

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“ANÁLISIS DE RIESGOS DE LA SEGURIDAD E HIGIENE
OCUPACIONAL DURANTE EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS
Y RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS PLÁSTICOS”**

Presentada por:

JUAN DIEGO RAMOS ASCUE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

Lima – Perú

2015

AGRADECIMIENTOS

A mis padres: Mauro y Miriam por brindarme guía, apoyo, amor y la valiosa oportunidad de superación intelectual y cultural.

A mis hermanos: Jorge y Ana por tolerar, respetar y apoyar cada decisión que haya tomado en la vida.

A los docentes y formadores que tuve la suerte de encontrar a lo largo de mi estancia en la universidad, gracias por los conocimientos transmitidos e inspiración brindada y un especial agradecimiento al profesor Wilfredo Baldeón quién me apoyó y guió en el presente trabajo.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
	1. DISPOSITIVOS LEGALES.....	3
	2. MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	5
	3. PLÁSTICOS	6
	4. SEGURIDAD OCUPACIONAL.....	15
	5. HIGIENE OCUPACIONAL	17
	6. ANÁLISIS DE RIESGO	26
	7. MAPA DE RIESGO.....	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	30
	1. MATERIALES	30
	2. METODOLOGÍA	31
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
	1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO	51
	2. ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO BASE DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL.....	58
	3. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	72
	4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y SEGUIMIENTO	76
	5. MAPA DE RIESGOS	87
V.	CONCLUSIONES	92
VI.	RECOMENDACIONES	94
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
VIII.	ANEXOS	101

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1:	Tipos de resinas plásticas y aplicaciones más utilizadas.....	8
TABLA 2:	Datos de seguridad del polietileno de alta y baja densidad	16
TABLA 3:	Valores límites de exposición a ruido por tiempo (Nivel de Ruido)	19
TABLA 4:	Factores de riesgo según la metodología OCRA Checklist	37
TABLA 5:	Valoración de nivel de riesgo según OCRA Checklist	38
TABLA 6:	Factores de riesgo según la metodología MAC	39
TABLA 7:	Valoración de nivel de riesgo según metodología MAC	39
TABLA 8:	Ejemplos de incidentes asociados a Seguridad e Higiene Ocupacional	42
TABLA 9:	Nivel de Probabilidad de ocurrencia para Seguridad Ocupacional..	43
TABLA 10:	Nivel de Severidad para Seguridad Ocupacional	43
TABLA 11:	Nivel de riesgo para Seguridad Ocupacional	44
TABLA 12:	Nivel de riesgo de factores químicos	44
TABLA 13:	Nivel de riesgo de ruido	45
TABLA 14:	Nivel de riesgo por estrés térmico	46
TABLA 15:	Categoría de intensidad del trabajo según gasto metabólico	46
TABLA 16:	Nivel de riesgo para vibración de cuerpo entero	47
TABLA 17:	Niveles de iluminación mínimos requeridos por tarea y puesto de trabajo	48
TABLA 18:	Nivel de riesgo para manejo manual de carga (Metodología MAC)	47
TABLA 19:	Nivel de riesgo para trabajo repetitivo (Metodología OCRA – Checklist)	49
TABLA 20:	Actividades del manejo de residuos sólidos y reciclables de plástico polietileno	53

TABLA 21:	Accidentes laborales detallados según actividad	59
TABLA 22:	Accidentes laborales según tipo de lesión	61
TABLA 23:	Fuente de lesión de los accidentes laborales	62
TABLA 24:	Nivel de ruido en planta operaria de Viento Solar S.A.C.	63
TABLA 25:	Nivel de iluminación en planta operaria de Viento Solar S.A.C. ...	64
TABLA 26:	Categorías de intensidad de trabajo	66
TABLA 27:	Nivel de estrés térmico según índice WBGT (Wet bulb globe temperature)	66
TABLA 28:	Evaluación de riesgo por vibración en cuerpo total	67
TABLA 29:	Resultados de exposición a partícula respirable	68
TABLA 30:	Resultados de exposición a partícula total	69
TABLA 31:	Resultados de exposición por movimiento repetitivo en Viento Solar S.A.C.	70
TABLA 32:	Resultados de exposición al manejo manual de cargo en Viento Solar S.A.C.	71
TABLA 33:	Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos	72
TABLA 34-49:	Medidas de prevención, mitigación y seguimiento	77
TABLA 50:	Evaluación económica de la implementación de medidas de prevención y mitigación	85
TABLA 51:	Señales de prohibición usadas en el mapa de riesgo	87
TABLA 52:	Señales de advertencia usadas en el mapa de riesgo	88
TABLA 53:	Señales de obligación usadas en el mapa de riesgo	90
TABLA 54:	Señal de emergencia usada en el mapa de riesgo	91
TABLA 55:	Cantidades de residuos sólidos expresados en volumen (m ³)	103
TABLA 56:	Cantidades de residuos sólidos expresados en peso (kg)	103

TABLA 57:	Caracterización de residuos sólidos re aprovechables en el año 2013, expresados en peso (kg)	104
TABLA 58:	Datos obtenidos en el monitoreo de ruido ocupacional a Viento Solar S.A.C.	105
TABLA 59-62:	Evaluación del consumo metabólico en segregación de residuos, aglomeración de plástico, corte de plástico y peletización de plástico	107
TABLA 63:	Monitoreo de exposición a estrés térmico en la actividad de peletización	109
TABLA 64:	Monitoreo de exposición a estrés térmico en las actividades de segregación de residuos sólidos, corte de plástico y aglomeración de plástico	110
TABLA 65:	Exposición a vibración en las actividades corte de plástico, aglomeración de plástico y peletización de plástico	111
TABLA 66-71:	Evaluación de índice de riesgo por trabajo repetitivo en actividades de la empresa Viento Solar S.A.C.	119
TABLA 72-78:	Evaluación de manejo manual de carga en actividades de la empresa Viento Solar S.A.C.	127

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1:	Ciclo de vida de los residuos sólidos	5
FIGURA 2:	Modelo de planta industrial de reciclaje de plástico de polietileno ...	9
FIGURA 3:	Máquina aglomeradora de plástico	10
FIGURA 4:	Pélet plástico de polietileno de baja densidad	11
FIGURA 5:	Peletizadora de plástico usada en Viento Solar S.A.C.	11
FIGURA 6:	Identificación por código de resinas plásticas y nivel de seguridad ..	14
FIGURA 7:	Convenios para las fracciones inhalable, torácica y respirable	22
FIGURA 8:	Representación gráfica de las etapas que intervienen en la evaluación de los riesgos en la seguridad	27
FIGURA 9:	Organigrama de la empresa Viento Solar S.A.C.	51
FIGURA 10:	Flujograma de actividades en Viento Solar S.A.C.	52
FIGURA 11:	Dispositivo de almacenamiento temporal modelo (800 L), usado en la Corporación Esmeralda S.A.C.	54
FIGURA 12:	Unidad motorizada utilizada en la recolección y transporte de RRSS	55
FIGURA 13:	Distribución de residuos sólidos durante el año 2013	56
FIGURA 14:	Distribución de residuos sólidos re aprovechables durante el año 2013, según las cantidades expresadas en peso	56
FIGURA 15:	Contenedor de almacenamiento de residuos sólidos no re aprovechables	57
FIGURA 16:	Proceso de acondicionamiento de láminas plásticas de polietileno ...	58
FIGURA 17:	Porcentaje de accidentes laborales por actividad realizada	60
FIGURA 18:	Accidentes laborales según parte lesionada	61
FIGURA 19:	Proporción de riesgos significativos identificados por actividad	73

FIGURA 20:	Distribución de peligros con riesgo moderado	74
FIGURA 21:	Distribución de peligros con riesgo importante	74
FIGURA 22:	Distribución de peligros con riesgo crítico	75
FIGURA 23:	Gráfica para determinar el nivel de riesgo por peso manejado y frecuencia de carga según la metodología MAC	123
FIGURA 24:	Riesgo según la distancia entre las manos y espalda	124
FIGURA 25:	Riesgo según región vertical de levantamiento o descenso de carga .	124
FIGURA 26:	Riesgo según torsión y lateralización de tronco en metodología MAC	125
FIGURA 27:	Riesgo según restricciones posturales	125
FIGURA 28:	Riesgo según acoplamiento mano – objeto	126
FIGURA 29:	Riesgo según superficie de trabajo en metodología MAC	126
FIGURA 30:	Riesgo según factores ambientales complementarios en metodología MAC	127

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1:	Plano de distribución de los puntos de acopio en Esmeralda Corp S.A.C.	102
ANEXO 2:	Cantidades de residuos sólidos re aprovechables y no re aprovechables, expresados en volumen (m ³) y peso (kg)	103
ANEXO 3:	Caracterización de residuos sólidos re aprovechables	104
ANEXO 4:	Registro por exposición a ruido en planta operaria de Viento Solar S.A.C.	105
ANEXO 5:	Evaluación del consumo metabólico según actividad	107
ANEXO 6:	Registro por exposición a estrés térmico en planta operaria de Viento Solar S.A.C.	109
ANEXO 7:	Registro por exposición a vibración de cuerpo total	111
ANEXO 8:	Plano de ubicación de puntos de monitoreo de factores físicos y químicos	112
ANEXO 9:	Evaluación de riesgos ergonómico – movimiento repetitivo	113
ANEXO 10:	Evaluación de riesgo ergonómico – manejo manual de carga	123

RESUMEN

La empresa Viento Solar S.A.C. tiene como principal función brindar servicio de manejo integral de residuos sólidos a un grupo de empresas de producción agroindustrial, cárnico e hidrobiológico, servicio que consiste en realizar el recojo de residuos sólidos en cada área de producción y garantizar la disposición final de ellos de acuerdo a la normativa peruana, como parte del manejo integral de éstos residuos sólidos se realiza una segregación exhaustiva, separando principalmente plásticos, metales y cartón; debido a que las láminas de plástico de polietileno de alta y baja densidad son uno de los residuos que se genera en mayor cantidad (18% en peso) se transforman éstos mediante procesos de corte, aglomerado y peletizado, obteniendo como producto final el pélet plástico. En éstos procesos de manejo de residuos sólidos y reciclaje de plástico, se identificaron peligros a los cuales los operarios se ven expuestos diariamente, peligros que fueron evaluados mediante una matriz de riesgos, se encontró que los peligros con riesgo significativo son: factores ergonómicos como la exposición a manejo manual de carga y movimiento repetitivo; factores físicos como la exposición a vibración, calor y ruido; factores químicos como la exposición a material particulado total; y peligros por carencia de medidas de seguridad como la protección insuficiente en maquinaria, incendios y malos olores. Finalmente se elaboró un mapa de riesgos y se propuso medidas de prevención, mitigación y seguimiento de riesgos.

Palabras claves: *residuos sólidos, plástico, polietileno, peletización, riesgos, peligros, matriz de riesgos.*

ABSTRACT

The company Viento Solar S.A.C. has as main function provide service of integrated solid waste management to a group of companies of agroindustrial production, meat and hydrobiological industry, the service provided is to make the collection of solid waste in every area of production and assured the final disposal of them according to the Peruvian regulations, with the purpose of make an integrated solid waste management, is necessary a complete segregation, separating mainly plastic, metals and cardboard; because the plastic sheets of high and low density polyethylene are one of the solid waste generated in greater amount (18% in weight), these are transformed by processes like cutting, agglomerated and pelletized of plastic, obtaining as final product the plastic pellet. In these processes of integrated solid waste management and plastic recycling, have been identified hazards to which workers are exposed daily, hazards that were assessed using a risk matrix, it was found that hazards with meaningful risk are: ergonomic factors like manual handling and repetitive movement; physical factors like vibration, heat and noise, chemical factors like exposure to total particulate matter; and hazards by lack of safety measures as insufficient protection in machinery, fires and odor of solid waste. Finally has been developed a risk matrix and it was proposed prevention, mitigation and follow-up measures of risks.

Word keys: *solid waste, plastic, polyethylene, pelletizing, risks, hazards, risk matrix.*

I. INTRODUCCIÓN

La actividad industrial es una fuente de generación de riqueza, pero al mismo tiempo supone grandes y graves impactos para el medio ambiente como son el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono, la pérdida de biodiversidad, la contaminación del aire, el suelo o el agua.

Vivimos en un modelo de producción que genera más residuos en cada una de sus fases (extracción de materias primas, transporte, fabricación, distribución y consumo) que la cantidad de bienes que produce. Así, podemos afirmar que por cada tonelada de residuos que se genera en el momento del consumo de cualquier producto, se han producido 20 toneladas de residuos en el proceso de extracción de las materias primas necesarias para su producción y 5 toneladas de residuos durante el proceso de fabricación (Pérez, 2010).

En este contexto es imprescindible la correcta gestión de los residuos en los centros de trabajo que, además de ser una obligación legal, contribuirá a disminuir los impactos ambientales de los procesos productivos.

El reciclaje es muy importante en la conservación ambiental ya que es a partir de él que se puede contribuir a limitar la contaminación y, además, reutilizar los diferentes recursos de manera continua. Tanto el vidrio, como el papel y los cartones, los textiles, los residuos orgánicos, el plástico y otros elementos son todos plausibles de reciclaje. Obviamente, los procesos de reciclaje y de reutilización variarán en términos de complejidad en cada caso. De todos modos, la importancia del reciclaje reside en el hecho de que mientras más elementos u objetos sean reciclados, menos material será desechado y por lo tanto el planeta y el medio ambiente sufrirán menos el crecimiento permanente y desorganizado de la basura humana.

Según el estudio “Por la ruta del reciclaje en el Perú” (2010) de la organización Ciudad Saludable existen más de 108 mil familias recicladoras en el país. Más de 43 mil ejercen su actividad en Lima debido a la concentración demográfica y al gran movimiento comercial e industrial.

Debido a los altos índices de informalidad y crecimiento, los riesgos a los cuales se somete a los trabajadores son en muchos casos desconocidos y en otros subestimados. Creyendo que los riesgos puedan ser agravados también en consecuencias de factores asociados como, por ejemplo, particularidades del sistema de colecta empleado y el mal acondicionamiento de los residuos, o incluso por las intemperies asociadas a la falta de equipamiento de protección adecuado.

Además de los riesgos inherentes como la presencia de microorganismos, los encargados de recoger y dar destino a los residuos, necesitan lidiar con los agravios de los riesgos laborales, muchas veces resultante de negligencia, falta de preparación o de sensibilización por parte de los gestores públicos y privados de la sociedad.

Varios riesgos enfrentados por esos profesionales pueden ser minimizados, o incluso hasta eliminados, por ello, es preciso que acciones sean tomadas de forma incisiva, pues la exposición a los riesgos es constante y la pérdida de salud y calidad de vida es inminente.

El presente trabajo fue realizado con el objetivo principal de analizar el riesgo de seguridad e higiene ocupacional en el manejo de residuos sólidos industriales y producción de pélet plástico de polietileno de baja y alta densidad a partir de material reciclado, con el fin de identificar, prevenir y corregir los riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores.

Para lograr ello, se analizó y describieron las actividades que comprenden el manejo de residuos sólidos y producción de pélet plástico, a partir de lo cual se logró identificar, jerarquizar y evaluar los riesgos de seguridad e higiene ocupacional existentes que nos permitieron elaborar un mapa de riesgo en la planta de la empresa Viento Solar S.A.C. Además, se plantearon acciones de prevención, mitigación y seguimiento, medidas que tienen como fin minimizar estos riesgos y mejorar la salud y seguridad laboral, de tal forma se pueda contribuir para que estos trabajadores: recolectores, segregadores y maquinistas de residuos sólidos y reciclaje de plástico, sean respetados, valorizados, que su trabajo sea visto como necesario, sufrido, que su día a día es de exposición a riesgos, pero que estos riesgos pueden ser minimizados con acciones conjuntas de participación del poder público, privado y social.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. DISPOSITIVOS LEGALES

- **Ley N° 26842, Ley General de Salud**

Quienes conduzcan o administren actividades de extracción, producción, transporte y comercio de bienes o servicios, cualesquiera que éstos sean, tienen la obligación de adoptar las medidas necesarias para garantizar la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores y de terceras personas en sus instalaciones o ambientes de trabajo (Cap. VII, Art. 100).

- **Ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.**

La Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país. Para ello, cuenta con el deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes, a través del diálogo social, velan por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia (Art. 1).

- **Decreto Supremo N° 005-2012-TR, Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.**

Entre los principales aspectos que el mencionado decreto regula se encuentran:

- La política, organización, planificación y aplicación del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo;
- El reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo;
- Los derechos y obligaciones tanto de los empleadores como de los trabajadores;

- La notificación de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales;
- La investigación de accidentes de trabajo, enfermedades ocupacionales e incidentes peligrosos; entre otros.

- **Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos.**

La presente Ley establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana (Art. 1).

Los generadores y operadores de los sistemas de manejo de residuos sólidos deberán contar con las condiciones de trabajo necesarias para salvaguardar su salud y la de terceros, durante el desarrollo de las actividades que realizan, debiendo entre otros, contar con los equipos, vestimenta, instalaciones sanitarias y capacitación que fueren necesarios (Art 20).

- **Ley N° 29419, Ley que regula la actividad de los recicladores.**

El objeto de la presente Ley es establecer el marco normativo para la regulación de las actividades de los trabajadores del reciclaje, orientada a las protección, capacitación y promoción del desarrollo social y laboral, promoviendo su formalización, asociación y contribuyendo a la mejora en el manejo ecológicamente eficiente de los residuos sólidos en el país (Art. 1).

- **Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico (MINTRA, 2008).**

La Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico tiene por objetivo principal establecer los parámetros que permitan la adaptación de las condiciones de trabajo a las características físicas y mentales de los trabajadores con el fin de proporcionarles bienestar, seguridad y mayor eficiencia en su desempeño, tomando en cuenta que la mejora de las condiciones de trabajo contribuye a una mayor eficacia y productividad empresarial (Anexo 1, Título I).

2. MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Es un conjunto de acciones normativas, financieras y de planeamiento que se aplica a todas las etapas del manejo de residuos sólidos desde su generación, basándose en criterios sanitarios, ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente, el aprovechamiento, tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos (MINAM, 2000).

El manejo integral de residuos sólidos incluye un conjunto de planes, normas y acciones para asegurar que todos sus componentes sean tratados de manera ambientalmente adecuada, técnica, económicamente factible, y socialmente aceptable; para ello considera los diversos sistemas para su tratamiento como: reducción en la fuente, reúso, reciclaje, incineración con recuperación de energía, disposición final en rellenos sanitarios (ver Figura 1).

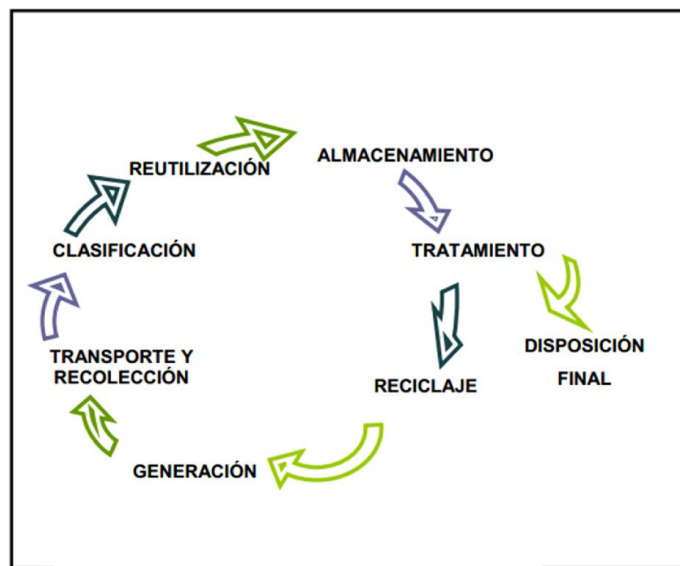


Figura 1: Ciclo de vida de los residuos sólidos (Fernández y Sánchez, 2007).

El ciclo de vida de los residuos sólidos, está compuesto de una serie de etapas que abarcan desde la generación, el transporte, el almacenaje y la disposición final de estos.

2.1 GENERACIÓN DE RESIDUOS

Acción no intencional de generar residuos (MINAM, 2004)

2.2 TRANSPORTE Y RECOLECCIÓN

Acción de recoger los residuos para transferirlos mediante un medio de locomoción apropiado, y luego continuar su posterior manejo, en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada (MINAM, 2004)

2.3 CLASIFICACIÓN

Es la acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial (MINAM, 2000).

2.4 ALMACENAMIENTO

Operación de acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas como parte del sistema de manejo hasta su disposición final (MINAM, 2004)

2.5 TRATAMIENTO

Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente (MINAM, 2004).

2.6 RECICLAJE

Toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines (MINAM, 2000).

2.7 DISPOSICIÓN FINAL

Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura (MINAM, 2000).

3. PLÁSTICOS

3.1 CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN

El reciclaje de plástico exige una separación de los plásticos por tipo de material, sea por razones técnicas o por cuestiones de salud o ambientales. Por ejemplo, un

reciclaje mecánico sólo es económicamente viable y técnicamente fiable para un tipo de material (Azapagic et al., 2003, citado por Carapinha, 2008).

La identificación de plásticos en los centros de recepción de residuos puede ser fácilmente realizada, manualmente, a través de la identificación de los seis principales grupos de plásticos. Este sistema de identificación (Tabla 1) fue, inicialmente, creado en 1988 por la American Society of the Plastics Industry (SPI) (Carapinha, 2008).

Determinados polímeros, como las botellas de bebidas de PET pueden ser fácilmente identificados, sin embargo algunos polímeros son muy similares y difíciles de diferenciar, tanto para un especialista o ingeniero en polímeros. Así, este sistema de clasificación compuesto por una serie de siete números permite a los consumidores una fácil identificación de los polímeros (Azapagic et al., 2003, citado por Carapinha, 2008).








3.2 RECICLAJE DE PLÁSTICOS DE POLIETILENO DE ALTA Y BAJA DENSIDAD

El reciclaje mecánico se basa en los principios de trituración, calentamiento y extrusión para transformar los plásticos en nuevos productos.

La separación de los diferentes polímeros es particularmente importante en el reciclaje mecánico porque el procesamiento de materiales mezclados resulta en la producción de un reciclado de baja calidad, lo que limita el número de aplicaciones. Como tal, el reciclaje mecánico es más apropiado para residuos plásticos poco contaminados, como residuos de embalajes (Azapagic et al, 2003, citado por Carapinha, 2008).

El reciclaje mecánico de mezclas de residuos comienza con un proceso de segregación manual. Esta etapa implica elevados costos y no siempre es atendido con el grado de eficiencia, necesario para satisfacer los objetivos de calidad pretendidos (Carapinha, 2008).

Tabla 1: Tipos de resinas plásticas y aplicaciones más utilizadas.

Aplicaciones de las resinas más utilizadas		
Plásticos	Código	Aplicaciones típicas
Polietilen Tereftalato (PET)		Botellas de gaseosas, agua, aceite y vinos; envases farmacéuticos, zuncho, rafia, fibras.
Polietileno de alta densidad (PE-AD)		Bolsas plásticas, tuberías, embalajes y láminas industriales, tanques, bidones, embaces de refrescos.
Cloruro de polivinilo PVC		Tuberías y accesorios para sistemas de suministro de agua potable, riego y alcantarillado.
Polietileno de baja densidad (PE-BD)		Bolsas y láminas, películas para envolver productos, películas para uso agrícola y de invernadero, sacos, tapas, juguetes, revestimientos, contenedores flexibles.
Polipropileno (PP)		Película para empaques flexibles, confitería, sacos, bolsa de re empaque, laminaciones, bolsas en general.
Poliestireno (PS)		Elementos para equipos eléctricos y electrodomésticos; carcazas; gabinetes interiores.
Otros		Poliamina – nylon, ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), Policarbonato, SAN (Estireno Acrilonitrilo).

FUENTE: Garzón et al., 2005.

Según Rivera (2008), las etapas que se describen a continuación son típicas de una empresa recicladora de plásticos en el Perú. En la Figura 2 se presenta un diagrama de flujo del proceso de reciclado.

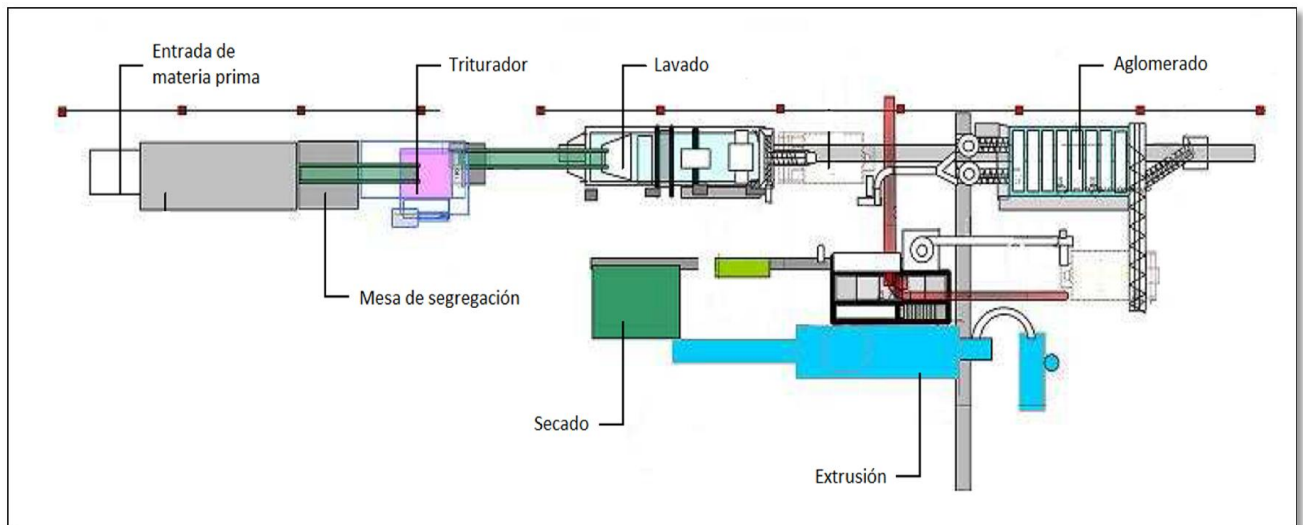


Figura 2: Modelo de planta industrial de reciclaje de plástico de polietileno (Carapinha, 2008).

a. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS

El reciclado mecánico se inicia con la clasificación de los residuos. Debido a la incompatibilidad de los plásticos y su dificultad para separarlos, esa etapa del proceso es fundamental. La correcta clasificación será fundamental en la calidad del producto, por ejemplo: pequeñas cantidades de polipropileno reducen de manera significativa el valor comercial del polietileno (Rivera, 2008).

b. CORTE DE PLÁSTICO EN PEQUEÑOS TROZOS (SCRAPS)

Los residuos plásticos clasificados son acondicionados para su molienda, este acondicionamiento se realiza reduciéndolos de tamaño de tal manera que faciliten su manipulación en el momento de ser introducidos a la tolva de aglomerado (Rivera, 2008).

c. LAVADO MECÁNICO

En esta etapa se separan algunos residuos (orgánicos, tierra, restos de etiquetas, etc) del plástico molido.

d. SECADO

Una vez limpio, el scrap es secado con el objeto de retirarle los restos de humedad. Esta labor puede ser realizada mediante un secador rotatorio de aire caliente o por secado natural.

e. AGLOMERADO

Mediante este proceso se incrementa la densidad del material a reciclar (especialmente en bolsas de LDPE). La materia prima previamente cortada y secada, es introducida en la aglomeradora (Figura 3a), ésta tiene cuchillas fijas en los lados y giratorias en el centro (Figura 3b). El calor generado por la fricción de estas cuchillas eleva la temperatura del proceso y permite el incremento de la densidad del material por el encogimiento y parcial plastificación. Así, la temperatura a la que llega el proceso es a la de semiplastificación (70-90°C) (Rivera, 2008).



Figura 3: Máquina aglomeradora de plástico.

a) Aglomeradora para plástico de polietileno (alta y baja densidad).

b) Cuchillas internas de aglomeradora.

f. PELETIZADO

Es el proceso por el que se obtienen los pélet (Figura 4) mediante una operación de extrusión de la máquina peletizadora (Figura 5). Se fluidiza el aglomerado utilizando un tornillo de extrusión, que es un tornillo sinfin dentro de un cilindro largo. El aglomerado se coloca en la extrusora en el extremo del tornillo con el diámetro más grande y se comprimen mientras se lleva hacia la

boquilla de extrusión. El calor combinado de la fricción producida por el flujo y de las bandas de calefacción suplementarias provoca la fundición de la resina, extrayéndose de la mezcla los contaminantes volátiles. La temperatura debe ser constante en cada tramo del extrusor, para lo cual se calienta con resistencias eléctricas y se mantiene la temperatura necesaria con un sistema de refrigeración (ventiladores).

El plástico homogeneizado pasa a través de una malla metálica para retener cualquier impureza o elemento extraño. A continuación, el plástico líquido pasa por un molde con orificios que ocasiona la salida de fideos de plástico. Este material se solidifica al pasar por una tina con agua y luego son transportados hacia una cortadora donde se obtienen los pélets con una longitud de entre 8 a 10 mm (Rivera, 2008).



Figura 4: Pélet plástico de polietileno de baja densidad.



Figura 5: Peletizadora de plástico usada en Viento Solar S.A.C.

g. PROCESO FINAL

Es el proceso donde se utiliza el pélet como materia prima para producir objetos plásticos, estos procesos pueden ser: moldeo por inyección, moldeo por soplado, extrusión, termo-formado, etc.

3.3 IMPACTOS AMBIENTALES Y RIESGOS DE LOS PLÁSTICOS A LA SALUD

Los plásticos son muy útiles y diversos, sin embargo, los residuos plásticos generan diferentes impactos ambientales. La preocupación ambiental por los residuos plásticos es creciente. Gira en torno a cuatro elementos fundamentales: la degradación lenta de los plásticos; la producción de diferentes productos plásticos es creciente, al igual que la generación de residuos; su principal materia prima es no renovable, el petróleo; y algunos de los químicos utilizados para producir los plásticos son tóxicos (Téllez, 2012).

A nivel mundial el principal impacto ambiental de los residuos plásticos es la contaminación de los océanos y mares. Es un impacto acumulativo que se presenta a largo plazo y cubre gran cantidad de espacios de todo el planeta (Barnes et al., 2009).

