

**DISEÑO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA, PARA MITIGAR  
EL RIESGO QUÍMICO POR EXPOSICIÓN A VAPORES DE PLOMO, DE LA  
COMPAÑÍA PROALCO BEKAERT S.A.**

**PRESENTADO POR**

**GONZALO MURCIA  
ADRIANA PATRICIA AMAYA  
DIANA MARCELA LOSADA**

**PROYECTO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

**UNIVERSIDAD - ECCI  
POSGRADOS  
BOGOTÁ D.C.  
2016**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA, PARA MITIGAR  
EL RIESGO QUÍMICO POR EXPOSICIÓN A VAPORES DE PLOMO, DE LA  
COMPAÑÍA PROALCO BEKAERT S.A.**

**PRESENTADO POR**

**GONZALO MURCIA**  
Ing. Industrial  
**ADRIANA PATRICIA AMAYA**  
Ing. Ambiental  
**DIANA MARCELA LOSADA**  
Ing. Industrial

**DIRECTOR**

**YUBER LILIANA RODRIGUEZ ROJAS**  
DRA (c) ADMINISTRACIÓN, MSc EN SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO,  
Ft.

**PROYECTO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

**UNIVERSIDAD - ECCI**  
**POSGRADOS**  
**BOGOTÁ D.C.**  
**2016**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**


---

**Firma del jurado**

---


**Firma del jurado**

**Bogotá D.C.2016**

	<b>FORMATO ACTA DE OPCIÓN DE GRADO</b>		Código: FR-DO-033 Versión: 03
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 29-Ago-2008	Fecha de versión: 28-Oct-2010

**ACTA DE OPCIÓN DE GRADO**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

Se notifica que el/la(s) estudiante(s) **DIANA MARCELA LOSADA SUPELANO**, identificado(a) con código estudiantil No.14979, **ADRIANA PATRICIA AMAYA GONZALEZ**, identificado(a) con código estudiantil No. 5406 y **GONZALO MURCIA**, identificado(a) con código estudiantil No. 22590, realizó(aron) el proyecto de grado, titulado(a): **"DISEÑO DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICO, PARA MITIGAR EL RIESGO QUÍMICO POR EXPOSICIÓN A VAPORES DE PLOMO, DE LA COMPAÑÍA PROALCO BEKAERT S.A"**, obteniendo una calificación de Quatro dos (4.2) 

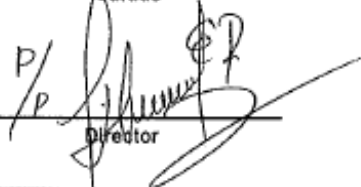
Como asesor(es) le hicieron acompañamiento los docentes: *Yuber Lilliana Rodríguez Rojas*, y como Jurado(s): Carlos Julio Arenas

Lo anterior se expide en Bogotá D.C., a los *números de días (1)* días del mes de *Noviembre* de 2016.



Jurado

\_\_\_\_\_  
Jurado



\_\_\_\_\_  
Director

\_\_\_\_\_  
Coordinador

**NOTA:** Se debe cumplir con el Capítulo 2, Artículo 19 del acuerdo 01 del 28 de marzo de 2008

De la calificación: El proyecto de Grado será calificado así:

- a) Reprobado: Nota inferior a tres punto cinco (3.50).
- b) Aprobado: Nota igual o superior a tres punto cinco (3.50)

	<b>CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES DE AUTOR A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD ECCI</b>		Código: FR-GME-032 Versión: 03	
	Proceso: Gestión de Medios Educativos	Fecha de emisión: 24-Oct-2014	Fecha de versión: 12-Feb-2015	

Yo/Nosotros, Pilar Pascual losada Sureda identificado con CC No. 1015406954 de Bayamo identificado con CC No. 79827620 de Bayamo y Adriana Patricia Amaya identificado con CC No. 52839080 de Bayamo manifiesto(amos) de forma voluntaria, libre, consiente en este documento que dando cumplimiento al Reglamento de Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de la Universidad ECCI cedo (hemos) de manera total y sin limitación alguna a la Universidad ECCI los derechos patrimoniales que me/nos corresponden como autor(es) del proyecto de grado, trabajo final de grado, tesis monografía, trabajo individual de investigación y cualquier otra obra, elemento, creación, desarrollo o máquina que hubiese sido generada en el marco de mi/nuestra actividades académicas para finalizar los créditos universitarios de conformidad con la decisión 351 de 1993 y la Ley 23 de 1982, esto es, el derecho de reproducción, modificación, mejora, extinción, publicación, divulgación, citación, compra, venta, arrendamiento, exposición, y en general todas las acciones que se puedan llevar a cabo con el trabajo final de grado, tesis, monografía, trabajo individual de investigación u obra de creación artística, tecnológica, científica, verbal u escrita, en todas sus modalidades, imagen, fotografía, presentación, libro, conferencia, herramientas y creaciones cedo el derecho de transformación, copia, comunicación, o adaptación, comunicación pública, distribución, reproducción, edición, extinción, mejora, publicación, venta, arriendo en todas sus modalidades, incluso para la producción audiovisual, magnética, científica técnica y, en general, cualquier tipo de explotación que se pueda realizar sobre la creación por cualquier medio conocido o por conocer, del trabajo final de grado denominado Historia del Sistema de Vigilancia y de su productos y derechos conexos en Universidad ECCI, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los Derechos patrimoniales anteriormente mencionados cuyo uso ha sido autorizado, en su actividad ordinaria de investigación, docencia, innovación, exhibición de máquinas y publicación de obras. La autorización otorgada se ajusta a lo que establecen la decisiones 351 de 1993 y la ley 23 de 1982. Con todo, en mi/nuestra condición de Autor/es me/nos reservo/amos los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo estos documentos en el momento mismo que hago/hacemos entrega del trabajo final a la Biblioteca de la Universidad.

Esta cesión se realiza a perpetuidad o por el tiempo máximo que permiten las leyes, sin perjuicio del respeto al derecho moral.

Manifiesto que es de mi interés contribuir a la política de la Universidad ECCI de promover la difusión, conocimiento, explotación, aprovechamiento y uso público de la producción intelectual y por esto la cesión se realiza a título gratuito. En consecuencia, no reservo en mi beneficio derecho ni acción legal que pudiere ejercitar por éste concepto en contra de la Institución ya que con la firma de este documento acredito mi pleno consentimiento y voluntad de ejercer la Cesión de Derechos de Autor. Garantizo que no hay ningún tipo de limitación sobre los Derechos Patrimoniales que se ceden en este documento, y si en el futuro se presentaren me comprometo a subsanarlos oportunamente siendo el único responsable por cualquier reclamo que en materia de derechos de autor se le pueda presentar a la Universidad ECCI sobre el producto, obra, máquina, elemento u objeto de esta cesión.

**PARÁGRAFO:** Esta autorización además de ser válida para las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, también lo es para formato digital, electrónico, virtual, para usos en: red, Internet, extranet, intranet, biblioteca digital y demás para cualquier formato conocido o por conocer.

Firma, huella y cédula.

Firma del Estudiante	Huella	Firma del Estudiante	Huella	Firma del Estudiante	Huella
					
Nombre: C.C.: <u>1015406954</u>		Nombre: C.C.: <u>79827620</u>		Nombre: C.C.: <u>52839080</u>	

El presente documento se firma a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ en presencia de testigos.  
Nota: Todos los integrantes del grupo de trabajo deben firmar este documento sin excepción.

## CONTENIDO

Pág.

Lista de Figuras .....	
Lista de Tablas.....	
Lista de Anexos .....	
PRESENTACIÓN.....	1
1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	1
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	4
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
4.1. JUSTIFICACIÓN .....	5
4.2. DELIMITACIÓN.....	6
5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
5.1. MARCO TEÓRICO .....	6
5.2. MARCO CONCEPTUAL .....	9
5.3. MARCO LEGAL .....	12
5.4. MARCO HISTÓRICO.....	12
6. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	14
7. DISEÑO METODOLÓGICO .....	15
8. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN .....	18
8.1. FUENTES PRIMARIAS.....	18
8.2. FUENTES SEGUNDARIAS .....	18
9. PRESUPUESTO .....	19
10. CRONOGRAMA.....	20
11. RESULTADOS .....	24

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	37
12.1. CONCLUSIONES .....	37
12.2. RECOMENDACIONES.....	37
13. BIBLIOGRAFÍA .....	39

## Lista de Figuras

Pág.

Figura 1 Indicador de Ausentismos por Enfermedad Laboral .....	2
Figura 2 Comportamiento de las intoxicaciones por sustancias químicas por semana epidemiológica 2009-2013 para Colombia .....	3
Figura 3 Esquema del diseño del sistema de vigilancia epidemiológico para mitigar el riesgo químico por exposición a vapores de plomo, de la compañía PROALCO BEKAERT S.A .....	36



## Lista de Tablas

**Pág.**

Tabla 1 Cambios en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica.....	16
Tabla 2. Sistema de Monitoreo. ....	16
Tabla 3 Presupuesto Inicial.....	19
Tabla 4 Gestión del Costo .....	19
Tabla 5 Cronograma Inicial.....	20
Tabla 6 Cronograma Definitivo. ....	22
Tabla 7 Proceso Productivo Asociado al Riesgo Químico por Exposición a Vapores de Plomo.....	26
Tabla 8 Identificación de la Compañía Proalco Bekaert S.A.....	33
Tabla 9 Jornada Laboral de la Compañía Proalco Bekaert S.A.....	33
Tabla 10 Resultados – Sistema de Vigilancia Epidemiológico y Recomendaciones. .....	35

## Lista de Anexos

**Pág.**

Anexo 1. Matriz Legal Proalco Bekaert S.A. ....	12
Anexo 2. Plan de Acción 5W2H.....	35

## **PRESENTACIÓN**

El siguiente documento sintetiza el trabajo realizado respecto al Diseño del Sistema de Vigilancia Epidemiológica, para mitigar el riesgo químico por exposición a vapores de plomo, de la compañía Proalco Bekaert S.A.

### **1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN**

Diseño del Sistema de vigilancia epidemiológica, para mitigar el Riesgo Químico por exposición a Vapores de Plomo, de la compañía Proalco Bekaert S.A.

