

2009

*Universidad de
Cienfuegos
Facultad de
Ciencias
Económicas y
Empresariales*



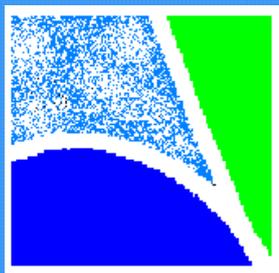
TRABAJO DE DIPLOMA

TÍTULO: Procedimiento para el estudio de factores de riesgos laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos, en la zona de Punta Majagua, Cienfuegos.

Autor: David Javier Castro Rodríguez

Tutores: Ing. Aníbal Barrera García

Lic. Jelvys Bermúdez Acosta





**UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

Hago constar que la presente investigación fue realizado por la Universidad de Cienfuegos, como parte de la culminación de los estudios de la especialidad de Ingeniería Industrial, autorizando que la misma sea utilizado por los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según el acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

*Información Científico – Técnica
Nombre y Apellidos. Firma*

*Computación
Nombre y Apellidos. Firma*

*Ing. Aníbal Barrera García
Tutor*

*Lic. Jelvys Bermúdez Acosta
Tutor*

EXERGO

“Si la debida atención al estado de las máquinas inanimadas produce resultados beneficiosos, ¿qué no puede esperarse si se consagra igual atención a las máquinas vitales, mucho más maravillosamente construidas?”

Robert Owen (1771-1858).

DEDICATORIA

A Dios por hacerme sentir tan querido y por demostrarme siempre lo virtuoso de sus decisiones.

A Mamá y a Cesi, por tantos años de sacrificio juntos y por ser el complemento perfecto de mi ser, que utilizándolos como apoyo, se siente firme.

AGRADECIMIENTOS

Muchas Gracias

Muchas Gracias a todos los presentes y en general a todas las personas que de una forma u otra han contribuido a lo largo del duro camino que ha sido esta empresa.

A Jesús por ser mi todo y mi guía, siempre atento a todo lo que se acontece, librándome de preocupaciones y tomándome de la mano para hacerme todo más fácil, a ti, gracias mi Señor.

Muchas Gracias a Aníbal, mi tutor, que sin él esto no sale. Por tanta preocupación, por todos los esfuerzos y carreras, por todo lo que me ha enseñado, por el apoyo que ha sido en este año lleno de proyectos y desafíos profesionales en mi vida, por su dedicación, su tiempo y hasta por su exquisitez.

A Jelvys mi tutor técnico por su calidad humana, condescendencia, por apoyarme desde un principio y enseñarme lo bello de tarea de campo, por su ayuda desinteresada y altruista para que logre mis objetivos, por sus gestiones, por eso y más Gracias.

A María Elena Castellanos: Madre en concepción, progenitora de este logro que fue concebido en su bondad y gestado en su beneficencia, a ti Muchísimas Gracias.

A Daynelis Curbelo Por ser el primer estímulo que echó a andar esta maquinaria, por brindarme su ayuda y su apoyo, por mostrarme la oportunidad y la mejor manera de aprovecharla, por siempre estar al tanto y por su empatía, Gracias.

A Poma por su paternalismo, sus jugosas reflexiones, su condescendencia, por aceptarme en su proyecto, constituir un consultante continuo de este trabajo, a veces sin saberlo, y por su acogida.

A todos mis nuevos compañeros de trabajo por hacerme sentir feliz de estar aquí y por lo humano del colectivo. A todo el que de una manera u otra ha tenido que ver con mi estancia (Clarita, Alain y Henry).

A todos los profes que he tenido, que han ido aportando lo suficiente para llegar a hoy. Especiales para el Suso, Botana que me apadrinó literalmente, para Alejandro por subirse a mi podio de profes tan rápido y por enseñarme tanto. A Grisela la decana de la

facultad por siempre darme su ayuda incondicional y desinteresada. También a Mario, Noel, Rafael, Becerra, Marle, Amelia y Vilma que hicieron lo propio cuando los necesité. A la profe Damaise por todos los conocimientos ofrecidos y por su apoyo.

Para mi grupo de Ingeniería Industrial, les van en estas breves líneas todo mi orgullo y nostalgia porque ya se me acabó. Pero a cada uno de los que están y de los que han estado a lo largo de la carrera, les doy mis agradecimientos, pues de cada uno algo aprendí, aunque sea en un renglón forman parte en este trabajo. Especiales para mi grupo de proyecto. A la Claudia, la mejor para siempre, por su brillantez y sencillez cosa casi incompatible, y por darme el privilegio de ser mi amiga mujer, mis mil besos, Dayron, lástima que por convencionalismos la letra que se usa en esta sección sea estándar, porque sino amplío tu nombre, gracias por las ayudas prestadas hasta última hora. Panchi, el mío; sencillo y sensato, súper capaz pero sin hacer ruido, gracias a ti también, y por prestarme tu procedimiento. A Rosi y Arahit por soportarme tanto tiempo a su lado en el aula y por todos los trabajos prácticos que me recosté a ustedes. A Maylín y Yanelis por sus resúmenes.

A todos mis socios de la Universidad por hacer también que pudiera despejar los días de más estrés, y los de menos también (especiales para Augusto y Sandor). A todos los que me apoyaron desde su puesto (los bancos del comedor), por hacerme sentir querido también en ese espacio, (Victor, Chen, Roger, Frank, Ray, Javier y la gente del cuarto de Robe).

Gracias a las personas de la iglesia que han aportado enseñanzas importantes. Padre Manuel y Jairo, Marrero, Jimmy y Quiñones.

Gracias a todos los hermanos masones por mostrarme lo bello de la fraternidad y por sus aportes específicos. Especiales a Carlos Ernesto, mi gemelo en logia, Samuel, Alexei, Omar y no me puede faltar Alain Álvarez Chongo.

A todos los pibes del barrio, por los recuerdos de infancia que se materializan en cada logro, a los pocos que quedan y a los que han formado parte del éxodo de mi edificio

pues también mis gracias, queden saludadas también sus familias. Especiales a Gerson, Antonio, Sergio, Andrés, Lisán, Jimmy y Gerardo ya no tan pibe pero igual.

Gracias a las personas que hoy no están, por causas diversas, pero que siempre afloran sus enseñanzas y recuerdos en momentos como este. Los especiales donde estén saben quienes son.

Gracias a Gretter (que si escribo mal su nombre me mata) Por su comprensión, por servir de catarsis en momentos de estrés, por aparecer en momentos en que la musa disminuye y por reavivarla, además por sugerirme la idea de los agradecimientos.

A todas mis amistades, todos y que no se me quede uno. Oscarito que no puede estar en tu cumpleaños por terminar esto felicidades y gracias hoy, Al gordo, Layron, David, Robertico Ripoll que lo quiero aunque a veces no nos ponemos de acuerdo, Leiden hoy lejos, Carlos Martínez, Dayana Chávez por lo que aprendí de ella, Jeikel Pez que siempre se preocupa, en fin, a todos y a sus familias..

A los Mosqueteros, Carli que me trae desde el círculo y Nesti guerrero de mil batallas juntos y todas ganadas, ahora también papá, recibe también mis felicidades y lo mejor a tu niño.

Roberto Rodríguez: Que te digo macho si tu bondad y desprendimiento es superlativa, antes de que se me acaben, ahí te van tus gracias con todo mi corazón, también a tus viejos.

Plinio, mil historias juntos, te debo mucho por lo vivido y por lo que queda por vivir, nada afecta porque lo tuyo va más allá de la amistad mi hermano, hoy te devuelvo o vivido con mis gracias bro. Queden saludados también tus viejos que se han preocupado mucho por mí.

Rodolfo Ripoll, por hacerte omnipresente, te conozco hace más de la mitad de mi vida entera y nunca me has aportado nada negativo, toda tu bondad te desborda y hacen que hoy valiéndome de este medio te agradezca. Muchas gracias bro. También a tu papá y a todos los que me quedan de tu hogar que me han acogido como uno más.

A todos mis familiares por hacerme sentir orgulloso de mi sangre, a los que están lejos también les agradezco. Especiales para Jary, Yovanni, Guille, Eduardo, Milagros, Nenito y Mauri.

A mi abuelita por la gran ayuda que a sus 88 años todavía brinda para todo este logro, por eso y por el cariño que le tengo, Gracias bichín.

A Frank, hoy lejos, por haber sabido hacerse un espacio entre los que considero familia, por su bondad, gracias.

A mis niñas; Dharma mi hermanita grande perspicaz, cariñosa, decidida y voluntariosa que crece por día pero sigue siendo dulce; y Samy siempre risueña, juguetona, amorosa y por siempre mi hermanita pequeña, les doy mil gracias por quererme y hacer que cada día me supere más para ser un buen ejemplo para ustedes.

A Papá que a pesar de la distancia ha sido vital su sabiduría de erudito, sus principios y su visión adaptativa. Hoy, en día de agradecimientos, lo hago desde mi corazón y me aventuro a decirte, Te Quiero.

Cesi, hoy lejos, difícil se me hace definir de que tamaño te quiero, pero si te digo Gracias por todo hermano, por todo tu ejemplo, por ser mi faro y lucero, por siempre dejarme el sendero marcado para que yo transite fácil, por lograr que siempre intentara emular contra tus inmaculadas marcas, por tu cariño y consagración a mí. Muchísimas Gracias.

Dudo que todavía tenga Voz, si tuviese que leer esta parte por eso antes de que me falle: Te Amo Madre. Te doy Gracias Mamá por ser el performance en que quiero convertirme, te admiro, que has sido todo para mí, Gracias por todo el esfuerzo, por los sinsabores, pero tu has sembrado y a pesar de las tempestades, de las estaciones y del poco descanso, tu jardín no se cansa de crecer y hoy te va este fruto de tu esfuerzo y el mío, pero la aventura que es tu vida no se cansará de recogerlos, a ti mi santa,

¡Eternamente Gracias!

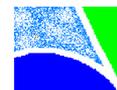
Para proteger mi despistada memoria hago este apartado para si alguien no se sintió identificado, no se sienta olvidado y si agradecido.

Que todos sepan que mi corazón no es muy grande pero que es de ustedes también.

Una vez Más:

¡Muchas GRACIAS!

RESUMEN



Resumen

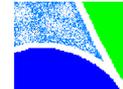
El presente trabajo se realizó en el Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos, tiene como objetivo fundamental establecer un procedimiento para la identificación y evaluación de Factores de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos, a partir de la utilización de técnicas y herramientas específicas de la Gestión de Riesgo Laboral. Para el cumplimiento del mismo se utilizaron entrevistas, listas de chequeo, observaciones directas. El procesamiento de los resultados se realiza utilizando el paquete de programas estadísticos SPSS versión 15.0.

Como resultados fundamentales quedaron identificados y evaluados los factores de riesgos laborales en cada una de las etapas del proceso objeto de estudio, además se proponen un grupo de medidas preventivas en función de los principales factores de riesgos existentes, así como un conjunto de indicadores que permitan monitorear las acciones relacionadas con la Seguridad y Salud en el proceso de rehabilitación del suelo contaminado por hidrocarburos en la zona de Punta Majagua, Cienfuegos; datos que dan respuesta a la situación problema del estudio.

Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones que derivan del estudio y que permiten definir una vía de seguimiento adecuada para dar continuidad a la temática desarrollada en la investigación.

