETO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO 2018

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIA GENERAL :

M.Sc. CRISTÓBAL HERNÁNDEZ RÍOS BENÍTEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR :

ING. RIGOBERTO VELÁSQUEZ PAZ

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO MECÁNICO

Título :

**ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE MANUALES DE
BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA LOS
LABORATORIOS DE PROCESOS DE FABRICACIÓN**

Presentado por :

MOISÉS ALEJANDRO DELGADO NIETO

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

Dr. y M.Sc. JONATHAN ANTONIO BERRÍOS ORTIZ

San Salvador, febrero de 2018

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

Dr. y M.Sc. JONATHAN ANTONIO BERRÍOS ORTIZ

DEDICATORIA

A mi madre que la amo, Cándida Mabel Nieto que forjó mi camino para ser el hombre de bien que hoy soy y que me motiva a seguir adelante y de no rendirme a lo largo de mi vida, que con gran sacrificio me ha ayudado en lo que ha estado a su alcance aunque nunca me ha desamparado con sus palabras y consejos para poder llegar a ser el profesional que soy.

A mis hermanos Hernán Noé Delgado Nieto y Maritza Cecibel Nieto, que en este camino han sido mi guía, un apoyo en tiempos difíciles, una ayuda en mis momentos que más los necesité y una compañía, haciendo así que este camino junto a ellos fuera lo más corto y menos pesado hasta alcanzar esta tan anhelada meta, en especial a mi hermano.

A mi tío Julio Nieto que me ha motivado y me muestra que no es de dejar de lado nuestros propósitos y que las oportunidades no están ahí esperándonos, sino que nosotros hacemos nuestras propias oportunidades con lo que logramos a diario y cada pequeño logro forja el profesional en mí.

Alejandro Nieto.

AGRADECIMIENTOS

A:

Todas aquellas personas que directa e indirectamente han ayudado con la realización de este trabajo de graduación.

A todos mis amigos que hoy son parte de mi familia: Edgar Alexander Romero, Héctor Leonel Rodríguez, Jaime Alejandro Herrera, Sandor Mauricio Lazo, y a Karla Lisbeth Silva que me han motivado, amigos que me acompañaron siempre que pusieron su granito de arena y esfuerzo por ayudarme en diferentes oportunidades de una u otra manera. Un especial agradecimiento a mi abuela Corina Nieto que por razones de la naturaleza ya no está presente en este mundo aunque siempre me quiso ver en este punto de mi vida y fue un pilar muy fuerte de apoyo.

A todos los profesores que me aportaron parte de sus conocimientos en especial a los de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

La Unidad Productiva de la Escuela de Ingeniería Mecánica por su ayuda y conocimientos de los equipos y herramientas en cuanto a los residuos que se generan.

A el MARN por responder la petición de información solicitada y por la amable atención.

Área administrativa de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

Alejandro Nieto.

ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE MANUALES DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA LOS LABORATORIOS DE PROCESOS DE FABRICACIÓN

Estudiantes: Br. Moisés Alejandro Delgado Nieto¹
Docente Asesor: Dr. y M.Sc. Jonathan Antonio Berríos Ortiz²

Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Universidad de El Salvador

RESUMEN

Se ha recabado información referente a los diferentes procesos que se desarrollan en los Laboratorios de Procesos de Fabricación, tipos de residuos generados por la industria metal mecánica y la normativa nacional e internacional sobre buenas prácticas de estos procesos. Luego, se identifican los tipos de residuos y la cantidad de los mismos en las diferentes etapas de los laboratorios que se realizan en dicho departamento. Finalmente, se realiza una propuesta de buenas prácticas medio ambientales tanto para el usuario como también para el tratamiento de los residuos o el destino final de estos. Además, se proponen recomendaciones desde el manejo de la materia prima, transporte, almacenamiento, manejo de maquinaria y equipo, normas de seguridad del personal, el manejo de piezas terminadas como no terminadas, la manera correcta de almacenamiento, transporte y tratamientos de los residuos.

1 E-mail: adn271@hotmail.com

2 E-mail: jaberriosortiz@gmail.com

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Clasificación de los residuos generados en general.....	4
1.1.1 Residuos peligrosos.....	4
1.1.2. Residuos inertes.....	6
1.1.3. Residuos no peligrosos.....	7
1.2. Procesos con generación de residuos.....	7
1.2.1 Maquinado.....	8
1.2.2. Soldadura.....	13
1.2.3. Fundición.....	18
1.3. Residuos generados según laboratorio de procesos de fabricación.....	21
1.3.1. Laboratorio de maquinados.....	21
1.3.2. Laboratorio de soldadura.....	22
1.3.3. Laboratorio de fundición.....	23
1.4. Normativas medio ambientales.....	23
1.4.1. Normativas nacionales.....	24
1.4.2. Normativas internacionales.....	26
1.4.3. Infracciones ambientales.....	28
1.5. Impacto ambiental de residuos generados en los diferentes procesos.....	28
1.5.1. Maquinado.....	29
1.5.2. Soldaduras y efectos sobre la salud.....	32
1.5.3. Fundición.....	35
2. DETERMINACIÓN DE LAS PRINCIPALES ETAPAS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LOS PROCESOS SEGÚN ÁREA.....	37
2.1. Obra de banco.....	38
2.1.1. Proceso de cortado.....	38
2.1.2. Proceso de limado.....	41
2.1.3. Proceso de taladrado.....	42
2.1.4. Proceso de esmerilado y afilado.....	42
2.2. Maquinado.....	43
2.2.1. Arranque de viruta en torno y fresa.....	44
2.2.2. Materias primas.....	46
2.3. Tratamientos térmicos.....	47
2.3.1. Recocido.....	47

	Pág.
2.3.2. Normalizado.....	48
2.3.3. Temple.....	48
2.3.4. Revenido.....	50
2.4. Fundición.....	50
2.4.1. Fundición de aluminio.....	50
2.5. Soldadura.....	52
2.5.1. Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido.....	52
2.5.2. Soldadura de arco bajo gas protector con electrodo consumible (MIG/MAG)	53
2.5.3. Soldadura por arco bajo gas protector con electrodo no consumible (TIG)	54
2.5.4. Soldadura oxiacetilénica.....	55
2.5.5. Residuos generados en soldaduras.....	57
3. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MANUALES DE BUENAS PRÁCTICAS.....	59
3.1 Manejo de materias primas.....	59
3.1.1 Transporte.....	62
3.1.2. Almacenamiento.....	62
3.2 Manejo de maquinaria y equipo.....	65
3.2.1 Normas de seguridad y de procedimientos para trabajos en torno.....	66
3.2.2. Durante la puesta en marcha del torno.....	70
3.2.3. Elementos de protección personal para el mecánico operador de maquinaria.....	71
3.2.4. Normas para el uso de los aparatos de soldadura.....	72
3.3. Manejo de residuos.....	74
3.3.1. Manejo de piezas semi-terminadas y terminadas.....	74
3.3.2. Transporte.....	75
3.3.3. Almacenamiento de residuos.....	76
3.4. Tratamiento.....	77
3.4.1. Virutas y taladrinas.....	77
3.4.2. Aceites del proceso de temple.....	80
3.4.3. Extractor de humos.....	82
3.5. Propuesta de construcción o adquisición de mesa para soldadura...85	
3.6. Propuesta para señalización de áreas.....	86
3.7. Envío de residuos a su destino final.....	87
3.8. Propuesta de extintores.....	87
3.9. Recomendación de tapaderas.....	89
3.10. Diseño de guías de buenas prácticas.....	89

	Pág.
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS.....	95
Propuesta de manual de buenas prácticas medio ambientales en los laboratorios de medición y trazado.....	96
Propuesta de manual de buenas prácticas medio ambientales en los laboratorios de aserrado y limado.....	97
Propuesta de manual de buenas prácticas medio ambientales en lo..... laboratorios de torneado y preparación de buriles.....	100
Propuesta de manual de buenas prácticas medio ambientales en los.... laboratorios de fresado.....	103
Propuesta de manual de buenas prácticas medio ambientales en los..... laboratorios de taladrado.....	106
Propuesta de manual de buenas prácticas medio ambientales en los..... laboratorios de procesos de soldaduras.....	109
Propuesta de manual de buenas prácticas medio ambientales en los..... laboratorios de fundición y tratamientos térmicos.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1.1. Residuos peligrosos generados en un taller de máquinas.....	5
Fig. 1.2. Residuos generados en construcción considerados inertes.....	6
Fig. 1.3. Muestra de algunos residuos orgánicos.....	7
Fig. 1.4. Torno generando viruta en taller de ingeniería mecánica.....	9
Fig. 1.5. Herramienta de corte en fresadora.....	10
Fig. 1.6. Soldadura de dos materiales metálicos.....	14
Fig. 1.7. Uso de taladrina en procesos de maquinado.....	30
Fig. 1.8. Producción de viruta contaminada con fluido de corte.....	31
Fig. 1.9. Utilizando el equipo de seguridad personal adecuado.....	33
Fig. 1.10. Límites de exposición profesional de algunos humos metálicos.....	34
Fig. 2.1. Efectos de corte en una hoja de sierra.....	39
Fig. 2.2. Sierra alternante.	39
Fig. 2.3. Deposito donde cae la viruta generada por la cortadora.	40
Fig. 2.4. Arco de sierra utilizado en los laboratorios.....	40
Fig. 2.5. Proceso de limado.....	41
Fig. 2.6. Esmeril utilizado en los talleres de metal mecánica.....	43
Fig. 2.7. Algunas brocas utilizadas en el taller.....	44
Fig. 2.8. Arranque de material por cuchillas durante una operación de roscado.....	45
Fig. 2.9. Herramientas de corte para torno	45
Fig. 2.10. Materia prima para los procesos.....	46
Fig. 2.11. Calentamiento de la pieza en hornos.....	48
Fig. 2.12. Aceite utilizado en temple.....	49
Fig. 2.13. Persona realizando una Soldadura	52
Fig. 2.14. Proceso de soldadura.....	53
Fig. 2.15. Soldadura MIG/MAG.....	54
Fig. 3.1. Forma correcta de colocar herramienta.....	67
Fig. 3.2. Herramienta de corte bien colocada.....	68
Fig. 3.3. Contactos de lunetas bien lubricados	69
Fig. 3.4. Verificación de medida de las piezas.....	70

Fig. 3.5. Vestimenta adecuada.....	72
Fig. 3.6. Protección que debe de portar el usuario de los aparatos de soldadura.....	73
Fig. 3.7. Tratamiento para bajar grado de contaminación de aceite.....	80
Fig. 3.8. Proceso de sedimentación.....	81
Fig. 3.9. Membrana de filtración.....	81
Fig. 3.10. Pistola de soldadura con extractor integrado	83
Fig. 3.11. Captador por tobera de alto vacío	83
Fig. 3.12. Brazos de extracción flexibles.....	84
Fig. 3.13. Campana de extracción fija.....	84
Fig. 3.14: Mesa propuesta para procesos de soldadura.....	85
Fig. 3.15: Señalización adecuada para cada área.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Tipos de contaminante según metal base frecuente.....	15
Tabla 1.2. Tipos de contaminante según recubrimiento de la pieza.....	16
Tabla 1.3. Contaminantes procedentes de los materiales de aporte.....	17
Tabla 1.4. Contaminantes procedentes de materiales de gas de protección.	17
Tabla 1.5. Contaminantes procedentes según la atmosfera.....	18
Tabla 1.6. Contaminantes generados en manipulación de materias primas y moldes.....	19
Tabla 1.7. Contaminantes generados en proceso de fusión.....	19
Tabla 1.8. Contaminantes generados en proceso de colada.....	20
Tabla 1.9. Contaminantes generados en proceso de desmoldado y terminación	20
Tabla 1.10. Residuos generados en el laboratorio de máquinas herramientas	22
Tabla 1.11. Residuos generados en el área de soldadura del laboratorio... ..	22
Tabla 1.12. Residuos generados en el laboratorio de tratamientos térmicos.....	23
Tabla 1.13. Algunas de las familias de las normas ISO 14000.....	27
Tabla 1.14. Efectos patológicos de contaminantes frecuentes en soldadura.....	35
Tabla 1.15. Tipos de residuos o contaminantes luego de fundiciones en hornos	36
Tabla 2.1. Clasificación por áreas y procesos.....	37
Tabla 2.2. Diferentes relaciones de oxígeno con acetileno para un tipo de llama.....	56
Tabla 2.3. Resumen de los residuos y contaminantes en cada proceso.....	58
Tabla 3.1. Comparativos de tecnologías.....	79
Tabla 3.2. Área protegida por extintor en m ²	88

LISTA DE SIGLAS

- COV: Compuestos orgánicos volátiles
- GEI: Gases de efecto invernadero
- ISO: Organización Internacional de Normalización
- LMA: Ley del medio ambiente
- MARN: Ministerio de medio ambiente y recursos naturales
- MAG: Gas activo metal
- MIG: Gas inerte metal
- NFPA: Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (National Fire Protection Association)
- NSO: Norma salvadoreña de aceites
- SGA: Sistema de gestión ambiental
- SMAW: Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido
- TIG: Gas inerte tungsteno
- VLA: Valor límite ambiental
- VLB: Valor límite biológico

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la generación de residuos es una problemática que va creciendo por diferentes factores como lo son la demanda de tecnologías, productos para el hogar, la construcción, el área industrial, entre otras. Así, esto implica más producción, lo cual está directamente relacionado con los residuos derivados de los mismos procesos con los cuales se consiguen estos productos. Por lo tanto, la gestión adecuada de los residuos es un tema que los gobiernos, empresas, organizaciones, de diferentes países lo tienen muy en cuenta por el cambio climáticos, efectos que inciden de forma directa sobre el medio ambiente, la salud de los trabajadores en los lugares donde se producen y la población aledaña a los sitios de trabajo.

La buena gestión o regulación de residuos en muchos casos se hace bajo algún tipo de normalizaciones dictadas por los gobiernos o empresas que implementas algún tipo de manuales de buenas prácticas medio ambientales y algunos lineamientos a seguir como son los protocolo de Kioto o el de París.

En este sentido el protocolo de Kioto tiene como objetivo estabilizar las concentraciones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera a un nivel tal que ya no existan interferencias antropógenas significativas en el sistema climático. Para ello, se propuso que dicha estabilización deberá realizarse con una gradualidad tal que permita a los ecosistemas adaptarse a los cambios previstos, así como también evitar que el nivel del Cambio Climático impida un desarrollo económico sustentable o comprometa la producción alimenticia. Así, entre los compromisos Específicos se estableció fortalecer la investigación científica y técnica, la observación del sistema climático y fomentar el desarrollo de tecnologías, prácticas y procesos para controlar, reducir o prevenir las emisiones antropogénicas de los GEI; promover programas de educación y sensibilización pública acerca del Cambio Climático y sus efectos; evaluación de medidas de descontaminación y de mejoramiento de la gestión ambiental a nivel de cada país, relacionadas con los beneficios globales de la reducción de los GEI.

En lo que respecta a los acuerdos de París, contribuyen al control del impacto de los desechos. El acuerdo de París en sí está dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de GEI a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global, y su aplicabilidad sería para el año 2020 cuando finaliza la vigencia del Protocolo de Kioto.

En la declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo se establecieron muchos principios para lograr proteger el medio ambiente entre los cuales se puede citar el Principio 7: Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra. En vista de que han contribuido en distinta medida a la degradación del medio ambiente mundial, los Estados tienen responsabilidades comunes aunque diferenciadas. Los países desarrollados reconocen la responsabilidad que les compete en la búsqueda internacional del desarrollo sostenible, en vista de las presiones que sus sociedades ejercen en el medio ambiente mundial y de las tecnologías y los recursos financieros de que disponen.

También, en el Principio 10: El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona debe tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Además, se debe proporcionar acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre estos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.

Los manuales de buenas prácticas medio ambientales lineamientos que contienen una recopilación de ciertas normalizaciones, propuestas. La finalidad

es proteger al usuario que está directamente relacionado con el proceso y todas las personas que podrían ser afectadas.

Así, en los Laboratorios de Procesos de Fabricación se realizan diferentes tipos de procesos como lo son: obra de banco, fundición de aluminio, maquinado, soldadura y tratamientos térmicos en metales, los cuales de una u otra forma o cantidad producen residuos. En este sentido, actualmente los Laboratorio de Procesos de Fabricación no poseen un manual de buenas prácticas medio ambientales, por lo cual es necesario una propuesta para la gestión adecuada de los residuos y en cierta medida proteger a los estudiante además de proteger el medio ambiente, así como inculcar en los estudiantes lo importante de la buena prácticas y efectos perjudiciales para la salud y/ medio ambiente que se pueden derivar de una mala gestión de las condiciones en las cuales se desarrollan el trabajo en los laboratorios.

La propuesta de un manual de buenas prácticas medio ambientales está dividida en tres capítulos. Así, el primero trata el marco teórico el cual se trata información relevante acerca de manuales de buenas prácticas medio ambientales así como también los diferentes tipos de residuos generados en los procesos. En el capítulo dos se trata la clasificación de los diferentes tipos de residuos producidos en los laboratorios, para lo cual se ha subdividido los laboratorios por áreas con miras de una mejor clasificación de los residuos mayormente generados en las mismas, y se enfatiza la peligrosidad de los mismos. En el capítulo tres se presentan las propuestas de buenas prácticas medio ambientales desde la adquisición de materias primas hasta la adecuada gestión de los residuos.

1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se establece los conceptos teóricos fundamentales sobre los tipos de residuos ya sea por su peligrosidad como también su generación de manera general, se establece de forma resumida cada uno de los procesos donde se generan los residuos de tal forma que haya una relación entre residuo-proceso, las normas que rigen la generación y control de los residuos producidos, la normativa salvadoreña y las normativas internacionales como por ejemplo la Organización Internacional de Normalización (ISO) y las de los gobiernos de cada país.

1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN GENERAL

El Salvador tiene una baja calidad ambiental como resultado del inadecuado manejo de desechos sólidos y tóxicos, y que en este inadecuado manejo de los residuos existen diferentes tipos de los mismos, entre los cuales se pueden encontrar tóxicos, no tóxicos e inertes.

También, en El Salvador, el manejo y la disposición de los desechos sólidos constituyen uno de los principales objetivos ambientales nacionales, los que dañan la salud y causan problemas de contaminación, cuando no son confrontados con una política preventiva y global [1].

1.1.1. RESIDUOS PELIGROSOS

Se define como residuos peligrosos aquellos que contienen sustancias inflamables, corrosivas, tóxicas o que pueden producir reacciones químicas, que en ciertas concentraciones pueden ser peligrosas para la salud o para el medio ambiente [2].

Además, necesitan una gestión especial mediante un almacenaje (ver Fig. 1.1) y su posterior entrega a un gestor autorizado o, en el caso de ser domésticos, deben ser llevados a un punto limpio por los ciudadanos.



Fig. 1.1. Residuos peligrosos generados en un taller de máquinas herramientas.

De conformidad a lo establecido en el Artículo 5 de la Ley del medio ambiente y las definiciones del reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos, los materiales peligrosos se dividen en:

- ✓ Sustancias peligrosas: todo material con características corrosivas, reactivas, radiactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o con actividad.
- ✓ Residuos peligrosos: materiales que revisten características peligrosas, que después de servir a un propósito específico todavía conservan propiedades físicas, químicas útiles y por lo tanto pueden ser utilizados, reciclados, regenerados o aprovechados con el mismo propósito u otro diferente.
- ✓ Desechos peligrosos: cualquier material sin uso directo o descartado permanentemente que por su actividad química o por sus características corrosivas, reactivas, inflamables, tóxicas, explosivas, combustión espontánea, oxidante, infecciosas, bioacumulativas,

ecotóxicas o radioactivas u otras características ocasionen peligro o ponen en riesgo la salud humana o el medio ambiente, ya sea por si solo o al contacto con otro desecho [1].

1.1.2. RESIDUOS INERTES

Se define como residuos inertes: aquellos residuos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas; no son solubles, ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana [3].

Algunos ejemplos de éstos son: residuos de construcción (ver Fig.1.2), vidrio de cristales, parabrisas, entre otros.



Fig. 1.2. Residuos generados en una construcción civil, considerados inertes.

1.1.3. RESIDUOS NO PELIGROSOS

Se definen como residuos no peligrosos: aquellos residuos que no requieren condiciones especiales de manejo ya que no presentan ninguna característica de peligrosidad, como por ejemplo, papel y cartón (ver Fig.1.3), restos de alimentos, tejidos y ropa, entre otros [1].



Fig. 1.3. Algunos de los residuos orgánicos.

1.2. PROCESOS CON GENERACIÓN DE RESIDUOS

En los diferentes tipos de procesos reductores de masa o procesos no conservativos de masa, destinados a disminuir el tamaño y cambiar la forma de una pieza específica mediante arranque de viruta de la misma pieza.

En estos procesos en donde se utilizan diferentes tipos de máquinas herramientas, se generan residuos con características de peligrosidad o toxicidad medio ambiental [4].

1.2.1. MAQUINADO

Este proceso se basa en el método de separar el material. Además, en este proceso se distinguen dos tipos posibles de separación de material: dividir (cortar y entallar) y arrancar (taladrar, torneear y fresar) [5].