### **2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El plomo es una sustancia tóxica que se acumula en el organismo y genera consecuencias especialmente graves en seres humanos, causa dificultades en el desarrollo cognitivo e intelectual y desde malformaciones en la gestación hasta enfermedades cancerígenas, este elemento se intercambia entre célula y célula hasta llegar a los sistemas neurológico, óseo e incluso urinario y se acumula allí degradando la calidad de glóbulos y tejidos, produciendo consecuencias fatales (Corey y Galvao 1989).

Es claro que el riesgo directo de trabajar con el plomo es la exposición a su toxicidad debido a los innumerables efectos colaterales que ocasiona, sin embargo no existen estudios formales relacionados con esta afectación, siendo una de las enfermedades profesionales más importantes de la historia, la industria por obvias razones oculta información y hace caso omiso a los alertas de las pocas organizaciones que se dedican a su investigación y al desarrollo de los programas de prevención que en cierta medida han generado la reducción del número de casos adscritos (Corey y Galvao 1989).

Aunque la intoxicación por plomo es completamente prevenible, la falta de conciencia, prevención y manejo de esta sustancia, ha generado un alto índice de mortalidad en la clase trabajadora, esto por las constantes intoxicaciones que se presentan como se puede ver en la Figura 2 a nivel nacional. En algunos procesos productivos de la compañía Proalco Bekaert S.A, existe una alta exposición de los trabajadores a riesgo químico por vapores de plomo durante la jornada laboral diaria y como se observa a continuación en la Figura 1 según el indicador de ausentismos y morbilidad existen varios casos de colaboradores con enfermedad de origen laboral, reubicados y con estabilidad laboral reforzada, dada su exposición no controlada, sin embargo no existe un sistema de vigilancia epidemiológica capaz de mitigar el impacto generado.

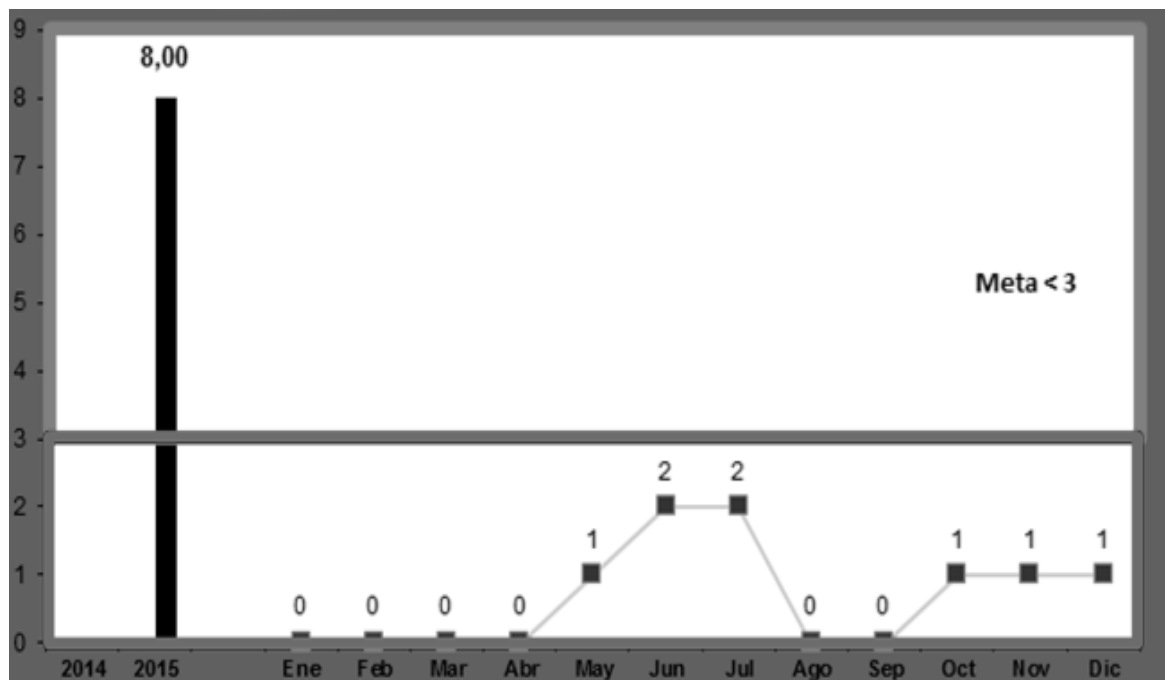
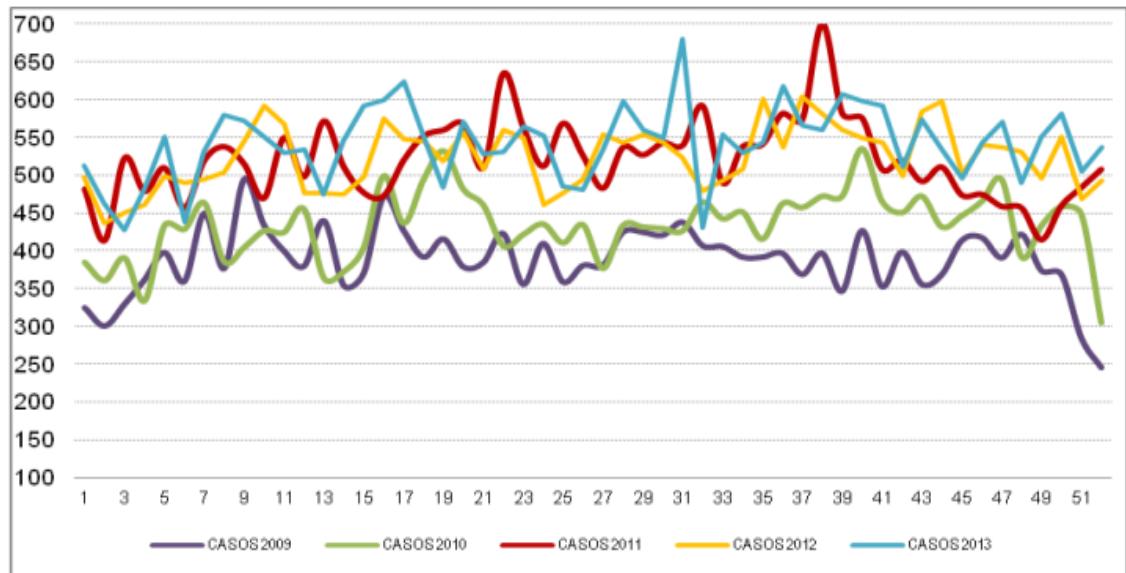


Figura 1 Indicador de Ausentismos por Enfermedad Laboral  
Fuente: Proalco Bekaert S.A (2015).



*Figura 2 Comportamiento de las intoxicaciones por sustancias químicas por semana epidemiológica 2009-2013 para Colombia  
Fuente: Instituto Nacional de Salud (2013)*

## 2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las características de un Sistema de vigilancia epidemiológica para mitigar el Riesgo Químico por exposición a Vapores de Plomo, en la compañía Proalco Bekaert S.A?

### **3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un Sistema de vigilancia epidemiológica, para mitigar al Riesgo Químico por exposición a Vapores de Plomo, de la compañía Proalco Bekaert S.A

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los procesos productivos asociados al Riesgo Químico por exposición a Vapores de Plomo, en la compañía Proalco Bekaert S.A.
- Describir la organización del trabajo del personal expuesto al Riesgo Químico por exposición a Vapores de Plomo, en la compañía Proalco Bekaert S.A.
- Establecer los planes de acción para mitigar y controlar el Riesgo Químico por exposición a Vapores de Plomo, de la compañía Proalco Bekaert S.A

## 4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. JUSTIFICACIÓN

A lo largo de la historia, el hombre ha vivido expuesto a innumerables riesgos en el ambiente donde habita y labora. La exposición a metales ha estado ligada a labores, las cuales, al igual que el hombre, han evolucionado con el desarrollo de nuevas tecnologías e industrias (Díaz 2011).

El medio ambiente de trabajo es una herramienta fundamental en el desarrollo productivo de la industria, dado que cuando se cuenta con condiciones favorables para la salud, la seguridad y el bienestar de las personas, se pueden obtener mejores rendimientos en la productividad, asociada a la calidad. La evaluación de los factores de riesgo existentes en el medio ambiente laboral es el primer paso para la intervención de las condiciones de trabajo desde el punto de vista de la higiene industrial, ya que es el instrumento que nos permite cuantificar los niveles y las concentraciones en que estos se están presentando.

De acuerdo a que el indicador de ausentismos y morbilidad reporta varios casos de reubicados y con estabilidad laboral reforzada por enfermedades de carácter laboral, un equipo de especialistas en Gerencia de Seguridad y Salud en el Trabajo diseñó un sistema de vigilancia epidemiológica capaz de mitigar la exposición a riesgo químico por inhalación de vapores de plomo, conscientes de la relevancia que tiene tanto para las personas expuestas como para la empresa, que las condiciones de trabajo sean adecuadas y que propicien un desempeño adecuado; se atendió entonces la solicitud de la empresa COLOMBIANA PRODUCTORA DE ALAMBRES PROALCO BEKAERT S.A., con el objetivo de identificar cuáles son las características de un sistema de vigilancia epidemiológica para mitigar el Riesgo Químico por exposición a Vapores de Plomo, desde el análisis del proceso productivo de galvanizado, la descripción de la organización del trabajo y la implementación de planes de acción capaces de mitigar las enfermedades de carácter laboral relacionadas con este riesgo.

## **4.2. DELIMITACIÓN**

La investigación se realizó en la empresa Colombiana Productora de Alambres Proalco Bekaert S.A, ubicada en el municipio de Soacha Cundinamarca - Autopista Sur km 25 Vía Sibaté, Zona Industrial del Muña. Específicamente al proceso productivo de galvanizado y a la organización del trabajo de la compañía, por especialistas en Seguridad y Salud en el Trabajo, en un plazo de treinta y dos (32) semanas y con un presupuesto de veinticinco millones quinientos mil pesos colombianos (\$25.000.000) M/Cte.

## **5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1. MARCO TEÓRICO**

El plomo puede tener diversos efectos en la salud de los trabajadores expuestos de acuerdo con la dosis, el tipo de exposición y según la susceptibilidad individual de cada persona. La vía de ingreso principal al organismo es la pulmonar, en particular las partículas de menos de 5 micras de diámetro y depende mucho también del gasto de energía representado en la frecuencia respiratoria; también puede haber una vía de ingreso oral dependiente de la higiene del trabajador (Corey y Diaz 1999).