Además, hay una alta posibilidad que los plásticos pueden transportar y liberar contaminantes al ambiente y la vida animal. Se sospecha que al ingerir los residuos se podrían transferir químicos tóxicos a los organismos. En el caso de los rellenos sanitarios, los aditivos y elementos constitutivos pueden ser liberados e introducidos al ambiente (Teuten et al., 2009).

Para obtener los diferentes tipos de plásticos, se agregan diferentes aditivos químicos durante su fabricación, como retardantes de flama, estabilizadores, antioxidantes y otros químicos como antimicrobiales. Hay una preocupación que los aditivos químicos peligrosos puedan ser transferidos a los humanos, como el caso del Bisfenol A (Thompson et al., 2009).

Según el Documental Plastic Planet de Werner Boote (2009) el Bisfenol A, que se encuentra en todo contenedor de policarbonato, es muy similar a una hormona, las cuales nos envían señales, estas señales enviadas al feto en el momento equivocado,

y en cantidades inapropiadas, pueden cambiar cómo se desarrolla el feto, lo cual significa que la mujer embarazada está permitiendo que éste químico afecte tres generaciones a la vez: la madre que es expuesta, el feto, y si el feto es de una niña, todos sus óvulos, sus futuros nietos. El Bisfenol A puede causar muerte celular, cambian la manera en que actúan las hormonas normales debido a que el Bisfenol A, actúa como el estrógeno lo cual interviene en el desarrollo del cerebro, y cambios en el estrógeno, o sea cambios en la actividad del cerebro, especialmente mientras el cerebro madura, puede cambiar el funcionamiento del cerebro durante nuestra vida. Se suele creer que con las toxinas, la cantidad que recibimos determina la cantidad de daño que hará, y en este caso, donde el químico actúa como hormona, esto no se aplica, las hormonas actúan de forma muy sutil y sólo una dosis ínfima hará que las células enloquezcan

Los diferentes químicos del plástico pasan a los alimentos, este fenómeno se conoce como migración. Testear la migración de los aditivos de los plásticos a la comida en muchos casos es costoso y difícil (Crompton, 2007, citado por Téllez, 2012).

El problema es que la industria constantemente introduce nuevas sustancias químicas, lo que implica aún más alto costo para testear cada tipo de plástico. Dentro de los efectos de las migraciones de sustancias químicas, está la contaminación hormonal, en el organismo los aditivos de los plásticos pueden funcionar como hormonas, potenciando su efecto o bloqueando su acción, esto puede desencadenar alteraciones en el desarrollo sexual, feminización o masculinización, infertilidad, insuficiencias hormonales o cáncer (Téllez, 2012).

Debido a los diferentes procesos de manufactura, diferentes plásticos tienen diversos niveles de toxinas. La Figura 6 muestra los diferentes plásticos según su clasificación para guiar al consumidor sobre la seguridad que tiene cada tipo de plástico.

Opciones Seguras: Selecciona plásticos seguros que usen polietileno (#1, #2 y #4) y polipropileno (#5), que requieren el uso de menos aditivos tóxicos. Además son no clorados.			
 Polietileno Tereftalato (PET)	 Polietileno de alta densidad (HDPE)	 Polietileno de baja densidad (LDPE)	 Polipropileno (PP)
Opciones Inseguras: Evita usar productos que usen policloruro de vinilo (#3), poliestireno (#6) y policarbonato (#7) que frecuentemente son encontrados en botellas y tazas para beber.			
 Policloruro de vinilo (PVC)	 Poliestireno (PS)	 Otros (Policarbonato)	

Figura 6: Identificación por código de resinas plásticas y nivel de seguridad (Zaman, 2010).

En el caso del poliestireno, adicionalmente a los daños ocasionados al ambiente por los Clorofluorocarbonos (CFC), se cuestiona su uso en elementos que entran en contacto con productos de consumo humano, al estar hecho de benceno, un conocido cancerígeno; y de estireno un neurotóxico y posiblemente cancerígeno (Téllez, 2012).

El PVC también ha sido cuestionado por sus impactos a la salud humana y al ambiente, de acuerdo a su ciclo de vida. En la producción, al generar la síntesis del dicloruro de etileno y el monómero de cloruro de vinilo, se liberan alrededor de un millón de toneladas al año de residuos peligrosos ricos en cloro. Los subproductos (dioxinas cloradas, furanos clorados, PCBs, hexaclorobenceno y octaclorestireno) que genera la producción del PVC son altamente persistentes, bioacumulativos y tóxicos (Thornton, 2002).

Se han desarrollado diferentes técnicas para reciclar los residuos plásticos, disminuyendo sus impactos negativos y la demanda de materias primas vírgenes. Aunque, hay que recordar que el reciclaje de plásticos tiene restricciones.

Ningún producto elaborado con plástico recuperado puede tener contacto directo con alimentos de consumo humano o medicamentos, a diferencia de los envases de

vidrio y de metal pos-consumo reciclados, que pueden ser usados nuevamente para la fabricación de envases de contacto directo con alimentos. Esto se debe a que las altas temperaturas de procesamiento requeridas para fundir nuevamente estos materiales (mayores a 1000 °C), garantizan la degradación físico-química de cualquier agente tóxico o microbiológico que puedan tener. Con los plásticos esto no ocurre, debido a las menores temperaturas usadas en los procesos convencionales de transformación (entre 120-300°C). Adicionalmente, el plástico reciclado va perdiendo las propiedades iniciales, por lo que es un proceso finito y dependiendo el tipo de plástico tendrá un límite de veces que puede ser reciclado (Téllez, 2012). En la Tabla 2 se presentan algunas características y datos de seguridad del polietileno de alta y baja densidad.

4. SEGURIDAD OCUPACIONAL

La Seguridad Ocupacional representa una parte de la Salud Ocupacional, que comprende un conjunto de actividades de orden técnico, legal, humano y económico, para la protección del trabajador, mediante la prevención y el control de las acciones del hombre, de las máquinas y del medio ambiente de trabajo, con la finalidad de prevenir y corregir las condiciones y actos inseguros que pueden causar accidentes (DIGESA, 2005).

4.1 ACCIDENTE DE TRABAJO

Es todo suceso repentino y prevenible que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aún fuera del lugar de trabajo (DIGESA, 2005).

4.2 INCIDENTE

Sucedo acaecido en el curso del trabajo o en relación con el trabajo, en el que la persona afectada no sufre lesiones corporales, o en el que éstas sólo requieren cuidados de primeros auxilios (MINTRA, 2012).

Tabla 2: Datos de Seguridad del Polietileno de alta y baja densidad.

Propiedades típicas		
Apariencia: Traslúcida	Densidad: 0.90 – 0.97 gr/cc	Solubilidad en Agua: Insignificante
Olor: Suave	Punto de Fusión: 110 – 135 °C	
Peligros para la salud		
Ojos	El polvo del producto puede causar irritación o enrojecimiento. Los vapores de la resina fundida pueden causar irritación o enrojecimiento.	
Piel	El producto en su presentación granulada no causa irritación o dermatitis; el producto líquido puede causar quemaduras.	
Inhalación	El nivel de peligrosidad a temperatura ambiente (-18 a 38 °C) es insignificante. La inhalación de partículas finas o los vapores del material fundido pueden causar irritación de la nariz y de la garganta.	
Ingestión	No debe esperarse reacción adversa en caso de ingestión.	
Efectos crónicos sobre la salud: No se conoce alguno.	Condiciones médicas agravadas por la exposición No se conoce alguna.	Vías primarias de entrada: Inhalación, ingestión. La exposición al polvo (mecanizado o pulverización) debe prevenirse con ventilación y protección de las vías respiratorias.
Estado Carcinógeno	Administración de Seguridad y Salud (OSHA)	No listado.
	Programa Nacional de Toxicidad (National Toxicity Program)	No listado.
	Agencia Internacional de investigación en cáncer	No listado.
Datos toxicológicos:	No tóxico, basado en los estudios realizados con similares productos y componentes.	

FUENTE: Slovnaft, 2005.

4.3 PELIGRO

Situación o característica intrínseca de algo capaz de ocasionar daños a las personas, equipos, procesos y ambiente (MINTRA, 2012).

4.4 RIESGO

Probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genere daños a las personas, equipos y al ambiente (MINTRA, 2012).

4.5 SALUD OCUPACIONAL

Rama de la Salud Pública que tiene como finalidad promover y mantener el mayor grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones; prevenir riesgos en el Trabajo (DIGESA, 2005).

Según Martins (2012), estudios muestran dolencias ocupacionales en los trabajadores de limpieza pública. En la India, por ejemplo, prevalece la anemia, en Grecia hubo preocupación con el surgimiento de casos de hepatitis B, en Florida predominaron las lesiones musculoesqueléticas y dérmicas y en Irán también prevalecieron los problemas músculo esqueléticos relacionados a la región lumbar, rodillas y hombros.

4.6 SEGURIDAD

Son todas aquellas acciones y actividades que permiten al trabajador laborar en condiciones de no agresión tanto ambientales como personales, para preservar su salud y conservar los recursos humanos y materiales (MINTRA, 2012).

5. HIGIENE OCUPACIONAL

La Higiene Ocupacional es la ciencia que tiene por objeto el reconocimiento, la evaluación y el control de los agentes ambientales generados en el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades ocupacionales. Estudia, evalúa y controla los factores ambientales existentes en el lugar de trabajo, cuyo objetivo es prevenir las enfermedades profesionales, que afectan la salud y el bienestar del trabajador (DIGESA, 2005).

Los riesgos de higiene ocupacional se clasifican de acuerdo a los efectos que puedan ocasionar sobre la salud de los trabajadores.

5.1 FACTORES DE RIESGO FÍSICO

Representan un intercambio brusco de energía entre el individuo y el ambiente, en una proporción mayor a la que el organismo es capaz de soportar, entre los más importantes se citan: ruido, vibración, temperatura, humedad, ventilación, presión, iluminación, radiaciones no ionizantes (infrarrojas, ultravioleta, baja frecuencia); radiaciones ionizantes, (rayos x, alfa, beta, gama) (DIGESA, 2005).

5.1.1. RUIDO

Funcionalmente es cualquier sonido indeseable que molesta o que perjudica al oído. Es una forma de energía en el aire, vibraciones invisibles que entran al oído y crean una sensación (DIGESA, 2005).

La existencia de un nivel de ruido seguro depende esencialmente de dos cosas: el nivel (volumen) del ruido; y durante cuánto tiempo se está expuesto al ruido. El nivel de ruido que permiten las normas sobre ruido de la mayoría de los países es, por lo general, de 85-90 dB durante una jornada laboral de ocho horas (aunque algunos países recomiendan que los niveles de ruido sean incluso inferiores a éste).

El límite de exposición de ocho horas al día que figura en una norma sobre ruido es la cantidad total de ruido a la que un trabajador puede estar expuesto durante un período de ocho horas. La exposición puede ser a un ruido continuado (constante) o a un ruido intermitente (un ruido que es periódico a intervalos periódicos, pero no ininterrumpido). Así pues, se deben sumar los niveles de ruido a los que esté expuesto a lo largo del día para ver si superan los 85 dB. Nunca deben estar expuestos los trabajadores a más de 140 dB de ruido impulsivo (normalmente, un ruido muy alto que se produce sólo una vez) en un momento dado (Hernández, 2011).

En la Tabla 3 figuran los límites de exposición al ruido según el número de horas que se está expuesto a él.

Tabla 3: Valores límites de exposición a ruido por tiempo (Nivel de Ruido).

Duración (Horas)	Nivel de ruido dB
24	80
16	82
12	83
8	85
4	88
2	91
1	94

FUENTE: DIGESA, 2008.

5.1.2. VIBRACIÓN

Se dice que un cuerpo sólido está sometido a vibraciones cuando las partículas que lo constituyen oscilan en torno a su posición de equilibrio.

Un trabajador está sometido a vibraciones si alguna parte del cuerpo sufre movimientos oscilantes, estos movimientos pueden ser transmitidos a través de una empuñadura, asiento o por el suelo. Al tratarse de un movimiento oscilante, las consecuencias que generarán al trabajador dependerán del tiempo de exposición, de las partes afectadas y de la frecuencia.

Las vibraciones de muy baja frecuencia pueden producir mareos, como es el caso de los síntomas que sufren algunos viajeros de tren, barco o avión. Cuando la vibración es de baja frecuencia se pueden producir efectos sobre el oído interno y un retardo en los tiempo de reacción, con los problemas que ello acarrearía; algunos ejemplos de máquinas que producen este tipo de frecuencias son los vehículos agrícolas, camiones, carretillas elevadoras, etc. Por último, las herramientas portátiles como martillos neumáticos, motosierras, pulidoras, etc, son ejemplos característicos de máquinas que producen elevadas frecuencias, que son el origen de consecuencias más graves como problemas en articulaciones y huesos, vasculares y neurológicas (Hernández, 2011).

5.1.3. TEMPERATURA

Es el nivel de calor que experimenta el cuerpo. El equilibrio calórico del cuerpo es una necesidad fisiológica de confort y salud. Sin embargo a veces el calor liberado por algunos procesos industriales combinados con el calor del verano nos crea condiciones de trabajo que pueden originar serios problemas (DIGESA, 2005).

La temperatura excesiva alta o baja en el ambiente de trabajo es potencialmente peligrosa porque el organismo humano para estar en óptimas condiciones debe mantener su temperatura corporal en torno a los 37°C. El organismo se defiende del exceso de calor o de frío a través del mecanismo de termorregulación mediante la transpiración o la inversa, generando energía por aumento de combustión de grasas.

Se presentan efectos psicológicos que provoca el trabajo en situaciones de calor excesivo; irritabilidad, ansiedad, laxitud y decaimiento, así como los efectos físicos, que van desde la deshidratación, los calambres, el agotamiento, hasta el golpe de calor o shock térmico (Javier, 2012).

5.1.4. ILUMINACIÓN

Es uno de los factores ambientales que tiene como principal finalidad el facilitar la visualización, de modo que el trabajo se pueda realizar en condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad.

La intensidad, calidad y distribución de la iluminación natural y artificial en los establecimientos, deben ser adecuadas al tipo de trabajo (DIGESA, 2005).

Las condiciones inadecuadas de iluminación en los lugares de trabajo pueden tener consecuencias negativas para la seguridad y la salud de los trabajadores; la disminución de la eficacia visual puede aumentar el número de errores y accidentes así como la carga visual y la fatiga durante la ejecución de las tareas; también se pueden producir accidentes como consecuencia de una iluminación deficiente en las vías de circulación, escaleras y otros lugares de paso.

El acondicionamiento de la iluminación conlleva a la necesidad de proporcionar un nivel de luz adecuado al tipo de actividad realizada, pero juntado al nivel de iluminación es necesario considerar otros aspectos importantes, entre los que se encuentran el control de deslumbramiento, la uniformidad de la iluminación, el equilibrio de luminancias en el campo visual y la integración de la luz natural (INSHT, 2006).

5.2 FACTORES DE RIESGO QUÍMICO

Sustancias orgánicas, inorgánicas, naturales o sintéticas que pueden presentarse en diversos estados físicos en el ambiente de trabajo, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas (DIGESA, 2005).

5.2.1. GASES Y VAPORES

Tiene la propiedad de mezclarse con el aire y no volverse a separar espontáneamente. Son fluidos que ocupan el espacio que los contiene y pueden cambiar de estado físico únicamente por la combinación de la presión y temperatura. Los gases son aquellas sustancias que en condiciones habituales de temperatura y presión se encuentran en estado gaseoso. Se diferencia de los vapores, en que estos provienen de sustancias que en condiciones anteriores eran líquidas (TECSUP, 2010, citado por Javier, 2012).

5.2.2. MATERIAL PARTICULADO

El tamaño de la partícula desempeña un papel decisivo en la sedimentación. Así, mientras las de diámetro superior a 50 micras sedimentan con rapidez, las menores de 10 micras presentan una velocidad de sedimentación muy pequeña, pudiendo permanecer en suspensión durante largo tiempo en la atmósfera de trabajo o ser arrastradas por las corrientes de aire hasta puntos distantes de su lugar de origen. Son precisamente las partículas menores de 10 micras las que tienen una mayor importancia desde el punto de vista fisiopatológico, ya que la probabilidad de alcanzar los alvéolos pulmonares aumenta a medida que disminuye su diámetro (Velasco et al, 2008).

La Organización Internacional de Normalización (ISO) publicó la norma ISO 7708:1995 donde se define los convenios para el muestreo de las fracciones en función del tamaño de las partículas, que han de ser utilizados para evaluar los posibles efectos contra la salud que resultan de la inhalación del aerosol en el lugar de trabajo. Para los objetivos de esta norma se aplican las definiciones de fracción inhalable, fracción torácica y fracción respirable (Velasco et al, 2008).

En la Figura 7 se presentan las curvas para las partículas inhalables, torácica y respirable, representando los porcentajes del aerosol total frente al diámetro aerodinámico de las partículas.

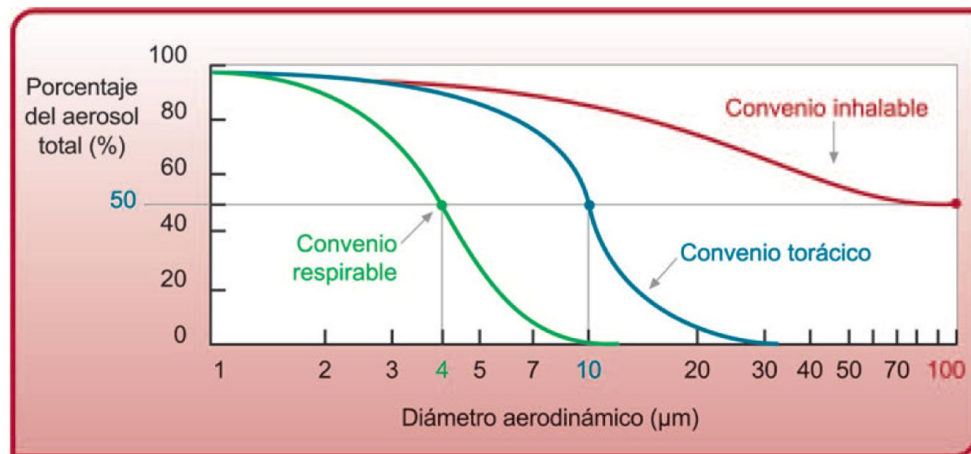


Figura 7: Convenios para las fracciones inhalable, torácica y respirable (Velasco et al, 2008).

- a. **FRACCIÓN INHALABLE:** Se define como la fracción de la masa de las partículas del aerosol total que se inhala a través de la nariz y la boca. A este respecto son determinantes las velocidades de aspiración por la nariz y la boca, así como de las condiciones de circulación del aire alrededor de la cabeza (INSHT, 2006).
- b. **FRACCIÓN TORÁCICA:** Se define como la fracción de la masa de las partículas inhaladas que penetran más allá de la laringe (INSHT, 2006).

- c. **FRACCIÓN RESPIRABLE:** Se denomina fracción respirable a la parte de la fracción inhalable que penetra en los alvéolos pulmonares (vías respiratorias no ciliadas) (Velasco et al, 2008).

Las partículas que penetran en el organismo pueden ser exhaladas o pueden depositarse en alguna región del tracto respiratorio. El comportamiento y la deposición de las partículas inhaladas dependen principalmente de la naturaleza y del tamaño de las partículas, aunque hay otros factores como la velocidad del viento en las proximidades del cuerpo, la cadencia respiratoria, las características individuales, etc.

Las partículas líquidas o los componentes solubles de las partículas sólidas pueden ser absorbidos por los tejidos donde quiera que se depositen. Las partículas pueden causar daño en el lugar de depósito si son corrosivas, radioactivas, o capaces de iniciar algún otro tipo de daño. Las partículas insolubles pueden ser transportadas a otra parte del tracto respiratorio o del cuerpo, donde pueden ser absorbidas o causar un efecto biológico (Suarez et al, 2008).

Los principales mecanismos de defensa del tracto respiratorio frente a la materia particulada son: el mecanismo mucociliar, que actúa en las regiones de las vías superiores traqueo bronquial, y el mecanismo de endocitosis, que supone la acción de los macrófagos en la región alveolar.

En las vías respiratorias superiores quedan depositadas las partículas de mayor tamaño que pueden ser eliminadas en unos minutos mediante el estornudo o por deglución. Sin embargo, hay partículas que presentan mayores tiempos de residencia como son, por ejemplo, las partículas de maderas duras, que pueden residir durante largos períodos y causar cánceres nasales. Las partículas que se depositan en la región traqueo bronquial son desplazadas hasta la laringe gracias al movimiento de los cilios y posteriormente son deglutidas. Las partículas que se depositan en la región alveolar son transportadas hacia los bronquiolos por los macrófagos o linfático. El tiempo de eliminación de las partículas en la región traqueo

bronquial es relativamente corto comparado con el correspondiente en la región alveolar (Suarez et al, 2008).

5.3 FACTORES DE RIESGO BIOLÓGICOS

Constituidos por microorganismos, de naturaleza patógena, que pueden infectar a los trabajadores y cuya fuente de origen la constituye el hombre, los animales, la materia orgánica procedente de ellos y el ambiente de trabajo, entre ellos tenemos: bacterias, virus, hongos y parásitos.

Entre las ocupaciones vinculadas a este riesgo se tienen: agricultores, carniceros, cocineros, esquiladores, pastores, jardineros, trabajadoras de salud, veterinarios, etc.

Las enfermedades que pueden ocasionar son: tétanos, brucelosis, tifoidea, difteria, polio, oftalmia purulenta, cisticercosis, encefalitis aguda, etc (DIGESA, 2005).

5.4 FACTORES DE RIESGOS ERGONÓMICOS

Ergonomía es el conjunto de disciplinas y técnicas orientadas a lograr la adaptación de los elementos y medios de trabajo al hombre, que tiene como finalidad hacer más efectiva las acciones humanas, evitando en lo posible la fatiga, lesiones, enfermedades y accidentes laborales (DIGESA, 2005). Dentro de los principales riesgos ergonómicos se encuentran los siguientes:

5.4.1. MANEJO MANUAL DE CARGA

Los trastornos musculoesqueléticos cobran cada vez mayor importancia a nivel mundial y nacional. De acuerdo a la OMS, estos problemas constituyen una de las principales causas de ausentismo laboral en el mundo. Por su parte, la Agencia Europea para la Salud y Seguridad en el Trabajo, los ha calificado como un área prioritaria de la salud ocupacional.

Manejo manual de carga abarca el análisis de levantamiento, descenso y transporte de carga. (Córdova et al, 2008).

Para el análisis de tareas de levantamiento, descenso y transporte manual se utilizó la metodología MAC (Manual handling Assessment Charts),

desarrollada por HSE (Health and Safety Executive – UK) y publicada el año 2003.

La Metodología MAC es definida como una “herramienta de inspección”, pues fue desarrollada para su uso en terreno por parte de los inspectores de la HSE.

La metodología MAC, utiliza una escala cuantitativa para medir el riesgo y un código de colores para calificar cada factor. Está basado en antecedentes de biomecánica, psicofísica y factores del entorno físico del proceso (Córdova et al, 2008).

5.4.2. MOVIMIENTO REPETITIVO

Todas las actividades laborales que habitualmente requieren movimientos y ejercicios repetitivos de las extremidades superiores, bajo determinadas condiciones, ofrecen un riesgo potencial. Si se considera que actualmente muchos de los sistemas de producción están basados en el método taylorista, aunque se les llame de múltiples formas, en el que el trabajo en línea es aplicado mediante el estudio de métodos y tiempos para optimizar la producción, no es de extrañar que se encuentren puestos en los que el trabajador somete algún segmento corporal a un movimiento repetitivo durante toda la jornada.

Ello ha traído consigo el aumento, tanto en incidencia, como en prevalencia, de una serie de trastornos musculoesqueléticos, principalmente aquéllos que corresponden al miembro superior (hombro, codo, muñeca y mano). Han aparecido incluso nuevas entidades patológicas en el mundo laboral que hace algunas décadas no presentaban altas tasas de prevalencia y que hoy día se encuentran en todos los países industrialmente desarrollados, como el síndrome del túnel carpiano, la epicondilitis, el síndrome de Raynaud, etc (Hernández y Álvarez, 2006).

Según Rojas y Ledesma (2003), el método check-list OCRA (Occupational Repetitive Action) es un método de evaluación de la exposición a movimientos y esfuerzos repetitivos de los miembros superiores,

recomendado por la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico (MINTRA, 2008).

El fundamento de este modelo es la consideración para cada tarea que contenga movimientos repetitivos de los siguientes factores de riesgo:

- Modalidades de interrupciones del trabajo a turnos con pausas o con otros trabajos de control visivo (Pausas).
- Actividad de los brazos y la frecuencia del trabajo (Frecuencia).
- Actividad del trabajo con uso repetitivo de fuerza en manos/brazos (Fuerza).
- Presencia de posiciones incómodas de los brazos, muñecas y codos durante el desarrollo de la tarea repetitiva (Postura).
- Presencia de factores de riesgo complementario (Complementarios).

6. ANÁLISIS DE RIESGO

La representación más sencilla de la evaluación de los riesgos para la seguridad es un proceso que consiste en cuatro etapas, como se indica en la Figura 8.

Las evaluaciones de los riesgos se describen como cualitativas o cuantitativas y los resultados se pueden expresar en términos no numéricos o numéricos. Se da una estimación cualitativa del riesgo cuando la probabilidad y/o magnitud de las consecuencias se expresan en términos cualitativos, por ejemplo alta, media o baja; en tanto que se da una estimación cuantitativa del riesgo cuando la probabilidad y/o magnitud de las consecuencias se expresan numéricamente, debiendo incluir una descripción numérica de la incertidumbre (FAO, 2007).

Según Romera et al (2011), aparece muy destacada la Evaluación del riesgo, que constituye, por así decirlo, el núcleo central de la evaluación. Sin medida, sólo se podría identificar las situaciones de riesgo, pero no jerarquizarlas y, por tanto, tampoco fijar las prioridades de la actuación preventiva.

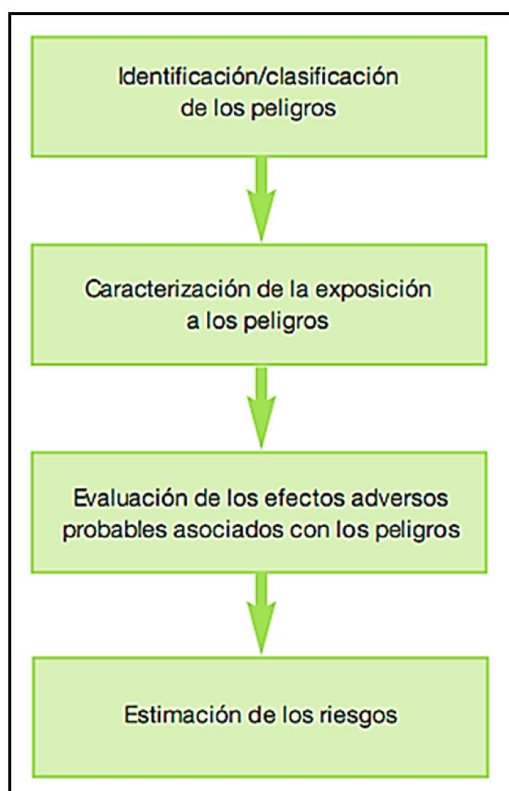


Figura 8: Representación gráfica de las etapas que intervienen en la evaluación de los riesgos en la seguridad (Instrumentos de la FAO sobre bioseguridad, 2007).

Naturalmente, por medida ha de entenderse cualquier cuantificación, desde la que utiliza escalas numéricas de razón, que es el grado más completo, hasta la que emplea escalas ordinales.

Pero la medición del riesgo, con ser tan importante, no es la única fase del proceso de evaluación, que tiene aún otras dos: la identificación de los peligros, anterior a ella, y la valoración de los riesgos, posterior.

Ha de entenderse por peligros los factores de riesgo no individuales, es decir, pertenecientes al ámbito de las condiciones de trabajo. Es la presencia de estos factores de riesgo, o, dicho de otra forma, de deficiencias en el control del riesgo, la que sustancia la significación de éste. Por tanto, identificar los peligros es, a la vez, identificar situaciones de riesgo.

En cuanto a la valoración, última etapa del proceso, consiste en la comparación de las medidas de riesgo obtenidas con los valores de referencia, con la consiguiente decisión

sobre su tolerabilidad. Esta decisión debe comportar la jerarquización de los riesgos en dos o más clases (Romera et al, 2011).

7. MAPA DE RIESGO

El mapa de riesgos en el empleador u organización, es un plano de las condiciones de trabajo, que puede emplear diversas técnicas para identificar y localizar los problemas y las acciones de promoción y protección de la salud de los trabajadores en la organización del empleador y los servicios que presta (MINTRA, 2012).

El mapa de factores de riesgo consiste en una representación gráfica, por medio de símbolos convencionales o de adopción propia, previamente definidos, mediante los cuales se caracterizan los factores de riesgo asociándolos a una ubicación, generalmente utilizando los planos físicos de la locación en estudio (Giraldo, 2009).

Dentro de la simbología que permite representar los agentes generadores de riesgos de Higiene Industrial se tienen al: ruido, iluminación, calor, sustancias químicas y vibración, para lo cual existe diversidad de representación.

El objetivo principal de un mapa de riesgos es brindar un sistema práctico, ágil y de fácil interpretación que permita llevar a cabo de manera eficiente las actividades de localizar, controlar y dar seguimiento a los agentes generadores de riesgos que ocasionan accidentes o enfermedades profesionales en el trabajo (Giraldo, 2009).

El uso de esta herramienta de manera sistemática y apropiada permite la creación y mantenimiento de ambientes y condiciones de trabajo de forma segura, contribuyendo a la conservación de las condiciones de salud de los trabajadores y a un óptimo desarrollo personal de estos en la organización.

Una ágil y correcta interpretación de circunstancias potencialmente peligrosas para la integridad física, los bienes o la productividad, permite el desarrollo de políticas acertadas y eficientes, capaces de mitigar posibles consecuencias no deseadas (Giraldo, 2009).