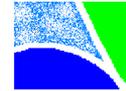
Palabras claves: Biorremediación, Factores de riesgos laborales, Procesos, Contaminación de suelos por hidrocarburos, Rehabilitación ambiental.

ÍNDICE



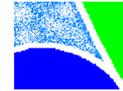
Contenido

Resumen	13
INTRODUCCIÓN.....	18
Capítulo I: Marco Teórico Referencial.....	23
1.1 Contaminación Ambiental como problemática actual.	23
1.2 Gestión de Residuos como forma de mitigar la contaminación ambiental.	29
1.3. Contaminación por Hidrocarburos como parte de la contaminación ambiental.	32
1.4 La Biorremediación como técnica para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos.	34
1.5 Proyectos de Rehabilitación Ambiental.	38
1.6 Seguridad y Salud Laboral.	41
1.7 Gestión de Riesgo Laboral.	43
1.8 Inventario de los principales riesgos ocupacionales en la ejecución de los proyectos de remediación de suelos mediante técnicas biológicas.	51
Capítulo II: Procedimiento para el Estudio de Factores de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos.....	56
2.1: Diseño de un procedimiento para el Estudio de Factores de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos.	56
Fase I: Organizar y Recopilar Información.	56
Fase II: Caracterización del lugar objeto de estudio.....	59
Fase III: Identificación y Evaluación de Factores de Riesgos Laborales.	60
Fase IV: Planificación y Elaboración del plan de medidas preventivas a ejecutar.	71
Fase V: Supervisión de las acciones planificadas en la ejecución de cada etapa.	73
Capítulo III: Aplicación del Procedimiento para el estudio de Factores de Riesgos Laborales en el Proceso de Rehabilitación Integral de Punta Majagua, Reina, Cienfuegos.	81
3.1. Implantación de un procedimiento para el Estudio de Factores de Riesgos Laborales en el proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos con el uso de la biorremediación en Punta Majagua, Reina, Cienfuegos.	81
Fase I. Organizar el Trabajo	81



Fase II: Caracterización del lugar objeto de estudio.....	83
Fase III: Identificación y Evaluación de Factores de Riesgos Laborales.	88
Fase IV: Planificación y Elaboración del plan de medidas preventivas a ejecutar.	97
Fase V: Supervisión de las acciones planificadas en la ejecución de cada etapa.	99
Conclusiones Generales.	102
Recomendaciones	104
Bibliografía:.....	106
Anexo	113

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

El trabajo es esencial para la vida, el desarrollo y la satisfacción personal. Desafortunadamente, actividades indispensables, como la producción de alimentos, la extracción de materias primas, la fabricación de bienes, la producción de energía y la prestación de servicios implican procesos, operaciones y materiales que, en mayor o menor medida, crean riesgos para la salud de los trabajadores, las comunidades vecinas y el medio ambiente en general.

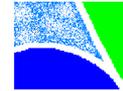
La protección y conservación de los recursos naturales, considerados patrimonio de todo el pueblo, deben constituir para cualquier sociedad civilizada contemporánea más que una obligación, un compromiso de todos los que directa o indirectamente influyen sobre ellos.

El incremento de la contaminación por hidrocarburos ha aumentado considerablemente en los últimos años con el aumento de las actividades de explotación, producción, almacenamiento y trasiego de derivados del petróleo, haciéndose necesario el establecimiento de un equilibrio entre el desarrollo productivo y la protección del medio ambiente.

La salud en el trabajo guarda relación con el ambiente de trabajo, por tal razón la prevención debe iniciarse en el escenario laboral, ocupándose de la contaminación de fuentes industriales mediante procesos adecuados de tratamiento y evacuación de residuos y desechos peligrosos.

Las nuevas tecnologías en la generación de energía, los medios de transporte, las industrias de proceso como la química, petroquímica y otras, además de beneficios traen aparejados riesgos que se traducen ocasionalmente en pérdida de vidas humanas, daños a la salud y pérdidas económicas de consideración. No obstante que ninguna actividad humana está exenta de riesgos, estos pueden ser aceptados en dependencia de los beneficios que la actividad reporta, de la importancia comparativa respecto a otros riesgos de la vida diaria, así como de la percepción que se tenga de tales riesgos. (Salomón y Perdomo; 2001)

En la actualidad cada año ocurren millones de accidentes que ocasionan lesiones en los trabajadores y hasta la muerte, y cada día se detectan enfermedades cuya causa está en la actividad laboral que se realiza, estos elementos provocan el dolor de los lesionados, su familia y en muchas ocasiones, por las magnitudes que han alcanzado, hasta dolor en la sociedad. (Rodríguez, 2007)

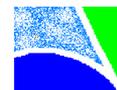


Según expertos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2007), cada año ocurren 250 millones de accidentes en el mundo y como consecuencia mueren más de un millón de personas. Doce millones de niños trabajadores son víctimas de accidentes laborales, de los cuales cerca de 12.000 son fatales. Tres mil personas mueren en el trabajo todos los días: dos por minuto. Por otra parte, advierte de que cada vez aumentarán más los jóvenes de entre 15 y 24 años y los mayores de 60 en la fuerza laboral, y estos colectivos suelen sufrir tasas superiores de accidentes de trabajo. Se advierte que para el año 2020 el número de enfermedades relacionadas con el trabajo se duplicará y que en la misma época las exposiciones a tóxicos ambientales estarán sacrificando la vida de muchas personas si no se toman las medidas preventivas desde hoy.

Para conocer con mayor especificidad el problema de la accidentalidad laboral en América latina y el Caribe, según la OIT (2007) se registran cinco millones de accidentes por año, de los cuales 90.000 son fatales, con el agravante de que ellos serían sólo una parte de los ocurridos. En cuanto al costo, la OIT ha señalado para el sector trabajo una estimación equivalente al 4% del Producto Interno Bruto.

En Cuba, la temática de riesgos laborales ha sido tratada desde los inicios del triunfo de la Revolución, de manera reciente se puso en vigor por el Ministerio del Trabajo y Seguridad Social, órgano rector de la temática, la Resolución 39/2007, Instrucción 2/2008 y Instrucción 3/2008 que tienen como objetivo garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores, busca alcanzar el bienestar físico, psíquico y social de los mismos y proteger el patrimonio de la entidad y el medio ambiente, al eliminar, controlar y reducir al mínimo los riesgos. En las listas de chequeo que acompañan a esta resolución tienen establecidos elementos por los cuales pudieran identificarse los factores de riesgos laborales, tomándose las clasificaciones que se utilizan a nivel mundial, las cuales incluyen riesgos físicos, químicos, biológicos, psicosociales, mecánicos, eléctricos, entre otros.

En la actualidad se llevan a cabo un grupo de proyectos relacionados con la rehabilitación ambiental, en lo referente a la contaminación de suelos por hidrocarburos, donde se hace evidente la necesidad de realizar estudios de riesgos laborales acorde con las normativas actuales, dándole cumplimiento de esta forma a lo relacionado al artículo 160 de la Ley 81 de Medio Ambiente, que plantea la necesidad del empleador de garantizar la seguridad en el trabajo de sus empleados, debido al tipo de trabajo que se ejecuta en la implementación de estos proyectos, liderados por el CITMA.



En la provincia de Cienfuegos, específicamente la División de Ingeniería Ambiental del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos se encuentra en la fase de ejecución del proyecto denominado “Rehabilitación Ambiental Integral de Punta de Majagua”, en el cual existe la necesidad de gestionar el riesgo laboral en cada una de las fases por las cuales está compuesto el proyecto, siguiendo los preceptos establecidos en la legislación actual; sin embargo las técnicas empleadas en el diagnóstico y evaluación de los factores de riesgos laborales se realizan en su mayoría de forma empírica, careciendo de objetividad en la estimación de la probabilidad y de las consecuencias, no existiendo una identificación propia por cada una de las etapas que compone el proceso, o sea, no existe un procedimiento que aborde con exactitud técnicas para una correcta identificación y valoración de los mencionados factores, lo que constituye la **situación problemática** de la presente investigación.

Por lo antes expuesto se plantea el problema científico de la presente investigación.

Problema Científico

Carencia de un procedimiento que permita identificar y evaluar Factores de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos con el empleo de técnicas de biorremediación en la zona de Punta Majagua, Cienfuegos.

Hipótesis

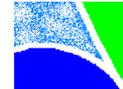
El procedimiento para el estudio de Factores de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos, en la zona de Punta Majagua, Cienfuegos; permitirá identificar y evaluar los factores de riesgos laborales de mayor incidencia en las diferentes etapas del mencionado proceso, facilitando la propuesta de medidas preventivas.

El **Objetivo General** de la investigación es:

Aplicar un procedimiento para la identificación y evaluación de Factores de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos, en la zona de Punta Majagua, Cienfuegos.

Para el cumplimiento de este objetivo es necesario llevar a cabo los siguientes **objetivos específicos**:

1. Determinar las principales debilidades del sistema de gestión de riesgos laborales del proceso de rehabilitación del suelo contaminado por hidrocarburos, en la zona de Punta Majagua, Cienfuegos.



2. Identificar y evaluar los Factores de Riesgos Laborales en cada una de las etapas que compone el proceso de rehabilitación del suelo contaminado por hidrocarburos, en la zona de Punta Majagua, Cienfuegos.
3. Proponer un plan de medidas y conjunto de indicadores referentes a los principales factores de riesgos laborales, que posibiliten la mejora de su gestión en el proceso de rehabilitación del suelo contaminado por hidrocarburos, en la zona de Punta Majagua, Cienfuegos.

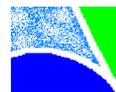
El trabajo quedó estructurado de la siguiente forma:

En el Capítulo I se aborda aspectos relacionados con la contaminación por hidrocarburos, técnicas para el tratamiento de suelos contaminados por residuos petrolizados, aspectos relacionados con la Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo así como técnicas y herramientas que esta utiliza.

En el Capítulo II tomando como referencia lo analizado en el capítulo anterior se aborda el procedimiento propuesto para la presente investigación, a partir de la integración de técnicas específicas para la Gestión de Riesgo Laboral.

En el Capítulo III se implementa el procedimiento para el estudio de Factores de Riesgos Laborales, trayendo como resultado del análisis el conocimiento de los principales riesgos por actividades, su nivel de intervención. Finalmente se elabora un plan de mejora en materia de prevención de riesgos laborales, a seguir en cada una de las etapas que compone el proceso objeto de estudio, logrando con todo lo planteado reducir o eliminar cada uno de los factores de riesgos, además de establecer un conjunto de indicadores que permitan monitorear el desempeño de las actividades relacionadas con la Seguridad y Salud Laboral en el proceso objeto de estudio.

CAPÍTULO I



Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

En el presente capítulo se desarrolla el marco teórico referencial que aborda aspectos relacionados con la contaminación ambiental, específicamente la relacionada con el derrame de hidrocarburos en suelos, así como el uso de la biorremediación para la rehabilitación de la zona afectada, reflejado esto en los proyectos de rehabilitación ambiental, por lo que se hace necesarios tratar criterio relacionados con la Gestión de Proyectos. La implementación de este tipo de actividad trae consigo un conjunto de riesgos ocupacionales inherentes, haciéndose necesario conocer los aspectos relacionados con la Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, teniendo como soporte la literatura científica que aborda la problemática desde el punto de vista teórico-práctico, retomando las técnicas y herramientas utilizadas que son aplicadas actualmente en este campo.