La intoxicación por plomo ha sido siempre una de las enfermedades profesionales más importantes sin embargo la prevención médica y técnica ha logrado reducir notablemente el número de casos descritos y sus manifestaciones clínicas son menos graves (Danza 2001).

Una vez en el interior del organismo según los autores Corey, Diaz (1999) y Danza (2001) se acumula a nivel sanguíneo, en tejidos blandos como médula ósea, hígado, riñón, cerebro y en estructuras como huesos y dientes, produciendo como principales efectos:

- Vasoconstricción periférica.
- Alteraciones hematopoyéticas.
- Retardo en la velocidad de conducción de nervios motores.



- Alteraciones electromiográficas por la disminución de unidades motoras en concentración.

También están descritos efectos a nivel del metabolismo del calcio a través de la alteración que produce en el metabolismo de la vitamina D, alterando la formación de huesos y dientes, alterar la función renal, lo cual produce una nefropatía que se manifiesta como aminoaciduria, glicosuria e hiperfosfaturia; Puede generar hipertensión arterial secundaria y Gota secundaria a hiperuricemia (Agency for Toxic Substances and Disease Registry 2015).

En cuanto a la recopilación de información de interés, a partir de referencias, en el informe denominado Contaminación por Plomo (Danza, 2001) publicado por la Comisión de Salud Ocupacional, del Sindicato Médico del Uruguay, se presenta una serie de datos, por medio de los cuales se demuestra la problemática de la exposición al plomo, en las diferentes industrias latinoamericanas que manejan este elemento en sus procesos, además de la contaminación ambiental generada y sus efectos en la salud junto a medidas de control para mitigar la exposición al plomo en sus diferentes estados; teniendo en cuenta que “La intoxicación por plomo ha sido siempre una de las enfermedades profesionales más reconocidas, pero debido al conocimiento del tema y a las medidas de control, se ha venido reduciendo el número de casos más graves. Sin embargo, ahora es evidente que pueden producirse efectos adversos con niveles de exposición antes considerados aceptables.” (Danza, 2001)

La comisión de salud ocupacional de Uruguay demuestra que el Plomo es un gran contaminante químico en los lugares de trabajo donde se encuentra presente y por lo tanto, representa un grave e importante riesgo para la salud de los trabajadores. Desde los recuperadores de plomo de fuentes secundarias, como fundiciones, que están expuestos al plomo y a otros metales contaminantes, o fabricantes de baterías de almacenamiento que están permanentemente expuestos junto a trabajadores de las industrias de pinturas y pigmentos que son expuestos a los aditivos de plomo; otros trabajadores como los soldadores, quienes tienen contacto con municiones, en los campos de tiro (polvo de plomo), hasta los fabricantes de vidrios y los ceramistas que trabajan con pigmentos y barnices, también son susceptibles de exponerse al elemento (Danza, 2001).

Además se menciona a la industria de la construcción, donde si bien han existido profundos cambios tecnológicos, los sanitarios aún presentan exposición al plomo, también sobre quienes realizan tareas de demolición de estructuras de acero

pintadas con pinturas a base de plomo, y en las actividades de pulverización, aglutinado y recubrimiento de metales con plomo, se producen altas concentraciones de polvo y vapores de plomo. La exposición ambiental se debe fundamentalmente a la contaminación del suelo, aire y agua, proveniente de las fundidoras de plomo y en las zonas urbanas a los escapes de automóviles con nafta con aditivo con tetraetilo de plomo. El consumo industrial de plomo va en aumento y los consumidores tradicionales se van reemplazando por nuevos usuarios, como lo es por ejemplo la industria del plástico (Danza, 2001).

El informe del Dr F. Danza concluye que el plomo puede causar en poblaciones de alto riesgo, debido a las malas condiciones de trabajo, una exposición crónica que se refleja en una enfermedad insidiosa, lenta, con manifestaciones variadas como la fatiga, la apatía, la irritabilidad y síntomas gastrointestinales vagos, que son algunos signos tempranos de intoxicación crónica por plomo (Danza, 2001). Los síntomas de intoxicación moderada, son: fatiga general, dificultad para concentrarse, agotamiento muscular, temblor, cefalea, dolor abdominal difuso, vómitos, pérdida de peso, estreñimiento. Cuando se tiene un continua exposición se aumenta los síntomas como: insomnio, confusión, deterioro de la concentración y problemas de memoria, causando polineuropatía distal, pero que está presente una evolución a encefalopatía franca con convulsiones y coma es anormal (Danza, 2001) y (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2015).

Los síntomas de intoxicación por plomo alquilo son neurológicos. Los tempranos son anorexia, insomnio, fatiga, debilidad, cefalea, depresión, irritabilidad que progresan a la confusión, deterioro de la memoria, excitabilidad y disestesias, manía y psicosis tóxica. La anemia es rara en adultos. La exposición de la mujer embarazada es importante en la medida que contribuye al alto riesgo para el niño en cuanto a una exposición temprana de un organismo en gestación con alta susceptibilidad a la toxicidad del plomo. Los niños captan más plomo en relación con los adultos sobre una base de unidad de peso corporal, una mayor absorción tanto a nivel digestivo como respiratorio y también retienen una mayor proporción del plomo absorbido. Por otro lado, el niño representa la etapa del desarrollo metabólicamente más vulnerable del ciclo vital ante los efectos del plomo, especialmente respecto a los sistemas nervioso y óseo. Por último, las condiciones de insuficiencia nutricional, tan frecuente y extendida en las poblaciones infantiles de bajo nivel socio-económico en los países en desarrollo, son elementos favorecedores en tales grupos de una absorción digestiva aumentada de plomo así como de una mayor retención de éste por el organismo ( Corey & Galvao, 1989) y (Lauwerys, 1992) como se citó en (Danza, 2001))

## 5.2. MARCO CONCEPTUAL

La necesidad de diseñar un sistema de vigilancia epidemiológica surge de la necesidad de prevenir y controlar las enfermedades en grupos humanos previamente definidos, según Rich en el año de 1979 la define como la ciencia que estudia la dinámica de salud en las poblaciones (Farouk y Fernandez s.f.).

La vigilancia se define como la observación sistemática y continuada de la frecuencia, la distribución y los determinantes de los eventos de salud y sus tendencias en la población. Todos los sistemas de vigilancia deben estar normados por un marco legal que favorezca la operación eficiente de dicho sistema. Los sistemas de vigilancia se caracterizan por la capacidad funcional para recoger datos, analizar y hacer la discriminación de la información para la prevención y control de las enfermedades (OPS 2011).

Los objetivos de un sistema de vigilancia son los siguientes (OPS 2011):

1. Detectar cambios agudos en la ocurrencia y distribución de las enfermedades.
2. Identificar, cuantificar y monitorear las tendencias y patrones del proceso salud enfermedad en las poblaciones.
3. Observar los cambios en los patrones de ocurrencia de los agentes y huéspedes para la presencia de enfermedades.
4. Detectar cambios en las prácticas de salud.
5. Investigar y controlar las enfermedades.
6. Planear los programas de salud.
7. Evaluar las medidas de prevención y control.

### CONCEPTOS Y DEFINICIONES CLAVE DE LA INVESTIGACIÓN

**Alambre galvanizado**: Alambre de acero de sección circular uniforme con un recubrimiento de zinc y resistencia determinada.

**Aliviar tensiones**: consiste en sumergir el material en la tina de plomo para que su estructura molecular se alivie y recupere propiedades físicas.

**Antracita + Flux:** Es un agregado previamente preparado en una mezcladora en proporción de 50 paladas de antracita más 25 kg de flux, para mantener y estar reemplazando en las salidas de los hornos por la antracita quemada y evitar el arrastre de plomo.

**Antracita:** Carbón mineral granulado usado para conservar la temperatura del plomo fundido y prevenir su evaporación. También sirve para preparar la mezcla de antracita + flux.

**Banco devanador:** Estructura inicial donde se ubican los spider con el material trefilado para la alimentación de la línea.

**Banco enrollador:** Sección final que comprende motoreductores y mesas de giro encargadas de enrollar el producto final galvanizado.

**Brillado:** Consiste en darle acabado brillante al alambre pasando un chorro de agua que genera flujo laminar sobre la superficie del alambre.

**Decapar:** Consiste en sumergir el material en la tina de ácido para retirarle los residuos como lubricantes que contenga en la superficie y limitan la correcta adherencia y formación de una capa uniforme.

**Enrollar:** Consiste en calmar el alambre procesado, enrollarlo en una bobina para que forme espiras que caen sobre un spider, el cual es usado como unidad de almacenamiento.

**Flujo laminar:** Es el tipo de movimiento de un fluido (aire o nitrógeno) cuando éste es perfectamente ordenado, estratificado, suave, de manera que el fluido se mueve en láminas paralelas y logra retirar de manera pareja el exceso de zinc.

**Flux:** sustancia que aplicada a sobre el metal que hace que se caliente uniformemente y se genere una mejor adherencia del zinc. Esto se logra mediante la neutralización de oxígeno que evita la oxidación microscópica.

**Horno de zinc:** Tina con zinc líquido donde se sumerge el alambre para galvanizar.

**Hornos de plomo:** Tinajas que sirven para darle el tratamiento térmico al alambre sumergiéndolo en plomo líquido.

**Materia prima:** Alambre de acero de sección circular uniforme que ha sido trefilado en frío.

**Perlita:** Es una roca volcánica triturada a una granulometría establecida, vítrea, que contiene agua de cristalización en su molécula y que es usada sobre la antracita para evitar la evaporación de los humos que se generan cuando se quema la antracita.

**Plomo:** El plomo es un metal abundante en la naturaleza, con una alta densidad y resistencia a la corrosión, lo cual le ha valido su uso en múltiples aplicaciones en la industria moderna.

**Tina con wax:** Tina con lubricante que se le impregna a la superficie del alambre para facilitar el devanado posterior del alambre galvanizado.

**Tina de enfriamiento:** Tina con agua para enfriar el alambre después de galvanizado.

**Unidad de Semiproducto:** Corresponde al spider o carrete con material listo para procesar.

**Vermiculita:** Es un mineral compuesto básicamente por silicatos de aluminio, magnesio y de hierro. Su característica principal es dentro del proceso de galvanizado es que al elevar rápidamente su temperatura se genera una expansión conocida como exfoliación, lo que lo hace liviano y le da propiedades aislantes térmicas y acústicas, además es químicamente inerte.