Este proceso consiste en arrancar en forma de viruta el exceso de material para llegar a las dimensiones deseadas utilizando las máquinas herramientas cortantes adecuadas. También, este procesos de arranque de viruta se puede realizar en seco o húmedo mediante un fluido de corte llamado comúnmente taladrina, el cual constituye un tipo de residuo en estos procesos de maquinado. Así, entre los materiales que se pueden maquinarse tienen los metales, plásticos, compuestos plásticos y cerámicos. Aunque, a estos últimos preferiblemente se les aplica maquinado abrasivo [5].

Comúnmente en el proceso de maquinado se incluyen las máquinas herramientas como sierra, taladro, torno y fresa, las cuales tienen como finalidad llegar a medidas cercanas a las finales de las piezas, luego realizar operaciones de soldadura y/o tratamientos térmicos, para luego continuar con procesos de acabados ya sea en este tipo de máquina o máquinas rectificadoras, en las cuales de igual manera se produce viruta y taladrina como residuos.

En el mismo sentido, existen otros procedimientos en el maquinado por arranque de materia, entre los más comunes se tienen:

- ✓ Mediante abrasivos,
- ✓ Mediante chispas eléctrica, y
- ✓ Mediante ultrasonido.

A continuación se describen brevemente los procesos más comunes de maquinado por arranque de viruta, así:

A) Torneado

Una de las máquinas utilizadas en el taller metal mecánica de la Escuela de Ingeniería Mecánica es el torno paralelo COMEC (ver Fig. 1.4) donde se

hacen diferentes procesos como refrentado, cilindrado, taladrado de centros, entre otros.

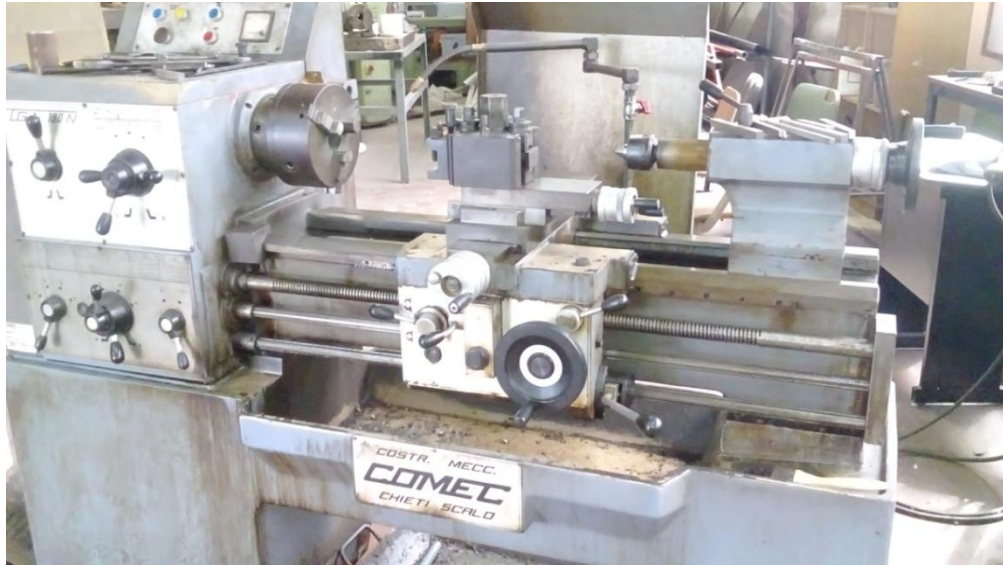


Fig. 1.4. Torno generador de viruta en taller de ingeniería mecánica.

B) Fresado

Este proceso consiste en el corte del metal con una herramienta rotativa que puede tener uno o varios filos (ver Fig. 1.5), así dicho corte de metal se realiza combinando el giro de la herramienta con el desplazamiento, bien sea de la misma herramienta o de la pieza de trabajo. Además, el proceso de fresado dependerá del diseño de la máquina ya que puede que se desplace la herramienta, la mesa, o una combinación del desplazamiento de ambos. Así, dicho desplazamiento será en cualquier dirección de los tres ejes posibles en los que se puede desplazar la mesa, a la cual se fija la pieza que se mecaniza.



Fig.1.5. Herramienta de corte de una fresadora.

C) Taladrado

El taladrado es la operación que tiene por objetivo hacer agujeros por arranque de viruta, con una herramienta llamada broca, sobre diferentes tipos de material, cuya posición, diámetro y profundidad han sido determinados previamente.

Por otro lado, entre los principales residuos generados en los diferentes tipos de procesos de maquinado son la taladrina y la viruta, wiper este último este es para limpiar superficies con aceites o grasas, los cuales se describen a continuación:

A) Viruta

Existen diferentes tipos de viruta, entre las cuales se pueden citar:

- ✓ Virutas continuas de bordes lisos: aparecen en materiales dúctiles aplicando avances y profundidades pequeñas y velocidades de corte alta, está con cierta cantidad de refrigerante. Con este tipo de viruta se obtiene buen acabado [6].
- ✓ Viruta continua de cara irregular: aparece en materiales dúctiles aunque con grandes avances y velocidades de corte pequeñas. El alto rozamiento entre viruta y herramienta originan que rápidamente se rompa el filo de la herramienta y provoca superficies rugosas [6].

- ✓ Viruta discontinua: ocurre en materiales frágiles, con ángulos afilados y velocidades de corte pequeñas, con avances y profundidades de corte grandes, elevada fricción entre herramienta y viruta [6].

Según la clasificación, estos tipos de viruta son considerados como residuos peligrosos ya que contienen sustancias inflamables como la taladrina y mezclados son tóxicos y con filo lo cual, ya de por sí, les da el grado de peligrosidad tanto al medio ambiente como para la salud del personal involucrado en los Laboratorios de Procesos de Fabricación por maquinado [6].

B) Taladrina

Este es un fluido de corte utilizado en los procesos de maquinado como refrigerante de la pieza de corte, estos se utilizan durante el proceso y luego de este los fluidos de corte mezclados ya sea con material como viruta, aceite de lubricación de la máquina, se convierte en un fluido que podría ser peligroso mezclado con otros fluidos o sustancias; por lo tanto, este tipo de desechos generados se tiene que tratar de manera adecuada [7].

En el mismo sentido, el fluido de corte conocido como taladrina es considerado, en la clasificación, como peligroso ya sea solo o combinado con algún tipo de aceite derramado [7].

Contrario a lo anterior, existen diferentes tipos de alternativas de las cuales se podría hacer para evitar el uso de taladrina y de esta forma reducir de manera significativa la contaminación de los desechos como taladrina, a continuación se explica brevemente estos métodos de sustitución, así:

A) Maquinado en seco

El maquinado en seco supone la eliminación completa del fluido de corte. De forma que cuando se desempeña un proceso de este tipo, se deben adoptar medidas para que las funciones que normalmente ejerce el fluido sean asumidas por otros medios.

Para implantarlo se requiere realizar un profundo análisis de las condiciones límites de la operación en conjunción con el conocimiento

detallado de las complejas interacciones asociadas al proceso, entre la herramienta de corte, la pieza a mecanizar y la máquina herramienta. Sobre esta base, se pueden identificar y adoptar medidas y soluciones para lograr implementar el maquinado en seco.

Los factores a los que se les otorga mayor influencia en el desgaste de la herramienta son la adhesión y la abrasión para velocidades de corte bajas y la difusión y la oxidación a altas velocidades y elevadas temperaturas de corte. En consecuencia, el material de la herramienta debe presentar baja tendencia a la adhesión con el material de la pieza así como elevada dureza y resistencia al desgaste a alta temperatura. Los materiales de herramientas actualmente disponibles, responden de desigual forma a las mencionadas características.

Se puede decir que las operaciones de maquinado en seco son siempre posibles cuando la pieza no requiere gran precisión dimensional de forma.

Un factor secundario que ejerce influencia sobre la precisión de las piezas es el comportamiento de la máquina cuando no se usa refrigeración. La refrigeración además de extraer las virutas y limpiar los elementos de guiado también reduce la temperatura de los componentes de la máquina, lo que garantiza un maquinado de precisión. Esta función no se cumple en el maquinado en seco. Se necesitan tomar medidas especiales para garantizar que las virutas calientes se extraigan rápida y eficazmente de la zona de corte, y que se compense el calor introducido en los elementos de la máquina. Esto representa un desafío para los fabricantes de máquina-herramienta, desarrollar un concepto de máquina adaptado para cumplir con las necesidades específicas del maquinado en seco. Los usuarios que tratan de invertir en una máquina deberían añadir la capacidad de mecanizar en seco a las especificaciones que reúne el fabricante.

B) Utilizando gases refrigerantes

Otra alternativa que puede emplearse como apoyo a un maquinado en seco es la aplicación adicional de gases. Por ejemplo, el aire es un lubricante

límite efectivo. También se han realizado algunos intentos para mejorar la capacidad refrigerante del aire mediante sud enfriamiento. Gases como el argón, helio y nitrógeno se utilizan algunas veces para prevenir la oxidación de la pieza y las virutas, aunque el alto costo de estos gases generalmente no los hace rentables para aplicaciones en la producción.

Como variante de este sistema alguna documentación proveniente de Rusia revela el desarrollo de una técnica diferente, que mediante la ionización de aire presurizado aplicado en la zona de corte, pretende conseguir las propiedades que ofrecen los fluidos de corte; en la que el aire a presión cumple con las funciones refrigerantes y su ionización con las funciones lubricantes a través de la oxidación que produce en la zona puntual de maquinado.

C) Proceso coldcut

El Sistema coldcut pretende eliminar la utilización de aceites de corte, taladrina, entre otros, mediante su sustitución por aire frío y muy pequeñas cantidades de lubricantes de base vegetal/sintético no peligroso y con tendencia a biodegradarse. Esta tecnología aumenta la productividad del proceso, la vida de la herramienta de cortar, las tolerancias y la reducción de las temperaturas de la maquinaria.

Este sistema utiliza el aire frío y un sistema de aplicación del lubricante de alta precisión. El aire frío reemplaza al agua o aceite utilizados como refrigerantes. Se estima que este proceso puede constituir una reducción del uso de aceites de corte y taladrina de un 98% y la eliminación de aquellos particularmente tóxicos.

1.2.2. SOLDADURA

Es un proceso mediante el cual se consigue la unión de dos piezas (ver Fig. 1.6) o más elementos metálicos de espesores ya sea finos o medios, con diferentes medios como soldadura oxiacetilénica, arco eléctrico con electrodos

revestidos, y otros tipos de soldaduras con gas protector como es el caso de MIG/MAG, aunque también se pueden cortar metales con oxicorte y arco plasma [8].



Fig.1.6. Soldadura de dos materiales metálicos [9].

Los equipos de soldadura se utilizan en las operaciones como:

- ✓ En soldar por medio de oxiacetilénica chapas y tubos de espesores finos de acero dulce, cobre, latones o bronce.
- ✓ Corte para construcciones metálicas por procedimientos manual o automático como es el caso de la soldadura oxicorte y arco plasma.
- ✓ Soldar por arco eléctrico con electrodos revestidos elementos metálicos de acero dulce, hasta espesores medios.
- ✓ Soldar por arco eléctrico con procesos semiautomáticos MIG/MAG aceros al carbono, inoxidable y aluminio.

Los diferentes tipos de contaminantes generados en soldadura son variados por eso se hace una clasificación según los tipos siguientes:

a) Tipos de contaminantes generados en soldadura según metal base de las piezas.-

Tipos de contaminantes (humos) que se puede producir en la zona en donde se está soldando (ver Tabla 1.1) [8].

Tabla 1.1. Tipos de contaminantes según metal base frecuente [8].

Operaciones	Metal base frecuente	Contaminantes característicos de óxidos
Soldadura, corte, vaciado, relleno (partes desgastadas), entre otros; estopor cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del metal base.	Aceros al carbono	Hierro, manganeso
	Aceros aleados	Hierro, manganeso, cromo, níquel
	Acero inoxidable	Hierro, manganeso, cromo, níquel
	Aluminio	Aluminio
	Bronces (según tipos)	Cobre -estaño (níquel, plomo, zinc, berilio)
	Latón (latones aleados)	Cobre - zinc (estaño, manganeso, plomo)
	Aleaciones cobre-berilio	Cobre - berilio
	Plomo	Plomo

Todos estos gases generados son considerados como tóxicos según la exposición continua para la salud.

b) Tipos de contaminantes generados en soldadura según recubrimiento de la pieza.-

En la Tabla 1.2 se presentan los contaminantes característicos de las capas de recubrimientos de los aceros, los cuales cuando son soldados producen humos que son la fuente de contaminación considerada como nocivos a la salud [8].

Todos estos gases generados son considerados como tóxicos según la exposición continua para la salud.

Tabla 1.2. Tipos de contaminantes según recubrimiento de la pieza [8].

Operaciones	Recubrimientos más frecuentes		Contaminantes característicos
Soldadura y corte por cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del recubrimiento o de la pieza.	Recubrimientos metálicos.	Galvanizado	Óxido de zinc Óxido de plomo
		Cromado	Óxido de cromo
		Niquelado	Óxido de níquel
		Cobreado	Óxido de cobre
		Cadmiado	Óxido de cadmio
	Recubrimientos con pinturas, barnices, resinas, plásticos, etc.	Todos	Anhídrido carbónico, Monóxido de Carbono. Mezclas complejas de descomposición de productos orgánicos.
		Pinturas en general	Óxidos de los metales de sus pigmentos.
		Pinturas con minio	Óxido de plomo
	Impregnación de las piezas con residuos de fabricación.	Pinturas con cromatos	Óxidos de cromo, Plomo y zinc.
		Fluidos de corte. Aceites antioxidantes.	Anhídrido carbónico, Monóxido de carbono, Mezclas complejas de descomposición de productos orgánicos.
		Disolventes clorados: ✓ Tricloroetileno, ✓ Percloroetileno, ✓ Entre otros.	Fosgeno

c) Tipos de contaminantes generados en soldadura según los materiales de aporte.-

Tipos de contaminantes (humos) que puede producirse según los materiales de aporte que se utilicen, en área donde se está soldando (ver Tablas 1.3 y 1.4) [8].

Todos estos gases generados son considerados como tóxicos según la exposición continua para la salud.

Tabla 1.3. Contaminantes procedentes de los materiales de aporte [8].

Materiales de aporte	Tipo de soldadura	Contaminantes característicos	
Varilla o alambre desnudo	Con soplete (oxígeno, oxiacetilénica)	Según los casos: Óxidos de cobre, zinc, estaño, berilio, manganeso, plomo, plata y cadmio	
	TIG, MIG/MAG	Óxidos de los metales del hilo o de la varilla de aporte (Normalmente los mismos que los de las piezas). Óxido de cobre cuando el hilo, alambre o varilla está recubierto de este metal.	
	Soldaduras blandas (con resina de colofonia)	Según los casos: Óxidos de estaño, plata, plomo y cobre (Formaldehído).	
Electrodo revestido	Manual al arco eléctrico o con electrodo revestido.	Todos	Óxidos de hierro y manganeso.
		Ácido	Sílice amorfa.
		De rutilo	Óxido de titanio.
		Básico	Fluoruros.
		Celulósico	Monóxido y dióxido de carbono (CO y CO ₂)
		Grafito cobreado	Óxido de cobre, Monóxido y dióxido de carbono (CO y CO ₂)
Otros especiales	Según los casos: óxidos de cobre, zinc, plomo, níquel cromo.		

Tabla 1.4. Contaminantes procedentes de los materiales de aporte gas [8].

Materiales de aporte	Tipo de soldadura	Contaminantes característicos
Gas de protección	MIG/MAG, TIG, plasma.	Cuando se aporta anhídrido carbónico: Monóxido y dióxido de carbono (CO y CO ₂)
Gas de combustión	Oxígeno	Óxidos nitrosos, por impurezas de nitrógeno en el oxígeno, y anhídrido carbónico (CO ₂).
	Oxiacetilénica (con acetileno obtenido del carburo cálcico).	Fosfina, por impurezas de fósforo en el carburo cálcico de baja pureza.
Fuente, flux, decapante	Electrodo sumergido,	Fluoruros
	Uso de decapantes ácidos	Fluoruros, cloruros.
	Uso de bórax, carbonatados.	Óxidos alcalinos

d) Tipos de contaminantes generados en soldadura según el aire (atmósfera) y de sus posibles impurezas.-

En la Tabla 1.5 se presentan los tipos de contaminantes (humos) que puede producirse según la atmósfera a la cual está sometida el tipo de soldadura [8].

Tabla 1.5. Contaminantes procedentes según la atmosfera [8].

Operación	Contaminantes característicos	Reacciones que los originan
Todas, aunque Especialmente: soldadura, corte y calentamiento con llama.	Óxidos de nitrógeno	Oxidación del nitrógeno del aire
Soldadura al arco eléctrico: electrodos, TIG, MIG/MAG, plasma, etc. Especialmente trabajando con piezas de aluminio.	Ozono	Acción de la radiación ultravioleta sobre el oxígeno del aire
Todas (cuando el aire esta contaminados con disolventes clorados)	Fosgeno	Descomposición de los disolventes clorados: tricloroetileno, percloroetileno, etc., ejemplo: procedentes de desengrase próximas, secado de piezas, etc.

Todos estos gases generados son considerados como tóxicos según la exposición continua para la salud.

1.2.3. FUNDICIÓN

Mediante un proceso adecuado de fundición se pueden obtener piezas de metal que se pueden producir por medio de procesos de laminación, forja o soldadura [10].

En los diferentes procesos que se utilizan para cada fundición se presentan variantes según el tipo de metal a fundir, los métodos y tecnologías aplicadas dejan residuos en diferente media entre los cuales se presentan en la Tabla 1.6 para la manipulación y almacenamiento de materias primas así como la producción del molde previo a la fundición en sí [10].

Tabla 1.6. Contaminantes generados en manipulación de materias primas y moldes [10].

Etapa del proceso	Recurso con potencial impacto	Aspecto ambiental asociado	Contaminante
Manipulación y almacenamiento de materiales e insumos	Aire	Descarga, almacenaje y transporte de materias primas (metales, chatarra) e insumos (Arenas, combustibles sólidos y líquidos, resinas, fundentes, solventes, entre otros.).	Material particulado, hidrocarburos, Cu, Ni, Zn, C.
	Agua		Aguas residuales con solventes, ácidos varios, metales.
	suelo		Residuos industriales sólidos: arenas, restos de combustibles.
Producción moldes y noyos	Aire	Manipulación de materia prima.	Material metálico particulado y COV.
	Agua	Lavado de cajas de noyos, bateas de pinturas de sección noyería y rebabado. Lodos.	Keroseno, gasolina, soda caustica, pinturas y restos de pinturas, lodos con contenido de metales.
	suelo	Manipulación de materia prima.	Polvo y barridos con contenido de metales.

En la etapa de fusión y colada en las Tablas 1.7 y 1.8 se presentan los residuos generados [10].

Tabla 1.7. Contaminantes generados en proceso de fusión [10].

Etapa del proceso	Recurso con potencial impacto	Aspecto ambiental asociado	Contaminante
Proceso de fusión	Aire	Emisiones fugitivas: aperturas de tapas o puertas para cargar, recargar, alear, inyectar oxígeno, remover la escoria y al colar.	Material particulado, metales, CO, COV, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, humos inorgánicos dioxinas.
	Agua	Sistema de tratamientos de efluentes gaseosos (ej. lavador de gases).	Carbonilla, óxidos de manganeso, óxidos de hierro y otras impurezas. Carga térmica importante metales.
	suelo	Sistema de efluentes gaseosos.	Metales en polvo y lodos de filtros.

Tabla 1.8. Contaminantes generados en proceso de colada [10].

Etapa del proceso	Recurso con potencial impacto	Aspecto ambiental asociado	Contaminante
Colada y enfriamiento	Aire	Llenado de moldes y enfriamiento.	Material particulado, CO y COV.
	Agua	Enfriamiento y arrastramiento de la escoria.	Metales.
	suelo	Residuos de escoria.	Escoria de hierro y acero. Escoria de aluminio, plomo, cobre, estaño, zinc y aleaciones como latón y bronce.

En la etapa correspondiente al desmoldado de la pieza final y terminación se producen los siguientes residuos, ver Tabla 1.9 [10].

Tabla 1.9. Contaminantes generados en proceso de desmoldado y terminación [10].

Etapa del proceso	Recurso con potencial impacto	Aspecto ambiental asociado	contaminante
Desmoldado	Aire	Desmolde	Material particulado.
	Agua	Desmolde	Aceite, solventes, ácidos.
	Suelo	Desmolde	Arenas de descarte o desechadas con contenidos de resinas y catalizadores, pinturas, endurecedores y partículas de metales fundidos. Desmoldantes.
Limpieza y terminación	Aire	Limpieza de productos fundidos.	Material particulado, polvo de granalla.
	Agua	Limpieza de maquinarias. Limpieza de piezas producidas. Tareas de lavado de material y desechos de reactivos de laboratorio.	Residuos líquido: solventes, ácidos, álcalis, aguas residuales con solventes y grasas. Ácidos varios y otras drogas de laboratorio.
	Suelo	Materiales gastados.	Piedra caliza, material refractario del horno, ladrillos y arenas de crisoles. Materiales impregnados en aceite.

