

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

MAESTRÍA EN DISEÑO MECÁNICO

(II COHORTE)

Tema: ANÁLISIS DEL MANEJO DE DESECHO DE VIRUTA METÁLICA EN LA INDUSTRIA METAL - MECÁNICA DEL CANTÓN CEVALLOS PARA ESTABLECER LOS MECANISMOS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DEL SUELO CONTAMINADO.

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Diseño Mecánico

Autor: Ingeniero Santiago Rodrigo Bonilla Parra

Ambato – Ecuador

2018

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por el Ing. Juan Enrique Garcés Chávez, Mg., e integrado por los señores: Ing. Luis Eduardo Escobar Luna, Magister, Ing. Santiago Paúl Cabrera Anda, Magister, Ing. Alejandra Marlene Lascano Moreta, Magister, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “ANÁLISIS DEL MANEJO DE DESECHO DE VIRUTA METÁLICA EN LA INDUSTRIA METAL – MECÁNICA DEL CANTÓN CEVALLOS PARA ESTABLECER MECANISMOS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DEL SUELO CONTAMINADO”, elaborado y presentado por el señor Ing. Santiago Rodrigo Bonilla Parra, para optar por el Grado Académico de Magister en Diseño Mecánico; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Juan Enrique Garcés Chávez, Mg.
Presidente del Tribunal

Ing. Luis Eduardo Escobar Luna, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Santiago Paúl Cabrera Anda, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Alejandra Marlene Lascano Moreta, Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “ANÁLISIS DEL MANEJO DE DESECHO DE VIRUTA METÁLICA EN LA INDUSTRIA METAL – MECÁNICA DEL CANTÓN CEVALLOS PARA ESTABLECER MECANISMOS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DEL SUELO CONTAMINADO”, le corresponde exclusivamente a: Ing. Santiago Rodrigo Bonilla Parra, Autor bajo la Dirección del Ing. Cristian Fabián Pérez Salinas Magister, Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Santiago Rodrigo Bonilla Parra

c.c.1803969698

AUTOR

Ing. Cristian Fabián Pérez Salinas, Magister

c.c. 1803371408

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



Ing. Santiago Rodrigo Bonilla Parra

c.c.1803969698

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	xii
DEDICATORIA	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
EXECUTIVE SUMMARY	xv
<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
CAPÍTULO I	2
1. EL PROBLEMA	2
1.1 Tema:	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.2.1 Contextualización	2
1.2.2 Análisis Crítico	7
1.2.3 Prognosis	7
1.2.4 Formulación del Problema	8
1.2.5 Preguntas Directrices	8
1.2.6 Delimitación del Problema	8
1.3 Justificación	9
1.4 Objetivos General y Específicos de la Investigación	10
1.4.1 Objetivo General	10
1.4.2 Objetivos Específicos	10
CAPÍTULO II	12
2. MARCO TEÓRICO	12
2.1 Antecedentes Investigativos	12
2.1.1 Antecedentes	12
2.2 Fundamentación Filosófica	13
2.3 Fundamentación legal	13
2.4 Fundamentación Teórica	14
2.4.1 Introducción	14
2.4.2 Procesos de Manufactura	15
2.4.3 Procesos de deformación	17
2.4.4 Sistemas de gestión medioambiental	18
2.5 Categorías fundamentales	24
2.6 Hipótesis	24
2.7 Señalamiento de variables	24
2.7.1 Variable Independiente	24
2.7.2 Variable Dependiente	24
CAPÍTULO III	25
3. METODOLOGÍA	25
3.1 Enfoque	25
3.2 Modalidad Básica de la Investigación.	25
3.2.1 De campo	25
3.2.2 Bibliográfica	26
3.2.3 Experimental	26

3.3 Nivel o tipo de investigación	26
3.3.1 Exploratorio.....	26
3.3.2 Descriptivo	27
3.3.3 Explicativo	27
3.4 Población y muestra	27
3.5 Operacionalización de Variables	28
3.5.1 Variable Independiente.....	28
3.5.2 Variable Dependiente.....	29
3.6 Recolección de la Información	30
3.7 Procesamiento y análisis	30
3.7.1 Plan de procesamiento de la información	30
3.7.2 Plan de análisis e interpretación de resultados.....	30
CAPÍTULO IV	31
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	31
4.1 Análisis de los resultados	31
4.1.1 Análisis de los resultados del proceso interno de la industria metalmecánica del cantón Cevallos	33
4.1.2 Análisis de los resultados del proceso interno de los depósitos de chatarra donde la industria metalmecánica del cantón Cevallos vende sus residuos.	45
4.1.3 Análisis de los resultados de laboratorio obtenidos de las muestras de suelos en estudio.	50
4.2 Interpretación de los resultados.....	60
4.2.1 Análisis estadístico de los resultados	61
4.3 Verificación de la hipótesis	71
4.3.1 Hipótesis	71
4.3.2 Comprobación de la hipótesis	71
CAPÍTULO V	73
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
5.1 Conclusiones	73
5.2 Recomendaciones	75
CAPÍTULO VI	77
6. PROPUESTA.....	77
6.1 Datos informativos	77
6.2 Antecedentes de la propuesta	77
6.3 Justificación	78
6.4 Objetivos	79
6.4.1 Objetivo general	79
6.4.2 Objetivos específicos	79
6.5 Análisis de factibilidad.....	79
6.6 Fundamentación teórica	80
6.6.1 Sistemas de Separación de viruta metálica del suelo.	80
6.7 Metodología	82
6.8 Desarrollo de la propuesta.....	82
6.8.1 Datos iniciales	82
6.8.2 Lineamientos.....	84
6.8.3 Diseño del electroimán.....	84
6.8.4 Diseño de la estructura	92
6.8.5 Manual de operación.....	101
6.8.6 Actividades de mantenimiento.	102
6.9 Administración	102
6.9.1 Presupuesto	102
6.9.2 Planeación	102

6.9.3 Organización	103
6.9.4 Dirección	103
6.9.5 Control	103
6.10 Previsión de la evaluación	103
6.10.1 Metodología utilizada para la toma de datos	104
6.10.2 Resultado de las pruebas	104
6.10.3 Observación técnica	104
6.11 Conclusiones de la propuesta	104
6.12 Recomendaciones de la propuesta	105
BIBLIOGRAFÍA	106
ANEXOS	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Sitios contaminados en México.....	5
Figura 1.2 Mancomunidades para la gestión integral de residuos sólidos en Tungurahua...7	7
Figura 2.1 Clasificación de procesos de manufactura.....	16
Figura 4.1 Análisis SEM de muestra HG-08.....	54
Figura 4.2 Análisis SEM de muestra HG-12.....	55
Figura 4.3 Análisis SEM de muestra TN-02.....	56
Figura 4.4 Análisis SEM de muestra TN-10.....	57
Figura 4.5 Análisis SEM de muestra MM-01.....	57
Figura 4.6 Análisis SEM de muestra MM-01.....	58
Figura 4.7 Análisis SEM de muestra MM-08.....	59
Figura 6.1 Modelo de electroimán.....	89
Figura 6.2 Flujo magnético de electroimán.....	89
Figura 6.3 Distribución tipo- de viruta.....	90
Figura 6.4 Incidencia de campo magnético en viruta.....	90
Figura 6.5 Fuerza magnetomotriz Vs distancia.....	91
Figura 6.6 Modelo de separador de residuos de viruta metálica.....	92
Figura 6.7 Mallado del separador de viruta metálica.....	93
Figura 6.8 Diagrama de cuerpo libre de eje.....	94
Figura 6.9 Análisis de tensiones dentro de parámetros aceptables.....	95
Figura 6.10 Análisis de desplazamientos dentro de parámetros aceptables.....	96
Figura 6.11 Análisis de deformaciones unitarias dentro de parámetros aceptables.....	96
Figura 6.12 Análisis de factor de seguridad.....	97
Figura 6.13 Modelo de paleta de imanes.....	97
Figura 6.14 Aplicación de cargas y restricciones en puntos de apoyo.....	98
Figura 6.15 Mallado del modelo.....	98
Figura 6.16 Análisis de tensiones dentro de parámetros aceptables.....	99
Figura 6.17 Análisis de desplazamientos dentro de parámetros aceptables.....	99
Figura 6.18 Análisis de deformaciones unitarias dentro de parámetros aceptables.....	100
Figura 6.19 Análisis de factor de seguridad.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Recomendaciones acerca de la aplicabilidad de los patrones de muestreo.....	20
Tabla 2.2 Profundidad del muestreo según el uso del suelo.....	21
Tabla 2.3 Recipientes, temperatura de preservación y tiempo de conservación de muestras ambientales para los análisis correspondientes.....	21
Tabla 2.4 Algunos diseños de muestreo de suelo y su elevación por número de muestras, precisión, exactitud y sus aplicaciones.....	22
Tabla 2.5 Criterios de calidad del suelo.....	23
Tabla 4.1 Metalmecánicas del cantón Cevallos.....	32
Tabla 4.2 Matriz de Leopold aplicada a la industria metalmecánica del cantón Cevallos...	34
Tabla 4.3 Tipo de propiedad donde opera la industria metalmecánica.....	35
Tabla 4.4 Tipo de zona donde opera la industria metalmecánica.....	35
Tabla 4.5 Tipo de material con el cual la industria metalmecánica del cantón Cevallos labora.....	36
Tabla 4.6 Peso promedio en Kg de materia prima que adquiere mensualmente las diferentes industrias metalmecánicas del cantón Cevallos.....	37
Tabla 4.7 Peso promedio en Kg de chatarra generada mensualmente por las diferentes industrias metalmecánicas del cantón Cevallos.....	37
Tabla 4.8 Mecanismos de cuidado básicos para evitar la oxidación de la materia prima en las diferentes industrias metalmecánicas del cantón Cevallos.....	38
Tabla 4.9 Procesos de manufactura que las diferentes industrias metalmecánicas del cantón Cevallos realizan.....	39
Tabla 4.10 Dimensiones de chatarra generada en las diferentes industrias metalmecánicas del cantón Cevallos.....	40
Tabla 4.11 Dimensiones de chatarra generada en las diferentes industrias metalmecánicas del cantón Cevallos.....	40
Tabla 4.12 Disposición de los residuos metalmecánicos en las diferentes industrias metalmecánicas del cantón Cevallos.....	41
Tabla 4.13 Modo de transporte de los residuos metálicos en las diferentes industrias metalmecánicas del cantón Cevallos.....	42
Tabla 4.14 Almacenaje de los residuos metálicos en los diferentes depósitos de chatarra a los que vende la industria metalmecánica del cantón Cevallos.....	43
Tabla 4.15 Plan de manejo ambiental existente en la industria metalmecánica del cantón	

Cevallos.....	44
Tabla 4.16 Tipo de terreno donde se sitúa el depósito de chatarra.....	45
Tabla 4.17 Tipo de zona donde se sitúa el depósito de chatarra.....	46
Tabla 4.18 Tipo de infraestructura aledañas a los depósitos de chatarra.....	47
Tabla 4.19 Peso promedio mensual de compra de chatarra por parte de los depósitos de chatarra.....	47
Tabla 4.20 Peso promedio mensual de compra de viruta o limalla por parte de los depósitos de chatarra.....	48
Tabla 4.21 Tipo de almacenamiento de chatarra y viruta o limalla por parte de los depósitos de chatarra.....	49
Tabla 4.22 Concentraciones de metales pesados en los suelos de los depósitos de chatarra y terrenos aledaños.....	52
Tabla 4.23 Diferencia de humedad y densidad entre suelo contaminado y un suelo agrícola aledaño.....	60
Tabla 4.24 Procesamiento de casos en ex - depósito de chatarra mediante programa SPSS.....	62
Tabla 4.25 Prueba de normalidad en muestras de ex – depósito de chatarra mediante programa SPSS.....	62
Tabla 4.26 Determinación de normalidad en muestras de ex – depósito de chatarra mediante programa SPSS.....	63
Tabla 4.27 Medias de muestras de ex – depósito de chatarra mediante programa SPSS...	63
Tabla 4.28 Determinación de P-valor de muestras relacionadas de ex – depósito de chatarra mediante programa SPSS.....	64
Tabla 4.29 Determinación de hipótesis aceptada de ex – depósito de chatarra mediante programa SPSS.....	64
Tabla 4.30 Procesamiento de casos en depósito de chatarra Max Metal mediante programa SPSS.....	65
Tabla 4.31 Prueba de normalidad en muestras de depósito de chatarra Max Metal mediante programa SPSS.....	65
Tabla 4.32 Determinación de normalidad en muestras de depósito de chatarra Max Metal mediante programa SPSS.....	66
Tabla 4.33 Medias de muestras de depósito de chatarra Max Metal mediante programa SPSS.....	66
Tabla 4.34 Determinación de P-valor de muestras relacionadas de depósito de chatarra	

Max Metal mediante programa SPSS.....	67
Tabla 4.35 Determinación de hipótesis aceptada de depósito de chatarra Max Metal mediante programa SPSS.....	67
Tabla 4.36 Procesamiento de casos en depósito de chatarra Tungurahua mediante programa SPSS.....	68
Tabla 4.37 Prueba de normalidad en muestras de depósito de chatarra Tungurahua mediante programa SPSS.....	68
Tabla 4.38 Determinación de normalidad en muestras de depósito de chatarra Tungurahua mediante programa SPSS.....	69
Tabla 4.39 Medias de muestras de depósito de chatarra Tungurahua mediante programa SPSS.....	69
Tabla 4.40 Determinación de P-valor de muestras relacionadas de depósito de chatarra Tungurahua mediante programa SPSS.....	70
Tabla 4.41 Determinación de hipótesis aceptada de depósito de chatarra Tungurahua mediante programa SPSS.....	70
Tabla 6.1 Valorización de los métodos de separación de partículas metálicas.....	81
Tabla 6.2 Peso promedio diario de residuo de viruta metálica y polvo generado en la industria metalmecánica del cantón Cevallos.....	83
Tabla 6.3 Propiedades magnéticas de materiales.....	84
Tabla 6.4 Características de alambres magneto redondos.....	85
Tabla 6.5 Dimensionamiento del electroimán.....	88
Tabla 6.6 Incidencia de la fuerza magnetomotriz.....	91
Tabla 6.7 Presupuesto de propuesta.....	102

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar mis pasos, a mi familia por ser un apoyo incondicional, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, a sus autoridades, personal administrativo, docentes de la Maestría de Diseño Mecánico II Cohorte, y de manera especial al Ing. Mg. Cristian Pérez, quién con gran ética y profesionalismo supo dirigir el buen desarrollo del presente trabajo de investigación.

Agradezco también a la industria metalmecánica del cantón Cevallos por permitirme desarrollar la presente investigación en sus instalaciones, al Cuerpo de Ingenieros del Ejército, SECOB, Universidad Técnica de Ambato quienes me facilitaron el desarrollo de los distintos análisis de laboratorio.

DEDICATORIA

A Dios por brindarme sabiduría, paciencia, salud y fortaleza para alcanzar todos mis objetivos planteados.

A mis padres, Luis Bonilla y Lilia Parra por ser mi ejemplo de humildad, amor, entrega, ética y profesionalismo al desarrollar toda actividad.

A mis hermanos, hermanas, sobrinos, sobrina por ser una fuente de apoyo moral y estar siempre expectantes de mis logros.

A mis profesores, compañeros y amigos de quienes recibí ayuda de un valor incalculable.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
MAESTRÍA EN DISEÑO MECÁNICO

TEMA:

“ANÁLISIS DEL MANEJO DE DESECHO DE VIRUTA METÁLICA EN LA INDUSTRIA METAL – MECÁNICA DEL CANTÓN CEVALLOS PARA ESTABLECER MECANISMOS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DEL SUELO CONTAMINADO”

AUTOR: Ing. Santiago Rodrigo Bonilla Parra

DIRECTOR: Ing. Cristian Fabián Pérez Salinas, Magister

FECHA: Julio 24, 2018

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se basa en el estudio del manejo de desechos de residuos de viruta metálica en la industria metalmeccánica del cantón Cevallos, su recolección y disposición final y así evidenciar el impacto ambiental que generan al suelo. Por ello, se parte de la composición química de la materia prima empleada en mencionada industria para determinar los elementos que constituyen contaminantes al suelo de acuerdo a los parámetros de calidad del suelo, establecidos en el Texto Unificado de Legislación Superior del Medio Ambiente (TULSMA).

Se pudo determinar que la disposición final de los residuos de viruta metálica provenientes de la industria metalmeccánica del Cantón Cevallos, son los depósitos de chatarra ubicados en la ciudad de Ambato, de forma específica en los depósitos: Max Metal, Eco Reciclaje, Tungurahua y Huachi Grande; sitios en los cuales se comprobó que existe un residual de viruta depositada en el suelo.

Para conocer el porcentaje de concentración de metales pesados presentes en estos suelos, se empleó el método de absorción atómica por llama y para determinar la morfología se requirió el empleo de un microscopio electrónico de barrido.

De los análisis realizados se pudo determinar que la concentración de metales pesados en estos suelos oscilan entre: (99-299)ppm Cr, (58-3000)ppm Cu, (19-60)ppm Ni, (299-998)ppm Mn siendo superiores tanto a los detectados en suelos aledaños como a los máximos permisibles por TULSMA de 54ppm Cr, 25ppm Cu, 19ppm Ni.

Finalmente, como propuesta de control y prevención, se diseñó un sistema de separación de viruta metálica basado en el magnetismo, que de acuerdo al análisis realizado, fue el más propicio para esta industria. El sistema diseñado está orientado para ser utilizado en la industria metalmeccánica del cantón Cevallos, ya que es en este punto donde se puede tener mayor control del elemento contaminante, mencionado mecanismo tiene una capacidad de carga de 4Kg, 12 electroimanes que producen 5.07Kgf cada uno, teniendo un total de 60Kgf con lo cual se podría atrapar cerca del 100% de viruta presente en los 4Kg de carga.

Descriptores: Residuo de viruta metálica, impacto ambiental, suelo, metales pesados, TULSMA, absorción atómica, microscopio SEM, separador de viruta metálica, magnetismo, elemento contaminante.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING
MASTERY IN MECHANICAL DESIGN

THEME:

"ANALYSIS OF THE METAL CHIP DROSS MANAGEMENT IN THE METALMECHANICAL INDUSTRY OF CEVALLOS TOWN TO ESTABLISH MECHANISMS FOR THE PREVENTION AND CONTROL OF CONTAMINATED SOIL"

AUTHOR: Eng. Santiago Rodrigo Bonilla Parra

DIRECTED BY: Eng. Cristian Fabián Pérez Salinas

DATE: July 24th, 2018

EXECUTIVE SUMMARY

The investigation is based on the study of the dross management of metal chip waste in the metal-mechanic industry of the Cevallos town, its collection and final disposal and thus demonstrate the environmental impact they generate to the soil. Therefore, part of the chemical composition of the raw material used in said industry to determine the elements that constitute pollutants to the soil according to the parameters of soil quality, established in the Unified Text of Higher Environmental Legislation (TULSMA) .

It was determined that the final disposal of metal chip waste from the metal-mechanic industry of Cevallos town, are the scrap deposits located in Ambato city, specifically in the deposits: Max Metal, Eco Recycling, Tungurahua and Huachi Grande; sites in which it was proved that there is a residual of metal chips deposited in the soil.

To know the percentage concentration of heavy metals present in these soils, the method of atomic absorption by flame was used and to determine the morphology the use of a scanning electron microscope was required.

From the analyzes carried out, it was determined that the concentration of heavy metals in these soils ranges from: (99-299) ppm Cr, (58-3000) ppm Cu, (19-60) ppm Ni, (299-998) ppm Mn being superior both to those detected in adjacent soils and to the maximum allowable by TULSMA of 54ppm Cr, 25ppm Cu, 19ppm Ni.

Finally, as a control and prevention proposal, a metal chip separation system based on magnetism was designed, which according to the analysis was the most suitable for this industry. The designed system is oriented to be used in the metal-mechanic industry of the Cevallos town, since it is at this point where it can have greater control of the contaminating element, mentioned mechanism has a loading capacity of 4Kg, 12 electromagnets that produce 5.07Kgf each one, having a total of 60Kgf.

Keywords: Metal chip waste, environmental impact, soil, heavy metals, TULSMA, atomic absorption, SEM microscope, metal chip separator, magnetism, polluting element.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación “Análisis del manejo de desecho de viruta metálica en la industria metal – mecánica del cantón Cevallos para establecer los mecanismos de prevención y control del suelo contaminado” es de gran importancia para minimizar la contaminación del medio ambiente ya que se enfoca en el control del medio contaminante en la fuente de su generación.

Para lo cual se realiza un estudio donde se determina la concentración de metales pesados en el suelo provenientes de los residuos de viruta metálica y se los compara con los parámetros de calidad del suelo establecidos en el acuerdo ministerial número 061 del Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador.

En el capítulo I, se encuentra el problema con su respectivo planteamiento, contextualización, análisis crítico, pronóstico, justificativos y el planteamiento de objetivos.

En el capítulo II, se puede encontrar el marco teórico con los antecedentes, los fundamentos filosóficos, legales y teóricos; además de ello, se plantea la hipótesis y el señalamiento de variables.

En el capítulo III, se detalla la metodología con la modalidad de investigación, población y operacionalización de las variables.

En el capítulo IV se realiza el análisis e interpretación de resultados de la investigación, adicional se verifica la hipótesis mediante un análisis estadístico y la comparación con los parámetros establecidos en la normativa TULSMA.

En el capítulo V se encuentra las conclusiones y recomendaciones.

En el capítulo VI, se describe la propuesta planteada, con sus antecedentes, objetivos, justificación, análisis de factibilidad, fundamentación teórica, diseño, análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I.

1. EL PROBLEMA

1.1 Tema:

“Análisis del manejo de desecho de viruta metálica en la industria metal-mecánica del Cantón Cevallos para establecer los mecanismos de prevención y control del suelo contaminado”

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

A través del tiempo el aporte de los materiales para la evolución del hombre ha sido de vital importancia tanto así que inclusive al tiempo se lo ha denominado por edades de acuerdo al material predominante teniendo la edad de piedra (3500 A.C.), edad del bronce (3500 A.C. al 1000 A.C.) y la edad del hierro (1000 A.C. al 100 D.C.).[9]

Si bien es cierto que la aparición de los materiales ha permitido que el hombre evolucione su intelecto, también los materiales han evolucionado gracias al hombre, siendo de esta manera que a partir de la Segunda Guerra Mundial se crearon aleaciones de alta temperatura, materiales compuestos, tratamientos para mejorar las propiedades de los metales, etc.

Con la aparición de los materiales, el hombre también ha creado herramientas para poder forjarlos hasta lograr la forma o configuración que desea; siendo en este preciso proceso que se genera gran cantidad de desperdicio de material, el cual con el transcurrir del tiempo ya se lo está reutilizando en cierto porcentaje.

Los desperdicios generados en el área de la metalmecánica (chatarra), generan una gran pérdida tanto para las empresas como para el medio ambiente, y es por ese motivo que en afán de disminuir tiempos de producción se crearon herramientas de precisión que a la par a disminuido la cantidad de chatarra generada.

Con la intervención de las herramientas se genera material particulado que prácticamente se destina al suelo contaminando el medio ambiente.

Con el avance tecnológico la cantidad de industrias se incrementa y por ende la contaminación ambiental por este medio de igual manera, es por ello que ya en varios países se han tomado medidas en son de prevenir o disminuir el impacto ambiental que estas empresas generan.

De las 102 principales enfermedades, grupos de enfermedades y traumatismos que cubre el Informe sobre la salud en el mundo de 2004, los factores de riesgo ambientales contribuyeron a la carga de morbilidad en 85 categorías. La fracción de la morbilidad atribuible específicamente al medio ambiente variaba de manera notable entre las diferentes enfermedades. Se calcula que en todo el mundo el 24% de la carga de morbilidad (años de vida sana perdidos) y aproximadamente el 23% de todas las defunciones (mortalidad prematura) eran atribuibles a factores ambientales. En los niños de 0 a 14 años, el porcentaje de muertes que podían atribuirse al medio ambiente era de hasta un 36%. Había grandes diferencias entre regiones en la contribución del medio ambiente a las diversas enfermedades, debido a diferencias en la exposición ambiental y el acceso a la

atención sanitaria entre las diversas regiones. Por ejemplo, aunque el 25% de todas las muertes registradas en las regiones en desarrollo eran atribuibles a causas ambientales, en las regiones desarrolladas sólo el 17% de las muertes se atribuían a estas causas [17]

En México, en el año 2015, el Inventario Nacional Forestal y de Suelos de la Comisión Nacional Forestal reporta que el 42.5% de la superficie de México, presenta degradación inducida por el ser humano. “Un suelo no saludable puede ser un suelo contaminado con metales pesados, contaminado con plaguicidas, con radioactividad, ese es un suelo pobre porque le puede transmitir enfermedades o puede causar que las plantas no se desarrollen adecuadamente y una planta enferma no la podemos comer”... “Los suelos no nos van a durar para siempre (...) al ser un recurso no renovable, su conservación es fundamental para nosotros porque de eso depende la seguridad alimentaria de cualquier nación” señaló la maestra Alejandra Alvarado durante la Conferencia “Luz solar y suelo: binomio perfecto”[12]. Entre las principales causas que pueden provocar la contaminación de un sitio están: 1) la disposición inadecuada de RSU, RP y RME en terrenos baldíos, bodegas, almacenes y patios de las industrias; 2) fugas de materiales o RP de tanques y contenedores subterráneos, tuberías y ductos, así como de alcantarillados y drenajes industriales o públicos; 3) lixiviación de materiales en sitios de almacenamiento y donde se desarrollan actividades productivas, o bien, de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto; 4) derrames accidentales de sustancias químicas durante su transporte; 5) aplicación de sustancias químicas potencialmente tóxicas en el suelo, instalaciones y edificaciones; y 6) la descarga de aguas residuales que contienen RP y sustancias químicas potencialmente tóxicas sin tratamiento previo. Entre 2008 y 2013, se identificaron 627 sitios contaminados por emergencias ambientales, cuyos responsables involucrados en mayor porcentaje fueron los transportistas con 456 emergencias (72.7% del total registrado), seguidos por Pemex con 127 (20.3%) y por los ferrocarriles 12 (1.9%) [18]

Mapa 7.4.1.1 Sitios contaminados y registrados en el SISCO como pasivos ambientales por entidad federativa, 1995-2013



Figura 1.1 Sitios contaminados en México

Fuente: (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México, 2013)

En Chile, la industria ha tenido un gran crecimiento en los últimos años y con ello también se ha incrementado los problemas respecto a la contaminación ambiental, tanto en el aire, agua y suelo. La región Metropolitana es la que abarca la mayor parte de la actividad económica del país donde la base industrial es diversa, entre las que se encuentra la alimenticia, textiles, metales básicos, productos químicos, etc. Según el último informe realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), 11300 muertes por contaminación se producen en Chile cada año llegando a niveles de países como Australia, Bélgica, Reino Unido y Suiza. La amenaza es latente en la contaminación del aire, agua, suelos, exposición a productos químicos, radiación ultra violeta y los efectos del cambio climático que contribuyen a enfermedades cerebrovasculares, problemas cardiacos, tumores y enfermedades pulmonares. Es por esta razón que el 12% de las muertes en Chile es por ambientes contaminados [2]

Con el fin de formular y desarrollar una política ambiental tendiente a resolver todos estos problemas, la Comisión Nacional del Medio Ambiente – CONAMA, ha desarrollado una guía para el control y prevención de la contaminación industrial donde los rubros industriales estudiados han sido seleccionados en base a criterios tales como la representatividad dentro del sector manufacturero y los impactos ambientales que generan. Siendo de esta manera que CONAMA ha dispuesto una unidad específica para la coordinación de este proyecto siendo la Unidad de Residuos de CONAMA la encargada de ello. Existen varias Guías Técnicas para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial dependiendo de las diferentes actividades en las que la industria se divide; entre las guías mencionadas, tenemos la Guía Técnica para Taller Metalmecánico que engloba los parámetros para poder fiscalizar el buen manejo ambiental de los residuos generados por este grupo industrial. [19]

Tanto para los informes nacionales como internacionales, las estrategias para mejorar la situación de contaminación, va en contar con energías verdes, mejorar el transporte público, en lo sanitario fomentar el lavado de manos, la protección solar, combatir el tabaquismo y mejorar el sistema de reciclados. [2]

En Ecuador el Ministerio del Ambiente es el organismo encargado de la regularización de emisiones contaminantes hacia el medio ambiente, aproximadamente el 60% de los residuos que se producen diariamente corresponden a residuos orgánicos y 20% a residuos sólidos inorgánicos potencialmente reciclables, no obstante la manera de tratamiento de residuos sólidos se han resumido en rellenos sanitarios. En la provincia de Tungurahua se han creado mancomunidades para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, sin embargo, las mismas no cuentan con un centro de gestión y tampoco han presentado un estudio que de la viabilidad técnica de acuerdo a lo citado por el mismo ministerio. [14]



Figura 1.2 Mancomunidades para la Gestión Integral de residuos Sólidos en Tungurahua

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2018)

Es por ello que es necesario realizar el presente estudio y encontrar un método que permita la reducción de contaminación del suelo debido a los residuos sólidos.