**Wax:** Aceite soluble que se mezcla con agua en donde se sumerge el alambre galvanizado para darle una capa protectora.

### **5.3. MARCO LEGAL**

La temática que se desarrolló involucra el análisis de ciertas leyes, decretos y normativas, que se encuentran relacionadas en el:

Anexo 1 Matriz Legal Proalco Bekaert S.A.

### **5.4. MARCO HISTÓRICO**

La observación, recolección y análisis de los datos, data desde Hipócrates, la primera acción en salud pública relacionada con la vigilancia ocurrió en el periodo de la peste bubónica cuando las autoridades en salud pública decidieron intervenir a los barcos en los puertos cerca de la república de Venecia para evitar que la personas se enfermaran. Posteriormente los sistemas de vigilancia pudieron ser desarrollados, sin embargo ciertos requisitos se necesitaban para esto, en primer lugar tenía que haber algo similar a un sistema de salud organizado con un gobierno conformado; en el mundo occidental esto no se logró sino hasta la época del imperio romano. En segundo lugar se estableció un sistema de clasificación de enfermedades que tuvo que ser establecido y aceptado el cual empezó a ser funcional hasta el siglo XVII ((Thacker, 2010) como se citó en (Deaza, Galeano y Valencia 2011)).

Luego los conceptos de vigilancia en salud pública se desarrollaron a partir de actividades que permitían controlar y prevenir enfermedades en la comunidad, más adelante en la edad media, los gobiernos en Europa Occidental asumieron la responsabilidad de la protección y el cuidado de la salud de sus pueblos y ciudades ((Thacker, 2010) como se citó en (Deaza, Galeano y Valencia 2011)).

En 1766 Johann Peter Frank propuso un sistema de vigilancia en salud pública que cubrió la salud en las escuelas, la prevención de lesiones, la salud de las maternas y niños, el agua pública y el alcantarillado. Adicionalmente Frank propuso medidas gubernamentales con el fin de enmarcar la salud pública. En 1680 Gottfried Wilhelm Von Leibniz pidió la aplicación del análisis estadístico en mortalidad para la planificación de la salud, sobre el mismo tiempo en Londres Jon Gran publicó un libro “Natural and Política observations made upon the bills of mortality” en el cual trato de definir las leyes básicas de la natalidad y la

mortalidad. En este trabajo Gran desarrolla algunos de los principios fundamentales de la vigilancia en salud pública que incluía el recuento de muertes por enfermedades específicas, tasas de mortalidad y el concepto de los patrones de las enfermedades. En el siguiente siglo Achenwall introdujo el termino de estadísticas y durante las décadas siguientes las estadísticas vitales se dieron a en Europa ((Thacker, 2010) como se citó en (Deaza, Galeano y Valencia 2011)).

Casi un siglo más tarde en 1845, Thurnam publico el primer reporte estadístico de salud mental en Londres. Dos nombres reconocidos en el desarrollo de los conceptos de la vigilancia en salud pública son Lemuel Shattuck y William Far, quienes publicaron en temas relacionados en mortalidad materna e infantil, enfermedades transmisibles y las condiciones de vida. También desarrollo temas relacionados con la inmunización, la salud escolar, el tabaquismo e introdujo conceptos relacionados con la medicina preventiva ((Thacker, 2010) como se citó en (Deaza, Galeano y Valencia 2011)).

William Far reconocido como uno de los fundadores de los conceptos de la vigilancia moderna, concentro todos sus esfuerzos en la recolección de estadísticas vitales, en la evaluación de los datos y la presentación de informes a las autoridades sanitarias y al público en general. En los estados unidos la vigilancia en salud pública se ha dirigido a las enfermedades infecciosas. Los elementos básicos fueron introducidos en Rhode Island en 1741 cuando se aprobó una ley que exigía a los taberneros un informe de las enfermedades contagiosas entre sus clientes. Dos años más tarde se aprobó una ley más amplia que requería la notificación de la Viruela, Fiebre Amarilla y Cólera. Las actividades asociadas a las enfermedades a nivel nacional comenzaron en 1850 cuando las estadísticas de mortalidad se fundamentaron en los registros de las defunciones ((Thacker, 2010) como se citó en (Deaza, Galeano y Valencia 2011)).

La información sistemática de la enfermedad en Estados Unidos comenzó en 1874 cuando en la ciudad de Massachusetts se implementó un plan voluntario para que los médicos realizaran informes semanales sobre las enfermedades prevalentes usando un formato estandarizado ((Thacker, 2010) como se citó en (Deaza, Galeano y Valencia 2011)).

En 1878 el congreso autorizo el Servicio de Salud Pública (PHS) para recoger datos de morbilidad para el uso en las medidas de cuarentena en enfermedades contagiosas como la viruela, la peste y la fiebre amarilla (Deaza, Galeano y Valencia 2011).

En 1893 Michigan se convirtió en la primera jurisdicción en requerir informes de enfermedades infecciosas específicas. También en 1893 se promulgo una ley que provee la recolección de la información cada semana a partir de las autoridades estatales y municipales a lo largo de los estados unidos (Deaza, Galeano y Valencia 2011).

En 1914 el personal del PHS fue nombrado como epidemiólogos colaboradores para servir en los departamentos de salud estatales quienes telegrafaban semanalmente los reportes de las enfermedades al PHS. Sin embargo en los estados unidos no fue sino hasta 1925 cuando los reportes aumentaron notablemente asociados a la grave epidemia de Poliomiélitis en 1916 y la pandemia de Influenza en 1918-1919 cuando todos los estados empezaron a participar en la presentación de informes nacionales de morbilidad (Deaza, Galeano y Valencia 2011).

En 1949 las estadísticas semanales que habían aparecido por varios años en los informes de salud pública comenzaron a ser publicados por la oficina nacional de estadísticas vitales. En 1952 los datos de mortalidad fueron adicionados a la publicación lo que se convirtió en el precursor del informe semanal de morbilidad y mortalidad (MMWR) ((Thacker, 2010) como se citó en (Deaza, Galeano y Valencia 2011)).

A partir de 1961 la responsabilidad de esta publicación y su contenido fue trasladada al Centro de Enfermedades Trasmisibles ahora CDC (Center for Disease Control and Prevention). En los estados unidos la facultad de exigir la notificación de los casos depende de la legislación de los diferentes estados, así como las condiciones del reporte y las enfermedades a reportar, los plazos para recibir los informes, las personas obligadas a notificar ((Thacker, 2010) como se citó en (Deaza, Galeano y Valencia 2011)).

## **6. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación que se realizó en este documento, se encuentra bajo los parámetros de investigación mixta según los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014), con un sistema que ellos denominan de triangulación, el cual presenta una secuencia variable en la recolección y análisis de los datos



cuantitativos y cualitativos que se relacionan con el tema de la problemática a tratar; para Hernández, Fernández y Baptista (2014, 755) el enfoque Mixto de una investigación se da cuando se “puede utilizar los dos enfoques –cuantitativo y cualitativo- para responder distintas preguntas de investigación de un planteamiento del problema”. Es decir que para responder al problema planteado en este documento, se utilizan datos cuantitativos (cuestionarios, escalas, indicadores o estadísticas secundarias) que producen puntuaciones o valores numéricos, y datos cualitativos (entrevistas, observaciones, documentos, material visual) que producen textos transcritos, anotaciones y datos (fotos, videos, grabaciones) de análisis, todo esto con el fin de combinar estudios de caso que estén relacionados con el tema, para lograr una serie de datos más confiables que estén soportados por varias fuentes bibliográficas, teniendo como resultado datos verificados que ayuden a resolver el problema de investigación.

Se utiliza además el diseño de triangulación secuencial para la investigación realizada en este proyecto realizando un análisis cualitativo en el proceso y cuantitativo al hacer uso de indicadores, estadísticas, entre otros; recolectando estos datos y analizándolos para interpretar el problema a ejecutar.

## **7. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **Identificación del Peligro y Valoración del Riesgo**

#### **Identificación del Peligro:**

Se identificó junto con los dueños de proceso la exposición a vapores de plomo en la línea de galvanizado durante el escorreo de las tinas de plomo ya que se genera exposición constante y se propone realizar la matriz de identificación de riesgos y valoración de peligros luego de las mediciones para determinar los controles biológicos y de seguridad necesarios.

#### **Valoración y Cuantificación del Riesgo:**

El equipo de Seguridad y Salud en el Trabajo con el apoyo de la administradora de riesgos laborales planificaron la realización de mediciones higiénicas periódicas en el proceso de galvanizado de PROALCO BEKAERT S.A. Con el fin de cuantificar las concentraciones de plomo en el área, la realización de las mediciones y los niveles permitidos.

A manera de control se realizaran mediciones de las demás áreas de la planta cada cinco (5) años, a continuación en la *Tabla 1* se muestran los cambios realizados en el sistema de vigilancia epidemiológica.

*Tabla 1 Cambios en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica.*

<b>CON CAMBIOS EN EL PROCESO O EN LAS CONDICIONES DE TRABAJO</b>	<b>MEDICIÓN</b>
Cuando se hayan implementado medida de intervención orientadas a la reducción de las concentraciones de plomo en la fuente o en el medio	<b>INMEDIATAMENTE SE PROGRAMARÁ CON ARL</b>
Se presenten cambios significativos en los equipos, procesos, niveles de producción sostenidos o en la planta física.	
Se detecten por el seguimiento biológico que los niveles sanguíneos de trabajadores están empleando.	

*Fuente: Autores (2016)*

### **Monitoreo Biológico:**

Son todos los laboratorios que permiten monitorear la presencia o no de cambios generados por la exposición a plomo, serán realizadas por proveedor externo habilitado para tal servicio; de acuerdo a las siguientes pruebas para el personal expuesto:

*Tabla 2. Sistema de Monitoreo.*

<b>SISTEMA DE MONITOREO</b>	<b>LABORATORIO</b>
Niveles de Plomo	Plumbemia
Sanguíneo	Hemograma
Función Renal	Nitrógeno Ureico (BUN)
	Creatinina

*Fuente: Autores (2016)*

### **Controles biológicos de ingreso:**

Se deben realizar en un futuro junto con los exámenes de ingreso de todo el personal que vaya a ser contratado para laborar en las áreas donde hay exposición a concentraciones de plomo.

