



Análisis de riesgos de la seguridad e higiene ocupacional durante el manejo de residuos sólidos y reciclaje de plástico polietileno¹

Juan Diego Ramos Ascue², Wilfredo Baldeón Quispe³

Environmental risk management in the storage and trading of chemical products

Análise de riscos da segurança e higiene ocupacional durante o manejo de resíduos sólidos e reciclagem do plástico polietileno

RESUMEN

Introducción. Según Pérez (2010) por cada tonelada de residuos que se genera por el consumo de cualquier producto, se han producido 25 toneladas de residuos en el proceso de extracción de materias primas y fabricación del producto, por lo que es imprescindible realizar una correcta gestión de los residuos teniendo en cuenta los riesgos de seguridad e higiene ocupacional que se presentan durante su manejo. **Objetivo.** En ese sentido en el presente trabajo se identifican y evalúan los riesgos de seguridad e higiene ocupacional durante la recogida y segregación de residuos sólidos así como en el acondicionamiento, aglomerado y peletizado del plástico reciclado. **Materiales y métodos.** El diagnóstico de seguridad ocupacional se fundamentó en el registro de accidentes laborales ocurridos en el período de julio 2013 a junio 2014, en tanto que el diagnóstico en higiene ocupacional se hizo a partir de mediciones de ruido, iluminación, estrés térmico, vibración, material particulado total y respirable, manejo manual de carga y trabajo repetitivo. **Resultados.** Se identificaron 77 peligros a los que se exponen los trabajadores de la empresa. Estos peligros fueron evaluados mediante la matriz de riesgos elaborada por la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS, 2009). **Conclusión.** El resultado de la evaluación reporta que el ruido, material particulado total y vibración de cuerpo entero son los peligros que presentan riesgo crítico, mientras que el manejo manual de carga, movimiento repetitivo, calor y protección insuficiente de maquinaria son los peligros que presentan riesgo importante. Casi la totalidad de peligros con riesgo importante y crítico son peligros de higiene ocupacional, lo cual implica que se deberán realizar mejoras en la organización e infraestructura del ambiente laboral así como impulsar una cultura de prevención de accidentes.

Palabras clave: residuos sólidos, plástico polietileno, riesgos, peligros, matriz de riesgos, seguridad, higiene ocupacional.

¹ Artículo original derivado del proyecto de investigación "Sistema Integral de Gestión de empresas de reciclaje de residuos sólidos", financiado por Universidad Nacional Agraria La Molina, realizado de enero de 2014 a junio de 2015.

² Ingeniero Ambiental de la Universidad Nacional Agraria La Molina. ORCID: 0000-0002-2110-3469

³ Docente del Departamento de Ingeniería Ambiental, Física y Meteorología de la Universidad Nacional Agraria La Molina. ORCID: 0000-0003-1937-534X

ABSTRACT

Introduction. According to Pérez (2010) for each ton of waste generated by the consumption of any product, 25 tons of waste have been produced in the process of extraction of raw materials and manufacture of the product, which is why it is essential to perform a correct management of the residues taking into account the occupational safety and health risks that arise during the management. **Objective.** This paper identifies and evaluates occupational safety and health risks during the collection and segregation of solid waste as well as the conditioning, agglomeration and pelleting of recycled plastic. **Materials and methods.** The diagnosis of occupational safety was based on the registry of occupational accidents occurred in the period from July 2013 to June 2014, while the diagnosis in occupational hygiene was made from measurements of noise, illumination, thermal stress,

vibration, particulate matter Total and breathable, manual handling of load and repetitive work. **Results.** It identified 77 hazards to which the company's workers are exposed. These hazards were assessed using the risk matrix developed by the Chilean Security Association (ACHS, 2009). **Conclusion.** The result of the evaluation reports that noise, total particulate matter and whole-body vibration are critical hazards, while manual handling of load, repetitive motion, heat and insufficient machinery protection are significant hazards. Almost all hazards with significant and critical risk are hazards of occupational hygiene, which implies that improvements must be made in the organization and infrastructure of the work environment as well as promoting a culture of accident prevention.

Key words: solid waste, polyethylene plastic, risks, hazards, risk matrix, safety, occupational hygiene.