La gran mayoría de todos estos residuos son considerados como contaminantes para la naturaleza y como también los humos o polvillos para la salud, además de materiales sólidos [10].

1.3. RESIDUOS GENERADOS SEGÚN LABORATORIO DE PROCESOS DE FABRICACIÓN

En esta sección se presentan los residuos generados en cada una de los Laboratorios de Procesos de Fabricación de la Escuela de Ingeniería Mecánica, como lo son maquinados, tratamientos térmicos y soldadura, resaltando los residuos comúnmente generados. No obstante es importante destacar que en la sección anterior se describieron en general los tipos de residuos generados según el proceso de manufactura.

1.3.1. LABORATORIO DE MAQUINADOS

En el área de maquinados (taladrado, torneado y fresado) los residuos normalmente generados por los procesos tienen su nivel de peligrosidad y contaminación según lo que se expone en el apartado 1.5 impacto ambiental de residuos en los diferentes procesos. Así en la Tabla 1.10 se presentan los residuos generados en el laboratorio maquinado o de máquinas herramientas.

Tabla 1.10. Residuos generados en el laboratorio de máquinas herramientas.

Área	Residuos
Fresa y torno	Trapos y papel contaminado, wiper.
	Taladrina sucia
	Viruta
	Piezas metálicas
	Limaduras metálicas
	Lodos de rectificación
	Envases que contiene sustancias peligrosas
	Herramientas viejas
	Lubricantes de partes de máquinas
	Piezas defectuosas

1.3.2. LABORATORIO DE SOLDADURA

En esta laboratorio los residuos comúnmente generados son contaminantes atmosféricos como humos, motivo por el cual se dificulta su cuantificación, no obstante es un tipo de residuo generado y como tal se debe de considerar, tal como se presenta en la Tabla 1.11. Además, en la Tabla 1.11 se presentan otros tipos de residuos contaminantes generalmente producidos en el laboratorio de soldadura.

Tabla 1.11. Residuos generados en el área de soldadura del laboratorio.

Área	Residuos
Soldadura	Electrodos
	Material eléctrico
	Trapos y papel contaminado
	Bórax
	Restos de metales
	Virutas
	Herramientas viejas
	Humos
	Limaduras metálicas
	Varillas de material de aporte.

1.3.3. LABORATORIO DE FUNDICIÓN

En este laboratorio se producen diferentes tipos de residuos contaminantes y/o contaminan el agua, aire y suelo. Así, en la Tabla 1.12 se presentan los residuos producidos en los diferentes procesos de tratamientos térmicos y fundición.

Tabla 1.12. Residuos generados en el laboratorio de tratamientos térmicos.

Área	Residuos o contaminantes
Hornos	Arenas
	Restos de combustibles
	Material particulados en aire: metales, compuestos orgánicos volátiles.
	Agua residuales con ácidos, disolventes, pinturas, lodos con contenidos de metales.
	Metales en polvo
	Metales
	Escorias
	Arenas desechadas con contenidos de resinas, catalizadores, endurecedores, metales fundidos, etc.
	Residuos líquidos: solventes, ácidos, grasas.
	Piedras calizas, material refractario del horno.

1.4. NORMATIVAS MEDIO AMBIENTALES

Las normativas son lineamientos a seguir para el desarrollo correcto de cierta actividad, en el caso del medio ambiente es para no causar o disminuir en lo posible el impacto ambiental sobre el desarrollo de la actividad que se ejecuta [11].

En El Salvador existe un creciente reconocimiento de la problemática ambiental. Sin embargo, todavía no se ha desarrollado una cultura de responsabilidad y cumplimiento ambiental que se traduzca en comportamientos individuales y colectivos que respondan a la gravedad de la problemática ambiental que la mayoría reconocen.

Se tiende a minimizar el impacto de las acciones individuales y cotidianas en empresas, hogares, oficinas, en el campo y en la ciudad sin reconocer la gravedad de los impactos ambientales acumulativos, la formación de un profesional responsable en materia ambiental es de vital importancia en las nuevas generaciones [3].

En El Salvador existen normas medio ambientales apegadas al marco legal y otras no necesariamente, aunque unas sean de origen nacional o internacional aunque el fin en sí es el mismo, es el garantizar la protección del medio ambiente, como de los recursos.

1.4.1. NORMATIVAS NACIONALES

La normativa que rige en medida dentro de nuestro país es la Ley medio ambiental dictada por medio de la constitución de la república de El Salvador, la cual regula los usos de ciertas actividades [12].

La norma más importante por su jerarquía dentro de nuestro país es el Art. 117 de la constitución que establece garantizar el desarrollo sostenible para ello deben [12]:

- a) Proteger los recursos naturales
- b) Proteger la diversidad e integridad del medio ambiente.

Así, todos las habitantes tienen ciertas obligaciones para que esta norma muy impórtate se cumpla.

Obligaciones de los habitantes

Art. 113.- Conforme a lo dispuesto en los Arts. 42 y 43 de la Ley, todos los habitantes de El Salvador están obligados a evitar las conductas que deterioren la calidad de vida de la población y de los ecosistemas [12].

No obstante para que esto se cumpla el gobierno desarrolla programas de autorregulación (Art. 114) y como responsabilidad de cumplimiento de las responsabilidades ambientales (Art. 115) [12].

Programas de autorregulación

Art. 114.- El Ministerio promoverá la introducción gradual y sistemática de programas de autorregulación por parte de los agentes ambientales, conforme a lo dispuesto por el Art. 43 de la Ley [12].

Cumplimiento voluntario

Art. 115.- El Ministerio enfatizará, a través de programas especiales y del uso de los instrumentos de la Política del Medio Ambiente, el cumplimiento voluntario de las obligaciones y responsabilidades ambientales por parte de los habitantes [12].

REGLAMENTOS ESPECIALES:

Para casos en áreas no muy comunes se generan reglamentos especiales específicos los cuales son para los siguientes residuos [12].

HUMOS EN HORNOS:

En el caso de los humos generados en gran medida en los hornos de fundición existe un reglamento para el control de estos mismos.

Reglamentos especiales sobre el control de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, decreto N° 38 [12].

Objeto: regular la importancia y el consumo de sustancias como las siguientes: gases refrigerantes, espumantes, disolventes, inhaladores y nebulizadores medicinales, ejemplos desodorantes en aerosoles, espumas para afeitarse y fijadores capilares, extintores de incendios, nebulizadores para afecciones asmáticas o de vías respiratorias, insecticidas en espray [12].

AGUAS RESIDUALES TÓXICAS O PELIGROSAS:

Reglamento especial de aguas residuales, decreto ejecutivo N°39

Objeto: velar porque las aguas no alteren la calidad de los medios receptores (ríos, lagos, quebradas y embalses) para contribuir a la recuperación protección y aprovechamiento sostenible del agua [12].

Según el reglamento de aguas residuales En toda obra que se produzca o administre aguas residuales (aguas de industrias, alcantarillas, aguas servidas, caseras o grises), tienen que instalar operar sistemas de tratamiento

para que cumplan con lo dispuesto en el programa de manejo adecuación ambiental correspondiente y otras disposiciones legales [12].

MATERIAS PELIGROSAS:

Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos, decreto ejecutivo N° 41 [12].

Objeto: regular las actividades relacionadas, con residuos y desechos peligrosos tales como materiales corrosivos, explosivos, radioactivos, tóxicos, inflamables, entre otros [12].

1.4.2. NORMATIVAS INTERNACIONALES

Entre las normativas internacionales se tienen la ISO 14000.

Las ISO 14000 son normas internacionales que se refieren a la gestión ambiental de las organizaciones. Su objetivo básico consiste en promover la estandarización de formas de producir y prestar servicios que protejan al medio ambiente, minimizando los efectos dañinos que pueden causar las actividades organizacionales [13].

Estas están diseñadas para promover un sistema de gestión ambiental (SGA), establecer un lenguaje común en lo que se refiere al medio ambiente y promover gestión medio ambiental entre industria y gobierno [13].

Un SGA es un sistema de gestión que identifica políticas, procedimientos y recursos para cumplir y mantener un gerenciamiento ambiental efectivo, lo que conlleva evaluaciones rutinarias de impactos ambientales y el compromiso de cumplir con las leyes y regulaciones vigentes en el tema, así como también la oportunidad de continuar mejorando el comportamiento ambiental [13].

Características generales de las normas ISO 14000:

- ✓ Las normas ISO 14000 son estándares voluntarios y no tienen obligación legal.

- ✓ Tratan mayormente sobre documentación de procesos e informes de control.

Han sido diseñadas para ayudar a organizaciones privadas y gubernamentales a establecer y evaluar objetivamente sus SGA (Proveen un conjunto de estándares de procedimientos a través de los cuales las organizaciones pueden establecer la clase de modelo de gestión ambiental necesario para sus prácticas):

- ✓ Proporcionan, además, una guía para la certificación del sistema por una entidad externa acreditada.
- ✓ No establecen objetivos ambientales cuantitativos ni límites en cuanto a emisión de contaminantes. No fijan metas para la prevención de la contaminación ni se involucran en el desempeño ambiental a nivel mundial, sino que establecen herramientas y sistemas enfocados a los procesos de producción de una empresa u otra organización, y de las externalidades que de ellos deriven al medio ambiente.
- ✓ Los requerimientos de las normas son flexibles y, por lo tanto, pueden ser aplicadas a organizaciones de distinto tamaño y naturaleza.

La ISO 14000 tiene una familia de estándares referidos a la gestión ambiental reflejados en sus siguientes normas en Tabla 1.13 [13].

Tabla 1.13. Algunas de las familias de las normas ISO 14000[13].

Norma	Descripción
ISO 14000	Guía a la gerencia en los principios ambientales y técnicas que se utilizan.
ISO 14001	Sistema de gestión ambiental. Especificaciones para el uso.
ISO 14010	Principios generales de auditoría ambiental.
ISO 14011	Directrices y procedimientos para las auditorías.
ISO 14012	Guías de consulta para la protección ambiental. Criterios de la calificación para los auditores ambientales.
ISO 14013/15	Guías de consulta para la revisión ambiental. Programas de revisión, intervención.
ISO 14020/23	Etiquetado ambiental.

1.4.3. INFRACCIONES AMBIENTALES

En esta sección se aborda quién es el ente encargado de la regulación de los residuos contaminantes o hasta cierto punto la prohibición de algún tipo de prácticas, así también se establece algún tipo de sanción por violar alguna de las normas existentes.

La entidad que establece las sanciones es la Ley del Medio Ambiente (LMA) y las clasifica de graves y menos graves, señalando que es aplicación de la ley por el MARN [12].

En el Art. 121.- se establece que: siempre que se imponga una sanción por cualquiera de las infracciones contenidas en el Art. 86 de la Ley, se impondrá como sanción accesoria la obligación de reparar los daños al medio ambiente; si este es irreversible, se procederá a exigir al infractor la correspondiente indemnización, la cual se hará efectiva conforme al Código de Procedimientos Civiles [12].

En caso de incumplimiento, se procederá a determinar por peritos nombrados por el Ministerio, el valor de la inversión que debe ser determinada a tales objetivos; así mismo, si el daño ocasionado fuere irreversible, se condenará a las indemnizaciones a que hubiere lugar por la pérdida o destrucción de los recursos naturales o deterioro del medio ambiente, así como a las medidas compensatorias indispensables para su restauración [12].

1.5. IMPACTO AMBIENTAL DE RESIDUOS GENERADOS EN LOS DIFERENTES PROCESOS

En los diferentes procesos se generan diversidad de residuos, que en alguna manera es importante cuantificar el impacto tienen estos ya sea sobre la salud o impacto ambiental. Es por esto que para cada proceso de soldaduras, maquinado y hornos se describen los efectos que estos residuos producen.

1.5.1. MAQUINADO

El torno es una herramienta de las más versátiles utilizadas en la industria y con los aditamentos adecuados, el torno puede utilizarse para operaciones de torneado, pulido, hacer conos, formado, cortar tornillos, refrentado, taladrado, mandrinado. Existen diferentes tipos de tornos y otros muchos especiales que son incluso manejados desde una computadora.

La fresa posibilita el maquinado de superficies planas o curvas así como todo tipo de ranurados y taladrados en la pieza.

En estos dos tipos de maquinaria para los diferentes procesos de fabricación se generan diferentes tipos de contaminantes o residuos productos de las operaciones efectuadas, estos tienen un efecto en el medio ambiente y/o en cierta medida en la salud de los usuarios directos.

A) IMPACTO AMBIENTAL DE LA TALADRINA.-

La taladrina es un producto que pertenece al grupo de los fluidos de corte y maquinado, se aplica al contacto pieza-herramienta (ver Fig. 1.7) para mejorar la operación en la que participan, esto es, para lograr un mejor acabado superficial, una producción más elevada y una vida más larga de la herramienta o la instalación [7].

La taladrina agotadas tienen cualidades irritantes y ecotóxicas debido a que contienen metales pesados, gérmenes nocivos y productos de descomposición de carácter maloliente y/o tóxico, nitrosaminas, compuestos de boro, etc., que en caso de contacto con la piel pueden causar irritaciones y daños en los operarios [7].

Por estas razones expuestas es considerado como un residuo peligroso según diferentes normativas expuestas más adelante en este documento, específicamente, en la parte de normativas medio ambientales y leyes, La evacuación de taladrina agotadas por colector, puede ocasionar serios problemas de operación en una planta de tratamiento de aguas residuales, originados básicamente por los aceites y emulgentes. Además, la acumulación

de metales pesados en los lodos contribuye a elevar el costo de los tratamientos de aguas [7].

En caso de vertido a cauce de ríos, o fuentes de agua, las taladrinas agotadas pueden causar una importante mortandad en la fauna piscícola debido a los numerosos componentes tóxicos que contienen, tales como nitritos y fenoles. Las emulsiones aceitosas dificultan aún más el intercambio de oxígeno entre aire y atmósfera, contribuyendo a la desoxigenación de las aguas con los consiguientes efectos negativos. Además, compuestos persistentes como las parafinas cloradas y los metales pesados se acumulan en organismos de consumo humano con los consiguientes riesgos para la salud [7].



Fig.1.7. Uso de taladrina en procesos de maquinado.

VIRUTA IMPACTO AMBIENTAL

La generación de la viruta metálica (ver Fig. 1.8) se efectúa durante los procesos de maquinados realizados en las respectivas clases del proceso de enseñanza y aprendizaje, donde cada estudiante se encarga de limpiar la máquina utilizada al finalizar dicha clase, recolectando la viruta y depositándola

en la respectivo deposito donde se encuentra todos los residuos del taller incluyendo papeles. También, el estudiante se encarga de secar con un trapo el fluido de corte que se encuentra en la superficie de la máquina, así dicho trapo también se deposita en el contenedor de basura, por lo cual la viruta se contamina aún más [14].

La cantidad de viruta generada se encuentra contaminada por el fluido de corete que se usan para conservar el filo de la herramienta de corte, haciendo la virutas se considere como residuo peligroso, ya que al encontrarse en contacto con estos fluidos se genera contaminación en el ambiente por la emanación de gases, también se considera el hecho que de los materiales metálicos son no biodegradables por lo que requiere de un gran período de tiempo para su descomposición en el ambiente [14].



Fig. 1.8. Producción de viruta contaminada con fluido de corte en proceso de taladrado.

También cuando la viruta se mezcla con la taladrina y este a la vez con el wiper son combinaciones toxicas y peligrosas por tener cualidades peligrosas de la taladrina y aceites como por ejemplo ser inflamable y e irritante.

1.5.2. SOLDADURAS Y EFECTOS SOBRE LA SALUD

Entre los diferentes tipos de soldadura por fusión se tienen: electrodo revestido, MIG/MAG, TIG, laser, plasma, haz de electrones, entre otras. Así, independientemente del tipo de soldadura por fusión el principio es el mismo elevar la temperatura del punto de unión hasta conseguir la fusión local del metal base y del material de aporte en caso de que se esté utilizando, de tal manera que al enfriarse la pieza logra la continuidad metálica. Por otro lado algunos de esos procesos de soldadura se pueden utilizar para corte de tal manera que las piezas puedan separarse una de la otra. En la Fig. 1.9 se presenta todas las medidas de seguridad personal que un usuario de los aparatos de soldadura debe tener [8].

Irremediablemente esto conlleva a una generación de lo que comúnmente se le denomina “humos de soldadura” los que son los causantes de trastornos en la salud para el usuario del equipo de soldadura como para los que están a los alrededores entre las cuales podrían ser intoxicaciones, enfermedades crónicas y esto varía según tipo de soldadura, materiales soldados, ventilación, continuidad en la exposición en proceso [8].

La contaminación del aire es un problema de gran impacto en la salud. Las enfermedades respiratorias están entre las 10 principales causas de muerte en El Salvador y en ello incide la contaminación del aire [15].

Cada contaminante tiene asignada una concentración máxima en el aire, conocida como Valor Límite Ambiental (VLA), (ver Fig.1.10.)Por debajo del cual se considera que con base en los conocimientos actuales sobre su toxicidad, la mayoría de los trabajadores expuestos durante toda su vida laboral, no sufrirán trastornos en su salud. En la medida que se superen estos límites aumentarán las probabilidades de que los daños se manifiesten [8].



Fig. 1.9. Utilizando el equipo de seguridad personal adecuado.

Para algunos de los contaminantes que pueden estar presentes en los humos de soldadura, tales como el cromo, el cadmio, los fluoruros y el monóxido de carbono, se dispone también de Valores Límites Biológicos (VLB), por lo que mediante análisis de sangre, orina o aire exhalado, se pueden obtener datos de la exposición complementarios a los muestreos ambientales [8].

En la Fig. 1.10. Se indican los principales efectos perjudiciales derivados de la inhalación de los humos de soldadura, que para ofrecer una visión general se pueden clasificar en: efectos agudos, crónicos, sensibilizantes, cancerígenos y teratógenos [8].

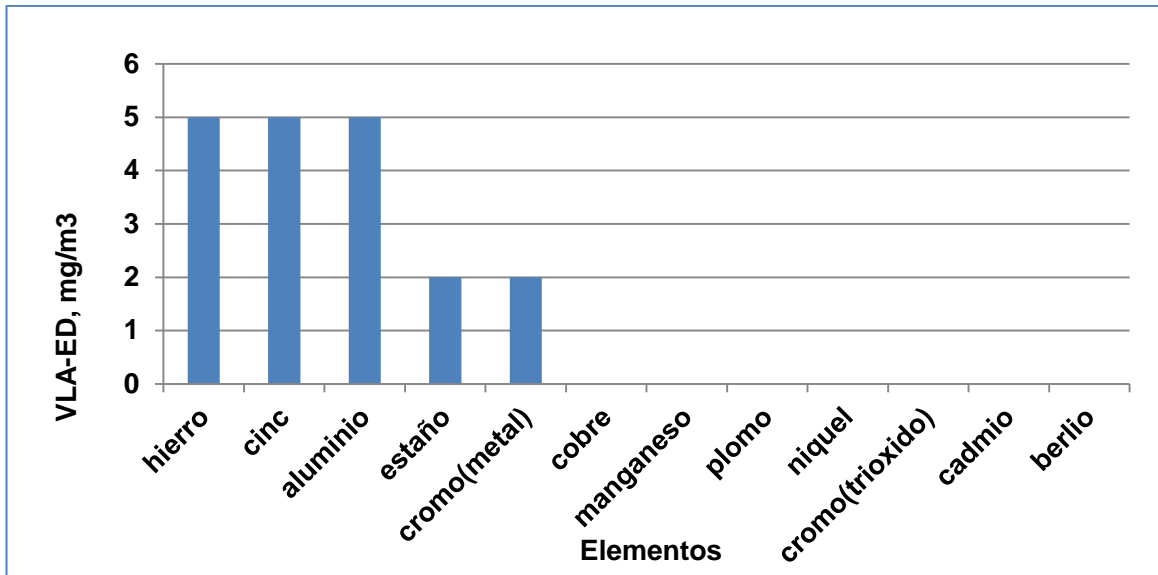


Fig. 1.10. Límites de exposición profesional de algunos humos metálicos de soldadura [8].

Enfermedades de tipo patológico que tienen sobre la salud la inhalación de estos humos se presenta en la Tabla 1.14 [8].

Tabla 1.14. Efectos patológicos característicos de algunos contaminantes frecuentes en los humos de soldadura [8].

Contaminantes (en los metales se incluyen los óxidos)	Irritación en el tracto respiratorio	Neumoconiosis	Asma	Suboxigenación celular	Daños en otros órganos	Enfermedad específica	Cancerígeno	Teratogeno	Radioactivo
Aluminio	■	■	■						
Amianto	■	■				■	■		
Anhídrido carbónico					■				
Antimonio	■	■			■				
Bario	■	■			■				
Cadmio	■				■		■	■	
Cloruros	■				■				
Cobalto	■	■	■				■		
Cobre	■				■				
Cromo	■		■		■		■		
Estaño	■	■				■			
Fluoruros	■		■		■	■			
Hierro	■	■				■			
Manganeso	■				■	■			
Monóxido de carbono				■	■			■	
Monóxido de hidrogeno	■			■					
Níquel	■		■				■		
Ozono	■		■		■				
plomo					■	■		■	
Titanio		■							
Torio	■				■		■		■
Vanadio	■	■	■		■		■	■	
Zinc	■		■		■				

1.5.3. FUNDICIÓN

En los hornos por lo general se funden metales, este proceso puede consistir en fundir lingotes, chatarra, etc. Juntos con otros compuestos auxiliares (normalmente ferroaleaciones diversas, cal, grafito, escorias desgasificantes, entre otros). En hornos de crisol, reverbero, entre otros [10].