### **Controles biológicos periódicos:**

Son los laboratorios de seguimiento y se deben realizar a todos los trabajadores (con más de seis (6) meses de antigüedad) expuestos a concentraciones de plomo, que son necesarios para establecer si existen cambios en los niveles sanguíneos o en los sistemas evaluados con respecto a los de base.

### **Controles biológicos de egreso:**

Se propone realizar también controles biológicos de egreso a los trabajadores que lleven un tiempo considerable de exposición y según el riesgo.

Cuando se detecten cambios en las concentraciones de plomo en un trabajador se informara a ARL para iniciar el manejo establecido.

### **Controles en el ambiente y lugar de trabajo:**

Una vez realizada la evaluación y establecida la necesidad de reducir las concentraciones de plomo en el área de galvanizado, el equipo de Seguridad y Salud en el Trabajo presento las acciones sugeridas para controlar las concentraciones, planteando suficientes alternativas desde el punto de vista técnico, de manera que la empresa disponga de varias posibilidades de intervención según la disponibilidad de recursos.

Debe darse prioridad a aquellos procesos o áreas en los cuales se encuentra el mayor número de expuestos, en donde haya mayor incidencia/prevalencia de alteraciones biológicas por exposición a plomo y/o los casos presentados.

La implementación de las recomendaciones, el seguimiento periódico que se realice, los cambios y ajustes que pueden surgir a éstos planes quedarán evidenciados a través del soporte documental definido en la compañía y avalados por sus responsables.

## **8. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN**

### **8.1. FUENTES PRIMARIAS**

De la Compañía Proalco Bekaert S.A, fue posible extraer información relacionada con el proceso productivo de galvanizado para su respectivo análisis, así como la descripción de la organización del trabajo para conocer y contextualizar la investigación de acuerdo a las condiciones de salubridad y trabajo e general vs los resultados del indicador de ausentismo por enfermedades de origen laboral.

Operarios, según el operario el plomo es un químico usado en la operación para estabilizar la resistencia del materia y según su conocimiento no genera efectos a la salud.

Supervisor, según el supervisor, el plomo es una sustancia química que regula las tensiones del alambre trefilado y si genera efectos en la salud se pueden evitar con el cuidado respectivo.

Ingenieros, según el Ingeniero, el plomo se utiliza en la galvanización para devolver molecularmente al alambre trefilado las tensiones pérdidas en el esfuerzo de la Trefilación y si genera efectos colaterales a la salud, sin embargo el personal especializado es quien se encarga de todo lo que tiene que ver con prevención de enfermedades y mitigación del riesgo.

### **8.2. FUENTES SEGUNDARIAS**

La información adicional que se trabajó en este proyecto proviene de artículos trabajados respecto a la misma temática, revistas de investigación, libros asociados e información extraída de la web que serán referenciadas según corresponda y detalladas en la bibliografía de este proyecto.

## 9. PRESUPUESTO

A continuación en la Tabla 3 y Tabla 4, se presenta en detalle el presupuesto y la gestión del costo utilizado para el desarrollo de este proyecto.

*Tabla 3 Presupuesto Inicial*

RECURSO	DETALLADO	COSTO
Humano	M.O (Equipo de Consultores)	\$ 18.000.000,00
Tecnológico	Equipos de Cómputo	\$ 6.000.000,00
Infraestructura	Instalaciones	\$ 1.500.000,00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 25.500.000,00</b>

*Fuente: Autores (2016)*

*Tabla 4 Gestión del Costo*

ESQUEMA DE TRABAJO	ÍNDICES / VARIACIONES / ESTIMACIONES	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<b>1. Diagnóstico Inicial.</b> <b>2. Ejecución del Proyecto.</b> <b>3. Recomendaciones.</b> <b>4. Cierre del Proyecto.</b>	Tiempo Planeado (TP)	\$ 8	Tiempo inicial del proyecto
	Valor planeado es de: (PV)	\$ 19.125.000	Valor esperado a lo largo de seis meses
	Valor ganado es de: (EV)	\$ 22.950.000	Avance que se tiene al valor de lo planeado
	Costo real es de: (AC)	\$ 19.455.000	Costo Real
	Presupuesto al Terminio es de: (BAC)	\$ 25.500.000	Presupuesto al Terminio
	Variación del costo es de: (CV)	\$ 3.495.000	Condición favorable
	Variación de cronograma es de: (SV)	\$ 3.825.000	Condición favorable
	Porcentaje Variación del Costo (%CV)	-15%	Porcentaje dentro del presupuesto
	Porcentaje Variación del Cronograma (SV%)	20%	Porcentaje de adelanto del proyecto
	Índice de desempeño del sistema (SPI)	\$ 1	Desempeño de adelanto
	Índice de desempeño del costo (CPI)	\$ 1	Desempeño por debajo del costo
	Índice de Costo - Tiempo (CSI)	\$ 1	Muy buenos resultados
	Estimado de la conclusión (EAC)	\$ 21.616.667	Consto total Proyectado
	Estimación hasta la conclusión (ETC)	\$ 2.161.667	Dinero pendiente por gastar
	Variación del terminio (VAC)	\$ 3.883.333	Valor adicional por invertir
	Tiempo estimado para culminar (EACT)	\$ 7	Tiempo total real del proyecto
Índice de desempeño al terminio (TCPI)	\$ 0	Muy buen desempeño	

*Fuente: Autores (2016)*

## **Análisis y Conclusión de la Gestión de Costos**

El proyecto tiene un costo estimado de (\$25.500.000), en un tiempo de ocho (8) meses de trabajo. Sin embargo si al término de seis (6) meses, se tiene culminado el proyecto en un 90%, el valor planeado será de (\$ 19.125.000), teniendo en cuenta el valor real en (\$ 19.455.000), de esta forma el valor ganado será de (\$22.950.000), variando con el costo estimado en unos (\$3.495.000), con un porcentaje de variación del -15%, una variación en el cronograma de unos (\$3.825.000) y un porcentaje de 20% de adelanto, el desempeño del sistema se encontrará adelantado en un índice de 1,20, con el desempeño del costo por debajo de lo planeado, presupuestando esta gestión del costo se tendrá muy buenos resultados, estimando culminar el proyecto en (7) meses con el mejor índice de desempeño.

## **10. CRONOGRAMA**

A continuación en la Tabla 5 y Tabla 6, se presenta en detalle el cronograma y de tareas para el desarrollo de este proyecto.

*Tabla 5 Cronograma Inicial*

<b>ACTIVIDAD / TAREA</b>	<b>MEDIDO EN SEMANAS</b>	<b>MEDIDO EN DIAS</b>	<b>TIEMPOS DE ENTREGA</b>
<b>1. Diagnóstico Inicial</b>	06 Semanas	42 Días	27/02/2017 a 10/04/2017
<b>2. Ejecución del Proyecto</b>	20 Semanas	140 días	11/04/2017 a 07/09/2017
<b>3. Recomendaciones</b>	05 Semanas	35 días	08/09/2017 a 12/10/2017
<b>4. Cierre del Proyecto</b>	01 Semanas	7 días	13/10/2017 a 21/10/2017
<b>TOTAL</b>	<b>32 Semanas</b>	<b>224 Días</b>	<b>27/02/2017 a 21/10/2017</b>

*Fuente: Autores (2016)*

*(Gestión del Tiempo del Proyecto)*

### **Plan del proyecto y Lista de Tareas**

1. Diagnóstico Inicial
  - 1.1 Solicitar formalmente a la empresa una visita técnica en donde sea posible realizar un diagnóstico inicial a fin de evidenciar falencias, debilidades y procesos ausentes en el sistema de vigilancia epidemiológica.
  - 1.2 Realizar visita de chequeo y diagnóstico Inicial.
  - 1.3 Realizar el Análisis del Procesos Productivo de Galvanizado.

- 1.4 Realizar entrevistas a los trabajadores del proceso de Galvanizado específicamente en donde se evidencia una mayor exposición a riesgo químico por inhalación de plomo.
- 1.5 Recolectar información secundaria del procedimiento en donde se evidencia el riesgo.
- 1.6 Listar y evaluar hallazgos.
- 1.7 Consolidar información recopilada, tanto primaria como secundaria.
- 1.8 Realizar la Descripción de la Organización del trabajo.
- 1.9 Describir las características de la empresa: actividad – Localización – metodología - dimensiones e imagen.
- 1.10 Describir la estructura de la organización: Comunicación – estilos de mando – toma de decisiones y control
- 1.11 Describir la organización del tiempo de trabajo: jornadas de trabajo y descansos)
- 1.12 Describir las características del puesto de trabajo: volumen de trabajo – funciones y responsabilidades)
- 1.13 Consolidar información recopilada, tanto primaria como secundaria.
- 1.14 Socializar y entregar del Diagnóstico Inicial a la Alta Gerencia de la compañía y a las demás partes interesadas.

Gap's.

- Consultores SST
- Gerente General
- Gerente de Producción
- Jefe de Producción
- Operario de Producción
- Gerente Financiero
- Jefe de RRHH
- Técnico SST
- Enfermera

2. Diseño Del Sistema De Vigilancia Epidemiológica, Para Mitigar el Riesgo Químico Por Exposición A Vapores De Plomo, De La Compañía Proalco Bekaert S.A.

2.1 Identificar el Peligro

2.2 Valorar y cuantificar el Riesgo.

2.3 Definir el grupo de expuestos.

2.4 Definir los periodos y clases de monitoreo (Elaboración del Profesiograma para el grupo definido)

2.5 Definir los controles en el ambiente y lugar de trabajo.

2.6 Definir los controles de ingeniería

- 2.7 Definir los controles Administrativos.
- 2.8 Seleccionar los elementos de protección personal.
- 2.9 Definir las capacitaciones de formación y toma de conciencia.
- 2.10 Presentar a las partes interesadas propuesta Inicial.
- 2.11 Realizar un seguimiento, evaluación y control a lo que resultaría de implementar el diseño de vigilancia epidemiológica.
- 2.12 Entregar propuesta final.

Gap's.

- Consultores SST
3. Realizar las recomendaciones adicionales a las que haya lugar o en su defecto realizar un servicio post venta.

Gap's.

- Consultores SST

4. Cierre del Proyecto.

Gap's.