7.1 REQUERIMIENTOS PARA REALIZAR UN MAPA DE RIESGOS

Según Javier (2012) la elaboración de un mapa de riesgo exige el cumplimiento de los siguientes pasos:

- **Formación del equipo de trabajo:** Integrado por especialistas en las principales áreas preventivas, tales como: seguridad industrial, medicina ocupacional e higiene industrial
- **Selección del ámbito:** Definir el ámbito de estudio a considerar en el análisis de riesgos laborales.
- **Recolección de información:** Obtención de la documentación histórica y operación del ámbito de estudio seleccionado, datos del personal que labora en el mismo y planes de prevención existente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. MATERIALES

1.1 MATERIALES

- Laptop Core i5, Marca Toshiba.
- Impresora HP.
- Formatos: Formulario Identificación de peligros, Matriz de evaluación de riesgo.
- Dispositivos Legales: Principales, leyes, reglamentos y normativa en Materia de Manejo de Residuos Sólidos, Reciclaje y Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Documentos internos de la empresa: Caracterización de los residuos sólidos.

1.2 EQUIPOS

- Equipo de protección personal: botas, mascarilla contra material particulado, protector ocular, protectores auditivos, mandil.
- Sonómetro digital Tipo I, marca BRÜEL & KJAER, modelo 2236C-007, serie 91040913.
- Vibrómetro, Marca ACO's, modelo 3116-3116A, serie 050930.
- Monitor de Estrés Térmico, marca QUEST TECHNOLOGIES, modelo QUESTemp °15, serie KL8080006
- Luxómetro digital, marca EXTECH INSTRUMENTS, modelo 407026, serie Q406873.

- Bomba de muestreo, muestreador de aire ambiental de partícula, marca GILIAN, modelo BDXII, serie 20061002109.
- Filtros y casetes para polvo respirable.
- Filtros y casetes para polvo total.

2. METODOLOGÍA

2.1 ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y RECICLAJE DE PLÁSTICO

2.1.1. ALCANCE

El presente trabajo abarcó los servicios de manejo de residuos sólidos no peligrosos que brinda la empresa Viento Solar S.A.C. ubicada en el distrito de Chorrillos-Lima, y el reciclaje de residuos plásticos de polietileno de alta y baja densidad.

Estas actividades comprendieron:

- Recolección y Transporte de residuos sólidos.
- Segregación de residuos sólidos.
- Almacenamiento en planta de residuos sólidos re aprovechables.
- Disposición Final de residuos sólidos no re aprovechables.
- Acondicionamiento de plástico.
- Aglomeración de plástico.
- Peletización de plástico.
- Trabajos de mantenimiento.

2.1.2. REUNIONES PRELIMINARES Y DE AVANCE

Las reuniones preliminares se realizaron con la finalidad de presentar el proyecto de tesis con la empresa VIENTO SOLAR S.A.C por medio del jefe de proyectos ambientales, de esta manera se les dio a conocer la importancia que representa.

Una vez aprobado el proyecto por VIENTO SOLAR S.A.C. se estableció un cronograma factible que permitió realizar levantamiento de información básica y los monitoreos pertinentes.

2.1.3. RECONOCIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

De acuerdo al cronograma establecido se realizaron visitas a campo.

Las primeras visitas se realizaron con el objetivo de poder familiarizarse con los servicios que brinda VIENTO SOLAR S.A.C, y paralelamente llevar a cabo una inspección, contando con el apoyo del jefe de proyectos ambientales. Como resultado de estas visitas se realizó el levantamiento de información documentada.

En la segunda parte de las visitas se pudo hacer un seguimiento específico de los servicios y actividades que brinda VIENTO SOLAR S.A.C., y proceder a realizar los monitoreos requeridos.

2.2 DIAGNÓSTICO BASE DE LA SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL

2.2.1 DIAGNÓSTICO DE HIGIENE OCUPACIONAL

a. FACTORES FÍSICOS

- **RUIDO**

El ruido existente en las instalaciones de trabajo se evaluó mediante la sonometría.

Se usó un sonómetro digital Tipo I, marca BRÜEL & KJAER, modelo 2236C-007, serie 91040913. Las mediciones se realizaron en la escala de ponderación A y red de respuesta “slow”.

La medición de ruido se basó en la “Guía Técnica: Vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo (DIGESA, 2008)”. Para conocer la exposición ocupacional se realizaron 3 mediciones por punto y se obtuvo el promedio aritmético, se instaló el sonómetro en una esfera imaginaria de 60 cm de diámetro alrededor de la cabeza del trabajador, monitoreando cada punto por media hora, lo cual garantizó que en los procesos con ruido fluctuante se haya registrado todos los aumentos y disminuciones de nivel de ruido.

- **ILUMINACIÓN**

Se realizó monitoreo de la iluminación por medio de un luxómetro digital, marca EXTECH INSTRUMENTS, modelo 407026, serie Q406873. Para realizar la medición se usó modo “slow”, ubicando el sensor a 0.80 m del suelo, ubicando 3 puntos por área y midiendo por 10 minutos cada punto, cuyos resultados fueron promediados aritméticamente para obtener el dato representativo por área y considerando que al realizar la medición las máquinas estuvieron apagadas.

Los niveles de iluminación se determinaron en las áreas que comprenden el almacén de peletizado, el área de segregación, corte y aglomerado de plástico.

- **TEMPERATURA**

Para evaluar el efecto de la temperatura en la salud ocupacional de los trabajadores usamos el indicador de estrés térmico, el índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), recomendado por la “Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico (MINTRA, 2008)”.

Se usó un medidor de Estrés Térmico, marca QUEST TECHNOLOGIES, modelo QUESTemp °15, serie KL8080006, se usó como guía de monitoreo la “Guía N°2: Medición de estrés térmico” (MINEM, 2010); se realizaron mediciones a 0.1m, 1.1m y 1.7 m de la base del puesto de trabajo que responden al nivel de tobillos, abdomen y cabeza del trabajador. El medidor de estrés térmico, nos permite obtener la Tbh (temperatura de bulbo húmedo), Tbs (temperatura de bulbo seco) y Tg (temperatura de globo), en base a estos parámetros se obtiene el índice WBGT según las siguientes ecuaciones (MINEM, 2010):

- Trabajo al aire libre con carga solar

$$WBGT = 0.7Tbh + 0.2Tg + 0.1Tbs$$

- Trabajo al aire libre sin carga solar o bajo techo

$$WBGT = 0.7Tbh + 0.3Tg$$

Los niveles de estrés térmico se determinaron en las áreas de segregación, corte de plástico, aglomerado de plástico y peletizado de plástico.

- **VIBRACIÓN**

Se determinó el nivel de vibración mediante un vibrómetro marca ACO's, modelo 3116-3116A, serie 050930.

Se realizó el monitoreo de la exposición cuerpo total en las áreas de corte, aglomeración y peletización de plástico.

Se ubicó el sensor en la base donde se suelen apoyar los trabajadores y se registraron los datos por un lapso de 10 minutos en cada punto.

b. FACTORES QUÍMICOS

- **PARTÍCULA RESPIRABLE**

Para medir las concentraciones de polvo en fracción respirable se utilizó como referencia el método NIOSH 0600, Issue 3 (National Institute for Occupational Safety and Health) que consiste en hacer pasar aire mediante una bomba de muestreo por un filtro de PVC de 5µm de tamaño de poro que capta el polvo presente, a razón de 1.7 L/min. Los filtros son colocados en los portafiltros o casetes acoplados a un ciclón.

Primeramente se colocó la bomba de aspiración, convenientemente calibrada, en la parte posterior de la cintura del operario a muestrear, asegurándola con un cinturón apropiado.

Luego se ajustó el tubo que conecta la bomba con el casete, por la espalda y hombro del operario, de forma que el extremo del tubo quedó a la altura de la clavícula del operario, fijándolo con una pinza a su vestimenta, seguidamente se retiró los tapones del porta filtro o casete y se conectó el orificio de salida al conjunto casete y ciclón de nylon de 10 mm. Luego se encendió la bomba de aspiración y se tomó muestras de dos horas.

Finalizada la captación se retiró el casete y cerró sus orificios con sus tapones, procurando que estos ajusten perfectamente.

Posteriormente, en el laboratorio vía gravimétrica se determinó la masa total de polvo captado en el filtro, para ello se usó una balanza analítica con sensibilidad de 0.001 mg. Las concentraciones fueron expresadas en mg/m^3 . Para calcular la concentración se dividió la diferencia de peso del filtro sobre el volumen de muestra de aire.

- **PARTÍCULAS TOTALES**

Las partículas totales están conformadas por las partículas inhalables, por lo nos permitió tener referencia de la proporción del tipo de partículas que se generan en la zona (inhalables y respirables). Para realizar el muestreo de partículas totales, se usó un filtro de 37 mm de diámetro y tamaño de poro de 5 μm de PVC y una bomba de muestreo con flujo de 1.7 L/min.

Para medir las concentraciones de polvo total se utilizó como referencia el método NIOSH 0500, Issue 2.

Para ello se colocó la bomba de aspiración calibrada en la parte posterior de la cintura del operario, luego se ajustó el tubo que conecta la bomba con el casete por la espalda y hombro del operario, fijándola con una pinza a su vestimenta, retirando seguidamente los tapones del casete, la captación de la muestra se realizó por un tiempo de 2 horas.

Finalizada la captación se retiró el casete y cerró sus orificios con sus tapones, procurando que estos ajusten perfectamente.

Posteriormente, en el laboratorio vía gravimétrica se determinó la masa total de polvo captado en el filtro, para ello se usa una balanza analítica con sensibilidad de 0.001 mg. Las concentraciones fueron expresadas en mg/m^3 .

c. FACTORES ERGONÓMICOS

- **MOVIMIENTO REPETITIVO**

Se utilizó el método OCRA (Occupational Repetitive Actions) Checklist, el cual nos permitió calcular el índice de exposición a movimientos repetitivos de los miembros superiores.

Para realizar el análisis, se observaron las tareas por 3 jornadas laborales completas (8 horas cada jornada laboral) lo que permitió asegurar que lo observado sea representativo del procedimiento

normal de trabajo, debido a que las actividades realizadas por los operarios se repiten diariamente.

El método OCRA Checklist analiza los factores de riesgo de forma independiente, asociando puntuaciones que varían según el factor de riesgo, ponderados por el tiempo en que el factor está presente dentro de la tarea.

Los factores de riesgo, y el rango de sus posibles puntuaciones en la evaluación OCRA Checklist son los siguientes (Tabla 4):

Tabla 4: Factores de riesgo según la metodología OCRA Checklist.

Factor de riesgo	Símbolo	Rango de puntuación
Factor Duración	FD	0.5 – 1
Factor Recuperación	FR	0 - 10
Factor Frecuencia	FF	0 - 10
Factor Fuerza	FFz	0 – 32
Factor Posturas y Movimientos	FP	0 – 11
Fact. de riesgos Complementarios	FC	0 - 5

FUENTE: INSHT, 2011.

El valor del índice según el método OCRA Checklist se determinó por la suma de los diferentes factores de riesgo ponderado por la duración:

$$\text{OCRA Checklist} = (\text{FR} + \text{FF} + \text{FFz} + \text{FP} + \text{FC}) \times \text{FD}$$

Se comparó el resultado del OCRA Checklist con la Tabla 5 obteniendo el nivel de riesgo. Como ejemplo aplicativo, se detalla la evaluación en una actividad del presente trabajo en el ANEXO 9.

Tabla 5: Valoración de nivel de riesgo según Checklist OCRA.

Nivel de riesgo en movimiento repetitivo	
Valor Checklist	Nivel de riesgo
≥ 22.5	RIESGO INACEPTABLE ALTO
14.1 – 22.5	RIESGO INACEPTABLE MEDIO
11.1 – 14	RIESGO INACEPTABLE LEVE
7.6 – 11	RIESGO INCIERTO
0 – 7.5	RIESGO ACEPTABLE

FUENTE: Hernández y Álvarez, 2006.

- **MANEJO MANUAL DE CARGA**

Para evaluar el Manejo manual de carga, que incluye el análisis de levantamiento, descenso, traslado, arrastre o empuje de carga, se utilizó la metodología MAC (Manual handling Assessment Chart).

Para realizar el análisis, se observaron las tareas por 3 jornadas laborales completas (8 horas cada jornada laboral) lo que permitió asegurar que lo observado sea representativo del procedimiento normal de trabajo, debido a que las actividades realizadas por los operarios se repiten diariamente.

Los factores evaluados según la metodología MAC y el rango de sus posibles puntuaciones se muestran en la Tabla 6: El puntaje total del riesgo se obtiene sumando los puntajes individuales de cada factor.

Como ejemplo aplicativo se detalló en el ANEXO 10 la aplicación del método para una actividad del presente trabajo. Para determinar la categoría de acción, se evaluó según la Tabla 7:

Tabla 6: Factores de riesgo según la metodología MAC.

Factor	Rango de puntuación
Peso manejado / frecuencia	0 – 10
Distancia entre las manos y la espalda (región lumbar)	0 – 6
Región vertical de levantamiento o descenso	0 – 3
Torsión y lateralización de tronco	0 – 2
Restricciones posturales	0 – 2
Acoplamiento mano - objeto	0 - 2
Superficie de tránsito	0 - 2
Otros factores ambientales complementarios	0 – 2
Distancia de traslado	0 – 3
Obstáculos	0 - 3
PUNTAJE TOTAL =Suma individual de cada factor	

FUENTE: Córdova et al, 2005.

Tabla 7: Valoración de nivel de riesgo según metodología MAC.

Categoría de acción	Significado	Puntaje total
1	No se requieren acciones correctivas	0 a 4
2	Se requieren acciones correctivas a corto plazo	5 a 12
3	Se requieren acciones correctivas pronto	13 a 20
4	Se requieren acciones correctivas inmediatamente	21 a 32

FUENTE: Córdova et al, 2005.

2.3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL

La metodología utilizada en la elaboración de la matriz de riesgos ocupacionales implicó evaluar tanto la seguridad como la higiene ocupacional, para ello se utilizó

como información base los monitoreos de factores de riesgos físicos, químicos y ergonómicos.

La matriz de evaluación de riesgos usada, fue elaborada por la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS, 2009), la cual es utilizada en el Sistema de Gestión de la Prevención de Riesgo (GPS) de la Universidad de Chile, disponible en: <http://www.uchile.cl/portal/presentacion/prorrectoria/direccion-de-recursos-humanos/salud-ocupacional/74636/gestion-de-la-prevencion-de-riesgos>.

Ésta matriz se ajustó a las necesidades del presente trabajo ya que permitió realizar una evaluación cuantitativa de los peligros de Seguridad Ocupacional y de los peligros de Higiene Ocupacional, en el caso de la evaluación de Higiene Ocupacional nos permitió realizar la evaluación del nivel de riesgo según los monitoreos de los factores físicos, químicos y ergonómicos de forma directa.

2.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Se necesitó realizar el levantamiento de la siguiente información:

- a. **PROCESO:** Seleccionar el proceso correspondiente.
- b. **CONTINUIDAD DE LA ACTIVIDAD:** Se definió para cada una de las actividades descritas si son generados en actividades rutinarias (R) o no rutinarias (NR).
- c. **PUESTO DE TRABAJO - OCUPACIÓN:** Conjunto de actividades ejecutadas por una sola persona. Es el trabajo total asignado a un trabajador individual, constituido por un conjunto específico de deberes y responsabilidades.
- d. **NÚMERO DE TRABAJADORES:** Se señaló el número de trabajadores involucrados en cada proceso.

2.3.2 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Constituye una herramienta importante del sistema de gestión, la cual permite conocer en los diferentes procesos, las condiciones o situaciones que pueden causar lesiones y enfermedades a las personas; así como otros daños (Javier, 2012). Se incluyeron peligros de Seguridad e Higiene Ocupacional.

a. **FUENTE, SITUACIÓN:** Condición del ambiente de trabajo que genera peligro. Las fuentes pueden ser:

- **Equipos:** Protección insuficiente en maquinaria, falla en el sistema de aislación, equipos sin mantenciones o revisiones, etc.
- **Materiales:** Falta de rotulación, almacenamiento incorrecto, productos incompatibles o reactivos, etc.
- **Ambiente:** Relacionados a Higiene Ocupacional, pueden ser ruido, polvo, gases, calor, vibración, etc.

b. **ACTO:** Se refiere a la acción de peligro, ejemplos de ello son: mal manejo de materiales, fatiga debido a falta de reposo, almacenamiento defectuoso, no usar equipo de protección personal, etc.

2.3.3 INCIDENTES POTENCIALES

Suceso o sucesos relacionados al trabajo en el cual ocurre o podría haber ocurrido un daño, o deterioro de la salud (sin tener en cuenta la gravedad), o una fatalidad.

- **Incidentes asociados a Seguridad:** En la Tabla 8 tenemos algunos ejemplos que pueden ayudar a identificar estos incidentes.
- **Incidentes asociados a Higiene Ocupacional:** En la Tabla 8 tenemos algunos ejemplos que pueden ayudar a identificar este tipo de incidentes.

2.3.4 EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD OCUPACIONAL

Se procedió a valorar el nivel de riesgo de acuerdo a los siguientes criterios:

a. **PROBABILIDAD (P):** Se determinó según el número de veces que ocurren los incidentes asociados en el periodo de tiempo determinado y se calcula según la siguiente tabla (Tabla 9).

Tabla 8: Ejemplos de incidentes asociados a Seguridad e Higiene Ocupacional.

Incidentes asociados a Seguridad
Caída a diferente nivel
Caída al mismo nivel
Contacto con objetos calientes
Contacto con electricidad
Contacto con objetos cortantes
Contacto con sustancias químicas
Golpeado con objeto o herramienta
Golpeado contra objetos o equipos
Choque por otro vehículo
Choque contra objetos o estructura fija
Atrapamiento por objeto fijo o en movimiento
Incendio
Explosión
Picadura o mordedura causado por animal o insecto
Atropello
Intoxicación por alimentos
Incidentes asociados a Higiene Ocupacional
Exposición a manejo manual de carga - Agente Ergonómico
Exposición a movimiento repetitivo -Agente Ergonómico
Exposición a trabajo en altura geográfica - Agente Ergonómico
Exposición a Ruido
Exposición a polvo - Agentes Químicos
Exposición a gases - Agentes Químicos
Exposición a vapores - Agentes Químicos
Exposición a rocíos - Agentes Químicos
Exposición a humos metálicos - Agentes Químicos
Exposición a Calor
Exposición a Frío
Exposición a Rad. Ionizante (rayos X, alfa, beta, gama)
Exposición a Rad. no Ionizante (campos electromagnéticos, UV)
Exposición a Ag. Biológicos (Virus, Bacterias, hongos, etc.)
Exposición a Vibración cuerpo entero
Exposición a Vibración mano-brazo

FUENTE: MINTRA, 2012.

Tabla 9: Nivel de Probabilidad de ocurrencia para Seguridad Ocupacional.

Clasificación	Probabilidad de ocurrencia	Puntaje
BAJA	El incidente potencial se ha presentado una vez o nunca en el área, en el período de un año.	3
MEDIA	El incidente potencial se ha presentado 2 a 11 veces en el área, en el período de un año.	5
ALTA	El incidente potencial se ha presentado 12 o más veces en el área, en el período de un año.	9

FUENTE: Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), 2009.

- b. SEVERIDAD (S):** Se determinó según el daño que puede generar, relacionado con las disposiciones de ley o partes interesadas y se calcula según la Tabla 10.

Tabla 10: Nivel de Severidad para Seguridad Ocupacional.

Clasificación	Severidad o Gravedad	Puntaje
LIGERAMENTE DAÑINO	Primeros Auxilios Menores, Rasguños, Contusiones, Polvo en los Ojos, Erosiones Leves.	4
DAÑINO	Lesiones que requieren tratamiento médico, esguinces, torceduras, quemaduras, Fracturas, Dislocación, Laceración que requiere suturas, erosiones profundas.	6
EXTREMADAMENTE DAÑINO	Fatalidad – Para / Cuadriplejia – Ceguera. Incapacidad permanente, amputación, mutilación,	8

FUENTE: Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), 2009.

- c. EVALUACIÓN DEL RIESGO:** La clasificación del riesgo se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel de Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Severidad}$$

- d. **NIVEL DE RIESGO:** El nivel de riesgo se categorizó de acuerdo a los resultados de la evaluación del Riesgo y se interpreta según la Tabla 11.

Tabla 11: Nivel de riesgo para Seguridad Ocupacional (ACHS, 2009).

Severidad → Probabilidad ↓	Ligeramente Dañino (4)	Dañino (6)	Extremadamente Dañino (8)
Baja (3)	12 a 20 Riesgo Bajo	12 a 20 Riesgo Bajo	24 a 36 Riesgo Moderado
Media (5)	12 a 20 Riesgo Bajo	24 a 36 Riesgo Moderado	40 a 54 Riesgo Importante
Alta (9)	24 a 36 Riesgo Moderado	40 a 54 Riesgo Importante	72 Riesgo Crítico

FUENTE: Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), 2009.

2.3.5 EVALUACIÓN DE RIESGOS EN HIGIENE OCUPACIONAL

- a. **EXISTENCIA DE EVALUACIÓN DE RIESGO:** Indicar si existe alguna evaluación de Riesgo, indicar SÍ o NO.
- b. **NIVEL DE RIESGO DE FACTORES QUÍMICOS:** El nivel de Riesgo en Higiene Ocupacional, respecto a los agentes químicos, se categorizó de acuerdo a la siguiente tabla (Tabla 12).

Tabla 12: Nivel de riesgo de factores químicos.

Resultado de la medición (RM)	Nivel de riesgo
$RM \leq 50\% LP^*$	Bajo
$LP > RM > 50\%LP$	Importante
$RM \geq LP$	Crítico

FUENTE: Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), 2009.

*LP = límite permisible

c. **NIVEL DE RIESGO DE FACTORES FÍSICOS:** La categorización se realizó de acuerdo a la evaluación de riesgo, la cual se detalla a continuación:

- **RUIDO:** Se evaluó según la Tabla 13.

Tabla 13: Nivel de riesgo de ruido.

Criterio de evaluación de la exposición ocupacional a ruido y Nivel de Riesgo	
Condición	Nivel de Riesgo
$NPS_{eq8h}^* < 82 \text{ dB(A)}$	Bajo
$82 \text{ dB(A)} \leq NPS_{eq8h} \leq 85 \text{ dB(A)}^*$	Importante
$NPS_{eq8h} > 85 \text{ dB(A)}$	Crítico

FUENTE: Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), 2009.

*NPS_{eq8h}: Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente normalizado a 8 horas.

*Modificado: se ajustó al límite permisivo establecido por la normativa peruana (85 dB).

- **ESTRÉS TÉRMICO:** La evaluación del nivel de riesgo (Tabla 14) se elaboró en base a los límites permisibles y nivel de acción del índice Wet Bulb Globe Temperature, WBGT (Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico (MINTRA, 2008)).

La carga de trabajo, necesaria para determinar el estrés térmico, se evaluó según el consumo metabólico que requiere cada actividad (Tabla 15).

El procedimiento para determinar el gasto metabólico por actividad, y por ende la Categoría de Intensidad del Trabajo fue determinado según el Reglamento de Seguridad Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería (MINEM, 2010).

Tabla 14: Nivel de riesgo por estrés térmico*.

Criterio de evaluación según indicador WBGT (°C) ¹								
Régimen de Trabajo – Descanso en cada hora	Carga de Trabajo							
	Ligera		Moderada		Pesada		Muy Pesada	
	WBGT	Nivel	WBGT	Nivel	WBGT	Nivel	WBGT	Nivel
Continuo (76% a 100% de trabajo)	<28	1	<25	1	Independiente T°	3	Independiente T°	3
	≥28	2	≥25	2				
	≥31	3	≥28	3				
51% a 75% de trabajo	<28.5	1	<26	1	<24	1	Independiente T°	3
	≥28.5	2	≥26	2	≥24	2		
	≥31	3	≥29	3	≥27.5	3		
26% a 50% de trabajo	<29.5	1	<27	1	<25.5	1	<24.5	1
	≥29.5	2	≥27	2	≥25.5	2	≥24.5	2
	≥32	3	≥30	3	≥29	3	≥28	3
0% a 25% de trabajo	<30	1	<29	1	<28	1	<27	1
	≥30	2	≥29	2	≥28	2	≥27	2
	≥32.5	3	≥31.5	3	≥30.5	3	≥30	3

FUENTE: Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), 2009.

*Modificado: se ajustaron los valores según la normativa peruana.

Tabla 15: Categoría de intensidad del trabajo según gasto metabólico

Gasto Metabólico (Kcal/hr)	Categoría de Intensidad del Trabajo	Ejemplo de Actividad
< 100	Descanso	Sentado
100 – 200	Ligero	Sentado con trabajo ligero con las manos o con las manos y los brazos, etc.
200 – 300	Moderado	Trabajo constante moderado con las manos y brazos, etc.
300 – 400	Pesado	Trabajo intenso con manos y tronco, excavación manual, caminando rápidamente, etc.
> 400	Muy Pesado	Actividad muy intensa.

FUENTE: MINEM (2010).

¹ Los valores de referencia usados para determinar el nivel de riesgo tuvieron como base a los límites permisibles y valores de nivel de acción (MINEM, 2010).

- **VIBRACIÓN CUERPO ENTERO:** Se evaluó según Tabla 16.

Tabla 16: Nivel de riesgo para vibración de cuerpo entero.

Criterio de calificación para exposición a vibración de cuerpo entero	
Condición	Nivel de Riesgo
$a_{eq(8)} \leq 0.5 \text{ m/s}^2$	Bajo
$0.5 \text{ m/s}^2 < a_{eq(8)} \leq 1.15 \text{ m/s}^2$ *	Importante
$a_{eq(8)} > 1.15 \text{ m/s}^2$	Crítico

FUENTE: Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), 2009.

* $a_{eq(8)}$ = Valor de Exposición Diaria Normalizado a 8 horas de Aceleración Vibratoria Equivalente.

*Modificado: Valores ajustados a la normativa peruana, según el nivel de acción (0.5 m/s^2), y el límite máximo permisivo (1.15 m/s^2).

- **ILUMINACIÓN**

Los niveles mínimos de iluminación que deben observarse en el lugar de trabajo son los valores de iluminación establecidos por la Tabla 17 (MINTRA, 2008), se considerará como nivel de riesgo crítico cualquier medición que no supere los niveles mínimos de iluminación estipulados.

d. NIVEL DE RIESGO DE FACTORES ERGONÓMICOS

- **MANEJO MANUAL DE CARGA:** Se evaluó según la Tabla 18.

Tabla 18: Nivel de riesgo para manejo manual de carga (Metodología MAC).

Manejo manual de carga	
Categoría metodología MAC	Nivel
1	Bajo
2 Y 3	Importante
4	Crítico

FUENTE: Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), 2009.

Tabla 17: Niveles de iluminación mínimos requeridos por tarea y puesto de trabajo.

Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Nivel mínimo (Lux)
En exteriores: distinguir el área de tránsito	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco máquina.	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y calderos.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: área de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble e inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, área de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies, y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.	1000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles	Áreas de proceso de gran exactitud.	2000

FUENTE: Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo Disergonómico (MINTRA, 2008).

- **TRABAJO REPETITIVO:** Se evaluó según la Tabla 19.

Tabla 19: Nivel de riesgo para trabajo repetitivo (Metodología OCRA – Checklist).

Trabajo repetitivo	
Categoría OCRA Check List	Nivel
0 -11	Bajo
11.1 - 22.5	Importante
> 22.5	Crítico

FUENTE: Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), 2009.

2.3.6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y SEGUIMIENTO

Se establecieron medidas de prevención y mitigación para los peligros con riesgos moderado, importante y crítico, las medidas adoptadas se ciñeron a la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo que tiene como prioridad la eliminación de los peligros y riesgos, seguido por medidas técnicas, administrativas u organizativas. Las medidas de seguimiento establecidas tienen el fin de comprobar la eficacia de las medidas de prevención y/o mitigación de seguridad y salud utilizadas, determinando la necesidad de modificar dichas medidas.

2.4 ELABORACIÓN DEL MAPA DE RIESGO

El mapa de riesgo es una herramienta participativa y necesaria para llevar a cabo las actividades de localizar, controlar, dar seguimiento y representar en forma gráfica, los agentes generadores de riesgos que ocasionan accidentes o enfermedades profesionales en el trabajo desde la recepción de los trabajadores (Guía Básica sobre Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2007, citado por Javier, 2012).

Para la elaboración del Mapa de Riesgo se siguió el siguiente procedimiento:

- Se realizaron los planos a escala de las instalaciones que comprenden el manejo de residuos sólidos y reciclaje de plástico de la empresa Viento Solar S.A.C.
- Se identificó cada una de las áreas de las instalaciones y se procedió a localizar los riesgos registrados, para ello se le asignó la simbología comúnmente utilizada en la elaboración de mapas de riesgos, utilizando como guía la Norma Técnica Peruana: “Señales de Seguridad. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad” (INDECOPI, 2004).
- Finalmente se establecieron las medidas de control.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

La Empresa VIENTO SOLAR S.A.C., es una empresa privada cuya finalidad es encargarse del manejo integral de residuos sólidos (RRSS) generados por un grupo de 9 empresas que trabajan en un área en común denominada Esmeralda Corp S.A.C., ubicada actualmente en el departamento de Lima, provincia de Lima, en el distrito de Chorrillos. El personal de Viento Solar S.A.C. se encuentra conformado por 14 personas, entre el personal administrativo, ingenieros y operarios relacionados directamente al servicio de residuos sólidos y reciclaje de plástico, el flujograma de la empresa se observa en la Figura 9.

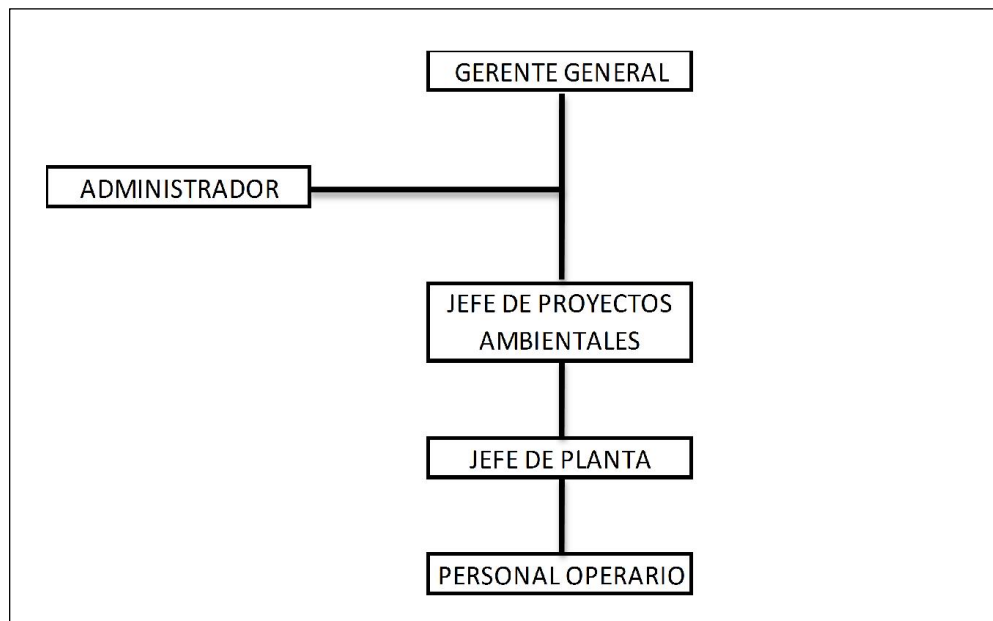


Figura 9: Organigrama de la empresa Viento Solar S.A.C. (Elaboración propia).