1.2.2 Análisis Crítico

El Ecuador en su afán de cambiar la matriz productiva, requiere que las empresas generen productos de alta calidad y competencia a nivel mundial, sin embargo el crecimiento de la industria también da paso al crecimiento de la contaminación, por lo tanto el gobierno ha creado leyes ambientales que si bien es cierto ayudan al manejo de contaminantes dentro de la empresa; no toda la contaminación efectuada es tratada o el tratamiento de ciertos residuos resulta más contaminante que los propios residuos ya que al tratarse de metales, su procesamiento requiere de una gran cantidad de energía calorífica para su fundición y reciclaje; por tal motivo es necesario que la calidad de las cosas, se genere y evolucione desde el inicio de las operaciones para de esta manera reducir en lo posible el rechazo de los productos o crear un parque eco-industrial que minimice la contaminación.

1.2.3 Prognosis

Sin lugar a duda, el contar con procesos ambientales responsables en una empresa genera un incremento en la producción, en la calidad, disminución de rechazo, tiempo y sobre todo genera un posicionamiento comercial sólido que le permite mantenerse liderando el

mercado y abriendo nuevas plazas de trabajo y ventas. Sin embargo, el dejar de invertir en nuevos estudios que permitan que los residuos generados disminuyan su impacto ecológico, ocasiona que la empresa se oriente hacia un estado de envejecimiento y pierda espacio comercial que en lo posterior la llevará a grandes multas por ser una entidad contaminante.

1.2.4 Formulación del Problema

¿Cuál es la afectación ecológica que sufre el suelo frente al ataque de residuos metálicos como la viruta proveniente de la industria metalmeccánica en el cantón Cevallos?

1.2.5 Preguntas Directrices

¿Qué tipo de virutas metálicas son las generadas por la industria metalmeccánica del cantón Cevallos?

¿Qué metales provenientes de las virutas son los que llegan a contaminar el suelo?

¿Cuáles son las repercusiones que tiene la contaminación del suelo por estos residuos frente al bienestar social?

1.2.6 Delimitación del Problema

1.2.6.1 Delimitación Temporal

El presente estudio se lo realizará de Abril del 2018 a Agosto del 2018.

1.2.6.2 Delimitación espacial

El análisis del manejo de desechos de viruta metálica generados por la industria metalmeccánica del cantón Cevallos para establecer los mecanismos de prevención y control de la contaminación del suelo contaminado, se lo realizará en la Ciudad de Cevallos ubicada en la provincia de Tungurahua.

1.2.6.3 Delimitación de contenido

La presente investigación estará enfocada a la prevención de la contaminación del componente suelo por influencia de la viruta metálica, las cátedras que estarán ligadas a esta investigación serán: ciencias de los materiales, ecología industrial, metalurgia.

1.3 Justificación

El presente estudio tiene su grado de importancia y relevancia ya que nos permitirá comparar la caracterización del suelo antes y después de la contaminación por residuos sólidos provenientes de la industria metal mecánica, de igual manera al formular una propuesta que reduzca este efecto se podrá encaminar a la industria metalmeccánica en procesos que precautelen la ecología que los rodea.

Este análisis va a la vanguardia de la misión de las políticas del Estado Ecuatoriano que por intermedio del Ministerio del Ambiente en base al acuerdo ministerial N° 061 “REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA”, en su artículo 6 manifiesta “Toda obra, actividad o proyecto nuevo y toda ampliación o modificación de los mismos que pueda causar impacto ambiental, deberá someterse al Sistema Único de Manejo Ambiental, de acuerdo con lo que establece la legislación aplicable...”, en el artículo 28 menciona: “La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con este análisis determinar las medidas más efectivas para prevenir, controlar mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, enmarcado en lo establecido en la normativa ambiental aplicable. Para la evaluación de impactos ambientales se observa las variables ambientales relevantes de los medios o matrices, entre estos: a) Físico (agua, aire, suelo y clima)...”

De la misma manera en el artículo 47 “El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional y como tal, de interés público y sometido a la tutela Estatal, la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos y desechos peligrosos y/o especiales. El interés público y la tutela estatal sobre la materia implica la asignación de la rectoría y la tutela a favor de la Autoridad Ambiental Nacional para la emisión de las políticas sobre la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales. También implica, la responsabilidad extendida y compartida por toda la sociedad , con la finalidad de contribuir al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales, en todos los ámbitos de gestión, según lo definido y establecido por en este Libro y en particular en este Capítulo...” en cuanto a las responsabilidades del generador de residuos, el acuerdo establece en su artículo 60 que “Todo generador de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos debe: a) Tener la responsabilidad de su manejo hasta el momento en que son entregados al servicio de recolección y depositados en sitios autorizados que determine la autoridad competente.”

1.4 Objetivos General y Específicos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

- Evaluar el proceso de manejo de desecho de viruta metálica en la industria metalmecánica del cantón Cevallos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar el tipo de residuos sólidos depositados en el suelo por parte de la industria metalmecánica del cantón Cevallos.
- Determinar la concentración de metales pesados provenientes de la viruta metálica generada por mencionada industria.

- Establecer la línea base para el estudio de impacto ambiental y reducir el impacto ambiental del suelo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

2.1.1 Antecedentes

Un metal pesado es cualquier elemento químico metálico que tenga una alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones incluso muy bajas- Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse en diferentes cultivos Los metales pesados pueden incorporarse a un sistema de abastecimiento de agua por medio de residuos industriales que son vertidos sin previo tratamiento. La absorción de metales pesados por las plantas es generalmente el primer paso para la entrada de éstos en la cadena alimentaria. La absorción y posterior acumulación dependen en primera instancia del movimiento (movilidad de las especies) de los metales desde la solución en el suelo a la raíz de la planta. [17]

El GAD del Cantón Cevallos, considerando que la Constitución de la República del Ecuador establece mediante el artículo 264, que es menester de exclusiva de los gobiernos cantonales el manejo de los desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental; de igual manera considerando el artículo 376 donde se dispone el recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y

colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad de agua, aire y suelo y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural; entre otros.

Expidió la Ordenanza de Conservación del Medio Ambiente del GAD del Cantón Cevallos donde se establece parámetros y sanciones para quienes atenten contra el medio ambiente. Sin embargo, no existe un plan de manejo de desechos que permita el ejecutar actividades seguras para evitar la contaminación del medio ambiente. El GAD del Cantón Cevallos en su afán por precautelar el medio ambiente, dentro de su jurisdicción ha desarrollado un proyecto para la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, y el manejo de los desechos sólidos urbanos los deposita en un relleno de quebrada seca. Si bien es cierto esta práctica es la que la mayoría de municipalidades la desarrollan, existen otras prácticas como el reciclaje que minimiza el impacto ambiental por causa de desechos.[4]

A pesar de los esfuerzos por mantener la biodiversidad territorial, el crecimiento del cantón ha ocasionado que se generen nuevas fuentes de contaminación como lo son los talleres metalmecánicos en los cuales nos enfocaremos para analizar la repercusión que estos conllevan en el manejo y disposición final de sus desechos sólidos.

2.2 Fundamentación Filosófica

La naturaleza del hombre siempre será su continuo desarrollo y es por ello que siempre buscará mejorar las cosas que realiza; en este estudio se buscará encaminar a la industria metal mecánica a un concepto de cuidado ambiental donde la responsabilidad de preservar el hábitat natural sea el que prevalezca.

2.3 Fundamentación legal

El presente estudio será desarrollado bajo los parámetros que establece el acuerdo ministerial N°061 del Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador.

2.4 Fundamentación Teórica

2.4.1 Introducción

Desde tiempos muy remotos, el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha estado íntimamente ligado al desarrollo de los materiales y en especial de los metales. Basta recordar que algunas de las eras más importantes de la civilización se identifican por el nombre del metal que fue su base de desarrollo, así tenemos las edades de: piedra, bronce, hierro entre otras. EL descubrimiento y dominio en el trabajo de los metales ha sido la pauta para el éxito de muchas empresas y a lo largo de los años se destacan hazañas metalúrgicas como las espadas, cascos, arsenal de guerra; algunos de estos inventos fueron celosamente fabricados y sus métodos desaparecieron con la muerte de sus creadores, otros fueron compartidos los conocimientos de generación en generación para ser perfeccionados y luego ser convertidos en los materiales de la ingeniería y con la Revolución industrial serían producidos a escala masiva para acelerar el progreso de la humanidad hasta los niveles actuales. [7]

Para poder dar forma a los materiales de acuerdo a las necesidades que se requieran, es necesario que estos pases por varios procesos como la fundición, la forja, el mecanizado, inyección, extrusión, tratamientos térmicos, tratamientos químicos, entre otros. Durante las etapas de conformado de los objetos deseados, existe una cierta cantidad de material que no es aprovechada y se convierte en residuos que van desde pequeñas limallas a cantidades considerables de material dependiendo de los métodos empleados; este material residual por generaciones que se los ha venido depositando en terrenos, en islas e inclusive en el fondo del mar lo cual repercute en el equilibrio ambiental cambiando la biodiversidad de las zonas afectadas; motivo por el cual analizaremos los distintos métodos de mecanizado, los residuos que estos dejan y la disposición final de los mismos.

2.4.2 Procesos de Manufactura

Los procesos de manufactura pueden ser divididos en dos grupos: Operaciones de Proceso y Operaciones de ensamble.

Una operación de proceso transforma un material de trabajo de una etapa a otra más avanzada que lo sitúa cada vez más cerca del estado final deseado para el producto. Por lo general las operaciones de proceso se las ejecuta sobre partes discretas de trabajo, pero algunas de ellas se las realiza también sobre partes ya ensambladas. A continuación, una clasificación de los procesos de manufactura. [8]

Debido a que el presente estudio está orientado a la industria metalmecánica del cantón Cevallos, se analizará únicamente los procesos presentes en la misma.

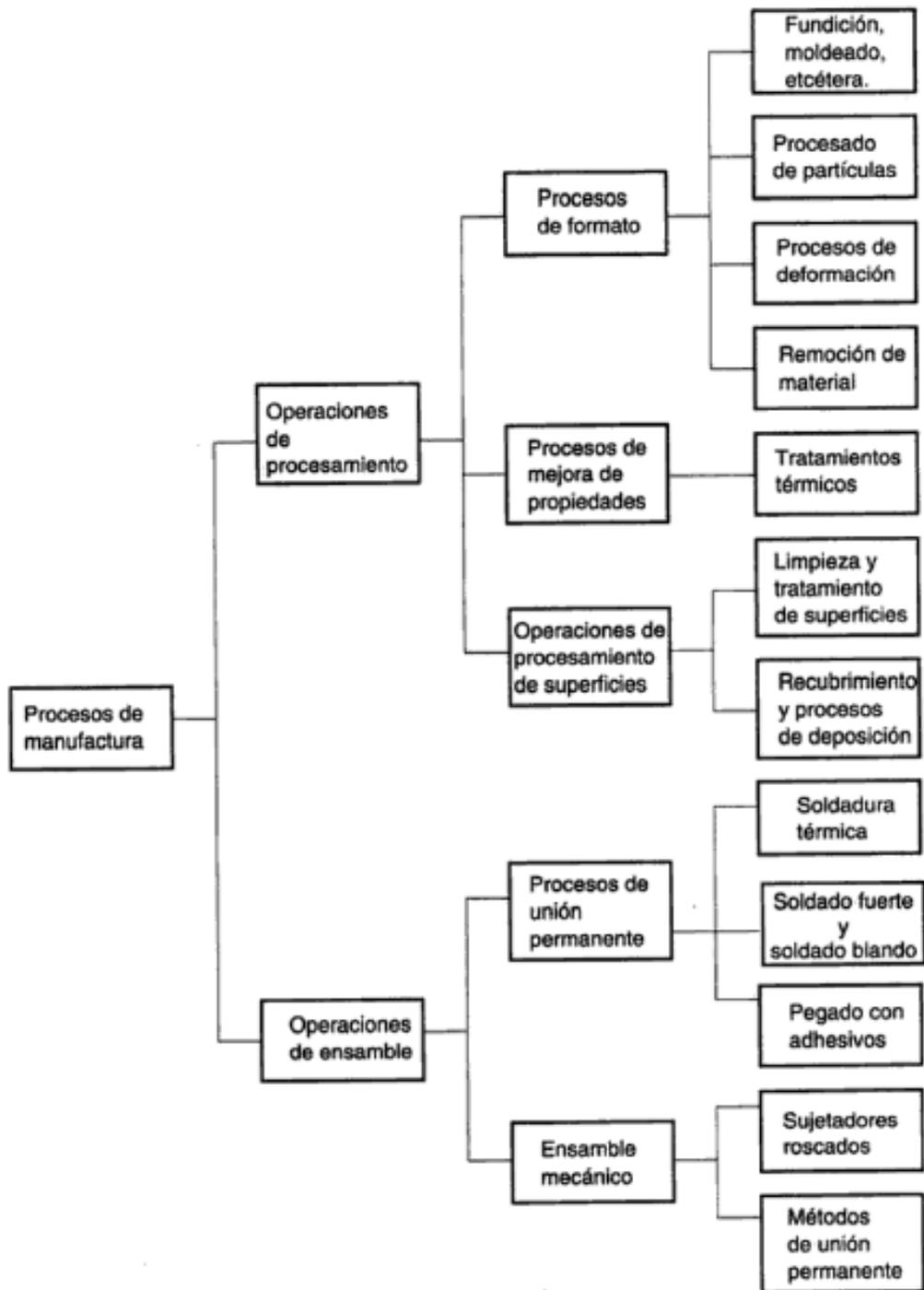


Figura 2.1 Clasificación de procesos de manufactura

Fuente: Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (p. 13)

2.4.3 Procesos de deformación

Doblado y conformación de tubos.- para esta actividad se requiere de herramientas especiales para evitar flexiones o aplastamientos y dobleces. El método más viejo y más sencillo para doblar un tubo es empacar primero su interior con partículas sueltas (por lo general arena) para después doblarlo en un soporte adecuado el relleno evita que se aplaste el tubo. Y por último se remueve el material empleado para el empacamiento. [10]

En la actualidad se han desarrollado máquinas – herramientas que facilitan este trabajo y ya no es necesario realizar el empacamiento del tubo haciendo que la productividad se incremente.

Este proceso de manufactura no presenta ningún tipo de residuos o desprendimiento del material tratado.

Conformación con arranque de viruta.- a este proceso corresponde el cincelado, el aserrado, el cepillado, el taladrado, el torneado, el fresado, etc. [11]

Este es el procedimiento más generalizado para fabricar piezas mecánicas de calidad. Se caracteriza por obtener piezas de muy variada forma mediante arranque de viruta, utilizando una herramienta de corte. La máquina utilizada recibe el nombre de máquina – herramienta y el proceso descrito mecanizado.

Dependiendo las superficies mecanizadas de las características de los movimientos señalados. Los cuales permiten clasificar las máquinas – herramientas en:

- a) Máquinas de corte con movimiento de corte de rotación continuo:

Que el M_c lo posea la pieza y el M_a la herramienta (torno)

Que el M_c lo posea la herramienta y el M_a la pieza (taladradora, mandriladora, fresadora, etc.)

b) Máquinas herramientas con Mc lineal alternativo

Que el Mc posea la herramienta y el Ma la pieza (sierra mecánica, limadora, mortajadora, brochadora, etc.)

Que el Mc lo posea la pieza y el Ma la herramienta (cepilladora)

En la actualidad se están implantando en la industria metal – mecánica los denominados mecanizados por CN o CNC en los que la máquina actúa de forma totalmente automática, de acuerdo con el programa de la pieza a mecanizar, los centros de mecanizado, en el que la máquina posee un almacén de herramientas y los sistemas de fabricación flexible en los que, prácticamente se han eliminado todos los accidentes típicos de las máquinas-herramientas convencionales. [5]

Pintura.- Con la pintura y metalización se dotan las superficies de las piezas de sustancias protectoras y decorativas. Aunque pinturas y lacas pueden aplicarse con brocha, industrialmente casi siempre se aplican por inmersión, rociado o electrolíticamente. [6]

2.4.4 Sistemas de gestión medioambiental

Históricamente, las empresas han tenido que acatar distintas regulaciones con respecto a sus emisiones. Estos problemas han estado siempre muy relacionados con las condiciones de vida y laborales en y alrededor de los centros de producción.

La Ecología Industrial sugiere una industria que busca una producción más limpia, ha implementado un determinado sistema de gestión medio ambiental o tiene una planta de tratamiento de aguas. La ecología industrial incluye todos estos esfuerzos que puede realizar una industria para reducir su impacto ambiental, pero va más allá.

La ecología industrial es un área multidisciplinar cuyo objetivo es organizar los sistemas industriales de una forma similar a los ecosistemas naturales, e implica una interacción

entre industrias (flujos de materia, energía e información) y una relación sostenible con el medio ambiente y la sociedad.

Un objetivo fundamental de esta relación entre industrias es el cierre de ciclos de materia. Esto implica la utilización de los residuos de una industria como materias primas para otras, tal y como ocurre en los ecosistemas naturales. Esto permite reducir tanto el consumo de recursos como la producción de residuos.

Hay que señalar que la organización de las actividades industriales basadas en el cierre de ciclos de materiales también se le conoce como simbiosis industrial. Este aspecto es la característica principal de la ecología industrial pero también incluye otros métodos: análisis del ciclo de vida minimización producción limpia o ecodiseño. [21]

Ambiente.- Se entiende al ambiente como un sistema global integrado por componentes naturales y sociales, constituidos a su vez por elementos biofísicos en su interacción dinámica con el ser humano, incluidas sus relaciones socio-económicas y socio-culturales.[13]

Impacto Ambiental.- Son todas las alteraciones, positivas, negativas, neutras, directas, indirectas, generadas por una actividad económica, obra, proyecto público o privado, que por efecto acumulativo o retardado, generan cambios medibles y demostrables sobre el ambiente, sus componentes, sus interacciones y relaciones y otras características intrínsecas al sistema natural.

Suelo.- La capa superior de la corteza terrestre, situada entre el lecho rocoso y la superficie, compuesto por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos y que constituye la interfaz entre la tierra, el aire y el agua, lo que le confiere capacidad de desempeñar tanto funciones naturales como de uso.

El suelo puede concebirse como un sistema abierto que presenta intercambios de materia y energía con el medio, en él, se desarrollan diversos procesos físicos, químicos y biológicos, responsables de su morfología (forma), características y propiedades. [3]

2.4.4.1 Técnicas de muestreo

Los tipos de estudios sobre el manejo de los recursos naturales pueden ser tan variados como todas las ciencias que le confieren una identidad multidisciplinaria. Existe además, una gama amplia de posibles limitaciones en el procedimiento de muestreo, que varían de una ciencia a otra. En algunas áreas que comparten conceptos y métodos de investigación con las ciencias físicas, tales como la biotecnología o la fisiología, es frecuente la realización de experimentos, en donde el muestreo frecuentemente puede ser ejecutado bajo condiciones controladas. Tal control es más difícil en ciencias en donde lo más común es realizar estudios bajo condiciones “naturales”. [3]

Tabla 2.1 Recomendaciones acerca de la aplicabilidad de los patrones de muestreo.

PATRÓN DE MUESTREO	EN IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN	EN REMEDIACIÓN
CON DISTRIBUCIÓN UNIFORME		
Rejillas regulares.	Recomendado ampliamente.	Recomendado ampliamente.
Rejillas triangulares.	Recomendado ampliamente.	Recomendado ampliamente.
Rejillas circulares.	Recomendado en sitios donde hayan ocurrido fugas o derrames puntuales.	Recomendado en sitios donde se aplique una remediación <i>in situ</i> en contaminaciones puntuales.
Sobre una línea.	Recomendado en sitios donde hayan ocurrido fugas a lo largo de ductos.	Recomendado en sitios donde se aplique una remediación <i>in situ</i> a lo largo de ductos.
Diagonales múltiples.	Recomendado sólo si se asegura equidistancia entre los puntos.	Recomendado sólo si se asegura homogeneidad en el suelo y equidistancia entre los puntos.
CON DISTRIBUCIÓN HOMOGÉNEA		
Diagonal cruzadas rotantes.	No recomendado.	Recomendado sólo en aquellos sitios donde la contaminación es uniforme y se va a dar seguimiento a una atenuación natural.

Fuente: SEMARNAT, (2010)

Muestreo de nivel de fondo.- El objetivo de este muestreo es determinar la concentración de los químicos regulados por el ECA suelo en sitios contiguos al área contaminada, los

mismos que pueden encontrarse en el suelo de manera natural o fueron generados por alguna fuente antropogénica ajena a la considerada, siendo aplicable a metales y metaloides.

2.4.4.2 Profundidad de la muestra

Tabla 2.2 Profundidad del muestreo según el uso del suelo

USOS DEL SUELO	PROFUNDIDAD DEL MUESTREO (CAPAS)
Suelo Agrícola.	0 – 30 cm (1) 30 – 60 cm
Suelo Residencial/Parques	0 – 10 cm (2) 10 – 30 cm (3)
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 – 10 cm (2)

Fuente: Guía para el muestreo de suelos, MDAP

2.4.4.3 Manejo de las muestras

Se recomienda que las muestras se tomen con cilindros de plástico en estudios de contaminación por metales pesados.[3]

Tabla 2.3 Recipientes, temperatura de preservación y tiempo de conservación de muestras ambientales para los análisis correspondientes.

PARÁMETRO	TIPO DE RECIENTE	TEMPERATURA DE PRESERVACIÓN	TIEMPO MÁXIMO DE CONSERVACIÓN
Compuestos Orgánicos Volátiles COV's.	Frasco de vidrio boca ancha, con tapa y sello de teflón.	4º C.	14 días.
BTEX.			
Hidrocarburos Fracción Ligera			
Hidrocarburos Fracción Media			
Hidrocarburos Fracción Pesada			
Compuestos Orgánicos Semivolátiles COSV's y Plaguicidas.			
Metales Pesados y Metaloides.	Bolsas de polietileno densa.	Sin restricciones.	Sin restricciones.
Mercurio (Hg).	Frasco de vidrio con tapa de teflón que asegure la integridad de las muestras hasta su análisis.	4º C.	14 días.
PCB.	Viales de vidrio con cierre de Teflón.	4º C.	14 días.
PAH.	Viales de vidrio con cierre de Teflón.	4º C.	14 días.

Fuente: Guía para el muestreo de suelos, MDAP

2.4.4.4 Número de muestras

Para áreas con tipo de suelo homogéneo se tomará una muestra compuesta por hectárea, formada por 15 a 20 submuestras, cada una con un peso no inferior a 0.5 kg tomadas a una profundidad entre 0 a 30 cm, las submuestras serán mezcladas y homogenizadas para obtener una muestra compuesta representativa del suelo, de la cual se tomará un peso de entre 0.5 y 1.0 kg, que servirá para realizar los análisis requeridos.

Tabla 2.4 Algunos diseños de muestreo de suelo y su evaluación por número de muestras, precisión, exactitud y sus aplicaciones

Diseño de muestreo	Número de muestras	Precisión y Exactitud	Aplicación/Observaciones
A juicio del experto	+	No se puede evaluar	Información general, primera aproximación para elegir un diseño de muestreo. Lo debe llevar al cabo personal con experiencia.
Aleatorio simple	++	+	En poblaciones homogéneas.
Aleatorio estratificado	+++	++	En poblaciones heterogéneas. Se obtienen datos para cada subpoblación.
Sistemático	++++	+++	En poblaciones heterogéneas, se utiliza para elaborar mapas de distribución.
Geoestadístico	+++++	++++	En regiones con variabilidad desconocida. Cartografía de la distribución espacial de propiedades.

Fuente: Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales, 2011

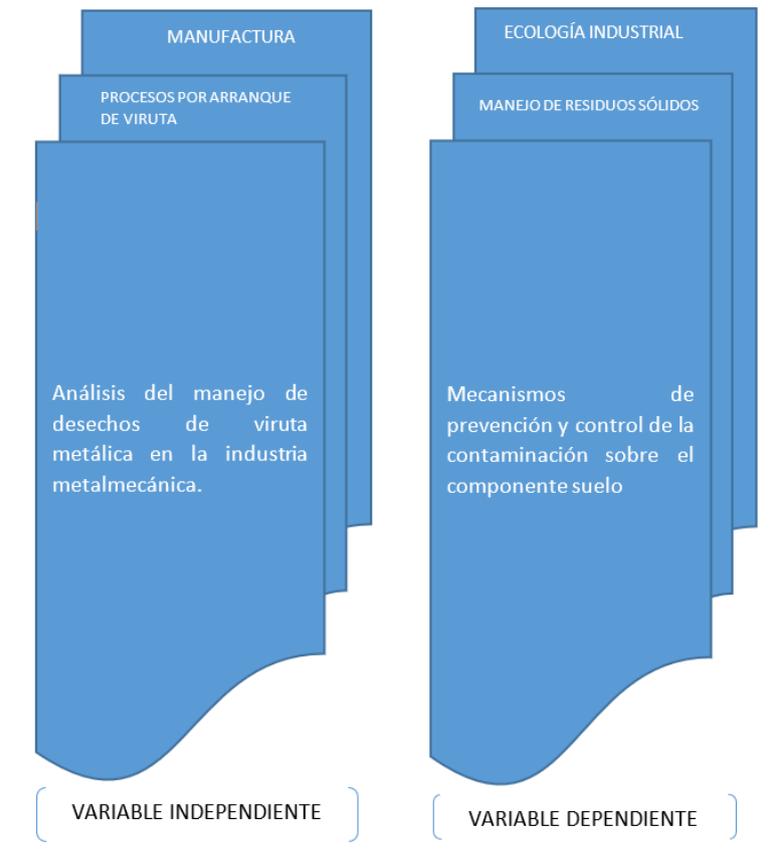
2.4.4.5 Criterios de calidad del suelo

Tabla 2.5 Criterios de calidad del suelo

Parámetro	UNIDADES (Concentración en peso seco de suelo)	VALOR
Parámetros Generales		
Conductividad	uS/m	200
ph		6a8
Relación de adsorción de sodio (índice SAR)		4*
Parámetros inorgánicos		
Arsénico (inorgánico)	mg/Kg	12
Azufre (elemental)	mg/Kg	250
Bario	mg/Kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/Kg	1
Cadmio	mg/Kg	0,5
Cobalto	mg/Kg	10
Cobre	mg/Kg	25
Cromo total	mg/Kg	54
Cromo VI	mg/Kg	0,4
Cianuro (libre)	mg/Kg	0,9
Estaño	mg/Kg	5
Fluor (total)	mg/Kg	200
Mercurio	mg/Kg	0,1
Molibdeno	mg/Kg	5
Niquel	mg/Kg	19
Plomo	mg/Kg	19
Selenio	mg/Kg	1
Vanadio	mg/Kg	76
Zinc	mg/Kg	60
Parámetros orgánicos		
Benceno	mg/Kg	0,03
Clorobenceno	mg/Kg	0,1
Etibenceno	mg/Kg	0,1
Estireno	mg/Kg	0,1
Tolueno	mg/Kg	0,1
Xileno	mg/Kg	0,1
PCBs	mg/Kg	0,1
Clorinados alifáticos (cada tipo)	mg/Kg	0,1
Clorobencenos (cada tipo)	mg/Kg	0,05
Hexaclorobenceno	mg/Kg	0,05
Hexaclorociclohexano	mg/Kg	0,01
Fenólicos no clorinados (cada tipo)	mg/Kg	0,1
Clorofenoles (cada tipo)	mg/Kg	0,05
Hidrocarburos totales (TPH)	mg/Kg	<150
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) cada tipo	mg/Kg	0,1

Fuente: TULSMA (2015)

2.5 Categorías fundamentales



2.6 Hipótesis

Mediante el análisis del manejo de desechos de viruta metálica en la industria metalmeccánica, se podrá determinar el grado de afectación ambiental al suelo y de esta manera tomar medidas remediadoras.