- Consultores SST
- Gerente General
- Gerente de Producción
- Jefe de Producción
- Operario de Producción
- Gerente Financiero
- Jefe de RRHH
- Técnico SST
- Enfermera

Tabla 6 Cronograma Definitivo.

**INICIO**

1.	Diagnóstico Inicial	Hito			
1.1	Solicitar formalmente a la empresa visita técnica	1	Días	27/02/2017	27/02/2017
1.2	Realizar visita de chequeo y diagnóstico Inicial	3	Días	28/02/2017	02/03/2017
1.3	Realizar el Análisis del Procesos Productivo de Galvanizado	5	Días	03/03/2017	07/03/2017
1.4	Realizar entrevistas a trabajadores expuestos	2	Días	08/03/2017	09/03/2017
1.5	Recolectar información secundaria del proceso con mayor exposición	3	Días	10/03/2017	12/03/2017



1.6	Listar y evaluar hallazgos	3	Días	13/03/2017	15/03/2017
1.7	Consolidar información recopilada, tanto primaria como secundaria	4	Días	16/03/2017	19/03/2017
1.8	Realizar la Descripción de la Organización del trabajo	3	Días	21/03/2017	23/03/2017
1.9	Describir las características de la empresa: Actividad – Localización – metodología	3	Días	24/03/2017	26/03/2017
1.10	Describir la estructura de la organización: Comunicación –de mando –decisiones y control	2	Días	27/03/2017	28/03/2017
1.11	Describir la organización del tiempo de trabajo: Jornadas de trabajo y descansos)	3	Días	29/03/2017	31/03/2017
1.12	Describir las características del puesto de trabajo: Volumen de trabajo y funciones	3	Días	01/04/2017	03/04/2017
1.13	Consolidar información recopilada, tanto primaria como secundaria	6	Días	04/04/2017	09/04/2017
1.14	Socializar y entregar Diagnostico a la Alta Gerencia de la compañía y stakeholders	1	Días	10/04/2017	10/04/2017
2.	<b>Diseño Del Sistema De Vigilancia Epidemiológica</b>	<b>Hito</b>			
2.1	Identificar el Peligro	7	Días	11/04/2017	20/04/2017
2.2	Valorar y cuantificar el Riesgo	21	Días	21/04/2017	12/05/2017
2.3	Definir el grupo de expuestos	7	Días	13/05/2017	19/05/2017
2.4	Definir los periodos y clases de monitoreo:	15	Días	20/05/2017	05/06/2017
2.5	Definir los controles en el ambiente y lugar de trabajo.	13	Días	06/06/2017	18/06/2017
2.6	Definir los controles de ingeniería	10	Días	20/06/2017	29/06/2017
2.7	Definir los controles Administrativos	9	Días	30/06/2017	09/07/2017
2.8	Seleccionar los elementos de protección personal	9	Días	10/07/2017	18/07/2017
2.9	Definir las capacitaciones de formación y toma de conciencia	7	Días	19/07/2017	26/07/2017
2.10	Presentar a las partes interesadas propuesta Inicial	5	Días	27/07/2017	31/07/2017

2.11	Realizar seguimiento, evaluación y control	30	Días	01/08/2017	01/09/2017
2.12	Entregar propuesta final	7	Días	02/09/2017	07/09/2017
3.	<b>Recomendaciones adicionales a las que haya lugar</b>	<b>Hito</b>			
3.1	Realizar Servicio Post Venta de acuerdo solicitud	35	Días	08/09/2017	12/10/2017
4.	<b>Cierre del Proyecto.</b>	<b>Hito</b>			
4.1	Clausurar entrega y evaluar satisfacción del cliente	7	Días	13/10/2017	21/10/2017

**FIN**

*Fuente: Autores (2016)*

## 11. RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados de este proyecto de investigación de acuerdo al orden en el cual se relacionaron los objetivos específicos propuestos. En la primera parte se describe el análisis de los procesos productivos asociados al riesgo químico por exposición a vapores de plomo, en la segunda parte se presenta la descripción de la organización del trabajo del personal expuesto y en la tercera parte se establecen los planes de acción para mitigar y controlar el riesgo químico por exposición a vapores de plomo, de la compañía Proalco Bekaert S.A.

### **Resultado 1.**

Al analizar el proceso productivo asociado al riesgo químico por exposición a vapores de plomo, desde la descripción de la fabricación de Alambre Galvanizado, en la compañía Proalco Bekaert S.A, fue posible identificar lo siguiente.

#### **Descripción de la Fabricación de Alambre Galvanizado**

El proceso inicia con la compra del alambroón a Arcelor Mittal en Brasil gestión realizada por el proceso de Compras; la materia prima inicialmente llega al puerto

de Buenaventura, a la planta productiva llega por transporte terrestre; en la planta esta materia prima es almacenado en el patio de alambón.

Al tener una solicitud de pedido por el proceso Comercial, el sistema dispara una alerta a Planeación y Programación el cual emite una orden de producción (OP) al proceso productivo para que del patio de alambón se traslade el alambón a la sección de trefilación a la máquina trefiladora indicada en la OP donde el Operario procede a trefilar el alambón por medio de una serie de hileras las cuales paso a paso reducen el material al diámetro indicado, éste se recolecta en un spider el cual es trasladado a devanado, donde inicia el proceso de galvanización.



Se enhebra el alambre haciéndolo pasar por poleas y roldanas conduciéndolo hasta las tinas de plomo, saliendo de allí a la tina de enjuague para producir un choque térmico con agua, continua el proceso hacia las tinas de ácido clorhídrico (HCl) con una temperatura de 60°C para que el alambre sea limpiado de impurezas recogidas de los anteriores procesos, pasa a las tinas de enjuague para que lave y limpie residuos de ácido y de impurezas adheridas al material, ingresa a las tinas de flux (solución salina) con una temperatura de 70°C donde el material sufre un ataque químico el cual microscópicamente genera poros al alambre dejándolo lista para la galvanización.


Empezando con el proceso de galvanizado con el ingreso del alambre a la tina de zinc con una temperatura de 450°C con el fin de que el zinc se adhiera al alambre; pasando al puente de galvanizado donde se controla la capa por medio de paños Carrara mediante presión, conducido a enrollado donde se recolecta en spider, se realiza inspección de Control de Calidad para cumplimiento de especificaciones técnicas; al cumplir el material con las especificaciones es enviado a peso variable o peso exacto donde es fraccionado, embalado y etiquetado enviándolo a producto terminado para que finalmente sea entregado al cliente.


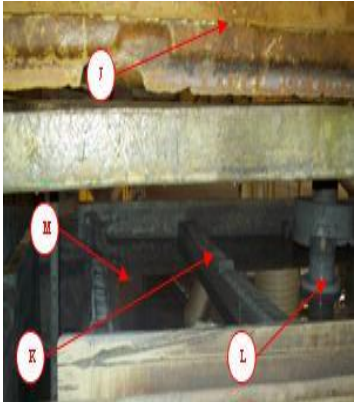
### **Fabricación Alambre Galvanizado**

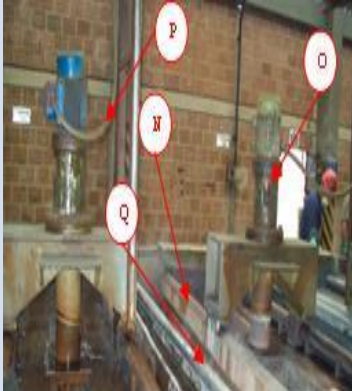

En la tabla a continuación descrita, se detalla y Analiza el proceso productivo, asociado al riesgo químico por exposición a vapores de plomo, desde la descripción de la fabricación de Alambre Galvanizado, en la compañía Proalco Bekaert S.A, fue posible identificar lo siguiente.

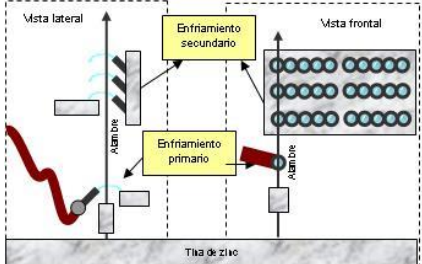
Tabla 7 Proceso Productivo Asociado al Riesgo Químico por Exposición a Vapores de Plomo

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	ANÁLISIS
<p><b>ENHEBRAR EL ALAMBRE</b></p>	<p>Enhebrar el alambre desde el banco devanador al banco enrollador pasándolo por las guías correspondientes.</p> 	<p>Operario de Galvanizado</p>	<p>Los operarios se encuentran expuestos a emisiones de partículas de Plomo por la cercanía a este proceso.</p>
<p><b>DEVANAR ALAMBRE</b></p>	<p>Devanar Alambre.</p> 	<p>Operario de Galvanizado</p>	<p>Los operarios se encuentran expuestos a emisiones de partículas de Plomo por la cercanía a este proceso</p>


ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	ANÁLISIS
<p><b>ALIVIAR TENSIONES</b></p>	<p>Sumergir el alambre dentro de la tina de plomo ya sea por uno o dos cargadores. Esto se hace con el fin de exponer el alambre a las condiciones de temperatura de la tina. Al finalizar el recorrido del alambre se debe procurar que el alambre salga con el menor arrastre de plomo hacia la siguiente etapa.</p>  <p>El plomo líquido se protege con una capa de antracita y otra de perlita que debe ser removida semanalmente, este proceso se denomina escorado.</p> <p>Adicionalmente se debe poner una capa de antracita y flux en la parte final de la segunda tina en donde los hilos salen para evitar el arrastre de plomo a los otros procesos.</p>	<p>Operario de Galvanizado</p>	<p>En esta etapa del proceso se observa como los operarios tienen un contacto inicial con el plomo por manipulación directa; se puede evidenciar el no uso de elementos de protección personal adecuados como barrera para evitar contaminación, las altas concentraciones de plomo en esta actividad es donde se inicia la contaminación masiva a los involucrados.</p>

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	ANÁLISIS
			
<p><b>DECAPAR ALAMBRE</b></p>	<p>Sumergir el alambre dentro de la tina de ácido, esta vez desde el inicio al fin de la tina. Durante este proceso se debe garantizar que la concentración de la solución del HCL sea la adecuada para que logre limpiar satisfactoriamente la superficie del alambre.</p> <p>Por otro lado, debe controlarse también la concentración de hierro en el HCL.</p> 	<p>Operario de Galvanizado</p>	<p>Los operarios se encuentran expuestos a emisiones de partículas de Plomo por la cercanía a este proceso, adicional se evidencia contaminación por vapores de HCL.</p>