En la Figura 10 se detalla el flujograma de actividades realizadas desde la recolección de residuos sólidos hasta la obtención de pélet plástico.

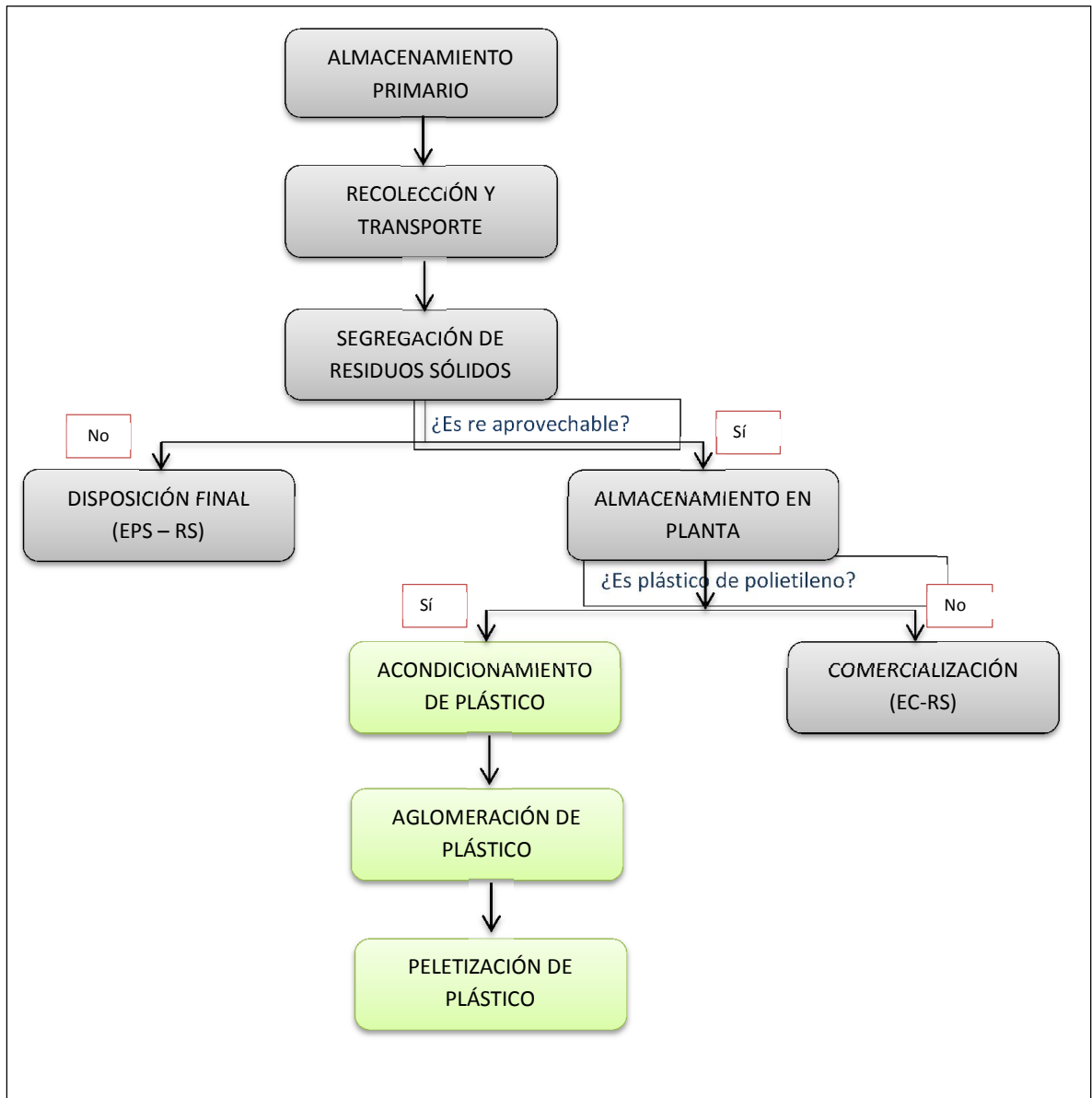


Figura 10: Flujograma de actividades en Viento Solar S.A.C. (Elaboración propia).

En la Tabla 20 se detallan las actividades relacionadas con los procesos mencionados en el flujograma.

Tabla 20: Actividades del manejo de residuos sólidos y reciclaje de plástico polietileno.

Proceso	Actividad
Recolección y transporte de residuos sólidos	Recolección y carga manual de RRSS a la trimoto.
	Transporte de RRSS.
	Descarga manual de RRSS.
Segregación de residuos sólidos	Separación de RRSS en no re aprovechables y re aprovechables (cartón, metales, plásticos, madera)
Disposición final	Carga y descarga de RRSS no re aprovechables al contenedor de acumulación para disposición final.
Almacenamiento en planta	Ubicación y disposición de cada tipo de residuo re aprovechable (cartón, metales, plásticos, madera) en su espacio asignado.
Acondicionamiento de plástico	Segregación y habilitación de tipos de plásticos.
	Aireado manual de plástico
	Corte de Strech Film.
Aglomeración de plástico	Carga de material plástico a la aglomeradora
	Aglomerado de material en maquinaria.
	Ensamado de material aglomerado.
	Almacenamiento de producto aglomerado.
Peletización de plástico	Carga de material en tolva de ingreso.
	Manejo del proceso de peletizado en maquinaria.
	Ensamado de pélet
	Almacenamiento de producto terminado
Mantenimiento	Lavado, secado y desinfección de dispositivos de almacenamiento temporal de RRSS.
	Limpieza y lavado de motos.
	Limpieza del pozo de agua residual.
	Afilado de cuchillas.

FUENTE: Elaboración propia.

El almacenamiento primario se realiza en los puntos de acopio que son distribuidos alrededor de toda la corporación según cada unidad operaria, el personal de cada unidad operaria es la encargada de disponer los residuos sólidos en sus respectivos puntos de acopio, lo cuales cuentan con dispositivos de almacenamiento temporal de capacidades de 290 L, 360 L, 800 L y 1000 L (Figura 11). En el ANEXO 1 se presenta el plano con la ubicación y distribución de todos los puntos de acopio.



Figura 11: Dispositivo de almacenamiento temporal modelo (800 L), usado en la Corporación Esmeralda S.A.C.

La recolección y transporte de residuos sólidos es realizada mediante 2 trimotos con tolva cerrada cuya capacidad máxima de carga es de 3 m³ de volumen o 500 kg en peso (Figura 12), una vez recolectados los residuos sólidos y cargados a las trimotos, éstos son trasladados a la planta operaria, donde se realiza su segregación.

Mensualmente en promedio se realiza el recojo de 958 m³ (89 ton) de residuos sólidos, en el ANEXO 2 se detallan las cantidades de residuos sólidos manejados mensualmente expresados en volumen y peso.



Figura 12: Unidad motorizada utilizada en la recolección y transporte de RRSS.

En la Segregación de residuos sólidos dentro de los RRSS re aprovechables se observan los metales (fierro y chatarra), cartón, vidrio, papel, madera y plástico. Todos los residuos sólidos re aprovechables son almacenados para una posterior comercialización a excepción del plástico de polietileno que se almacena para su posterior transformación, en tanto que los residuos sólidos no re aprovechables pasan al proceso de disposición final.

En la figura 13, se muestran las proporciones registradas de residuos sólidos re aprovechables y no re aprovechables expresados en peso y volumen, se puede apreciar que los residuos sólidos re aprovechables son bajos en peso en tanto que son mucho mayores que los no re aprovechables cuando son expresados en volumen, esto se debe a la cantidad de bolsas plásticas y plástico de embalaje (stretch film) que se recoge diariamente, plástico que incrementa el volumen rápidamente pero sin ser significativo en peso; en la figura 14 se muestra la distribución de los residuos sólidos re aprovechables, siendo los metales (fierro, chatarra, aluminio y acero) los residuos re aprovechables en mayor cantidad, seguidos por cartón y plástico.

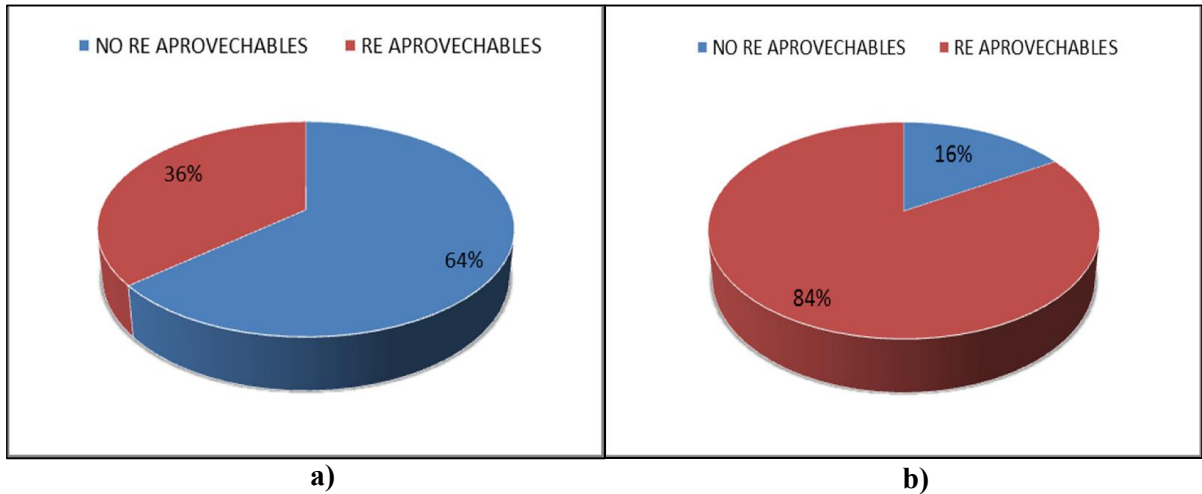


Figura 13: Distribución de RRSS durante el año 2013 (Elaboración propia).

- a) Distribución de residuos sólidos expresados en peso.
- b) Distribución de residuos sólidos expresados en volumen.

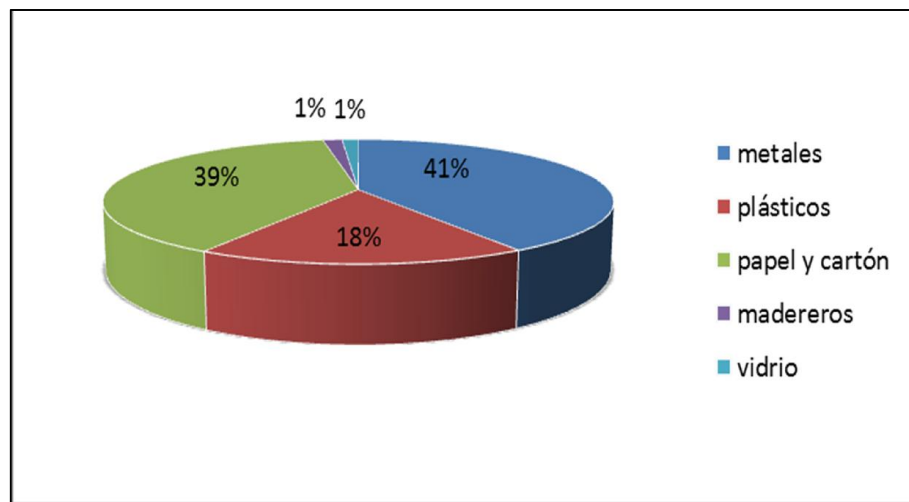


Figura 14: Distribución de RRSS re aprovechables durante el año 2013, según las cantidades expresadas en peso. (Elaboración propia).

En el ANEXO 2, se detallan las cantidades de RRSS re aprovechables y no re aprovechables recolectados durante el año 2013, y en el ANEXO 3 se presenta la caracterización de residuos sólidos re aprovechables.

Los residuos sólidos no re aprovechables son almacenados temporalmente en un contenedor arrendado a una EPS-RS (ANCRO S.R.L. o GESTIÓN DE

SERVICIOS AMBIENTALES S.A.C - DISAL), quienes se encargan del transporte de los residuos sólidos al relleno sanitario para su disposición final. El contenedor tiene un volumen de 22 a 25 m³, capacidad de carga promedio de 10 toneladas (Figura 15), su traslado y vaciado se realiza en promedio cada 5 días al relleno sanitario Portillo Grande, a la altura del km 40 de la antigua Panamericana Sur, entre las faldas de los cerros Conejo y Portillo Grande en el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima.



Figura 15: Contenedor de almacenamiento de residuos sólidos no re aprovechables.

Para lograr un procesamiento óptimo de plástico deben separarse todos los plásticos según sus características comunes, es importante el reconocimiento y segregación del plástico a tratar (PEBD – PEAD) de aquellos que pueden ser semejantes como el Polipropileno (PP), la mezcla de éstos materiales es muy perjudicial en procesos posteriores como la inyección o extrusión debido a la incompatibilidad química que presentan estos tipos de plásticos (Rivera, 2004); además de una correcta segregación, el proceso de aglomeración requiere que el material a procesar no presente alta humedad ni que se tengan láminas muy grandes, por lo que al procesar éste tipo de material, como el Stretch Film, se realiza el corte de plástico como proceso previo a la aglomeración y posterior peletización de plástico (Figura 16). La empresa en estudio no realiza lavado de plástico, no obstante puede reciclar la

mayor proporción de plástico segregado porque las láminas de polietileno sólo presentan alta humedad y escasas trazas de grasa y/o residuos orgánicos.

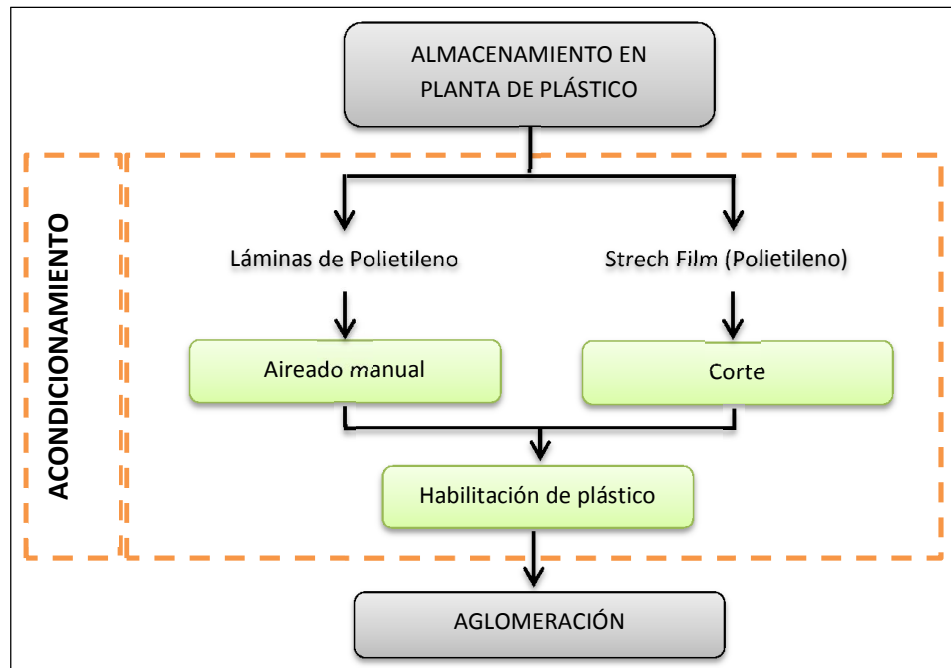


Figura 16: Proceso de acondicionamiento de láminas plásticas de polietileno (Elaboración propia).

2. ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO BASE DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL

2.1 SEGURIDAD OCUPACIONAL

En base a los reportes de accidentes registrados en el transcurso de un año (de Julio del 2013 a Junio del 2014), se detallan los accidentes según la actividad en la que se realizó, tipo de lesión, parte lesionada y fuente de lesión.

2.1.1. TOTAL DE ACCIDENTES SEGÚN ACTIVIDAD REALIZADA

El número de accidentes reportados es 18, accidentes que se detallan en la Tabla 21 y Figura 17.

Tabla 21: Accidentes laborales detallados según actividad.

Actividad	Frecuencia	Descripción de lesión
Segregación	1	Pisó un clavo de un tablón de madera.
Segregación	3	Corte de la mano mediante objetos punzocortantes: vidrios y fierros principalmente.
Recojo	1	Irritación de las vías respiratorias por lavar con exceso de cloro.
Recojo	1	Dolor lumbar al realizar carga de sacos con exceso de peso.
Acondicionamiento de plástico	1	Corte en mano manipulando un cuchillo.
Mantenimiento	1	Al afilar cuchillas de aglomeradora una astilla de metal saltó al ojo del operario.
Aglomeración	1	Mareos y vómitos.
Peletización	1	Dislocación de dedo al introducir material a granel en la peletizadora.
Peletización	1	Corte de dedo en la picadora de la peletizadora.
Peletización	4	Quemaduras por contacto directo con plástico derretido.
Peletización	3	Electrocución por contacto manual con cables sin un correcto aislamiento.
TOTAL	18	

Fuente: Elaboración propia

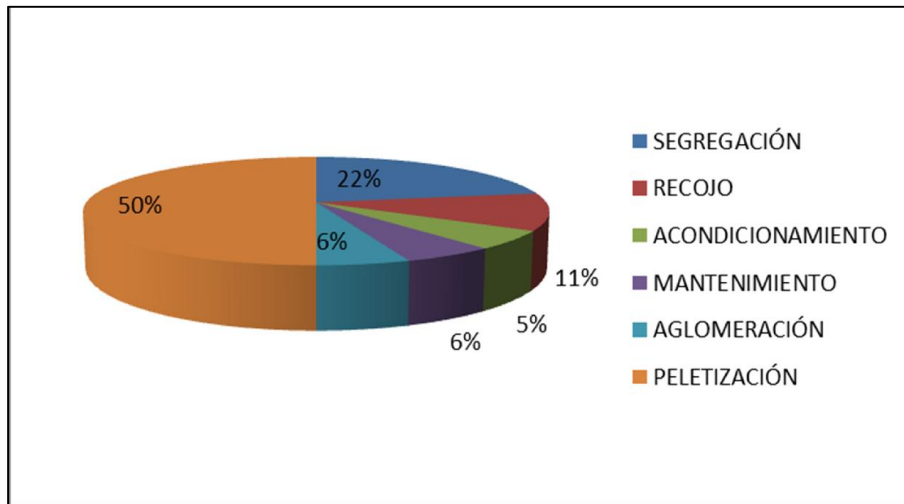


Figura 17: Porcentaje de accidentes laborales por actividad realizada (Elaboración propia)

La actividad de peletización es la que registró mayor cantidad de accidentes, principalmente debido a transmisión de corriente eléctrica y quemaduras, seguida por la segregación presentando lesiones de cortes en la manos originados por los residuos sólidos punzo cortantes como vidrios y fierros.

2.1.2. TIPO DE LESIÓN

El tipo de lesión con mayor incidencia fueron los cortes, quemaduras y electrocución (Tabla 22).

2.1.3. PARTE LESIONADA

Se aprecia claramente que la parte que sufre mayor cantidad de lesiones es la mano (Figura 18).

Tabla 22: Accidentes laborales según tipo de lesión.

Tipo de lesión	Frecuencia	Porcentaje (%)
Dolor lumbar	1	5.6
Dislocación	1	5.6
Corte	6	33.3
Mareos, vómitos	1	5.6
Irritación ocular	1	5.6
Irritación de vías respiratorias	1	5.6
Quemaduras	4	22.2
Electrocución	3	16.7
TOTAL	18	100

Fuente: Elaboración propia

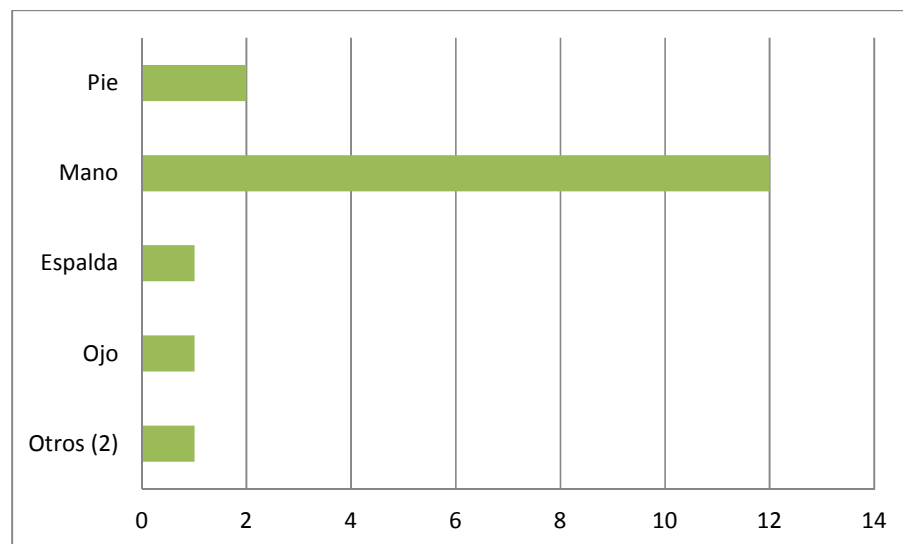


Figura 18: Accidentes laborales según parte lesionada (Elaboración propia).

2.1.4. FUENTE DE LESIÓN

Las fuentes principales causantes de lesiones fueron: residuos sólidos punzocortantes, plástico caliente y cables eléctricos no aislados, cabe destacar que no hay predominancia clara por parte de estos, sino que la fuente es variada, tal como se detalla en la Tabla 23.

Tabla 23: Fuente de lesión de los accidentes laborales.

Fuente de lesión	Frecuencia	Porcentaje (%)
Cables eléctricos no aislados	3	16.7
Plástico caliente	4	22.2
Maquinaria en movimiento	2	11.1
Residuos sólidos punzocortantes	4	22.2
Productos químicos	1	5.6
Sobreesfuerzo	1	5.6
Herramientas de mano	2	11.1
Humo, vapor	1	5.6
TOTAL	18	100

Fuente: Elaboración propia.

Según Fontana (2009), los tipos de accidentes más frecuentes que sucede a los trabajadores que manipulan directamente residuos sólidos son cortes con vidrios, cortes y perforaciones con objetos puntiagudos, caídas del vehículo, atropellamientos, heridas y pérdidas de miembros por prensado en máquinas de compactación. Los accidentes registrados al igual que Fontana (2009) presentan los cortes con residuos punzocortantes como principal fuente de lesión, en cuanto a los accidentes con maquinaria (prensas o máquinas de compactación) no se han registrado en Viento Solar S.A.C. debido a que la empresa no utiliza éste tipo de maquinaria por las cantidades y tipos de residuos manejados. Si bien no ocurrieron accidentes vehiculares al realizar el recojo de residuos sólidos, será necesario implementar señalización vial en todo el trayecto realizado por las unidades motorizadas.

Según Martins (2012), en un estudio sobre las condiciones de trabajo y salud ocupacional de trabajadores de limpieza urbana de la ciudad de Morrinhos, Goiás - Brasil, 42% de los trabajadores presentan dermatosis, con prevalencia en las manos, brazos, tobillos y pies. En Viento Solar S.A.C. no se registraron casos de dermatosis o problemas relacionados a la piel, sin embargo no hay exámenes médicos que sustenten la ausencia de esta enfermedad en los trabajadores.

2.2 HIGIENE OCUPACIONAL

2.2.1 FACTORES FÍSICOS

a. RUIDO – SONOMETRÍA

En el monitoreo de ruido se ubicaron 8 puntos de medición, distribuidos en las actividades de segregación, disposición final, corte, aglomeración y peletización, para mayor detalles en el ANEXO 8 podemos ver los lugares exactos en el plano de planta donde fueron realizados los monitoreos según su código de ubicación. En el ANEXO 4 se presenta el registro de todas las mediciones realizadas en campo, cuyos resultados se resumen en la Tabla 24.

Tabla 24: Nivel de ruido en planta operaria de Viento Solar S.A.C.

Área	Código de ubicación	Nivel de ruido dB(A)	Valor límite de ruido dB(A) ²
Segregación	P-01	72.4	85
Disposición Final	P-02	65	
Corte de plástico	P-03	92.1	
Aglomeración	P-04	89.1	
Peletización	P-05, P-06, P-07, P-08	86.1	

Fuente: Elaboración propia.

² Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo Disergonómico (MINTRA, 2008).

En las actividades de Segregación y Disposición Final, el nivel de ruido no supera el valor límite debido a que estas actividades se realizan manualmente y no mediante el uso de maquinaria o uso de herramientas generadoras de ruido. Según Morais (2010), los niveles de ruido registrados en el área de segregación de una planta de residuos sólidos son menores a los 65 dB; de forma similar a este resultado el área de segregación tiene un nivel de ruido bajo.

Caso contrario ocurre con el corte de plástico, aglomerado y peletizado, actividades que superan el valor límite de ruido, debido a que la maquinaria utilizada en estas actividades: cortadora de plástico, máquina aglomerado y peletizadora de plástico son focos de generación de ruido, y se ha de resaltar que las actividades que superan el valor límite de ruido forman parte del reciclaje de plástico.

b. ILUMINACIÓN

Se monitorearon 4 puntos de medición, donde cada punto representa un área distinta, en el ANEXO 8 se detalla la ubicación de los puntos de medición según su código de ubicación. En la Tabla 25 se observan los niveles de iluminación obtenidos.

Tabla 25: Nivel de iluminación en planta operaria de Viento Solar S.A.C.

Punto de muestreo	Código de ubicación	Valor medido (Lux)	Niveles mínimos de iluminación (Lux) ³
Segregación	P-01	2751	500
Corte	P-03	793	300
Aglomeración	P-04	2447	300
Peletización	P-10	606	500

FUENTE: Elaboración propia.

³ Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo Disergonómico (MINTRA 2008) (ver Tabla 17).

Los valores de iluminación encontrados superan los niveles mínimos establecidos, debido a que todas las actividades se realizan al aire libre bajo un techo de tela que cubre toda la planta, a excepción de la peletización que se realiza en un almacén que cuenta con buena ventilación y ventanas amplias. Los resultados obtenidos coinciden con los realizados por Morais (2010) en una planta de manejo de residuos sólidos, donde todas las mediciones realizadas superaron los 500 lux debido a que la estructura del ambiente en estudio presentaba los espacios laterales abiertos permitiendo el ingreso de la iluminación natural.

Según García et al, (2010), mediciones de iluminación al aire libre nos muestran que en un día despejado los valores registrados pueden oscilar desde 2616 lux (9.00 a.m.) hasta 20600 lux (1.00 p.m.); lo que nos permite explicar los valores elevados de iluminación obtenidos en las actividades de segregación y aglomeración (cuyo monitoreo se realizó el 01 de Diciembre, con un cielo despejado).

El tipo de iluminación de todas las actividades es natural, en la peletización, actividad que se realiza en un almacén, cuenta con buena iluminación natural por lo que no es necesario luz artificial durante el horario laboral actual (7.00 a.m. – 4.00 p.m), pero si se tuviese que trabajar después de este horario se presentarían problemas, ya que el almacén cuenta con un sistema de alumbrado eléctrico deteriorado y escaso en fluorescentes (3 fluorescentes operativos).

c. TEMPERATURA

Para determinar el índice de estrés térmico, previamente se calculó la categoría de intensidad de trabajo por cada actividad monitoreada (Tabla 26), para mayor detalle de los cálculos realizados ver ANEXO 5. A partir de la categoría de intensidad del trabajo se determinó los valores de nivel de acción y límite del índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature).

Tabla 26: Categorías de intensidad de trabajo.

Actividad	Gasto calórico (Kcal/h)	Categoría de intensidad del trabajo
Segregación	241.5	Moderado
Corte	287.4	Moderado
Aglomeración	294	Moderado
Peletización	392.25	Pesado

FUENTE: Elaboración propia.

Los datos obtenidos en el monitoreo de los parámetros necesarios para determinar el índice WBGT se detallan en el ANEXO 6 y sus resultados se observan en la Tabla 27.

Tabla 27: Nivel de estrés térmico según índice WBGT (Wet bulb globe temperature).

Actividad	Categoría de intensidad de trabajo	WBGT (°C)	Valor de nivel de acción (°C)	Valor límite de WBGT (°C) ⁴
Segregación	Moderado	22.4	25	28
Corte	Moderado	21.5	25	28
Aglomeración	Moderado	24	25	28
Peletización	Pesado	24.7	24	27.5

FUENTE: Elaboración propia.

La peletización de plástico tiene un índice WBGT que supera el valor de nivel de acción, lo cual se explica por el funcionamiento de la máquina peletizadora que utiliza resistencias generadoras de calor utilizadas en la fundición del plástico, éstas resistencias transmiten calor al ambiente,

⁴ Valor de nivel de acción y valor límite según la Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo Disergonómico (MINTRA, 2008), ver Tabla 14.

aumentando la temperatura ambiente y por ende incrementa el nivel de estrés térmico en el área.

d. VIBRACIÓN

Se evaluaron las actividades de corte, aglomeración y peletización de plástico que son las actividades que implican manejo de maquinaria, principal fuente de vibración. En la Tabla 28 se presentan los resultados obtenidos, comparados con el nivel de acción y límites permitidos para una exposición diaria de 8 horas, para mayor detalle del monitoreo de vibración ver ANEXO 7.

Tabla 28: Evaluación de riesgo por vibración en cuerpo total.

Actividad	Aceleración (m/s ²)	Nivel de acción (m/s ²)	Límite permisible (m/s ²) ⁵
Corte	0.5	0.5	1.15
Aglomeración	0.7		
Peletización	1.4		

FUENTE: Elaboración propia.