2.7 Señalamiento de variables

2.7.1 Variable Independiente

Análisis del manejo de desechos de viruta metálica en la industria metalmeccánica.

2.7.2 Variable Dependiente

Establecimiento de mecanismos de prevención y control de la contaminación sobre el componente suelo.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

La presente investigación tiene un enfoque de carácter tanto cuantitativo como cualitativo.

En la parte cuantitativa se determinará la concentración de metales pesados en el suelo de acuerdo a configuración química que tenga la materia prima metálica que emplea la industria en estudio.

En la parte cualitativa se determinará el posible impacto ambiental que genera los procesos propios de la industria metalmeccánica del cantón Cevallos, como así también ciertas características que presente el suelo contaminado.

3.2 Modalidad Básica de la Investigación.

3.2.1 De campo

El estudio en cuestión deberá ser desarrollado mientras se da el proceso normal de trabajo en la industria metalmeccánica para poder observar y valorar los diferentes parámetros que se vean involucrados para de esta manera posteriormente agrupar los datos y analizarlos de manera estadística.

A más de ello, se realizará el análisis del elemento suelo donde sean depositados los desechos de viruta provenientes de esta industria; esto se lo realizará de forma aleatoria

simple donde se trazará un sistema de coordenadas sobre el área en estudio, seleccionando dos distancias al azar, una para cada eje y la intersección de estas dos será el sitio en el que se tomará la muestra. Una vez tomada la muestra, esta será debidamente identificada con datos como el sitio donde fue tomada, número de muestra, fecha, hora, profundidad, y persona que tomó la muestra. Referente al transporte y almacenamiento se lo realizará de acuerdo a los parámetros que establece la ASTM 1997.

3.2.2 Bibliográfica

Se contemplará una investigación bibliográfica que aporte con fundamentos tanto teóricos como legales en el orden de obtener curvas características de comportamiento reales que permitan ser un punto de partida para futuras investigaciones. Se tendrá en cuenta las normativas ambientales vigentes dentro del territorio de la República del Ecuador.

3.2.3 Experimental

Para lograr detectar el grado de contaminación del componente suelo, será necesario realizar análisis de laboratorio que nos permita revelar los porcentajes de los distintos metales contaminantes existentes a causa de la viruta metálica de la industria metalmeccánica en el cantón Cevallos; es contundente realizar una investigación experimental donde revele cada una de las variables mencionadas y su influencia en el componente suelo.

3.3 Nivel o tipo de investigación

3.3.1 Exploratorio

Se abordará cada una de las fallas encontradas y se explorará sus causas para poder determinar la raíz de esta. Se considerará varios aspectos como temperaturas, frecuencias, fluidez, chatarra, aleantes, etc.

3.3.2 Descriptivo

Una vez detectado el impacto ecológico industrial que generan los residuos de viruta metálica sobre el suelo, se logrará describir de forma adecuada el comportamiento de mencionado suelo ante la presencia de estos residuos.

3.3.3 Explicativo

Se establecerá la relación que exista entre el manejo de residuos y el impacto ecológico industrial en el cual se ve afectado el cantón para poder analizar posibles mejoras durante el proceso.

3.4 Población y muestra

La población a la que hace referencia la presente investigación es la industria metalmecánica existente en el cantón Cevallos y se tendrá bajo estudio durante un mes cada empresa o micro-empresa existente.

3.5 Operacionalización de Variables

3.5.1 Variable Independiente

Análisis del manejo de desechos de viruta metálica en la industria metalmeccánica.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>En los diferentes procesos de la industria metalmeccánica se desarrollan residuos propios de cada proceso, siendo estos de estado sólido, líquido y gaseoso. Los residuos sólidos a su vez pueden clasificarse de acuerdo a su tamaño en macro, meso y micro sin que este factor sea el que caracterice el grado de impacto ambiental que estos residuos ocasionan.</p> <p>Para reducir el impacto ambiental es necesario desarrollar buenos procesos de tratamiento de residuos los cuales deben estar orientados a reducir al máximo la deposición de estos al ambiente.</p>	<p>Tamaño de residuos</p> <p>Procesos de tratamiento de residuos.</p>	<p>Macro</p> <p>Meso</p> <p>Micro</p> <p>Almacenamiento.</p> <p>Reciclaje</p> <p>Re utilización</p>	<p>¿Qué tipo de residuos sólidos desarrolla la industria metalmeccánica de acuerdo al tamaño de los mismos?</p> <p>¿Qué tipo de procesos de tratamiento de residuos sólidos son los que emplea la industria metalmeccánica?</p>	<p>Observación, Flexómetro, micrómetro, microscopio y hoja de datos.</p> <p>Observación, y hoja de datos.</p> <p>Ordenanza de Conservación de Medio Ambiente GAD Cevallos</p>

3.5.2 Variable Dependiente

Mecanismos de prevención y control de la contaminación sobre el componente suelo.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
La contaminación se la puede definir como la introducción de cualquier sustancia o forma de energía con potencial para provocar efectos desfavorables, que se traduce en pérdida de aptitud para una determinada función o hace inutilizable al suelo, a menos que se lo someta a tratamiento previo. Para poder contrarrestar estos efectos es necesario identificar el o los agentes contaminantes y de esta manera establecer procesos que permitan minimizar la contaminación, los mismos que deberán permitir cuantificar el aporte a la preservación del suelo.	Sustancias contaminantes	Metales pesados	¿Qué metales pesados son los que están contaminando el suelo?	Ensayo de laboratorio Hoja de toma de datos. Ficha técnica
	Rangos de contaminación	% de metales pesados	¿Cuál es la concentración existente de metales pesados en el suelo?	Ensayo de laboratorio Hoja de toma de datos.
	Procesos de preservación	Validación de procesos.	¿Existe alguna normativa que convalide los procesos de prevención de contaminación del suelo?	Observación / Investigación bibliográfica

3.6 Recolección de la Información

A partir de la operacionalización de variables, la información será recopilada por intermedio de la observación, ensayos, test, entre otras técnicas que permitirán de una manera sistemática y ordenada, la identificación de los cambios que sufre el suelo por influencia de la contaminación de residuos de viruta metálica provenientes de la industria metalmeccánica del cantón Cevallos.

3.7 Procesamiento y análisis

3.7.1 Plan de procesamiento de la información

- Determinar la materia prima y sus propiedades iniciales.
- Determinar el tipo de residuos obtenidos.
- Determinar el proceso empleado a fin de tratamiento y proceso de residuos.
- Determinar los suelos afectados.
- Determinar las concentraciones de metales pesados en los suelos.
- Registrar los datos obtenidos.

3.7.2 Plan de análisis e interpretación de resultados.

- Clasificación y ordenamiento de los datos obtenidos
- Tabulación de datos de acuerdo al grupo que correspondan.
- Determinar un rango de aceptación de acuerdo a la norma.
- Contextualizar las propiedades obtenidas.
- Crear una ficha técnica respecto al tratamiento final de los residuos metálicos.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados

Luego de realizar las distintas observaciones técnicas, comprobar la información en aportes bibliográficos, en la base de datos de las distintas industrias metalmecánicas del cantón Cevallos, aportes del personal operativo de las industrias y diferentes análisis al suelo contaminado, se puede notar los siguientes aspectos:

Un alto porcentaje de las tareas y costumbres de trabajo con las que realizan las distintas actividades diarias el personal operativo de la industria metal mecánica del cantón Cevallos, inciden en un mal manejo de los desechos de viruta (limalla) metálica teniendo como resultado la deposición de esta en el componente suelo.

Las actividades de manejo ambiental y la sociabilización del impacto que la omisión de estas conlleva no se ha impartido o concientizado de la mejor manera, y lo más importante si bien es cierto que existe una ordenanza municipal que obliga a la industria a ser el responsable del manejo ambiental de los desechos que esta produzca, no se le han dado las herramientas necesarias para que este objetivo sea cumplido de la mejor manera.

A continuación, se detalla los aspectos más relevantes para poder tener un panorama claro y conciso del manejo de desechos sólidos metálicos y de manera especial el manejo de la viruta metálica realizado por la industria metalmecánica del cantón Cevallos.

ANTECEDENTES

En el cantón Cevallos se ha detectado 06 industrias dedicadas a la metalmecánica, las mismas que se detallan a continuación:

Tabla 4.1: Metalmecánicas del cantón Cevallos

NOMBRE	DIRECCIÓN	PROPIETARIO	AÑO DE CREACIÓN
Metalmecánica Freire	Barrio el Belén, Calle del canal	Sr. Raúl Freire	2000
Metalmecánica Espinoza	Barrio el Belén, Calle Gonzales Suárez	Sr. Raúl Espinoza	1990
Metalmecánica Mega Suelta	Barrio el Belén, Calle s/n y Gonzáles Suárez	Sr. Daniel Medina	2008
Metalmecánica Vega	Barrio Primero de Mayo	Sr. Vladimir Vega	2014
Multiservicios Buenaño	Barrio El Tambo, Calle vía a Quero y Vía Andignato	Sr. Fernando Buenaño	2013
Metalmecánica Villacís	Barrio Los Vincés, Calle s/n	Sr. Oswaldo Villacís	

Fuente: Investigador

4.1.1 Análisis de los resultados del proceso interno de la industria metalmecánica del cantón Cevallos

Para poder determinar el ambiente de trabajo fue necesario aplicar la matriz de Leopold la cual permite analizar el impacto ambiental de un proceso, donde se evidencia que el medio más afectado es el aire seguido del suelo que es nuestro objeto de estudio.

La matriz de Leopold (tabla 4.2), nos permite visualizar que si bien es cierto que la actividad de la industria metalmecánica afecta a los componentes aire con una magnitud de -139/158, al componente suelo en una magnitud de -90/107 y al componente agua en una magnitud de -78/82, entre otros; también nos visualiza que su aporte al aspecto socio – económico es realmente significativo teniendo así, una magnitud de 210/247.

Como ya se ha manifestado anteriormente nuestro objeto de estudio ambiental es el manejo de desecho de viruta metálica y su incidencia en el componente suelo que de acuerdo con la matriz de Leopold, viene a ser el segundo factor de mayor afectación. Para ello es necesario varias preguntas que posteriormente fueron comprobadas mediante la técnica de la observación y la encuesta en visitas constantes a cada una de las industrias anteriormente citadas.

Las siguientes preguntas tienen su respaldo en la base de datos de cada una de las industrias las mismas que por políticas internas, no es factible su publicación.

Primero conoceremos parámetros básicos en los cuales opera la industria metalmecánica del cantón Cevallos, para lo cual es preciso identificar en qué áreas se encuentran ubicadas las mismas, ya sea zonas agrícolas, ganaderas, comerciales, etc. De la misma manera es preciso conocer si los terrenos en los cuales funcionan estas metalmecánicas son de propiedad de los dueños de la industria o son terrenos arrendados ya que de ser el último caso, existe el riesgo de que el problema o el ente contaminante de ser el caso, se propague a cualquier otro punto y no controlarlo de forma constante. Para ello se aplicó una encuesta y se pudo notar el 83% de la industria labora en terrenos propios pero la zona que realizan estas actividades son agrícolas y comerciales tal se visualiza en la tabla 4.3 y 4.4

Tabla 4.3: Tipo de propiedad donde opera la industria metalmecánica del cantón Cevallos

El suelo donde está situada la empresa es:							
	Freire	Espinoza	Mega Suelda	Vega	Buenaño	Villacis	Total
Propio	1	1	1	1	0	1	5
Arrendado	0	0	0	0	1	0	1

Fuente: Investigador

Tabla 4.4: Tipo de zona donde opera la industria metalmecánica del cantón Cevallos

El sector donde está ubicada la empresa es:							
	Freire	Espinoza	Mega Suelda	Vega	Buenaño	Villacis	Total
Comercial	0	0	1	1	0	0	2
Industrial	0	0	0	0	0	0	0
Agrícola	1	1	0	0	1	1	4
Ganadero	0	0	0	0	0	0	0
Otro	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Investigador

Al estar situadas las industrias dentro de una zona urbana, es inevitable que las mismas se encuentren rodeadas por viviendas, comercio entre otras áreas. Y eso lo demuestra la tabla 4.4, a más de ello se pudo constatar la presencia de viviendas y plantaciones en un alto

porcentaje seguido de industrias y comercio e inclusive espacios recreativos, lo cual puede acarrear a infecciones de las vías respiratorias al ser combinadas la presencia de estas limallas con un viento capaz de trasportarlas y expandirlas en el aire.

Es de vital importancia el conocer el tipo de materiales con los cuales la industria metalmeccánica trabaja ya que esto nos permitirá enfocar el campo de estudio. Conociendo el tipo de materia prima se puede conocer su composición química y compararlo con la lista de elementos de la tabla 2.4 “Criterios de calidad del suelo” para determinar los metales contaminantes.

Tabla 4.5: Tipo de material con el cual la industria metalmeccánica del cantón Cevallos labora

¿Con qué tipo de material trabaja?								
	Freire	Espinoza	Mega Suelta	Vega	Buenaño	Villacis	Total	Porcentaje
Acero A-36	1	1	1	1	1	1	6	54.55
Acero inoxidable	1	1	1	1	1	0	5	45.45
Aluminio	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Cobre	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0.00
							Total	11
								100.00



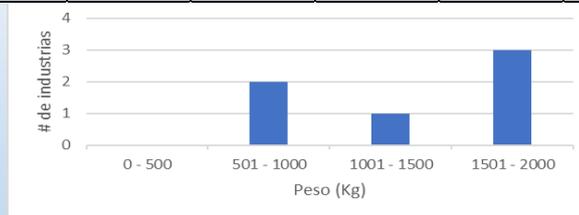
Fuente: Investigador

Otro punto relevante que nos permitirá determinar el porcentaje de residuos que genera la industria metalmeccánica es el conocer la cantidad de materia prima que adquiere y la cantidad de residuos que genera. Al mismo tiempo le servirá al empresario como dato para evidenciar la optimización de la materia prima; siendo así, comparando la tabla 4.6 y la 4.7 se puede decir que en promedio, la industria metalmeccánica del cantón Cevallos genera el 10% de chatarra respecto a la cantidad de materia prima que adquiere.

De la matriz de Leopold se puede evidenciar que el sector metalmeccánico del cantón Cevallos, se ha convertido en una fuente de desarrollo socio – económico considerable lo cual es ratificado por los propietarios de estas industrias ya que la cantidad materia prima que procesan de forma mensual llega alrededor de 2000Kg.

Tabla 4.6: Peso promedio en Kg de materia prima que adquiere mensualmente las diferentes industrias metalmeccánicas del cantón Cevallos

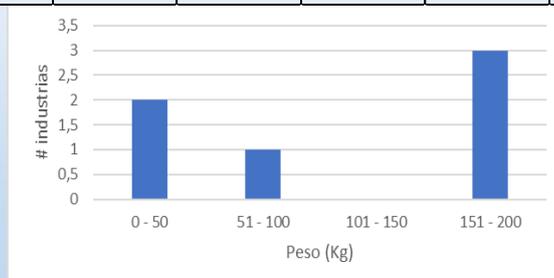
¿Cuánto es el peso mensual aproximado de compra de material?							
	Freire	Espinoza	Mega Suelda	Vega	Buenaño	Villacis	Total
0 - 500	0	0	0	0	0	0	0
501 - 1000	0	0	0	1	1	0	2
1001 - 1500	0	1	0	0	0	0	1
1501 - 2000	1	0	1	0	0	1	3



Fuente: Investigador

Tabla 4.7: Peso promedio en Kg de chatarra generada mensualmente por las diferentes industrias metalmeccánicas del cantón Cevallos

¿Cuál es el peso aproximado de residuo mensual?							
	Freire	Espinoza	Mega Suelda	Vega	Buenaño	Villacis	Total
0 - 50	0	0	1	1	0	0	2
51 - 100	0	0	0	0	1	0	1
101 - 150	0	0	0	0	0	0	0
151 - 200	1	1	0	0	0	1	3



Fuente: Investigador

Ya con el dato de chatarra generada ahora es necesario saber cuál es el trato que recibe la materia prima antes de convertirse en chatarra, ya que de esto también dependerá la calidad de chatarra generada, es decir, se necesita saber si el empresario evita o coadyuda a que la materia prima se vuelva un ente contaminante y al hablar de acero, la exposición a un ambiente agresivo incide de gran manera en provocar la oxidación y corrosión del mismo; motivo por el cual es necesario evidenciar los cuidados u omisiones que se realizan.

Tabla 4.8: Mecanismos de cuidado básicos para evitar la oxidación de la materia prima en las diferentes industrias metalmecánicas del cantón Cevallos

El almacenamiento de materia prima es:							
	Freire	Espinoza	Mega Suelda	Vega	Buenaño	Villacis	Total
Bajo cubierta	1	1	1	1	1	1	6
A la interperie	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Investigador

De a poco vamos interviniendo más a fondo en los procesos internos de la industria metalmecánica del cantón Cevallos y al mismo tiempo analizando el modo en el cual tratan los residuos metálicos. Tal como se evidenció en la tabla 4.2, existen varios procesos propios del normal desempeño de la industria metalmecánica que debido a las costumbres de trabajo que tienen los distintos operadores, se han constituido en fuentes de contaminación hacia los diferentes componentes del medio ambiente. Las actividades de las diferentes empresas en estudio se muestran en la tabla 4.9

Tabla 4.9: Procesos de manufactura que las diferentes industrias metalmecánicas del cantón Cevallos realizan

¿Qué procesos de manufactura realiza?							
	Freire	Espinoza	Mega Suelda	Vega	Buenaño	Villacis	Total
Corte	1	1	1	1	1	1	6
Suelda	1	1	1	1	1	1	6
Esmerilado	1	1	1	1	1	1	6
Pintura	1	1	1	1	1	1	6
Otros	0	0	0	1	0	0	1

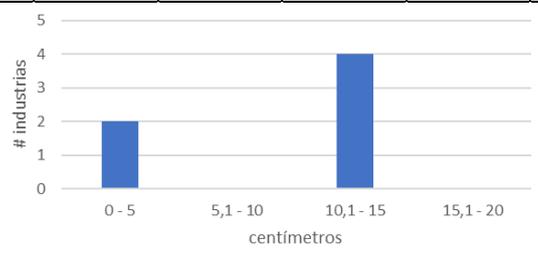
Fuente: Investigador

Cabe acotar que el proceso de corte es el que más dificulta el buen manejo de residuos metálicos ya que al ser ejecutados por herramientas de altas revoluciones, el mismo accionar de éstas provoca la dispersión en el ambiente y sumado a las malas prácticas de limpieza, provoca que estos residuos vayan a parar en tres sitios: en el componente suelo, en el basurero y en los depósitos de chatarra. Que al final, en los tres casos llegan a depositarse en el suelo.

No obstante, es importante conocer cuáles son las dimensiones promedio de la chatarra generada, recordemos que, de acuerdo a los datos proporcionados por los diferentes empresarios dueños de las metalmecánicas del cantón Cevallos, existe un 10% de desperdicio de material. Para conocer este dato en un inicio se realizó una encuesta y luego cada una de las respuestas generadas fueron confirmadas dentro de las empresas. La tabla 4.10 visualiza que, si bien es cierto que existe un 10% de residuos generados, éstos en su mayoría no sobrepasan de los 15cm.

Tabla 4.10: Dimensiones de chatarra generada en las diferentes industrias metalmeccánicas del cantón Cevallos

¿A partir de qué dimensiones le considera chatarra?							
	Freire	Espinoza	Mega Suelda	Vega	Buenaño	Villacis	Total
0 - 5	0	0	1	1	0	0	2
5,1 - 10	0	0	0	0	0	0	0
10,1 - 15	1	1	0	0	1	1	4
15,1 - 20	0	0	0	0	0	0	0

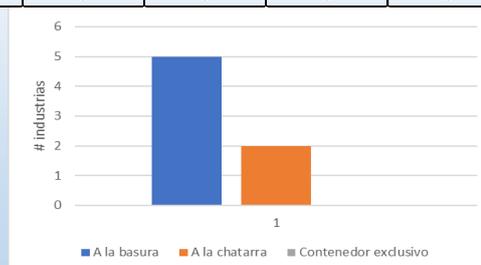


Fuente: Investigador

Al consultarles si conocían cuánta viruta metálica generaban, en su totalidad desconocían esta magnitud ya que, por costumbre de los trabajos, no se separa la viruta del resto de chatarra y más bien se le coloca en un solo contenedor los dos residuos y lo que ya se mezcla con la tierra o se encuentra en pocas proporciones se las deposita en el basurero. De la misma manera al consultarles si conocían sobre los efectos que conlleva el depositar en el suelo estas limallas y virutas, manifestaron desconocer del tema. En la tabla 4.11 se muestra la forma de almacenamiento de limalla o viruta metálica.

Tabla 4.11: Almacenamiento de limalla en las diferentes industrias metalmeccánicas del cantón Cevallos

¿Cómo es el almacenamiento de la limalla residual?							
	Freire	Espinoza	Mega Suelda	Vega	Buenaño	Villacis	Total
A la basura	1	1	1	1	0	1	5
A la chatarra	0	0	0	0	1	1	2
Contenedor exclusivo	0	0	0	0	0	0	0

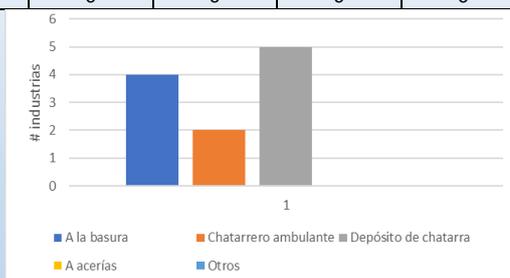


Fuente: Investigador

Hasta el momento hemos determinado por intermedio de las herramientas de banco de preguntas, observación y conversación; parámetros internos de trabajo y manejo de residuos. Pero ahora nos extendemos en el estudio para conocer cuál es la disposición final de mencionados residuos. En tal virtud, se establecieron preguntas que al igual que las anteriores, fueron corroboradas en el normal funcionamiento de la industria metalmecánica del cantón Cevallos.

Tabla 4.12: Disposición de los residuos metálicos en las diferentes industrias metalmecánicas del cantón Cevallos

¿Qué hace con la chatarra y limalla?							
	Freire	Espinoza	Mega Suelda	Vega	Buenaño	Villacis	Total
A la basura	1	1	1	1	0	0	4
Chatarrero ambulante	1	1	0	0	0	0	2
Depósito de chatarra	0	1	1	1	1	1	5
A acerías	0	0	0	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0	0	0	0



Fuente: Investigador

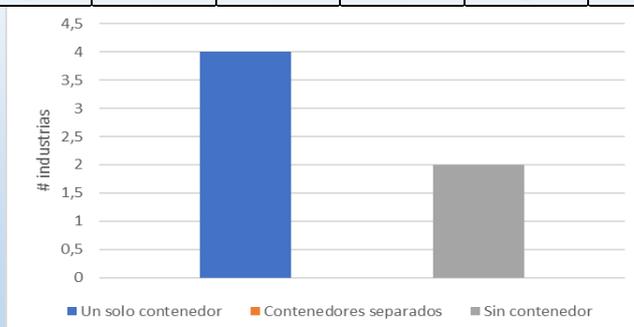
De acuerdo a los datos de la table 4.12 se puede deducir que, si bien es cierto que existen lugares predispuestos para el almacenamiento de la chatarra, existe un gran porcentaje de viruta metálica (limalla) que es depositada en la basura lo cual conlleva a que sea una fuente más de contaminación del componente suelo. No obstante, también se pudo notar que no toda la limalla es recogida, quedándose un cierto porcentaje en el suelo de la misma industria.

Las actividades para desalojo de chatarra y limalla de la industria metal mecánica del cantón Cevallos son: la venta a los depósitos de chatarra, venta a los chatarreros ambulantes y en cierto porcentaje la viruta es depositada a la basura.

En cuanto a los residuos llevados a los depósitos de chatarra, el modo de transporte y almacenamiento también representa una fuente de contaminación ya que como lo muestra la tabla 4.13, esta actividad se la realiza en un solo contenedor sin ser separado la chatarra de la limalla y en ocasiones inclusive se lo lleva sin contenedores, es decir en el cajón de una camioneta lo que, sumado al viento, provoca que el material particulado sea desprendido al ambiente para contaminarlo.

Tabla 4.13: Modo de transporte de los residuos metálicos en las diferentes industrias metalmecánicas del cantón Cevallos.

¿Cómo transporta la chatarra y limalla?							
	Freire	Espinoza	Mega Suelda	Vega	Buenaño	Villacis	Total
Un solo contenedor	0	1	1	1	0	1	4
Contenedores separados	0	0	0	0	0	0	0
Sin contenedor	1	0	0	0	1	0	2



Fuente: Investigador

De acuerdo con declaraciones emitidas por los propietarios de las metalmecánicas del cantón Cevallos, los residuos metálicos son vendidos en los siguientes depósitos de chatarra: Max Metal, Eco reciclaje y Tungurahua, los cuales serán puntos de estudio más adelante. De la encuesta planteada al sector metalmecánico del cantón Cevallos, al momento de desalojar los residuos metálicos en los depósitos de chatarra, no existe áreas

separadas que de cierta manera evite que se mezcle el tipo de residuos. Tabla 4.14 Tipo de almacenaje de chatarra en los depósitos de chatarra.

Tabla 4.14: Almacenaje de los residuos metálicos en los diferentes depósitos de chatarra a los que vende la industria metalmeccánica del cantón Cevallos.

Cuando deja la chatarra y limalla en los depósitos de chatarra, los deposita en:							
	Freire	Espinoza	Mega Suelda	Vega	Buenaño	Villacis	Total
Contenedor específico	0	0	0	0	0	0	0
Áreas separadas de acuerdo con el tipo de residuo	0	0	0	1	0	0	1
Donde haya espacio	0	1	1	0	1	1	4



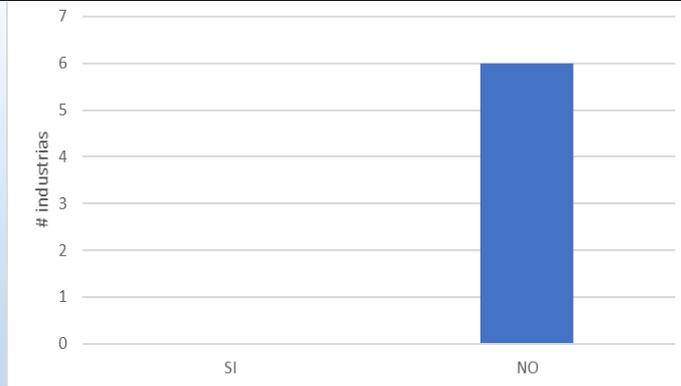
Fuente: Investigador

De la información recolectada hasta el momento se puede notar que existen varios puntos en los cuales se genera contaminación debido a las costumbres de trabajo del personal que labora en las distintas metalmeccánicas existentes en el cantón Cevallos, motivo por el cual se ha conversado con el personal operativo si han recibido charlas sobre el manejo de los residuos, a lo que han sabido manifestar que no y que solo ejecutan la limpieza del puesto de trabajo con la ayuda de una escoba y lo recolectado cuando existe chatarra la depositan en los contenedores respectivos y en cuanto a la limalla la depositan en el basurero ya que no es factible el separarla del polvo propio del área.