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	ANÁLISIS
<p><b>LIMPIAR IMPUREZAS</b></p>		<p>Operario de Galvanizado</p>	<p>Los operarios se encuentran expuestos a emisiones de partículas de Plomo por la cercanía a este proceso, adicional se evidencia contaminación por vapores de HCL.</p>
<p><b>PREPARAR ALAMBRE PARA CAPA</b></p>	<p>El alambre se prepara para una buena adherencia del zinc sumergiéndolo en una solución de Flux (Cloruro de zinc + Sal amoniacada) en agua.</p> 	<p>Operario de Galvanizado</p>	<p>No se determinan las concentraciones de las sustancias usadas, por lo cual no se lleva un control estandarizado de las mismas.</p>
<p><b>AGREGAR CAPA DE ZINC</b></p>	<p>La capa de zinc se logra al sumergir el alambre tratado en la tina con zinc líquido. Es posible ajustar la capa con Pad o con Jet que son los dos sistemas con los que se cuenta. El sistema de Pad requiere ubicar un Pad detrás del hilo y otro en frente para que con presión ajuste la capa; mientras</p>	<p>Operario de Galvanizado</p>	<p>Los operarios se encuentran expuestos a emisiones, gases y partículas de Plomo y Zinc</p>

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	ANÁLISIS
	<p>que con el jet es un chorro de aire en un ángulo específico que con el flujo constante retira los excesos de zinc, su control depende del flujo de aire o nitrógeno.</p>		
<p><b>DAR BRILLO Y ADHERENCIA AL ALAMBRE</b></p>	<p>En esta etapa el alambre se cubre con agua formado un flujo laminar que conforma una capa más pareja y enfría más rápidamente el alambre recién cubierto; evitando su oxidación y manteniendo el brillo característico.</p> <p>Aquí es importante mantener un flujo laminar permanente con respecto a la posición del alambre. Se cuenta con 4 cascadas como se muestra a continuación.</p>  <p>El diagrama ilustra el proceso de galvanizado. A la izquierda, se muestra una 'Vista lateral' del alambre (representado en rojo) que se mueve hacia la derecha. El alambre pasa por una 'Tisa de zinc' (una fuente de zinc) y luego por una cascada de 'Enfriamiento primario'. Después, pasa por una cascada de 'Enfriamiento secundario'. A la derecha, se muestra una 'Vista frontal' del alambre, que aparece como una serie de círculos azules. El diagrama también indica la dirección del flujo de alambre con flechas y el término 'Tisa de zinc' en la parte inferior.</p>	<p>Operario de Galvanizado</p>	<p>En esta actividad se puede visualizar que existe la exposición a humos metálicos los cuales no son controlados</p>



ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	ANÁLISIS
<p><b>PROTEGER ALAMBRE</b></p>	<p>La protección de alambre galvanizado y brillado se logra con la aplicación de una capa de Wax disuelta en agua.</p> 	<p>Operario de Galvanizado</p>	<p>El operador debe desplazarse a un segundo piso sin elementos de protección personal adecuados para esta operación. exposición a humos metálicos los cuales no son controlados</p>
<p><b>ENROLLAR ALAMBRE</b></p>	<p>Seguir pasos de acuerdo al numeral “6.5 Proceso de enhebrado tina de zinc - banco enrollador”</p>	<p>Operario de Galvanizado</p>	<p>Los operarios se encuentran expuestos a Partículas metálicas en suspensión</p>
<p><b>EMPACAR CON PESO EXACTO O PESO VARIABLE</b></p>	<p>Luego de almacenar el producto en los spiders, deben ser empacados. El empaque de rollo de peso exacto se realiza en la máquina específica de esta actividad, así como la de peso variable.</p>	<p>Operario de Galvanizado</p>	<p>Los operarios se encuentran expuestos a Partículas metálicas en suspensión</p>
<p><b>ENTREGAR EL ALAMBRE</b></p>	<p>Según el destino definido se debe entregar el material al almacén de producto terminado, indicando al Montacarguista su ubicación.</p>	<p>Operario de Galvanizado</p>	<p>Los operarios se encuentran expuestos a Partículas metálicas en suspensión.</p>
<p><b>Finaliza el proceso</b></p>			

Fuente: Autores y PROALCO BEKAERT S.A. (2016)

### **Respecto con las normas de seguridad fue posible analizar lo siguiente:**

- Se debe hacer uso de los implementos de seguridad en el proceso de Galvanizado.
- Las sustancias químicas deben estar rotuladas e identificadas con el nombre del producto y los riesgos asociados a ésta; así mismo, el Operador debe conocer sus respectivas hojas de seguridad.
- Se debe realizar la recolección y separación de los residuos.
- En caso de presentarse derrames de sustancias químicas debe dar aviso de inmediato al Supervisor.

### **Resultado 2.**

Al describir la organización del trabajo, en la compañía Proalco Bekaert S.A, fue posible identificar lo siguiente:

Proalco Bekaert S.A está ubicada en el km 25 vía a Sibate Zona Industrial del Muña, dedicada a la transformación del alambre de alta calidad satisfaciendo las necesidades de los clientes, cuenta con personal administrativo y operativo; el acceso a la planta se realiza por medio de rutas contratadas por la compañía que toma el personal en los distintos horarios establecidos.

El personal administrativo trabaja de lunes a viernes de 6:30 am a 4:00 pm y el día viernes termina labores a las 2 pm, tienen un descanso de 30 min a las 10 am para tomar un refrigerio por cuenta de cada uno y 30 min de almuerzo en el horario de 12 pm a 1 pm servicio que presta el casino contratado la compañía.

El personal operativo trabaja los 7 días de la semana de domingo a domingo en tres turnos rotativos de producción de 8 horas con un compensado mensual por tres domingos trabajados; tienen un descanso de 15 min al intermedio de la jornada para tomar el refrigerio que la compañía les otorga al personal operativo, finalizando o iniciando la jornada de 8 horas en el turno de 6 a 2 o de 2 a 10 pueden tomar el almuerzo en el casino.

Jerárquicamente la compañía cuenta con un gerente general y un gerente de producción, personal encargado de la entrega de resultados y producciones planeadas; seguido de los supervisores los cuales tienen el manejo del personal

operativo y control de la producción planeada. La compañía cuenta con un programa llamado “Ideas de innovación” donde todos los empleados son escuchados mediante sus propuestas planteadas para la mejora que ayuden al crecimiento de la planta.

### Información General de Proalco Bekaert S.A.

#### Identificación:

*Tabla 8 Identificación de la Compañía Proalco Bekaert S.A.*

<b>RAZON SOCIAL</b>	PRODUCTORA DE ALAMBRES COLOMBIANOS PROALCO S.A.S	
<b>NIT</b>	890.804.199 - 7	
<b>PRINCIPAL</b>	AUTOPISTA SUR KM. 25 SIBATE ZONA INDUSTRIAL DEL MUÑA	
<b>TELEFONO</b>	7198899	
<b>CLASE DE RIESGO</b>	PERSONAL ADMINISTRATIVO	I
	PERSONAL OPERATIVO	IV
<b>ACTIVIDAD ECONOMICA</b>	Producir y comercializar rentablemente alambre de alta calidad para la satisfacción de las necesidades de usuario de la industria, del sector agropecuario y construcción	
<b>REPRESENTANTE LEGAL</b>	OSCAR PROAÑO	
	GERMAN ZULUAGA	

*Fuente: Proalco Bekaert S.A. (2016)*

#### Jornada Laboral:

*Tabla 9 Jornada Laboral de la Compañía Proalco Bekaert S.A.*

AREA	JORNADA	HORARIO	DESCANSOS
ADMINISTRATIVA	Lunes - Jueves	6:30 am - 4:00 pm	30 minutos
	Viernes	6:30 am - 2 pm	30 minutos
OPERACIONES	Turnos Rotativos de 8 horas		
	7 días de trabajo por 2 días de compensatorio	6 am - 2 pm	15 min
		2 pm - 10 pm	
		10 pm - 6 am	

*Fuente: Proalco Bekaert S.A. (2016)*

#### Estructura Física:

Para el desarrollo de las actividades Proalco Bekaert S.A cuenta con sede en Sibate (Cundinamarca), descrita a continuación:

La planta se divide en una zona administrativa de oficinas distribuidas en una edificación de un nivel, con estructura en concreto, mampostería en ladrillo, cubierta en cemento, los pisos en tableta. Al interior de las mismas, el diseño es modular; se cuenta con archivos, casino y la recepción. La iluminación es mixta, tanto luz natural como artificial, con ventanales ubicados hacia el costado occidental y oriental de algunas oficinas, la luz artificial es suministrada por lámparas fluorescentes, distribuidas por todas las áreas de trabajo.

La zona productiva distribuida en 3 naves divididas por secciones de acuerdo al proceso que se realice, áreas como: galvanizado, trefilación y hornos de recocido, tiene 2 niveles de planta física; diferentes áreas descubiertas que comprenden zonas libres incluyendo un parqueadero y senderos peatonales, áreas aledañas donde se encuentra mantenimiento y almacén. Patio de maniobras que en el momento no se encuentra construido y se usa como almacén de alambón.

### **Descripción del Proceso Productivo:**

Producción y comercialización de productos de acero con énfasis en alambres de alto y bajo carbono y de productos recubiertos y sin recubrir.

### **Materias Primas:**

La principal materia prima es el alambón.

### **Insumos:**

Sustancias químicas, con inventario disponible en el programa de riesgo químico con la siguiente información:

- Nombre comercial.
- Nombre químico o componente peligroso principal.
- Proveedor.
- Estado físico.
- Clase de peligro para el transporte UN.
- Peligros para la salud.
- Peligros físicos.
- Peligros ambientales.
- Periodicidad o frecuencia de uso.
- Empaque (caneca, bulto, garrafa, frasco)
- Cantidad existente.
- Identificación NFPA 704: SALUD, INFL., REACT., ESP.

### **Formación y Capacitación:**

Anualmente se realizan análisis de la siguiente información:

- Incidentes y accidentes ocurridos.

- Condiciones de riesgo.
- Riesgos prioritarios.
- Tareas de alto riesgo.
- Enfermedades laborales.
- Ausentismo.
- Exámenes ocupacionales.