Según el tipo de fundición y piezas a fabricar se realiza operaciones diferentes, como puede ser la elaboración de moldes de arena (fundición en molde) o de coquillas (fundición de colada continua) y luego de esto las piezas se pueden someter a operaciones de acabado [10].

En la siguiente Tabla 1.15. Se presentan los diferentes residuos generados en los diferentes tipos de fundiciones y su impacto ambiental o tipo de riesgo [10].

Tabla 1.15. Tipos de residuos o contaminantes luego de fundiciones en hornos [10].

Tipo	Procedencia(s)
Aguas residuales (tóxicos)	Refrigeración de máquinas y moldes
	Lavado de humos de la chimeneas de los hornos de fundición
	Limpieza de las instalaciones
Residuos (tóxicos o peligrosos)	Arenas y varillas metálicas procedentes de los moldes
	Derrames y brisacas de moldeo
	Escorias de la fundición
	Aceites usados
Emisiones atmosférica (tóxicos)	Moldeo y desmoldeo
	Uso de combustibles fósiles

Los principales residuos sólidos generados son las arenas de descarte, escorias, escombros (virutas y chatarras), polvos y arenas retenidos en filtros de mangas [10].

En fundiciones no ferrosas además se pueden generar residuos peligrosos y contaminados con plomo, cobre, níquel y zinc, con frecuencia en elevadas concentraciones totales y extraíbles, provenientes principalmente de la escoria [10].

En estos diferentes tipos de contaminantes la principal problemática son los que proceden de emisiones de los hornos de fundición y de las aguas de lavado de dichos gases (en caso de darse este tipo de tratamiento) así como las diferentes tipos de escorias que pueden ser clasificadas como peligrosas [10].

2. DETERMINACIÓN DE LAS PRINCIPALES ETAPAS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LOS PROCESOS SEGÚN ÁREA

Cuando se modifica su forma o existen algún tipo de alteración en los materiales se hacen usos de diferentes maquinarias o procesos y como en muchas transformaciones existirá algún tipo de residuo sea una cantidad pequeña o grande, aunque dada la diversidad de residuos existen unos que son considerados como peligrosos para el manejo o al entrar en contacto con otros tipos de sustancias y otros simplemente son volátiles y entran a nuestros pulmones por la inhalación directa. Así, en las prácticas de los Laboratorios de Procesos de Fabricación, para citar un ejemplo los del área de metalmecánica se producen una serie de estos residuos que pueden en alguna medida ser nocivos a la salud.

Por lo tanto, es necesario establecer las áreas y procesos involucrados en la transformación o modificación de la pieza a trabajar para una mejor estimación de los residuos generados en las diferentes áreas y el tipo de maquinaria utilizada, tal como se presenta en la Tabla. 2.1.

Tabla. 2.1. Clasificación por áreas y procesos de transformación.

Área	Proceso	Operación
Obra de banco	Trazado Corte de material Limado Taladrado	
Maquinado	Torneado	Refrentado Cilindrado Mandrinado
	Fresado	Frontal Perfilado
Soldadura	Soldadura con electrodo revestido Soldadura MIG/MAG Soldadura TIG Soldadura Oxiacetilénica	
Tratamientos térmicos	Temple Revenido Recocido Normalizado	Calentamiento Homogenización de temperatura Enfriamiento
Fundición	Fundición.	Fundir Vaciado en moldes de arena

2.1. OBRA DE BANCO

En el área de obra de banco se abordan procesos como el cortado del material con la sierra alternante o la sierra manual, el proceso de lijado de la pieza para remover una pequeña capa de material. Así, posterior a lo anterior se derivan otros procesos enmarcados o contemplados en otras áreas como maquinado, tratamiento térmicos o soldadura, por ello no se hará énfasis en los procesos posteriores a éste, ya que es el primero a realizar antes de cualquiera operación que conduzca a una pieza terminada en la mayoría de casos.

2.1.1. PROCESO DE CORTADO

Las prácticas de taller de procesos de fabricación referente a metal mecánica se puede dividirse en dos categorías: las realizadas con herramientas de mano y con máquinas herramientas.

El proceso de cortado de material consiste en la separación del mismo material en dos o más partes, se realiza con la hoja de sierra por arranque de viruta ver Fig. 2.1 y cuyo objeto es cortar el material, parcial o totalmente, la herramienta completa recibe el nombre de sierra y consta de una hoja de sierra (que es el elemento activo cortante) y armadura o marco (que sirve para sujetar y permitir el manejo de la hoja de sierra [16]).

Para poder conseguir esta separación previa a las prácticas de laboratorios o posteriores se hace uso de las siguientes herramientas o máquinas:

a) Sierra alternante:

Esta es la primera máquina que por lo general se hace uso de ella para cortar las piezas y luego llevarlas ya sea al torno o fresadora, o también al proceso de tratamiento térmico de la pieza.

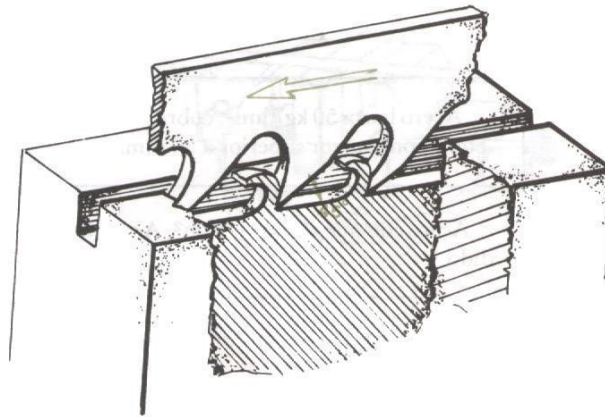


Fig. 2.1. Efecto de corte de una hoja de sierra.

Esta máquina (ver Fig. 2.2) es utilizada para cortar láminas, barras de hierro, es normalmente utilizada para cuando se necesitan hacer prácticas de laboratorio con piezas y por la cantidad de las misma se tardaría con otro método de corte o por razones de espesor se utiliza, genera wiper y viruta aunque su proporción es poca en comparación con la obtenidas en procesos de torneado y fresado.



Fig. 2.2. Sierra alternante.

Además, la sierra alternante posee un depósito para la recolección de la viruta generada por ella misma y conducir el fluido de corte, tal como se detalla en la Fig. 2.3.



Fig.2.3. Depósito donde se recolecta la viruta generada por el proceso de corte y se conduce el fluido de corte (detalle de la Fig. 2.2).

b) Sierra manual:

Es una herramienta que consiste en un arco y una hoja de corte los cuales se pueden acoplar para realizar la tarea de corte y remover la hoja de sierra cuando ésta esté dañada y cambiarla por otra. La hoja de sierra es una cinta o lámina flexible de acero provista de unos dientes tallados que actúan como herramientas cortantes, tal como se presenta en la Fig. 2.4. Cabe destacar que mediante esta herramienta de corte solo se produce viruta en proporciones bajas.

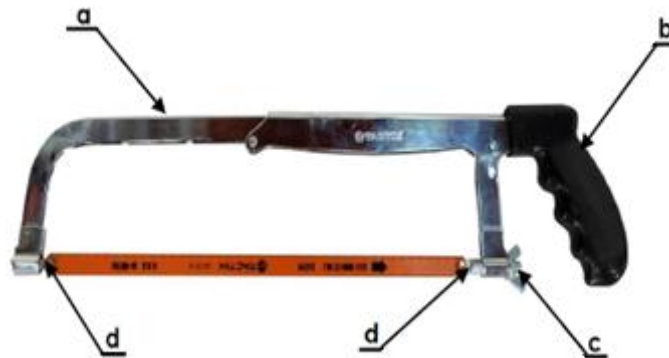


Fig. 2.4. Arco de sierra ampliable utilizado en procesos de corte manual: a es el arco, b es el mango, c es la tuerca de mariposa y d son los enganches de hoja de los cuales uno es fijo.

2.1.2. PROCESO DE LIMADO

En el proceso de limado se produce una remoción de la superficie del material por medio de una lima es una herramienta de corte manual por frotamiento o roce áspero, fabricada de acero al alto carbono, con un conjunto de dientes para corte formados en ella por cortes paralelos de cincel y en el metal se da el desprendimiento mínimo del material

Esta operación que tiene por fin rebajar, retocar o pulir piezas metálicas; así, pequeñas porciones de material, en forma de limaduras son arrancadas. Consiste en trabajar caras planas o curvas, interiores o exteriores de una pieza de trabajo, por medio de una herramienta de mano llamada lima, con miras a para obtener planitud, medidas fijadas y calidad superficial.

En este proceso se produce desprendimiento de limadura o viruta fina y por la baja frecuencia en que se aplica en las prácticas se producen cantidades pequeñas de viruta aunque de igual manera es necesaria su consideración en la aplicación de buenas prácticas, en la Fig. 2.5 se aprecia la forma de limar y producción de limadura [16].

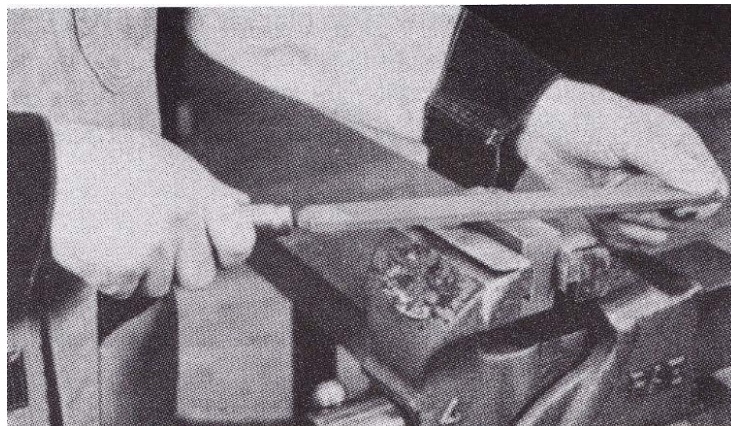


Fig. 2.5. Proceso de limado.

2.1.3. PROCESO DE TALADRADO

El principio de la operación es perforar o hacer un agujero en una pieza que puede ser acero, hierro, aluminio estos materiales son los comúnmente utilizados en los laboratorios de procesos de fabricación, y consecuente con la perforación se genera una fricción grande por lo cual es necesario refrigeración entre herramienta de corte y pieza, y la herramienta de corte utilizada es una broca que puede tener uno o más bordes de corte.

2.1.4. PROCESO DE ESMERILADOY AFILADO

El esmeril es un proceso manual en donde se utiliza una rueda abrasiva impulsada por un motor, en la cual se produce un desbaste en la pieza de trabajo o una herramienta. Así, a esta última se le llama comúnmente afilado.

Comúnmente las esmeriladora poseen un disco abrasivo en uno de sus extremos y en el otro un posee un cepillo de alambres. Además, estas esmeriladoras producen residuos en muy bajo cantidad ya que por lo general se utilizan para afilar las herramientas que han perdido su filo, también cada día más se utilizan materiales con mayor resistencia al desgaste o insertos que no necesitan ser afilados. Así, en la Fig. 2.6 se presenta este tipo de máquina.



Fig. 2.6. Esmeril utilizado en los talleres de metal mecánica.

2.2. MAQUINADO

El área de maquinado o de remoción de material por arranque de viruta del taller metal mecánico de la Escuela de Ingeniería Mecánica cuenta con equipos como tornos, fresas y taladros todos convencionales.

Estas maquinarias generan un tipo de viruta fina o gruesa según la velocidad y material de corte, además se hace uso de la taladrina para que la broca o herramienta de corte no se sobre caliente y se dañe por lo cual se producen residuos como la taladrina, wiper y viruta.

Los tipos de brocas utilizadas son de acero rápidos y para diámetros pequeños ver Fig. 2.7. La velocidad de corte será alta, y para diámetros grandes velocidades pequeñas.



Fig. 2.7. Algunas brocas utilizadas en el taller.

2.2.1. ARRANQUE DE VIRUTA EN TORNO Y FRESA

Por medio del maquinado se pueden conseguir acabados superficiales muy finos y también llevar la pieza al tamaño final por las tolerancias que se consiguen con este proceso que anda entre las micras o milímetros según acabado superficial se desee.

En la parte donde se genera este tipo de residuo es cuando la pieza herramienta (cuchilla) tiene contacto con la pieza a trabajar (ver Fig. 2.8), en este contacto es donde se genera el arranque de material el cual y esta es llamada viruta, ahora bien existen diferentes tipos de procesos para que se produzca este residuo a continuación se menciona cada uno, se tiene en cuenta que también existe el wiper para estar limpiando.

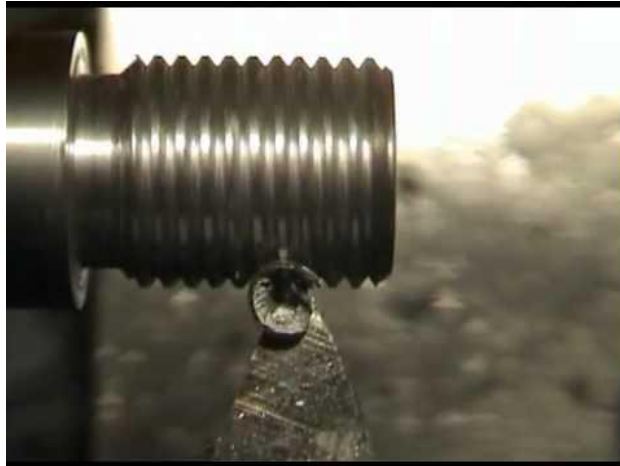


Fig. 2.8. Arranque de material por cuchillas durante una operación de roscado.

En el arranque de viruta con el torno y la fresadora se hace por medio de los siguientes procesos:

a) Desbastado

En este proceso realizado el material eliminado está en el orden de los milímetros o decimas de milímetros, estos tienen como fin aproximar de una manera al tamaño de la pieza final y en el menor tiempo posible ya que el arranque de material es más notorio.

Algunas de las Herramientas de corte utilizadas en el taller de ingeniería mecánica para este tipo de proceso son las mostradas en la Fig. 2.9.

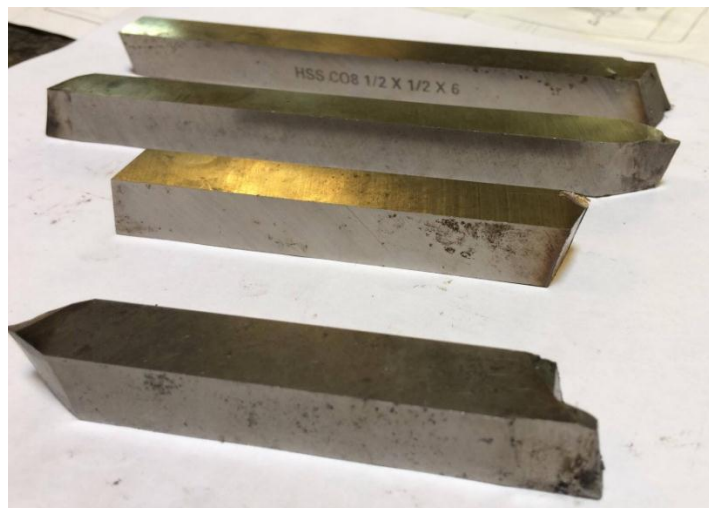


Fig.2.9. Herramientas de corte para torno.

b) Acabado

Con el objetivo de obtener las medidas finales de la pieza y también por el hecho de conseguir un mejor acabado superficial de la pieza trabajadas aplica este proceso, el material eliminado es del orden de las centésimas de milímetro utilizando cuchillas de corte que trabajen con velocidades de avance bajas y velocidades de corte más altas que en el proceso de desbaste.

2.2.2. MATERIAS PRIMAS

Existen una gran diversidad de materias primas utilizadas (ver Fig. 2.10) en el taller entre estos están varillas, tubos, ángulos, láminas, trapos, taladrina, agua, etc. Aunque el material más utilizado para los procesos es el acero AISI 1020, y este es el generador máximo de la derivación de residuos, ya sea por piezas sobrantes de corte, virutas, piezas ya no utilizables de otros procesos.



Fig.2.10. Materias primas para los procesos.

2.3. TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Un tratamiento térmico consta de 3 etapas que se presentan a continuación:

- a) Calentamiento hasta la temperatura fijada: Elevación de temperatura debe de ser uniforme en toda la pieza.
- b) Permanencia a la temperatura fijada; Su fin es la completa transformación del constituyente estructural de partida, puede considerarse suficiente una permanencia de unos 2 min/mm de espesor.
- c) Enfriamiento: este enfriamiento tiene que ser rigurosamente controlado en función del tipo de tratamiento que se realice.

En esta área de trabajo dentro del laboratorio de tratamientos térmicos se utilizan hornos eléctricos, este es el utilizado para llegar a las temperaturas de mantenimiento (ver Fig. 2.11) luego a partir de esta temperatura se realizan los diferentes tratamientos térmicos como de recocido, normalizado, temple y revenido.

2.3.1. RECOCIDO

Mediante el recocido un acero es llevado al estado austenítico homogéneo mediante un calentamiento adecuado, provocándose luego la descomposición de la austenita mediante un enfriamiento muy lento (que se asemeje a un enfriamiento en condiciones de equilibrio), que puede ser realizado dentro del horno o de arena previamente calentada, con la finalidad de conseguir granos más finos, eliminar tensiones, “ablandar el material” (ductilidad) para luego ser procesado con algún proceso de fabricación siguiente.

2.3.2. NORMALIZADO

Este proceso consiste en llevar el acero a la temperatura por arriba de la línea crítica superior más 50 °C y luego enfriarlo lentamente, este proceso se utiliza para aliviar tensiones en el material, eliminar tratamientos térmicos anteriores, homogenizar el tamaño de grano, posterior a esto se puede pasar a mecanizar el metal.

2.3.3. TEMPLE

Para el proceso de temple que consiste en llevar el metal de una temperatura alta la cual se consigue con el calentamiento lento del acero hasta los 500 °C y luego rápidamente hasta la temperatura de temple y luego se deja que se homogenice la temperatura en todo el material y posterior esto se cambia a una temperatura mucho más baja aunque para poder lograr este cambio de temperatura se da por medio de un fluido que se utiliza como refrigerante que en este caso son aceites, los residuos más relevantes son los aceites usados por la cantidad generada y por su grado de contaminación evidente tanto por los contaminantes de metales pesados en el mismo como lodos que se han generado en el mismo por la exposición a el ambiente.



Fig. 2.11. Calentamiento de la pieza en hornos.

En el proceso de temple se hace uso de aceites que pueden ser aceites nuevos o usados de los dos tipos de aceites se hacen uso (ver Fig. 2.12), ya que con agua no se puede conseguir ya que su punto de ebullición es de 100 °C y por lo cual no se puede hacer uso de este líquido por las grandes cantidades exageradas a utilizar, por eso se hace uso de los aceites que su punto de ebullición ronda los 300 °C.



Fig. 2.12. Aceite utilizado en temple.

El aceite utilizado en estos proceso de temple de metales por su uso se va degradando ya sea por la fatiga térmica, contaminantes de los mismo metales, ya sea partículas de ellos que se desprenden en el temple o por la humedad del ambiente que está rodeando las instalaciones, a esto se suma el polvo, entre otro tipos de contaminantes en menos medida, y por lo cual al no cumplir con las condiciones requeridas de temple se convierte en un tipo de residuo muy peligroso ya que tiene características tóxicas, irritantes, inflamables.

2.3.4. REVENIDO

El metal se vuelve a calentar de nuevo en una temperatura inferior a la eutectoide para así lograr descomponer la martensita y transformarla, para cada una de las etapas de enfriamiento existen que hacer uso de algún tipo de fluido que en este caso son los aceites, este proceso se utiliza para que el metal baje su dureza y resistencia mecánica aunque a costo de estas propiedades se consigue mayor tenacidad y plasticidad.

2.4. FUNDICIÓN

La fundición es un proceso que empieza ponerse en marcha, se han fundido actualmente unas piezas de aluminio aunque la cantidad se empezara a hacer más considerable y tomara énfasis en la generación de ciertos residuos derivados del mismo, por lo cual es importante tomarlo en cuenta desde ya para que exista una referencia para el buen tratamiento de los residuos generados en un proceso de fundición de aluminio, para poder fundir dentro del laboratorio se utiliza un horno de propano.

2.4.1. FUNDICIÓN DE ALUMINIO

Para la fundición de aluminio en el taller se hace uso de latas de bebidas gaseosas como materia prima las cuales serán fundidas para ello se lavan las latas y luego se ponen a secar una vez secas estas ya se pueden utilizar directamente para la fundición del aluminio, y con este proceso se crea diferentes tipos de piezas.