El corte y aglomeración de plástico superan el nivel de acción y la peletización de plástico supera el límite permisivo, estas tres actividades tienen como fuente de vibración sus respectivas maquinarias, pero a diferencia del corte y aglomeración, donde el operario puede trabajar sin entrar en contacto físico con la máquina, en la peletización el operario tiene que entrar en contacto físico con la máquina, razón por la cual sufre mayor exposición a vibración en cuerpo total.

⁵ Norma básica de ergonomía y procedimiento de evaluación de riesgo Disergonómico (MINTRA, 2008).

2.2.2 FACTORES QUÍMICOS

a. PARTÍCULA RESPIRABLE

Se realizó evaluación por partículas respirables en las actividades de corte y aglomeración, donde visualmente se puede apreciar generación de material particulado formado principalmente por plástico polietileno molido; en la Tabla 29 se presentan los resultados obtenidos, comparados con los valores límites permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo.

Tabla 29: Resultados de exposición a partícula respirable.

Actividad	Concentración promedio (mg/m ³)	Límite Permissible (mg/m ³) ⁶
Corte	0.20	3
Aglomeración	0.45	

FUENTE: Elaboración propia.

Los niveles registrados de polvo respirable se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles; esto nos indica que el tamaño de las partículas generadas supera el tamaño de las partículas respirables (10 um).

b. PARTÍCULA TOTAL

De igual forma al muestreo de partícula respirable, se realizó el análisis en las actividades corte y aglomeración de plástico, en la Tabla 30 se presentan los resultados, comparados con el límite permisible.

⁶ Según DS 055-2010-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería (MINEM, 2010).

Tabla 30: Resultados de exposición a partícula total.

Actividad	Concentración promedio (mg/m³)	Límite Permisible (mg/m³)⁷
Corte	40.85	10
Aglomeración	51.37	

FUENTE: Elaboración propia.

Los niveles registrados tanto en el corte como aglomeración de plástico superan el límite permisible de partícula total, lo que confirma la presencia de material particulado en el ambiente y que el material particulado tiene diámetro mayor a 10 μm . El material particulado generado tiene como fuente principal el molido de plástico que se produce en el corte de plástico y en mayor intensidad en la aglomeración de plástico.

2.2.3 FACTORES ERGONÓMICOS

a. MOVIMIENTO REPETITIVO

Los procesos en análisis son la segregación de residuos sólidos, acondicionamiento de plástico, aglomeración y peletización de plástico, los resultados obtenidos según la metodología utilizada (OCRA Checklist) se muestran en la Tabla 31, para mayor detalle del procedimiento y cálculo del puntaje ver ANEXO 9.

Los resultados nos indican que las actividades de segregación de residuos sólidos, aglomerado de plástico y carga de material en tolva de ingreso en la peletización de plástico exponen a trabajo repetitivo en un nivel de riesgo no aceptable.

⁷ Según DS 055-2010-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería (MINEM, 2010).

Tabla 31: Resultados de exposición por movimiento repetitivo en Viento Solar S.A.C.

Proceso	Actividad	Puntaje	Significado ⁸
Segregación de Residuos Sólidos	Segregación de residuos re aprovechables y no re aprovechables	18.53	No aceptable. Nivel medio.
Acondicionamiento de plástico	Segregación y habilitación de tipos de plásticos.	10.5	Muy leve o incierto
Aglomeración de plástico	Aglomerado de plástico	11.3	No aceptable - Nivel leve
	Ensacado de material aglomerado	9	Muy leve o incierto
Peletización de plástico	Carga de material en tolva de ingreso	11.7	No aceptable - Nivel leve
	Ensacado de pellet	9.5	Muy leve o incierto

FUENTE: Elaboración propia.

En las actividades de aglomerado de plástico y carga de material en la tolva de ingreso en peletización, la exposición a trabajo repetitivo tiene como principales causas la falta de pausas para descansar y el uso de fuerza en su procedimiento.

En la segregación de residuos sólidos, la exposición a trabajo repetitivo se debe a la adopción de posturas forzadas en los brazos y manos, además de la falta de pausas para descansar. Según Morais (2010), durante la segregación de residuos sólidos, los trabajadores son sometidos a realizar trabajos a pie e implica movimientos repetitivos de inclinación del tronco sobre la mesa y múltiples torsiones de la columna lumbar para que el trabajador envíe los reciclables a sus espacios específicos. Los esfuerzos a los que están expuestos los trabajadores

⁸ Según el INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), 2011.

exponen graves riesgos en términos ergonómicos, pues las jornadas de trabajo son largas y continuas sin intervalos programados para descansar.

b. MANEJO MANUAL DE CARGA

Los procesos en análisis son: recolección y transportes de residuos sólidos, disposición final de residuos sólidos, aglomeración y peletización de plástico, los resultados obtenidos según la metodología utilizada (Manual Assessment Chart - MAC) se presentan en la Tabla 32, para mayor detalle del procedimiento y determinación del puntaje total y categoría de acción ver ANEXO 10.

Tabla 32: Resultados de exposición al manejo manual de carga.

Proceso	Actividad	Puntaje total	Categoría de acción	Significado ⁹
Recolección y Transporte de RRSS	Recolección y carga manual de RRSS	7	2	Se requiere acciones correctivas
	Descarga manual de RRSS	7	2	Se requiere acciones correctivas
Disposición final de RRSS	Carga y descarga de RRSS no re aprovechables al contenedor de disposición final.	12	2	Se requiere acciones correctivas
Aglomeración de plástico	Carga de material plástico a la aglomeradora	11	2	Se requiere acciones correctivas
	Almacenamiento de producto terminado	14	3	Se requieren acciones correctivas pronto
Peletización de plástico	Carga de material en tolva de ingreso	14	3	Se requieren acciones correctivas pronto
	Almacenamiento de producto terminado	12	2	Se requiere acciones correctivas

FUENTE: Elaboración propia.

⁹ Categoría de acción y significado según HSE (Health and Safety Executive), 2014.

Los resultados nos indican que todas las actividades evaluadas requieren de acciones correctivas, los factores que más influyeron fueron el peso de carga y el modo en que se realiza la carga, los trabajadores no recibieron ningún tipo de capacitación de ergonomía en el levantamiento manual de carga, así como no se establecieron límites en los pesos de las cargas.

Según Morais (2010), en el acto de descargar residuos sólidos de los vehículos transportadores, los trabajadores manipulan los residuos sin criterios ergonómicos seguros, se debe considerar que existen riesgos posturales, debido a que por las características físicas de los residuos, de pesos y texturas variados, los trabajadores adoptan movimientos inadecuados y adversos a aquellos que serían ergonómicamente seguros.

3. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES

La identificación de los peligros se realizó en cada una de las actividades que involucran el proceso de manejo de residuos sólidos y reciclaje de plástico.

En la Tabla 33 se presenta la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (1/4)

Tabla 33: Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos

TIPO RIESGO	PROCESO	ACTIVIDAD / RUTINARIO O NO RUTINARIO (R - NR)	PUESTO DE TRABAJO (ocupación)	Nº DE TRABAJADORES	PELIGROS FUENTE, SITUACIÓN, ACTO	INCIDENTES PONTENCIALES	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DE RIESGOS				
								Probabilidad (P)	Severidad (S)	Seguridad Evaluación del Riesgo	Nivel del Riesgo	HIGIENE OCUPACION. Existe eval. Riesgo
S	RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RRS	Recolección y carga manual de RRS a la trinitro / R	Máximo	2	Manejo de Corno Punzantes.	Cornada, laceración, puchazón (herida abierta).	Uso de equipo de protección personal.	5	4	20	BAJO	
S					Presencia de agentes químicos peligrosos	Quemadura (química).	Uso de equipo de protección personal.	3	6	18	BAJO	
S					Malos olores.	Nauseas, dolor de cabeza.	Realizar el proceso lo más pronto posible.	9	4	36	MODERAD.	
H					Manejo manual de carga.	Exposición a manejo manual de carga.	-	Sin Evaluación		SI	IMPORTANT.	
S		Transporte de RRS. / R	Los encargados de este proceso se encargan de realizar las 3 actividades según el orden en que se mencionan, trabajan individualmente con una cantidad determinada de puntos de acopio de la que se responsabilizan. La actividad se realiza durante las 8 horas laborales.	2	Señalización vial inexistente	Choque contra elementos móviles o estáticos.	-	3	8	24	MODERAD.	
S					Viento	Resfrios por exposición a frío	Chompas y poleras para el personal de recojo.	5	4	20	BAJO	
S					Conducción de vehículos	Atropello. Choque contra elementos móviles.	-	3	8	24	MODERAD.	
S					Malos olores.	Nauseas, dolor de cabeza.	-	9	4	36	MODERAD.	
S					Presencia de agentes químicos peligrosos	Quemadura (química).	Uso de equipo de protección personal.	3	6	18	BAJO	
H					Manejo manual de carga.	Exposición a manejo manual de carga.	-	Sin Evaluación		SI	IMPORTANT.	
S	SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	Segregación de residuos sólidos / R	Máximo	2	Manejo de Corno Punzantes.	Cornada, laceración, puchazón (herida abierta).	Uso de equipo de protección personal.	3	4	12	BAJO	
H					Movimiento repetitivo.	Exposición a movimiento repetitivo (Ag. Ergonómico).	-	Sin Evaluación		SI	IMPORTANT.	
H					Cálculo	Exposición a temperatura alta (Ag. Físico).	-	Sin Evaluación		SI	BAJO	
H					Ruido	Exposición a ruido (Ag. Físico).	-	Sin Evaluación		SI	BAJO	
H					Inmunización insuficiente.	Exposición a iluminación insuficiente (Ag. Físico).	-	Sin Evaluación		SI	BAJO	
S					Falta de orden y aseo	Presencia de roedores, perros y moscas.	Fumigaciones programadas.	9	4	36	MODERAD.	
S					Malos olores.	Nauseas, dolor de cabeza.	-	9	4	36	MODERAD.	
S					Presencia de agentes químicos peligrosos	Quemadura (química).	Uso de equipo de protección personal.	3	6	18	BAJO	
S					Manejo de Corno Punzantes.	Cornada, laceración, puchazón (herida abierta).	-	3	4	12	BAJO	

FUENTE: Elaboración propia

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (2/4)

Tabla 33: (Continuación) Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos

TIPO FILA	PROCESO	ACTIVIDAD / RUTINARIO O NO RUTINARIO (R.-NR)	PUESTO DE TRABAJO (ocupación)	FREQ. de TRAF. %	PELIGROS FUENTE, SITUACIÓN, ACTO	INCIDENTES PONTENCIALES	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DE RIESGOS			HIGIENE OCUPACION.		
								Probabilidad ad.(P)	Severidad (S)	Nivel del Riesgo	Existencia del Riesgo	Nivel del Riesgo	
S			Actividad realizada por los encargados de recojo y segregación de RESS. Se realiza diariamente, usualmente en la última media hora del día laboral.	4	Manejo de Corto Punzantes.	Cortada, laceración, pinchazón (herida abierta).	Uso de equipo de protección personal. Desectar los RESS inmediatamente.	3	4	12	BAJO		
S					Malos olores.	Nauseas, dolor de cabeza.		9	4	36	MODERAD.		
S					Trabajo en altura (mayor a 1.8m).	Caida a diferente nivel.	-	3	6	18	BAJO		
S					Espacio reducido	Caida en el mismo nivel o diferente nivel.	-	3	6	18	BAJO		
H					Ruido	Exposición a ruido (Ag. Físico).	-					SI	BAJO
H					Manejo manual de carga.	Exposición a manejo manual de carga.	-			Sin Evaluación		SI	IMPORTANT.
S				1	Falta de orden y aseo	Presencia de roedores, perros y moscas.	Fumigaciones programadas.	9	4	36	MODERAD.		
S					Fuego	Incendio	-	3	8	24	MODERAD.		
S				2	Manejo de Corto Punzantes	Cortada, laceración, pinchazón (herida abierta).	-	3	4	12	BAJO		
H					Movimiento repetitivo.	Exposición a movimiento repetitivo (Ag. Ergonómico).	-			Sin Evaluación		SI	BAJO
S				1	Falta de orden y aseo	Presencia de roedores, perros y moscas.	Fumigaciones programadas.	5	4	20	BAJO		
H					Calor	Exposición a temperatura alta (Ag. Físico)	-			Sin Evaluación		SI	BAJO
S					Protección insuficiente de maquinaria.	Cortes, pérdidas de miembros superiores (brazos, manos).	-	3	8	24	MODERAD.		
H					Iluminación insuficiente.	Exposición a iluminación insuficiente (Ag. Físico).	-			Sin Evaluación		SI	BAJO
H					Vibración cuerpo entero	Exposición a vibración en el cuerpo.	-			Sin Evaluación			BAJO
S				1	Superficies calientes	Quemaduras.	Equipos de protección personal (EPP's)	3	6	18	BAJO		
H					Materiales particulados respirables	Exposición a material particulado respirable.	Equipos de protección personal (EPP's)			Sin Evaluación		SI	BAJO
H					Materiales particulados totales	Exposición a material particulado total.	Equipos de protección personal (EPP's)			Sin Evaluación		SI	CRÍTICO
S					Vapores.	Nauseas, dolor de cabeza.	Equipos de protección personal (EPP's)	3	6	18	BAJO		
H					Ruido	Exposición a ruido (Ag. Físico).	Equipos de protección personal (EPP's)			Sin Evaluación		SI	CRÍTICO

FUENTE: Elaboración propia

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (3/4)

Tabla 33: (Continuación) Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos

TIPO FILA	PROCESO	ACTIVIDAD / RUTINARIO O NO RUTINARIO (R - NR)	PUESTO DE TRABAJO (ocupación)	N° DE TRABAJADORES	PELIGROS FUENTE, SITUACIÓN, ACTO	INCIDENTES PONTENCIALES	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DE RIESGOS				HIGIENE OCUPACION			
								Probabilidad (P)	Severidad (S)	Evaluación del Riesgo	Nivel del Riesgo	Existe eval. Riesgo	Nivel del Riesgo		
S	AGLOMERACIÓN DE PLÁSTICO	Carga de material plástico a la aglomeradora / R.	El encargado del proceso, se encarga de las 4 actividades mencionadas, la carga de material y aglomerado se realiza por cada batch, en tanto que el ensacado y almacenamiento se realizan 1 o 2 veces por día (30 a 60 min diarios).	1	Espacio reducido	Caida a diferente nivel.	-	3	6	18	BAJO				
H					Manejo manual de carga.	Exposición a manejo manual de carga.	-			Sin Evaluación		SÍ	IMPORANT.		
H					Calor	Exposición a temperatura alta (Ag. Físico).	-			Sin Evaluación		SÍ	BAJO		
S					Superficies calientes	Quemaduras.	Equipos de protección personal (EPPs)	3	6	18	BAJO				
H					Vibración cuerpo entero	Exposición a vibración en el cuerpo.	-			Sin Evaluación		SÍ	IMPORANT.		
S					Protección insuficiente en maquinaria.	Cortes, pérdidas de miembros superiores (brazos, manos).	-	3	8	24	MODERAD.				
H		Aglomerado de material en maquinarias / R.	El encargado del proceso, se encarga de las 4 actividades mencionadas, la carga de material y aglomerado se realiza por cada batch, en tanto que el ensacado y almacenamiento se realizan 1 o 2 veces por día (30 a 60 min diarios).	1	Movimiento repetitivo.	Exposición a movimiento repetitivo (Ag. Ergonómico).	-			Sin Evaluación		SÍ	IMPORANT.		
H					Iluminación insuficiente.	Exposición a iluminación insuficiente (Ag. Físico).	-			Sin Evaluación		SÍ	BAJO		
H					Material particulado respirable	Exposición a material particulado respirable	Equipos de protección personal (EPPs)			Sin Evaluación				BAJO	
H					Material particulado total	Exposición a material particulado total.	Equipos de protección personal (EPPs)			Sin Evaluación				CRÍTICO	
S					Vapores.	Nauseas, dolor de cabeza.	Equipos de protección personal (EPPs)	5	6	30	MODERAD.				
H					Ruido	Exposición a ruido (Ag. Físico).	Equipos de protección personal (EPPs)			Sin Evaluación				CRÍTICO	
H	Ensamado de material aglomerado / R.	Almacenamiento de producto aglomerado / R.	El encargado del proceso, se encarga de las 4 actividades mencionadas, la carga de material y aglomerado se realiza por cada batch, en tanto que el ensacado y almacenamiento se realizan 1 o 2 veces por día (30 a 60 min diarios).	1	Movimiento repetitivo.	Exposición a movimiento repetitivo (Ag. Ergonómico).	-			Sin Evaluación		SÍ	BAJO		
S					Fuego	Incendio	-	3	8	24	MODERAD.				
H					Manejo manual de carga.	Exposición a manejo manual de carga.	-			Sin Evaluación		SÍ	IMPORANT.		
H					Movimiento repetitivo.	Exposición a movimiento repetitivo (Ag. Ergonómico).	-			Sin Evaluación		SÍ	IMPORANT.		
S					Espacio reducido	Caida a diferente nivel.	-	5	4	20	BAJO				
S					Protección insuficiente de maquinaria.	Cortes, pérdidas de miembros superiores (brazos, manos).	-	3	8	24	MODERAD.				
H	PELETIZACIÓN DE PLÁSTICO	Carga de material en tolva de ingreso / R.	El encargado del proceso, se encarga de las 4 actividades mencionadas, la carga de material y aglomerado se realiza por cada batch, en tanto que el ensacado y almacenamiento se realizan 1 o 2 veces por día (30 a 60 min diarios).	1	Manejo manual de carga.	Exposición a manejo manual de carga.	-			Sin Evaluación		SÍ	IMPORANT.		

FUENTE: Elaboración propia

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (4/4)

Tabla 33: (Continuación) Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos

TIPO FILA	PROCESO	ACTIVIDAD/RUTINARIO O NO RUTINARIO (R - NR)	PUESTO DE TRABAJO (ocupación)	FUELE, SITUACIÓN, ACTO	INCIDENTES PONTENCIALES	MEIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DE RIESGOS			HIGIENE OCUPACION.		
							Probabilidad (P)	Severidad (S)	Nivel del Riesgo	Existencia de Riesgo	Nivel del Riesgo	
H	PELETIZACIÓN DE PLÁSTICO	Mantenimiento del proceso de pelletizado en maquinaria / R.	El encargado de este proceso se responsabiliza de las 4 actividades mencionadas durante las 8 horas laborales diarias. La carga de material y manejo del proceso se realiza durante todo el día laboral, en tanto que el ensacado y almacenamiento suele realizarse al final del día laboral (50 - 60 min diario).	Calor	Exposición a temperatura alta (Ag. Físico).	-	Sin Evaluación		Sí	IMPORTANT.		
S				Superficies calientes	Quemaduras.	Equipos de protección personal (EPP's)	5	6	30			
S				Vapores.	Nauseas, dolor de cabeza.	-	5	4	20		BAJO	
H				Iluminación insuficiente.	Exposición a iluminación insuficiente (Ag. Físico).	-			Sin Evaluación		Sí	BAJO
H				Ruido	Exposición a ruido (Ag. Físico).	-			Sin Evaluación		Sí	CRÍTICO
S				Protección insuficiente en maquinaria.	Corres, pérdidas de miembros superiores (brazos, manos).	-			40		IMPORTANT.	
S				Manejo de plástico fundido	Quemaduras.	Equipos de protección personal (EPP's)	5	6	30		MODERAD.	
H				Vibración cuerpo entero	Exposición a vibración en el cuerpo.	-			Sin Evaluación		Sí	CRÍTICO
S				Conductores eléctricos sin protección	Corriente eléctrica.	-			30		MODERAD.	
H				Movimiento repetitivo.	Exposición a movimiento repetitivo (Ag. Ergonómico).	-			Sin Evaluación		Sí	BAJO
S				Manejo de Corto Punzantes	Cornada, laceración, punción (herida abierta).	-			18		BAJO	
S				Fuego	Incendio	-			24		MODERAD.	
H	Manejo manual de carga.	Exposición a manejo manual de carga.	-			Sin Evaluación		Sí	IMPORTANT.			
S	MANTENIMIENTO	Lavado, secado y desinfección de dispositivos de almacenamiento siempre de PESS/NR. Limpieza y lavado de manos / NR. Limpieza del pozo de agua residual / NR. Afilado de cuchillas / NR.	Realizado por el personal de Recajo, con una duración de 30 min. Realizado por el personal de Recajo, duración de 20 min. Sin responsabilidades directas, actividad realizada manualmente, la limpieza dura 8 horas. Realizado por el encargado de aglomeración y corte.	Presencia de agentes químicos peligrosos	Quemaduras (químicas).	-	12		4	BAJO		
S				Malos olores.	Nauseas, dolor de cabeza.	-	3	4	12		BAJO	
S				Presencia de agentes químicos peligrosos	Quemaduras (químicas).	-	3	4	12		BAJO	
S				Malos olores.	Nauseas, dolor de cabeza.	-	5	6	30		MODERAD.	
S				Manejo de Corto Punzantes.	Cornada, laceración, punción (herida abierta).	-	5	6	30		MODERAD.	

FUENTE: Elaboración propia

De acuerdo a la matriz de evaluación de riesgos (Tabla 33), las actividades con mayor cantidad de riesgos significativos y los peligros con riesgo significativo más frecuentes se presentan en las siguientes figuras (Figura 19-22):

3.1.PELIGROS Y RIESGOS SIGNIFICATIVOS IDENTIFICADOS POR PROCESO

De acuerdo a la Figura 19, las actividades con mayor cantidad de riesgos significativos (riesgos moderado, importante y crítico) son la peletización seguido por la aglomeración de plástico, y recolección y transporte de residuos sólidos.

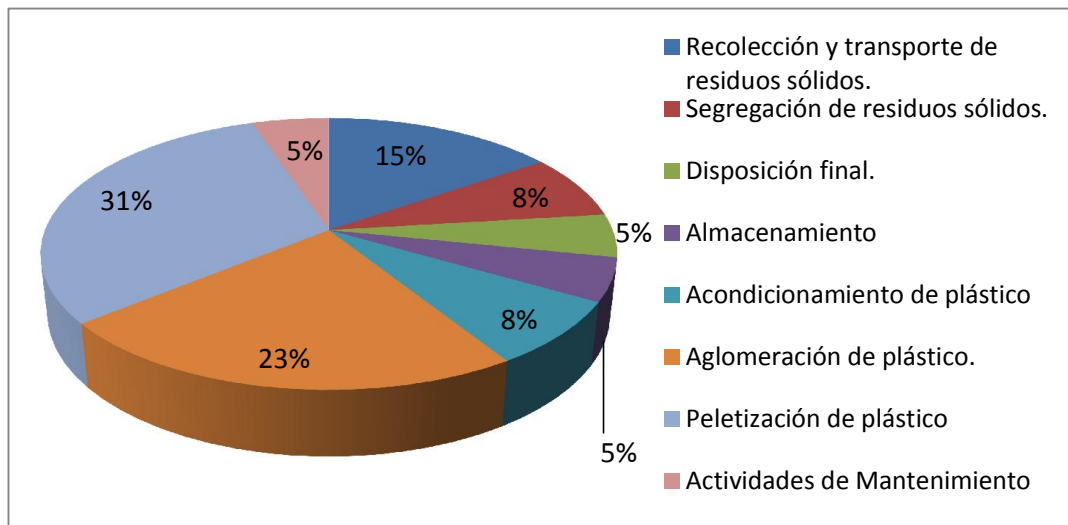


Figura 19: Proporción de riesgos significativos identificados por actividad (Elaboración propia).

3.2.PELIGROS SIGNIFICATIVOS REITERANTES

Son 20 peligros significativos moderados, de los cuales los más reiterantes son los malos olores (5), protección insuficiente en maquinaria (3), generación de fuego (3) y falta de orden y aseo (2), el grupo de otros está formado por 7 peligros diferentes: señalización vial inexistente, conducción de vehículos, vapores, superficies calientes, manejo de plástico fundido, conductores eléctricos sin protección y manejo de objetos punzocortantes (Figura 20).

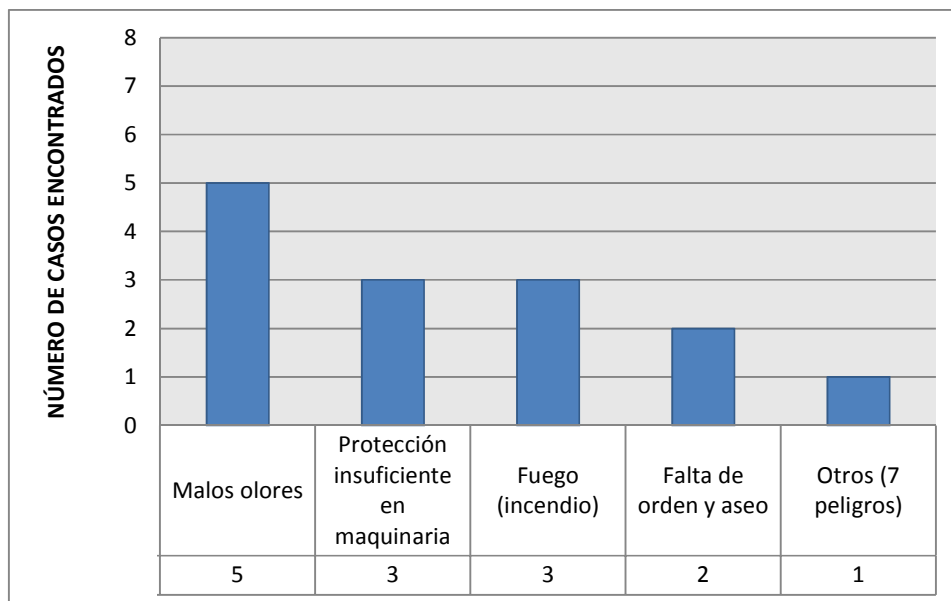


Figura 20: Distribución de peligros con riesgo moderado (Elaboración propia).

Son 13 peligros con riesgo importante, de acuerdo a la Figura 21 podemos observar que los peligros más reiterantes son el manejo manual de carga (7) y el movimiento repetitivo (3), ambos riesgos ergonómicos, los otros 3 peligros son factores físicos: calor, vibración cuerpo entero y protección insuficiente en maquinaria.

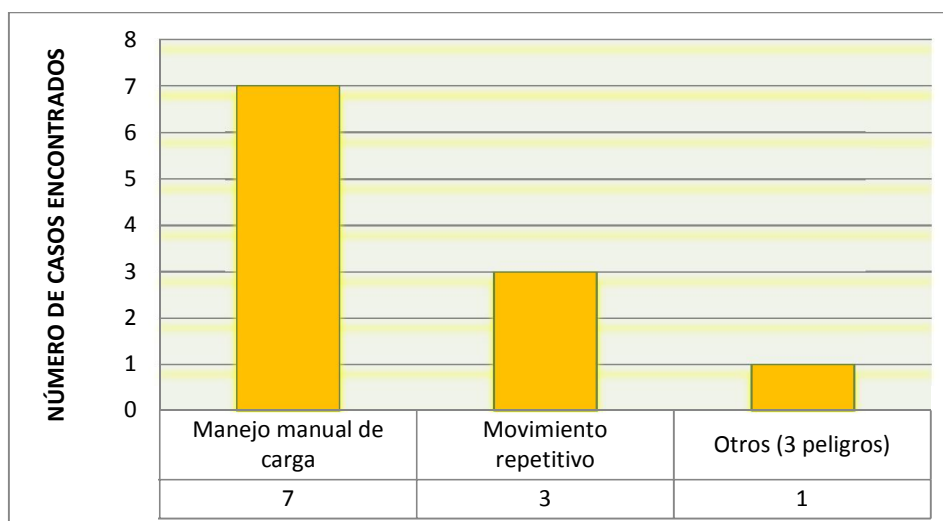


Figura 21: Distribución de peligros con riesgo importante (Elaboración propia).

Son 6 peligros con riesgo crítico, de los cuales el que mayor frecuencia presenta es el ruido, seguido por el material particulado total y vibración cuerpo entero (Figura 22); estos peligros se presentan en el procesamiento de plástico principalmente por el trabajo que se realiza con la maquinaria que involucra el proceso.

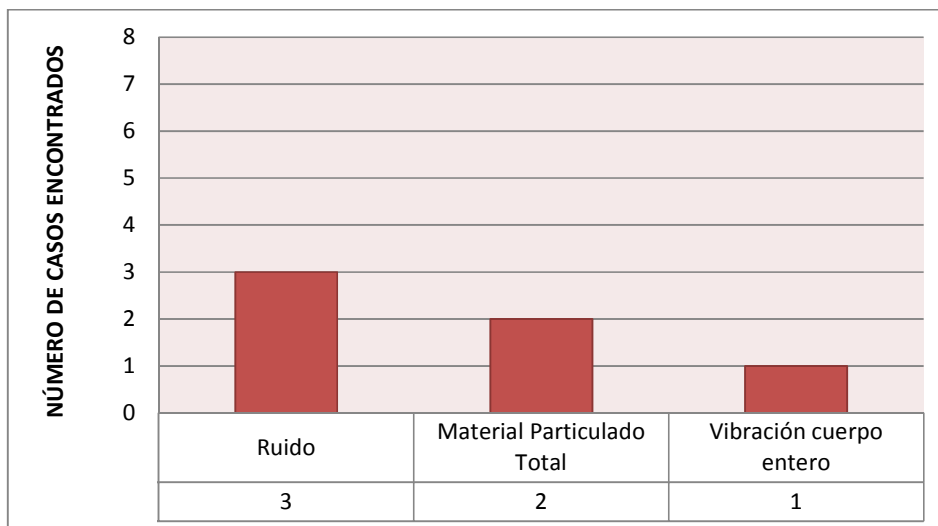


Figura 22: Distribución de peligros con riesgo crítico (Elaboración propia).

Según Giraldo (2009), los principales riesgos de seguridad ocupacional en una empresa de producción de bolsas plásticas son:

- **Mecánico:** Atrapamiento, golpes, heridas y amputaciones; por operación de extrusoras, herramientas manuales, peletizadora, aglomeradora.
- **Eléctrico:** Electrocuación, cortos circuitos, cables sin canalizar, conexiones eléctricas, tableros de control.
- **Locativos:** Accidentes de trabajo por superficies de trabajo reducidas y señalización deficiente.
- **Físico-Químicos:** Incendios y quemaduras por acumulación de material combustible (plástico).