En la figura 1.1 se representa el hilo conductor que organiza de una manera lógica los temas mencionados anteriormente.

1.1 Contaminación Ambiental como problemática actual.

El hombre es parte del medio ambiente, desde que nace hasta que muere se encuentra en un constante intercambio con su entorno con el objetivo de satisfacer sus necesidades de orden biológico y espiritual. En este proceso de interacción se establece la transformación del sujeto y también del medio, gestándose una actividad enriquecedora, creadora y necesaria para la subsistencia y el desarrollo espiritual de los seres humanos.

El proceso de transformación del medio ambiente generalmente busca mejorar las condiciones socio- económicas y elevar la calidad de vida de las personas, intentan impulsar el desarrollo de determinadas esferas en aras de alcanzar estándares más elevados de competencia, y de contextualizar con el desarrollo científico técnico alcanzado por la ciencia y la técnica

Sin embargo en la medida en que los cambios han tenido lugar en las esferas socioeconómicas, político, y cultural, también han ocurrido en la estrategia de la atención a la problemática ambiental. Con el paso de los años la actividad humana ha producido efectos y alteraciones en los sistemas naturales, algunos positivos, otros negativos, unos reversibles, otros irreversibles, algunos temporales, otros de carácter más permanente, unos inmediatos, otros de larga gestación y maduración, visibles a veces, no fácilmente perceptibles en la mayoría de los casos, y a menudo despreciables, pero muchas veces catastróficos. (Herminia, 2006).

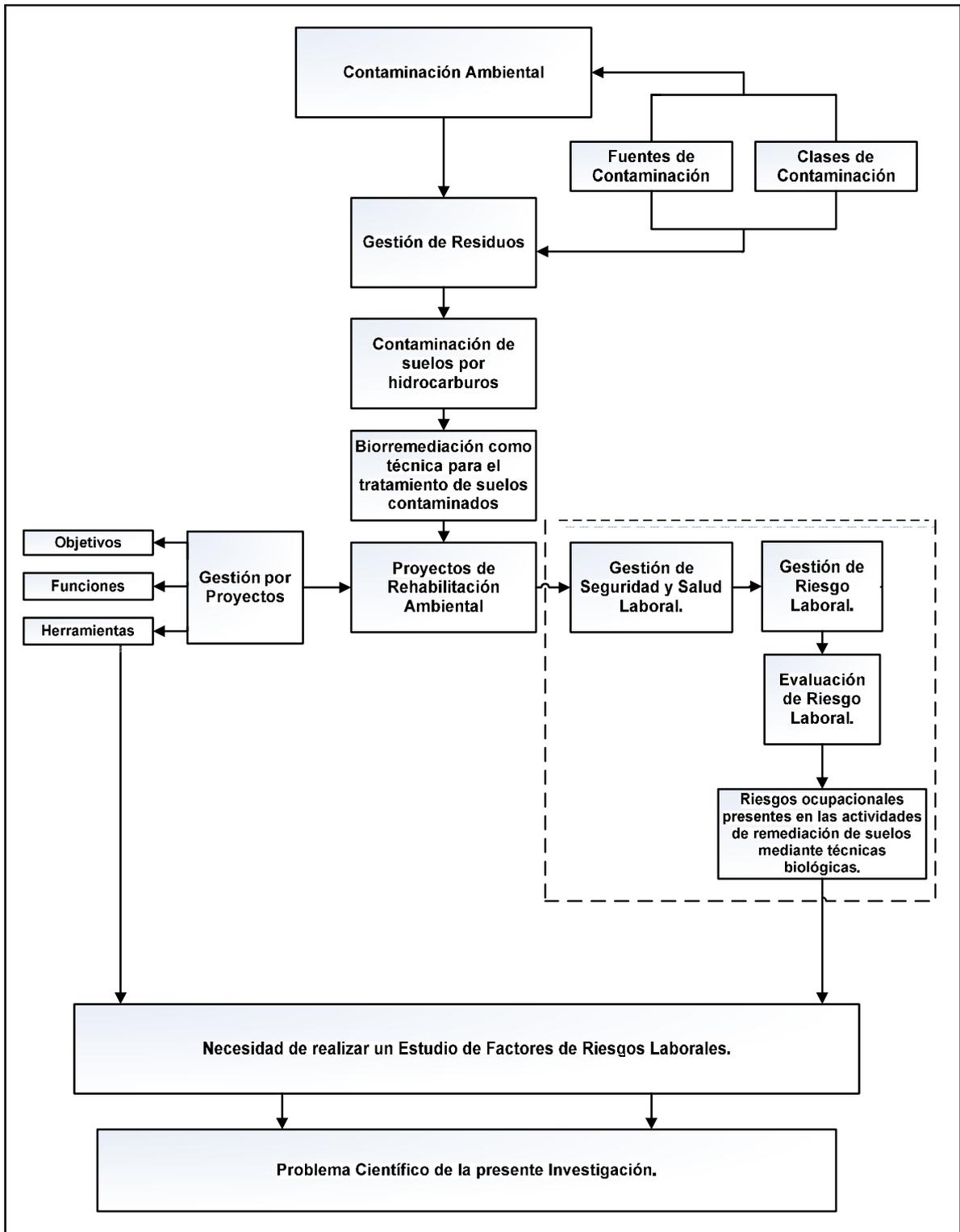
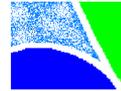
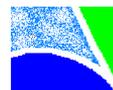


Figura 1.1: Hilo conductor diseñado en la presente investigación. Fuente: Elaboración Propia.



Tales realidades conllevan a alteraciones en el medio ambiente, haciéndose necesario para una mejor comprensión del tema abordado conocer su definición.

La Ley No. 81 de 1997 de Medio Ambiente de Cuba, lo define como un Sistema de elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades, (Cuba, 1997) definición con la cual concuerda el autor de la investigación en curso.

La suma de acciones negativas que han incidido sobre el medio ambiente a través de los años, producto del accionar inconsecuente de los hombres, ha tenido consecuencias generalizadas y devastadoras sobre todo el planeta, a lo que no queda exenta Cuba.

Para la definir los principales problemas ambientales del país se toma en cuenta lo establecido por la Estrategia Ambiental Nacional 2006/2010, (Cuba, 2006) donde se tienen presentes aquellos de mayor impacto y que tienen lugar en más amplia escala a nivel nacional, tomando en cuenta, entre otros factores:

La afectación de áreas grandes o significativas del territorio nacional.

- Las alteraciones a la salud y la calidad de vida de la población.
- Efecto de los cambios climáticos globales.
- Las consecuencias económicas.
- El efecto sobre los ecosistemas y los recursos biológicos.

A partir del análisis de los factores expresados, se identifican los Principales Problemas Ambientales nacionales, los que aparecen en la figura 1.2. Estos tienen una compleja y dinámica interrelación, afectando la cantidad y calidad de nuestros recursos naturales en su vínculo con el desarrollo económico y social. Es por ello que, su ordenamiento no supone jerarquización alguna.

Dentro de estos problemas, a criterio del autor de la investigación en curso, uno de los que tiene mayor influencia es la contaminación, debido a que tanto en los procesos de producción como en los de consumo dan origen a una cantidad de residuos que quedan en el ambiente y que, de no ser adecuadamente manejados y tratados, son causa de reducción de fertilidad, efectos nocivos a la salud, destrucción de flora y fauna, costos por deterioro de equipos, maquinarias e instalaciones por la contaminación ambiental, entre otros.

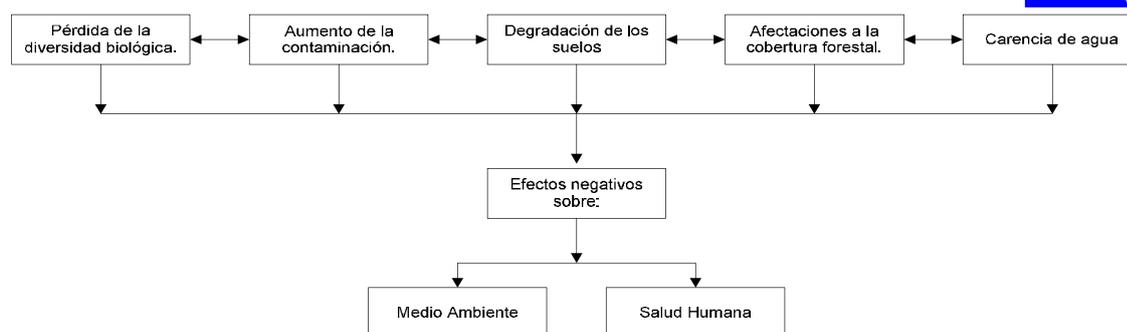
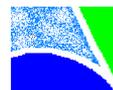


Figura 1.2: Principales problemas que influyen de forma negativa sobre el medio y la salud humana, en Cuba. Fuente: Estrategia Ambiental Nacional 2006/2010.

La contaminación ambiental siempre ha existido pues, en parte, es inherente a las actividades del ser humano. En los últimos años se comienza a prestar cada vez mayor atención, ya que han aumentado la frecuencia y gravedad de los incidentes de contaminación en todo el mundo y cada día hay más pruebas de sus efectos adversos sobre el ambiente y la salud. (Albert, 2004). Estos argumentos respaldan la necesidad de tratar lo referente a la contaminación ambiental.

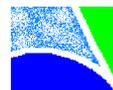
Según Flores Puente (2004) el término contaminación se define como la introducción al ambiente de un compuesto, en cantidad tal que incrementa su concentración natural, y que excede la capacidad de la naturaleza para degradarlo y reincorporarlo a los ciclos de transformación de materia y energía.

Otras definiciones de este concepto según diferentes autores se muestran en el **Anexo No. 1.**

El autor de la presente investigación retoma el criterio expuesto por Flores Puente (2004), por considerarlo ajustado a su concepción debido a que este se refiere no a tipos específicos de contaminantes, sino que expone como nocivo cualquier compuesto que se encuentre por encima de su concentración natural.

La contaminación es consecuencia fundamentalmente de las actividades humanas, en particular, las productivas como por ejemplo, las relacionadas con la generación de energía, la industria en general, o la agricultura. Además Albert (2004), plantea que las actividades no productivas pueden causar contaminación, ejemplo de esto las labores del hogar, entre otras y que puede ser consecuencia de procesos sociales como el crecimiento demográfico, los movimientos migratorios y la urbanización.

La contaminación es generada por diferentes fuentes, a continuación se resume en el cuadro las principales clasificaciones más utilizadas:

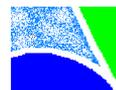


1.1.1 Fuentes de Contaminación. Clasificación.

Las fuentes de contaminación son aquellas instalaciones, procesos o actividades que provocan contaminación ambiental, para Herminia (2006), estas se clasifican de la siguiente forma:

Tabla 1.1: Clasificación de las Fuentes de Contaminación. Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Clasificación	Características Fundamentales
<i>Posibilidad de localizar el origen de la descarga o emisión</i>	
Fuentes Puntuales	Son aquellas en que los contaminantes llegan al medio receptor desde un punto de descarga fijo y definido, como pueden ser los sistemas de tratamiento de residuales, las industrias, hospitales, canales, entre otros.
Fuentes Difusas	Son aquellas en que los contaminantes llegan a los medios receptores desde zonas amplias y extendidas, geográficamente disgregadas y de difícil identificación, como los escurrimientos agrícolas, entre muchos otros.
<i>Origen de las fuentes contaminantes</i>	
Fuentes Naturales	Erupciones volcánicas, incendios forestales.
Fuentes Tecnológicas	Abarcan la actividad industrial de todo tipo, el transporte automotor, el consumo industrial y doméstico de combustible fósiles.