De éste análisis se define cuáles son las prioridades y las necesidades de capacitación concretándolo en un plan anual de capacitación y entrenamiento donde se registra: que, como, cuando, donde, quienes y presupuesto asignado

### Resultado 3.

En la Figura 3 se presenta el esquema de la forma en que se diseñó el sistema de vigilancia epidemiológica. Los planes de acción para mitigar y controlar el riesgo químico por exposición a vapores de plomo, de la compañía Proalco Bekaert S.A; se encuentran dispuestos en el *Anexo 2 Plan de Acción 5W2H*.

*Tabla 10 Resultados – Sistema de Vigilancia Epidemiológico y Recomendaciones.*

RESULTADOS	ETAPAS DEL SISTEMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA		RECOMENDACIONES
1. Análisis del Proceso Productivo	1. Identificación del riesgo	Riesgo Químico	Con Mediciones higiénicas-ambientales.
	2. Caracterización del evento	Inhalación de vapores de Plomo	Con una Metodología para identificar peligros y valorar riesgos
2. Descripción de la Organización del Trabajo	3. Nivel de control	Sin Identificar	Con inspecciones y auditorías internas.
	4. Diagnóstico de salud	Exámenes ocupacional básico	Con exámenes de Plumbemia a los trabajadores expuestos.
3. Construcción de los Planes de Acción	5. Priorización del evento	Control en la fuente	Con la Instalación de campanas de extracción.
	6. Intervención	Planes para mitigar el riesgo	Con la Metodología Matriz 5w2h.

*Fuente: Autores (2016)*

Figura 3 Esquema del diseño del sistema de vigilancia epidemiológica para mitigar el riesgo químico por exposición a vapores de plomo, de la compañía PROALCO BEKAERT S.A



Fuente: Autores (2016)

## **12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **12.1. CONCLUSIONES**

- El desarrollo de este proyecto permitió a los consultores en seguridad y salud en el trabajo, diseñar un sistema de vigilancia epidemiológica para la compañía Colombiana Productora de Alambre Proalco Bekaert S.A, con el que fuese posible mitigar el riesgo químico por exposición a vapores de plomo, para así evitar el incremento de personal contaminada.
- En el análisis realizado al proceso de galvanizado se pudo evidenciar las mejoras que se pueden implementar, ayudando a mitigar el riesgo al personal expuesto a contaminación por vapores de plomo.
- Con la organización del trabajo en la compañía, se evidencia un ambiente de trabajo agradable por las condiciones brindadas por la compañía, ayudando a que al implementar nuevos controles, éstos sean acogidos por los trabajadores.
- La compañía Proalco Bekaert S.A, al implementar el plan de acción propuesto bajará el índice de enfermedad profesional, controlando la proliferación de enfermedades.

### **12.2. RECOMENDACIONES**

- Una vez se ha realizado la evaluación y se establezca la necesidad de reducir las concentraciones de plomo en el área de galvanizado, el equipo de Seguridad y Salud en el Trabajo presentará las acciones sugeridas para controlar las concentraciones a corto, mediano y largo plazo; Se plantearán suficientes alternativas desde el punto de vista técnico, de manera que la empresa disponga de varias posibilidades de intervención según la disponibilidad de recursos.

- Debe darse prioridad a aquellos procesos o áreas en los cuales se encuentra el mayor número de expuestos, en donde haya alteración biológica por exposición a plomo y/o los casos presentados. La implementación de las recomendaciones, el seguimiento periódico que se realice, los cambios y ajustes que pueden surgir a éstos planes quedarán evidenciados a través del soporte documental definido en la compañía y avalados por sus responsables.
- Cuando sea posible y factible, se preferirá eliminar el químico del proceso, tarea, máquina o herramienta que genere la exposición o sustituirlo por otro de menor intensidad.
- El control de ingeniería en la fuente es el método más efectivo para controlar definitivamente el problema de exposición al plomo en el lugar de trabajo. El tratamiento de estos problemas puede requerir modificaciones, re diseño o reemplazo de materiales. La recomendación de realizar alguno de estos cambios debe contar con la documentación suficiente y técnica para su implementación, que incluya una valoración de la inversión necesaria y del costo beneficio que se obtendría de implementarse en términos no solo de salud ocupacional sino también de indicadores de gestión de la empresa.
- Se recomendó implementar, mantener y mejorar la propuesta de diseño del sistema de vigilancia epidemiológica realizada para mitigar al riesgo químico por exposición a vapores de plomo, de la compañía Proalco Bekaert S.A, para que en un lapso de un año trabajando con el sistema se reduzca en un 95%, los casos de trabajadores reubicados por enfermedades de origen laboral derivados de la exposición a vapores de plomo en el proceso productivo de galvanizado.
- Después de la implantación del sistema de vigilancia epidemiológica se espera que adicional a disminuir los casos de trabajadores diagnosticados con enfermedades de carácter laboral, que la compañía Proalco Bekaert S.A sea una pionera en prevenir enfermedades y preservar la salud de sus trabajadores.



### 13. BIBLIOGRAFÍA

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2015). *U.S. Department of Health and Human Services*. Recuperado el septiembre de 2016, de Agency for Toxic Substances and Disease Registry: <http://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=92&tid=22>
- Cárdenas, O., Varona, M., Núñez, S., Ortiz, J., & Peña, G. (2001). Correlación de protoporfirina zinc y plomo en sangre en trabajadores de fábricas de baterías, de Bogotá, Colombia. *Revista Salud Publica*.
- Corey, G., & Diaz, F. (1999). *Evaluación del Riesgo por la Exposición a Plomo*. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí, Unidad de Toxicología Ambiental, Facultad de Medicina, Mexico.
- Corey, G., & Galvao, L. (1989). *Plomo, Serie Vigilancia 8*. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud OPS/OMS, Metepec, Mexico.
- Cubides, R., & Amaya, E. (2010). *Estudio Preliminar Tecnico Economico del Aprovechamiento del Acido Usado en el Proceso de Decapado de Alambres de PROALCO S.A. en el Proceso de Tratamiento de Aguas Industriales del Sector Lacteo*. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierias Fisicoquimicas, Bucaramanga.
- Danza, F. (2001). *Contaminación por Plomo*. Sindicato Medico del Uruguay, Comisión de Salud Ocupacional, Montevideo. Recuperado el septiembre de 2016, de <http://www.smu.org.uy/sindicales/resoluciones/informes/plomo.pdf>
- Deaza, N., Galeano, E., & Valencia, D. (2011). *MODELO DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICO EMPRESARIAL*. UNIVERSIDAD DEL ROSARIO, FACULTAD DE ADMINISTRACION.
- Díaz, A. (2011). *Alteraciones Neurológicas por Exposición a Plomo en Trabajadores de Procesos de Fundición, Soacha, 2009*. Tesis Magistral, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Departamento de Toxicología, Bogotá. Recuperado el septiembre de 2016, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6507/1/597822.2012.pdf>
- Espinoza, C., Nobrega, D., Seijas, D., Sarmiento, A., & Medina, E. (Octubre de 2008). Niveles de plomo en sangre y factores ambientales asociados, en una población infantil venezolana. *Gaceta Medica de Caracas*, 116.

- Farouk, M., & Fernandez, R. (s.f.). *Estadística y Epidemiología General AMoodle UCO*. Recuperado el septiembre de 2016, de Moodle: <http://moodle.uco.es/m1415/course/info.php?id=427>
- Gómez, M., & Cremades, L. (Abril de 2013). Estudio del Manejo del Plomo en Establecimientos de Tipografía, Reconstrucción de Baterías y Recicladores de Chatarra en el Departamento del Quindío, Colombia. *Revista Ciencia y Trabajo*, 15.
- Grupo de Factores de Riesgo Ambiental. (2014). *Protocolo de Vigilancia en Salud Pública*. Instituto Nacional de Salud, Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Cuarta ed.). Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- Hurtado, C., Gutiérrez, M., & Echeverry, J. (2008). Aspectos clínicos y niveles de plomo en niños expuestos de manera paraocupacional en el proceso de reciclaje de baterías de automóviles en las localidades de Soacha y Bogotá, D.C. *Revista Biomedica*, 28.
- Instituto Laboral Andino. (2005). *Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Consejo Consultivo Laboral Andino.
- Lauwerys, R. (1992). *Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales*. España: Massons.
- MinAmbiente. (2012). *Diagnostico Nacional de Salud Ambiental*. Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- New York State Department of Health. (2016). *Educational Materials for Lead Poisoning Prevention*. Obtenido de <https://www.health.ny.gov/publications/2582.pdf>
- OIT. (2001). *Repertorio de recomendaciones prácticas sobre la seguridad y la salud en las industrias de los metales no ferrosos* (Primera ed.). Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- OIT. (2002). *Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo, ILOOSH 2001*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- OPS. (2011). *Módulos de Principios de Epidemiología para el Control de Enfermedades (MOPECE)*. Organización Panamericana de la Salud.

- Osorio, S., Hernández, L., Sarmiento, R., González, Y., Perez, D., Barbosa, M., . . . Patiño, N. (Julio - Agosto de 2014). Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013. *Revista de Salud Publica*, 16.
- Padilla, A., Rodriguez, N., & Martinez, A. (1999). *Protocolos De Vigilancia Sanitaria Específica PLOMO*. Madrid: Comisión De Salud Pública.
- Pajaro, N., Maldonado, W., Perez, N., & Diaz, J. (2013). Revisión de las implicaciones ocupacionales por exposición al plomo. *Revista Informador Técnico (Colombia)*, 183 - 191.
- PNUMA. (2010). *Análisis del flujo del comercio y revisión de prácticas de manejo ambientalmente racionales de productos conteniendo cadmio, plomo y mercurio en América Latina y el Caribe*. Peru: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Ramirez, A. (Junio de 2008). Exposición a plomo en trabajadores de fábricas informales de baterías. *Revista Anales de la Facultad de Medicina*, 69.
- Thacker, S. (2010). Historical Development. En *principles and practice of public health surveillance*. Oxford:: University press.
- Tschambler, Wierna, Romero, Rios, Ruggeri, & Mitre, B. (2015). Niveles de plomo en sangre de niños expuestos a los residuos metalúrgicos en Abra Pampa, Jujuy (Argentina). *Revista Toxicol*, 95 - 97.