Según Morais (2010), en el área de segregación de una planta de residuos sólidos, pese a la buena ventilación natural que poseía la planta, el nivel de malestar producido por los olores generados es significativo. Además, la probabilidad de

incendios en la planta de almacenamiento es grande debido a la acumulación de papeles y cartón, llantas viejas, plásticos, botellas, entre otros.

Varios de los riesgos significativos identificados coinciden con los de Giraldo (2009) y Morais (2010), tales como electrocución por cables sin canalizar, cortes (atrapamiento con la máquina peletizadora), problemas por señalización inexistente, quemaduras por presencia de plástico, probabilidad de incendio, y presencia de malos olores.

En la evaluación de higiene ocupacional en la producción de bolsas plásticas, Giraldo (2009) identifica como factores de riesgo: factores ergonómicos (manejo manual de carga), calor (alta temperaturas), ruido (máquinas en general), material particulado y estrés de trabajo por presión laboral.

En el caso de higiene ocupacional, nuestros resultados coinciden con los de Giraldo (2009), y además se identificaron otros riesgos como la exposición a vibración y trabajo repetitivo.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y SEGUIMIENTO

Para lograr prevenir y mitigar los riesgos, será necesario el uso de los equipos de protección personal de modo obligatorio para todas las actividades, lo cual será regulado por medio de un reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo que mencione las obligaciones, derechos y sanciones del empleador y del empleado.

La señalización en la planta operario deberá ser implementada junto al mapa de riesgos, para que los trabajadores puedan tener mayor noción y conciencia sobre los riesgos a los cuales son expuestos diariamente. A continuación proponemos medidas de prevención y/o mitigación y medidas de seguimiento para todos los peligros con riesgos moderado, importante y crítico (Tablas 34–49).

Tabla 34: Prevención de riesgos por malos olores.

PELIGRO	Malos olores
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	Acopiar, segregar y disponer los residuos sólidos el mismo día que fueron generados. Capacitar al personal en la disposición de los residuos sólidos generados por ellos. Implementar puntos de acopio con segregación en fuente y recolección selectiva.
MEDIDAS DE SEGUIMIEN.	Cronograma de recojo de residuos sólidos, segregación y disposición final. Cronograma de capacitación al personal encargado de disponer los residuos sólidos en los puntos de acopio.

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 35: Prevención de riesgos por falta de orden y aseo.

PELIGRO	Falta de orden y aseo
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	Continuar con los programas de fumigación y desinfección. Distribuir, delimitar y señalizar los espacios de trabajo según la función de cada área. Capacitar y sensibilizar al personal sobre la limpieza y el orden. Mejorar la infraestructura de los vestidores, casilleros y servicios higiénicos de la planta.
MEDIDAS DE SEGUIMIEN.	Registro de verificación de fumigaciones programadas. Registro de instalación de señalización y delimitación del área de trabajo.

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 36: Prevención de riesgos por señalización vial inexistente.

PELIGRO	Señalización vial inexistente
MEDIDA DE PREVENCIÓN	Implementar la señalización vial en el trayecto de la planta operaria hasta los puntos de acopio de residuos sólidos.
MEDIDAS DE SEGUIMIEN.	Registro de la implementación de la señalización vial. Registro de accidentes laborales.

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 37: Prevención de riesgos por conducción de vehículos.

PELIGRO	Conducción de vehículos
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGAC.	Programar mantenimiento continuo a las unidades motorizadas. Capacitar al personal encargado de la conducción de vehículos sobre el correcto uso de la unidad motorizada y normas de tránsito.
MEDIDAS DE SEGUIMIEN.	Registro de verificación del mantenimiento de unidades motorizadas. Registro de accidentes laborales.

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 38: Prevención de riesgos por presencia de fuego.

PELIGRO	Fuego
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	Distribuir, delimitar y señalar el espacio de trabajo así como programar la limpieza general de la zona. Señalizar la prohibición de generación de fuego en el área o la prohibición de fumar. Instalar extintores en la zona. Elaborar un plan de emergencias y capacitar al personal.
MEDIDAS DE SEGUMIENT.	Registro de accidentes laborales. Cronograma de capacitación al personal. Registro de inspección y verificación de extintores en el área.

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 39: Prevención de riesgos por protección insuficiente en maquinaria.

PELIGRO	Protección insuficiente en maquinarias
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	<p>Instalar botoneras pulsadoras de parada de emergencia a la maquinaria, ubicadas cerca al operario.</p> <p>Adecuar resguardos¹⁰ físicos a la maquinaria utilizada (aglomeradoras y peletizadora), éste resguardo podría estar formado por la altura de la tolva y diámetro de la abertura de ingreso de material, siendo la altura de la tolva lo suficientemente alta como para evitar que el operario al introducir su brazo no alcance las cuchillas de molienda y el diámetro de la abertura de ingreso lo suficientemente pequeño para evitar que ingrese el cuerpo del operario.</p>
MEDIDAS DE SEGUIMIEN.	<p>Registro de botoneras y resguardos instalados en las máquinas.</p> <p>Registro de accidentes laborales.</p> <p>Registro de compras</p>

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 40: Prevención de riesgos por presencia de vapores.

PELIGRO	Vapores
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGAC.	<p>Capacitar al personal en la correcta determinación visual de la humedad del plástico para el proceso respectivo.</p> <p>Usar equipos de protección personal (mascarilla y lentes).</p>
MEDIDAS DE SEGUIMIEN.	<p>Cronograma de capacitación al personal encargado del procesamiento de plástico.</p> <p>Registro de verificación de uso de equipos de protección personal.</p>

FUENTE: Elaboración propia.

¹⁰ Los resguardos son medios de protección que impiden o dificultan el acceso de las personas o de sus miembros al punto o zona de peligro de una máquina (INSHT, 2000).

Tabla 41: Prevención de riesgos por superficies calientes.

PELIGRO	Superficies calientes
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGAC.	Usar equipos de protección personal (guantes térmicos). Implementar la señalización de riesgos en el área de trabajo. Preparar un manual del proceso de peletización de plástico.
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO.	Registro de verificación de uso de equipos de protección personal. Registro de inspección de señalización en la planta. Registro de accidentes laborales.

FUENTE: Elaboración propia.**Tabla 42: Prevención de riesgos por manejo de plástico fundido.**

PELIGRO	Manejo de plástico fundido
MEDIDAS DE PREVENCIÓN	Usar equipos de protección personal (guantes térmicos). Preparar un manual del proceso de peletización de plástico.
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO.	Registro de verificación de uso de equipos de protección personal. Registro de accidentes laborales.

FUENTE: Elaboración propia.**Tabla 43: Prevención de riesgos por conductores eléctricos sin protección.**

PELIGRO	Conductores eléctricos sin protección
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	Programar mantenimiento continuo a los equipos y maquinaria. Preparar un manual del proceso de peletización de plástico. Elaborar un plan de emergencias. Implementar la señalización de riesgos en el área.
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO.	Registro de accidentes laborales. Cronograma de capacitación al personal. Registro de verificación del mantenimiento eléctrico.

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 44: Prevención de riesgos por manejo de corto punzantes.

PELIGRO	Manejo de corto punzantes
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGAC.	Usar equipos de protección personal (guantes, lentes y mascarilla). Capacitar e instruir a los operarios sobre el correcto uso de las maquinarias y equipos utilizados.
MEDIDAS DE SEGUIMIEN.	Registro de accidentes laborales. Registro de verificación de uso de equipos de protección personal.

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 45: Prevención de riesgos por exposición a movimiento repetitivo.

PELIGRO	Movimiento repetitivo
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	Fijar como peso máximo 20 kg (válido para la frecuencia de 1 levantamiento cada 30 minutos). Usar equipos que faciliten el transporte de cargas (carretillas, motos), y adecuar sillas a los espacios de trabajo. Capacitar al personal sobre trabajo repetitivo. Implementar horarios y procedimientos de descanso, empezar con 2 interrupciones de una duración mínima de 8-10 minutos en el turno de 7-8 horas (1 interrupción 2 horas después de iniciar el horario laboral y otra interrupción 2 horas después del almuerzo), posteriormente se deberá implementar a 3 o 4 pausas en el turno de 7-8 horas.
MEDIDAS DE SEGUIMIEN.	Cronograma de capacitación al personal. Evaluación de riesgo cada 6 meses (usar misma metodología, OCRA Checklist). Programación de jornada de trabajo del personal.

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 46: Prevención de riesgos por exposición a manejo manual de carga.

PELIGRO	Manejo manual de carga
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	<p>Capacitar al personal sobre el manejo manual de cargas (posición de los brazos, postura correcta, altura de la carga).</p> <p>Fijar como peso máximo de carga de 20 kg (válido para la frecuencia de 1 levantamiento cada 30 minutos, ver Figura 23), o según MINTRA (2008) se podría fijar en 25 kg (válido cuando se realiza 12 levantamientos de carga por hora).</p> <p>Adquirir carretillas o motos para trasladar cargas.</p>
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO.	<p>Cronograma de capacitación al personal.</p> <p>Evaluación de riesgo cada 6 meses (usar misma metodología, Manual Assessment Chart – MAC).</p> <p>Registro de compras.</p>

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 47: Prevención de riesgos por exposición a vibración cuerpo entero.

PELIGRO	Vibración cuerpo entero
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	<p>Instalar taburetes o mesas sobre las que las que puedan trabajar los operarios de aglomeración y peletización evitando el contacto directo con la maquinaria.</p> <p>Aplicar medidas organizativas, rotar personal entre actividades que generen vibración y las que no generen, los operarios encargados de máquinas trabajarán 4 horas en máquina y 4 horas en otra actividad sin exposición a vibración cuerpo total, de tal forma el máximo límite permisivo para 4 horas laborales aumentará a 4m/s^2 (MINEM, 2010) con lo cual ninguna actividad superaría el límite permisivo.</p>
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO.	<p>Evaluación de riesgo anual (incluir un monitoreo de vibración).</p> <p>Programación de jornada de trabajo del personal.</p>

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 47: Prevención de riesgos por exposición a calor.

PELIGRO	Calor
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	<p>Preparar un manual del proceso de peletización de plástico.</p> <p>Reducir la actividad del trabajador mediante la automatización mecanización.</p> <p>Proporcionar un sistema de aire acondicionado o más ventilación para remover el aire caliente.</p> <p>Reducir la humedad por medio del uso de aire acondicionado y deshumidificadores o reducir las fuentes de humedad.</p> <p>Reducir el tiempo de exposición al calor, rotar personal entre actividades que generen estrés térmico y las que no generen, los operarios encargados de máquinas trabajarán 4 horas en máquina y 4 horas en otra actividad sin exposición a calor.</p> <p>Abastecer de agua para beber al personal operario constantemente.</p>
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO.	<p>Evaluación de riesgo anual (incluir un monitoreo de estrés térmico).</p> <p>Registro de verificación de uso de equipos de protección personal.</p> <p>Registro de compras.</p> <p>Programación de jornada de trabajo del personal.</p>

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 48: Prevención de riesgos por exposición a ruido.

PELIGRO	Ruido
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	<p>Reducir el tiempo de exposición a ruido de los trabajadores mediante rotación de personal, los operarios laborarán 4 horas en una actividad con exposición a ruido y 4 horas en otra actividad con una exposición nula o baja de ruido, esta medida además permitirá que el límite máximo permisivo de ruido se eleve a 88 dB (MINTRA, 2008) por lo que la actividad de peletizado dejaría de superar el valor límite.</p> <p>Capacitar a los trabajadores sobre las consecuencias de exposición a ruido y las medidas preventivas.</p> <p>Señalizar los riesgos en el área de trabajo.</p>

	Usar equipos de protección personal (orejeras, tapones auditivos).
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO.	<p>Evaluación de riesgo anual (incluir un monitoreo de ruido).</p> <p>Cronograma de capacitación al personal.</p> <p>Registro de verificación de uso de equipos de protección personal.</p> <p>Programación de jornada de trabajo del personal.</p>

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 49: Prevención de riesgos por exposición a material particulado total.

PELIGRO	Material particulado total
MEDIDAS PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	<p>Usar equipos de protección personal (lentes, mascarillas).</p> <p>Programación de limpieza diaria; el polvo acumulado sedimentado puede volver al propio ambiente laboral.</p> <p>Capacitar a los trabajadores sobre las consecuencias de exposición a material particulado y las medidas preventivas a tomar.</p> <p>Instalar equipos de extracción localizada.</p> <p>Reducir el tiempo de exposición a material particulado de los trabajadores mediante rotación de personal, los operarios laborarán 4 horas en una actividad con exposición a material particulado y 4 horas en otra actividad con una exposición nula o baja.</p>
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO.	<p>Evaluación de riesgo anual (incluir un monitoreo de material particulado total).</p> <p>Cronograma de capacitación al personal.</p> <p>Registro de verificación de uso de equipos de protección personal.</p> <p>Programación de jornada de trabajo del personal.</p>

FUENTE: Elaboración propia.

4.1.EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN

En la Tabla 50, se detalla los costos referenciales que se deberán asumir para implementar las medidas preventivas y de mitigación de los peligros con riesgo moderado, importante y crítico; las capacitaciones serán realizadas por los supervisores o jefes directos por lo que no figuran en la presente evaluación económica.

Tabla 50: Evaluación económica de la implementación de medidas de prevención y mitigación.

Descripción	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)	Costo mensual (S/.)
Gastos generales¹¹				
Guantes de badana.	6 pares	6	36	36
Guantes térmicos.	6 pares	25	150	150
Guantes de nitrilo.	6 pares	15	90	90
Guantes de nitrilo - quirúrgicos.	100 unid.	32	32	32
Lentes.	12 unid.	10	120	10
Mascarillas descartable	100 unid.	36	36	36
Respirador partículas pequeñas	6 unid.	21	126	126
Orejas	6 unid.	20	120	10
Tapones auditivos	50 unid.	0.9	45	3.75
Mantenimiento de motos.	4 unid.	50	200	200
SUB TOTAL			955	693.8
Gastos de infraestructura¹²				
Botones pulsadores de parada de emergencia.	3 unid.	110	330	5.5
Resguardo de aglomeradora.	2 unid.	350	700	11.6

¹¹ Los Gastos Generales están formados por todos los implementos que se deberán renovar continuamente (equipos de protección personal y mantenimiento de equipos), las cantidades mencionadas son las requeridas mensualmente (excepto lentes y orejas que se deberán renovar anualmente).

¹² Los Gastos de Infraestructura están formados por la adquisición de equipos y mejoras de la infraestructura física, no requieren de renovación continua sino que deberán ser reemplazados al terminar su vida útil (para determinar su costo mensual se asumió una vida útil de 5 años para todos los equipos).

Señales viales.	10 unid.	5.5	55	0.9
Señales de riesgos.	65 unid.	5.5	357.5	6
Casilleros Locker 15 puertas	1 unid.	540	540	9
Extintor de polvo químico seco de 4 Lts.	4 unid.	60	240	4
Carretillas de carga de 120 Lt.	1 unid.	140	140	2.3
Taburetes para trabajo en maquinaria.	2 unid.	180	360	6
Deshumificador	1 unid.	600	600	10
Sistema de aire acondicionado.	1 unid.	700	700	11.7
Equipo de extracción localizada	1 unid.	3580	3580	59.7
SUB TOTAL			7602.5	126.7
TOTAL			8557.5	820.5

FUENTE: Elaboración propia.

Según la Tabla 50, los gastos generales (equipos de protección personal y mantenimiento de equipos) son S/693.8, monto que se podría reducir realizando charlas de concientización a los operarios sobre el cuidado y limpieza de los equipos de protección personal. Los gastos de infraestructura son los que requieren de mayor inversión, sin embargo son gastos únicos que no requieren renovación continua, por lo que su gasto mensual estimado en 5 años es de S/126.7.

Por otro lado, se deben considerar los beneficios económicos de aplicar medidas de prevención y/o corrección, tales como el ahorro de los gastos que se generan por ausentismo laboral y la reducción en la productividad que ésta genera. Considerando que en un año se han registrado 18 accidentes los cuales requirieron que el personal tome un descanso promedio de 4 días, significaron aproximadamente un gasto de S/3240 (en 5 años el gasto asciende a S/.16200)¹³, valor que supera ampliamente los gastos por infraestructura que se deberían realizar, además de ello no se están considerando los gastos por la merma en la producción generada por el ausentismo de los trabajadores.

¹³ Cada día laboral está valorizado en S/45.00.

5. MAPA DE RIESGOS

Se elaboró los mapas de riesgos para el manejo de residuos sólidos y reciclaje de polietileno plástico, en los siguientes planos (P.01 y P.02) se muestra el mapa de riesgos de toda la planta operaria y en las Tablas 51-54 se señala el significado de las señales de seguridad usadas.

5.1.SEÑALES DE PROHIBICIÓN¹⁴

Tabla 51: Señales de prohibición usadas en el mapa de riesgo.







Significado de la señal	Señal de seguridad
Prohibido hacer fuego	
Prohibido arrojar basura al piso	
Prohibido el ingreso	

FUENTE: INDECOPI, 2004.

¹⁴ Las dimensiones de las señales de prohibición tendrán un diámetro 40 cm (INDECOPI, 2004).


5.2. SEÑALES DE ADVERTENCIA¹⁵

Tabla 52: Señales de advertencia usadas en el mapa de riesgo.

Significado de la señal	Señal de seguridad
Atención riesgo eléctrico o peligro de muerte alto voltaje	
Sustancia o materias tóxicas o peligro de muerte	
Sustancias o materias inflamables o peligro inflamable	
Cuidado piso mojado	
Cuidado superficie caliente	
Atención con sus manos	

¹⁵Las dimensiones de las señales de advertencia tendrá 30 cm de lado (INDECOPI, 2004).

Atención peligro de caídas	
Riesgo de corte, atención a la manos	
Peligro vibraciones	
Atención líquido a alta temperatura	
Atención sólidos a alta temperatura	
Atención, alta temperatura	
Peligro, ruido.	

Atención puesta a tierra	
--------------------------	---



FUENTE: INDECOPI, 2004.

5.3. SEÑALES DE OBLIGACIÓN¹⁶

Tabla 53: Señales de obligación usadas en el mapa de riesgo.

Significado de la señal	Señal de seguridad
Uso obligatorio de protección ocular y auditiva	
Uso obligatorio de respirador y gorro	
Uso obligatorio de guantes de seguridad	
Uso obligatorio de botas de seguridad	


¹⁶ Las dimensiones de las señales de obligación tendrán 30 cm de diámetro (INDECOPI, 2004).

Uso obligatorio de mandil y manguitos	
Uso obligatorio de guantes quirúrgicos	

FUENTE: INDECOPI, 2004.

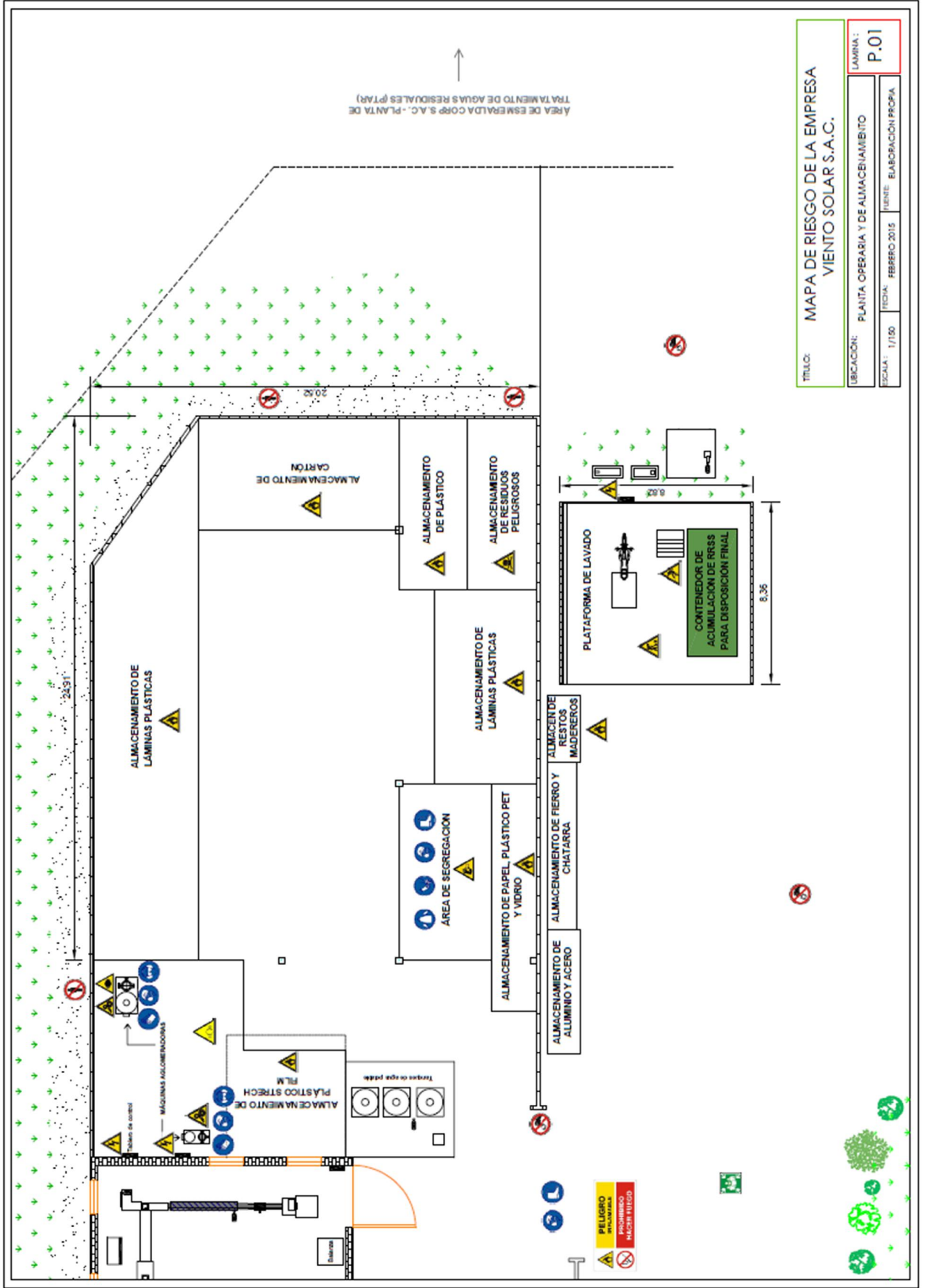
5.4.SEÑALES DE EMERGENCIA¹⁷

Tabla 54: Señal de emergencia usada en el mapa de riesgo.

Significado de la señal	Señal de seguridad
Punto de reunión en caso de emergencia	

FUENTE: INDECOPI, 2004.

¹⁷ La señal de emergencia utilizada tendrá una dimensión de 40 cm de lado (INDECOPI, 2004).



TITULO: MAPA DE RIESGO DE LA EMPRESA
 VIENTO SOLAR S.A.C.

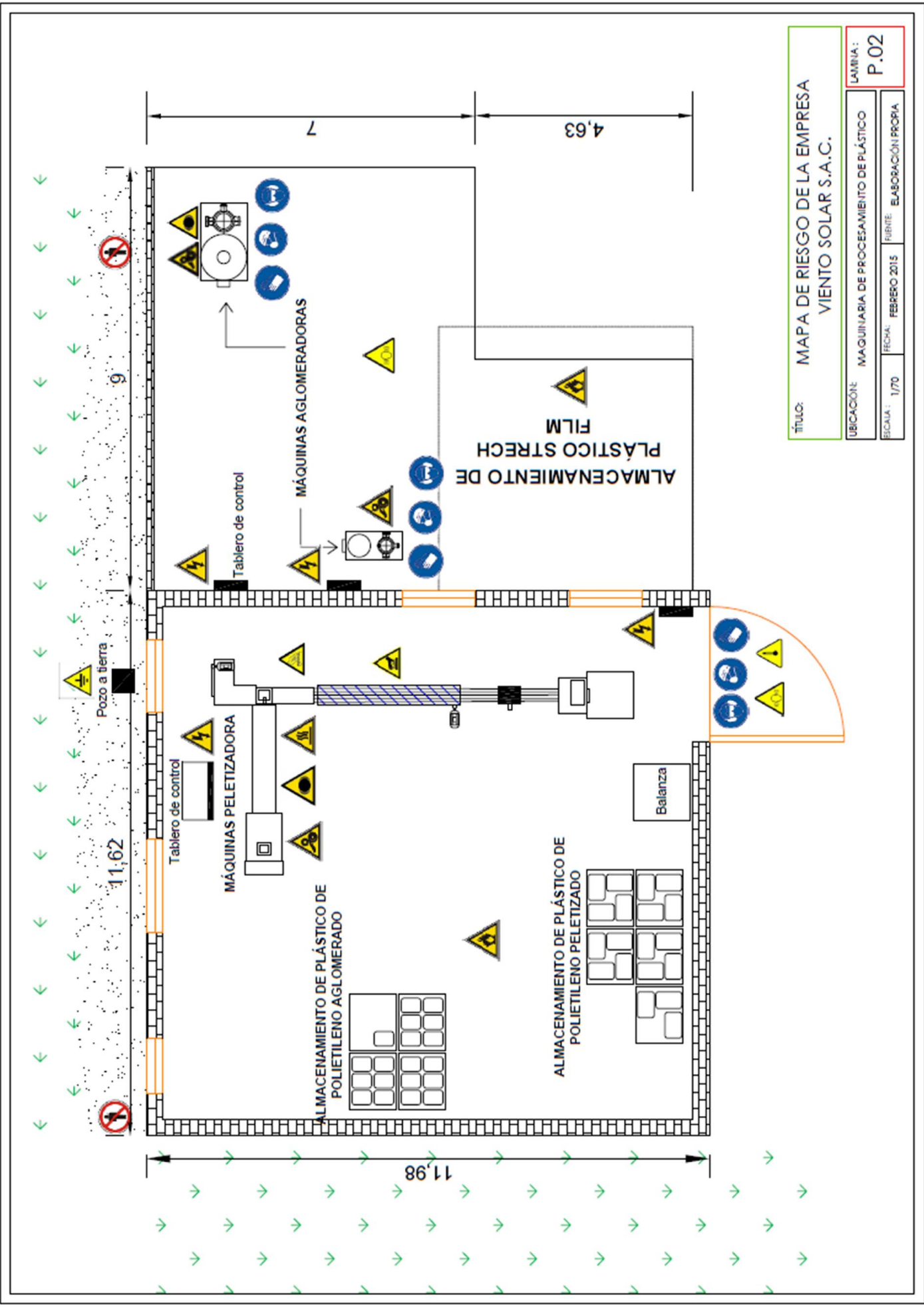
LAMINA: P.01

UBICACION: PLANTA OPERARIA Y DE ALMACENAMIENTO

ESCALA: 1/150

FECHA: FEBRERO 2015

FUENTE: ELABORACION PROPIA



TÍTULO: MAPA DE RIESGO DE LA EMPRESA VIENTO SOLAR S.A.C.	
UBICACIÓN: MAQUINARIA DE PROCESAMIENTO DE PLÁSTICO	LÁMINA: P.02
ESCALA: 1/70	FECHA: FEBRERO 2015
	FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

V. CONCLUSIONES

1. La mayor cantidad de accidentes laborales se presentaron en la peletización de plástico, seguido por la segregación de residuos sólidos, siendo la mano el miembro lesionado con mayor frecuencia y los cortes el tipo de lesión con mayor incidencia; por ello se deberá prestar especial atención a los trabajos manuales que realizan los trabajadores.
2. Siendo las concentraciones de partícula respirable mínimas y las de partícula total significativas, concluimos que las partículas totales están constituidas principalmente por partículas inhalables de tamaño mayor a 10 μm , lo cual es favorable ya que no son las más dañinas por no penetrar a los alvéolos pulmonares, pero se deberán tomar las medidas preventivas para evitar los riesgos que de igual forma presenta una persona al estar expuesta a polvo inhalable; además se debe considerar que en este caso las partículas monitoreadas son principalmente polvo de plásticos, las cuales al ingresar al organismo podrían tener un efecto tóxico en el organismo.
3. Se identificaron 77 peligros en total, de los cuales 20 presentaron riesgo moderado, 13 con riesgo importante y 6 con riesgo crítico; siendo la peletización de plástico la actividad con mayor número de peligros identificados seguido por la aglomeración de plástico. Dentro de los peligros con riesgo importante se encuentran el manejo manual de carga, movimiento repetitivo, vibración cuerpo entero, calor, protección insuficiente de maquinaria, en tanto que los peligros con riesgo crítico son: ruido, material particulado total y vibración cuerpo entero. Casi la totalidad de peligros con riesgo importante y crítico son peligros de higiene ocupacional, lo cual implica que no sólo se deberá tener cuidado con los accidentes que podrían suceder, sino que se deberán realizar mejoras en la organización e infraestructura del ambiente laboral.
4. Viento Solar S.A.C. no tiene implementado un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, regulado por la ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo,

por lo que se deberá realizar una planificación e implementación de los lineamientos que exige dicha ley.

5. El mapa de riesgo nos indica que la mayor cantidad de riesgos se encuentran centralizados en el área del proceso de reciclaje de plástico (aglomeración y peletización de plástico), principalmente porque estos procesos involucran el manejo continuo de maquinaria, las cuales son fuente generadora de ruido, vibración y calor.

VI. RECOMENDACIONES

1. El D.S. N° 009-2005-TR, Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, establece que el empleador debe actualizar la evaluación de riesgo una vez al año como mínimo, cuando cambien las condiciones de trabajo o se hayan producido daños a la salud y seguridad. Debido a que éste trabajo contiene la primera evaluación de riesgo realizada en Viento Solar S.A.C., ésta deberá ser actualizada anualmente con el fin de mantener información que refleje las actividades que se manejen en el momento.
2. Se deberá realizar una evaluación de riesgos biológicos por personal especializado para asegurar la completa salubridad de los trabajadores. Debido a las actividades realizadas es posible encontrar focos de contaminación o concentración de microorganismo en algunos ambientes que excedas los límites que un ambiente sano debe tener.
3. Se deberá realizar capacitaciones de manera continua en la empresa Viento Solar S.A.C., haciendo mayor hincapié en los riesgos a los que se encuentran expuestos los operarios en relación al tipo de actividad que realizan de manera específica, y las medidas que deben de adoptar para evitar accidentes laborales.
4. Viento Solar S.A.C. deberá adecuarse a la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, teniendo en cuenta las obligaciones del empleador y del trabajador, dentro de las obligaciones del empleador que deberán implementar en el corto plazo están: adoptar medidas de prevención, realizar exámenes médicos, garantizar la apropiada capacitación de los trabajadores, implementar el uso de los equipos de protección personal; además se deberá actualizar e implementar la documentación requerida (política, programa anual y reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo) y los registros requeridos actualizados (accidentes de trabajo, enfermedades ocupacional e incidentes de peligros).
5. Para tener actualizado el registro de accidentes laborales, se debe alentar a los trabajadores a que informen todos los accidentes, por más pequeños que sean, a sus

supervisores o jefes inmediatos; la correcta actualización de los registros de accidentes repercutirá en la evaluación de riesgos que se realice, ya que la evaluación de los peligros de seguridad ocupacional depende directamente de la frecuencia de ocurrencia del potencial incidente, cualquier accidente laboral no reportado significará que el riesgo evaluado será subestimado.