Los residuos generados en cada etapa de fundición son los siguientes:

- a) Producción de los modelos: en el aire durante la producción de los moldes existe material particulado como metales y compuestos

volátiles por pinturas o restos de pinturas, y también el barrido del suelo se arrastra polvo y contenidos de metales.

Un modelo no es más que una réplica de la pieza final que uno pretende conseguir, los modelos que se utilizaran son contruidos de madera y metal para la base donde estos se montaran y de apoyo para las mismas partes, y también se hace uso de pinturas para su protección, también se hace uso de los moldes hechos de arenas.

- b) Proceso de fundición: cuando se abre la puerta de carga o remover la escoria y al colar se generan los siguientes tipos de residuos en el aire, material particulado, metales (aluminio), monóxido de carbono, óxidos (de azufre y nitrógeno) y en el suelo polvos y lodos de filtros.
- c) Colada: en el llenado de los moldes y enfriamiento, material particulado, monóxido de carbono, en la parte de enfriamiento y arrastre de escoria existen residuos metálicos de aluminio como lo son las escorias.
- d) Desmoldeo: existe la presencia de material particulado, aceites, solventes, ácidos, arenas de descarte con contenidos de resinas y catalizadores.
- e) Limpieza y terminación: material particulado, ácidos varios, solventes, material refractario del horno, materiales impregnados en aceites.

Estos son todos los tipos de residuos generados en el proceso de fundición, todos por ser considerados como metal pesado (material particulado) ya sea por inhalación o por ingerir de forma imprevista son peligrosos, también los humos y los aceites son contaminantes medio ambientales, por lo cual se les tiene que dar la atención debida o en caso reducirlos, en el capítulo 3 se abordara esta parte.

2.5. SOLDADURA

En este proceso se tiene como objetivo unir dos piezas o más por medio un cordón de soldadura ver Fig. 2.13, previo a ello se cortan las piezas a la medidas necesitadas en el mayor de los casos y luego se procede con el tipo de soldadura más adecuado, aunque este proceso no deja muchos residuos aunque si humos y previo a este proceso las virutas generadas en la sierra alternante de corte de las piezas. Los tipos de soldadura utilizados dentro del taller son MIG/MAG, TIG, Oxiacetilénica y electrodo revestido, ahora bien la jerarquía según su uso más frecuente sería la más utilizada la de electrodo revestido y es también la que genera residuos más visibles.



Fig. 2.13. Persona realizando una Soldadura.

2.5.1. SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO

Este proceso manual de soldadura consiste en que el calor generado funde el revestimiento y la varilla metálica del electrodo, a la vez que la combustión del revestimiento sirve para originar una atmosfera protectora que impide la contaminación del metal fundido ver Fig. 2.14.

La práctica de laboratorio que lleva como nombre: soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW) en hierro estructural perfil en I para evaluación de calidad tiene el fin de aplicar la teoría vista dentro del salón de clases y que este tipo de soldadura es útil para cuando existen estructuras de montaje o se utiliza sujeción con tornillos o por medio de este tipo de soldadura y Realizar soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido sobre hierro estructural perfil L.

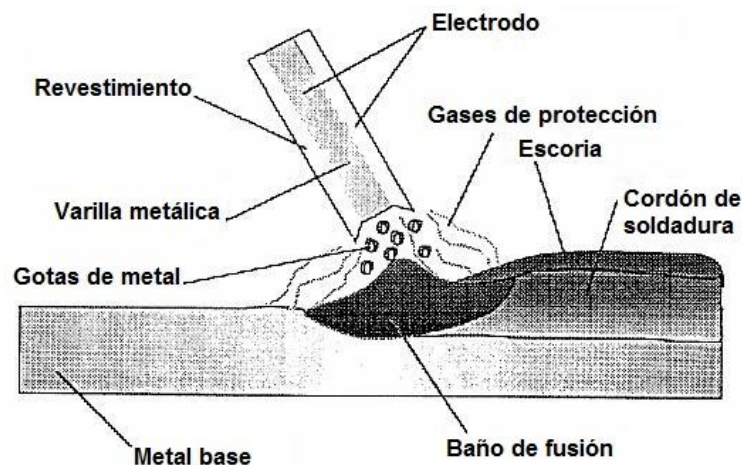


Fig. 2.14. Soldadura por arco con electrodo revestido.

2.5.2. SOLDADURA DE ARCO BAJO GAS PROTECTOR CON ELECTRODO CONSUMIBLE (MIG/MAG)

Mediante al soldadura MIG/MAG se establece un arco eléctrico entre el electrodo que tiene forma de hilo continuo con la pieza a soldar (ver Fig. 2.15). Además, la protección tanto del arco como del baño de soldadura se lleva a cabo mediante un gas inerte.

La práctica de arco protegido tiene como Objetivo: Conocer las partes principales de los equipos, su instalación eléctrica correcta y aprender a operarla, así como establecer y mantener un arco protegido.

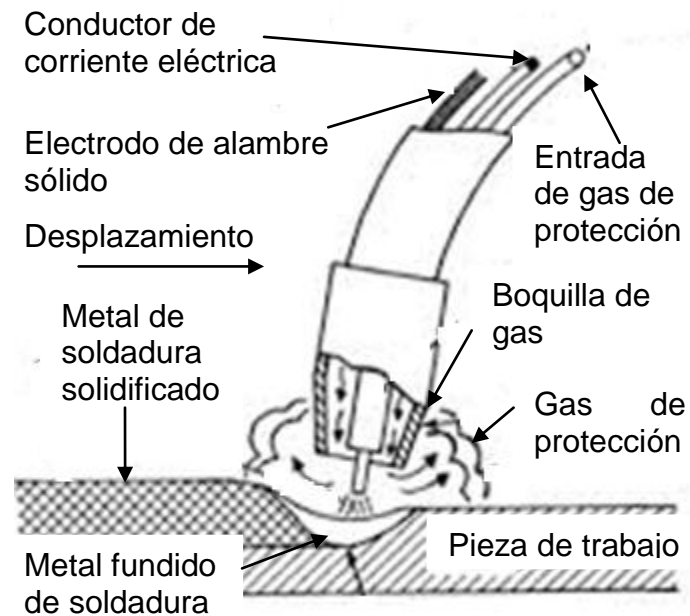


Fig. 2.15. Soldadura MIG/MAG.

En esta práctica se soldará una pieza de acero AISI 1020 o de hierro dulce, así mediante este proceso se podrá verificar los residuos producidos en ella.

2.5.3. SOLDADURA POR ARCO BAJO GAS PROTECTOR CON ELECTRODO NO CONSUMIBLE (TIG)

En este proceso para poder conseguir la fusión, se emplea un arco que se establece entre el electrodo y la pieza de trabajo, el electrodo es no consumible y el metal de aporte si se requiere se aporta desde afuera. El metal fundido en el baño de fusión, el extremo de la varilla del metal de aportación y el electrodo de tungsteno se protegen de la contaminación atmosférica por medio de un gas protector inerte. El argón está recomendado como el gas protector para la mayoría de las aplicaciones con el proceso TIG, porque proporciona un arco más suave, con la tensión más baja, el cual es más fácil de controlar que el arco con helio.

2.5.4. SOLDADURA OXIACETILÉNICA

La soldadura oxiacetilénica es un procedimiento de fusión con llama que permite unir piezas ferrosas y no ferrosas, utilizando el calor producido por la combustión de la mezcla de los gases oxígeno y acetileno (ver Tabla. 2.2). Con este proceso se puede soldar sin y con metal de aporte (Guías de *práctica*)

Materiales que se pueden soldar con el proceso oxiacetilénico:

- ✓ Antimonio – Aluminio,
- ✓ Latón – Bronce,
- ✓ Cobre – Fundición, y
- ✓ Estaño – Acero.

Los objetivos de la práctica de laboratorio relacionada a esta soldadura es: Realizar soldaduras mediante el proceso oxiacetilénico sin y con metal de aporte.

En este proceso existen tres diferentes tipos de llama que se pueden conseguir según sea la relación que se obtenga entre el oxígeno y el acetileno, las cuales son las siguientes:

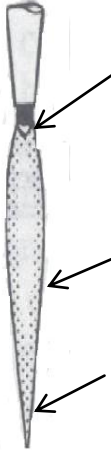


- ✓ Neutra,
- ✓ Oxidante, y
- ✓ Carburante.

La llama neutra se consigue cuando se ha conseguido una relación adecuada entre el oxígeno y el acetileno y es la ideal para hacer la soldadura.

La llama oxidante es producto de una relación baja en acetileno.

La llama carburante resulta de un flujo demasiado grande de acetileno y muy poco oxígeno.

Tabla. 2.2. Diferentes relaciones de oxígeno con acetileno para un tipo de llama.

Flamas de soplete	Relación Oxígeno/Acetileno	Efecto en metal
 <p>Neutra Cono luminoso 3232 °C</p> <p>Envolvente 2093 °C</p> <p>1260 °C</p>	$\frac{1.04 - 1.14}{1}$	<p>El metal se mantiene limpio y fluye con facilidad.</p>
 <p>Oxidante 3482 °C</p>	$\frac{1.15 - 1.70}{1}$	<p>Excesiva formación de espuma y chisporroteo del metal.</p>
 <p>Carburizante 3148 °C</p>	$\frac{0.85 - 0.95}{1}$	<p>El metal hierve y no está limpio.</p>

2.5.5. RESIDUOS GENERADOS EN SOLDADURAS

La generación de residuos de soldadura es el siguiente:

- ✓ Primeramente son piezas de electrodos de arco revestido, que son sobrantes de los procesos de soldadura.
- ✓ Trapos para limpiar piezas.
- ✓ Piezas sobrantes del proceso que por su tamaño no pueden ser utilizadas para otro tipo de proceso, posterior a la práctica de laboratorio.
- ✓ Humos resultantes de la misma soldadura por las altas temperaturas, aunque este tipo de residuo no se pueda medir aunque siempre está presente y es en proporción inalado por los que desarrollan las prácticas.

Finalmente, en la Tabla 2.3 se presenta un resumen de los residuos y contaminantes generados en las diferentes laboratorios del área de Procesos de Fabricación.

Tabla 2.3. Resumen de los residuos y contaminantes en cada proceso.

Área	Proceso	Contaminante
Obra de banco	Trazado	Piezas desechadas (cuando el objetivo solo es el trazado)
	Corte de material	Pedacería de acero wiper
	Limado	Limadura Piezas desechadas (cuando el objetivo solo es el limado) wiper
	Taladrado	Viruta Taladrina Piezas (terminadas y semi-terminadas) wiper
Maquinado	Torneado	Viruta Taladrina Piezas (terminadas y semi-terminadas) wiper
	Fresado	Viruta Taladrina Piezas (terminadas y semi-terminadas) wiper
Soldadura	Electrodo revestido	Humos Escoria Piezas (Desechadas)
	Soldadura MIG/MAG	Humos Piezas (Desechadas)
	Soldadura TIG	Humos Piezas (Desechadas)
	Oxiacetilénica	Humos Piezas (Desechadas)
Tratamientos térmicos	Pavonado	Humos Aceite Piezas (terminadas)
	Recocido	Piezas (en proceso)
	Normalizado	Piezas (en proceso)
	Temple	Humos Aceite Piezas (en proceso)
	Revenido	Humos Aceite Piezas (en proceso)
Fundición	Fundición	Humos Aceite Piezas Pedacería (reciclado)

3. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MANUALES DE BUENAS PRÁCTICAS

En este capítulo se presenta diferentes propuestas para el manejo adecuado de los diferentes residuos generados en los laboratorios de Procesos de Fabricación de la Escuela de Ingeniería Mecánica de esta universidad y también en la normativa que deben apegarse los operarios para el uso de los equipos, tal como se describieron en el capítulo 2. Estas propuestas están enfocadas en el manejo adecuado de materias primas y de desecho, reducir la peligrosidad durante los procesos que se aplican y principalmente, la reutilización de los dichos materiales antes de ser almacenados para su destino final.

En el apartado de ANEXOS se presentan unas guías de buenas prácticas ambientales para cada área de los laboratorios de procesos de fabricación, las cuales se pretende que se puedan anexar en cada una de las guías de prácticas correspondientes de las asignaturas de procesos de fabricación.

3.1. MANEJO DE MATERIAS PRIMAS

Previo al manejo de las materias primas existe una etapa de compra de éstas para lo cual se debe de gestionar de manera adecuada lo que se necesitará en un periodo adecuado de manera que no se compre más materia prima que podría después de cierto tiempo perder calidad o degradarse. A continuación se presentan buenas prácticas medio ambientales en el manejo de las materias primas más utilizadas en los diferentes laboratorios, así en el apartado 3.1.2 (Almacenamiento) se presentará con detalle el almacenamiento de las materias primas. También, se hace énfasis del objetivo de algunas de estas buenas prácticas con el fin de que los estudiantes de las prácticas estén consientes sobre los beneficios que implica la implementación de éstas.

ACEITES: los aceites tienen diferentes aplicaciones dentro de los laboratorios de manera que no se ve en algunos casos como por ejemplo en la lubricación de las partes de ciertas conexiones de las máquinas, previo a los laboratorios, aunque el aceite que está directamente relacionado con las prácticas y es el que los estudiantes utilizan en el área de tratamientos térmicos para los temple de los metales, la mayoría de aceites utilizados en este caso son reciclados o usados lo cual en cierta medida ya es de por sí una muy buena práctica medio ambiental por el hecho de estar reciclando para ser utilizados, a continuación se hacen mención de algunas buenas prácticas sobre el manejo de los aceites:

- ✓ Emplear un dosificador adecuado para las partes de las máquinas previas a las prácticas de laboratorio para que éstas trabajen adecuadamente y no generen de alguna manera u otros residuos por mala operación.
- ✓ Aplicar el aceite adecuado para un rendimiento adecuado de las máquinas o herramientas.
- ✓ Leer los manuales de las máquinas herramientas del fabricante para tener posibles opciones de usos de otros aceites regidos bajo normas.
- ✓ Informar a todo el personal y estudiantes el peligro eminente que existe entre los aceites y materiales extraños con los cuales podrían reaccionar y producirse algún tipo de incendio.
- ✓ Tomar precauciones para que no entren en contacto con chispas generadas de los procesos de soldadura o de corte de material por medio del esmeril.
- ✓ Establecer normas como: la utilización de uso obligatorio gabachas en los diferentes laboratorios ya que se pueda llegar a tener algún contacto con este tipo de sustancias.
- ✓ Limpiar las superficies llenas de aceites con trapos adecuados y que sean de uso exclusivo para los aceites esto garantizara que no se puede añadir material extraño a los mismos en algunos casos o contaminación.

- ✓ Si existen derrames de aceites limpiar inmediatamente y de manera adecuada para evitar algún tipo de perjuicio para los estudiantes y estos también estén conscientes de hacer algún tipo de limpieza cuando lo requiera y se necesite que sea inmediata.

TALADRINA: es una combinación de agua (alrededor del 95% a 97% de agua en la mezcla) y el aceite refrigerante para poder obtener esta mezcla y utilizarlo en los diferentes procesos donde se calentara de manera significativa las herramientas, la taladrina se compra y viene en depósitos de la cual se extrae y se mezcla con el agua para poder tener una sustancia adecuada para refrigerar las herramientas de corte durante las diferente operaciones, se presentan las siguientes buenas prácticas medio ambientales:

- ✓ Hacer uso y en proporciones adecuadas de la misma.
- ✓ Advertir a todo aquel que esté haciendo uso directo de esta sustancia sobre los peligros que tiene directamente con los ojos o el ingerir este fluido.
- ✓ En las diferentes máquinas donde se haga uso de esta sustancia hacer uso obligatorio de gafas para evitar el contacto por salpicadura en los ojos.
- ✓ Si el corte se realiza por sierra mecánica se debe procurar la recirculación de la taladrina empleadas y vigilar los derrames de la misma.

METALES: el metal trabajado para las prácticas de laboratorio es el acero AISI 1020 este se mantiene en estantes y se extraen cuando se va a hacer uso de este mismo, se corta con la cierra alternante la pieza al tamaño adecuado, dependiendo de la práctica de laboratorio que se vaya a realizar ya sea para las piezas que se les dará tratamiento térmico, un proceso de soldadura o de torno posterior al corte del material, se presentan las siguientes buenas prácticas medio ambientales para su adecuado uso:

- ✓ Corte de materias primas: la adecuada preparación de los equipos de corte o buen mantenimiento de estos puede reducir la contaminación

atmosférica o en mismo corte de residuos por ejemplo en un filo inadecuado de la herramienta de corte.

- ✓ La calibración y mantenimiento de los equipos ahorra energía y genera un producto de mayor calidad en el corte de metales.
- ✓ La preparación de piezas que serán soldadas reduce la posible corrección de las soldaduras por contaminantes como grasas.

ELECTRODOS: estos son los utilizados para la unión de las piezas de metal por medio de electrodo no consumible y electrodo revestido estos deben de cumplir en su manejo bajo las siguientes buenas prácticas medio ambientales:

- ✓ Evitar la mala utilización y el derroche;
- ✓ Aprovechar al máximo las materias; y
- ✓ Evitar, en lo posible, soldar materiales impregnados con sustancias que produzcan emisiones tóxicas o peligrosas.

3.1.1. TRANSPORTE

En el transporte de materias primas no se hará ningún tipo de propuesta ya que a la universidad no le compete el transporte porque la materia prima es llevada directamente al laboratorio de metal mecánica.

3.1.2. ALMACENAMIENTO

En el almacenamiento de las materias primas para los laboratorios de proceso de fabricación, ciencias de los materiales y demás materias donde se hacen uso de estas se hace siempre dentro de las mismas instalaciones del taller de mecánica donde se realizan las prácticas para este tipo de área se hará las siguientes propuestas de buenas prácticas ambientales:

- ✓ Revisión de las cantidades consumidas con objeto de optimizar las cantidades almacenadas aseguren la demanda de material por los estudiantes en los respectivos laboratorios.
- ✓ Analizar la política de compra para adecuarla al consumo real, particularmente la de los productos susceptibles de caducar, con objeto de evitar su caducidad.
- ✓ Organización del almacenamiento, particularmente de los productos susceptibles de caducar, con la finalidad de asegurar que los productos estén disponibles, accesibles y en buenas condiciones.
- ✓ Ajustar la cantidad de producto preparado con la cantidad de producto requerido en laboratorios para evitar la generación de sobrantes innecesarios.
- ✓ El almacenamiento de electrodos, hilos y fluxes para soldadura debe realizarse en un lugar seco. Si absorben humedad pueden dar lugar a poros y/o proyecciones con su posterior retrabajo que genera chatarras y desperdicios. Es una buena práctica extraer del almacén sólo las cantidades que se van a utilizar en cada jornada laboral.
- ✓ Es importante revisar la integridad de los tanques de almacenamiento de gases para soldadura (oxígeno, argón, nitrógeno, CO₂, entre otros), así como el estado de los aparatos de medida para evitar pérdidas en las instalaciones.
- ✓ Conviene proteger de las inclemencias del tiempo y de temperaturas extremas las áreas de almacenamiento por sus efectos en materias y productos.
- ✓ En el almacenamiento de materiales y productos se aconseja espaciar los contenedores para facilitar su inspección. Además de simplificar la comprobación del estado de tanques con material inflamable. Se reduce el riesgo de residuos y emisiones.
- ✓ El almacenamiento de electrodos, hilos y fluxes para soldadura debe realizarse en un lugar seco.

- ✓ Almacenar y etiquetar las sustancias peligrosas que se manejan en la empresa contribuye a evitar contaminaciones y reduce el riesgo de accidentes laborales.
- ✓ La materia prima como lo son los metales (acero AISI 1020) deben de almacenarse en lugares libres de humedad y que estén sobre plataformas de tal manera que no exista posible contacto entre el metal con sustancias que van desde el agua hasta sustancias que podrían corroer el material en casos particulares de derrames accidentales.
- ✓ Asegurarse de que los contenedores se encuentran totalmente vacíos antes de proceder a la apertura de uno nuevo, de manera que se reduzcan los contenedores parcialmente llenos. Cuando se abra un envase, asegurarse de que éste queda cerrado.
- ✓ Todos los envases, especialmente los de sustancias peligrosas, deben estar debidamente etiquetados, con el nombre del producto, las posibles peligrosidades del mismo, el pictograma de peligrosidad, la fecha de caducidad, si la tuviera, etc. (tal como se establece en la normativa de sustancias peligrosas). Las etiquetas deben de permanecer claramente legibles y se deberán desechar o re-etiquetar aquellos envases cuyas etiquetas no estén en buen estado.
- ✓ Separar los envases de sustancias o productos peligrosos del resto de envases para evitar que estos últimos puedan ser contaminados por los primeros en caso de accidente (rotura de envases).
- ✓ El almacenamiento de productos inflamables debe realizarse siguiendo la normativa relativa a sustancias peligrosas debidamente separados y señalizados, con medios de extinción cercanos, protegidos de temperaturas extremas, alejados de aparatos eléctricos y electrónicos no autorizados y de zonas y herramientas de trabajo que desprendan calor, y preferiblemente en el interior de armarios resistentes al fuego.