Fuentes Agrícolas	Áreas cultivadas a las que se aplican agroquímicos y estiércoles, áreas cultivadas a las que se aplica el riesgo, campos de forraje, terrenos en laborales de preparación, quema de cultivos.
Fuentes Pecuarias	Originada en granjas avícolas, centros porcinos, vaquerías.
Fuentes Domésticas y Municipales.	Proveniente de viviendas, centros comerciales y de recreo, edificios públicos.

Los contaminantes pueden clasificarse de acuerdo con su naturaleza, de ahí es que provienen las principales clases de contaminación, aspecto que es tratado a continuación.

1.1.2. Principales Clases de Contaminación.

Existen diversos criterios acerca de las principales clases de contaminación, a continuación se exponen algunos de ellos.

Albert (2004), la enuncia de la siguiente forma:

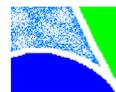
- Contaminación Biológica.

Esta contaminación se debe a deficiencias en los servicios de saneamiento básico como drenajes y sistemas de tratamiento de aguas, a un bajo nivel de educación o hábitos higiénicos incorrectos. La asociación entre la causa de la contaminación y su efecto se puede establecer con facilidad, y también es factible tomar oportunamente medidas adecuadas de prevención y control, ejemplo de esto, vacunación, recolección de la basura, entre otras.

- Contaminación Física.

Se debe a la presencia en un sustrato determinado, de formas de energía que sobrepasan los niveles basales respectivos en dicho sustrato. La contaminación por calor, ruido y radiaciones ionizantes son algunos ejemplos. Este tipo de contaminación puede presentarse en ambientes cerrados o abiertos.

Con frecuencia es difícil establecer la asociación entre el contaminante y sus efectos pues, en general, estos aparecen a largo plazo.



- Contaminación Química.

Este tipo de contaminación ha aumentado en los últimos años, como consecuencia del desarrollo tecnológico acelerado y de la industrialización en muchos países. Entre los resultados de estos cambios se encuentran:

- El aumento en las fuentes de contaminación química.
- La entrada masiva al ambiente de numerosas sustancias de origen sintético.
- La movilización y uso creciente de sustancias naturales, como los metales pesados o el petróleo, que los seres humanos extraen de los yacimientos, que al incorporarse a los ciclos biogeoquímicos, los desequilibran.

Herminia (2006), enuncia las clases de contaminación según el origen de la misma como se muestra a continuación:

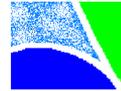
- Biológicos: Incluye aquellas formas de vida que pueden causar efectos adversos en el medio ambiente y la salud. Entre ellas bacterias y hongos.
- Físicos: Radiaciones, ruido, vibraciones, calor, sólidos.
- Químicos: Se clasifican en dos clases fundamentales, los orgánicos (sustancias químicas que tienen una estructura basada en átomos de carbono como los hidrocarburos y alcoholes) e inorgánicos (no tienen o contienen pocos átomos de carbono, como son los halógenos, metales, ácidos y compuestos alcalinos corrosivos).

Se hace evidente, al analizar los conceptos dados anteriormente que los autores no tienen puntos discrepantes en esencia, solo que el primero aborda el tema con mayor claridad, y de una forma exhaustiva incluye en su clasificación todas las formas de contaminación, aspectos con los cuales concuerda el autor de la presente estudio.

Como resultado de las actividades antrópicas se generan gran cantidad de residuos, que de una forma u otra son los causantes de la contaminación, dependiendo la clasificación de esta del origen de los mismos, haciéndose impostergable una adecuada gestión residual, logrando de esta forma minimizar el impacto de estos en el ambiente y la salud humana.

1.2 Gestión de Residuos como forma de mitigar la contaminación ambiental.

La generación de residuos se incrementa de forma acelerada, pero además, la naturaleza de los mismos, con una contribución cada vez mayor de sustancias de alta peligrosidad, ha aumentado progresivamente los niveles de riesgo asociados a su presencia en el medio (Rodríguez, 1999).



Para Ibáñez Mendizábal (2006), existe una amplia tipología de residuos, por ello, muchas son las clasificaciones que han sido creadas para establecer orden en la diversidad imperante en el mundo de los desechos, como pueden ser por su naturaleza, por su peligrosidad o por el material que los constituyen.

Para (Dalmendray Gómez, 2005) un residuo no es más que todo desecho generado durante la producción industrial, en actividades científicas e investigativas, así como en instalaciones hospitalarias y laboratorios, concordando con este criterio el autor de la investigación en curso.

En la actualidad se forman diferentes tipos de residuos, como resultado de disímiles procesos, necesarios para el desarrollo de la sociedad actual. Según la Fundación para la Investigación y el Desarrollo Ambiental en España (Ambiental., 2006) el autor de la presente investigación se identifica con esta definición hace un amplio desglose sobre los tipos de residuos a que puede enfrentarse la sociedad. Se clasifican en::

- Residuos sólidos urbanos (RSU).
- Residuos industriales (RI), dentro de estos se tiene:
 - Inertes.
 - Asimilables a residuos sólidos urbanos.
 - Residuos peligrosos.
 - Residuos no peligrosos.
- Residuos agrarios.
- Residuos médicos y de laboratorios (sanitarios).

Una explicación más detallada de estas clasificaciones se muestra en el **Anexo No. 2**.

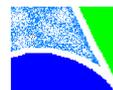
Otra clasificación de los diferentes tipos de residuos se puede encontrar en el Anexo No. 3, dada por la Universidad Nacional de Colombia, (Colombia, 2007).

Los conceptos abordados son de vital importancia para la gestión de residuos. Para Ibáñez Mendizábal (2006), es el conjunto de acciones necesarias para realizar su recogida, su traslado a los centros de tratamiento y efectuar las operaciones finales para recuperarlos y reintegrarlos como materias primas en los circuitos productivos, o eliminarlos.

Existen diferentes métodos para la gestión de residuos, los cuales están en función de su clasificación:

- **Residuos Sólidos Urbanos**

Estos se gestionan por dos métodos según (Ecoiurs, 2003):



- Recogida global: Es aquella que se desarrolla sin realizar una separación previa de ningún componente o grupo de componentes.
- Recogida selectiva: Es la efectuada sobre una fracción concreta o sobre un agrupamiento de estos componentes de forma diferenciada al resto de los residuos.

• **Residuos Industriales**

Para este tipo de residuos se hace necesario conocer el productor de los mismos, que según (Ley 10/1998, de 21 de Abril, de Residuos ", 1998) del gobierno español, no es más que cualquier persona física o jurídica que produzca residuos o que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla, o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. Es responsabilidad del productor hacerse cargo directamente de la gestión de los residuos derivados de sus productos, esta gestión comienza en el momento mismo en que se generan, con lo cual coincide la legislación cubana en los artículos 147 de la ley 81 "Ley de Medio Ambiental"; 69 de la ley 85 "Ley forestal"; 16,17 y 28 del Decreto ley 138 "Aguas Terrestres"; donde es responsable absoluto de la restauración de las condiciones ambientales aquel que genere los residuos.

El autor de la investigación en curso, cree oportuno abordar específicamente dentro de la gestión de residuos industriales, el tratamiento para los residuos peligrosos, debido a sus características e impacto que tienen en el medio y la salud humana, además de ser parte del objeto de estudio.

Algunas de las características que determina la peligrosidad de este tipo de residuo se muestran en la figura 1.3.

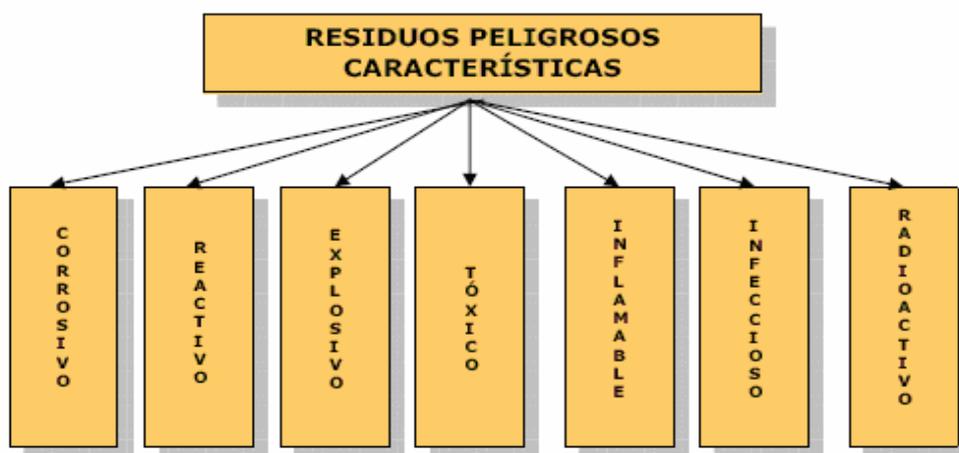
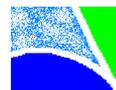


Figura 1.3: características que determinan la peligrosidad de un residuo. Fuente: Universidad Nacional de Colombia, (2007).

Según Resolución 87/99 del CITMA (Cuba, 1999) son desechos peligrosos todas aquellas sustancias, materiales u objetos generados por cualquier actividad que, por sus



características físicas, biológicas o químicas, puedan representar un peligro para el medio ambiente y la salud humana y que pertenecen a cualquiera de las categorías incluidas en el Anexo 1 de la presente Resolución que forma parte integrante de la misma, excepto en los casos en que no presente ninguna de las características que para esas sustancias, materiales u objetos se relacionan en el Anexo 3 de esa propia Resolución.

Los residuos peligrosos, por sus propias características, requieren de una gestión y tratamiento para reducir su peligrosidad. El tratamiento de estos residuos, en función del estado físico en el que se encuentren, se puede llevar a cabo mediante operaciones físicas, químicas, biológicas, su incineración o bien mediante tratamientos de estabilización/solidificación para su posterior deposición controlada en depósitos de seguridad, lo cual se amplía en el **Anexo No. 4**.

El desarrollo alcanzado por la humanidad, así como los esquemas de vida actuales, demandan un gran consumo de energía, la cual se obtiene fundamentalmente a partir de combustibles fósiles. Durante los procesos de extracción, transporte y almacenamiento de estos combustibles, ocurren derrames no deseados de estos compuestos que se clasifican como residuos peligrosos. Por su nocivo impacto al ambiente y al hombre se cree oportuno abordar aspectos relacionados con la contaminación por hidrocarburos, siendo parte del objeto de estudio en el presente trabajo.

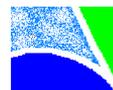
1.3. Contaminación por Hidrocarburos como parte de la contaminación ambiental.

La formación de los combustibles fósiles comienza hace millones de años, con la sedimentación de gran cantidad de organismos en los océanos. Este fango, lentamente se vuelve roca y es comprimida por altas presiones y calor en ausencia de aire, dando origen al petróleo y al gas natural.

El petróleo es el resultado de la degradación anaeróbica de materia orgánica, durante largos períodos de tiempo y bajo condiciones de alta temperatura y presión, que la convierte en gas natural, crudo y derivados del petróleo (Vargas Gallego, 2004).