6. Se deberá realizar una evaluación constante de los resultados de las medidas de prevención y mitigación mediante las medidas de seguimiento para determinar su eficacia o plantear medidas para una mejora continua.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asociación Chilena de Seguridad (ACHS). Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos. Santiago. 2009. Consultado 3 mar. 2014. Disponible en <http://www.uchile.cl/portal/presentacion/prorectoria/direccion-de-recursos-humanos/salud-ocupacional/74636/gestion-de-la-prevencion-de-riesgos>.
2. Barnes, DK; Galgani,F; Thompson, RC; Barlaz, M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environment. Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences (Vol 364). 14p.
3. Carapinha Letras, M. 2008. Reciclagem de Plásticos: Identificação de contaminantes e estratégias de valorização dos resíduos industriais. Tesis Mestre Engenharia do Ambiente. Lisboa – Portugal. Universidade Nova de Lisboa. 183p.
4. Córdova, V; Celedón, A; Hevia, JC; Soto, O. 2005. Ergonomía para el manejo manual de carga. Guía para la evaluación de factores de riesgo. Asociación Chilena de Seguridad (ACHS). Santiago, Chile. 32p.
5. Córdova,V; Pinto, R; Eyquem, L; Soto, O; Celedón, A; Moreno, G. 2008. Guía Técnica para la evaluación y control de los riesgos asociados al manejo o manipulación manual de carga. Gobierno de Chile, Ministerio del Trabajo y Previsión Social. Santiago, Chile. 314p.
6. DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). 2005. Manual de Salud Ocupacional. Lima, Perú. 98p.
7. DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). 2008. Guía Técnica: Vigilancia de las condiciones de exposición a ruido en los ambientes de trabajo. Lima, Perú. 15p.
8. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2007. Instrumentos de la FAO sobre la Bioseguridad. S.n.t. 166p.

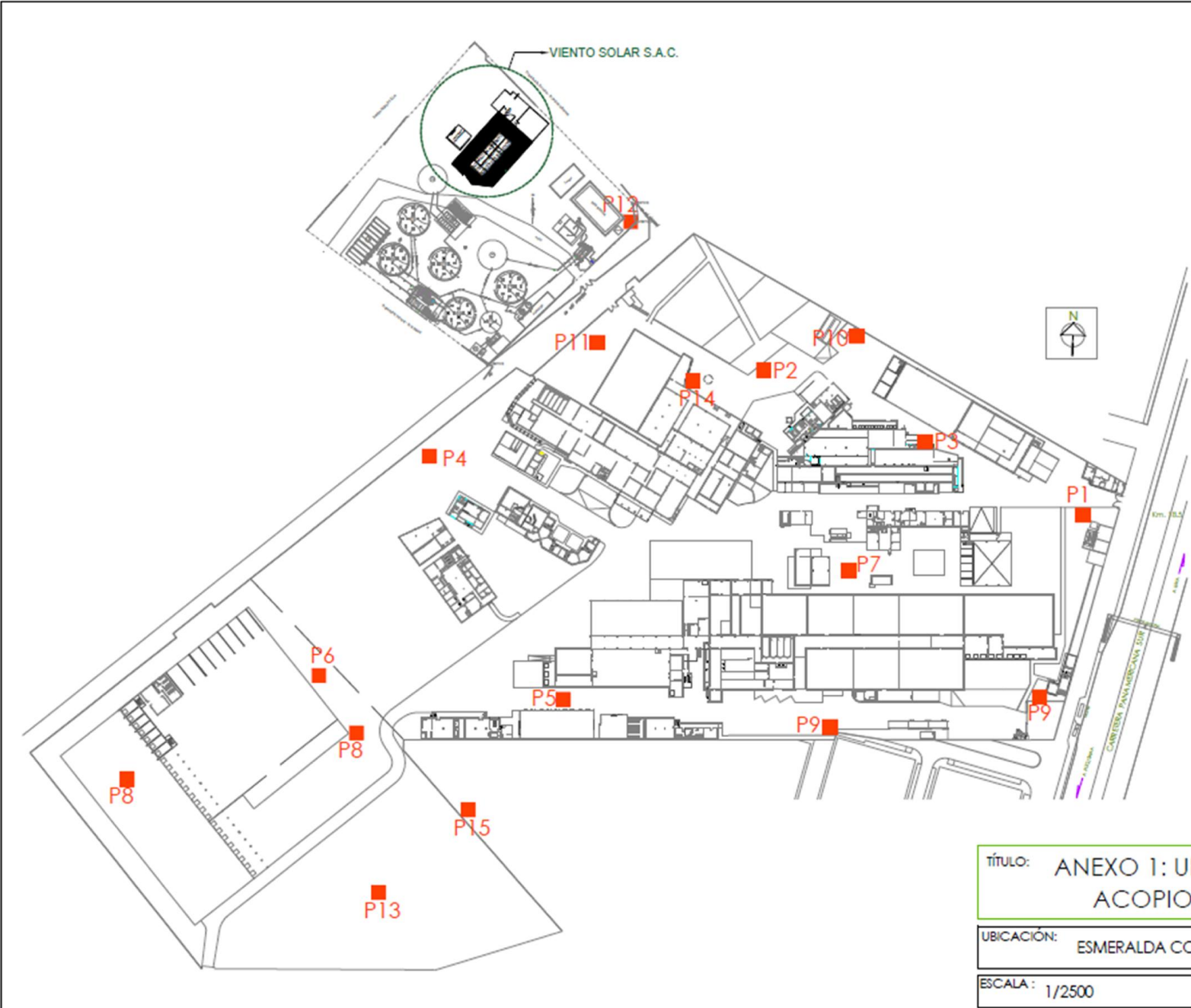
9. Fernández Colomina, F.; Sánchez-Osuna, M. 2007. Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), s.n.t. 152p.
10. Fontana, IS. 2009. Avalicao dos riscos ocupacionais na coleta de Resíduos Sólidos domiciliares de Cuiabá/MT. Tesis Engenharia de Segurança do Trabalho. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. Universidade Federal de Mato Grosso. 178p.
11. García, V; Iriarte, A; Pattini, A; Ferron, L; Villalba, A; Flores, S; Lesino, G. 2010. Evaluación de la iluminación natural, temperatura y humedad en una sala de preparación para producción agámica de plantas. IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar y XVII Simposio Peruano de Energía Solar. Cusco, Perú. 9p.
12. Garzón Caballero, JP; Gonzáles Peña, O; Galeano, JE; Flecha, W; Montenegro, L. 2005. Planta de Reciclaje de Plástico. S.n.t. 28p.
13. Giraldo Morales, DR. 2009. Diseño del programa de salud ocupacional para la empresa Plásticos Macol. Tesis Ingeniero Industrial. Pereira, Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira. 134p.
14. Hernández Soto, A; Álvarez Casado, E. 2006. El método OCRA: evaluación del riesgo asociado al trabajo repetitivo de las extremidades superiores. Gestión Práctica de Riesgos Laborales, N°30. Cataluña, España. 6p.
15. Hernández Álvarez, CA. 2011. Plan de seguridad, higiene y salud ocupacional y gestión de residuos en el taller automotriz del gobierno provincial de Morona Santiago. Tesis Ingeniero Automotriz. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 271p.
16. HSE (Health and Safety Executive). 2014. Manual handling assessment charts (the MAC tool). Reino Unido. 15p. Disponible en: www.hse.gov.uk/pubns/indg383.htm.
17. INDECOPI, Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. 2004. Norma Técnica Peruana, NTP 399,010-1. Señales de Seguridad. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad. 2da Edición. Lima, Perú. 99p.
18. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). 2006. Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. Edición 2006. España. 58p.

19. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). 2006. Toma de muestras de aerosoles. Muestreadores de la fracción inhalable de materia particulada. S.n.t. España. 33p.
20. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). 2011. Tareas Repetitivas I: Identificación de los factores de riesgo para la extremidad superior. S.n.t. España. 32p.
21. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). 2011. Tareas Repetitivas II: Evaluación del riesgo para la extremidad superior. S.n.t. España. 46p.
22. Javier Pisco, AD. 2012. Análisis de riesgo de la Seguridad e Higiene Ocupacional durante el manejo de los residuos sólidos de una EPS-RS Ecología y Tecnología Ambiental. Tesis Ingeniero Ambiental. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 110p.
23. Martins Coelho, M. 2012. Condições de trabalho e saúde ocupacional dos trabalhadores da limpeza urbana. Tesis Mg. Ciências Ambientais e Saúde. Goiânia, Brasil. Pontificia Universidade Católica de Goiás. 108p.
24. MINAM (Ministerio Nacional del Ambiente). 2000. Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos. S.n.t. Lima, Perú.
25. MINAM (Ministerio Nacional del Ambiente). 2004. Reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos. S.n.t. Lima, Perú.
26. MINEM (Ministerio de Energía y Minas). 2010. Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería – DECRETO SUPREMO N° 0.55-2010-EM. Lima, Perú. 190p.
27. MINTRA (Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo). 2008. Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico. Lima, Perú. 16p.
28. MINTRA (Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo). 2012. Reglamento de la Ley N° 29873, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Lima, Perú. 17p.
29. Morais Rennó, Virgilio. 2010. Avaliação de riscos de acidentes ocupacionais na usina de triagem e compostagem de resíduos sólidos em Turvolândia – MG. Tesis Maestría en Sistemas de Producción en Agropecuaria. Minas Gerais, Brasil. Universidad José do Rosário Vellano – UNIFENAS. 75p.

30. ONG Ciudad Saludable. 2011. Por la ruta del reciclaje en el Perú. Estudio socioeconómico de la cadena de reciclaje. s.n.t.
31. Pérez Gómez, J. 2010. Gestión de residuos industriales, Guía para la intervención de los trabajadores. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). Paralelo Edición, SA, s.n.t. 98p.
32. Rivera Távara, R. 2004. Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura. Tesis Ing. Industrial y de Sistemas. Piura, Perú. Universidad de Piura. 107p.
33. Rojas Picazo, A; Ledesma de Miguel, J. 2003. NTP 629: Movimientos repetitivos: métodos de evaluación. Método OCRA: actualización. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). 6p.
34. Romera, JL; Lahera Mexía, A; Canals Salinas, R; Galán Cortés, J; Pachón Gallardo, A; Román Delgado, M; Roper Montoro, MC; Yépez Pérez, JL. 2011. Manual de Evaluación de Riesgos. S.n.t. 206p.
35. Slovnaft Petrochemicals. 2005. Ficha de Datos de Seguridad. Polietileno de Baja Densidad Bralen. 6p.
36. Suárez Rodríguez, C.; Velasco Ortega, J; Hernani Mayo, R. 2008. Fracción inhalable de materia particulada: Evaluación Ambiental. S.n.t. 8p.
37. Téllez Maldonado, A. 2012. La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá. Tesis Mg. Medio Ambiente y Desarrollo. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 120p.
38. Teuten, EL; Saquing, JM; Knappe, DR; Barlaz, MA; Jonsson, S; Bjorn, A; Rowland, SJ; Thompson, RC; Galloway, TS; Yamashita, R; Ochi, D; Watanuki, Y; Moore, C; Viet, PH; Tana, TS; Prudente, M; Boonyatumanond, R; Zakaria, MP; Akkhavong, K; Ogata, Y; Hisashi, H; Iwasa, S; Mizukawa, K; Hagino, Y; Imamura, A; Saha, M; Hideshige, T. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. Phil. Trans. Royal Society (Vol. 364). 19p.
39. Thompson, RC; Swan, SH; Moore, CJ; Saal, FS. 2009. Our plastic age. Philosophical Transactions of The Royal Society (Vol 364). 4p.
40. Thornton, J. 2002. Environmental Impacts of Polyvinyl Chloride Building Materials. United States of America: Healthy Bulding Network. 132p.

41. Velasco Ortega, J; Ubiedo Pérez, C; Velasco Pérez, B. 2008. Fracción respirable de materia particulada: Convenios y Evaluación Ambiental. S.n.t. 8p.
42. Werner Boote. 2009. Plastic Planet (documental). Austria y Alemania. 95 min.
43. WorkSafeBC. 2005. Prevención del estrés térmico en el trabajo. S.n.t. 28p.
44. Zaman, T. 2010. The prevalence and Environmental Impact of Single Use Plastic Products. S.n.t. 8p.

VIII. ANEXOS



LOCALIZACION ESMERALDA CORP S.A.C.
ESCALA: 1/10,000

AREA DE ACTUACION URBANISTICA:
ZONIFICACION I 1-R-ZONA VIVIENDA TALLER

PROVINCIA: LIMA
DISTRITO: CHORRILLOS
SAN JUAN DE MIRAFLORES
URBANIZACION: Z - AP
MANZANA: G
LOTE: 1 - A / 1 - B / LOTE 2 / LOTE 30
AVENIDA: AUTOPISTA PANAMERICANA SUR Km. 18.5

TÍTULO: ANEXO 1: UBICACIÓN DE PUNTOS DE ACOPIO DE RESIDUOS SÓLIDOS

UBICACIÓN: ESMERALDA CORP S.A.C. - VIENTO SOLAR S.A.C. LAMINA: P.03

ESCALA: 1/2500 FUENTE: VIENTO SOLAR S.A.C.

ANEXO 2: CANTIDADES DE RESIDUOS SÓLIDOS RE APROVECHABLES Y NO RE APROVECHABLES, EXPRESADOS EN VOLUMEN (m³) Y PESO (kg)

Tabla 55: Cantidades de residuos sólidos expresados en volumen (m³).

		RRSS NO REAPROVECHABLES (M3)	RRSS REAPROVECHABLES (M3)	RRSS TOTAL (M3)	% RRSS NO REAPROVECHABLES (VOLUMEN)	% RRSS REAPROVECHABLES (VOLUMEN)
SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (REGISTROS EN VOLUMEN)	ENERO	192.00	672.88	864.88	22.20	77.80
	FEBRERO	183.00	816.38	999.38	18.31	81.69
	MARZO	194.00	781.03	975.03	19.90	80.10
	ABRIL	136.00	731.69	867.69	15.67	84.33
	MAYO	233.00	805.20	1,038.20	22.44	77.56
	JUNIO	159.00	797.39	956.39	16.62	83.38
	JULIO	216.00	960.84	1,176.84	18.35	81.65
	AGOSTO	171.00	775.65	946.65	18.06	81.94
	SETIEMBRE	90.00	704.55	794.55	11.33	88.67
	OCTUBRE	99.00	741.22	840.22	11.78	88.22
	NOVIEMBRE	102.00	793.77	895.77	11.39	88.61
	DICIEMBRE	125.00	1013.33	1,138.33	10.98	89.02
PROMEDIO	158.33	799.49	957.83	16.42	83.58	

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 56: Cantidades de residuos sólidos expresados en peso (Kg).

		RRSS NO REAPROVECHABLES (KG)	RRSS REAPROVECHABLES (KG)	RRSS TOTAL (KG)	% RRSS NO REAPROVECHABLES (PESO)	% RRSS REAPROVECHABLES (PESO)
SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (REGISTROS EN PESO)	ENERO	60,370.00	41,287.40	101,657.40	59.39	40.61
	FEBRERO	62,460.00	54,188.74	116,648.74	53.55	46.45
	MARZO	85,380.00	36,092.68	121,472.68	70.29	29.71
	ABRIL	61,420.00	19,070.96	80,490.96	76.31	23.69
	MAYO	56,410.00	33,409.50	89,819.50	62.80	37.20
	JUNIO	37,510.00	19,123.50	56,633.50	66.23	33.77
	JULIO	59,200.00	56,115.75	115,315.75	51.34	48.66
	AGOSTO	57,350.00	48,600.00	105,950.00	54.13	45.87
	SETIEMBRE	52,000.00	53,264.84	105,264.84	49.40	50.60
	OCTUBRE	43,060.00	15,442.50	58,502.50	73.60	26.40
	NOVIEMBRE	39,160.00	12,780.00	51,940.00	75.39	24.61
	DICIEMBRE	47,090.00	16,990.00	64,080.00	73.49	26.51
PROMEDIO	55,117.50	33,863.82	88,981.32	63.83	36.17	

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 3: CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RE APROVECHABLES

Tabla 57: Caracterización de residuos sólidos re aprovechables en el año 2013, expresado en peso (Kg).

		Metales (Kg)	Plásticos (Kg)	Papel y cartón (Kg)	Madereros (Kg)	Vidrio (Kg)	RRSS re aprovechables (Kg)
Caracterización de residuos sólidos re aprovechables	Enero	13,678.60	9,319.20	11,747.80	5,939.70	602.10	41,287.40
	Febrero	19,249.00	14,953.34	19,231.76	-	754.64	54,188.74
	Marzo	6,781.92	6,205.90	22,641.24	-	463.62	36,092.68
	Abril	12,821.00	2,719.96	3,530.00	-	-	19,070.96
	Mayo	13,280.00	6,593.50	13,536.00	-	-	33,409.50
	Junio	5,124.00	2,396.50	10,953.00	-	650.00	19,123.50
	Julio	33,513.00	8,372.75	14,230.00	-	-	56,115.75
	Agosto	23,670.00	5,328.00	19,602.00	-	-	48,600.00
	Setiembre	27,208.34	11,625.50	13,150.00	-	1,281.00	53,264.84
	Octubre	5,446.00	1,586.50	8,084.50	-	325.50	15,442.50
	Noviembre	3,258.00	1,113.00	8,409.00	-	-	12,780.00
	Diciembre	2,793.50	806.00	12,416.50	-	974.00	16,990.00
	Promedio	13,901.95	5,918.35	13,127.65	494.98	420.91	33,863.82

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 4: REGISTRO POR EXPOSICIÓN A RUIDO EN PLANTA OPERARIA DE VIENTO SOLAR S.A.C.

Tabla 58: Datos obtenidos en el monitoreo de ruido ocupacional.¹⁸

Ubicación	Puesto	Tipo de Ruido	T (exp.) en hrs.	Aplicación	dB(A)	LMP dB(A) 8hr/día*
R - 01	Segregación	Continuo	0.5	LEQ	70.9	85
				NPSmin	60.2	
				NPSmax	86.5	
				PK	93	
R - 01		Continuo	0,5	LEQ	72.7	85
				NPSmin	60.2	
				NPSmax	86.4	
				PK	87.1	
R - 01		Continuo	0,5	LEQ	73.6	85
				NPSmin	65.1	
				NPSmax	80.1	
				PK	92.1	
R - 02	Disposición Final	Continuo	0,5	LEQ	65.3	85
				NPSmin	57.3	
				NPSmax	66.7	
				PK	77.3	
R - 02		Continuo	0,5	LEQ	66.2	85
				NPSmin	57.3	
				NPSmax	68.5	
				PK	77.8	
R - 02		Continuo	0,5	LEQ	63.5	85
				NPSmin	52.4	
				NPSmax	65.3	
				PK	73.9	
R - 03	Corte	Fluctuante	0,5	LEQ	93.1	85
				NPSmin	84.7	
				NPSmax	98.4	
				PK	100	
R - 03		Fluctuante	0,5	LEQ	92.7	85
				NPSmin	81.9	
				NPSmax	101.3	
				PK	106.6	
R - 03		Fluctuante	0,5	LEQ	90.4	85
				NPSmin	79.5	
				NPSmax	100.1	
				PK	105.8	

¹⁸ LEQ (Nivel de sonido equivalente), NPS (Nivel de presión sonora), PK (nivel sonoro pico).

Tabla 58: Datos obtenidos en el monitoreo de ruido ocupacional (Continuación).

Ubicación	Puesto	Tipo de Ruido	T (exp.) en hrs.	Aplicación	dB(A)	LMP dB(A) 8hr/día*	
R - 04	Aglomeración	Fluctuante	0,5	LEQ	89.5	85	
				NPSmin	77.2		
				NPSmax	99.2		
				PK	104.2		
R - 04		Fluctuante	0,5	0,5	LEQ	89.1	85
					NPSmin	77.3	
					NPSmax	99.1	
					PK	100.2	
R - 04		Fluctuante	0,5	0,5	LEQ	88.6	85
					NPSmin	75.3	
					NPSmax	100.5	
					PK	103.8	
R - 05	Pelletización	Continuo	0,5	LEQ	83.6	85	
				NPSmin	82.1		
				NPSmax	87		
				PK	100.7		
R - 05		Continuo	0,5	0,5	LEQ	85	85
					NPSmin	84	
					NPSmax	87	
					PK	101.5	
R - 06		Continuo	0,5	0,5	LEQ	84.5	85
					NPSmin	83.7	
					NPSmax	89.2	
					PK	100.6	
R - 06		Continuo	0,5	0,5	LEQ	85	85
					NPSmin	83.7	
					NPSmax	88.1	
					PK	99.6	
R - 07		Continuo	0,5	0,5	LEQ	86.7	85
					NPSmin	85.9	
	NPSmax				88.9		
	PK				102		
R - 07	Continuo	0,5	0,5	LEQ	87.5	85	
				NPSmin	86.5		
				NPSmax	88.5		
				PK	102		
R - 08	Continuo	0,5	0,5	LEQ	87.1	85	
				NPSmin	85.7		
				NPSmax	90.3		
				PK	101.5		
R - 08	Continuo	0,5	0,5	LEQ	89.5	85	
				NPSmin	88.9		
				NPSmax	90.3		
				PK	103.1		

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 5: EVALUACIÓN DEL CONSUMO METABÓLICO SEGÚN ACTIVIDAD¹⁹

Tabla 59: Evaluación de consumo metabólico en Segregación de residuos

Segregación				
Trabajo	Tiempo		Gasto	
	hrs.	%	Descripción	Kcal/min
Segregación in situ	7	0.875	A. De pie.	0.6
			B. Trabajo con dos brazos, ligero	1.5
Disposición final	1	0.125	A. Andando	2.5
			B. Trabajo con el cuerpo, pesado	7
Gasto Metabólico Basal				1
Gasto Calórico Total				4.025
Gasto Calórico Total en Kcal/h				241.5
CATEGORÍA DE INTENSIDAD DEL TRABAJO: MODERADO				

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 60: Evaluación de consumo metabólico en Aglomeración de plástico.

Aglomeración				
Trabajo	Tiempo		Gasto	
	hrs.	%	Descripción	Kcal/min
Carga de sacas de materia prima y sacos de aglomerado	1	0.125	A. Andando	2.5
			B. Trabajo con el cuerpo, pesado	7
Proceso de aglomeración en máquina	7	0.875	A. De pie	0.6
			Trabajo con dos brazos, pesado	2.5
Gasto Metabólico Basal				1
Gasto Calórico Total				4.9
Gasto Calórico Total en Kcal/h				294
CATEGORÍA DE INTENSIDAD DEL TRABAJO: MODERADO				

FUENTE: Elaboración propia.

¹⁹ Procedimiento según “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería”, DS N° 055-2010-EM.

Tabla 61: Evaluación de consumo metabólico en Corte de plástico.

Corte				
Trabajo	Tiempo		Gasto	
	hrs.	%	Descripción	Kcal/min
Carga de sacas de materia prima y producto cortado	2.5	0.313	A. Andando	2.5
			B. Trabajo con el cuerpo, moderad.	5
Proceso de corte en máquina	5.5	0.687	A. De pie	0.6
			B. Trabajo con dos brazos, ligero	1.5
Gasto Metabólico Basal				1
Gasto Calórico Total				4.7902
Gasto Calórico Total en Kcal/h				287.412
CATEGORÍA DE INTENSIDAD DEL TRABAJO: MODERADO				

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 62: Evaluación de consumo metabólico en Peletización de plástico.

Peletización				
Trabajo	Tiempo		Gasto	
	hrs.	%	Descripción	Kcal/min
Carga de aglomerado a tolva de ingreso	1	0.125	A. Andando	2.5
			B. Trabajo con el cuerpo, pesado	7
Proceso de peletizado en máquina	5	0.625	A. Andando	2.5
			B. Trabajo con dos brazos, pesado	2.5
Ensacado de producto final	1	0.125	A. Andando	2.5
			B. Trabajo con el cuerpo, pesado	7
Cuidado visual del proceso	1	0.125	A. Sentado	0.3
			B. -	0
Gasto Metabólico Basal				1
Gasto Calórico Total				6.5375
Gasto Calórico Total en Kcal/h				392.25
CATEGORÍA DE INTENSIDAD DEL TRABAJO: PESADO				

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 6: REGISTRO POR EXPOSICIÓN A ESTRÉS TÉRMICO EN PLANTA OPERARIA DE VIENTO SOLAR S.A.C.

Tabla 63: Monitoreo de exposición a estrés térmico en la actividad de Peletización de plástico.

Actividad	Código de ubicación	Hora	Altura (m)	Temperatura de globo (°C)	Temperatura de bulbo seco (°C)	Temperatura de bulbo húmedo (°C)	Índice WBGT ²⁰	Índice WBGT Promedio por punto	WBGT Promedio por actividad
PELETIZACIÓN	P-05	12:25	0.1	28.4	26.5	21.2	23.4	23.4	24.7
		12:35	1.1	28.5	26.9	21.1	23.3		
		12:45	1.7	28.9	27.1	21.2	23.5		
	P-05 ²¹	03:05	1.1	28.7	27.6	21.4	23.6	23.6	
	P-09	01:10	0.1	36.8	30.8	24.1	27.9	27.4	
		01:20	1.1	37	30.9	24.2	28.0		
		01:30	1.7	33.4	28.8	22.4	25.7		
	P-09	03:30	0.1	37.4	37.3	25.5	29.1	27.8	
		03:40	1.1	35.4	33.1	24	27.4		
		03:50	1.7	36.6	32.2	23.5	27.4		
	P-08	02:40	1.1	27.5	27.2	21.8	23.5	23.5	
	P-08	10:55	0.1	26.3	26	21.2	22.7	22.7	
		11:05	1.1	26.4	25.9	21.1	22.7		
		11:15	1.7	26.7	26.2	21.2	22.9		

FUENTE: Elaboración propia.

²⁰ Procedimiento según “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería”, DS N° 055-2010-EM.

²¹ En el punto P-05 y P-08 no fue necesario realizar la segunda medición en las tres alturas (0.1m., 1.1m. y 1.7m.) ya que según el reglamento mencionado sólo será necesario en caso que exista variación significativa en el índice WBGT, lo cual no se presentó en la primera medición; caso contrario en el punto P-09 donde sí hubo diferencias por lo que fue necesario realizar la segunda medición en las tres alturas respectivas.

ANEXO 6: (CONTINUACIÓN). REGISTRO POR EXPOSICIÓN A ESTRÉS TÉRMICO EN PLANTA OPERARIA DE VIENTO SOLAR S.A.C.

Tabla 64: Monitoreo de exposición a estrés térmico en las actividades de Segregación de residuos sólidos, corte de plástico y aglomeración de plástico.

Actividad	Código de ubicación	Hora	Altura (m)	Temperatura de globo (°C)	Temperatura de bulbo seco (°C)	Temperatura de bulbo húmedo (°C)	Índice WBGT promedio por punto	WBGT Promedio por actividad
SEGREGACIÓN	P-01	10:10	0.1	28.8	24.6	20.8	22.8	22.4
		10:20	1.1	28.5	23.9	20.4	22.4	
		10:30	1.7	28	23.3	20	21.9	
CORTE	P-03	01:55	0.1	24.8	23.4	20	21.3	21.5
		02:05	1.1	25.1	24.2	20.5	21.8	
		02:15	1.7	24.7	23	20	21.2	
AGLOMERACIÓN	P-04	11:40	0.1	28.4	26.2	21.2	23.1	24.0
		11:50	1.1	32.3	27.8	22.1	24.7	
		12:00	1.7	30.4	26	20.9	23.3	

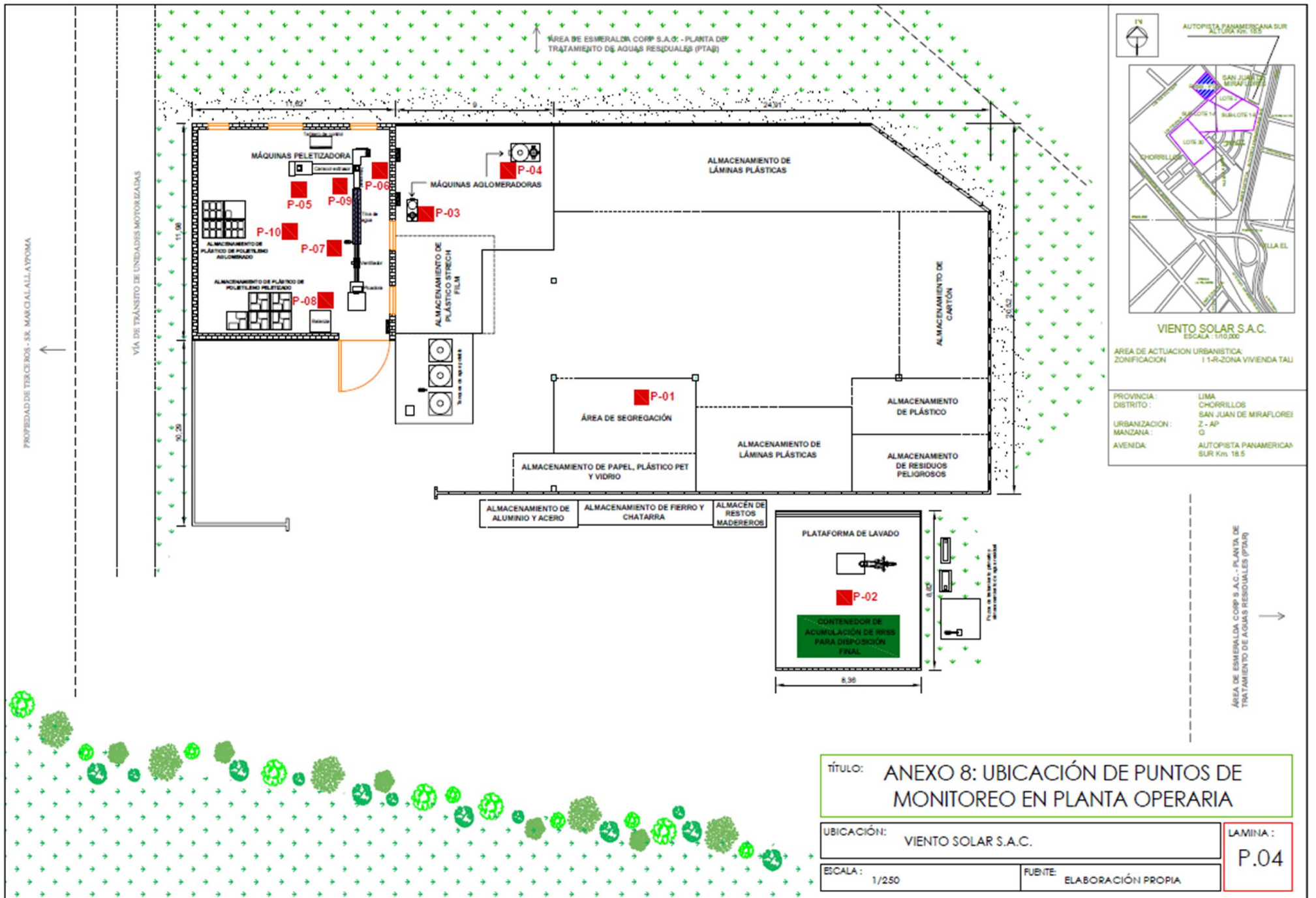
FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 7: REGISTRO POR EXPOSICIÓN A VIBRACIÓN DE CUERPO TOTAL

Tabla 65: Exposición a vibración en las actividades de corte de plástico, aglomeración de plástico y peletización de plástico.