Con los relatos antes expuestos, se consultó a los propietarios de las metalmeccánicas, si cuentan con un plan de manejo ambiental teniendo los resultados que se presentan en la tabla 4.15. donde se denota que ninguna metalmeccánica del cantón Cevallos cuenta con un plan de mantenimiento o guías de manejo de residuos.

Tabla 4.15: Plan de manejo ambiental existente en la industria metalmecánica del cantón Cevallos.

¿La empresa cuenta con un plan de manejo ambiental?							
	Freire	Espinoza	Mega Suelda	Vega	Buenaño	Villacis	Total
SI	0	0	0	0	0	0	0
NO	1	1	1	1	1	1	6



Fuente: Investigador

Sin embargo, todos los propietarios de las metalmecánicas manifestaron saber que existe multas en el caso de producir contaminación al medio ambiente, aunque desconocían cuales eran las tolerancias permitidas que enmarca la normativa respectiva. (TULSMA).

4.1.1.1 Síntesis de los resultados analizados del proceso interno de la industria metalmecánica del cantón Cevallos

De los datos expuestos se analiza que las industrias metalmecánicas del cantón Cevallos se encuentran localizadas en áreas no reguladas como para una zona industrial, siendo de esta manera que se encuentran rodeadas de plantaciones, viviendas, espacios recreativos y zonas comerciales lo cual repercute en un riesgo eminente de convertirse en una fuente de contaminación hacia la población.

Las industrias metalmecánicas del cantón Cevallos no disponen de un plan de manejo ambiental lo cual se refleja en las malas prácticas al momento de manejar la disposición final de los desechos sólidos metálicos, siendo así que no existe una separación entre chatarra y viruta e inclusive la depositan en la basura.

Las cantidades de acero trabajado son considerables llegando a un consumo general mensual de 2000Kg con un desperdicio de 200Kg que le corresponde al 10% que combinados a un desconocimiento del impacto ambiental que estos pueden generar por realizar malas prácticas ambientales; se convierten en una fuente latente de contaminación.

Para poder visualizar el impacto que conlleva el no separar la limalla de la chatarra, es necesario realizar una inspección a los depósitos de chatarra donde la industria metalmeccánica del cantón Cevallos vende sus residuos metálicos.

4.1.2 Análisis de los resultados del proceso interno de los depósitos de chatarra donde la industria metalmeccánica del cantón Cevallos vende sus residuos.

A continuación, se muestra la tabulación de la encuesta generada en los depósitos de chatarra la misma que fue constatada y cuyo respaldo reposa en la base de datos de estas ya que por políticas internas no es factible su publicación.

Al igual que en el caso de la industria metalmeccánica del cantón Cevallos, es necesario conocer ciertos datos de los depósitos de chatarra, como propiedad de los terrenos, actividades cercanas a estos espacios, entre otras.

Tabla 4.16: Tipo de terreno donde se sitúa el depósito de chatarra

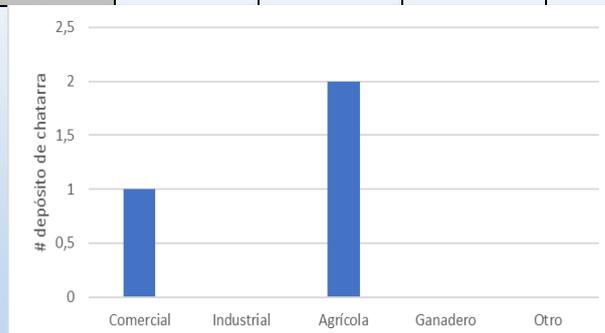
El suelo donde se encuentra el depósito de chatarra es:				
	Max Metal	Eco Reciclaje	Tungurahua	Total
Propio	0	0	0	0
Arrendado	1	1	1	3

Fuente: Investigador

La tabla 4.16 evidencia que el 100% de los depósitos de chatarra donde vende sus residuos la industria metalmecánica del cantón Cevallos, se ubican en terrenos arrendados, lo cual implica a que estos negocios de los depósitos de chatarra, se encuentren constantemente trasladando de un sitio a otro y por ende contaminando los suelos donde se van ubicando. Cesar Caiza, administrador de Max Metal, indica que cuando tienen que trasladarse a otro terreno, la empresa realiza una remoción de tierra con la ayuda de una Pala Mecánica y la tierra contaminada la depositan en quebradas secas dejando de esta manera el sitio donde operaban aparentemente libre de contaminación.

Tabla 4.17: Tipo de zona donde se sitúa el depósito de chatarra

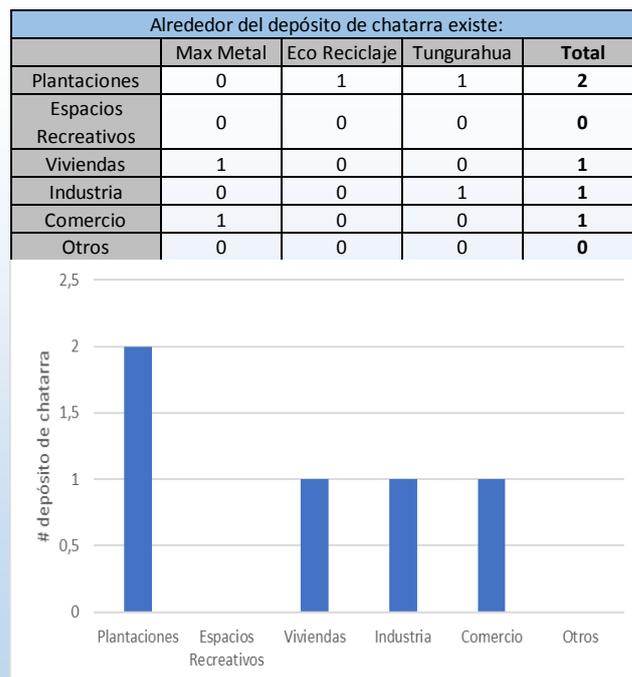
El sector donde está ubicado el depósito de chatarra es:				
	Max Metal	Eco Reciclaje	Tungurahua	Total
Comercial	1	0	0	1
Industrial	0	0	0	0
Agrícola	0	1	1	2
Ganadero	0	0	0	0
Otro	0	0	0	0



Fuente: Investigador

A más de los depósitos de chatarra estar ubicados en terrenos arrendados, también se encuentran en áreas comerciales y agrícolas como el sector del Mercado Mayorista, el paso lateral de Ambato e Izamba, lo cual se convierte en un agravante en cuanto a fuente de contaminación ambiental se refiere, ya que, por el mismo hecho de no ser terrenos propios, no pueden realizar una cimentación del piso que ayudaría de cierta manera a controlar mencionada contaminación.

Tabla 4.18: Tipo de infraestructuras aledañas a los depósitos de chatarra



Fuente: Investigador

Mediante la técnica de la observación y la encuesta se ha podido determinar que en los alrededores de los depósitos de chatarra donde la industria metalmeccánica del cantón Cevallos vende sus residuos metálicos, existen plantaciones, viviendas, industrias y comercio, es decir se encuentran en lugares vulnerables de contaminación y afectación social.

Tabla 4.19: Peso promedio mensual de compra de chatarra por parte de los depósitos de chatarra

El peso promedio de compra de chatarra mensual es de:				
	Max Metal	Eco Reciclaje	Tungurahua	Total
0 - 5 Ton	0	0	0	0
5,1 - 10Ton	1	1	0	2
10,1 - 15Ton	0	0	1	1
15,1 - 20Ton	0	0	0	0

Fuente: Investigador

La tabla 4.19 nos muestra que la generación de chatarra es considerable llegando a cifras que bordean las 10 toneladas mensuales. De las cuales alrededor de 2 toneladas son en forma de viruta y limalla como se muestra en la tabla 4.20. Se evidencia que la industria metalmeccánica en la provincia de Tungurahua es alta ya que en el resto de cantones no existe depósitos de chatarra y las industrias de los diferentes cantones las venden en los depósitos ubicados en el cantón Ambato para que luego estos sean los encargados de gestionar la venta a las acerías para su posterior fundición, pero en el transcurso de todo este proceso, se evidencia que existe contaminación al medio ambiente para lo cual es necesario realizar un análisis del suelo y de esta manera cuantificar el impacto ambiental ocasionado.

Tabla 4.20: Peso promedio mensual de compra de viruta o limalla por parte de los depósitos de chatarra

El peso promedio de compra de viruta o limalla mensual es de:				
	Max Metal	Eco Reciclaje	Tungurahua	Total
0 - 500 KG	0	0	0	0
501 - 1000KG	0	0	0	0
1001 - 1500 KG	0	0	0	0
1501 - 2000KG	1	0	0	1
DESCONOCIDO	0	1	1	2

Fuente: Investigador

Por último, dentro de la recolección de información, se consultó y al mismo tiempo se evidenció el tipo de almacenamiento entre la chatarra y la viruta metálica. Donde sólo la empresa Max Metal posee un espacio exclusivo para la viruta metálica.

Tabla 4.21: Tipo de almacenamiento de chatarra y viruta o limalla por parte de los depósitos de chatarra

El almacenamiento de la chatarra respecto a la limalla o viruta es:				
	Max Metal	Eco Reciclaje	Tungurahua	Total
Separado	1	0	0	1
Unido	0	1	1	2

Fuente: Investigador

4.1.2.1 Síntesis de los resultados analizados del proceso interno de los depósitos de chatarra donde la industria metalmecánica del cantón Cevallos vende sus residuos.

Los depósitos de chatarra operan en sitios arrendados lo cual provocaría que en cualquier momento el impacto generado, se traslade a otra parte y a su vez no les permite encementar el piso para de esta manera poder controlar la propagación de la contaminación, ya que los propietarios de los terrenos no se los permiten.

La cantidad de chatarra generada de forma mensual es alta, llegando a cifras de las 10 toneladas de las cuales 2 toneladas son viruta metálica, lo cual enfatiza el conocer el grado de posible contaminación del componente suelo.

Para determinar el grado de contaminación del componente suelo, se seguirá los lineamientos establecidos en el capítulo dos acompañados de las normativas respectivas en cada uno de los procesos.

4.1.3 Análisis de los resultados de laboratorio obtenidos de las muestras de suelos en estudio.

El artículo 28 del capítulo IV DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES del Registro Oficial Suplemento 2 de 31 de marzo del 2003 en su última modificación de 4 de mayo del 2015, menciona "... La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con este análisis las medidas más efectivas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, enmarcado en lo establecido en la normativa ambiental aplicable.

Para la evaluación de impactos ambientales se observa las variables ambientales relevantes de los medios o matrices, entre estos:

- a. Físico (agua, aire, suelo y clima)..."

4.1.3.1 Análisis físico – químico del suelo en estudio

Los suelos en estudio fueron los provenientes de los depósitos de chatarra donde la industria metalmecánica del cantón Cevallos vende sus residuos, además se tomó muestras de suelos aledaños a los mencionados depósitos para comparar los cambios generados.

Luego de haber tomado las muestras se las prepara de acuerdo con lo que dictamina la normativa ISO 11464. A continuación, se detalla el procedimiento realizado para el análisis de suelo respectivo:

Secado.- tal como lo establece la normativa enunciada anteriormente, se procedió a secar las muestras a temperatura ambiente para de esta manera no alterar las características físicas – químicas del suelo. La normativa ambiental vigente en Ecuador, menciona que el análisis se lo realiza en una base seca.

Molido.- ya con las muestras secas, se emplea un molino que permita homogenizar la muestra para luego ser tamizada, en este caso se empleó el molino pulverisette 15.

Tamizado.- a la muestra triturada se la somete a un tamiz de acero inoxidable de diámetro de tamizado de 2mm tal lo dictamina la norma.

Una vez preparada la muestra se procede a su respectivo análisis, en este punto se lo ejecuta considerando los parámetros establecidos en la normativa ISO / CD 11047 que hace mención a la determinación de metales pesados por espectrometría de absorción atómica

Digestión de la muestra.- EL proceso de digestión de muestras consiste en realizar un ataque químico con ácidos fuertes, en este caso se empleó ácido nítrico, lo cual permite eliminar interferencias que pueda obstruir en el equipo de absorción atómica en la lectura del elemento. Durante este proceso se ubica a la muestra en una campana de extracción de gases para evitar humos tóxicos, posteriormente se sedimenta y procede a la decantación.

Absorción atómica.- Previo al análisis mediante absorción atómica, se ubica las lámparas de cátodo hueco de acuerdo al elemento que se vaya a analizar.

Se empleó lámparas de cátodo hueco, que están rellenos de gas inerte y tienen el cátodo del metal que se va a analizar, en este caso se empleó lámparas de: Mn, Cu, Cr, Ni, Fe.

Absorción atómica por llama.- Una vez digestada la muestra, se coloca la misma en la cámara de pre-mezclas, donde se una la muestra, el gas combustible (acetileno) y el oxidante (aire) para que luego pasen a la llama donde la muestra se descompone en átomos. Mientras que un rayo de luz proveniente de la lámpara de cátodo hueco se dirige a través de la llama a un monocromador y a un detector donde se mide la cantidad de la luz absorbida. La absorción depende de presencia de átomos libres en la llama, debido a que en a longitud de onda del rayo de luz es característica del elemento que se está

determinando, la luz absorbida por la llama es la medida de la concentración del metal en la muestra.

En la tabla 4.5 se pudo determinar el tipo de materia prima con la cual trabaja la industria metalmeccánica del cantón Cevallos, y al comparar su composición química con la lista de metales pesados de la tabla 2.4 “Criterios de Calidad del suelo”, establecido por TULSMA; concluimos que los metales a analizar son: cromo, níquel y debido a que las gratas utilizadas para limpiar las escorias son de cobre, también será motivo de estudio.

Tabla 4.22: Concentraciones de metales pesados en los suelos de los depósitos de chatarra y terrenos aledaños.

Sitio	Muestra	PARÁMETROS																
		SUELO CONTAMINADO						SUELO ALEDAÑO										
		Profundidad	Cr total ppm	Cu ppm	Ni ppm	Fe %	Mn ppm	Muestra	Profundidad	Cr total ppm	Cu ppm	Ni ppm	Fe %	Mn ppm				
Huachi Grande	1	-10	7	25	7	0,80	100											
	2	-10	8	25	7	0,80	100											
	3	-10	8	29	9	0,8	100											
	4	-10	8	25	6,3	0,8	98											
	5	-10	7	26	7	0,8	105											
	6	-30	6	30	7	0,90	200											
	7	-30	8	33	9	0,90	200											
	8	-30	7	26	7	0,9	198	11	-30	9	45	14	0,75	165				
	9	-30	8	30	7	0,9	201	12	-30	9	50	13	0,75	162				
	10	-30	8	32	7	0,9	200	13	-30	8,7	51	14	0,75	163				
Max Metal	1	-10	299	3000	44	10,68	998											
	2	-10	295	3000	44	11	1000											
	3	-10	99,93	15,00	24,98	5,00	299,78											
	4	-10	100	58	60	9,38	599	7	-30	30	54,3	14	0,65	150				
	5	-10	100	58	58	10	590	8	-30	30	55	14	0,65	150				
	6	-10	101	58	60	9,6	600	9	-30	30	54	14	0,65	150				
Eco - Reciclaje	1	-10	NO EXISTIÓ APERTURA POR PARTE DEL PROPIETARIO PARA PODER TOMAR MUESTRAS DEL SUELO															
	2	-10																
	3	-10																
	4	-10										7	-30	10	63	12	0,8	175
	5	-10										8	-30	10	68	12	0,8	175
	6	-10										9	-30	12	65	12	0,8	175
Tungurahua	1	-10	99	250	20	2,60	299											
	2	-10	100	250	19	2,60	299											
	3	-10	99,8	251	19,5	2,6	300											
	4	-10	99	248,5	20,2	2,6	301	7	-30	30	50	13,1	0,5	200				
	5	-10	101	251	20	2,6	300	8	-30	31	53	13	0,5	200				
	6	-10	100	251,5	20	2,6	300	9	-30	31	52	12,8	0,5	200				

Fuente: Investigador

4.1.3.2 Síntesis de los resultados del análisis físico – químico del suelo en estudio

De lo citado anteriormente, se procede a realizar un análisis de los siguientes metales: cobre, níquel, manganeso, cromo, hierro; donde se obtuvo que:

EL 100% de las muestras de suelos de depósitos de chatarra tienen niveles superiores a los admisibles de acuerdo con la normativa TULSMA.

EL 100% de los suelos de depósitos de chatarra tienen niveles superiores a los admisibles del metal Cobre, que de acuerdo a la normativa TULSMA su nivel máximo admisible es (25mg/Kg).

EL 75% de los suelos de depósitos de chatarra tienen niveles superiores a los admisibles del metal Cromo, que de acuerdo a la normativa TULSMA su nivel máximo admisible es (54mg/Kg).

EL 100% de los suelos de depósitos de chatarra tienen niveles superiores a los admisibles del metal Níquel, que de acuerdo a la normativa TULSMA su nivel máximo admisible es (19mg/Kg).

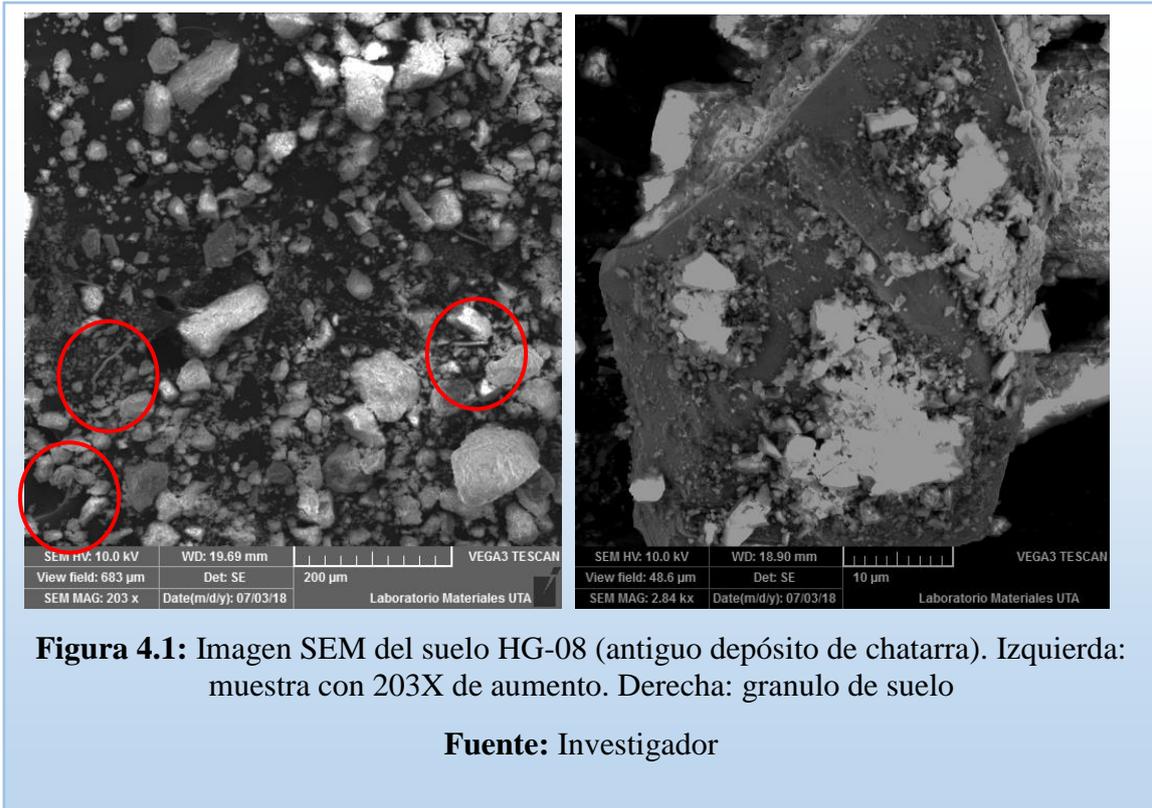
Los niveles del metal manganeso son superiores de 100ppm

El análisis de los suelos en estudio permitió conocer que los mismos se encuentran fuera del rango de aceptación de acuerdo con lo establecido en el libro VI del texto unificado de legislación superior del medio ambiente TULSMA.

4.1.3.3 Análisis morfológico de metales pesados presentes en el suelo en estudio

Para realizar la caracterización morfológica de los suelos en estudio se empleó un microscopio electrónico de barrido (SEM) de la marca TESCAN VEGA 3 SBU de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Este estudio se realizó en modo de alto vacío y en resolución con voltaje de 5 a 20KeV de energía de los electrones, donde se puede visualizar la presencia de residuos de viruta metálica se mezclan con los granos del suelo, lo que genera que su separación presente mayor dificultad e inclusive sea imposible en algunos casos.



En la Figura 4.1 se muestran las imágenes del suelo HG-08 donde se evidencia la presencia de restos de metales de estructura plana y alargada con longitud de cerca 100µm en conjunto con los gránulos del suelo y una imagen de un solo granulo de alrededor de 30µm de diámetro recubierto por restos de aglomerados de dimensiones del orden de nanómetros que evidencian un número atómico más pesado por el color claro que presentan pudiendo ser metales pesados. Estas imágenes concuerdan con los resultados del análisis químico que indica la presencia de pequeños porcentajes de metales donde apenas el cobre sobre pasa la normativa con 1ppm.

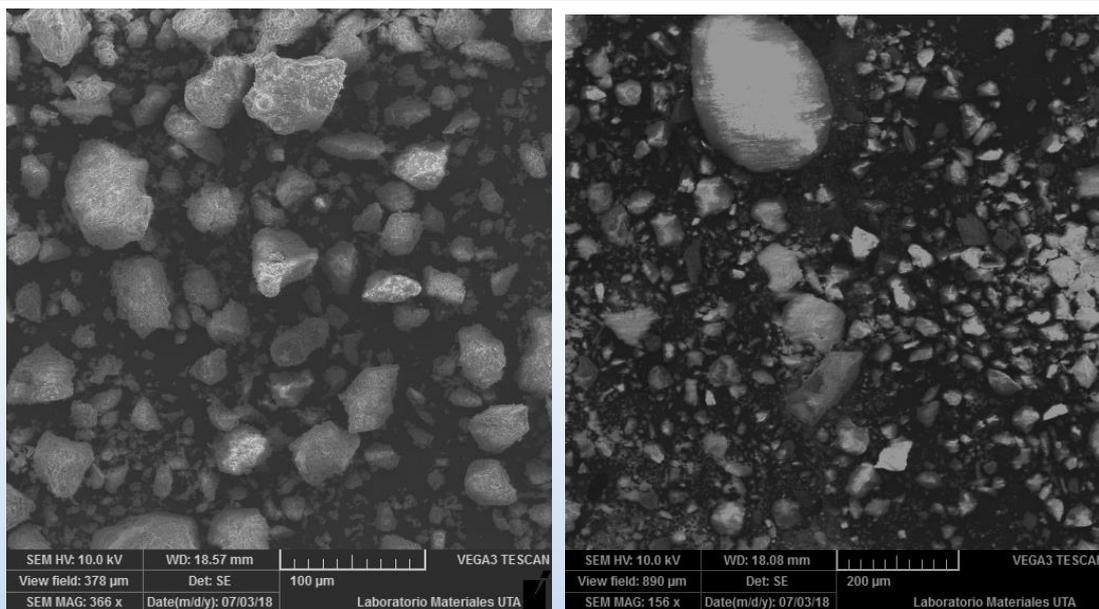
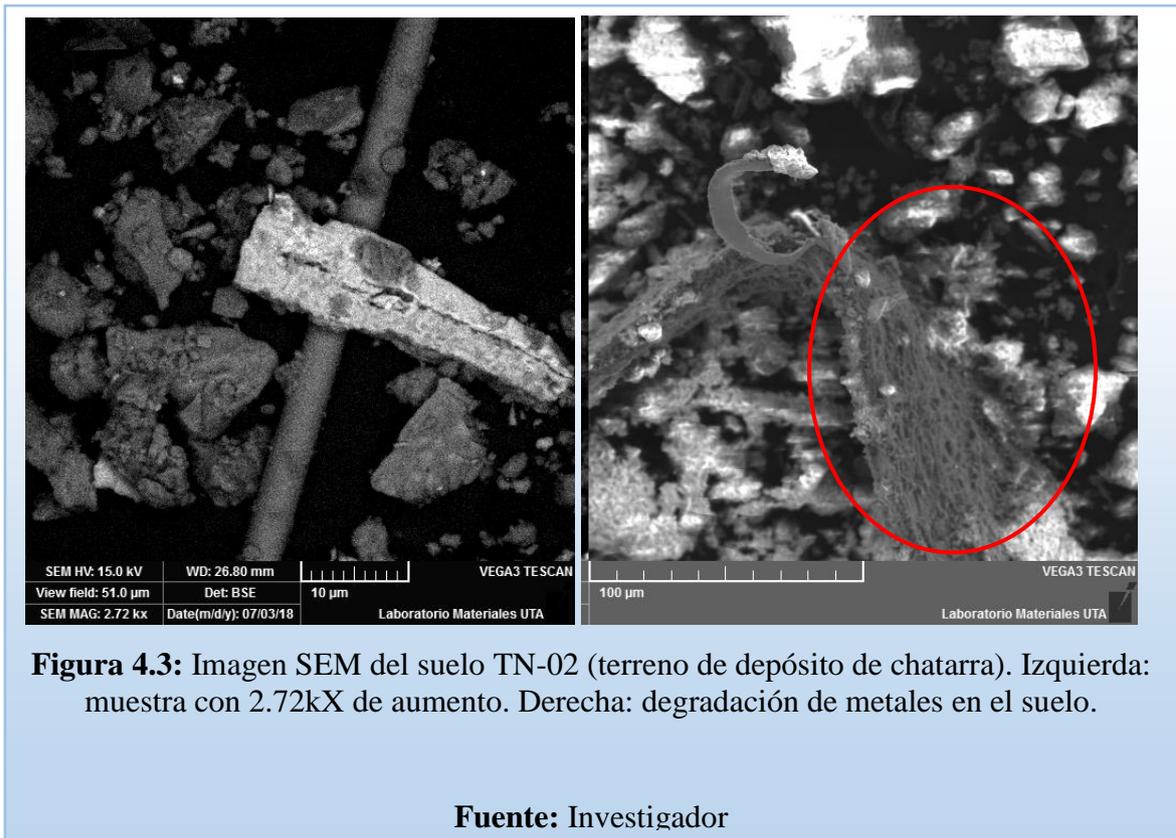


Figura 4.2: Imagen SEM del suelo HG-12 (terreno aledaño a antiguo depósito de chatarra). Izquierda: muestra con 366X de aumento. Derecha: gránulo de suelo

Fuente: Investigador

En la Figura 4.2 se muestran las imágenes del suelo HG-12 donde NO se evidencia la presencia de restos de metales, también se puede notar una homogeneidad en los gránulos de suelo de longitud de cerca 50µm. Estas imágenes concuerdan con los resultados del análisis químico que indica que los porcentajes de metales pesados están dentro de los parámetros de calidad a excepción del cobre, esta anomalía podría ser una característica del suelo de la ciudad de Ambato ya que, en los suelos de las otras áreas en estudio, el cobre presenta concentraciones similares.



En la Figura 4.3 se muestran las imágenes del suelo TN-02 donde se evidencia la presencia de restos de metales de estructura plana y alargada con longitud de cerca 40 μm en conjunto con los gránulos del suelo y una imagen donde se evidencia restos de aglomerados de dimensiones del orden de nanómetros que evidencian un número atómico más pesado por el color claro que presentan pudiendo ser metales pesados. Estas imágenes concuerdan con los resultados del análisis químico que indica la presencia de considerables porcentajes de metales que sobrepasan la normativa.