El crudo de petróleo se caracteriza por ser un líquido negro, viscoso y con una composición química sumamente compleja, pudiendo contener miles de compuestos, básicamente de la familia de los hidrocarburos (Rosini, 1960).

Los hidrocarburos componen la familia predominante de compuestos (un 50-98% de la composición), por lo que constituyen uno de los grupos de contaminantes ambientales más importantes, tanto por su abundancia, como por su persistencia en distintos compartimentos ambientales (Casellas, 1995).



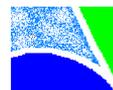
La industria del petróleo constituye una de las empresas más importantes del mundo, debido a la creciente demanda de este combustible. Las etapas que componen el procesamiento del petróleo son: explotación, transporte, refinamiento, almacenamiento y uso. La extracción, transporte y procesamiento del crudo, generan grandes volúmenes de desechos como lodos petrolizados, aguas de formación y petróleo crudo, constituidos básicamente por compuestos orgánicos aromáticos, poliaromáticos, derivados de hidrocarburos, compuestos inorgánicos y metales, los cuales son difíciles de degradar de manera natural por la complejidad de su estructura y pueden actuar como contaminantes si no se manejan de manera adecuada (Eweis, 1999).

Entre los distintos tipos de residuales mencionados anteriormente se encuentran aquellos acumulados en el fondo de los tanques de almacenamiento de petróleo, cuestión investigada en el trabajo en curso. Estos residuales comúnmente llamados lodos, se han convertido en un grave problema, debido a que las regulaciones ambientales existentes los clasifican como un residuo peligroso, con las correspondientes dificultades en el método de su disposición y tratamiento, generalmente costosos, sin embargo, mediante apropiados sistemas tecnológicos, pueden ser convertidos en materiales de valor energético o pueden ser dispuestos de manera conveniente (Johnson, 1993).

Entre los problemas ambientales de mayor importancia en la actualidad, a criterio del autor de la actual investigación, se encuentra la contaminación de ecosistemas terrestres por derrames de hidrocarburos de petróleo y sus derivados, debido a actividades relacionadas con la transportación, almacenamiento, explotación de los mismos, entre otras. Esta se caracteriza por su persistencia en el ecosistema, a pesar de los procesos de degradación natural y/o antrópicos a que puedan ser sometidos. Para una mejor comprensión de los aspectos esenciales tratados es oportuno abordar algunos aspectos relacionados con la contaminación de suelos.

1.3.1 Contaminación de Suelos por Hidrocarburos.

En los ecosistemas terrestres el suelo representa el medio físico que sustenta la vida de diversas especies tanto animales como vegetales. La contaminación por hidrocarburos tiene un pronunciado efecto sobre las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de un suelo, pudiendo impedir la reducción o inhibición del desarrollo de la cobertura vegetal del lugar del derrame, los cambios en la dinámica poblacional de la fauna y la biota microbiana y la contaminación por infiltración de cuerpos de agua subterráneos; además del impacto ambiental negativo, los derrames de hidrocarburos generan impactos de tipo económico, social y de salud pública en las zonas aledañas al lugar afectado.



La contaminación se produce mayormente como consecuencia de accidentes durante la producción, el transporte y almacenamiento del petróleo; esta situación ha causado daños ecológicos de gran importancia en el mundo. Los derrames de hidrocarburos no sólo representan peligro para el suelo, sino también para el aire, agua y principalmente a quienes están en contacto directo con estos tres factores.

En la actualidad, la contaminación por hidrocarburos en ecosistemas terrestres constituye un problema latente, ejemplo de esto lo constituye México, en el cual se estima que por ser un país eminentemente petrolero, una buena proporción de los suelos están contaminados por el petróleo y sus derivados. Las estadísticas demuestran que el 75 por ciento de la contaminación del suelo proviene de los hidrocarburos (UNAM, 2007).

Los hidrocarburos tienen el poder de causar daños sumamente graves en humanos, como puede ser algún tipo de cáncer, afecciones respiratorias, enfermedades dermatológicas, entre otras. La solución ambiental adecuada de los residuos sólidos con alto contenido de hidrocarburos generados durante los procesos de la perforación, extracción y producción del petróleo se encuentra dentro de las prioridades fundamentales de la industria petrolera, haciéndose necesario implementar métodos de tratamiento para la recuperación de los suelos afectados, para que sean ambientalmente aceptables y económicamente rentables.

Existen hoy disímiles tecnologías orientadas a la gestión de los residuos petrolizados, de las cuales para una eficiente aplicación obliga a un análisis técnico, económico y ambiental de cada una de las opciones y su factibilidad de aplicación.

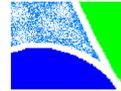
Una de las tecnologías más empleadas para el tratamiento de este tipo de residuo a juicio de diferentes investigadores tales como: (Maroto, 2001) y (Sánchez Martín, 2005) es la Biorremediación, tema que se aborda en el siguiente epígrafe.

1.4 La Biorremediación como técnica para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos.

Para Maroto (2001), las medidas biocorrectivas o los sistemas de biorremediación consisten principalmente en el uso de los microorganismos naturales (levaduras, hongos o bacterias) existentes en el medio, para descomponer o degradar sustancias peligrosas en sustancias de carácter menos tóxico, o bien inocuas para el medio ambiente y la salud humana.

Otras definiciones de este término son expuestas en el **Anexo No. 5**, a partir de criterios declarados por diferentes autores.

Las medidas biocorrectoras, se llevan empleando en la descontaminación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos desde hace décadas, con importante éxito (Maroto, 2001). Estas técnicas biológicas pueden ser de tipo aerobio, si se producen en condiciones aerobias

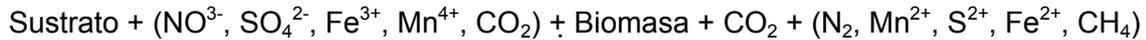


(presencia de un medio oxidante), o bien de tipo anaerobio, en condiciones anaerobias (medio reductor).

Degradación aerobia:



Degradación anaerobia:



Los sistemas de descontaminación según el criterio de los autores citados, se basan en la digestión de las sustancias orgánicas por los microorganismos autóctonos o alóctonos, de la cual obtienen la fuente de carbono necesaria para el crecimiento de sus células y una fuente de energía para llevar a cabo todas las funciones metabólicas, que necesitan sus células para su crecimiento.

El diseño de estos sistemas de tratamiento se lleva a cabo estableciendo varias etapas de trabajo, como las que se ilustran en la figura 1.4.

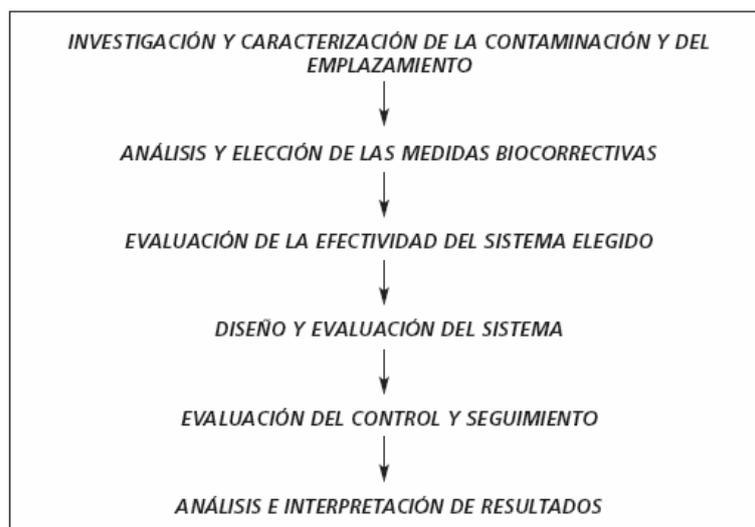
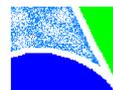


Figura 1.4. Esquema de diseño y aplicación de los sistemas de biotratamiento. Fuente: Maroto (2001).

Acorde a los criterios de Maroto para llevar a cabo la técnica de biorremediación es preciso una investigación y caracterización de la contaminación y del emplazamiento de forma rigurosa, para evaluar y elegir la medida biocorrectiva más adecuada y diseñar el sistema de manera óptima, así como llevar a cabo un control y seguimiento del procedimiento. Para aplicar satisfactoriamente la biorremediación es preciso que existan en el medio, condiciones físico-químicas favorables, tales como:



Condiciones Favorables para la Biorremediación:

- pH: 6 – 8
- Humedad: 60- 80 % de la capacidad del campo
- Temperatura: 20 – 40 °C
- Concentración de bacterias degradadoras ($10^3 - 10^4$ UFC / g)

Fuente: Álvarez González (2002).

Para (Ercoli, 1999) los procesos de biorremediación han sido exitosamente aplicados en limpieza de suelos y en la actualidad se cuenta con diversas tecnologías, esta es considerada a criterio del mencionado autor como la más deseable aproximación a la remediación de suelos contaminados, en contraste con alternativas mucho más costosas y de menor aceptación pública tales como la incineración.

Puede establecerse una comparación con respecto a otras alternativas desde el punto de vista económico según (Álvarez González, 2002) :

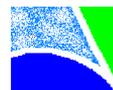
<u>TECNOLOGÍAS</u>	<u>USD/M³</u>
Relleno de Seguridad	325-1000
Solidificación/Estabilización	130 - 135
Desorción Térmica	195 - 455
Biorremediación	32 - 197

Alguna de las ventajas que presenta esta técnica con respecto a otros métodos utilizados para contrarrestar la contaminación en suelos por hidrocarburos se muestra en el **Anexo No. 6.**

Según Sánchez Martín (2005), otras de las ventajas que posee la técnica tratada, se resume en que:

- Se transfiere poca contaminación de un medio a otro.
- Es una tecnología poco intrusiva en el medio y generalmente no requiere componentes estructurales o mecánicos dignos de destacar.
- Al tratarse de un proceso natural, suele tener aceptación por parte de la opinión pública, además puede aplicarse in situ (en el lugar afectado), o ex situ (en laboratorios, o lugares creados para el tratamiento).

Dentro de esta técnica existen disímiles denominaciones, que por su importancia, a criterio del autor del presente estudio, son tratadas en lo subsiguiente.



1.4.1 Diferentes clasificaciones de la Biorremediación.

Existen diferentes métodos para aplicar la biorremediación, los cuales se emplean según las características de la zona contaminada, de forma general estos se clasifican de acuerdo a lo mostrado en la figura 1.5.

Otros métodos para utilizar la técnica citada con anterioridad se puede encontrar en el **Anexo No. 7**.

Para Vargas Gallego (2004), el Landfarming es una de las técnicas más utilizadas para la biorremediación de los lodos contaminados con hidrocarburos y de otros desechos de la industria petrolera. Esta consiste en el traslado de los contaminantes a un suelo no contaminado, el cual ha sido preparado con anterioridad para evitar su contaminación y la de las aguas subterráneas con sustancias que puedan producirse durante el tratamiento. En la misma se combina la bioestimulación y la aireación con e objetivo de lograr mejores condiciones para de degradar el contaminante.