Actividad	Descripción de ubicación del acelerómetro	Aceleración m/s ²	Aceleración promedio m/s ²
Corte	Base sobre la que se para el operario para manipular la máquina.	0.5	0.5
Aglomeración	Base sobre la que se para el operario para manipular la máquina.	0.7	0.7
Peletización	Máquina peletizadora, tolva de ingreso de materia prima.	3.1	1.4
	Base sobre la que se almacena sacos con materia prima para proceso.	0.3	
	Base de la máquina peletizadora.	2.2	
	Piso cercano a la máquina y área de manipulación.	0.1	

FUENTE: Elaboración propia.



AUTOPISTA PANAMERICANA SUR
 ALTURA KM. 18.5

SAN JUAN DE MIRAFLORES
 LOTE 14
 SUBLOTE 14
 LOTE 14
 CHORRILLOS
 VILLA EL

VIENTO SOLAR S.A.C.
 ESCALA: 1/10,000

ÁREA DE ACTUACIÓN URBANÍSTICA:
 ZONIFICACIÓN: I-1-R-ZONA VIVIENDA TAU

PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: CHORRILLOS
 URBANIZACIÓN: SAN JUAN DE MIRAFLORES
 MANZANA: Z - AP
 AVENIDA: AUTOPISTA PANAMERICANA SUR Km. 18.5

TÍTULO: ANEXO 8: UBICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO EN PLANTA OPERARIA	
UBICACIÓN: VIENTO SOLAR S.A.C.	LAMINA: P.04
ESCALA: 1/250	FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ANEXO 9: EVALUACIÓN DE RIESGO ERGONÓMICO – MOVIMIENTO REPETITIVO

Se presentan los puntajes obtenidos en cada proceso y actividad evaluada, en el primer caso se detallan todos los parámetros evaluados, en tanto que los siguientes casos sólo se presentarán los resultados, que para su obtención siguieron el mismo procedimiento.

1. Proceso: Segregación de residuos sólidos.

Actividad: Segregación de residuos re aprovechables y no re aprovechables.

Datos organizativos - Factor Duración

Descripción		Minutos
Duración del turno (min)	Oficial	480
	Efectivo	480
Pausas (min) [Considerar la suma total de minutos de pausa sin considerar comida]	De contrato	0
	Efectivo	0
Pausa para comer (min) [Sólo si está considerada dentro de la duración del turno]	Oficial	0
	Efectivo	0
Tiempo total de trabajo no repetitivo (min) [P. ej. limpieza, abastecimiento y control visual]	Oficial	90
	Efectivo	90
Tiempo neto de trabajo repetitivo (min)		390
Factor Duración²²:		0.95

Factor Recuperación

- 0** Existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora (incluyendo pausa para comer); o bien, el tiempo de recuperación está dentro del ciclo.
- 1** Existen dos interrupciones en la mañana y dos por la tarde (más una pausa para comer) de una duración mínima de 8 – 10 minutos en el turno de 7 – 8 horas, ó como mínimo 4 interrupciones además de la pausa para comer, ó 4 interrupciones de 8 – 10 minutos en el turno de 6 horas.

²² El Factor Duración depende directamente del Tiempo neto de trabajo repetitivo, pudiendo variar de 0.5 en el caso de menor minutos, a 1 cuando el Tiempo neto es de 480 (8 horas laborales), o incluso llegar a 1.5 cuando el Tiempo neto supera los 480 minutos.

3

Existen 2 pausas de una duración mínima de 8 – 10 minutos cada una en el turno de 6 horas (sin pausa para comer); o bien, 3 pausas más una pausa para comer en el turno de 7 – 8 horas.

4

Existen 2 interrupciones (más una pausa para comer) de una duración mínima de 8 – 10 minutos en el turno de 7 – 8 horas (o 3 pausas pero ninguna para comer); o bien, en el turno de 6 horas, una pausa de al menos 8-10 minutos.



En el turno de 7 horas, sin pausa para comer, existe sólo una pausa de al menos 10 minutos; o bien, en el turno de 8 horas existe una única pausa para comer, la cuál no cuenta como horas de trabajo.

10

No existen pausas reales, excepto algunos minutos (menos de 5) en el turno de 7 – 8 horas.

Factor Recuperación:

6

Factor Frecuencia



Los movimientos de los brazos son lentos con posibilidad de frecuentes interrupciones (20 acciones/minuto).

1

Los movimientos de los brazos no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto ó una acción cada 2 segundos), con posibilidad de breves interrupciones.

3

Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) pero con posibilidad de breves interrupciones.

4

Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) la posibilidad de interrupciones es más escasa e irregular.

8

Los movimientos de los brazos son muy rápidos y constantes (60 acciones/min.)

10

Frecuencia muy alta (70 acciones/min. o más)

Factor Frecuencia:

0






Factor Fuerza

La actividad laboral implica el uso de fuerza MUY INTENSA (Puntuación 8 de la escala de Borg) ²³	
Para:	
<input type="checkbox"/> Tirar o empujar palancas.	[Duración total del esfuerzo]
<input type="checkbox"/> Cerrar o abrir.	<input style="border: 1px solid red; width: 20px; height: 15px; text-align: center; color: red;" type="text" value="6"/> 2 segundos cada 10 min.
<input type="checkbox"/> Presionar o manipular componentes.	<input style="border: 1px solid red; width: 20px; height: 15px; text-align: center; color: red;" type="text" value="12"/> 1 % del tiempo
<input type="checkbox"/> Utilizar herramientas.	<input style="border: 1px solid red; width: 20px; height: 15px; text-align: center; color: red;" type="text" value="24"/> 5 % del tiempo
<input type="checkbox"/> Usar el peso del cuerpo para obtener fuerza necesaria.	<input style="border: 1px solid red; width: 20px; height: 15px; text-align: center; color: red;" type="text" value="32"/> Más del 10% del tiempo
<input type="checkbox"/> Manipular componentes para levantar objetos	

La actividad laboral implica el uso de FUERZA INTENSA (Puntuación 5-6-7 de la escala de Borg)	
Para:	
<input type="checkbox"/> Tirar o empujar palancas.	[Duración total del esfuerzo]
<input type="checkbox"/> Pulsar botones.	<input style="border: 1px solid red; width: 20px; height: 15px; text-align: center; color: red;" type="text" value="4"/> 2 segundos cada 10 min.
<input type="checkbox"/> Cerrar o abrir.	<input style="border: 1px solid red; width: 20px; height: 15px; text-align: center; color: red;" type="text" value="8"/> 1 % del tiempo
<input type="checkbox"/> Manipular o presionar objetos.	<input style="border: 1px solid red; width: 20px; height: 15px; text-align: center; color: red;" type="text" value="16"/> 5 % del tiempo
<input type="checkbox"/> Utilizar herramientas.	<input style="border: 1px solid red; width: 20px; height: 15px; text-align: center; color: red;" type="text" value="24"/> Más del 10% del tiempo
<input type="checkbox"/> Manipular componentes para levantar objetos.	

La actividad laboral implica el uso de fuerza MODERADA (Puntuación 3-4 en la escala de Borg)	
Para:	
<input type="checkbox"/> Tirar o empujar palancas.	[Duración total del esfuerzo]
<input type="checkbox"/> Pulsar botones.	<input style="border: 1px solid red; width: 20px; height: 15px; text-align: center; color: red;" type="text" value="2"/> 2 segundos cada 10 min.
<input type="checkbox"/> Cerrar o abrir.	<input style="border: 1px solid red; width: 20px; height: 15px; text-align: center; color: red;" type="text" value="4"/> 1 % del tiempo

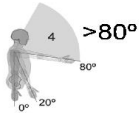
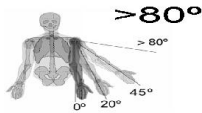
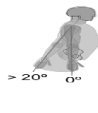
²³ La escala de Borg estima la intensidad del esfuerzo y la fuerza realizada por el sujeto a partir de su propia percepción. Según esta escala (CR-10), “0” indica un esfuerzo nulo, “1” esfuerzo muy débil, “3” esfuerzo moderado, “5” esfuerzo duro o pesado, “7” esfuerzo muy duro, y progresivamente hasta “10” esfuerzo extremadamente duro o casi máximo (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo – INSHT, 2011).

 Manipular o presionar objetos.	 5 % del tiempo
 Utilizar herramientas.	 Más del 10% del tiempo
 Manipular componentes para levantar objetos.	

Factor Fuerza²⁴:

6

Posturas forzadas

Hombro		
<p>Flexión</p> 	<p>Abducción</p> 	<p>Extensión</p> 

1

El/los brazos no descansan sobre la superficie de trabajo sino que están ligeramente elevados durante algo más de la mitad del tiempo.

2

Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi un 10% del tiempo.



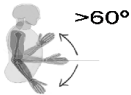
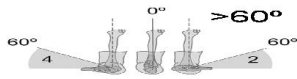
Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi 1/3 del tiempo.

12

Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo.

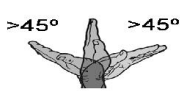
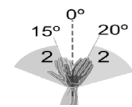
24

Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi todo el tiempo.





Codo	
<p>Extensión-Flexión</p> 	<p>Prono-Supinación</p> 

²⁴ Factor Fuerza es la suma de todas las actividades con niveles diferentes de Fuerza (Fuerza Muy Intensa + Fuerza Intensa + Fuerza Moderada).

- 2 El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos cerca de 1/3 del tiempo.
- 4 El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos repentinos por más de la mitad del tiempo.
- 8 El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos repentinos por casi todo el tiempo.

Muñeca	
Extensión-Flexión 	Desviación Radio-Ulnar 

- 2 La muñeca debe doblarse en una posición extrema o adoptar posturas molestas (amplias flexiones, extensiones o desviaciones laterales) por lo menos 1/3 del tiempo.
- 4 La muñeca debe doblarse en una posición extrema o adoptar posturas molestas por más de la mitad del tiempo.
- 8 La muñeca debe doblarse en una posición extrema por casi todo el tiempo.

Mano			
Pinza 	Pinza 	Toma de Gancho 	Presa Palmar 

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 2 Por cada 1/3 del tiempo <input type="checkbox"/> 4 Más de la mitad del tiempo. <input type="checkbox"/> 8 Casi todo el tiempo. | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Con los dedos juntos (precisión) <input type="checkbox"/> Con la mano casi completamente abierta (presa palmar) <input type="checkbox"/> Con los dedos en forma de gancho. <input checked="" type="checkbox"/> Con otros tipos de toma o agarre similares a los indicados anteriormente. |
|--|--|

Estereotipo



Presencia del movimiento del hombro y/o codo y/o muñeca y/o mano idénticos, repetidos por **más de la mitad del tiempo** (o tiempo de ciclo entre 8 y 15 segundos en que prevalecen las acciones técnicas, incluso distintas entre ellas, de los miembros superiores).

3

Presencia del movimiento del hombro y/o codo y/o muñeca y/o mano idénticos, repetidos **casi todo el tiempo** (o tiempo de ciclo inferior a 8 segundos en que prevalecen las acciones técnicas, incluso distintas entre ellas, de los miembros superiores).

Factor Postura²⁵:

7.5

Factores de riesgo complementario

Factores físico-mecánicos

2

Se emplean por más de la mitad del tiempo guantes inadecuados para la tarea, (incómodos, demasiado gruesos, talla incorrecta).

2

Presencia de movimientos repentinos, bruscos con frecuencia de 2 o más por minuto.

2

Presencia de impactos repetidos (uso de las manos para dar golpes) con frecuencia de al menos 10 veces por hora.

2

Contacto con superficies frías (inferior a 0 grados) o desarrollo de labores en cámaras frigoríficas por más de la mitad del tiempo.

2

Se emplean herramientas vibratorias por al menos un tercio del tiempo. Atribuir un valor de 4 en caso de uso de instrumentos con elevado contenido de vibración (ej. Martillo neumático, etc.) Utilizados en al menos 1/3 del tiempo.

2

Se emplean herramientas que provocan compresión sobre las estructuras musculosas y tendinosas (verificar la presencia de enrojecimiento, callos, heridas, etc. Sobre la piel).

2

Se realizan tareas de precisión durante más de la mitad del tiempo (tareas en áreas menores a 2 o 3mm) que requieren distancia visual de acercamiento.

2

Existen más factores adicionales al mismo tiempo que ocupan más de la mitad del tiempo.

3

Existen uno o más factores complementarios que ocupan casi todo el tiempo.

²⁵ Factor Postura es el máximo valor de los factores: hombro, codo, muñeca y mano, más el factor Estereotipo.

Factores socio-organizativos

1

El ritmo de trabajo está determinado por la máquina, pero existen “espacios de recuperación” por lo que el ritmo puede acelerarse o desacelerar.

2

El ritmo de trabajo está completamente determinado por la máquina.

Factor Complementario²⁶:

0

En Resumen:

Tabla 66: Evaluación de índice de riesgo por trabajo repetitivo en Segregación de RRSS.

RESUMEN - Factores de riesgo por trabajo repetitivo	
Tiempo de recuperación insuficiente (FR)	6
Frecuencia de movimiento (FF)	0
Aplicación de fuerza (FFz)	6
Posturas forzadas (FP)	7.5
Factores de riesgo complementarios (FC)	0
Factor duración (FD)	0.95
Índice de riesgo y valoración²⁷	18.53

FUENTE: Elaboración propia.

²⁶ Factor Complementario es igual al máximo valor de Factores físico-mecánico más el máximo valor de Factores socio-organizativos.

²⁷ Índice de riesgo y valoración = (FR+FF+FFz+FP+FC)xFD

2. Proceso: Acondicionamiento de plástico

Actividad: Segregación y habilitación de tipos de plásticos.

Tabla 67: Evaluación de índice de riesgo por trabajo repetitivo en Acondicionamiento de plástico.

Factores de riesgo por trabajo repetitivo	
Tiempo de recuperación insuficiente	6
Frecuencia de movimiento	0
Aplicación de fuerza	4
Posturas forzadas	4
Factores de riesgo complementarios	0
Factor duración	0.75
Índice de riesgo y valoración	10.5

FUENTE: Elaboración propia.

3. Proceso: Aglomeración de plástico

Actividad: Aglomerado de plástico en máquina.

Tabla 68: Evaluación de índice de riesgo por trabajo repetitivo en Aglomeración de plástico/Agglomerado en máquina.

Factores de riesgo por trabajo repetitivo	
Tiempo de recuperación insuficiente	6
Frecuencia de movimiento	0
Aplicación de fuerza	4
Posturas forzadas	2
Factores de riesgo complementarios	3
Factor duración	0.75
Índice de riesgo y valoración	11.3

FUENTE: Elaboración propia.

4. **Proceso:** Aglomeración de plástico.

Actividad: Ensacado de material aglomerado.

Tabla 69: Evaluación de índice de riesgo por trabajo repetitivo en Aglomeración de plástico/Ensacado de material aglomerado.

Factores de riesgo por trabajo repetitivo	
Tiempo de recuperación insuficiente	6
Frecuencia de movimiento	0
Aplicación de fuerza	8
Posturas forzadas	4
Factores de riesgo complementarios	0
Factor duración	0.5
Índice de riesgo y valoración	9

FUENTE: Elaboración propia.

5. **Proceso:** Peletización de plástico.

Actividad: Carga de material en tolva de ingreso.

Tabla 70: Evaluación de índice de riesgo por trabajo repetitivo en Peletización de plástico/Carga de material en tolva de ingreso.

Factores de riesgo por trabajo repetitivo	
Tiempo de recuperación insuficiente	6
Frecuencia de movimiento	0
Aplicación de fuerza	8
Posturas forzadas	2
Factores de riesgo complementarios	2
Factor duración	0.65
Índice de riesgo y valoración	11.7

FUENTE: Elaboración propia.

6. Proceso: Peletización de plástico.

Actividad: Ensacado de pélet plástico.

Tabla 71: Evaluación de índice de riesgo por trabajo repetitivo en Peletización de plástico/Ensacado de pélet plástico.

Factores de riesgo por trabajo repetitivo	
Tiempo de recuperación insuficiente	6
Frecuencia de movimiento	0
Aplicación de fuerza	8
Posturas forzadas	4
Factores de riesgo complementarios	1
Factor duración	0.5
Índice de riesgo y valoración	9.5

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 10: EVALUACIÓN DE RIESGO ERGONÓMICO – MANEJO MANUAL DE CARGA

Se presentan los puntajes obtenidos en cada proceso y actividad evaluada, en el primer caso se detallan todos los parámetros evaluados, en tanto que los siguientes casos sólo se presentarán los resultados, que para su obtención siguieron el mismo procedimiento.

1. PROCESO: Recolección y Transporte.

ACTIVIDAD: Recolección y carga manual de RRSS.

1.1 PESO MANEJADO / FRECUENCIA: Se determinó según el siguiente gráfico (Figura 23), la recolección y carga manual se realiza en promedio cada 30 minutos y los pesos, si bien son variables, pueden llegar a ser de 30 o 40 kg, por lo que para este caso el valor será de $N=4$.

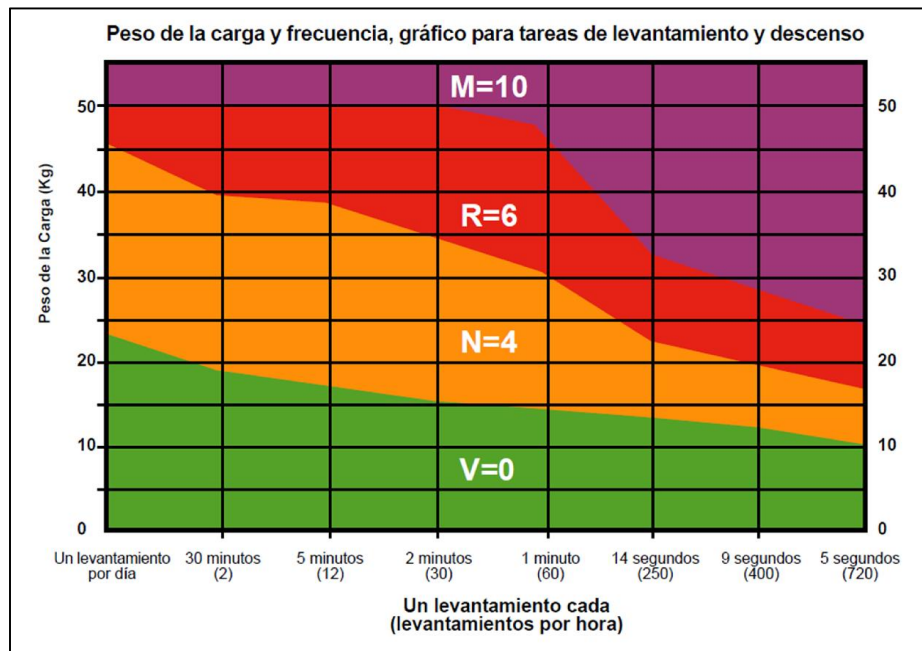


Figura 23: Gráfica para determinar el nivel de riesgo por peso manejado y frecuencia de carga según la metodología MAC. (Asociación Chilena de Seguridad – ACHS, 2005).

1.2 DISTANCIA ENTRE LAS MANOS Y LA ESPALDA (región lumbar):

Según las siguientes imágenes (Figura 24), el Nivel será Verde = 0.



Figura 24: Riesgo según la distancia entre las manos y espalda (ACHS, 2005).

1.3 REGIÓN VERTICAL DE LEVANTAMIENTO O DESCENSO:

Según las siguientes imágenes (Figura 25), para el caso en estudio la carga se maneja entre la altura de las rodillas y los codos (Nivel Verde = 0).



Figura 25: Riesgo según región vertical de levantamiento o descenso de carga (ACHS, 2005).

1.4 TORSIÓN Y LATERALIZACIÓN DE TRONCO: Según las imágenes (Figura 26), no existe torsión de tronco por lo que el Nivel es Verde = 0.

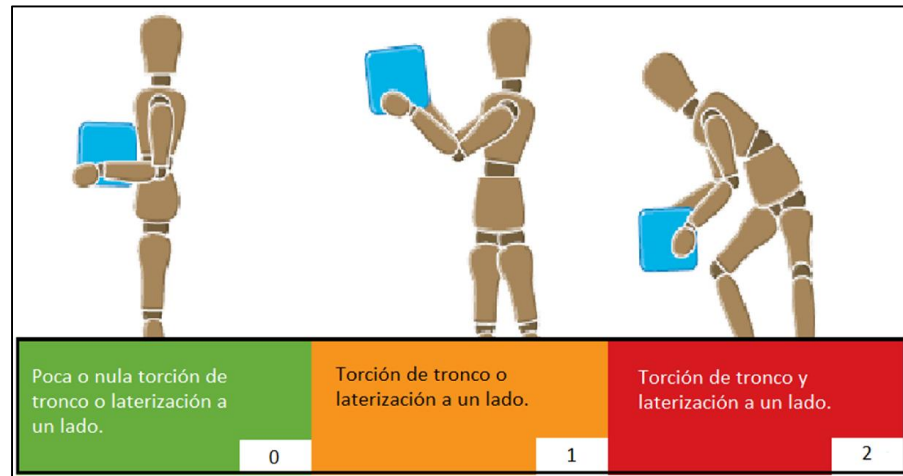


Figura 26: Riesgo según torsión y lateralización de tronco en metodología MAC (Health and Safety Executive – HSE, 2014).

1.5 RESTRICCIONES POSTURALES: Al realizar la recolección de RRSS de los puntos de acopio se debe optar posturas incómodas y espacio reducido, por lo que el Nivel es Naranja = 1 (Figura 27).



Figura 27: Riesgo según restricciones posturales (ACHS, 2005).

1.6 ACOPLAMIENTO MANO-OBJETO: Los residuos sólidos tienen formas muy variables, muchos de ellos no tienen sistema de sujeción alguno, por lo que el Nivel elegido es Naranja = 1 (Figura 28).



Figura 28: Riesgo según acoplamiento mano - objeto (ACHS, 2005).

1.7 SUPERFICIE DE TRABAJO: En todo Esmeralda Corp, donde se ubican los puntos de acopio, usualmente los pisos están secos y limpios por los que el Nivel es Verde = 0 (Figura 29).



Figura 29: Riesgo según superficie de trabajo en metodología MAC (ACHS, 2005).

1.8 OTROS FACTORES AMBIENTALES COMPLEMENTARIOS: Al recoger los residuos sólidos se presentan corrientes de aire, por lo que el Nivel es Naranja = 1 (Figura 30).



Figura 30: Riesgo según factores ambientales complementarios en metodología MAC (ACHS, 2005).

En resumen:

Tabla 72: Evaluación de manejo manual de carga en la recolección y carga manual de residuos sólidos.

Recolección y carga manual de RRSS			
	Factores de Riesgo	Color	Valor
A	Peso de la carga y frecuencia	Naranja	4
B	Distancia horizontal de las manos a la región lumbar	Verde	0
C	Región vertical de levantamiento-descenso	Verde	0
D	Torsión y lateralización de tronco	Verde	0
E	Restricciones posturales	Naranja	1
F	Acoplamiento mano objeto	Naranja	1
G	Superficie de trabajo	Verde	0
H	Factores ambientales (aire, temperaturas, iluminación)	Naranja	1
Puntaje Total			7
Categoría de Acción			2

FUENTE: Elaboración propia.

2. **PROCESO:** Recolección y Transporte.

ACTIVIDAD: Descarga manual de RRSS.

Tabla 73: Evaluación de manejo manual de carga en la descarga manual de residuos sólidos.

Descarga manual de RRSS			
	Factores de Riesgo	Color	Valor
A	Peso de la carga y frecuencia	Naranja	4
B	Distancia horizontal de las manos a la región lumbar	Verde	0
C	Región vertical de levantamiento-descenso	Verde	0
D	Torsión y lateralización de tronco	Verde	0
E	Restricciones posturales	Naranja	1
F	Acoplamiento mano objeto	Naranja	1
G	Superficie de trabajo	Verde	0
H	Factores ambientales (aire, temperaturas, iluminación)	Naranja	1
Puntaje Total			7
Categoría de Acción			2

FUENTE: Elaboración propia.

3. **PROCESO:** Disposición Final

ACTIVIDAD: Carga y descarga de RRSS no re aprovechables al contenedor de disposición final.

Tabla 74: Evaluación de manejo manual de carga en la carga y descarga de residuos sólidos no re aprovechables al contenedor de disposición final.

Carga y descarga de RRSS no re aprovechables al contenedor de disposición final			
	Factores de Riesgo	Color	Valor
A	Peso de la carga y frecuencia	Naranja	4
B	Distancia horizontal de las manos a la región lumbar	Naranja	3
C	Región vertical de levantamiento-descenso	Rojo	3
D	Torsión y lateralización de tronco	Verde	0
E	Restricciones posturales	Naranja	1
F	Acoplamiento mano objeto	Naranja	1
G	Superficie de trabajo	Verde	0
H	Factores ambientales (aire, temperaturas, iluminación)	Verde	0
Puntaje Total			12
Categoría de Acción			2

FUENTE: Elaboración propia.

4. **PROCESO:** Aglomeración de plástico.

ACTIVIDAD: Almacenamiento de material aglomerado terminado.

Tabla 75: Evaluación de manejo manual de carga en el almacenamiento de material aglomerado terminado.

Almacenamiento de material aglomerado terminado.			
	Factores de Riesgo	Color	Valor
A	Peso de la carga y frecuencia	Naranja	4
B	Distancia horizontal de las manos a la región lumbar	Naranja	3
C	Carga asimétrica sobre la espalda.	Morado	3
D	Restricciones posturales	Verde	0
E	Acoplamiento mano objeto	Naranja	1
F	Superficie de tránsito.	Verde	0
G	Factores ambientales (aire, temperaturas, iluminación)	Verde	0
H	Distancia de traslado.	Rojo	3
I	Obstáculos	Verde	0
Puntaje Total			14
Categoría de Acción			3

FUENTE: Elaboración propia.

5. **PROCESO:** Aglomeración de plástico.

ACTIVIDAD: Carga de material plástico a la aglomeradora.

Tabla 76: Evaluación de manejo manual de carga en la carga de material plástico a la aglomeradora.

Carga de material plástico a la aglomeradora.			
	Factores de Riesgo	Color	Valor
A	Peso de la carga y frecuencia	Naranja	4
B	Distancia horizontal de las manos a la región lumbar	Verde	0
C	Región vertical de levantamiento-descenso	Rojo	3
D	Torsión y lateralización de tronco	Verde	0
E	Restricciones posturales	Naranja	1
F	Acoplamiento mano objeto	Verde	0
G	Superficie de trabajo	Rojo	2
H	Factores ambientales (aire, temperaturas, iluminación)	Naranja	1
Puntaje Total			11
Categoría de Acción			2

FUENTE: Elaboración propia.

6. PROCESO: Peletización

ACTIVIDAD: Carga de materia prima en tolva de ingreso.

Tabla 77: Evaluación de manejo manual de carga en la carga de materia prima en la tolva de ingreso de la máquina peletizadora.

Carga de material en tolva de ingreso.			
	Factores de Riesgo	Color	Valor
A	Peso de la carga y frecuencia	Naranja	4
B	Distancia horizontal de las manos a la región lumbar	Naranja	3
C	Región vertical de levantamiento-descenso	Rojo	3
D	Torsión y lateralización de tronco	Verde	0
E	Restricciones posturales	Verde	0
F	Acoplamiento mano objeto	Naranja	1
G	Superficie de trabajo	Rojo	2
H	Factores ambientales (aire, temperaturas, iluminación)	Naranja	1
Puntaje Total			14
Categoría de Acción			3

FUENTE: Elaboración propia.

7. PROCESO: Peletización de plástico.

ACTIVIDAD: Almacenamiento de material terminado.

Tabla 78: Evaluación de manejo manual de carga en el almacenamiento de material peletizado terminado.

Almacenamiento.			
	Factores de Riesgo	Color	Valor
A	Peso de la carga y frecuencia	Naranja	4
B	Distancia horizontal de las manos a la región lumbar	Naranja	3
C	Carga asimétrica sobre la espalda.	Morado	3
D	Restricciones posturales	Verde	0
E	Acoplamiento mano objeto	Naranja	1
F	Superficie de tránsito.	Verde	0
G	Factores ambientales (aire, temperaturas, iluminación)	Verde	0
H	Distancia de traslado.	Naranja	1
I	Obstáculos	Verde	0
Puntaje Total			12
Categoría de Acción			2

FUENTE: Elaboración propia.