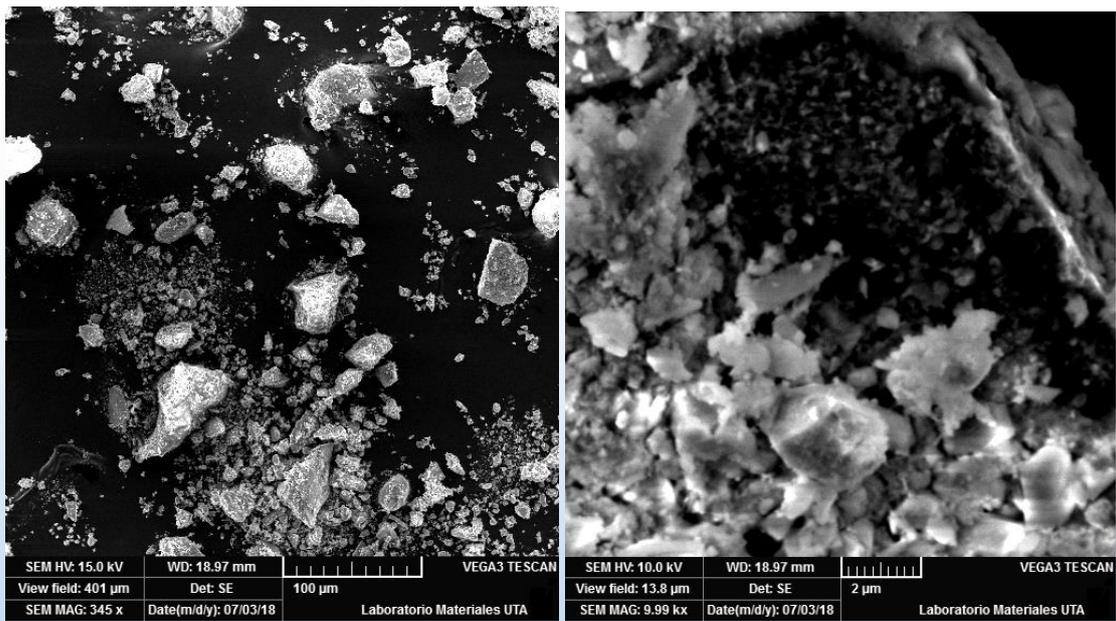


Figura 4.4: Imagen SEM del suelo TN-09 (terreno a 100m del depósito de chatarra). Izquierda: muestra con 345X de aumento. Derecha: gránulos de suelo

Fuente: Investigador

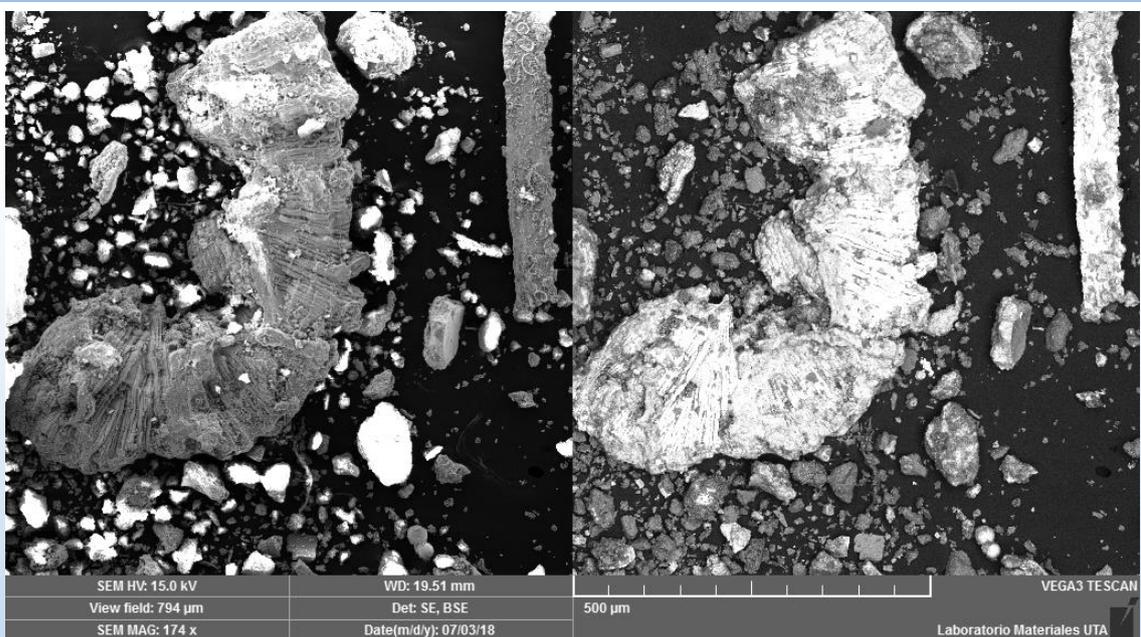


Figura 4.5: Imagen SEM del suelo MM-01 (depósito de chatarra que presenta mayor grado de contaminación). Izquierda: aumento de 174X del suelo. Derecha: gránulo de metal.

Fuente: Investigador

En la Figura 4.4 se muestran las imágenes del suelo TN-09 donde NO se evidencia la presencia de restos de metales. Estas imágenes concuerdan con los resultados del análisis químico que indica la presencia de pequeños porcentajes de metales.

En la Figura 4.5 se muestran las imágenes del suelo MM-01 donde se evidencia la presencia de restos de metales de estructura plana y alargada con longitud de cerca 750um en conjunto con los gránulos del suelo. Estas imágenes concuerdan con los resultados del análisis químico que indica la presencia de grandes concentraciones de metales.

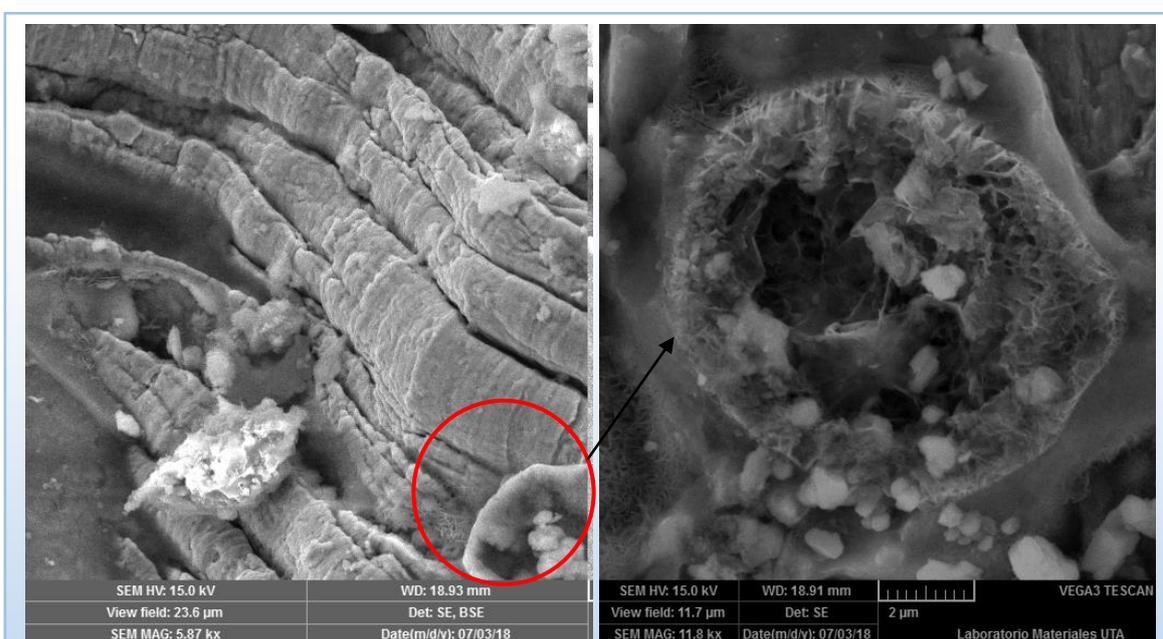


Figura 4.6: Imagen SEM del suelo MM-01 (depósito de chatarra que presenta mayor grado de contaminación). Izquierda: aumento de 5.87kX del suelo. Derecha: variedad de morfologías.

Fuente: Investigador

En la Figura 4.6 se muestran las imágenes del suelo MM-01 donde se evidencia la presencia de varias morfologías (estrelladas, laminares, redondas) de aglomerados de dimensiones del orden de nanómetros que evidencian un número atómico más pesado por el color claro que presentan pudiendo ser metales pesados.

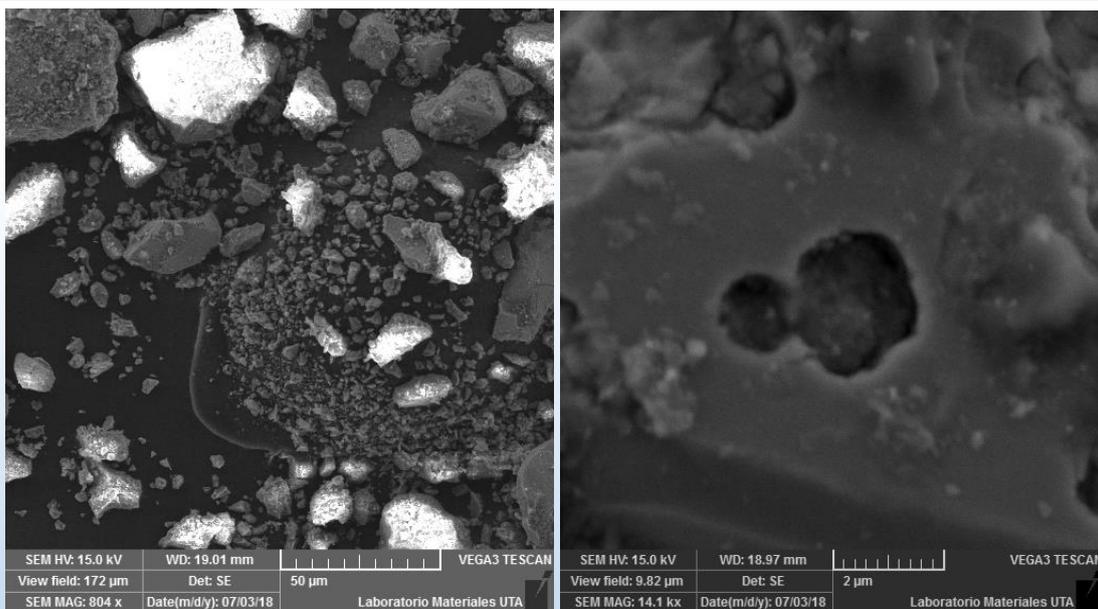


Figura 4.7: Imagen SEM del suelo MM-08 (suelo aledaño a depósito de chatarra). Izquierda: muestra con 804X del suelo. Derecha: gránulo de suelo

Fuente: Investigador

En la Figura 4.7 se muestran las imágenes del suelo MM-08 donde NO se evidencia la presencia de restos de metales. Se puede observar que existe quemadura de la muestra lo que indica que existe materia orgánica. Estas imágenes concuerdan con los resultados del análisis químico que indica la presencia de pequeños porcentajes de metales.

4.1.3.4 Análisis de densidades y humedad

Al momento de realizar las tomas de muestra se pudo notar que los suelos de los depósitos de chatarra presentaban mayor resistencia que los suelos aledaños. Para realizar esta medición se empleó un densímetro nuclear donde se obtuvo que a medida que nos acercamos al sitio del depósito de chatarra, la densidad se incrementa y la humedad disminuye.

Tabla 4.23: Diferencia de humedad y densidad entre un suelo contaminado y un suelo agrícola aledaño.

Humedades y densidades en suelos					
Sitio	Toma	Profundidad (cm)	% Humedad	Densidad seca (Kg/m ³)	Densidad Húmeda (Kg/m ³)
Depósito de chatarra	1	25	6.9	1433	1532
	2	25	3.7	1460	1515
	3	25	3.8	1526	1583
Terreno aledaño	4	25	6.8	1381	1476
	5	25	16.8	1272	1485
	6	25	16.3	1229	1429

Fuente: Investigador

4.2 Interpretación de los resultados

De los diferentes ensayos, observaciones, encuestas y demás actividades realizadas para determinar el grado de contaminación del suelo por efecto del manejo de residuos de viruta metálica (limalla) se puede establecer que existe una serie de costumbres por parte de los trabajadores de la industria metalmeccánica del cantón Cevallos que interfieren negativamente en el manejo de mencionados residuos, lo cual provoca que de acuerdo a la matriz de Leopold se esté afectando a varios componentes del medio ambiente siendo el aire y el suelo los de mayor impacto.

El análisis de espectrometría por absorción atómica permitió conocer las concentraciones de metales pesados en estos suelos y al compararlos con los parámetros establecidos por la ley ambiental vigente en el Ecuador, se determinó que sobrepasan lo aceptable.

Mediante el análisis de estos suelos en el microscopio electrónico de barrido SEM, se pudo corroborar la presencia de metales en el suelo.

Como dato adicional, al medir la densidad de los suelos contaminados respecto a los aledaños vemos que, por la actividad de almacenaje de chatarra, la densidad de estos suelos

es superior y; que a medida que se aleja del punto contaminante, su densidad también disminuye y el porcentaje de humedad aumenta.

4.2.1 Análisis estadístico de los resultados

4.2.1.1 T-student para muestras relacionadas

A continuación, se realizará un análisis estadístico de los datos de la tabla 4.22 que corresponde a las concentraciones de metales pesados en el suelo de los depósitos de chatarra, para lo cual trabajaremos con dos hipótesis, nula (H_0) y alterna (H_1) tal como se muestra a continuación.

H_0 = No hay diferencia significativa en las medias de metales pesados presentes en el suelo antes y después de depositar en ellos los desechos de viruta metálica.

H_1 = Hay una diferencia significativa en las medias de metales pesados presentes en el suelo antes y después de depositar en ellos los desechos de viruta metálica.

Consideraciones

En la aplicación de la prueba T-student para muestras relacionadas, es necesario primero analizar si existe o no una distribución normal de los datos; para lo cual se considerará los siguientes casos:

- El nivel de confianza será del 95%
- EL nivel de error será del 5% (α)
- Se analizará el método Shapiro-Wilk por tratarse de muestras pequeñas (menores a 30).
- El criterio para determinar la distribución normal será:
 - $P\text{-valor} \geq \alpha$; los datos provienen de una distribución normal

- P-valor < α ; los datos NO provienen de una distribución normal

Luego de realizar el análisis de muestras relacionadas,

- Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$; rechace Ho (se acepta H1)
- Si la probabilidad obtenida P-valor > α ; No rechace Ho (se acepta Ho)

4.2.1.1.1 T-student para muestras relacionadas del ex depósito de chatarra ubicado en Huachi Grande

Tabla 4.24: Procesamiento de casos en ex depósito de chatarra mediante programa SPSS.

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
HG0Cromo01	3	30,0%	7	70,0%	10	100,0%
HG0Cobre01	3	30,0%	7	70,0%	10	100,0%
HG0Niquel01	3	30,0%	7	70,0%	10	100,0%
HG0Hierro01	3	30,0%	7	70,0%	10	100,0%
HG0Manganeso01	3	30,0%	7	70,0%	10	100,0%
HG0Cromo02	3	30,0%	7	70,0%	10	100,0%
HGCobre02	3	30,0%	7	70,0%	10	100,0%
HG0Niquel02	3	30,0%	7	70,0%	10	100,0%
HG0Hierro02	3	30,0%	7	70,0%	10	100,0%
HG0Manganeso02	3	30,0%	7	70,0%	10	100,0%

Fuente: Investigador

Tabla 4.25: Prueba de normalidad en muestras de ex depósito de chatarra mediante programa SPSS.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
HG0Cromo01	,385	3	.	,750	3	,000
HG0Cobre01	,385	3	.	,750	3	,000
HG0Niquel01	,385	3	.	,750	3	,000
HG0Hierro01	.	3	.	.	3	.
HG0Manganeso01	.	3	.	.	3	.
HG0Cromo02	,385	3	.	,750	3	,000
HGCobre02	,328	3	.	,871	3	,298
HG0Niquel02	,385	3	.	,750	3	,000
HG0Hierro02	.	3	.	.	3	.
HG0Manganeso02	,253	3	.	,964	3	,637

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Investigador

Tabla 4.26: Determinación de normalidad en muestras de ex depósito de chatarra mediante programa SPSS.

Muestra	P-valor	α	Normalidad
Cr-01	0	0.05	NO
Cu-01	0	0.05	NO
Ni-01	0	0.05	NO
He-01		0.05	
Mn-01		0.05	
Cr-02	0	0.05	NO
Cu-02	0.298	0.05	SI
Ni-02	0	0.05	NO
He-02		0.05	
Mn-02	0.637	0.05	SI

Fuente: Investigador

Tabla 4.27: Medias de muestras de ex depósito de chatarra mediante programa SPSS.

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	HG0Cromo02	8,9000	3	,17321	,10000
	HG0Cromo01	7,6667	3	,57735	,33333
Par 2	HG0Cobre02	48,6667	3	3,21455	1,85592
	HG0Cobre01	26,3333	3	2,30940	1,33333
Par 3	HG0Niquel02	13,6667	3	,57735	,33333
	HG0Niquel01	7,6667	3	1,15470	,66667
Par 4	HG0Hierro02	,7500 ^a	3	,00000	,00000
	HG0Hierro01	,8000 ^a	3	,00000	,00000
Par 5	HG0Manganeso02	163,3333	3	1,52753	,88192
	HG0Manganeso01	100,0000	3	,00000	,00000

a. La correlación y t no se pueden calcular porque el error estándar de la diferencia es 0.

Fuente: Investigador

Tabla 4.28: Determinación de P-valor de muestras relacionadas de ex depósito de chatarra mediante programa SPSS.

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
				Inferior	Superior				
Par 1	HGOCromo02 - HGOCromo01	1,23333	,68069	,39299	-,45758	2,92425	3,138	2	,088
Par 2	HGCobre02 - HGCobre01	22,33333	2,51661	1,45297	16,08172	28,58494	15,371	2	,004
Par 3	HGONiquel02 - HGONiquel01	6,00000	1,00000	,57735	3,51586	8,48414	10,392	2	,009
Par 5	HGOManganeso02 - HGOManganeso01	63,33333	1,52753	,88192	59,53875	67,12792	71,813	2	,000

Fuente: Investigador

Tabla 4.29: Determinación de hipótesis aceptada de ex depósito de chatarra mediante programa SPSS.

Par	P-valor	α	Hipótesis
Cr	0,088	0.05	Ho
Cu	0,004	0.05	H1
Ni	0,009	0.05	H1
He		0.05	
Mn	0,00	0.05	H1

Fuente: Investigador

Analizando las tablas 4.24 a la 4.29, podemos concluir que; en el suelo del ex depósito de chatarra ubicado en Huachi Grande, se tiene una distribución normal en las medidas de cobre y manganeso, donde se evidencia la existencia de una diferencia significativa en las medias de metales pesados en el suelo antes y después de depositar en ellos los desechos de viruta metálica de la industria metalmeccánica.

4.2.1.1.2 T-student para muestras relacionadas del depósito de chatarra Max Metal

Tabla 4.30: Procesamiento de casos en depósito de chatarra Max Metal mediante programa SPSS.

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
MM0Cromo01	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
MM0Cobre01	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
MM0Niquel01	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
MM0Hierro01	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
MM0Manganeso01	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
MM0Cromo02	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
MM0Cobre02	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
MM0Niquel02	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
MM0Hierro02	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
MM0Manganeso02	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%

Fuente: Investigador

Tabla 4.31: Prueba de normalidad en muestras de depósito de chatarra Max Metal mediante programa SPSS.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MM0Cromo01	,385	3	.	,750	3	,000
MM0Cobre01	.	3	.	.	3	.
MM0Niquel01	,385	3	.	,750	3	,000
MM0Hierro01	,242	3	.	,973	3	,683
MM0Manganeso01	,353	3	.	,824	3	,174
MM0Cromo02	.	3	.	.	3	.
MM0Cobre02	,269	3	.	,949	3	,567
MM0Niquel02	.	3	.	.	3	.
MM0Hierro02	.	3	.	.	3	.
MM0Manganeso02	.	3	.	.	3	.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Investigador

Tabla 4.32: Determinación de normalidad en muestras de depósito de chatarra Max Metal mediante programa SPSS.

Muestra	P-valor	α	Normalidad
Cr-01	0	0.05	NO
Cu-01		0.05	
Ni-01	0	0.05	NO
He-01	0.683	0.05	SI
Mn-01	0.174	0.05	SI
Cr-02		0.05	
Cu-02	0.567	0.05	SI
Ni-02		0.05	
He-02		0.05	
Mn-02		0.05	

Fuente: Investigador

Tabla 4.33: Medias de muestras de depósito de chatarra Max Metal mediante programa SPSS.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	MMOCromo02	30,0000	3	,00000	,00000
	MMOCromo01	100,3333	3	,57735	,33333
Par 2	MMOCobre02	54,4333	3	,51316	,29627
	MMOCobre01	58,0000	3	,00000	,00000
Par 3	MMONiquel02	14,0000	3	,00000	,00000
	MMONiquel01	59,3333	3	1,15470	,66667
Par 4	MMOHierro02	,6500	3	,00000	,00000
	MMOHierro01	9,6600	3	,31432	,18148
Par 5	MMOManganeso02	150,0000	3	,00000	,00000
	MMOManganeso01	596,3333	3	5,50757	3,17980

Fuente: Investigador

Tabla 4.34: Determinación de P-valor de muestras relacionadas de depósito de chatarra Max Metal mediante programa SPSS.

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	MMOCromo02 - MMOCromo01	-70,33333	,57735	,33333	-71,76755	-68,89912	-211,000	2	,000
Par 2	MMCobre02 - MMCobre01	-3,56667	,51316	,29627	-4,84143	-2,29191	-12,038	2	,007
Par 3	MMONiquel02 - MMONiquel01	-45,33333	1,15470	,66667	-48,20177	-42,46490	-68,000	2	,000
Par 4	MMOHierro02 - MMOHierro01	-9,01000	,31432	,18148	-9,79083	-8,22917	-49,649	2	,000
Par 5	MMOManganeso02 - MMOManganeso01	-446,33333	5,50757	3,17980	-460,01490	-432,65177	-140,365	2	,000

Fuente: Investigador

Tabla 4.35: Determinación de hipótesis aceptada de depósito de chatarra Max Metal mediante programa SPSS.

Par	P-valor	α	Hipótesis
Cr	0,00	0.05	H1
Cu	0,007	0.05	H1
Ni	0,00	0.05	H1
He	0,00	0.05	H1
Mn	0,00	0.05	H1

Fuente: Investigador

Analizando las tablas 4.30 a la 4.35 podemos concluir que; en el suelo del depósito de chatarra Max Metal, se tiene una distribución normal en las medidas de hierro, cobre y manganeso, donde se evidencia la existencia de una diferencia significativa en las medias de metales pesados en el suelo antes y después de depositar en ellos los desechos de viruta metálica de la industria metalmeccánica.

4.2.1.1.2 T-student para muestras relacionadas del depósito de chatarra Tungurahua

Tabla 4.36: Procesamiento de casos en depósito de chatarra Tungurahua mediante programa SPSS.

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
TN0Cromo01	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
TN0Cobre01	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
TN0Niquel01	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
TN0Hierro01	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
TN0Manganeso01	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
TN0Cromo02	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
TN0Cobre02	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
TN0Niquel02	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
TN0Hierro02	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
TN0Manganeso02	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%

Fuente: Investigador

Tabla 4.37: Prueba de normalidad en muestras de depósito de chatarra Tungurahua mediante programa SPSS.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TN0Cromo01	,314	3	.	,893	3	,363
TN0Cobre01	,385	3	.	,750	3	,000
TN0Niquel01	,175	3	.	1,000	3	1,000
TN0Hierro01	.	3	.	.	3	.
TN0Manganeso01	,385	3	.	,750	3	,000
TN0Cromo02	,385	3	.	,750	3	,000
TN0Cobre02	,253	3	.	,964	3	,637
TN0Niquel02	,253	3	.	,964	3	,637
TN0Hierro02	.	3	.	.	3	.
TN0Manganeso02	.	3	.	.	3	.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Investigador

Tabla 4.38: Determinación de normalidad en muestras de depósito de chatarra Tungurahua mediante programa SPSS.

Muestra	P-valor	α	Normalidad
Cr-01	0.363	0.05	SI
Cu-01	0.00	0.05	NO
Ni-01	1.00	0.05	SI
He-01		0.05	
Mn-01	0.00	0.05	NO
Cr-02	0.00	0.05	NO
Cu-02	0.637	0.05	SI
Ni-02	0.637	0.05	SI
He-02		0.05	
Mn-02		0.05	

Fuente: Investigador

Tabla 4.39: Medias de muestras de depósito de chatarra Tungurahua mediante programa SPSS.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	TN0Cromo02	30,6667	3	,57735	,33333
	TN0Cromo01	99,6000	3	,52915	,30551
Par 2	TNCobre02	51,6667	3	1,52753	,88192
	TNCobre01	250,3333	3	,57735	,33333
Par 3	TN0Niquel02	12,9667	3	,15275	,08819
	TN0Niquel01	19,5000	3	,50000	,28868
Par 4	TN0Hierro02	,5000 ^a	3	,00000	,00000
	TN0Hierro01	2,6000 ^a	3	,00000	,00000
Par 5	TN0Manganeso02	200,0000	3	,00000	,00000
	TN0Manganeso01	299,3333	3	,57735	,33333

a. La correlación y t no se pueden calcular porque el error estándar de la diferencia es 0.

Fuente: Investigador

Tabla 4.40: Determinación de P-valor de muestras relacionadas de depósito de chatarra Tungurahua mediante programa SPSS.

		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas								
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior				
Par 1	TNOCromo02 - TNOCromo01	-68,93333	,11547	,06667	-69,22018	-68,64649	-1034,000	2	,000	
Par 2	TNCobre02 - TNCobre01	-198,66667	1,52753	,88192	-202,46125	-194,87208	-225,267	2	,000	
Par 3	TNONiquel02 - TNONiquel01	-6,53333	,47258	,27285	-7,70729	-5,35938	-23,945	2	,002	
Par 5	TNOManganeso02 - TNOManganeso01	-99,33333	,57735	,33333	-100,76755	-97,89912	-298,000	2	,000	

Fuente: Investigador

Tabla 4.41: Determinación de hipótesis aceptada de depósito de chatarra Tungurahua mediante programa SPSS.

Par	P-valor	α	Hipótesis
Cr	0,00	0.05	H1
Cu	0,00	0.05	H1
Ni	0,002	0.05	H1
He		0.05	
Mn	0,00	0.05	H1

Fuente: Investigador

Analizando las tablas 4.36 a la 4.41 podemos concluir que; en el suelo del depósito de chatarra Tungurahua, se tiene una distribución normal en las medidas de cromo, cobre y níquel, donde se evidencia la existencia de una diferencia significativa en las medias de metales pesados en el suelo antes y después de depositar en ellos los desechos de viruta metálica de la industria metalmeccánica.

4.3 Verificación de la hipótesis

4.3.1 Hipótesis

Mediante el análisis del manejo de desechos de viruta metálica en la industria metalmecánica, se podrá determinar el grado de afectación ambiental al suelo y de esta manera tomar medidas remediadoras.

4.3.2 Comprobación de la hipótesis

Una vez realizado el análisis del manejo de desechos de viruta metálica en la industria metalmecánica del cantón Cevallos, y considerando:

Que, luego de determinar las empresas relacionadas a la industria metalmecánica del cantón Cevallos y constatar que los desechos de viruta metálica en su mayoría los depositan a la basura y apenas 2 empresas lo envían a la chatarra tal lo evidencia la tabla 4.11.

Que, la disposición final de los residuos metálicos por parte de la industria metalmecánica del cantón Cevallos, son en su mayoría los depósitos de chatarra del cantón Ambato tal lo demuestra la tabla 4.12

Que, no existe una separación entre chatarra y viruta metálica desde los procesos internos de la industria metalmecánica y mucho menos en los depósitos de chatarra.

Que, la industria metalmecánica del cantón Cevallos no cuenta con un plan de manejo ambiental donde puedan establecerse políticas de calidad y así disminuir el impacto ambiental.