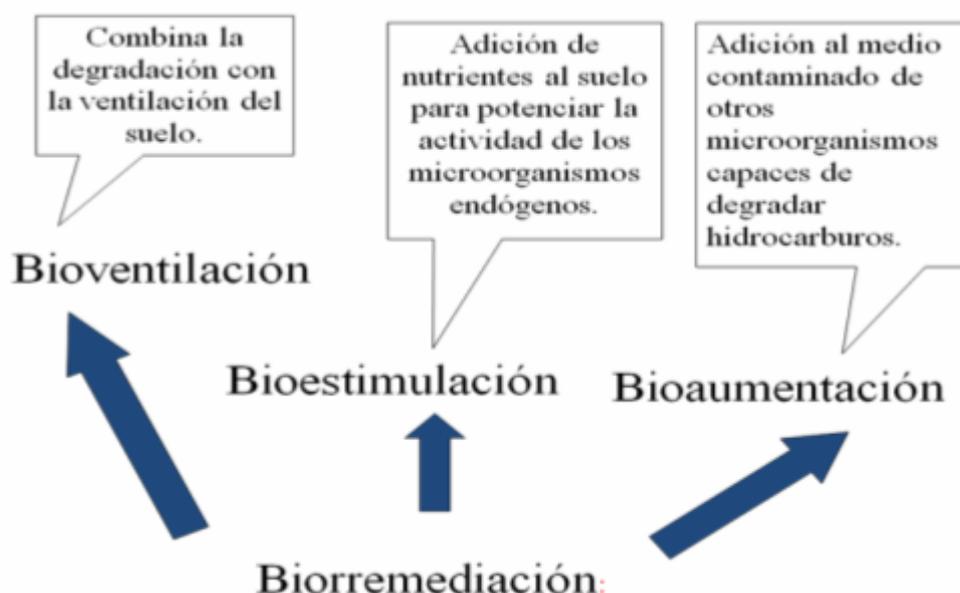
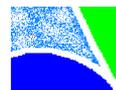


Fig.1.5: Métodos generales en que se clasifica la biorremediación. Fuente: Álvarez González (2002).

A criterio de (Farache Mafoda, 2008), el Landfarming ha resultado exitoso en el tratamiento de los hidrocarburos de petróleo, específicamente en combustible diesel, aceites combustibles, lodos en base a aceite, preservantes de madera, hidrocarburos poli cíclicos aromáticos, desechos de coque y algunos pesticidas.



El uso de la técnica, además de los beneficios ya tratados, tiene como contrapartida riesgos ocupacionales, que según Farache Mafoda (2008), pueden ser físicos, químicos y biológicos, y deben ser controlados de manera rigurosa para evitar todo tipo de accidentes y padecimientos no deseados en los trabajadores que lleven a cabo la actividad rehabilitatoria de los suelos contaminados.

La técnica de Biorremediación ha sido objeto de estudio así como de aplicación en diversos países, ejemplo de esto lo constituye Venezuela, Argentina, España, entre otros, donde se han obtenido excelentes resultados debido a las ventajas que ofrece su implementación. También Cuba cuenta con estudios en este campo, concretados en proyectos de rehabilitación ambiental.

1.5 Proyectos de Rehabilitación Ambiental.

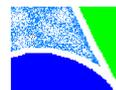
La transformación de ecosistemas naturales por causas antrópicas ha tenido un gran impacto en la naturaleza, con la consecuente pérdida de la biodiversidad y de las funciones vitales inseparables al medio ambiente. Esto pone en riesgo tanto a los propios ecosistemas como al desarrollo de la sociedad.

En los últimos años, como expresión de una necesidad para la protección del medio ambiente, surgen los proyectos de rehabilitación ambiental, los cuales han venido cobrando auge e importancia, debido a la creciente contaminación, tanto en ecosistemas terrestres como en marítimos.

Para una mejor comprensión de todo lo referente de esta temática es pertinente precisar el término rehabilitación. El autor del presente estudio a partir de criterios consultados lo define, “como el resultado de la implementación de un plan de acciones estratégicas encaminadas a restablecer funciones o características de determinados escenarios u objetos afectados, teniendo en cuenta las potencialidades remanentes de los mismos, con el fin de redimensionarlas acorde a posibilidades reales”.

En tal caso se ajusta este concepto a la Rehabilitación Ambiental, considerando el medio ambiente como escenario u objeto afectado al que se le aplican las medidas rehabilitatorias.

La rehabilitación ambiental terrestre forma parte de ese ecosistema y es de interés del estudio por lo que merece ser abordado en el cuerpo del actual capítulo. Se fundamenta en el conocimiento de los principios y las causas de degradación de los sistemas naturales. Su objetivo es mejorar la calidad de vida de la sociedad con el desarrollo de proyectos que recuperen los espacios alterados y/o degradados. La implementación de estos, permite restablecer el equilibrio de los componentes ambientales, sociales y económicos asociados a la restauración de la funcionalidad de los ecosistemas degradados (Bown I., 2008).



Estos proyectos fundamentalmente contienen la remodelación del terreno, las actividades de mejoramiento de suelos, se definen las técnicas fundamentales a utilizar, el programa de las diferentes actividades así como las relacionadas con el seguimiento y control. Además se debe definir el título, organismo que lo centra, antecedentes de la situación que forma parte del objeto de estudio, objetivos, resultados esperados, presupuesto y finalmente la descripción de cada una de las etapas que lo conforman, con su cronograma de ejecución, fundamentado todo esto en la metodología de gestión de proyectos, cuyos aspectos fundamentales se exponen de inmediato.

1.5.1 Aspectos Generales de la Gestión por Proyecto.

El Project Management es un término que engloba la Gestión Integrada de Proyectos y el conjunto de herramientas que permiten optimizar su ejecución (Maeso Escudero, 2004).

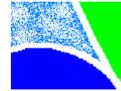
Los aspectos generales a tener en cuenta en la gestión por proyecto por ser este tipo de gestión parte del objeto de estudio del actual trabajo de investigación, se tratan en los párrafos subsiguientes.

El término proyecto se utiliza para denominar un conjunto de actividades coordinadas con el objeto de producir un bien o servicio. De manera genérica se define Gestión de Proyecto como el conjunto de actividades encaminadas a ordenar, disponer y organizar los recursos y las necesidades para completar con éxito un proyecto dado (Domingo Ajenjo, 2000), cuyo objetivo principal, según el Servicio de Organización y Racionalización administrativa de la Universidad de Almería (Administrativa, 2002) es hacer el trabajo dentro del plazo fijado, dentro del presupuesto y acorde a las especificaciones.

Los objetivos de la Gestión de Proyecto según (TEIN2, 2007) son:

- Dar soporte y/o dirigir al equipo técnico desde el punto de vista de los objetivos del Proyecto y asegurar que todos los implicados mantengan sus compromisos con dichos objetivos.
- Gestionar los procesos y actividades que aplican recursos escasos para conseguir los objetivos definidos, dentro de unos intervalos de tiempo y costes acotados, colaborando con la Dirección General en la Gestión Estratégica del mismo.
- Asegurar que se preparan los informes y documentos correspondientes y se comunica a todos los interesados la información adecuada, para facilitar la toma de decisiones correcta durante la realización del proyecto.

Las limitaciones económicas se manejan por medio de presupuestos. Una vez que el proyecto se encuentra en marcha, se debe controlar e forma sistemática.



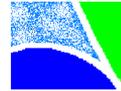
Todos los proyectos tienen comienzo, medio y fin, pero al trabajar en gestión de proyectos, el momento del ciclo vital en que se encuentra es de gran importancia, ya que esto influye sobre lo que se debe hacer y sobre las opciones que se puedan presentar.

Para el Servicio de Organización y Racionalización administrativa de la Universidad de Almería (2002) hay diversas maneras de considerar el ciclo vital del proyecto. Una de las más comunes es que el proyecto se divide en cuatro grandes fases: concepción del proyecto, planificación, implementación y finalización.

Independientemente de cómo se considere el ciclo vital, el punto más importante para tener en cuenta, es que a lo largo de su vida todo proyecto es dinámico, es un organismo en continuo desenvolvimiento.

Dentro del curso de un proyecto éste se divide en seis funciones: selección del proyecto, planificación, implementación, control, evaluación y terminación, en el **Anexo No. 8** se ilustra este enfoque dado por la institución citada con anterioridad, a continuación se aborda brevemente cada una de estas funciones.

- Selección del Proyecto: Los proyectos surgen de necesidades. El proceso de gestión de proyecto empieza cuando se tiene una necesidad que debe ser satisfecha. El proceso de selección del proyecto puede ser desencadenado por diversos factores.
- Planificación: El plan es un mapa de ruta que nos indica cómo ir de un punto a otro. La planificación se desarrolla especialmente para el proyecto. Al comienzo, es común tener un pre-plan informal, es decir, una idea general de lo que el proyecto pueda demandar. Este sirve a quienes toman las decisiones para hacerse una idea de lo que implica y de cuáles son los beneficios que reporta. Se identifican los hitos, y se fijan las tareas y su interdependencia. Hay múltiples herramientas para ayudar al jefe de proyecto a diseñar el plan formal: estructuras de iniciación de los trabajos, diagramas de Gantt, diagramas de red, diagramas de asignación de recurso, diagramas de cantidad de recursos, diagramas de responsabilidad, distribuciones de costes acumulativos, entre otras. A medida que avanza, el plan puede sufrir continuas modificaciones, que reflejan las circunstancias imprevistas que se presenten y las respuestas que se les dé.
- Ejecución o Implementación: En cierto sentido, la ejecución es el corazón mismo de todo proyecto, ya que implica hacer las cosas (tal como se ha formulado en el plan, a fin de producir algo que satisfaga las necesidades de los usuarios. La manera de implementarlo depende de su naturaleza específica.



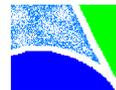
- **Control:** A medida que se implementa el proyecto, sus jefes controlan continuamente el progreso, examinando lo que se ha hecho hasta ese momento, se estudia una vez más el plan y luego se determina si hay discrepancias importantes entre ambas cosas. En términos de gestión de proyecto, esas discrepancias son llamadas variaciones.
- **Evaluación:** Todo proyecto atraviesa diversas evaluaciones técnicas, las revisiones críticas del diseño, las apreciaciones del personal y las auditorías. Al igual que el control, la evaluación cumple una importante función de realimentación. Las evaluaciones se producen durante el proyecto y también al final.
- **Terminación:** Todos los proyectos tienen un final. Cuando estos terminan, las responsabilidades del jefe continúan, debido a que se deben realizar diversas tareas finales, la índole de estas depende del carácter del proyecto. Después de diseñar y poner en marcha un sistema, hay que mantenerlo. El mantenimiento, en cambio es permanente y es de duración indefinida.

Dentro de la Gestión de Proyectos se utilizan diferentes herramientas, que le permiten al jefe tomar decisiones según la etapa que se encuentre el mismo, en el **Anexo No. 9** se abordan algunas de las más utilizadas a criterio del autor de la investigación en curso.

Luego de haber abordado los principales elementos de un Proyecto de Rehabilitación Ambiental así como aspectos generales de la Gestión de Proyectos, se puede concluir que tienen en cuenta criterios técnicos, económicos, ambientales así como elementos específicos según sean sus objetivos, pero no se trata como es debido lo referente al factor humano, específicamente lo asociado a los riesgos laborales a que pueden estar sometidos los trabajadores, son los que llevan a cabo las tareas de rehabilitación,. Se impone abordar los factores relacionados con la seguridad y salud laboral, en especial lo referente a la gestión de riesgos laborales, aspectos que no deben desestimarse cuando se elaboran este tipo de proyectos.