RESUMO

Introdução. Segundo Pérez (2010) por cada tonelada de resíduos que se gera pelo consumo de qualquer produto, se há produzido 25 toneladas de resíduos no processo de extração de matérias primas e fabricação do produto, por isso é imprescindível realizar uma correta gestão os resíduos tendo em conta os riscos de segurança e higiene ocupacional que se apresentam durante o manejo da mesma. **Objetivo.** Nesse sentido no presente trabalho se identifica e avalia os riscos de segurança e higiene ocupacional durante a recolhida e segregação de resíduos sólidos assim como no acondicionamento, aglomerado e peletizado do plástico reciclado. **Materiais e métodos.** O diagnóstico de segurança ocupacional se fundamentou no registro de acidentes laborais ocorridos no período de julho 2013 a junho 2014, em tanto que o diagnóstico na higiene ocupacional se fez a partir de medições de ruído, iluminação, estresse térmico, vibração, material

particulado total e respirável, manejo manual de carga e trabalho repetitivo. **Resultados.** Se identificaram 77 perigos aos que se expõem os trabalhadores da empresa. Estes perigos foram avaliados mediante a matriz de riscos elaborada pela Associação Chilena de Segurança (ACHS, 2009). **Conclusão.** O resultado da avaliação reporta que o ruído, material particulado total e vibração de corpo inteiro são os perigos que apresentam risco crítico, enquanto que manejo manual de carga, movimento repetitivo, calor e proteção insuficiente das máquinas são os perigos que apresentam risco importante. Quase a totalidade de perigos com risco importante e crítico são perigos de higiene ocupacional, o qual implica que se deverão realizar melhoras na organização e infraestrutura do ambiente laboral assim como impulsar uma cultura de prevenção de acidentes.

Palavras chave: resíduos sólidos, plástico polietileno, riscos, perigos, matriz de riscos, segurança, higiene ocupacional.

INTRODUCCIÓN

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 25 toneladas de residuos en el proceso de extracción de materias primas y 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. Según el estudio “Por la ruta del reciclaje en el Perú” (2010) de la organización Ciudad Saludable, existen más de 108 mil familias recicladores en el Perú, más de 43 mil ejercen su actividad en Lima.

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 otros subestimados. 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 (Martins, 2012).

Varios riesgos enfrentados por esos profesionales pueden ser minimizados, 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 objetivo principal de este estudio es analizar el riesgo de seguridad e higiene ocupacional en el manejo de residuos sólidos industriales y producción de pélet plástico de polietileno de baja densidad a partir de plástico reciclado, con el fin de identificar, prevenir y corregir los riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El levantamiento de información se realizó en la planta operaria de la empresa Viento Solar S.A.C.,

ubicada en el distrito de Chorrillos-Lima; ésta planta realiza recojo de residuos sólidos, segregación de ellos para su posterior comercialización y disposición final por medio de empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (EPS-RS), los plásticos de polietileno de alta y baja densidad segregados pasan por procesos posteriores con el fin de obtener el pélet plástico, éstos procesos son: acondicionamiento (corte de plástico), aglomeración de plástico y peletización de plástico (Rivera, 2008).

El diagnóstico base en seguridad ocupacional se basó en el registro de accidentes laborales registrados en el periodo de un año, en tanto que el diagnóstico base en higiene ocupacional se basó en monitoreos y/o evaluaciones realizadas de factores físicos tales como ruido, iluminación, estrés térmico (según índice WBGT – Wet Bulb Globe Temperature) y vibración; factores químicos: material particulado total (según método NIOSH 0600) y material particulado respirable (según método NIOSH 0500); y factores ergonómicos: manejo manual de carga (según metodología Manual handling Assessment Chart – MAC) y trabajo repetitivo (según metodología Occupation Repetitive Acciones – OCRA Checklist). Para realizar éstos monitoreos se usaron los siguientes equipos: sonómetro digital Tipo I marca Brüel & Kjaer, vibrómetro marca ACO's, monitor de estrés térmico marca Quest Technologies, Luxómetro digital marca Extech Instruments, bomba de muestreo de aire marca Gilian y filtros y casetes para polvo respirable y polvo total.

En base al diagnóstico de seguridad e higiene ocupacional se realizó la identificación de peligros y su evaluación de riesgos, para lo cual se usó una matriz de riesgos, la matriz de riesgos usada, fue elaborada por la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS, 2009), utilizada en el Sistema de Gestión de la Prevención de Riesgo (GPS) de la Universidad de Chile.

ACCIDENTES LABORALES SEGÚN ACTIVIDAD

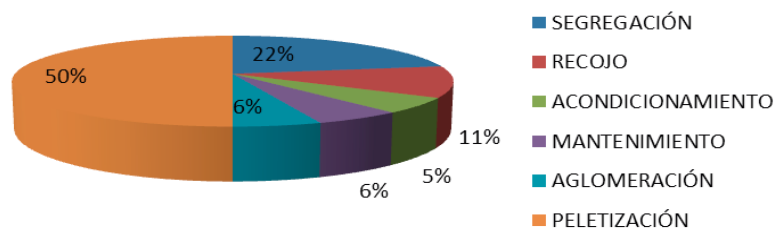


Figura 1. Porcentaje de accidentes laborales por actividad realizada
Fuente: elaborado por los autores

RESULTADOS

Análisis del diagnóstico de Seguridad Ocupacional: con base a los reportes de accidentes registrados en el transcurso de un año (de Julio del 2013 a Junio del 2014), se registraron 18 accidentes, que se resumen en la Figura 1.