Que, luego de haber realizado el análisis químico a través de una espectrometría de absorción atómica por llama para determinar las concentraciones de metales pesados presentes en los suelos donde la industria metalmecánica del cantón Cevallos deposita sus

residuos metálicos y evidenciarse una concentración superior a lo permitido por la normativa TULSMA tal lo indicado en las tablas 2.4 y 4.22

Que, comparando las concentraciones de metales pesados entre los suelos donde la industria metalmeccánica del cantón Cevallos deposita sus residuos metálicos con las concentraciones de metales de los suelos aledaños a los mismos; y existir diferencias significativas de estas concentraciones tal se muestra en la tabla 4.22

Que, después de realizar un análisis morfológico entre los suelos de depósitos de chatarra con los suelos aledaños, a través del microscopio electrónico de barrido SEM donde se pudo observar la presencia de restos de metales de estructura plana y alargada en el primer grupo de suelos y la poca concentración o ausencia de restos de metales en el segundo grupo de suelos.

Que, una vez analizado estadísticamente la diferencia significativa en las medias de metales pesados presentes en el suelo antes y después de depositar los residuos de viruta metálica provenientes de la industria metalmeccánica del cantón Cevallos.

Se puede concluir que, el manejo de desechos de viruta metálica en la industria metalmeccánica ha ocasionado que la contaminación de estos suelos esté en un grado de afectación ambiental superior al permitido por la normativa TULSMA, por lo que es necesario tomar medidas remediadoras.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se analizó el manejo de residuos de viruta metálica en la industria metalmeccánica del cantón Cevallos, donde se pudo evidenciar mediante la aplicación de la matriz de Leopold, que las incidencias en el ambiente son negativas en los ambientes de aire con -139/158, lo cual indica que el aire es el elemento con mayor impacto negativo y al mismo tiempo de mayor importancia repercusiva al ambiente; suelo con -90/107; considerado de igual manera un impacto negativo con una magnitud alta, es decir que los efectos sobre este elemento son dañinas y tienen una repercusión que se mantiene en el tiempo y podría incrementarse; agua con -78/82, que al igual que el suelo posee efectos dañinos al medio ambiente con tendencia de repercusiones considerables; un efecto neutro en el paisaje con 18/11 y un efecto positivo en la parte socio-económica con 210/247, lo cual indica que es una fuente de valor agregado para el cantón Cevallos en cuanto a comercio y bienestar social ya que genera fuentes de empleo y movilidad financiera. En tal virtud, es importante el análisis del impacto ambiental en el suelo como también se ve necesario se analice el aire y el agua.

- Al realizar las inspecciones en los diferentes talleres de la industria metalmeccánica del cantón Cevallos, se pudo constatar que ésta genera residuos 2% vidrio y tierra, 95% metálicos, 0.5% textiles, 0.5% abrasivos y 2% plásticos. Teniendo en promedio diario de 0.08Kg de tierra, 3.8 Kg de metal, 0.02Kg guaipe, 0.02Kg de discos de desbaste y corte, 0.08Kg de polímeros.
- Los residuos sólidos depositados en el suelo por la industria metalmeccánica del cantón Cevallos son: chatarra que va de 5cm a 20cm, viruta que de acuerdo a las mediciones de laboratorio realizadas tienen una dimensión promedio de 1.5mm siendo este último elemento el cual genera un impacto negativo en la contaminación del suelo ya que termina por infiltrarse en concentraciones que van desde 19 a 3000ppm dependiendo del metal pesado en estudio y así convirtiéndose en un contaminante.
- Con la aplicación del método de espectrometría por absorción atómica de llama, se pudo determinar las concentraciones de metales pesados presentes en los suelos de cada uno de los depósitos de chatarra, teniendo en el depósito de Huachi Grande de 6 a 8 ppm Cr, 25 a 32 ppm Cu, 6.3 a 9 ppm Ni, 98 a 200ppm Mn; en Max Metal de 99.93 a 299 ppm Cr, 15 a 3000ppm Cu, 24.98 a 60ppm Ni, 299.78 a 998 Mn; en Tungurahua 99 a 101ppm Cr, 248.5 a 251.5 ppm Cu, 19 a 20.2ppm Ni, 299 a 300ppm Mn, estos resultados tienen concordancia con los obtenidos por Total chemistry, laboratorio externo dedicado a este tipo de análisis.
- De acuerdo a las concentraciones de metales pesados detectadas en el suelo en estudio y en base a la normativa TULSMA que establece los rangos máximos permisibles de los mismos teniendo 54ppm Cr, 25ppm Cu, 19ppm Ni; se concluye

que estos suelos se encuentran en un rango superior a los admisibles lo cual incurre en una contaminación ambiental del suelo.

- Con el uso del microscopio electrónico de barrido (SEM), se analizó las muestras de suelo en modo de alto vacío y en una resolución de voltaje de 5 a 20KeV de energía de electrones donde se pudo visualizar la presencia de restos de metales de estructura plana y alargada con longitudes variables en conjunto con los gránulos del suelo. De igual manera se pudo apreciar los gránulos de tierra de alrededor de 30um de diámetro recubiertos por restos de aglomerados de dimensiones del orden de nanómetros que evidencian un número atómico más pesado por el color claro que presentan, pudiendo ser metales pesados. Estas imágenes concuerdan con los resultados obtenidos en el método de absorción atómica por llama.
- Mediante la aplicación de un densímetro nuclear, se pudo apreciar con mediciones a 25cm de profundidad, el cambio de densidades siendo más altas en la zona de conflicto y disminuyendo paulatinamente mientras se aleja de la misma. Obteniendo una densidad seca máxima de 1526Kg/cm³ en el punto de concentración de chatarra y una densidad mínima de 1229Kg/cm³ a una distancia de 16m del punto anterior mencionado.
- La aplicación de un análisis estadístico a las concentraciones de metales pesados detectadas en el suelo de los depósitos de chatarra en estudio, ha permitido corroborar que el manejo de desechos de viruta metálica en la industria metalmecánica del cantón Cevallos, influye en la afectación ambiental al suelo

5.2 Recomendaciones

- Se sugiere diseñar un mecanismo que permita dentro de la fuente generadora de contaminación, la separación de viruta metálica del resto de cuerpos extraños ya

sea madera, tierra, polímeros, etc. Con el fin de realizar en las bases, el aislamiento de este elemento contaminante y poder tener un mejor control del mismo.

- Implementar políticas internas en la industria metalmeccánica del cantón Cevallos, que permitan concientizar al personal de las mismas sobre la afectación al medio ambiente por un mal manejo de residuos, en este caso la viruta metálica.
- Continuar con el estudio de impacto ambiental y generar un plan de manejo de residuos metálicos que involucre a todos los elementos ambientales tal lo establecido en la línea base mostrada en la matriz de Leopold, tabla 4.2
- Buscar nuevos usos para los residuos metálicos que se generan en la industria metalmeccánica del cantón Cevallos y de esta manera llevar a estas empresas a una ecología industrial.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

6.1 Datos informativos

El presente trabajo tiene como finalidad el diseñar un sistema que permita la separación del residuo de viruta metálica (limalla) del resto de elementos extraños (madera, polímeros, vidrio, tierra).

El diseño de mencionado mecanismo estará enfocado a la industria metalmecánica del cantón Cevallos de acuerdo a su capacidad productiva y procesos con los cuales cuenta.

6.2 Antecedentes de la propuesta

El cantón Cevallos se encuentra ubicado en el sector centro – sur de la provincia de Tungurahua (Ecuador) y al sur – oriente de la ciudad de Ambato. Dentro de su matriz productiva cuenta con varios talleres que se dedican a la actividad de la metalmecánica.

La industria metalmecánica del cantón Cevallos realiza procesos propios de mencionada industria los cuales generan residuos metálicos de varias dimensiones, que se los ha clasificado en macro-residuos (5cm a 20cm), meso-residuos (2mm – 5cm) y micro-residuos (menores a 2mm).

Los micro-residuos hacen referencia a residuos menores a 2mm, mejor conocidos como viruta metálica y limalla.

Los análisis desarrollados en el capítulo IV, ha logrado determinar que el actual manejo de desechos de viruta metálica en la industria metalmeccánica del cantón Cevallos, ocasiona una concentración de metales pesados por sobre los niveles aceptables en la normativa TULSMA.

Luego de los análisis mencionados, surge la necesidad de mitigar la contaminación que la industria metalmeccánica está generando al suelo, producto del manejo del desecho de viruta metálica, para lo cual se propone diseñar un mecanismo que permita separar mencionado contaminante del suelo dentro del proceso propio de la empresa.

6.3 Justificación

Mientras más grande sea el área de control, más complejo se vuelve el lograr controlar una fuente de contaminación; en temas de contaminación ambiental mientras más tiempo transcurre en implementar un control, más grande es el espacio contaminado, por ello la presente propuesta se enfoca en atacar en el punto donde nace la contaminación que es el caso de la industria metalmeccánica, reduciendo de esta manera la proliferación del material contaminante y los efectos que podría llegar a causar tanto al suelo como a los seres vivos.

Con la incorporación de un mecanismo que permita separar la viruta metálica de entre el suelo, se reduce la presencia de metales pesados provenientes de esta fuente en el suelo y a su vez permitirá tener un control sobre el manejo de este residuo.

El posterior uso del mecanismo diseñado ayudará a mejorar la imagen de la industria metalmeccánica del cantón Cevallos ya que será un referente en cuanto a prevención ambiental en la rama de esta industria se refiere.

Al tener controlado el manejo del residuo de viruta metálica, la presencia de éste en los diferentes componentes del medio ambiente disminuye ocasionando tener un ambiente más limpio que facilite el crecimiento de la flora y fauna en estos suelos.

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo general

- Diseñar un separador de residuos de viruta metálica contaminante de la no contaminante.

6.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el peso promedio de material a ser tratado para la separación de viruta metálica.
- Determinar el sistema adecuado para lograr separar los residuos de viruta metálica de entre el componente suelo.
- Establecer un modelo de separador de viruta metálica acorde a la cantidad de residuo generado en la industria metalmecánica del cantón Cevallos

6.5 Análisis de factibilidad

La propuesta es factible de ejecutar ya que se dispone de todos los recursos necesarios para su desarrollo, pues la razón primordial de esta propuesta es minimizar el depósito directo de la viruta metálica proveniente de la industria metalmecánica del cantón Cevallos hacia el suelo, para con todo lo mencionado anteriormente, mejorar las condiciones ambientales de las personas que laboran en esta industria.

La presente propuesta se la desarrolló tomando en cuenta la accesibilidad de materiales a emplearse al momento de su construcción.

La ejecución de este proyecto es aceptable ya que, de persistir la contaminación del suelo, puede incurrir en una sanción por parte del Ministerio del Ambiente y dependiendo de la

magnitud puede llegar hasta la clausura de la industria, ocasionando un desbalance financiero para los que dependen de esta industria.

6.6 Fundamentación teórica

6.6.1 Sistemas de Separación de viruta metálica del suelo.

La separación de partículas se realiza cuando se requiere clasificar diferentes tipos de materiales que tengan diferencia de ciertas propiedades tales como: tamaño, densidad, propiedades magnéticas, viscosidad, etc.

La separación de partículas se puede efectuar en materiales tanto homogéneos como heterogéneos, entre los principales métodos empleados tenemos: separación química, separación mecánica, separación magnética

El empleo de uno de los métodos enunciados depende del tipo de material a ser separado, personal calificado, magnitud de material a ser separado, factibilidad económica, entre otros aspectos que deberán ser analizados de forma exclusiva al momento de ser implementado.

En la tabla 6.1 de acuerdo a la ponderación de las diferentes variables analizadas, la separación magnética es la más recomendable para el presente proyecto.

Tabla 6.1: Valorización de los métodos de separación de partículas metálicas.

MÉTODOS DE SEPARACIÓN DE PARTÍCULAS METÁLICAS						
	Precio accesible	Efectividad	Tiempo de operación	Factible de implementar	Seguridad de personal	Ponderación
Separación Química	1	3	1	1	1	7
Separación mecánica	3	1	2	3	3	12
Separación magnética	2	2	3	3	3	13

CONSIDERACIONES	
1	bajo
2	medio
3	alto

Fuente: Investigador

6.6.1.1 Separación de partículas metálicas por magnetismo

Electromagnetismo

La fuerza electromagnética es considerada como una fuerza fundamental porque es la responsable de las interacciones entre algunas de las partículas elementales que componen la materia y, como su nombre lo indica, dicha fuerza incluye las fuerzas eléctrica y magnética, debido a que ambas fuerzas son producidas por la misma causa, que es una propiedad de la materia que denominamos carga eléctrica y si bien dichos efectos están íntimamente relacionados no resultan inseparables[15]

Los imanes se clasifican en naturales (magnetita) y artificiales. Dentro de los artificiales existe una subclasificación: transitorios (electroimanes) y permanentes (acero imantado por procedimientos eléctricos)

Materiales magnéticos

Los materiales magnéticos o que pueden ser atraídos mediante la fuerza magnética son objetos de hierro, acero, níquel, cobalto y combinaciones de ellos. [20]

De acuerdo a los materiales empleados en la industria metalmecánica del cantón Cevallos, todos son magnéticos.

Electroimán

Se denomina electroimán al dispositivo que tiene la propiedad de adquirir propiedades magnéticas cuando su bobina es atravesada por una corriente eléctrica y al desaparecer la corriente desaparece de igual manera la propiedad magnética. [1]

6.7 Metodología

La metodología empleada en la presente propuesta está orientada a minimizar la contaminación del suelo por metales pesados provenientes de la industria metalmecánica del cantón Cevallos atacando a la fuente de contaminación desde su base para poder tener control de la misma.

Se empleará diferentes principios de magnetismo para diseñar un electroimán capaz de atraer a los residuos de viruta metálica en los talleres de metalmecánica del cantón Cevallos; posteriormente se diseñará un modelo de contenedor donde se aloje el electroimán para que pueda realizar su trabajo.

6.8 Desarrollo de la propuesta

6.8.1 Datos iniciales

- Área destinada de trabajo: Taller metalmecánico
- Material a separar del suelo: Acero A36, acero inoxidable.
- Dimensiones del material a separar: menores a 2mm.

Tabla 6.2: Peso promedio diario de residuo de viruta metálica y polvo generado en la industria metalmeccánica del cantón Cevallos.

Metalmecánica	Toma	Peso (Kg)	Peso promedio por industria (Kg)	Peso promedio general (Kg)	Peso máximo (Kg)	Volumen (cm ³)	Volumen máximo (cm ³)									
Freire	1	4.00	3.76	2.4	4.00	1335.18	1335.18									
	2	3.64				1215.01										
	3	3.64				1215.01										
Espinoza	1	3.41	3.67			2.4		4.00	1138.24	1335.18						
	2	4.00							1335.18							
	3	3.59							1198.32							
Medina	1	0.91	0.68						2.4		4.00	303.75	1335.18			
	2	0.45										150.21				
	3	0.68										226.98				
Vega	1	0.91	1.03									2.4		4.00	303.75	1335.18
	2	1.14													380.53	
	3	1.05													350.48	
Buenaño	1	1.36	1.44	2.4	4.00		453.96								1335.18	
	2	2.05					684.28									
	3	0.91					303.75									
Villacis	1	4.00	3.83			2.4	4.00	1335.18		1335.18						
	2	3.64						1215.01								
	3	3.86						1288.45								

Fuente: Investigador

De acuerdo al volumen determinado en la tabla 6.2 de 1335.18cm³, se procederá a determinar el volumen mínimo que debe tener el separador de partículas metálicas en su compartimiento de carga; para lo cual también se considerará las dimensiones de la pala y de esta manera evitar derrames. Las dimensiones de la pala son 25cm de ancho por 25cm de fondo por lo cual se considerará un diámetro igual a dos veces el ancho de la pala, es decir, 50cm con lo cual tenemos un área de 1963.5cm²; el alto del compartimiento de carga será mayor o igual a las tres cuartas partes del alto de la pala o 1.5 veces el volumen máximo de la carga para precautelar que exista derrames. Luego de lo expuesto, las dimensiones del compartimiento de carga son: diámetro 50cm, alto 20cm, volumen 39269.91cm³

6.8.2 Lineamientos

Los materiales a separar del suelo son ferrosos por lo tanto se empleará un mecanismo basado en el magnetismo que permitirá cumplir el objetivo deseado, además contará con un tamiz que permita realizar una selección previa de residuos antes de llegar al electroimán, con lo cual se podrá obtener una distribución homogénea cuando los residuos se encuentren dentro del campo magnético y así facilitar la separación de las virutas metálicas del resto de materia.

6.8.3 Diseño del electroimán

6.8.3.1 Parámetros iniciales

Para proceder al diseño de los electroimanes hay que tener en consideración ciertos parámetros ya establecidos como propiedades de los materiales utilizados como núcleos, propiedades del cable a utilizar; a continuación, se presenta mencionados parámetros.

Tabla 6.3 Propiedades magnéticas de materiales

Ferromagnéticas	Permeabilidad relativa
Polvo de Permalloy (2-81), 2 Mo-81 Ni de composición porcentual y el resto Fe e impurezas	130
Cobalto	250
Níquel	600
Ferroxcube 3 (Perrito Mn-Zn)	1500
Acero Dulce (0, 2 C)	2000
Hierro con impurezas (O, 2C)	5000
Hierro silicio utilizados en transformadores (4Si)	7000 o menor
Permalloy 78 (78,5 Ni)	100000
Hierro purificado	200000
Superpermalloy (5 Mo-79Ni)	1000000

Fuente: González A. Materiales Magnéticos (2009)

Se trabajará con un núcleo de hierro con impurezas por ser de fácil acceso, además se establece sus longitudes iniciales que será de 3cm de diámetro y 5cm de largo.

Tabla 6.4 Características de alambres magneto redondos

Calibre	Alambre Desnudo		Capa Sencilla ⁽¹⁾			Capa Doble			Máxima Tensión de Embobinado ⁽²⁾	Resistencia D.C. a 20°C	Capacidad de Corriente ⁽³⁾ (A)	
	Diámetro Nominal	Peso Total Aprox.	Mínimo Incremento	Máximo Diámetro	Longitud Aproximada	Mínimo Incremento	Máximo Diámetro	Longitud Aproximada			155°C	200°C
AWG	mm	kg/km	mm	mm	m/kg	mm	mm	m/kg	kg	Ohm/km		
6	4,115	115,23	-	-	-	0,091	4,244	8,4	79,6	1,298	87	131
7	3,665	95,79	-	-	-	0,089	3,787	10,6	83,1	1,634	69	104
8	3,284	74,39	-	-	-	0,089	3,363	13,3	80,0	2,060	55	83
9	2,906	58,98	-	-	-	0,088	3,023	16,8	89,7	2,599	44	65
10	2,558	48,78	-	-	-	0,088	2,703	21,2	91,8	3,278	35	52
11	2,304	37,08	-	-	-	0,084	2,418	26,7	94,9	4,135	27	41
12	2,052	29,40	-	-	-	0,081	2,159	33,8	99,8	5,213	22	33
13	1,829	23,38	-	-	-	0,081	1,935	42,2	15,7	6,582	17	28
14	1,628	18,51	0,041	1,892	53,5	0,081	1,732	53,1	12,4	8,283	14	21
15	1,450	14,68	0,038	1,509	87,4	0,078	1,548	66,9	9,87	10,44	11	16
16	1,290	11,82	0,036	1,349	85,1	0,074	1,384	84,4	7,82	13,19	8,8	13
17	1,161	9,25	0,036	1,207	109,9	0,071	1,240	105,9	6,22	16,57	6,8	10
18	1,024	7,32	0,033	1,077	135,0	0,068	1,110	133,7	4,92	20,93	5,4	8,1
19	0,912	5,81	0,030	0,983	170,0	0,064	0,993	168,2	3,91	26,38	4,3	6,4
20	0,813	4,62	0,030	0,854	213,7	0,061	0,892	211,3	3,10	33,21	3,4	5,1
21	0,724	3,68	0,028	0,770	259,2	0,058	0,800	266,0	2,48	41,88	2,7	4,1
22	0,643	2,89	0,028	0,686	341,1	0,053	0,714	336,7	1,94	53,08	2,1	3,2
23	0,574	2,30	0,025	0,617	427,0	0,051	0,643	421,1	1,55	66,63	1,7	2,6
24	0,511	1,82	0,025	0,561	538,8	0,048	0,577	531,1	1,23	84,07	1,3	2,0
25	0,455	1,445	0,023	0,493	676,9	0,046	0,516	666,4	0,972	108,0	1,07	1,6
26	0,404	1,140	0,023	0,439	858,1	0,043	0,462	844,6	0,787	134,5	0,84	1,26
27	0,361	0,910	0,020	0,396	1076	0,041	0,418	1057	0,612	168,4	0,67	1,01
28	0,320	0,7150	0,020	0,356	1382	0,041	0,373	1337	0,481	214,4	0,53	0,79
29	0,287	0,5751	0,018	0,320	1695	0,038	0,338	1658	0,387	268,5	0,43	0,64
30	0,254	0,4505	0,018	0,284	2180	0,033	0,302	2110	0,303	340,3	0,33	0,50
31	0,226	0,3566	0,015	0,254	2725	0,030	0,274	2653	0,240	429,8	0,26	0,40
32	0,203	0,2877	0,015	0,231	3387	0,028	0,249	3279	0,184	552,7	0,21	0,32
33	0,180	0,2262	0,013	0,206	4274	0,025	0,224	4149	0,152	677,5	0,17	0,25
34	0,160	0,1787	0,013	0,183	5405	0,023	0,198	5263	0,120	857,5	0,13	0,20
35	0,142	0,1408	0,010	0,163	6849	0,023	0,178	6667	0,0947	1089	0,105	0,16
36	0,127	0,1128	0,010	0,147	8621	0,020	0,160	8333	0,0758	1361	0,083	0,13
37	0,114	0,09074	0,010	0,135	10838	0,018	0,145	10309	0,0610	1689	0,068	0,101
38	0,102	0,07264	0,008	0,119	13514	0,016	0,130	12887	0,0499	2110	0,053	0,080
39	0,089	0,05531	0,008	0,104	17544	0,015	0,114	16849	0,0372	2771	0,041	0,061
40	0,079	0,04358	0,008	0,094	22222	0,013	0,102	21739	0,0293	3517	0,032	0,048

Mntac

Fuente: Catálogo Alambres Magneto

6.8.3.2 Fórmulas a emplear

$$F = (B^2 \cdot A) / (2 \cdot \mu_0) \quad \text{Ec. 6,1}$$

Donde:

- B es el campo magnético (medido en Teslas)
- F es la fuerza del campo magnético (en Newtons)

- A es el área de las caras de los polos (en m²)
- μ_0 es la permeabilidad del espacio libre

$$B = (\mu_1 * \mu_0 * N * I) / L \quad \text{Ec- 6,2}$$

Donde:

- μ_1 es la permeabilidad relativa del núcleo
- μ_0 es la permeabilidad en vacío del núcleo
- N es el número de vueltas del cable en núcleo de hierro
- I es el amperaje generado por el electroimán
- L es la longitud total del cable en metros

$$V = I * R \quad \text{Ec. 6.3}$$

Donde:

- I es la intensidad en amperes
- R la resistencia en ohmios

Cálculo de número de vueltas

$$Dl = 2 * \pi i * r \quad \text{Ec. 6.4}$$

Donde:

- Dl= distancia lineal por vuelta
- R=radio del núcleo

$$N = \frac{ln}{d} \quad \text{Ec. 6.5}$$

Donde:

- N= número de vueltas por cable
- D=diámetro del cable
- Ln= longitud de núcleo

$$L_{cn} = D l * N \quad \text{Ec. 6.6}$$

- Donde:
- Lcn= longitud de cable por vuelta

$$F = \frac{B^2 * A}{2 * U_0} \quad \text{Ec. 6.7}$$

Donde:

- F: fuerza magnetomotriz en Newton
- B: campo magnético en tesla (tomado de datos del software)
- A: área del electroimán en m²
- U₀: coeficiente de permeabilidad en espacio libre (4*pi*10E-7)

6.8.3.3 Cálculo del electroimán

Para el diseño del electroimán previamente estableceremos datos iniciales con los cuales se trabajará, estos datos son con base a la facilidad del mercado.

- Se trabajará con una fuente de energía de 12Volts.
- Se empleará cable tipo 18AWG
- Núcleo de hierro con impurezas

- Permeabilidad relativa 5000

Ya en el software, dibujar el esquema del electroimán y asignar el material correspondiente.

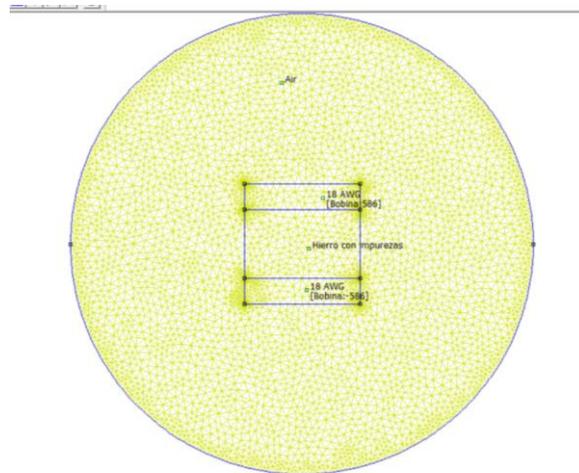


Figura 6.1: Modelo de electroimán

Fuente: Investigador

En la figura 6.2 se analiza el flujo magnético del electroimán

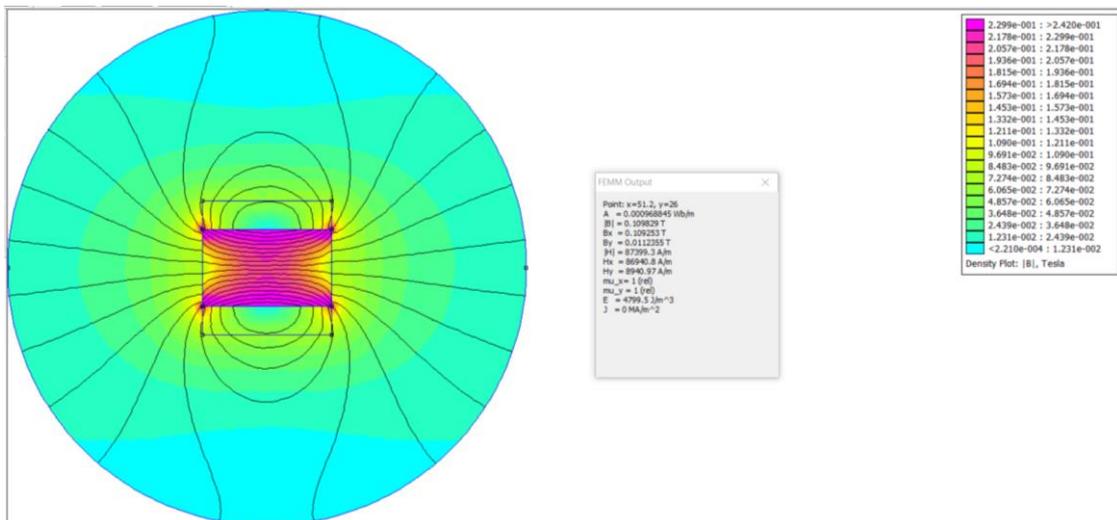


Figura 6.2: Flujo magnético del electroimán

Fuente: Investigador

Posterior a analizar el flujo magnético, dibujar las limallas para analizar la fuerza de atracción que tendrá el electroimán de acuerdo a la distancia de ubicación de las limallas (figura 6.3).