1.6 Seguridad y Salud Laboral.

El trabajo es esencial para la vida, el desarrollo y la satisfacción personal. Pero muchas veces, actividades indispensables, como la producción de alimentos, la extracción de materias primas, la fabricación de bienes, la producción de energía y la prestación de servicios implican procesos, operaciones y materiales que, en mayor o menor medida, crean riesgos para la salud de los trabajadores, las comunidades vecinas y el medio ambiente en general.



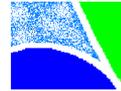
Diversos autores (Findlay, Kuhlman, Bird), declaran que la presencia de medidas de seguridad y salud en el trabajo, como consecuencia de la propia actividad humana, siempre han existido desde puntos de vistas diferentes. A través de la historia se recoge en escritos aislados, se pueden citar los castigos a que se sometían los capataces en el 2 700 a.n.e, por las lesiones que sufrían los trabajadores. En la época de los egipcios durante la construcción de sus templos se hizo necesario el empleo de aguadores especiales debido al clima excesivamente cálido. Hacia el año 1445 en varias órdenes religiosas en España se señalaba la prohibición de trabajar con luz artificial. Alrededor del año 1680 en las leyes de India se citan normas referentes al traslado de carga de forma manual, los tiempos de trabajo, entre otras. En el siglo XIX como consecuencia de la Revolución Industrial, aparece en toda Europa una reacción en contra de las condiciones de trabajo y explotación de menores (Calderón Gálvez, 2006).

En 1890 Bernardo Ramazzini en su obra “Enfermedades de los artesanos”, crea con una base científica la Medicina del Trabajo, al aparecer en su libro la terminología de higiene industrial, en este mismo siglo nacen una serie de asociaciones tales como el centro de rehabilitación de mutilados de Barcelona en 1922, el Instituto Nacional de Medicina y Seguridad en el Trabajo (INSHT) en 1944 ya e el año 1919 nace la Organización Internacional del Trabajo (OIT) , que asume las tareas internacionales en materia de seguridad y salud en el trabajo (Calderón Gálvez, 2006).

Actualmente esta temática ha ganado en relevancia una vez que se considera internacionalmente un elemento determinante en la competitividad de cualquier organización moderna, ya sean de producción o de servicios, por cuanto contribuye decisivamente a la calidad y eficiencia en el resultado laboral, así enfocado por varios autores, “producir bien equivale a la larga a producir con seguridad”.

Su estudio abarca el control de las condiciones de trabajo y los requerimientos que impone el desarrollo de las diferentes tareas, se establecen propuestas tendientes al mejoramiento del ambiente de trabajo y la prevención de los accidentes del trabajo, la aparición de enfermedades profesionales y la preservación del medio ambiente.

Inequívocamente, existe una relación directa entre la salud en el trabajo y la salud ambiental. Es un elemento crucial que la prevención de la contaminación de fuentes industriales mediante procesos adecuados de tratamiento y evacuación de residuos y desechos peligrosos debe iniciarse en el lugar de trabajo, iniciándose desde entonces la prevención primaria de cualquiera de las afecciones o enfermedades que derivan directa o indirectamente de la actividad laboral.



La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) tiene como objetivo general la prevención, protección y control ante los factores de producción peligrosos, y nocivos en los puestos y áreas de trabajo que pueden ser causados por las propias tecnologías o los procesos, en relación con la calidad de vida y de trabajo, la eliminación de las enfermedades profesionales, la disminución de los indicadores de accidentalidad y la obtención de niveles de salud adecuados. Su tarea fundamental es también, la revelación de los problemas y reservas existentes en la utilización de los recursos humanos (Torrens, 2003).

La NC 18000: 2005 y la Resolución 39/2007, las cuales forman parte de la legislación cubana actual, coinciden en plantear que la Seguridad y Salud en el Trabajo es la actividad orientada a crear las condiciones para que el trabajador pueda desarrollar su labor eficientemente y sin riesgos, evitando sucesos que afecten su salud e integridad, el patrimonio de la entidad y el medio ambiente.

Mientras que la NC 3000: 2007 no dista del concepto dado anteriormente, con la diferencia que esta norma hace énfasis en las condiciones ergonómicas.

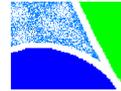
Las definiciones dadas por diferentes autores tienen puntos comunes, todas coinciden en la creación de condiciones para que el trabajador pueda desarrollar su labor sin riesgos, el autor de la presente investigación se identifica con la definición dada por la NC 3000: 2007 pues aborda el tema con mayor claridad haciendo énfasis en las condiciones ergonómicas.

En general, la Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo (GSST) es un proceso de dirección, a través del cual una organización, dentro de su accionar, define una política y objetivos a largo, mediano y corto plazo; procedimientos de trabajo y normativas, en su búsqueda de valores como la salud, productividad, calidad y bienestar de los trabajadores; partiendo de una acción planificada y coordinada al más alto nivel (Prieto Fernández, 2001).

Los accidentes de trabajo causan diferentes tipos de costos tanto humanos como económicos; así como a la empresa, al trabajador y a la sociedad. Por esto se debe hablar de inversión y no de costos en prevención, evaluación y control de las medidas preventivas optadas por la organización y la búsqueda de una verdadera cultura preventiva, jugando en todo esto un papel insustituible la Gestión de Riesgos laborales.

1.7 Gestión de Riesgo Laboral.

En la actualidad el tema del análisis de riesgo ha adquirido particular importancia, al mostrar la opinión pública mayor preocupación por los accidentes laborales de cierta magnitud, que han ocasionado graves consecuencias de orden social y económico. Las nuevas tecnologías en la generación de energía, los medios de transporte, las industrias de proceso como la química, petroquímica y otras, además de beneficios traen aparejados riesgos que se



traducen ocasionalmente en pérdida de vidas humanas, daños a la salud y pérdidas económicas de consideración. No obstante que ninguna actividad humana está exenta de riesgos, estos pueden ser aceptados en dependencia de los beneficios que la actividad reporta, de la importancia comparativa respecto a otros riesgos de la vida diaria, así como de la percepción de riesgo que se tenga al respecto (Salomón Llanes, 2001).

En estos últimos años, se ha producido un cambio en el modo de abordar la protección de la seguridad y salud de los trabajadores.

De un enfoque "puntual" y "reparador" (sólo se actúa cuando ocurre "algo") se ha pasado a un enfoque "global" y "preventivo" (se actúa antes de que ocurra "algo" planificándolo adecuadamente).

De ello se desprende que la actuación preventiva según Prieto Fernández (2001):

- Se debe planificar e integrar en el conjunto de actividades de la empresa.
- Debe comenzar por una evaluación inicial de los riesgos.
- Cuando sea necesario, se adoptarán las medidas que eliminen o al menos reduzcan los riesgos detectados.

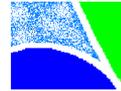
Para realizar una adecuada labor preventiva lo más importante es identificar y conocer los riesgos.

El "riesgo" no se ve o percibe, lo que se ve, percibe o deduce es la situación peligrosa, que es la circunstancia por la cual las personas, los bienes o el ambiente están expuestos a uno o más peligros. Asimismo, el peligro o factor de riesgo laboral se define como la fuente potencial de un daño en términos de lesión o enfermedad a personas, daño a la propiedad, al entorno del lugar de trabajo o una combinación de estos, de manera que en una situación peligrosa pueden presentarse uno o más peligros (Torrens, 2003).

La Resolución 31/2002 y la NC 18000: 2005 coinciden en definir que el riesgo es la combinación de la probabilidad de que ocurra un daño y la gravedad de las consecuencias de este. Por su parte, el daño derivado del trabajo es la lesión física, muerte o afectación a la salud de las personas o deterioro de los bienes o el ambiente con motivo o en ocasión del trabajo.

Mientras que la Resolución 39/2007 no dista de la definición dada anteriormente, lo define como la combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso peligroso con la gravedad de las consecuencias que pueda causar el evento.

En el **Anexo No.10** se muestran varios conceptos de riesgo dados por la literatura.



Según Torrens (2003), los riesgos, en general, se pueden clasificar en 5 grandes grupos: Físicos, Químicos, Biológicos, Psicofisiológicos y Psicosociales. Los riesgos físicos se pueden clasificar a su vez en: Mecánicos, Eléctricos y un grupo de ellos muy relacionados con el ambiente de trabajo los que se han denominado especialmente como Riesgos Físicos Relativos al Ambiente de Trabajo, entre los que se incluyen, los efectos o daños provocados por el Ruido, Vibraciones, Calor, Humedad, entre otros.

Para establecer una clasificación de los factores de riesgo no existe una sola forma o enfoque, sino que autores e instituciones diferentes ofrecen criterios y orientaciones distintas. La clasificación que se expone en el **Anexo No. 11**, divide los factores de riesgo en tres grupos para facilitar su estudio, tomando en cuenta su origen.

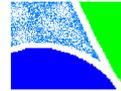
La Gestión de los Riesgos Laborales (GRL) es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de definir medidas preventivas, y en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse (Documento divulgativo: Evaluación de riesgos laborales INSHT. Y UNE 89902 –1996 EX).

Otra definición referente al término tratado se expone en la NC 18001: 2005, haciendo referencia a que es el proceso dirigido a la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas de gestión para analizar, valorar y evaluar los riesgos, concordando con esto el autor del trabajo en curso, debido a que dicha definición resume de manera concreta y de forma exhaustiva lo referente a este tipo de proceso en particular.

(Cirujano González, 2000) plantea que debe realizarse una identificación previa de factores de riesgo e indicadores de resultado, asociados a cada una de las condiciones de trabajo y para el ámbito de actuación en el que dichas condiciones van a ser evaluadas, es conveniente seleccionar previamente los factores de riesgo.

Desde la perspectiva de la Higiene Industrial, la cual está relacionada con la prevención de enfermedades profesionales, asociadas fundamentalmente con agresores químicos y biológicos, (Herrick, 2000) define que la identificación de riesgos es una etapa fundamental, indispensable para una planificación adecuada de la evaluación de riesgos y de las estrategias de control, así como para el establecimiento de prioridades de acción. Un diseño adecuado de las medidas de control requiere, la caracterización física de las fuentes contaminantes y de las vías de propagación de los agentes contaminantes. La identificación de riesgos permite determinar:

- Los agentes que pueden estar presentes y en qué circunstancias.



- La naturaleza y la posible magnitud de los efectos nocivos para la salud y el bienestar.

La identificación, evaluación y control de los riesgos es un proceso que identifica las situaciones peligrosas, los peligros y los riesgos vinculados con ellos y a partir de esto se procede a su evaluación. Puede ser cuantitativa o cualitativa, en correspondencia con las características de tales situaciones, es decir, a partir de los resultados de mediciones, por cálculos o por vía de la estimación.

Luego de la evaluación puede resultar que no hay riesgo, no existe peligro para la salud o la vida del trabajador. Pero si se detecta que puede peligrar la salud o integridad física del hombre o la ocurrencia de posibles daños a las instalaciones o a los procesos, hay que proyectar las medidas preventivas, las que se incluyen en un programa de prevención atendiendo al orden de prioridad que se decida, en correspondencia no sólo con la magnitud del riesgo (lo que es posible determinar mediante los métodos que se explicarán posteriormente), sino también a las posibilidades reales de la empresa.