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

Análisis del diagnóstico de Higiene Ocupacional:

Factores físicos

- **Ruido - Sonometría:** según la Tabla 1, en la actividad de Segregación el nivel de ruido no supera el valor límite debido a que esta actividad se realiza manualmente. 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 son focos de generación de ruido.

- **Iluminación:** los valores de iluminación encontrados superan los niveles mínimos establecidos (Tabla 1), 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.

Tabla 1. Análisis de factores físicos

FACTORES FÍSICOS						
	Ruido	Iluminación		Estrés Térmico		Vibración
	Nivel de ruido dB(A)*	Valor medido (Lux)	Nivel mínimo de ilum. (Lux)	WBGT (°C)	Valor de nivel de acción (°C)	Aceleración (m/s ²)
Segregación	72.4	2751	500	22.4	25	-
Corte	92.1	793	300	21.5	25	0.5
Agglomeración	89.1	2447	300	24	25	0.7
Peletización	86.1	606	500	24.7	24	1.4

Fuente: elaborado por los autores

NOTAS:

* El valor límite de ruido es 85dB(A) según la Norma básica de ergonomía y de procedimiento de riesgos Disergonómicos (MINTRA, 2008).

* El nivel de acción de vibración es 0.5m/s² y el límite permisible es 1.15m/s², según la Norma básica de ergonomía y de procedimiento de riesgo Disergonómico (MINTRA, 2008).

- **Estrés térmico:** para determinar el índice de estrés térmico, previamente se calculó la categoría de intensidad de trabajo por cada actividad monitoreada, a partir de la categoría de intensidad del trabajo se determinaron los valores de nivel de acción y límite del índice WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*) los cuales se pueden ver en la Tabla 1.

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 necesarias para la fundición del plástico, éstas resistencias transmiten calor al ambiente,

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

- **Vibración:** según la Tabla 1, el corte y aglomeración de plástico superan el nivel de acción y la peletización de plástico supera el límite permitido, 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.

Factores químicos:

Tabla 2. Análisis de factores químicos

Actividad	Partícula respirable		Partícula total	
	Concentrac. promedio (mg/m ³)	Límite Permissible (mg/m ³)*	Concentrac. promedio (mg/m ³)	Límite Permissible (mg/m ³)*
Corte	0.20	3	40.85	10
Aglomeración	0.45		51.37	

Fuente: elaborado por los autores

* Límites permisibles según DS 055-2010-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería (MINEM, 2010).

- **Partícula respirable:** los niveles registrados de polvo respirable se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles (Tabla 2); esto nos indica que el tamaño de las partículas generadas supera el tamaño de las partículas respirables (10µm).
- **Partícula total:** los niveles registrados tanto en el corte como aglomeración de plástico superan el límite permisible de partícula total (Tabla 2), 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.

Factores ergonómicos

- **Movimiento repetitivo:** los resultados 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 (Tabla 3).

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

- **Manejo manual de carga:** los resultados de la evaluación realizada según el método MAC se muestran en la Tabla 3 y nos muestra 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.

Tabla 3. Resultados de exposición por factores ergonómicos

Evaluación de movimiento repetitivo según metodología OCRAS Checklist			
Proceso	Actividad	Puntaje	Significado*
Segregación de Residuos Sólidos	Segregación de residuos re aprovechables y no re aprovechables	18.53	No aceptable. Nivel medio.
Aglomeración de plástico	Aglomerado de plástico	11.3	No aceptable - Nivel leve
Peletización de plástico	Carga de material en tolva de ingreso	11.7	No aceptable - Nivel leve
Exposición de manejo manual de carga según método MAC			
Proceso	Actividad	Puntaje / Categoría	Significado*
Aglomeración de plástico	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

Fuente: elaborado por los autores

Evaluación de riesgos laborales: La evaluación de riesgos se realizó en una matriz de riesgos;

las actividades con mayor cantidad de riesgos significativos se presentan en la figura 2.