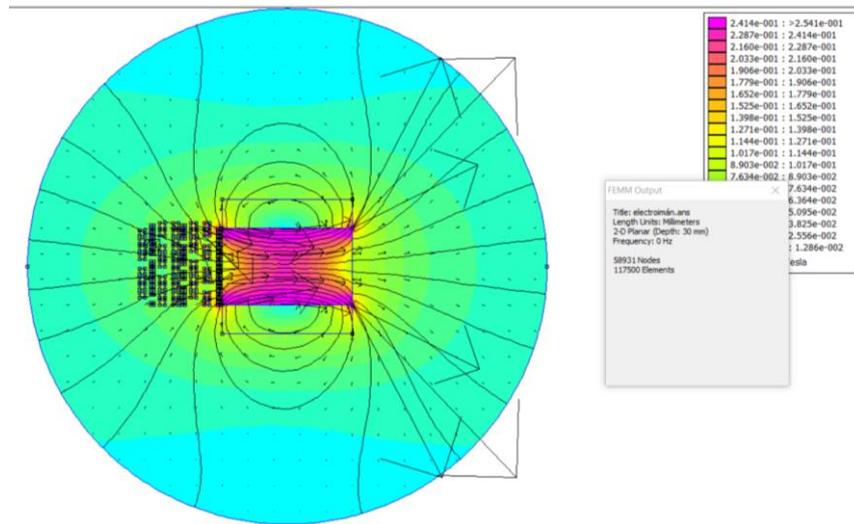


Figura 6.3: Distribución tipo de viruta

Fuente: Investigador

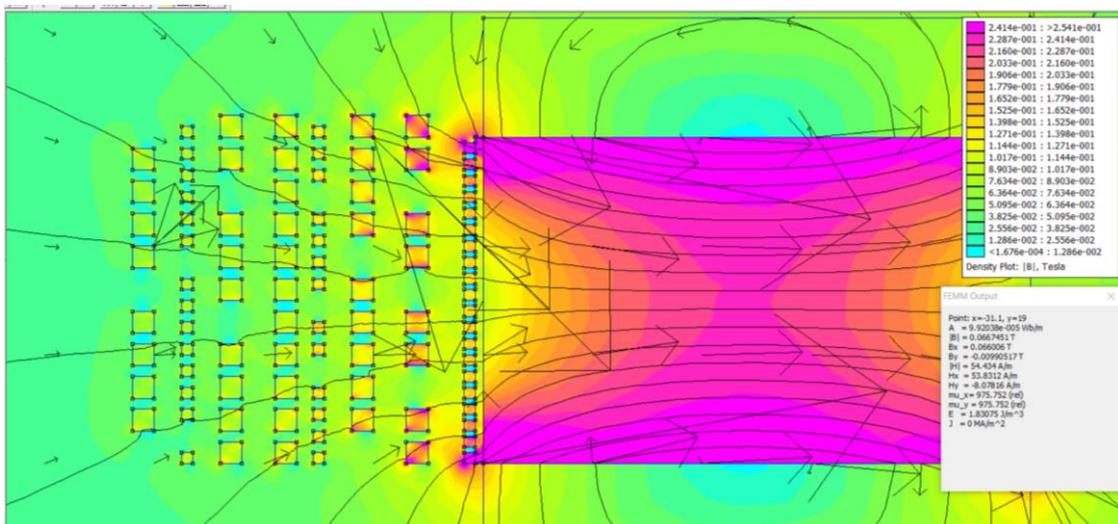


Figura 6.4: Incidencia del campo magnético en las virutas

Fuente: Investigador

Para determinar la fuerza del electroimán, se parte del campo magnético generado para luego identificar la tendencia de atracción del electroimán sobre las limallas (figura6.4).

Tabla 6.6 Incidencia de la fuerza magnetomotriz

Fuerza magnetomotriz Vs Distancia				
L(mm)	B(T)	F (N)	F (Kg)	F (lb)
0,7	0.267	20.00	2.04	4.49
5,0	0.240	16.20	1.65	3.63
10,0	0.178	8.89	0.91	1.99
14,5	0.151	6.39	0.65	1.43
17,0	0.127	4.56	0.46	1.02
22,0	0.117	3.83	0.39	0.86
26,5	0.090	2.28	0.23	0.51
30,0	0.088	2.15	0.22	0.48

Fuente: Investigador

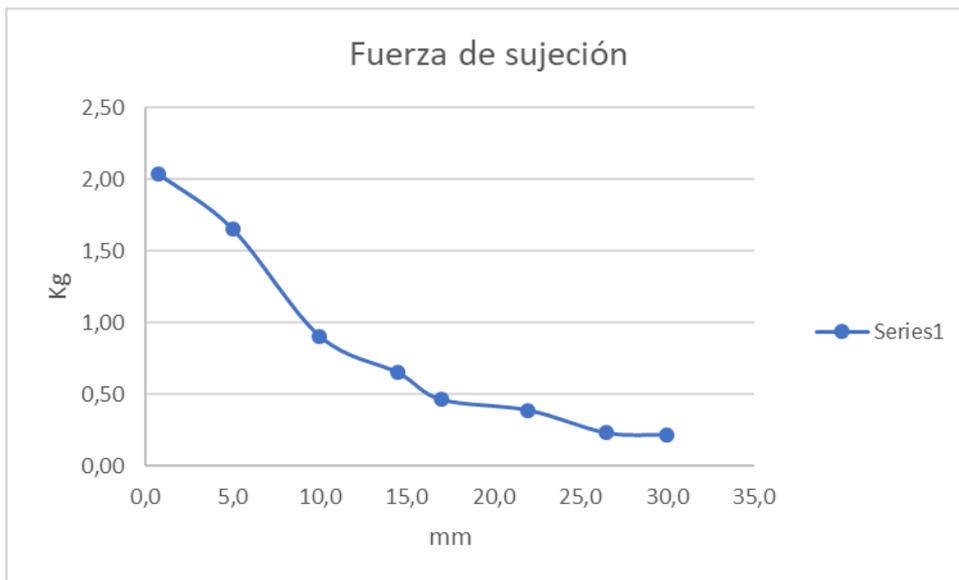


Figura 6.5: Fuerza magnetomotriz Vs distancia

Fuente: Investigador

En campo se pudo determinar que el peso máximo de residuos de viruta metálica recogida durante la limpieza de las mesas de trabajo y del taller es de 4Kg, por lo cual a continuación se diseñará la distribución de los electroimanes y de la parte estructural del separador de partículas metálicas.

6.8.4 Diseño de la estructura

6.8.4.1 Modelo

Se opta por un modelo circular para evitar que los residuos de viruta se queden en las esquinas, debido a la magnitud de la industria metalmeccánica del cantón Cevallos, se diseñará un separador semi – manual para que al momento de la construcción no se vea afectado la economía de la misma.

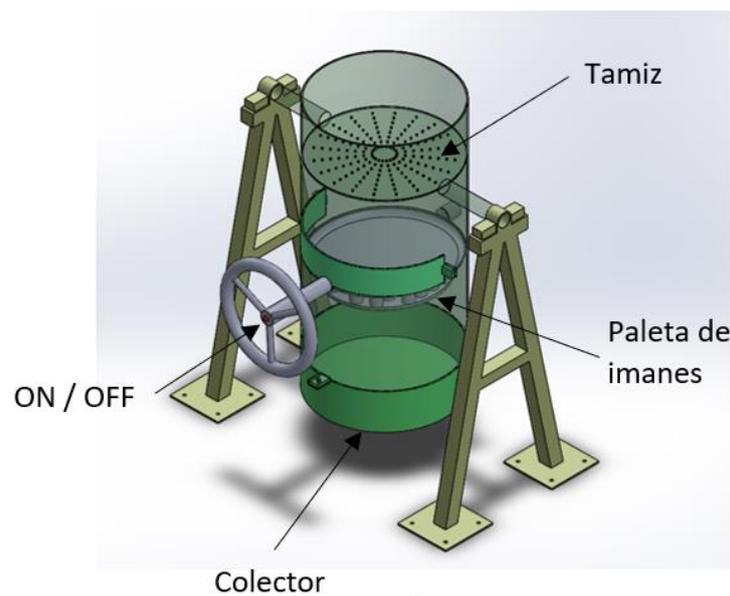


Figura 6.6 Modelo de separador de residuos de viruta metálica

Fuente: Investigador

6.8.4.1 Materiales

Por tratarse de un mecanismo destinado a la industria donde existe un alto riesgo de golpes y maltrato en general, el cuerpo será considerado en acero.

Los residuos de viruta metálica en la industria se encuentran humedecidos producto de las actividades propias de metalmeccánica, motivo por el cual son una fuente de corrosión ya que presentan degradación de material por influencia del medio ambiente (oxidación); en

tal virtud se opta por acero inoxidable como material a ser utilizado en el cuerpo del separador de residuos de viruta metálica.

La paleta de imanes se empleará un acero A-36 para que se magnifique el campo magnético y ayude a captar el material metálico de los residuos.

Para las bases se empleará un acero A-36 lo cual permitirá un buen anclaje y sujeción del separador de residuos de viruta metálica y deberá darse un tratamiento de recubrimiento superficial a base de pintura.

6.8.4.2 Análisis de cargas y esfuerzos

Para el análisis de cargas, es necesario el uso de un software que permita simular el accionar de las mismas y muestre los esfuerzos generados en el dispositivo.

La tabla 6.2 muestra que el peso máximo de residuos de viruta metálica es de 4Kg por lo cual ésta será la carga a aplicarse en el tamiz.

Los puntos A y B, estarán apoyados mediante rodamientos para que el separador pueda girar y se facilite el tamizado.

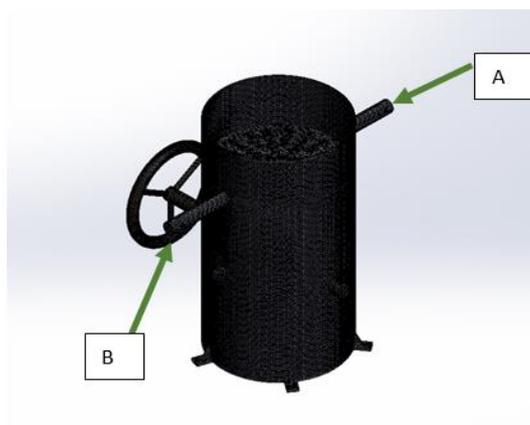


Figura 6.7 Mallado del separador de viruta metálica para realizar un análisis por elementos finitos

Fuente: Investigador

6.8.4.3 Dimensionamiento del eje

De acuerdo al modelo propuesto y los materiales seleccionados, se obtiene un peso de la estructura de 26.26Kg y tal se describe en la tabla 6.2, la carga máxima es 4Kg, sabiendo que se tiene una geometría simétrica, se suma los dos pesos y se divide para dos para obtener la carga puntual que se genera en el eje de sujeción. A continuación se presenta el diagrama de cuerpo libre.

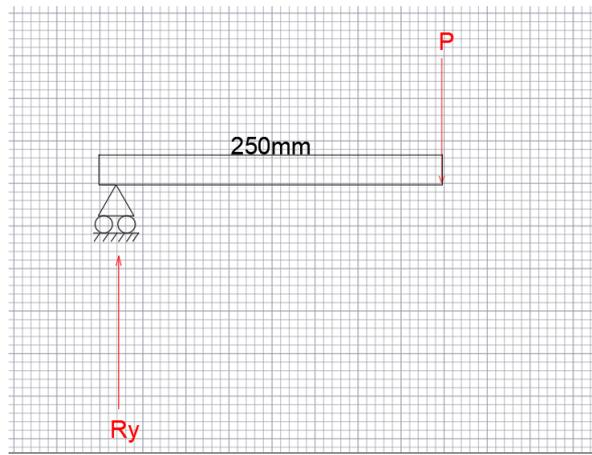


Figura 6.8 Diagrama de cuerpo libre del separador de partículas

Fuente: Investigador

EL material a utilizar es un eje AISI 304 cuyas propiedades son las siguientes:

Límite elástico: 300MPa

Resistencia máxima a la tracción: 650MPa

Desarrollo

$$\sum Fy = 0$$
$$Ry - P = 0 \quad \text{Ec. 6.8}$$
$$Ry = 15.13Kg$$

$$\sum Mz = 0$$

$$P * 250 - M1 = 0 \quad \text{Ec. 6.9}$$

$$M1 = 3782.5Nmm = 332.9lb - in$$

$$d^3 = \frac{16}{\pi * \sigma_p} * \sqrt{(C_m * M)^2 + (C_t * T)^2} \quad \text{Ec. 6.10}$$

$$\sigma_p = 0.3Sy$$

$$\sigma_p = 1.305 * 10^4 lb/in^2$$

$$d^3 = \frac{16}{\pi * 1.305 * 10^4} * \sqrt{(1.5 * 332.9)^2 + 0}$$

$$d = 0.58in = 14.72mm$$

De los cálculos realizados se obtiene que el diámetro mínimo del eje debe ser de 14.72mm, al revisar el catálogo de chumaceras de la marca SKF, se nota que no existe una chumacera para este diámetro de eje por lo cual se opta por un eje de 25mm y una chumacera SYK 25 FE, con el cual se realizó el análisis de cargas y esfuerzos mediante el uso de un software de cálculo de elementos finitos, donde obtenemos lo siguiente.

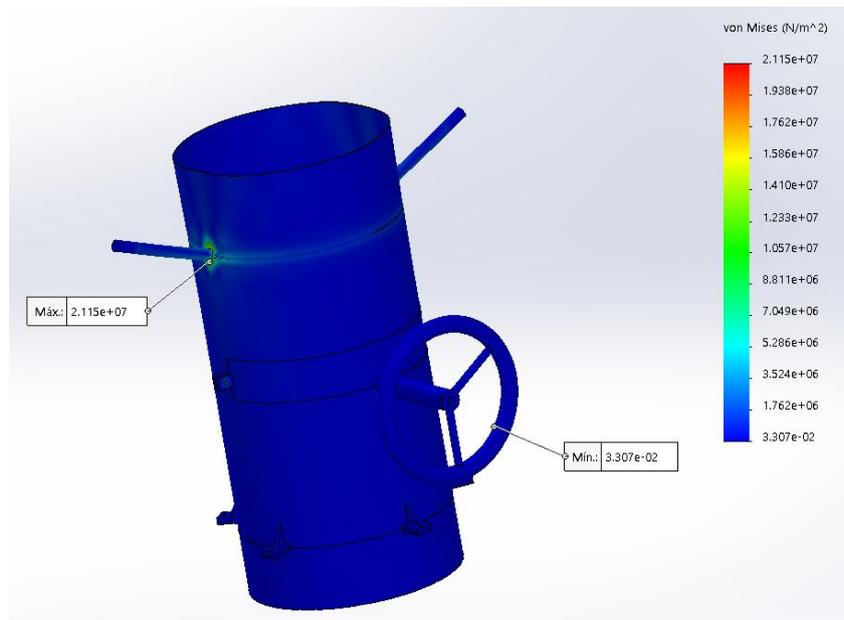


Figura 6.9 Análisis de tensiones dentro de parámetros aceptables

Fuente: Investigador

En la figura 6.7 podemos observar un perfecto mallado (7cm) para poder ejecutar el análisis estático respectivo, la figura 6.9 nos muestra que la tensión máxima esta por debajo de su límite elástico lo cual nos asegura que se trabajará en condiciones de seguridad.

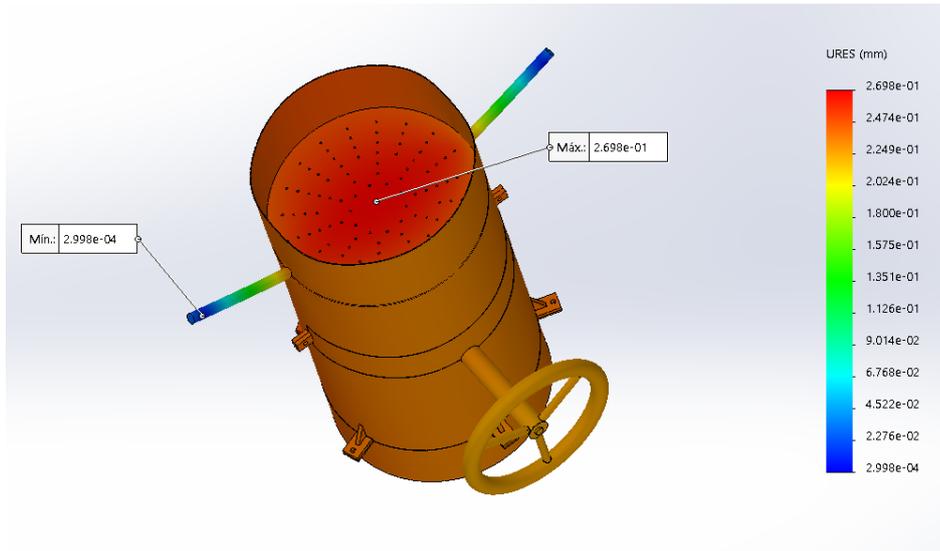


Figura 6.10 Análisis de desplazamientos dentro de parámetros aceptables

Fuente: Investigador

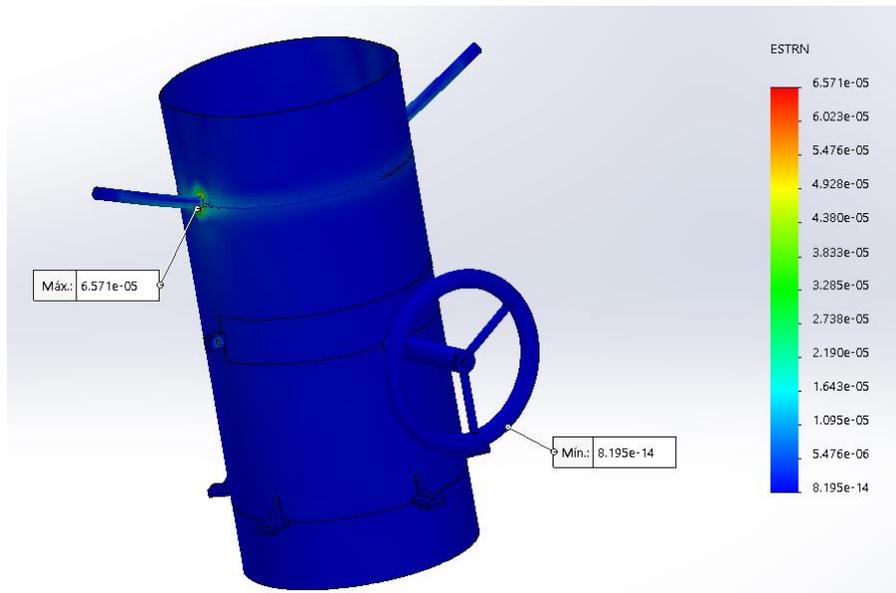


Figura 6.11 Análisis de deformaciones unitarias dentro de parámetros aceptables

Fuente: Investigador

En la figura 6.10 se visualiza el análisis de desplazamientos donde la magnitud máxima se da en el centro del tamiz con 0.129mm; mientras que en la figura 6.11 se analiza las deformaciones unitarias, todas dentro de un rango de seguridad muy alejadas de su límite.

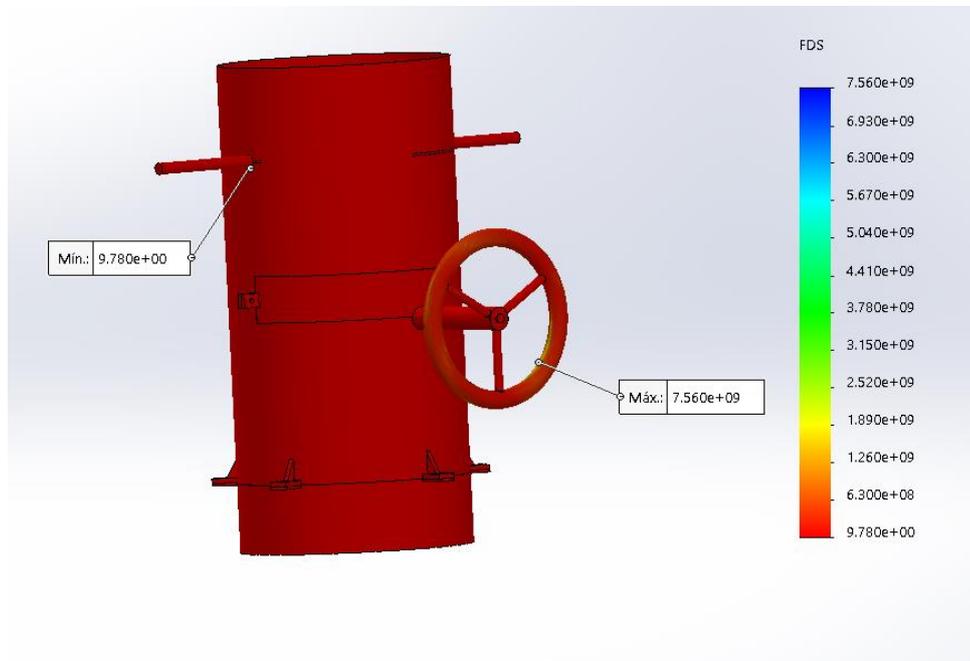


Figura 6.12 Análisis de factor de seguridad aceptable (9.8)

Fuente: Investigador

En la figura 6.12 podemos observar que todo el separador de partículas se encuentra con un factor de seguridad que garantiza el uso para las fuerzas determinadas (peso de la carga 4Kg).



Figura 6.13 Modelo de paleta de imanes

Fuente: Investigador

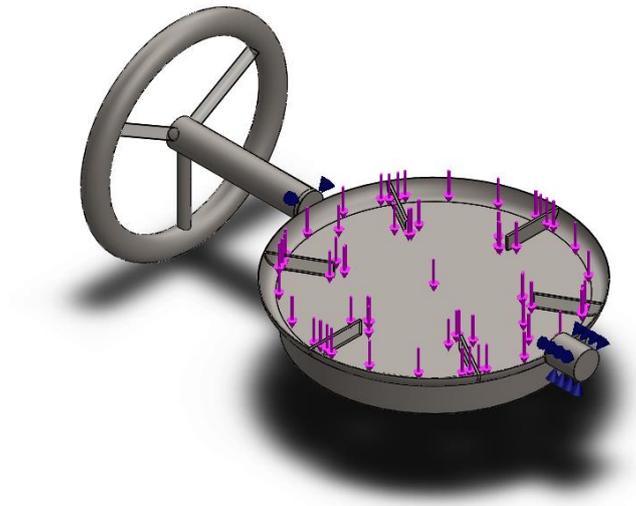


Figura 6.14 Aplicación de cargas y restricciones en puntos de apoyo

Fuente: Investigador

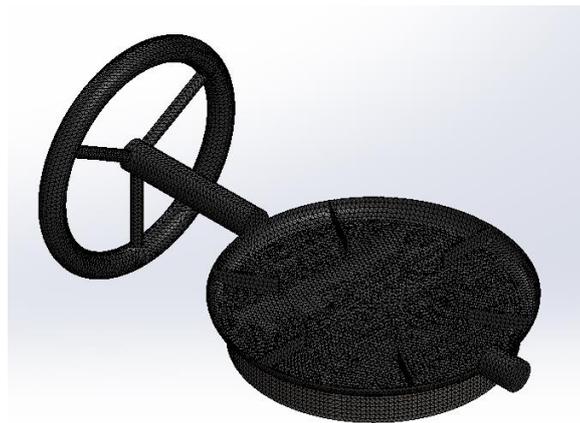


Figura 6.15 Mallado del modelo para posterior análisis

Fuente: Investigador

En la figura 6.14 se puede observar el sitio donde han sido aplicadas las cargas y sus apoyos respectivos; mientras que en la figura 6.15 se puede observar el mallado del componente (7cm)

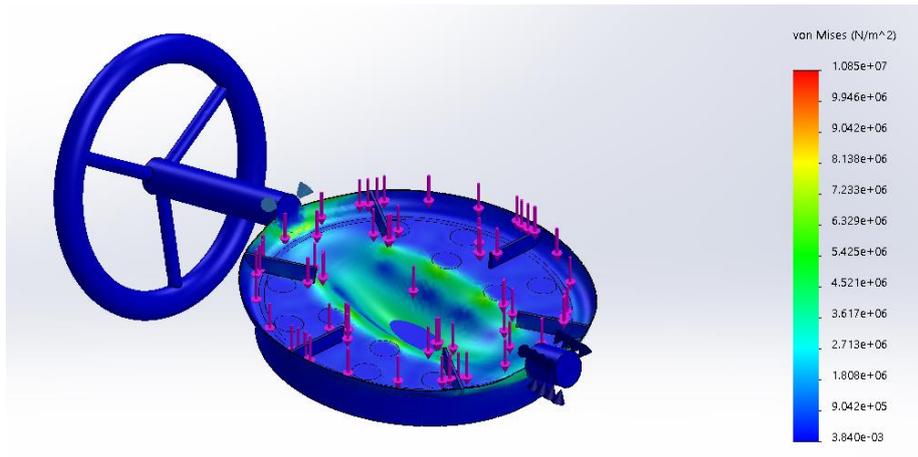


Figura 6.16 Análisis de tensiones dentro de parámetros aceptables

Fuente: Investigador

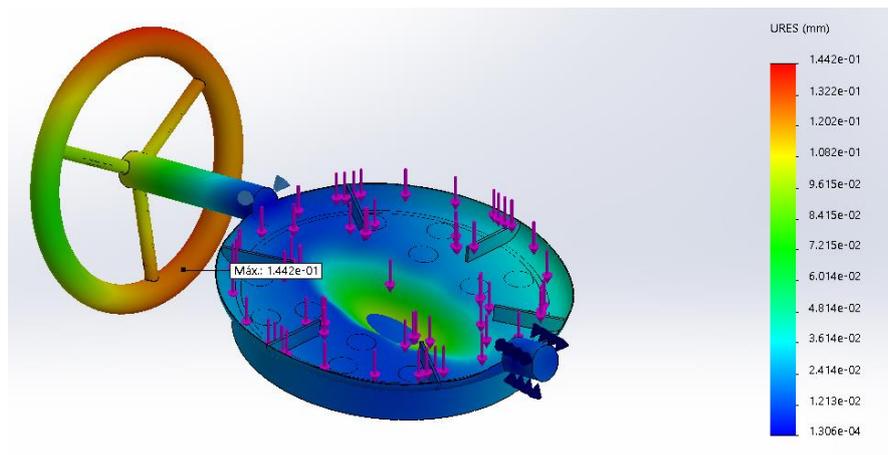


Figura 6.17 Análisis de desplazamientos dentro de parámetros aceptables

Fuente: Investigador

Las figuras 6.16 y 6.17 nos muestran que los esfuerzos generados en la paleta de imanes, no afectan a su estructura ya que sus límites característicos del material están por debajo de los esfuerzos generados, teniendo un desplazamiento máximo de 0.144mm.

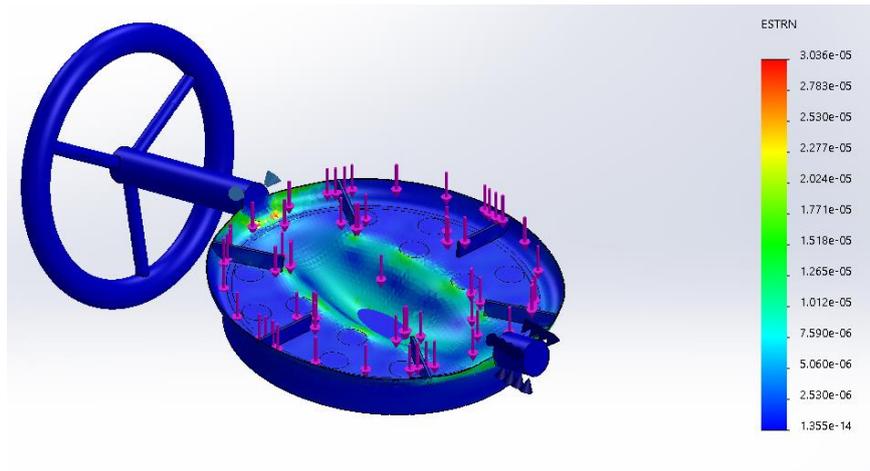


Figura 6.18 Análisis de deformaciones unitarias dentro de parámetros aceptables

Fuente: Investigador

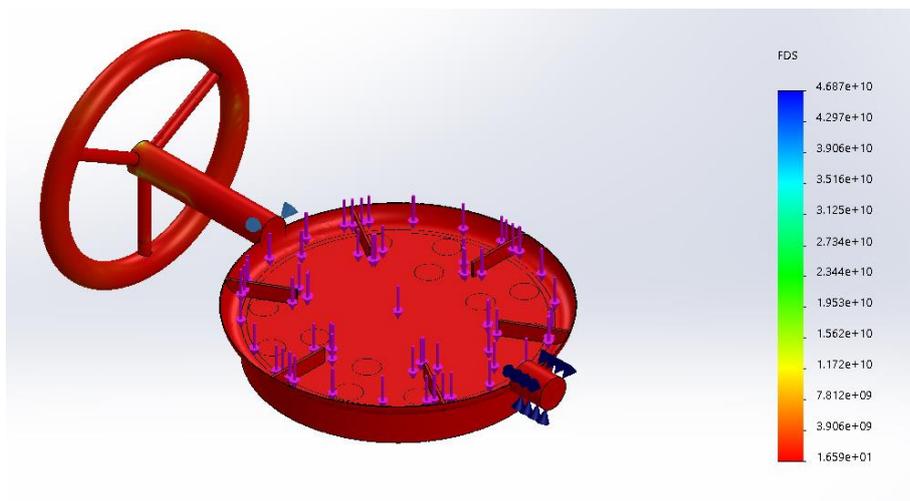


Figura 6.19 Análisis de factor de seguridad dentro de parámetros aceptables (17)

Fuente: Investigador

En las figuras 6.18 vemos las deformaciones unitarias generadas, todas dentro de un factor de seguridad que garantiza el uso de la estructura.