- ✓ Mantener los armarios que contienen productos inflamables cerrados. Deben permanecer cerrados mientras no se manipulen los productos almacenados, e incluso restringir su acceso permitiendo la apertura del armario únicamente a personal autorizado, de esta forma se evita posibles incidentes.
- ✓ Los contenedores y recipientes deben almacenarse siguiendo las instrucciones del fabricante. Se debe respetar una altura de apilado de forma que la posibilidad de rotura sea mínima y se facilite la detección visual de corrosión o fugas en los mismos.
- ✓ Las zonas de almacenamiento de productos peligrosos (disolventes, aceites, taladrina, refrigerantes, tambos de gases para soldadura), deben estar convenientemente refrigeradas y ventiladas para reducir riesgos de acumulación por evaporación de sustancias tóxicas, inflamables, entre otros.
- ✓ Reducir en la medida de lo posible la distancia desde el almacén de materias primas hasta el punto de utilización para reducir el riesgo potencial de roturas y derrames durante el trasiego de los productos (taladrina, disolventes entre otros).

3.2. MANEJO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

Para el manejo de la diferente maquinaria se debe de cumplir ciertas normas para el usuario las cuales van desde la vestimenta hasta ciertos conocimientos mínimo para hacer uso de la maquinaria.

3.2.1. NORMAS DE SEGURIDAD Y DE PROCEDIMIENTOS PARA TRABAJOS EN TORNO

Los conocimientos mínimos para hacer uso del torno son los siguientes y su vestimenta:

- ✓ Asegúrese que todas las protecciones de engranajes y correas de transmisión se encuentran en su lugar.
- ✓ La contrapunta, el soporte de la herramienta y la pieza que se va a mecanizar deben estar debidamente aseguradas antes de conectar la corriente eléctrica.
- ✓ Seleccione la herramienta adecuada para el trabajo.
- ✓ Asegúrese que la herramienta se encuentre en buena condición (afilada).
- ✓ Coloque la herramienta en forma correcta en su soporte y asegúrela firmemente (ver Fig.3.1).

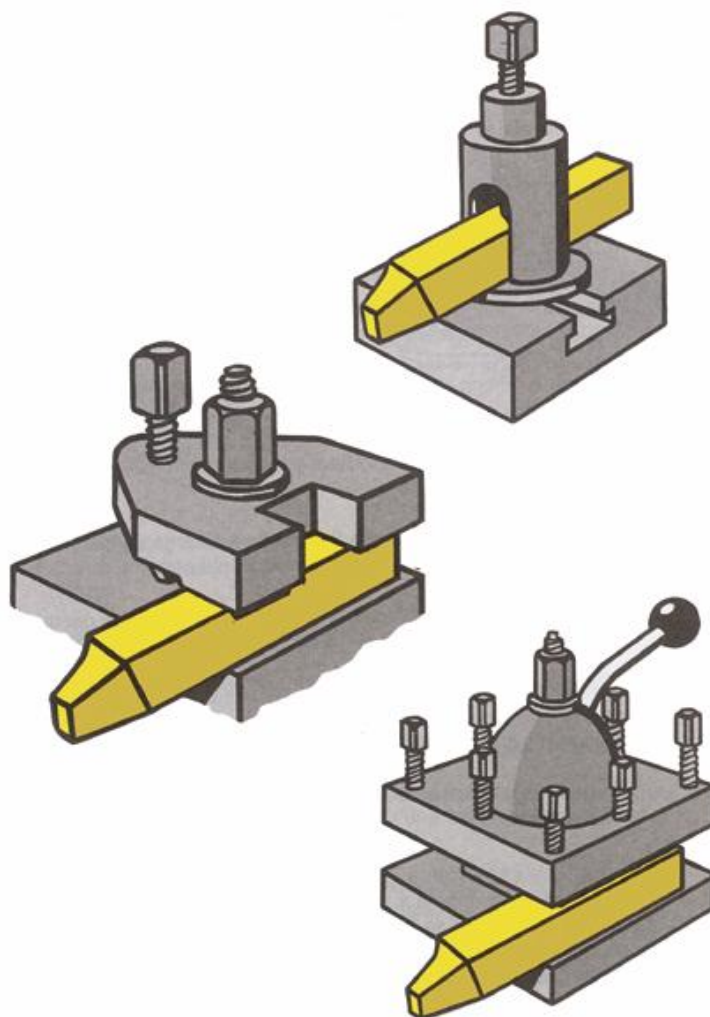


Fig. 3.1. Forma correcta de colocar herramienta.

Para trabajar una pieza entre puntas, se debe avellanar en ambos extremos a fin de evitar que éste pueda soltarse cuando se está mecanizando:

- ✓ El husillo del torno (contrapunta) debe ajustarse a sus chumaceras (descanso) y asegurarse que el carro no se encuentre suelto sobre la bancada, cuando comience a funcionar el torno.
- ✓ No monte un árbol ni cualquier pieza cilíndrica entre las puntas del torno sin aceitarlas previamente.
- ✓ Asegúrese que la pieza a tornearse tiene sus centros avellanados limpios, antes de montarla entre puntas.

- ✓ Recuerde que no puede enderezar una pieza montada entre puntas, porque después dichas puntas quedarán descentradas.
- ✓ Asegúrese que la pieza a tornearse y las puntas tienen el mismo ángulo, antes de montarla.
- ✓ Verificar si el carro se mueve libremente a lo largo de las guías de las bancadas, antes de poner en movimiento el torno.
- ✓ Proteger la bancada con calces de madera, al montar o desmontar el plato en el eje principal del torno.
- ✓ Mantenga los accesorios del torno, limpios y almacenados ordenadamente en un lugar adecuado. Recuerde que son elementos de precisión y cualquier golpe los puede afectar.
- ✓ No golpear la lima sobre las guías de la bancada para desprender las limaduras.
- ✓ Coloque la herramienta de trozar exactamente a la altura del centro de la pieza y perpendicular al eje longitudinal (ver Fig. 3.2).

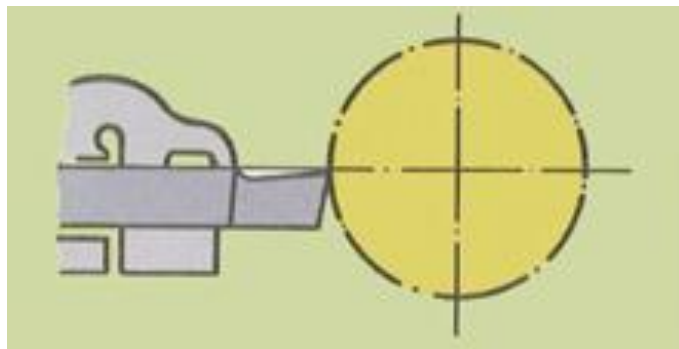


Fig. 3.2. Herramienta de corte bien colocada.

- ✓ Los contactos de las mordazas de las lunetas deben estar lubricados con grasa constantemente (ver Fig. 3.3).

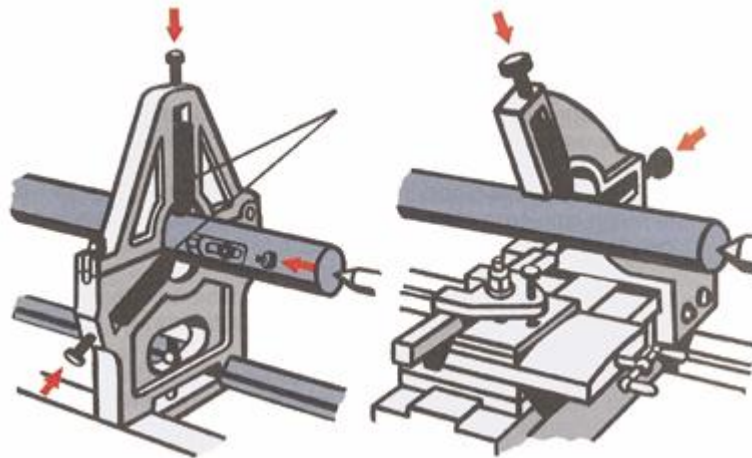


Fig. 3.3. Contactos de lunetas bien lubricados.

- ✓ Se debe usar únicamente la llave correspondiente para sujetar el material, los brazos de la llave ya están calculados para el apriete correcto (torque).
- ✓ Aceite el torno todas las mañanas. Funcionará mejor.
- ✓ Al cambiar platos se deben enroscar a mano y no mediante la fuerza del motor del torno.
- ✓ Después de ajustar el mandril o plato se debe retirar inmediatamente la llave de ajuste de las mordazas. En caso contrario, éste puede salir despedida del mandril al hacer funcionar el torno, pudiendo producir una lesión en la cara, ojos o pecho.
- ✓ Después de quitar la punta del husillo del cabezal, colóquese siempre un trapo en el agujero del husillo a fin de prevenir la acumulación de polvo.
- ✓ Los cojinetes del husillo y en general todo el mecanismo de éste, deben mantenerse constantemente lubricados.

3.2.2. DURANTE LA PUESTA EN MARCHA DEL TORNO

Cuando se pone el torno en funcionamiento se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones para evitar accidentes o reducirlos, las cuales son:

- ✓ Las manos deben mantenerse alejadas de las piezas del plato y de las mordazas del mandril, mientras el torno esté en funcionamiento.
- ✓ No se debe intentar ajustar la herramienta o tocar el borde cortante para determinar su filo, mientras el torno esté en movimiento.
- ✓ Al limar cerca del mandril o del plato, se debe mantener la lima en la mano izquierda de manera de evitar la posibilidad de ser golpeado por las mordazas en el codo o brazo izquierdo.
- ✓ Cuando el cabezal fijo tenga caja de cambios de engranajes, los cambios deben ser hechos con el torno detenido.
- ✓ No se debe utilizar un compás fino para comprobar la medida de una pieza, mientras ésta se encuentra girando (ver Fig. 3.4).

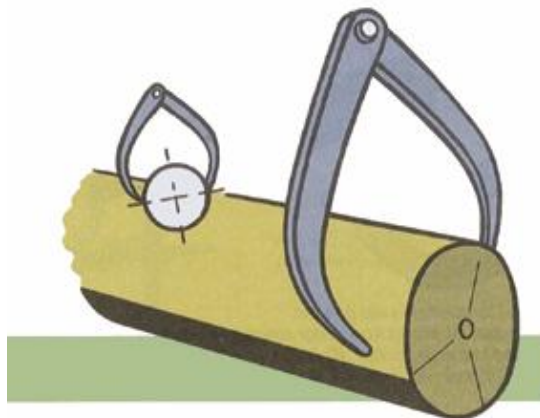


Fig. 3.4. Verificación de medida de las piezas

- ✓ Cuando las puntas empiecen a rechinar, detenga inmediatamente el torno.
- ✓ No debe comenzar a torneear una pieza entre puntas sin tener la seguridad de que éstas están bien alineadas con la bancada.

- ✓ Cuando torneé piezas largas que puedan curvarse o flexionarse debido a los esfuerzos generados por el corte, utilice lunetas fijas o móviles (ver Fig. 18).
- ✓ Las puntas de las mordazas de las lunetas deben tocar levemente la pieza y no apretarla. La pieza tiene que girar suavemente, aunque sin juego entre las mordazas.

3.2.3. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA EL MECÁNICO OPERADOR DE MAQUINARIA

Todos los que hacen uso de las maquinarias dentro de los laboratorios del área de Procesos de Fabricación deben de acatar las siguientes recomendaciones con el fin de evitar percances, las cuales son:

- ✓ Los operarios deben llevar ropa cómoda aunque ajustada al cuerpo (slack u overol) abotonada,
- ✓ En ningún caso mangas sueltas, chalecos demasiado grandes, sin abotonar, entre otros,
- ✓ No se debe usar corbatas, anillos, relojes de pulsera, brazaletes o prendas similares que puedan ser cogidas por la pieza que se está mecanizando.
- ✓ El operador del torno no puede usar guantes, ya que constituye un riesgo de atrapamiento con la pieza en movimiento (el guante no se debe usar en ninguna máquina de rotación).
- ✓ Para evitar que la proyección de partículas metálicas lesionen los ojos del operador, éste siempre deberá utilizar lentes de seguridad (policarbonatos) cada vez que esté trabajando en el torno.
- ✓ Para evitar lesiones en los pies por caídas de piezas o accesorios del torno (platos, lunetas, ejes, etc.) deberá estar provisto de calzado de seguridad con puntera de acero (Calidad Certificada).



Fig. 3.5. Vestimenta adecuada.

3.2.4. NORMAS PARA EL USO DE LOS APARATOS DE SOLDADURA

Para poder hacer uso de los aparatos de soldadura se debe de tener en cuenta una serie de recomendaciones con miras a la protección para el operario.

Así, para la protección ocular existen pantallas con cristales especiales, denominados cristales inactínicos, que presentan diferentes niveles de retención de las radiaciones nocivas en función del amperaje utilizado, siendo de este modo totalmente segura la actividad.

Para lo anterior, los lentes se clasifican por sombra, siendo los más utilizados los de número 11 y 12 (120 A), se tintan de tono verde o azul y están clasificados según diferentes normas.

Además, existen caretas automáticas en las que al empezar a soldar automáticamente se activa la protección y cuando se deja de soldar se quita la protección ocular.

Para la protección de la piel existen aditamentos especialmente diseñados para realizar este trabajo como son, guantes, mangas, peto, botas, polainas, capucha, careta, ropa resistente al calor como pueden ser pantalones y camisas especiales o el muy conocido overall.

Cada una de estas protecciones se utiliza según sean necesarias adecuándose al tipo de trabajo de soldadura a realizarse y a la posición de esta, vestimenta para soldador (ver Fig. 3.6).



Fig. 3.6. Protección que debe de portar el usuario de los aparatos de soldadura.

Los guantes, mangas, peto, capucha y polainas pueden ser de carnaza y de mezclilla, las botas deben ser de gamuza y con una suela de hule resistente al desgaste y a quemarse a si como debe tener una gran resistencia a la conducción eléctrica para evitar descargas.

El overall puede ser de gabardina o mezclilla puesto que estos tipos de tela son muy resistentes al trabajo duro así como son cómodas para realizar movimientos libremente.

La careta se debe de fabricar con fibra de vidrio o plástico y llevar un aditamento para fijarse a la cabeza del operario y facilitar las actividades de soldadura. Cuenta con una ventana que contiene un cristal obscuro, también puede ser electrónica, que al detectar la luz se oscurece para proteger la retina.

3.3. MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de los residuos debe de ir enfocado en la clasificación de estos de tal manera de separar los peligrosos de los cuales no lo son y luego de esto verificar según tipo de residuo si existe algún pretratamiento antes del almacenamiento en el depósito adecuado o en el contenedor de basura esperando ser movidos de un lugar a otro donde se disminuirá el nivel de peligrosidad, contaminación o en algún caso su reutilización después de este o si existe transporte directo a algún tipo de empresa para que esta le realice el tratamiento más adecuado. A continuación se presenta una propuesta para el manejo de estos residuos.

3.3.1. MANEJO DE PIEZAS SEMI-TERMINADAS Y TERMINADAS

Qué hacer con las piezas que quedaron a medias o sea el caso que hayan sido terminadas por los estudiantes, estas pueden tener uno de los siguientes destinos previo a esto se tienen que recolectar y luego tomar una de las siguientes propuestas posibles, en este caso también se puede incluir las

virutas recogidas en cantidades grandes ya secas y separadas de aceites y taladrina:

- a) Cuando ya se tenga una cantidad considerable de piezas podrían regalarse a alguna fundidora en las visitas técnicas que se hacen a ella a lo largo del año, de esta manera se evacuan piezas que luego se podrían oxidar dentro de los laboratorios, además de tener un mayor espacio de los laboratorios para poder guardar otro tipo de mecanismos o piezas.
- b) Otro destino que podrían tener estas piezas es que las terminadas se regalen a los estudiantes una vez finalizadas todas las prácticas como recuerdo y experiencias en el uso de los diferentes usos de maquinaria para su construcción.
- c) Se podrían reglaran a la asociación de estudiantes ya sea piezas terminadas o no terminadas para que ellos las puedan vender y de esta manera obtener una fuente de ingresos extra para la asociación para el beneficio de los estudiantes.
- d) Donar a alguien externo a la universidad para que pueda pasar a recogerlas piezas, cada cierto tiempo en el taller de la escuela de mecánica.

Cabe destacar que para poder ejecutar cualquier de las recomendaciones anteriores se debe de hacer una solicitud formal al decano de la facultad para la salida de todo tipo de donación al exterior.

3.3.2. TRANSPORTE

Cuando se han recolectado los residuos y se requiere trasladar para realizarles algún tipo de tratamiento, para ello se debe seguir las siguientes buenas prácticas medio ambientales:

- ✓ Los residuos peligrosos siempre que sea posible deben de ir sellados en contenedores para evitar su derrame en el transporte de un sitio a

otra, más que todos aquellos que sean fluidos y altamente inflamables.

- ✓ Los contenedores deberán estar bien sujetos a la estructura del dispositivo que se utilice para su traslado.

3.3.3. ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

Se considera residuos al material desprendido mediante corte, por arranque de viruta, escorias, wiper, piezas metálicas que no se pueden reciclar en otros procesos y, principalmente, taladrina. Así, a continuación se presenta el tratamiento y/o destino final de estos productos:

VIRUTA

Primeramente depositar todas las virutas humedecidas con taladrina en un depósito, con el fin de que drene la taladrina para que reduzca la contaminación del mismo residuo. Este depósito debe de estar rotulado y tapado debidamente, y ubicado en un área fuera de peligro con respecto a otras sustancias como inflamables, chispas o llamas, de igual manera el wiper debe encontrarse en un contenedor debidamente tapado.

Así, en el sub capítulo 3.2.5 se aborda el drenaje que se le hará a la viruta cuando está contaminada de taladrina.

TALADRINA

A la taladrina después de su uso se le puede dar algún tratamiento como el mencionado en el sub capítulo 3.2.5, La taladrina degradada se tiene que almacenar en recipientes metálicos en buenas condiciones, herméticos y debidamente rotulados, además deben de ubicarse en zonas seguras de posibles incendios. Así, la norma salvadoreña que define y rige las unidades contenedoras es NS0 13.04.10:03, en los apartados:

Apartado 5.2.1.- Unidades de almacenamiento. Las personas naturales o jurídicas que generan aceite usado deben almacenarlo en unidades tales como: tanques, contenedores o unidades aprobadas por la entidad reguladora.

Apartado 5.2.2.-Condición de las unidades. Los contenedores o tanques utilizados para almacenar aceite usado en las instalaciones donde se generan los residuos deben ser:

- a) Cerrados
- b) En buena condición (sin oxidación severa, defectos estructurales aparentes o deterioro); y
- c) Sin roturas o fisuras (sin fugas visibles).

ACEITES REDIUOS DEL TEMPLE

Luego que el aceite es utilizado en el proceso de temple y ya no cumple con las condiciones adecuadas de enfriamiento o los humos generados durante los tratamientos térmicos son tóxicos, se tiene que almacenar en un lugar adecuado lo cual es regido por la norma salvadoreña y esta dispone de la forma de cómo se debe de rotular los depósitos, para luego ser enviados a la empresa encarada de su destino final o incineración como se propone a alguna empresa adecuada para el proceso pertinente a estos residuos esto es una propuesta que se hace en el sección 3.5.

3.4. TRATAMIENTO

Las formas de tratar los residuos son variadas, para ello se hace la siguiente proposición para cada uno de los residuos con miras a reducir su grado de contaminación o posible reutilización de los mismos en algunos casos.

3.4.1. VIRUTAS Y TALADRINAS

Luego del drenado de la taladrina o separación entre taladrina, wiper y viruta se puede reutilizar otra vez al ser devuelta en sus respectivos depósitos y reducir su contaminación por medio de los siguientes procesos:

- a) Separar aceites parásitos: estos proceden de las fugas del sistema hidráulico y del engrase de piezas y maquinaria, también la separación de estos por medio de decantadores, centrifugadoras este último es uno de los mejores sistemas que existen para la separación de los aceites ya que se recupera aproximadamente el 90% del total de aceite lo cual se traduce en una posible reutilización de la taladrina anteriormente contaminada.
- b) Separar partículas sólidas: se pueden encontrar lodos, virutas, en este tipo de separadores previos existen los procesos manuales y los automáticos entre los cuales están la decantación, los filtros de papel o tamices, las centrifugadoras y los separadores magnéticos.

Todos estos procesos anteriormente mencionados son para la recuperación y posterior reutilización de la taladrina, aunque esto con cierto grado de contaminantes (aceites y microorganismos), no obstante gradualmente la reutilización de la taladrina llega a su fin y tiene que en un momento dejarse de utilizar y hacer uso de nueva taladrina. Así, cuando la taladrina está completamente agotada en cuanto a sus características, existen diferentes procesos de destino final de los que hacen uso los gestores autorizados para su tratamiento destructivo, entre los cuales se tienen:

- a) Ultrafiltración: tecnología de separación que utiliza membranas que requiere un elevado grado de pre-tratamiento y tecnificación, con lo cual se obtienen resultados muy positivos.
- b) Osmosis inversa: tecnología de separación por membranas con alto consumo energético y resultados positivos.
- c) Evaporación: tecnología de alto consumo energético y elevados costos de inversión, así esto en algunos casos se convierte en su única alternativa dada su universalidad.
- d) Electro-floculación: tecnología en desarrollo que rompe las emulsiones con ayuda de corrientes eléctricas.