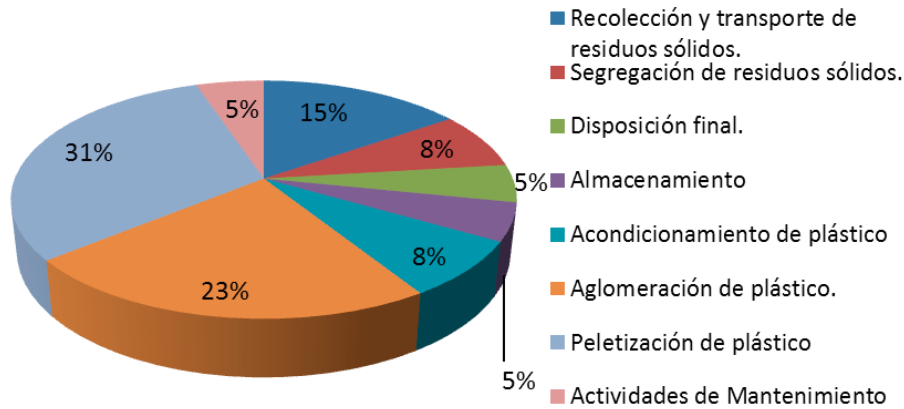


Figura 2. Proporción de riesgos significativos identificados por actividad

Fuente: elaborado por los autores

DISCUSIÓN

De acuerdo a la Figura 2, 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.

Son 20 peligros *significativos con riesgo 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 3).

Son 13 *peligros con riesgo importante*, de acuerdo a la Figura 3 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.

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; estos peligros se presentan en el procesamiento de plástico principalmente por el trabajo que se realiza con la maquinaria que involucra el proceso.

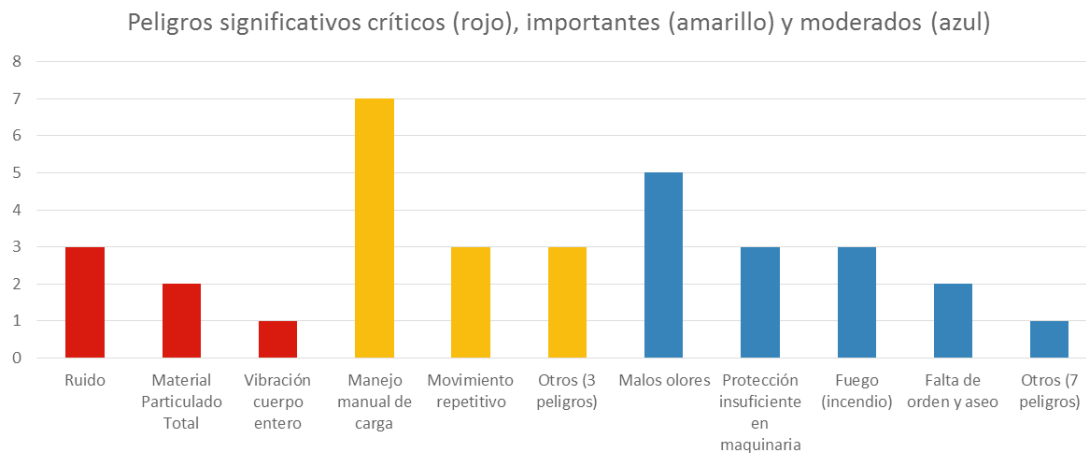


Figura 3. Distribución de peligros

Fuente: elaborado por los autores

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 um, 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.

<http://www.uchile.cl/portal/presentacion/prorroctoria/direccion-de-recursos-humanos/salud-ocupacional/74636/gestion-de-la-prevencion-de-riesgos>.

Carapinha, 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.

Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA. (2015). *Manual de Salud Ocupacional*. Lima, Perú: DIGESA. 98p.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2011). *Tareas Repetitivas I: identificación de los factores de riesgo para la extremidad superior*. España: El Instituto.

Martins, M. (2012). *Condições de trabalho e saúde ocupacional dos trabalhadores da limpeza urbana*. Tesis Mg. Ciências Ambientais e Saúde. Goiânia, Brasil: Pontifícia Universidade Católica de Goiás. 108p.

Ministerio de Energía y Minas. (2010). *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería – DECRETO SUPREMO N° 055-2010-EM*. Lima, Perú: MINEM. 190p.

Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo - MINTRA. (2008). *Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico*. Lima, Perú: MINTRA. 16p.

Morais, V. (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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) (2009). *Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos*. Santiago de Chile: La Asociación. Consultado 3 mar. 2014. Disponible en

ONG Ciudad Saludable. (2011). *Por la ruta del reciclaje en el Perú. Estudio socioeconómico de la cadena de reciclaje*. Perú: Ciudad saludable.

Pérez, J. (2010). *Gestión de residuos industriales, Guía para la intervención de los trabajadores*. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). Paralelo Edición, SA, 98p.

Rivera, 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.