En la figura 6.19 se puede observar que toda la estructura de la paleta de imanes está en un rango de operación donde no se verá afectada por las cargas aplicadas (4Kg), alcanzando un factor de seguridad de 17.

6.8.5 Manual de operación.

El separador de partículas debe ser instalado en un sitio bajo cubierta y bien anclado a un piso sólido debidamente nivelado.

- Recoger la viruta generada en la jornada de trabajo.
- Encender el separador de partículas
- Rejuntar el material tanto del piso como de las mesas de trabajo, y colocarlo en el tamiz del separador
- Agitar manualmente el separador para que se genere el tamizado.
- Girar el volante 90° para que el material que no es metálico se desprenda del material ferroso.
- Regresar el volante a su posición inicial.
- Los residuos recolectados corresponderán a viruta de acero inoxidable cuya composición química de acuerdo a lo analizado es la fuente contaminante del suelo
- Colocar nuevamente el colector en su sitio de trabajo.
- Girar 90° el volante y apagar el separador de partículas.
- Mediante la acción de la gravedad todos los residuos de viruta metálica ferrítica se depositarán en el colector.
- Los residuos separados colocarlos en un recipiente específico destinado para los mismos.
- Volver a colocar el colector en su sitio de trabajo para un nuevo ciclo.

6.8.6 Actividades de mantenimiento.

- Realizar la limpieza del separador de forma mensual teniendo cuidado de no golpear los electroimanes.
- Engrasar las chumaceras cada tres meses.
- Realizar una limpieza de la paleta de imanes cada tres meses
- Reajustar todos los contactos cada seis meses

6.9 Administración

6.9.1 Presupuesto

Tabla 6.7 Presupuesto de la propuesta

Descripción	Costo (USD)
Plancha de tol inoxidable	156.85
Eje AISI 1010 de 40mm	55.35
Tol en acero A36	10
Núcleo de hierro	120
Cable de cobre	182.02
Tubo cuadrado de 40x40x2	12
Chumaceras	30
Batería de 12V	90
Tubo inoxidable D=40mm	10
Tubo inoxidable D=16mm	3
Mano de obra	350
Subtotal	1019.22
Imprevistos (10% gastos anteriores)	101.92
Total	1121.14

Fuente: Investigador

6.9.2 Planeación

Para obtener un alto rendimiento del separador de residuos de viruta metálica al momento de la construcción, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

Adquirir un núcleo de hierro purificado con una permeabilidad de al menos 5000

El cable para el bobinado deberá de ser de calibre AWG 18 tal lo establecido en los cálculos previos.

No realizar el bobinado a mano ya que la configuración del mismo podría no ser homogénea ocasionando calentamiento de la bobina al momento de operar.

6.9.3 Organización

Para evitar daños permanentes al separador de viruta metálica, al momento de su mantenimiento, se debe tener precaución de no golpear las bobinas. Como también se debe mantener bajo cubierta para protegerlo del agua.

6.9.4 Dirección

Constantemente dar charlas sobre el manejo e importancia del separador de residuos de viruta metálica.

6.9.5 Control

Periódicamente se deberá controlar el estado de carga de la batería que alimenta al separador de residuos de viruta metálica.

6.10 Previsión de la evaluación

Con el empleo del separador de residuos de viruta metálica, el material separado colocarlo en compartimientos cerrados (latas de pintura vacías y limpias), para que se facilite el control del manejo del mismo.

Llevar un registro del peso de residuo de viruta metálica ya separada vendida al depósito de chatarra.

6.10.1 Metodología utilizada para la toma de datos

Los datos se los recolectó durante el normal desempeño de actividades tanto en la industria metalmeccánica del cantón Cevallos como en los depósitos de chatarra; también se utilizó el aporte bibliográfico, catálogos de fabricantes y demás referencias que permitieron diseñar un separador de residuos de viruta metálica óptimo para este grupo de la sociedad.

6.10.2 Resultado de las pruebas

De la tabla 6.6 notamos que a una distancia de 3cm del electroimán, aún existe una fuerza de atracción de 0.22Kg, lo cuál es lo suficientemente fuerte como para captar a las virutas metálicas. Hay que considerar que esta fuerza es de un electroimán.

6.10.3 Observación técnica

Para que el separador de residuos de viruta metálica funcione correctamente, se debe realizar a tiempo las actividades de mantenimiento y evitar golpes al producto.

6.11 Conclusiones de la propuesta

- En base a los cálculos realizados en el presente capítulo, se ha diseñado un separador de partículas metálicas mediante magnetismo con una fuerza electromotriz de 24.48Kg y de acuerdo a la tabla 6.2, el peso máximo de la viruta recolectada es de 4Kg, por lo tanto se garantiza la separación de los residuos de viruta metálica contaminante.
- El diseño desarrollado cumple con el objetivo de separar los desechos de viruta metálica no contaminante de la contaminante (limallas) ya que se trata de materiales ferrosos los cuales tienen un peso máximo de 4Kg y la fuerza electromotriz del campo magnético es 24.48Kg.

6.12 Recomendaciones de la propuesta

- Al momento de la construcción respetar los diferentes dimensionamientos establecidos en el presente diseño ya que cualquier variación de los mismos puede alterar los resultados deseados o encarecer el producto.
- Al fabricar los electroimanes procurar realizarlos con una bobinadora que garantice una distribución homogénea del bobinado.
- De existir a futuro un crecimiento considerable de producción, realizar la automatización del separador de residuos de viruta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez M. Electroimanes (2010) Club Universitario, España.
2. Álvarez, H. 11.300 muertes por contaminación se producen en Chile cada año. Recuperado de <http://www.ipsuss.cl/ipsuss/analisis-y-estudios/11-300-muertes-por-contaminacion-se-producen-en-chile-cada-ano/2016-03-22/151633.html>
3. Bautista F. (2011) Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales (segunda edición). México: Universidad Nacional Autónoma de México
4. Constante B. (2011) Ordenanza de conservación del medio ambiente del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Cevallos. Recuperado de www.cevallos.gob.ec/index.php/municipio/consejo/ordenanzas-aprobadas
5. Cortés J. (2007) Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene en el trabajo (novena edición). España: Tébar S.L.
6. DeGARMO E. (2002) Materiales y procesos de fabricación (segunda edición). España: Reverte S.A.
7. González J. (2003) Metalurgia Mecánica. México: Limusa, S.A.
8. Groover M. (1997) Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. México: Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.
9. Guerrero, A. (2016). Materiales Compuestos. Ecuador: imprenta
10. Kalpakjian S. (2002) Manufactura, ingeniería y tecnología (cuarta edición) México: Pearson Educación.
11. Leyensetter A. (2006) Tecnología de los oficios metalúrgicos (edición 38). España Reverte S.A.

12. Méndez, R. (11 de septiembre de 2015), MVS Noticias (noticiero). México: MVS Radio
13. Ministerio del Ambiente. (2015) Acuerdo N°061 “Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria. Ecuador: CEP
14. Ministerio del Medio Ambiente (2018). Áreas temáticas Recuperado de suia.ambiente.gob.ec/quienes-somos-pngids
15. Pintos María, Ruso Juan Introducción al electromagnetismo, (2008)Universidad de Santiago de Compostela, España
16. Prieto J, Gonzales C, Román A, Prieto F, (2009). Contaminación y Fitotoxicidad en Plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua
17. Prüss-Üstün A. (2006). Ambientes saludables y prevención de enfermedades. OMS
Recuperado de:
http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/previsexecsumsp.pdf
18. SEMARNAT (2014). El Medio Ambiente en México. Recuperado de http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/07_residuos/7_4_1.html
19. SOFOFA. Guías Técnicas para el control y prevención de la contaminación industrial. Recuperado de <http://web.sofofa.cl/asuntos-regulatorios/medio-ambiente/documentos-de-interes/1114-2/>
20. Tambutti R. Muñoz H. Introducción a la física y a la química (2005) Luminosa S.A., México
21. Valero A., Usón S. (2011) Ecología industrial: cerrando el ciclo de materiales. España: Prensas Universitarias Zaragoza.

ANEXOS

ANEXO A **PROTOCOLO DE TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS**

PROTOCOLO DE TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS

INFORMACIÓN GENERAL

CÓDIGO	AAA-01	CIUDAD	AMBATO
MUESTRA N°	HG-01	NIVEL	-10
UBICACIÓN	Huachi Grande - diagonal terminal terrestre	CLIMA	Soleado
FECHA	16 de junio de 2018	HORA	11:00

HERRAMIENTAS Y MATERIALES EMPLEADOS

	SI	NO	N/A
Felxómetro	X		
Pala	X		
Cava hoyos	X		
Recipiente plástico	X		

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MUESTRA

	SI	NO	N/A
Presencia de vegetación	X		
Presencia de polímeros	X		
Presencia de vidrio		X	
Suelo duro	X		
Suelo blando		X	
Suelo húmedo		X	
Suelo seco	X		

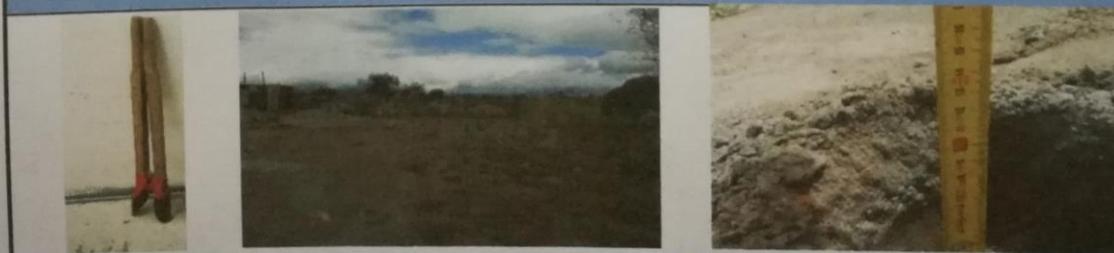
TIPO DE MUESTREO

	SI	NO	N/A
Sistemático	X		
Estratificado		X	
Al azar		X	
A juicio		X	

OBSERVACIONES

Suelo donde funcionaba un depósito de chatarra, actualmente al terreno no es utilizado y el propietario manifiesta que a procedido a pasar una pala mecánica limpiando superficialmente el terreno ya que se lo devolvieron lleno de escombros, chatarra, llantas, etc.

RESPALDO FOTOGRÁFICO



FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

	NOMBRE	FIRMA
Responsable tesista	<i>Iny. Santiago Donillo</i>	<i>[Signature]</i>
Responsable industria		
Tutor de tesis	<i>Iny. Cristian Pérez, Magister</i>	<i>[Signature]</i>

ANEXO B
PROTOCOLO DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE
SUELOS

PROTOCOLO DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS

INFORMACIÓN GENERAL

CÓDIGO	AAA-02	CIUDAD	CEVALLOS
MUESTRA N°	HG-01	LABORATORIO	UTA
UBICACIÓN	Huachi Grande - diagonal terminal terrestre	Química	Marcia Buenaño
FECHA	22 de junio de 2018	HORA	9:00

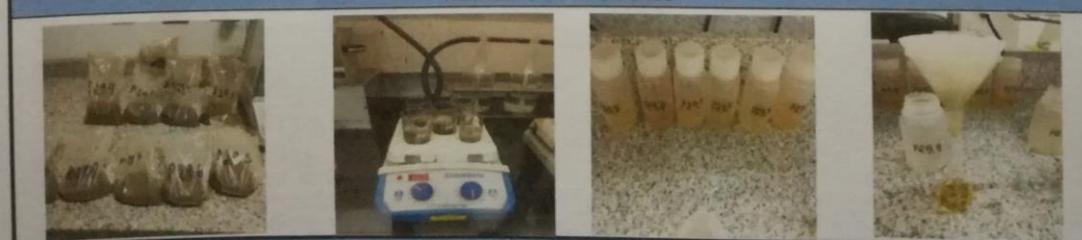
HERRAMIENTAS Y MATERIALES EMPLEADOS	SI	NO	N/A
Molino	X		
Tamiz malla #10 (2mm)	X		
Ácido nítrico	X		
Balanza	x		
Recipiente plástico	x		
Vaso de presipitado	x		
Matraz aforado	x		
Campana extractora de olores	X		

PROCESOS EMPLEADOS	SI	NO	N/A
Secado	x		
Molido	X		
Tamizado	X		
Pesado	X		
Ataque químico	x		
Filtrado	x		
Digestión	X		

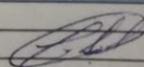
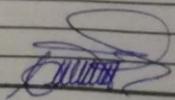
TIPO DE MUESTRA	SI	NO	N/A
SÓLIDA	X		
LÍQUIDA		X	
ACUOSA		X	
OTRO TIPO		X	

OBSERVACIONES

RESPALDO FOTOGRÁFICO



FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

	NOMBRE	FIRMA
Responsable tesista	<i>Ing. Santiago Benillo</i>	
Responsable laboratorio		
Tutor de tesis	<i>Ing. Cristian Pérez Angüster</i>	

ANEXO C
PROTOCOLO DE ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN
ATÓMICA POR LLAMA

PROTOCOLO DE ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA POR LLAMA

INFORMACIÓN GENERAL

CÓDIGO	AAA-03	CIUDAD	CEVALLOS
MUESTRA N°	HG-01	LABORATORIO	UTA
UBICACIÓN	Huachi Grande - diagonal terminal terrestre	Química	Marcia Buenaño
FECHA	22 de junio de 2018	HORA	9:00

HERRAMIENTAS Y MATERIALES EMPLEADOS

	SI	NO	N/A
Equipo de absorción atómica por llama	X		
Compresor de aire	X		
Acetileno	X		
Lámpara de cátodo hueco	X		
Estandares de elemento a analizar	X		

PROCESOS EMPLEADOS

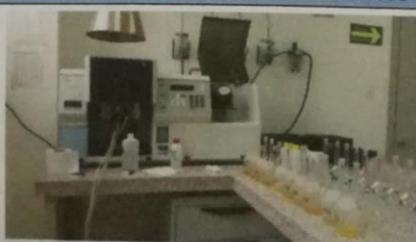
	SI	NO	N/A
Calentamiento de lámpara hueca por 15'	X		
Calibración de equipo de absorción atómica	X		
Regulación de flujo de acetileno	X		
Regulación de flujo del oxidante	X		
Ajustar mechero y flujo de nebulizador	x		
Lectura de estándares del elemento a analizar	x		
Aspirar la muestra	X		

TIPO DE MUESTREA

	SI	NO	N/A
Líquido			
Suelo digestado	X		
Otro			

OBSERVACIONES

RESPALDO FOTOGRÁFICO



FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

	NOMBRE	FIRMA
Responsable tesista	<i>Luz Santiago Zamilla</i>	
Responsable de laboratorio		
Tutor de tesis	<i>Luz Cristian Perez Magister</i>	

ANEXO D
PROTOCOLO DE ANÁLISIS EN MICROSCOPIO
ELECTRÓNICO DE BARRIDO

PROTOCOLO DE ANÁLISIS EN MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

INFORMACIÓN GENERAL

CÓDIGO	SEM-01	CIUDAD	AMBATO
MUESTRA N°	MM-01	LABORATORIO	UTA
UBICACIÓN	Depósito de chatarra Max Metal	TÉCNICO	PhD. Diana Coello
FECHA	03 de julio de 2018	HORA	10:00

HERRAMIENTAS Y MATERIALES EMPLEADOS

	SI	NO	N/A
Microscopio electrónico de barrido SEM	X		
Horno de secado	X		
Stub de aluminio	X		
CPU	X		
Cintas de carbono	X		

PROCESOS EMPLEADOS

	SI	NO	N/A
Secado de la muestra	X		
Calibración de microscopio electrónico de barrido	X		
Colocación de muestra en cinta de carbono	X		
Introducción de la muestra en el porta muestras de la cámara	X		
Generación de vacío (alto, bajo)	X		
Estudio morfológico de la muestra (energía, intensidad del haz de electrones, etc.)	X		
Guardar imágenes obtenidas	X		
Análisis de las imágenes obtenidas	X		

TIPO DE MUESTREA

	SI	NO	N/A
líquidos			
polvo	X		
sólidos			

OBSERVACIONES

--

RESPALDO FOTOGRÁFICO



FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

	NOMBRE	FIRMA
Responsable tesista	Ing. Santiago Zanilla	
Responsable de laboratorio	Ph.D. Diana Coello	
Tutor de tesis	Ing. Cristian Pérez, Augister	

ANEXO E
PLANOS CONSTRUCTIVOS DE LA PROPUESTA

ANEXO F
ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA DE
COMPROBACIÓN

Cliente: Santiago Bonilla
 No. Contacto: 984521808
 Muestreo: Santiago Bonilla
 Tipo de muestra:
 Fecha y hora de recolección: 5/6/2018
 Muestra Recibida: 5/6/2018
 No. Reporte TCh: 26 2018

Rotulación cliente	ID, TQ	Parametro			
		Cr total ppm	Ni ppm	Fe %	Cd ppm
Suelo	T CH 26, 1	62	58	4,5	<0,002
Residuo	T CH 26, 2	308	363	74,6	<0,002
Residuo	T CH 26, 3	307	365	75,0	<0,002
Residuo	T CH 26, 4	308	363	74,8	<0,002
Metodo		Absorción Atómica			

CHEMICAL TOTAL CONSULTING
 Químicos Analistas
 Técnico responsable

Total Chemistry Se responsabiliza unicamente de los análisis
 Los resultados corresponden unicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

Cliente: Santiago Bonilla
 No. Contacto: 984521808
 Muestreo: Santiago Bonilla
 Tipo de muestra:
 Fecha y hora de recolección: 19/6/2018
 Muestra Recibida: 20/6/2018
 No. Reporte Tch: 22/6/2018

Rotulación cliente	ID TQ	Parametro					
		Cr total ppm	Cu ppm	Ni ppm	Fe %	Mn ppm	
MM-01	TCH29.1	299	3000	44	10,68	998 _a	
TN-02	TCH29.2	100	250	19	2,60	299	
MM-03	TCH29.3	100	15	25	5,00	300	
MM-04	TCH29.4	100	58	60	9,38	599	
HG-05	TCH29.5	7	25	7	0,80	100	
HG-01	TCH29.6	42	5	23	7,70	500	
HG-03	TCH29.7	8	33	9	0,90	100	
HG-08	TCH29.8	8	25	7	0,80	200	
HG-06	TCH29.9	6	30	7	0,90	200	
Metodo		Absorción Atómica					

CHEMICAL TOTAL CONSULTING
 Químicos Totales
 QUITO - ECUADOR
 Químico: Ana Guafiamin T
 Técnico responsable

Total Chemistry Se responsabiliza unicamente de los análisis
 Los resultados corresponden unicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha
 agua, abonos químicos foliares, alimentos, balanceados, suelos,
 Microbiología, Aguas, suelos, alimentos

ANEXO G
PROPIEDADES DE MATERIAL USADO COMO MATERIA
PRIMA EN LA INDUSTRIA METALMECÁNICA DEL
CANTÓN CEVALLOS

Acero inoxidable austenítico
calidad

304



304 (18-9E)
304H (18-9H)
304D (18-9ED)
304ED (18-9DDQ)

Composición química

Elementos (%)	C	Si	Mn	Cr	Ni
304 (18-9E)	0.05	0.40	1.10	18.20	8.05
304H (18-9H)	0.05*	0.40	1.10	18.20	8.05
304D (18-9ED)	0.04	0.40	1.20	18.20	8.10
304ED (18-9DDQ)	0.045	0.40	1.10	18.20	9.10

Valores típicos (*) C mini = 0.04

Designación	Designación europea	Designación americana	IMDS Nr
304 (18-9E) Calidad estándar	X5CrNi18-10 / 1.4301 ⁽¹⁾	UNS 30400 / Tipo 304 ⁽²⁾	336812649
304H (18-9H)	X6CrNi18-10 / 1.4948 ⁽³⁾	UNS 30409 / Tipo 304 ⁽²⁾	369292367
304D (18-9ED) Apto a la embutición profunda	X5CrNi18-10 / 1.4301 ⁽¹⁾	UNS 30400 / Tipo 304 ⁽²⁾	336812649
304ED (18-9DDQ) Apto a la embutición muy profunda	X5CrNi18-10 / 1.4301 ⁽¹⁾	UNS 30400 / Tipo 304 ⁽²⁾	336812649

⁽¹⁾ Según EN 10088-2

⁽²⁾ Según ASTM A 240

⁽³⁾ Según EN 10088-1, 2005 / EN10028-7, 2007

Nuestra oferta está conforme con:

- › Ficha de seguridad nº1 de Stainless Europe: aceros inoxidables (directiva europea 2001/58/EC).
- › Directiva de la Comisión Europea 2000/53/EC para los vehículos al final de su vida útil, y el Anexo II del 27 de junio de 2002.
- › Estándares NFA 36 711 para acero inoxidable en contacto con alimentos, productos y bebidas destinados al consumo humano y animal* (excluye el acero de embalaje).
- › Requerimientos del NSF/ANSI 51-2009, estándar internacional de "los materiales de Equipamientos del Sector de la Restauración" y de la F.D.A. (United States Food and Drug Administration) en lo que se refiere a los materiales que entran en contacto con alimentos.
- › El decreto francés No. 92-631 con fecha del 8 de julio de 1992 y el Reglamento (EC) No. 1935/2004 del 27 de octubre de de 2004 sobre los materiales y artículos destinados a entrar en contacto con alimentos (y derogando las directivas 80/590/EEC y 89/109/EEC).
- › La orden gubernamental francesa del 13 de enero de 1994 en relación con los materiales y artículos en acero inoxidable que

entran en contacto con alimentos.

- › El decreto ministerial italiano del 21 de marzo de 1973: sobre las calidades de acero inoxidable autorizadas a entrar en contacto con los alimentos o las personas.
- › PED (Directiva sobre los aparatos a presión) según EN 10028-7 y AD2000 Merkblatt W2 y W10 (TÜV W494).

Descripción general

Las principales características de nuestras calidades 304 (304, 304H, 304D, 304ED) son:

- › Calidad adaptada a usos estándares
- › Buena resistencia a la corrosión por picaduras y a la corrosión cavernosa
- › Buena ductilidad
- › Excelente soldabilidad
- › Buena aptitud al esmerilado
- › Excelente aptitud a la embutición para el 304D (18-9ED) y el 304ED (18-9DDQ)

Aplicaciones

- › Aparatos domésticos
- › Fregaderos
- › Marcos metálicos para la construcción
- › Bandejas y cubertería
- › Equipamiento para colectividades y cocinas domésticas
- › Frío industrial
- › Estructuras soldadas
- › Tubos decorativos
- › Líneas de escape

Gama de producto

Formas: Chapas, formatos, bobinas, flejes, tubos.
Espesores: 0.3 a 13 mm
Ancho: hasta 2000 mm según espesor
Acabados: laminado en frío, laminado en caliente, lagrimado (tear plate), según espesor.

ASME/ASTM A36



Acero al carbono estructural de acuerdo al estándar ASME/ASTM A 36/A 36M

Uso:

Este grado se utiliza principalmente pernado, atornillado, o soldados en la construcción de puentes y edificios, y para propósitos estructurales en general.

Composición química acero A36

	Hasta 3/4 in.	Sobre 3/4 in. hasta 1-1/2 in.	Sobre 1-1/2 in. hasta 2-1/2 in.	Sobre 2-1/2 hasta 4 in.	Sobre 4 in.
Carbono	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29
Manganeso	—	.80/.1.20	.85/.1.20	.85/.1.20	.85/.1.20
Fósforo	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Azufre	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicio	.40 max	.40 max	.15/.40	.15/.40	.15/.40
Cobre min % cuando se especifica de acero de cobre	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

* Nota: Por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo especificado de carbono, un aumento del 0,06% de manganeso por encima de la cantidad máxima prevista será permitido, hasta el máximo de 1,35%.

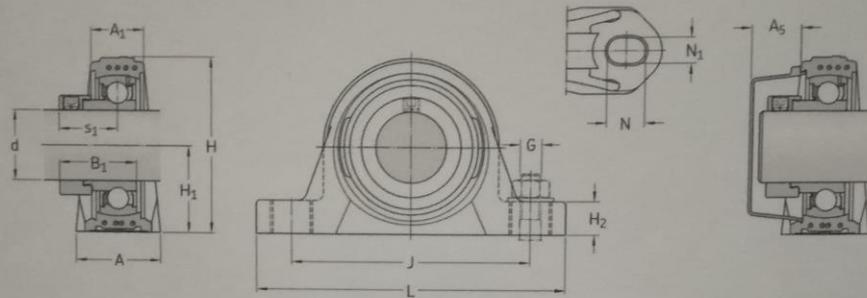
Propiedades mecánicas acero A36

Resistencia a la tracción:	58,000 - 80,000 psi [400-550 MPa]
Min. Punto de fluencia:	36,000 psi [250 MPa]
Elongación en 8":	20% min
Elongación en 2":	23% min

ANEXO H
CATÁLOGO DE CHUMACERAS SKF

Unidades de rodamientos Y SKF E2 con soporte de pie de material compuesto con anillo de fijación excéntrico, para ejes métricos

d 20 – 40 mm



Dimensiones

d	A	A ₁	B ₁	H	H ₁	H ₂	J	L	N	N ₁	G	s ₁	A ₅
mm													
20	32	21	31	64	33,3	16	96	126	17,6	12,4	M10	23,9	18,5
25	32	22	30,9	70,5	36,5	16	105	134	17,6	12,4	M10	23,4	18
30	40	25	35,6	82	42,9	19	121	159	21,4	14,4	M12	26,6	20
35	45	27	38,8	93	47,6	19	126	164	21,4	14,4	M12	29,3	22
40	48	30	43,6	99	49,2	19	136	176	21,4	14,4	M12	33,1	23,5

Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidad límite	Masa	Designación del soporte	Designación del rodamiento	Designación adecuada de la tapa lateral	Designación de la unidad
dinámica	estática							
C	C ₀	P _u						
kN		kN	r. p. m.	kg	-	-	-	-
12,7	6,55	0,28	8 500	0,26	SYK 504	E2.YET 204	ECY 204	SYK 20 FE
14	7,8	0,335	7 000	0,31	SYK 505	E2.YET 205	ECY 205	SYK 25 FE
19,5	11,2	0,475	6 300	0,50	SYK 506	E2.YET 206	ECY 206	SYK 30 FE
25,5	15,3	0,655	5 300	0,69	SYK 507	E2.YET 207	ECY 207	SYK 35 FE
30,7	19	0,8	4 800	0,86	SYK 508	E2.YET 208	ECY 208	SYK 40 FE