Para todos estos procesos de destino final se hace una comparación ver Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Comparativos de tecnologías.

Evaluación de las principales tecnologías de tratamiento de taladrina										
Tecnología de tratamiento	Costos de inversión	Costos explotación				Simplicidad pre tratamiento	Simplicidad post-tratamiento	Posibilidad valorización lodos	versatilidad	Estado desarrollo tecnológico
		Aditivos	Energía	Mantenimiento	Tratamiento residuos					
Rotura ácida salina	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Rotura neutra	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ultra filtración	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Osmosis inversa	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Destilación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Electrocoagulación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Valorización:
 Favorable ■ Medio □ Desfavorable ■

En cuanto a las virutas, estos residuos y todos los generados ninguno tienen un tratamiento previo dentro del taller así como también desconocen las normas medio ambientales.

Se debe intentar conseguir siempre virutas cortas, ya que éstas ofrecen las siguientes ventajas:

- ✓ Escaso peligro de accidente y
- ✓ Buena evacuación de las virutas.

Además, estas las virutas cortas a partir de las continuas, se consiguen mediante:

- ✓ Rompe virutas en la cuchilla de torno
- ✓ Utilización de materiales con contenido en azufre (aceros para maquinado libre).

3.4.2. ACEITES DEL PROCESO DE TEMPLE

Antes de que sea accesible para él envió a la empresa pertinente se le tiene que dar cierto tratamiento para que en cierta medida se reduzca el volumen del mismo, así para ello se propone el siguiente tratamiento (ver Fig. 3.7).



Fig. 3.7: Proceso de tratamiento del aceite para disminuir el volumen.

- a) Sedimentación: el proceso es simple y consiste en colocar el aceite en un recipiente de plástico (ver Fig. 3.8) el cual debe de estar a su vez en un lugar con condiciones adecuadas como el no estar cerca de algún lugar donde se encuentre más sustancias inflamables o donde se generen chispas que podrían desencadenar en una reacción química, el aceite se deja reposar durante aproximadamente 3 días, luego de esto se drena a otro recipiente y al fondo quedan los sedimentos de contaminantes.

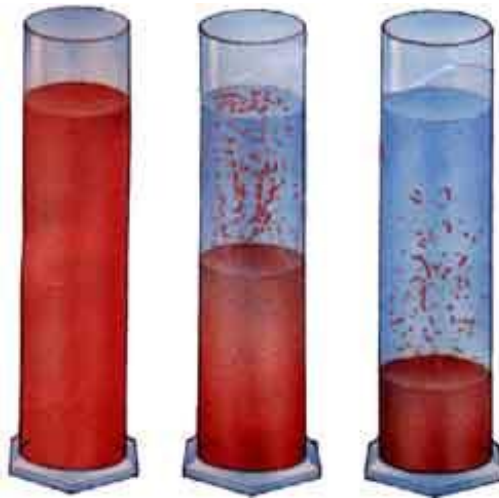


Fig. 3.8: Proceso de sedimentación.

- b) Filtración: luego de la sedimentación se pasa a través de una tela o membrana tal como se presenta en la Fig. 3.9, luego se filtran las partículas menores y de esta manera se reduce aún más el nivel de peligrosidad del aceite.

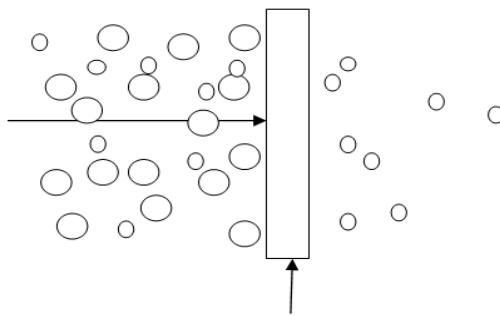


Fig. 3.9. Membrana de filtración.

- c) Evaporación: el aceite se calienta hasta 100 °C para permitir la evaporación del contenido de agua o humedad, arriba de los 100 °C se eliminaran otras materias como gasolina o solventes orgánicos que puedan haberse mezclado con el residuo de aceite.

3.4.3. EXTRACTOR DE HUMOS

Los humos en el área de soldadura son un tipo de residuo que son difíciles de controlar para ello se hace la siguiente propuesta que consiste en colocar un extractor de humos en los diferentes tipos de soldadura que se realizan dentro del laboratorio, esto con la finalidad de garantizar un ambiente menos perjudicial para la salud de los estudiantes por todos los problemas que podrían desencadenarse de la inhalación, si bien es cierto el área de soldadura se ubica en lugares amplios y esto principalmente afecta al personal en contando con el proceso, así estos extractores de humos están localizados directamente en la fuente donde se produce el humo y de esta manera son evacuados de manera más eficiente.

Estos sistemas de extracción son de forma localizada, fija y portátil, capturan los contaminantes muy cerca de la fuente, aun teniendo este factor no garantiza que estos sistemas sean efectivos porque esto depende de su diseño, instalación, operación y que el mantenimiento sean correctos.

En general, todos los sistemas de extracción localizados constan de los siguientes elementos:

- ✓ Campana extractora (de captura),
- ✓ Sistemas de ductos,
- ✓ Dispositivos de limpieza de aire,
- ✓ Ventilador, y
- ✓ Ductos de descarga.

Para el área de soldadura se podrían utilizar alguna de las siguientes configuraciones aunque para ello se debe hacer un diseño o un análisis más exhaustivo para los sistemas de extracción localizada, los cuales presentan diversas características operativas, ventajas y desventajas. Así, en las Figs. 3.10 a 3.13 se presentan algunos de ellos.

Este tipo de configuración (ver Fig. 3.10) extrae el humo de la zona de soldadura con pistolas especiales.

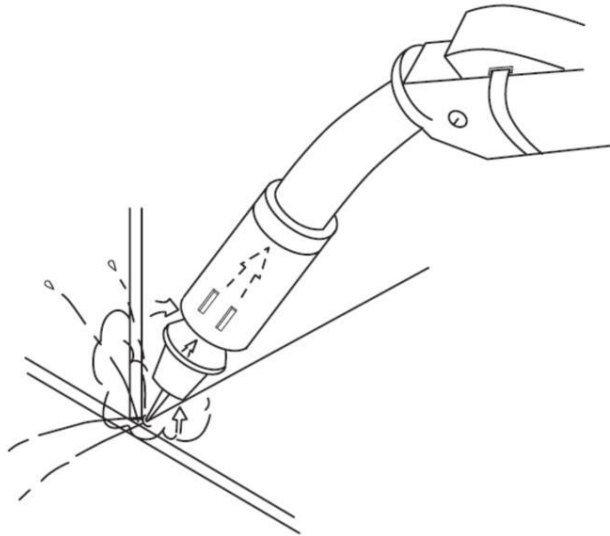


Fig. 3.10. Pistola de soldadura con extractor integrado.

Este tipo de configuración ver Fig. 3.11 permite el posicionamiento por parte del soldador.

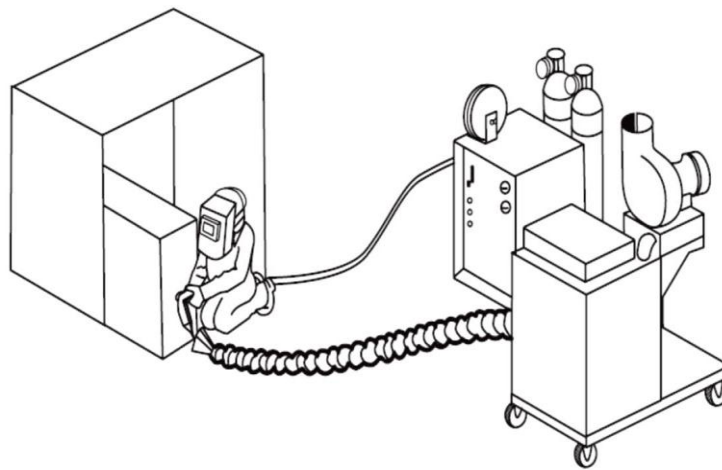


Fig. 3.11. Captador por tobera de alto vacío.

Este estos tipos de configuraciones (ver Fig. 3.12) se mueve un volumen de aire mayor, permiten la ubicación y reubicación por parte del soldador.

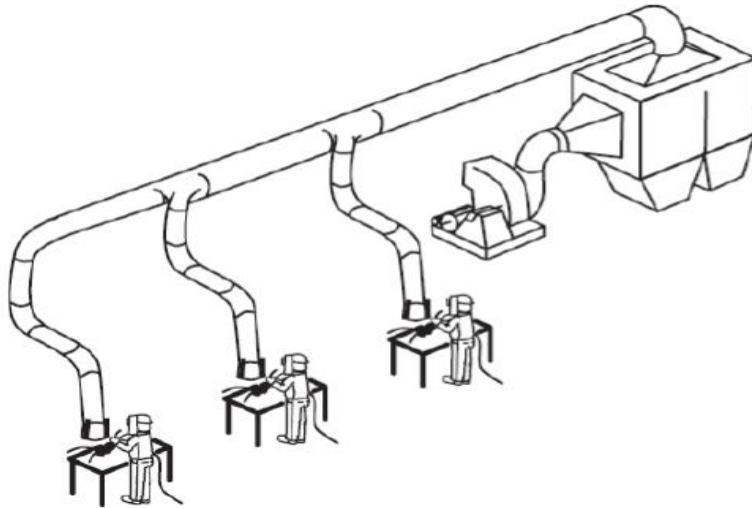


Fig.3.12. Brazos de extracción flexibles.

Este tipo de configuración (ver Fig. 3.13) es usada para la captura sobre cabeza en locaciones fijas.

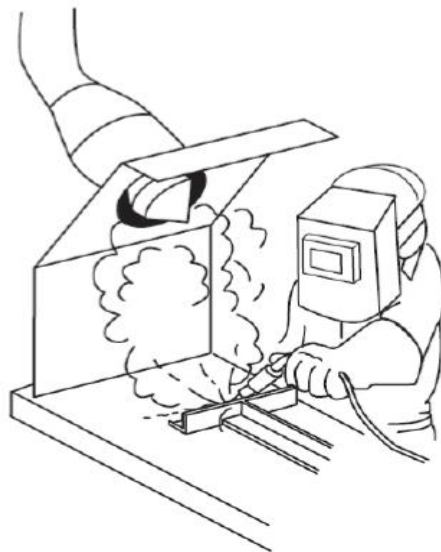


Fig. 3.13. Campana de extracción fija.

3.5. PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN O ADQUISICIÓN DE MESA PARA SOLDADURA

Para minimizar los residuos de procesos de soldadura, en el suelo dentro de las instalaciones del área de soldadura se hace la propuesta de construcción o adquisición de una mesa de soldadura, la cual cuenta con una rampa por medio de la cual cae toda la escoria y residuos sólidos de soldadura de manera tal que se depositan directamente en una parte para que ésta no caiga directamente en el suelo (ver Fig. 3.14).

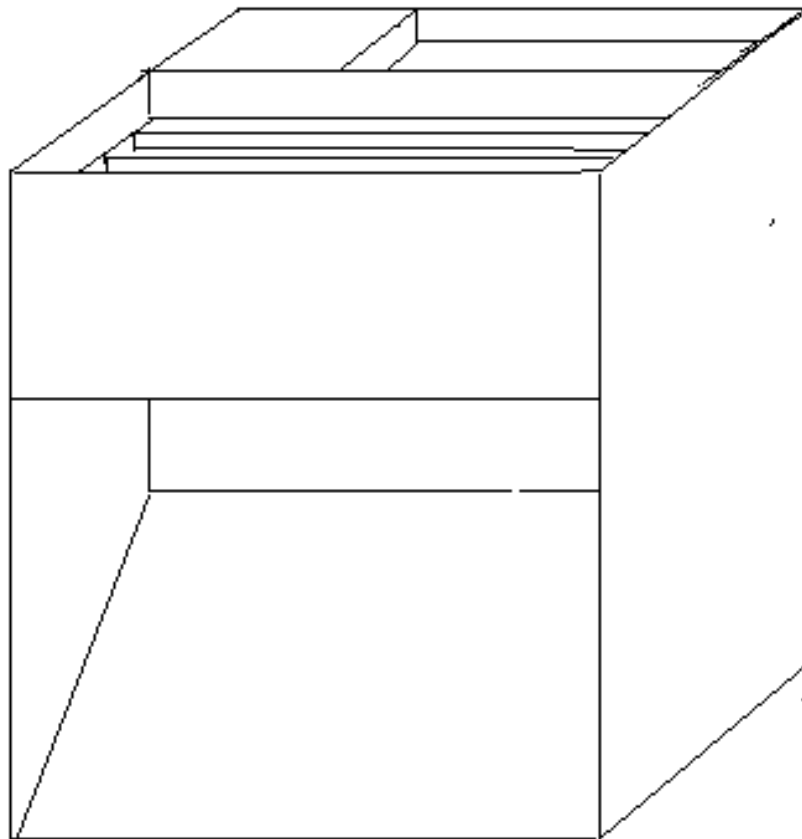


Fig. 3.14: Mesa propuesta para procesos de soldadura.

3.7. ENVIÓ DE RESIDUOS A SU DESTINO FINAL

Luego de los procesos de reducción de contaminación de cada uno de los residuos o su reutilización se hará el envío de cada uno de estos a la entidad pertinente, tal como se aborda a continuación.

- a) Virutas: todas las virutas recogidas y secadas se enviarán a cualquiera de las entidades anteriormente mencionadas en la sección 3.2.5.
- b) Piezas terminadas o empezadas y cedacería: todas las piezas metálicas recogidas se les dará cualquier de los destinos mencionados en la sección 3.2.5.
- c) Aceites de procesos de temple y taladrina: este tipo de residuo ya agotado y al cual ya se le redujo su contaminación como se describió en la sección 3.4.2 hasta cierto grado se podría mandar a una empresa adecuada para que se le realice la gestión adecuada con los altos estándares ambientales y de seguridad que ellos manejan para el tratamiento final de residuos de este tipo.

3.8. PROPUESTA DE EXTINTORES

Esta Escuela cuenta con un edificio de tres plantas, con un área total construida de 1913 m², albergan a los diferentes laboratorios que sirven de apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje.

PRIMERA PLANTA que está dividida en las siguientes áreas:

- ✓ Unidad Productiva Metal Mecánica. Laboratorios de Máquinas Térmicas.
- ✓ Laboratorios de Fluidos y Máquinas Hidráulicas.
- ✓ Laboratorios de Neumática e Hidráulica.
- ✓ Laboratorios de Metalografía.

- ✓ Laboratorios de Tratamientos Térmicos.
- ✓ Laboratorio de Diseño y Análisis de Máquinas.

El número de extintores se calcula por medio de una aproximación entre en área total del edificio donde se hacen las prácticas y la capacidad máxima (ver tabla: 3.2) de cada extintor según tipo esto según la norma NFPA.

Tabla 3.2. Área protegida por extintor en m².

Clasificación de extintor	Ocupación de riesgos leve	Ocupación de riesgos ordinaria	Ocupación de riesgos alto
1 A	-	-	-
2 A	557.4	278.7	-
3 A	836.1	418.1	-
4 A	1045.1	557.4	371.6
6 A	1045.1	836.1	557.4
10 A	1045.1	1045.1	929
20 A	1045.1	1045.1	1045.1
30 A	1045.1	1045.1	1045.1
40 A	1045.1	1045.1	1045.1

Si se elige un extintor del tipo 2 A para riesgo ordinario (combustibles comunes, como la madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos).

$$\text{Número} = \frac{1913}{278.7} = 6.86 \approx 7 \text{ extintores}$$

Se propone tener 7 extintores del tipo 2 A para riesgos ordinarios y para riesgos del tipo B (incendios de líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceite, disolventes, lacas, alcoholes y gases inflamables) se proponen 1 para el área de mecanizado, 1 para soldadura y 1 para tratamientos térmicos, en total serian 3.

3.9. RECOMENDACIÓN DE TAPADERAS

Para todas las sustancias inflamables se hace la propuesta de que estas estén debidamente tapadas como es en el caso de la viruta junto a la taladrina cuando están en el depósito de recolección y también para los aceites de los tratamientos térmicos, esta buena práctica minimiza los riesgos de incendio de los mismos.

Se propone el uso de tapaderas para cada uno de los depósitos donde estarán los residuos derivados de las prácticas de laboratorio.

3.10. DISEÑO DE GUÍAS DE BUENAS PRÁCTICAS

En esta sección se presenta los formatos o elementos principales a considerar en la elaboración de los manuales de buenas prácticas ambientales de los laboratorios de procesos de fabricación. Para esto en esta área se considera:

✓ **ALMACENAMIENTO:**

- Almacenamiento (algunas bajo normativas propias) y espaciado de materias primas
- Almacenamiento de herramientas
- Revisiones periódicas de materias primas y herramientas.

✓ **ENERGÍA:**

- Uso adecuado de herramientas
- Optimización de la energía
- Calibración y mantenimiento de equipos.

✓ **PROCESO:**

- Uso de la vestimenta adecuada
- Revisión preventiva de equipo

- Seguir indicaciones adecuadas según proceso.
- ✓ ÁREA DE TRABAJO:
 - Lectura de la guías de laboratorio antes de las prácticas de laboratorio
 - Uso de vestimenta apropiada.
- ✓ RESIDUOS Y DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS:
 - Recolectar y almacenar residuos de forma correspondiente
 - Gestionar designación a entidad pertinente
 - Aplicar procesos de separación de residuos en algunos casos y reutilizar estos sí es posible según sea el caso.

CONCLUSIONES

- ✓ Se establece todos los beneficios que implica poner en marcha las buenas prácticas medio ambientales dentro de los laboratorios del área de Procesos de Fabricación, como también la seguridad de los usuarios de las diferentes maquinarias dentro de los laboratorios en las áreas de obra de banco, maquinado, soldadura, tratamientos térmicos y fundición.
- ✓ Se espera que el documento genere en los estudiantes de la carrera, una consciencia de la importancia de la implementación de las buenas prácticas en los procesos de producción con el fin de no afectar el medio ambiente que los rodea tanto dentro, como fuera de sus procesos productivos, sin descuidar la seguridad del personal.
- ✓ Se han detectado como principales contaminantes en los procesos de fabricación como: piezas desechadas (cuando el objetivo solo es el trazado), pedacería de acero, limadura de piezas desechadas (cuando el objetivo solo es el limado), viruta, taladrina, piezas (terminadas y semi-terminadas), humos, escoria, piezas (desechadas) y aceite.
- ✓ Se han elaborado una propuesta de manuales de buenas prácticas ambientales para los laboratorios de procesos de fabricación, así al aplicar estos lineamientos y realizar las operaciones de una mejor manera y amigable con el medio ambiente y sobre todo que el personal involucrado en las áreas debe de utilizar la protección adecuada tanto para estar dentro de las áreas como también para la manipulación de las herramientas y/o maquinaria.

RECOMENDACIONES

Los aceites que ya no se pueden utilizar o perdieron sus características de uso para el proceso de temple serán enviados a una empresa que los trate de forma correcta, en el caso de la taladrina se hará uso de un proceso de drenado para su reutilización y donar a los estudiantes de la asociación ASEIM o cuando se hacen las visitas a una fundidora cuando se hagan visitas, la construcción de la mesa para soldadura mostrada en anexo, además de una planta de tratamientos de aguas para los diferentes tipos de contaminantes que no se pueden tirar a las tuberías esto incluye un beneficio para la escuela y la facultad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] MARN (2000). *Reglamento especial para el manejo de desechos sólidos*.
- [2] Ministerio de Salud de la República de Chile (2003). *Reglamento sanitario para el manejo de residuos peligrosos*.
- [3] MARN (2012). *Ley del medio ambiente*.
- [4] Comisión Ambiental Metropolitana de México (1997). *Manual de minimización, tratamiento y disposición*.
- [5] Comisión nacional del medio ambiente región metropolitana de Argentina (2001). *Guía para el control y prevención de la contaminación industrial*.
- [6] Nápoles-Alberro, A. y Salueña-Berna, X. (2000). *Mecanizado por arranque de viruta*.
- [7] Departamento de ordenación del territorio, vivienda y medio ambiente de España (1999). *Taladrinas agotadas un residuo a reducir*
- [8] Instituto vasco de seguridad y salud laborales (2009). *El soldador y los humos de soldadura*.
- [9] Gobierno de Navarra Departamento de Medio Ambiente (s.f.). *Manual de Buenas Prácticas Ambientales de soldadura*.
- [10] Sosa, B.S, Banda-Noriega, R.B., y Guerrero, E.M.(2011). *Industrias de fundición: Aspectos ambientales e indicadores de condición ambiental*.
- [11] Cámara de Coruña Departamento de Servicios Técnicos Servicio de Medio Ambiente (2008). *Guía de buenas prácticas ambientales talleres mecánicos*.
- [12] Gobierno de El Salvador (2000). *Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente*.
- [13] ISO (2004). *Norma internacional 14000*.

[14] Universidad Militar Nueva Granada (s.f.). *Disposición final de la viruta metálica generada en las instituciones de educación superior*. Bogotá D.C. Colombia.

[15] La Prensa Gráfica 06/08/2016

[16] Escuela de Ingeniería Mecánica (s.f.). *Guías de Laboratorios de Procesos de Fabricación*: Universidad de El Salvador. El Salvador.

ANEXOS

PROPUESTA DE MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS MEDIO AMBIENTALES EN LOS LABORATORIOS DE MEDICIÓN Y TRAZADO

Objetivo: desarrollar adecuadamente la práctica de laboratorio y uso de vestimenta adecuada siempre que se esté dentro de las instalaciones de los laboratorios de procesos de fabricación.

ALMACENAMIENTO

- ♣ Almacenar la materia prima como lo son los metales (acero AISI 1020) en lugares libres de humedad y que estén sobre plataformas de tal manera que no exista posible contacto entre el metal con sustancias que van desde el agua hasta sustancias que podrían corroer el metal en casos particulares de derrames accidentales
- ♣ Guardar las herramientas utilizadas en el lugar apropiado, luego de la práctica.

ENERGÍA

- ♣ Uso adecuado de las herramientas de corte, previo al trazado y medición para ahorrar energía.

ÁREA DE TRABAJO

- ♣ Uso de vestimenta adecuada al estar dentro de las instalaciones
- ♣ Leer previo a la práctica la guía de laboratorio para el uso correcto de los instrumentos de medición de esta manera se evitará algún tipo de daño a estos.

RESIDUOS Y DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS

- ♣ Recolectar y guardar posibles piezas que no se puedan utilizar o no cumplan condiciones para otros laboratorios o no tienen un posible uso en otras prácticas de laboratorio, con el fin de donarlas a la ASEIM o a una empresa fundidora durante las visitas técnicas.

PROPUESTA DE MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS MEDIO AMBIENTALES EN LOS LABORATORIOS DE ASERRADO Y LIMADO

Objetivo: aplicar buenas prácticas medioambientales propuestas para el proceso de aserrado y limado.

ALMACENAMIENTO

- ♣ Espaciar los contenedores de taladrina y aceites para facilitar su inspección. Además de simplificar la comprobación del estado de tanques con material inflamable. Se reduce el riesgo de residuos y emisiones
- ♣ Almacenar metales en lugares libres de humedad. La materia prima como lo son los metales (acero AISI 1020), sobre plataformas de tal manera que no exista posible contacto entre el metal con sustancias que van desde el agua hasta sustancias que podrían corroer el metal en casos particulares de derrames accidentales
- ♣ Revisión periódicas de las materias primas con el fin de que se encuentre en buenas condiciones de almacenaje
- ♣ Revisión de las cantidades consumidas con objeto de optimizar las cantidades almacenadas asegurando la demanda de material por los estudiantes en los respectivos laboratorios
- ♣ Analizar la política de compra para adecuarla al consumo real, particularmente la de los productos susceptibles de caducar, con objeto de evitar su caducidad
- ♣ Organización del almacenamiento, particularmente de los productos susceptibles de caducar, con la finalidad de asegurar que los productos estén disponibles, accesibles y en buenas condiciones
- ♣ Seguir normativa relativa para el almacenamiento de productos y sustancias peligrosas debidamente separadas y señalizadas, con medios de extinción cercanos, protegidos de temperaturas extremas.

ENERGÍA

- ♣ Utilizar de manera óptima la sierra alternante de forma que no se desperdicie energía en cortes innecesarios
- ♣ La calibración y mantenimiento del equipos para ahorrar energía y genera un producto de mayor calidad en el corte de metales.

PROCESO

- ♣ Asegurarse que todo esté en orden antes de la utilización
- ♣ Portar la vestimenta adecuada para poder realizar la práctica

ÁREA DE TRABAJO

- ♣ Uso de vestimenta adecuada al estar dentro de las instalaciones
- ♣ Leer previo a la práctica la guía de laboratorio para el uso correcto de sierra manual y sierra alternante.

RESIDUOS (VIRUTA, TALADRINA Y PIEZAS TERMINADAS Y SEMI-TERMINADAS) Y DESTINO FINAL

- ♣ Sellar los contenedores de residuos peligrosos siempre que sea posible para evitar su derrame en el transporte de un sitio a otro, más que todos aquellos que sean fluidos y altamente inflamables
- ♣ Almacenar las virutas con taladrina y darle el tratamiento de drenado, sedimentación, centrifugación para separación de aceites y por último evaporar el agua para que quede solo taladrina
- ♣ Reutilización en lo posible la taladrina
- ♣ Secar las virutas luego del proceso de drenado de taladrina y luego almacenar adecuadamente
- ♣ Donar piezas terminadas, semi-terminadas, virutas, chatarrería, a la ASEIM o a una fundidora cuando se hagan visita cuando ya se tenga una cantidad considerable

- ♠ Gestionar el envío de los aceites contaminados a una empresa para un adecuado proceso para estos desechos.

PROPUESTA DE MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS MEDIO AMBIENTALES EN LOS LABORATORIOS DE TORNEADO Y PREPARACIÓN DE BURILES

Objetivo: hacer uso de las buenas prácticas medioambientales propuestas para el proceso de torneado y afilado de buriles.

ALMACENAMIENTO

- ♣ Revisión periódicas de las materias primas con el fin de que estén en buenas condiciones de almacenamiento
- ♣ Revisión de las cantidades consumidas con objeto de optimizar las cantidades almacenadas asegurando la demanda de material por los estudiantes en los respectivos laboratorios
- ♣ Analizar la política de compra para adecuarla al consumo real, particularmente la de los productos susceptibles de caducar, con objeto de evitar su caducidad
- ♣ Organización del almacenamiento, particularmente de los productos susceptibles de caducar, con la finalidad de asegurar que los productos estén disponibles, accesibles y en buenas condiciones
- ♣ Espaciar los contenedores para facilitar su inspección. Además de simplificar la comprobación del estado de tanques con material inflamable. Se reduce el riesgo de residuos y emisiones
- ♣ Almacenarse la materia prima en lugares libres de humedad como lo son los metales (acero AISI 1020) sobre plataformas de tal manera que no exista posible contacto entre el metal con sustancias que van desde el agua hasta sustancias que podrían corroer el material en casos particulares de derrames accidentales
- ♣ Seguir normativa relativa para el almacenamiento de productos y sustancias peligrosas debidamente separadas y señalizadas, con medios de extinción cercanos, protegidos de temperaturas extremas.

ENERGÍA

- ♣ Utilizar de manera óptima el torno de forma que no se desperdicie energía en cortes o perforaciones innecesarias
- ♣ La calibración y mantenimiento de los equipos para ahorrar energía y genera un producto de mayor calidad en el corte de metales.

PROCESO

- ♣ Asegurarse que todo esté en orden antes de la utilización
- ♣ Portar la vestimenta adecuada para poder realizar la práctica
- ♣ Cortar las piezas que van a ser tornadas de forma tal que el tamaño sea el adecuado para no producir desperdicios extra a la práctica.

ÁREA DE TRABAJO

- ♣ Uso de vestimenta adecuada al estar dentro de las instalaciones
- ♣ Leer previo a la práctica la guía de laboratorio para el uso correcto del torno.

RESIDUOS (VIRUTA, TALADRINA Y PIEZAS TERMINADAS Y SEMI-TERMINADAS)

- ♣ Sellar los contenedores de los residuos peligrosos siempre que sea posible para evitar su derrame en el transporte de un sitio a otro, más que todos aquellos que sean fluidos y altamente inflamables
- ♣ Almacenar las virutas con taladrina y darle el tratamiento de drenado, sedimentación, centrifugación para separación de aceites y por último evaporar el agua para que quede solo taladrina
- ♣ Reutilización en lo posible de la taladrina
- ♣ Secar las virutas luego del proceso de drenado de taladrina y luego almacenar adecuadamente
- ♣ Donar piezas terminadas, semi-terminadas, virutas, chatarrería, a la ASEIM o a una fundidora cuando se hagan visitas, cuando ya se tenga una cantidad considerable

- ♠ Gestionar el envío de los aceites contaminados a una empresa para un adecuado proceso para estos desechos.

PROPUESTA DE MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS MEDIO AMBIENTALES EN LOS LABORATORIOS DE FRESADO

Objetivo: hacer uso de las buenas prácticas medioambientales propuestas para el proceso de fresado.

ALMACENAMIENTO

- ♣ Revisión periódicas de las materias primas con el fin de que estén en buenas condiciones de almacenamiento
- ♣ Revisión de las cantidades consumidas con objeto de optimizar las cantidades almacenadas asegurando la demanda de material por los estudiantes en los respectivos laboratorios
- ♣ Analizar la política de compra para adecuarla al consumo real, particularmente la de los productos susceptibles de caducar, con objeto de evitar su caducidad
- ♣ Organización del almacenamiento, particularmente de los productos susceptibles de caducar, con la finalidad de asegurar que los productos estén disponibles, accesibles y en buenas condiciones
- ♣ Espaciar los contenedores para facilitar su inspección. Además de simplificar la comprobación del estado de tanques con material inflamable. Se reduce el riesgo de residuos y emisiones
- ♣ Almacenarse en lugares libres de humedad La materia prima como lo son los metales (acero AISI 1020) sobre plataformas de tal manera que no exista posible contacto entre el metal con sustancias que van desde el agua hasta sustancias que podrían corroer el material en casos particulares de derrames accidentales
- ♣ Seguir normativa relativa para el almacenamiento de productos y sustancias peligrosas debidamente separadas y señalizadas, con medios de extinción cercanos, protegidos de temperaturas extremas.

ENERGÍA

- ♣ Utilizar de manera óptima la fresadora de forma que no se desperdicie energía en cortes o perforaciones innecesarias
- ♣ La calibración y mantenimiento de los equipos para ahorrar energía y genera un producto de mayor calidad en el corte de metales.

PROCESO

- ♣ Asegurarse que todo esté en orden antes de la utilización
- ♣ Portar la vestimenta adecuada para poder realizar la práctica
- ♣ Cortar las piezas que van a ser fresadas de forma tal que el tamaño sea el adecuado para no producir desperdicios extra a la práctica.

ÁREA DE TRABAJO

- ♣ Uso de vestimenta adecuada al estar dentro de las instalaciones
- ♣ Leer previo a la práctica la guía de laboratorio para el uso correcto del torno.

RESIDUOS (VIRUTA, TALADRINA Y PIEZAS TERMINADAS Y SEMI-TERMINADAS) Y DESTINO FINAL

- ♣ Sellar los contenedores de los residuos peligrosos siempre que sea posible para evitar su derrame en el transporte de un sitio a otro, más que todos aquellos que sean fluidos y altamente inflamables
- ♣ Almacenar las virutas con taladrina y darle el tratamiento de drenado, sedimentación, centrifugación para separación de aceites y por último evaporar el agua para que quede solo taladrina
- ♣ Reutilización en lo posible de la taladrina
- ♣ Secar las virutas luego del proceso de drenado de taladrina y luego almacenar adecuadamente
- ♣ Donar piezas terminadas, semi-terminadas, virutas, chatarrería, a la ASEIM o a una fundidora cuando se hagan visitas cuando ya se tenga una cantidad considerable

- ♠ Gestionar el envío de los aceites contaminados a una empresa que los trate de manera adecuada para un adecuado proceso para estos desechos.

PROPUESTA DE MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS MEDIO AMBIENTALES EN LOS LABORATORIOS DE TALADRADO

Objetivo: hacer uso de las buenas prácticas medioambientales propuestas el proceso de taladrado.

ALMACENAMIENTO

- ♣ Revisión periódicas de las materias primas con el fin de que estén en buenas condiciones de almacenamiento
- ♣ Revisión de las cantidades consumidas con objeto de optimizar las cantidades almacenadas asegurando la demanda de material por los estudiantes en los respectivos laboratorios
- ♣ Analizar la política de compra para adecuarla al consumo real, particularmente la de los productos susceptibles de caducar, con objeto de evitar su caducidad
- ♣ Organización del almacenamiento, particularmente de los productos susceptibles de caducar, con la finalidad de asegurar que los productos estén disponibles, accesibles y en buenas condiciones
- ♣ Espaciar los contenedores para facilitar su inspección. Además de simplificar la comprobación del estado de tanques con material inflamable. Se reduce el riesgo de residuos y emisiones
- ♣ Almacenarse en lugares libres de humedad La materia prima como lo son los metales (acero AISI 1020) sobre plataformas de tal manera que no exista posible contacto entre el metal con sustancias que van desde el agua hasta sustancias que podrían corroer el material en casos particulares de derrames accidentales
- ♣ Seguir normativa relativa para el almacenamiento de productos y sustancias peligrosas debidamente separadas y señalizadas, con medios de extinción cercanos, protegidos de temperaturas extremas.

ENERGÍA

- ♣ Utilizar de manera óptima el taladro de forma que no se desperdicie energía en cortes o perforaciones innecesarias
- ♣ La calibración y mantenimiento de los equipos para ahorrar energía y genera un producto de mayor calidad en el corte de metales.

PROCESO

- ♣ Asegurarse que todo esté en orden antes de la utilización
- ♣ Portar la vestimenta adecuada para poder realizar la práctica
- ♣ Cortar las piezas que van a ser fresadas de forma tal que el tamaño sea el adecuado para no producir desperdicios extra a la práctica.

ÁREA DE TRABAJO

- ♣ Uso de vestimenta adecuada al estar dentro de las instalaciones
- ♣ Leer previo a la práctica la guía de laboratorio para el uso correcto del taladro.

RESIDUOS (VIRUTA, TALADRINA Y PIEZAS (ERMINADAS Y SEMI-TERMINADAS) Y DESTINO FINAL

- ♣ Sellar los contenedores de los residuos peligrosos siempre que sea posible para evitar su derrame en el transporte de un sitio a otro, más que todos aquellos que sean fluidos y altamente inflamables
- ♣ Almacenar las virutas con taladrina y darle el tratamiento de drenado, sedimentación, centrifugación para separación de aceites y por último evaporar el agua para que quede solo taladrina
- ♣ Reutilización en lo posible de la taladrina
- ♣ Secar las virutas luego del proceso de drenado de taladrina y luego almacenar adecuadamente
- ♣ Donar piezas terminadas, semi-terminadas, virutas, chatarrería, a la ASEIM o a una fundidora cuando se hagan visitas cuando ya se tenga una cantidad considerable

- ♠ Gestionar el envío de los aceites contaminados a una empresa pertinente para un adecuado proceso para estos desechos.

PROPUESTA DE MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS MEDIO AMBIENTALES EN LOS LABORATORIOS DE PROCESOS DE SOLDADURAS

Objetivo: hacer uso de las normas adecuadas de vestimenta y seguridad para garantizar un mejor ambiente laboral en las prácticas de soldadura.

ALMACENAMIENTO

- ♣ Gestionar de manera adecuada lo que se necesitara en un periodo de tiempo adecuado de manera que no se compre más materia prima que podría después de cierto tiempo perder calidad o degradarse
- ♣ Tomar precauciones con los aceites para que no entren en contacto con chispas generadas de los procesos de soldadura
- ♣ Guardar materia prima en estantes adecuados
- ♣ Organización del almacenamiento, particularmente de los productos susceptibles de caducar, con la finalidad de asegurar que los productos estén disponibles, accesibles y en buenas condiciones
- ♣ almacenamiento de electrodos, hilos y fluxes para soldadura debe realizarse en un lugar seco. Si absorben humedad pueden dar lugar a poros y/o proyecciones con su posterior retrabajo que genera chatarras y desperdicios. Es una buena práctica extraer del almacén sólo las cantidades que se van a utilizar en la jornada laboral
- ♣ Revisar la integridad de los tanques de almacenamiento de gases para soldadura (oxígeno, argón, nitrógeno, CO₂, entre otros), así como el estado de los aparatos de medida para evitar pérdidas en las instalaciones.

ENERGÍA

- ♣ Calibrar y mantenimiento de los equipos ahorra energía y genera un producto de mayor calidad en el corte de metales

- ♣ Preparar piezas que serán soldadas reduce la posible corrección de las soldaduras por contaminantes como grasas. Esto implica gasto innecesario de energía.

PROCESO

- ♣ Evitar la mala utilización y el derroche de materias primas
- ♣ Aprovechar al máximo las materias; y evitar, en lo posible, soldar materiales impregnados con sustancias que produzcan emisiones tóxicas o peligrosas
- ♣ Trabajar lo más posible bajo la normalización establecida en cada proceso
- ♣ Comprobar el estado de tanques con material inflamable. Se reduce el riesgo de residuos y emisiones o algún tipo de percance a raíz de ello.

ÁREA DE TRABAJO

- ♣ Etiquetar las sustancias peligrosas que se manejan contribuye a evitar contaminaciones y reduce el riesgo de accidentes laborales
- ♣ Utilizar la vestimenta adecuada a la práctica, caretas de protección con cristales número 11 y 12 (120 A), se tintan de tono verde o azul y están clasificados según diferentes normas, mascarilla guantes, mangas, peto, botas, polainas, capucha, ropa resistente al calor como pueden ser pantalones y camisas especiales o el muy conocido overall.

RESIDUOS (HUMOS, ESCORIA, PIEZAS DESECHADAS)

- ♣ Utilizar extractor de humos para reducir contaminación para el personal y ambiente
- ♣ Almacenar de en un recipiente adecuado y debidamente sellado.

DESTINO FINAL DE RESIDUOS

- ♠ Donar a una fundidora cuando se hagan visitas técnicas que se hacen a ella a lo largo del año, de esta manera se evacuan piezas que luego se podrían oxidar dentro de los laboratorios
- ♠ Donar a la asociación de estudiantes ya sea piezas terminadas o no terminadas para que ellos las puedan vender y de esta manera obtener una fuente de ingresos extra para la asociación para el beneficio de los estudiantes.

PROPUESTA DE MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS MEDIO AMBIENTALES EN LOS LABORATORIOS DE FUNDICIÓN Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Objetivo: hacer uso de las buenas prácticas medioambientales propuestas para el proceso de fundición y tratamientos térmicos.

ALMACENAMIENTO

- ♣ Revisión periódicas de las materias primas con el fin de que estén en buenas condiciones de almacenamiento
- ♣ Los depósitos contenedores de aceites de procesos de temple deben de estar debidamente sellados luego de su utilización
- ♣ Revisión de las cantidades consumidas con objeto de optimizar las cantidades almacenadas asegurando la demanda de material por los estudiantes en los respectivos laboratorios
- ♣ Analizar la política de compra para adecuarla al consumo real, particularmente la de los productos susceptibles de caducar, con objeto de evitar su caducidad
- ♣ Organización del almacenamiento, particularmente de los productos susceptibles de caducar, con la finalidad de asegurar que los productos estén disponibles, accesibles y en buenas condiciones
- ♣ Almacenarse en lugares libres de humedad La materia prima como lo son los metales (acero AISI 1020) sobre plataformas de tal manera que no exista posible contacto entre el metal con sustancias que van desde el agua hasta sustancias que podrían corroer el material en casos particulares de derrames accidentales
- ♣ Seguir normativa relativa para el almacenamiento de productos y sustancias peligrosas debidamente separadas y señalizadas, con medios de extinción cercanos, protegidos de temperaturas extremas.

ENERGÍA

- ♣ Aprovechar al máximo las propiedades de los aceites en los temple y una vez estos aceites pierdan sus propiedades características cambiarlos
- ♣ Revisar que el horno este trabajando a las condiciones adecuadas y este correctamente conectado.

PROCESO

- ♣ Evitar la mala utilización y el derroche de materias primas
- ♣ Aprovechar al máximo las materias; y evitar, en lo posible derramar sustancias relacionadas a los procesos de temple o fundición
- ♣ Trabajar lo más posible bajo la normalización establecida en cada proceso.

ÁREA DE TRABAJO

- ♣ Utilizar la vestimenta adecuada en las prácticas de fundición o tratamientos térmicos
- ♣ Mantener limpia el área de trabajo para evitar caídas o tropezones con materiales o sustancias para evitar percances
- ♣ Etiquetar las sustancias peligrosas que se manejan contribuye a evitar contaminaciones y reduce el riesgo de accidentes laborales.

RESIDUOS (VIRUTA, TALADRINA, PIEZAS (TERMINADAS, SEMI-TERMINADAS)

- ♣ Donar a una fundidora cuando se hagan visitas en las visitas técnicas que se hacen a ella a lo largo del año, de esta manera se evacuan piezas que luego se podrían oxidar dentro de los laboratorios
- ♣ Donar a la asociación de estudiantes ya sea piezas terminadas o no terminadas para que ellos las puedan vender y de esta manera obtener

una fuente de ingresos extra para la asociación para el beneficio de los estudiantes

- ♣ Gestionar adecuadamente para que los aceites y todas sustancias peligrosas sean enviadas a la planta de tratamientos de alguna empresa que garantice un adecuado tratamiento y de esta manera se les dé un tratamiento adecuado.