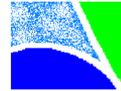
Finalmente, se establece el control periódico, el cual hace que se repita el ciclo de identificación, evaluación y control cada vez que surge una nueva situación peligrosa o la vigilancia permanente para que no surjan nuevas situaciones.

Otro enfoque consultado es el que plantea que la evaluación del riesgo comprende las siguientes etapas. (MUPRESA, 2000).

- Identificación de peligros.
- Identificación de trabajadores expuestos a los riesgos que entrañan los elementos peligrosos.
- Evaluar cualitativamente o cuantitativamente los riesgos existentes.
- Analizar si el riesgo puede ser eliminado, y en caso de que no pueda serlo, decidir si es necesario adoptar nuevas medidas para prevenir o reducir el riesgo.

Este último enfoque plantea que el análisis del riesgo consiste en la identificación de peligros asociados a cada fase o etapa del trabajo y la posterior estimación de los riesgos teniendo en cuenta conjuntamente la probabilidad y las consecuencias en el caso de que el peligro se materialice (Pérez Fernández, 2006) con lo cual concuerda el autor de la presente investigación.

El procedimiento metodológico que permite desarrollar la prevención de riesgos en el trabajo puede resumirse de maneja sencilla en el forma gráfico representado en el **Anexo No.12**, (Rodríguez González, 2007).



Existen varios métodos para la identificación de peligros y situaciones peligrosas, los cuales pueden verse en el **Anexo No.13**.

En el contexto actual de la Gestión de Riesgo Laboral a decir de (Pizarro, 2008) se vienen dando una serie de dificultades que influyen de forma negativa en cualquier organización, lo cual se representa en la siguiente figura.



Figura 1.6: Contexto actual en la gestión de riesgos. Fuente: Pizarro (2008).

No siempre se pueden eliminar todos los agentes que plantean riesgos para la salud en el trabajo, porque algunos son inherentes a procesos de trabajo, indispensables o deseables; sin embargo, los riesgos pueden y deben gestionarse. La evaluación de riesgos constituye una base para la gestión de los riesgos, la cual es tratada en el siguiente epígrafe.

1.7.1 Evaluación de Riesgos en el Trabajo.

La valoración del riesgo es una fase del proceso de Gestión de Riesgo Laboral, dirigido a comparar el riesgo analizado con un valor de referencia que implica un nivel de riesgo tolerable. En aquellos casos, en los que el riesgo analizado no se considere tolerable, es necesario planificar actividades encaminadas a alcanzar el nivel de protección requerido por el valor de referencia.

Existen diversos elementos que se deben tener en cuenta para la evaluación de riesgos, los cuales se representan en la figura 1.7, la misma se muestra a continuación.

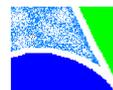


Figura 1.7: Elementos de la evaluación de riesgos. Fuentes: Herrick (2000).

Para el autor de la investigación en curso, a partir de criterios consultados en la bibliografía especializada, existen dos actividades fundamentales en el análisis de los riesgos: una es describir los riesgos y la otra cuantificar su importancia. Estas originan fundamentalmente tres tipos de métodos de análisis de riesgo:

- **Análisis cualitativos:** va encaminado a identificar y describir los riesgos existentes en un determinado trabajo, lo que persigue es poder efectuar una descripción de los riesgos que aparezcan en principio más importantes entre los posibles derivados de un trabajo.
- **Análisis semicuantitativos:** tienen como objetivo asignar puntuaciones en cada etapa de una vía de exposición al peligro y expresando los resultados como clasificaciones de los riesgos.
- **Análisis Cuantitativos:** el cual tiene como objeto asignar un valor a la peligrosidad de los riesgos de forma que se puedan comparar y ordenar entre si por su importancia, adicionando que pueden incluirse métodos que analicen el Factor de Riesgo Laboral que resulte en las evaluaciones en la categoría de Importante o Intolerable, en dependencia del método, a partir del uso de las diferentes disciplinas (física, química, matemática, entre otras).

En la tabla 1.2 se describen las características fundamentales de los métodos cualitativos y cuantitativos.

A continuación se muestran algunas de las técnicas utilizadas dentro de los métodos mencionados anteriormente, haciendo una salvedad en estos métodos generales, puesto que vale destacar que los mismos pueden situarse dentro de las dos últimas clasificaciones, puesto que otorgan un valor (estiman y luego priorizan).

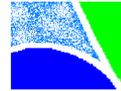


Tabla 1.2: Evaluación Cualitativa y Cuantitativa. Fuente: Calderón Gálvez (2006).

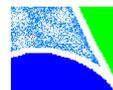
Metodología Cualitativa	Metodología Cuantitativa
Carácter subjetivo	Carácter objetivo
Expresión descriptiva	Expresión numérica
Datos particulares	Datos generalizables
Toma de medidas inmediatas	Toma de medidas a largo plazo

Análisis Cualitativos:

- Listas de chequeo.
- Análisis preliminar del riesgo. (A P R)
- Inspecciones de seguridad.
- Análisis de seguridad basado en OTIDA.
- Mapas de riesgos (Mp).
- Metodología para el análisis de los riesgos.
- Identificación y control de riesgos a través del trabajo en grupos (TG s)
- Modelo de diagnóstico empresarial de excelencia en prevención de riesgos laborales.
- Análisis estadístico de accidentalidad.
- Análisis de peligros y operabilidad (HAZOP).
- ¿Qué ocurriría sí? what if?

Análisis Semicuantitativos:

- Método de Alders Wallberg.
- Método de William T. Fine.
- Método de Richard Pickers.
- Método General de Evaluación
- Método Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidentes.



Análisis Cuantitativos:

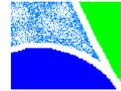
- Valoración obtenida de los métodos semicuantitativos.
- Evaluación por mediciones.
- Métodos Probabilistas.
 - Análisis del árbol de sucesos (ETA).
 - Técnicas de análisis de fiabilidad humana. Análisis de modos de fallo, efectos y criticidad (FMECA).
 - Análisis de árbol de causas.
 - Análisis del árbol de fallos (FTA).

La explicación de cada una de las técnicas cualitativas y cuantitativas se muestra en el **Anexo No.14** y las semicuantitativas en el **Anexo No.15**. Al evaluar los riesgos, se está conociendo su posibilidad de ocurrencia, sus posibles consecuencias y su magnitud, para determinar el orden de prioridad de las medidas preventivas.

Entre los métodos más utilizados se encuentra: el Método Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidentes, el autor de la presente investigación decide desarrollarlo en su estudio, pues tiene la ventaja de ser fácilmente aplicable, permitiendo cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y en consecuencia jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección.

La identificación, evaluación y el control de los factores de riesgo es una tarea sistemática, la cual debe actualizarse según la Resolución 31/2002 en los casos siguientes:

- Cuando se realicen nuevas inversiones o remodelaciones (modificaciones en los equipos, materias primas, procesos tecnológicos).
- Antes de la incorporación de trabajadores con necesidades especiales.
- Cuando se observen pérdidas en la eficiencia de las medidas de control implantadas.
- Cuando la vigilancia médica y ambiental detecte deterioros de los niveles de salud de los trabajadores y del ambiente laboral.
- Cuando se implanten nuevas normativas o legislaciones en materia de Protección, Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Cuando se efectúen cambios en las condiciones de trabajo, que originen o puedan originar nuevos factores de riesgo.



- Cuando los resultados de las inspecciones realizadas en las entidades laborales lo indiquen.

La evaluación de los riesgos no tiene fin en sí misma, sino es un medio para alcanzar un objetivo: tomar las medidas preventivas y de vigilancia para evitar la ocurrencia de accidentes y enfermedades profesionales, eliminando los consecuentes daños a la salud de los trabajadores, a las instalaciones y al entorno.

La evaluación de riesgos constituye una base para la gestión de los riesgos, mientras que la evaluación de riesgos es un procedimiento científico, la gestión de riesgos es más pragmática y conlleva decisiones y acciones orientadas a prevenir, o reducir a niveles aceptables, la presencia de agentes que pueden ser peligrosos para la salud de los trabajadores, las comunidades vecinas y el medio ambiente (Herrick, 2000).

1.8 Inventario de los principales riesgos ocupacionales en la ejecución de los proyectos de remediación de suelos mediante técnicas biológicas.

En el transcurso del presente capítulo se ha abordado sobre la importancia que poseen las actividades de rehabilitación ambiental de suelos contaminados, específicamente las que se materializan mediante el uso de técnicas biocorrectivas, debido a las ventajas que tienen las mismas, obteniendo como resultado la recuperación de la zona afectada, logrando con esto la eliminación de la fuente contaminante que provoca daños al ambiente y la salud humana.

La implementación de este tipo de actividad trae consigo un conjunto de riesgos ocupacionales inherentes, los cuales si se les permite escalar, pueden causar pérdidas importantes, ya sean: ambientales, de personal y capital. El inventario de dichos riesgos se ha clasificado por (Farache Mafoda, 2008) en tres categorías:

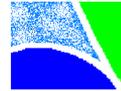
- Riesgos Físicos.
- Riesgos Químicos.
- Riesgos Biológicos.

A continuación se muestran los principales riesgos para la salud, asociados a las técnicas biológicas según el autor citado anteriormente, a partir de la categoría de clasificación dada por el mismo.

Con respecto a la primera clasificación de los riesgos, plantea que pueden existir los siguientes:

- Riesgos de Equipos.

Debido a que durante la excavación del suelo, los trabajadores pueden ser expuestos a una condición insegura, trayendo como consecuencia ser heridos por los equipos pesados de



movimiento de materiales, tales como las cargadoras frontales, retroexcavadoras, entre otros.

- Lesiones Musculares

El movimiento manual de grandes pesos puede exponer a los trabajadores a tensiones en la espalda y en el hombro.

- Riesgo de Quemadura

Los riesgos de quemadura de la piel pueden existir con diversos tipos de equipo de trabajo, incluyendo maquinarias pesadas, soldadores, entre otros.

- Peligros de equipos de movimiento.

Siempre que se utilicen técnicas biológicas para la rehabilitación de suelos contaminados, se requiere aireación mecánica de los mismos periódicamente con equipos pesados. Estos equipos pueden proyectar fragmentos durante el trabajo de remoción. Objetos colgantes o secciones de vestimenta floja que pueden enredarse en partes móviles de las maquinarias como poleas, piñones y ejes en rotación.

- Riesgo de Corte o Punción.

Los trabajadores pueden estar expuestos a punciones y cortes de pies y manos, por la presencia de materiales u objetos contundentes de desecho en el terreno.

Con respecto a la segunda clasificación el mismo autor expone que pueden existir los siguientes riesgos:

- Contaminantes.

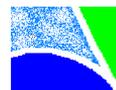
Los trabajadores se ven expuestos a contaminantes y productos químicos tóxicos. Los productos intermedios de la degradación de los contaminantes pueden ser también tóxicos y representar un peligro de exposición. La exposición puede ocurrir vía inhalación, ingestión o absorción dérmica, durante la realización de las operaciones de carga, descarga, pre-procesamiento, arado, rastreo y otros procesos propios en la utilización de este tipo de técnica en el que los suelos son removidos.

- Riesgo de productos Reactivos, Ácidos o Cáusticos.

Los trabajadores pueden exponerse a riesgos de quemaduras durante la manipulación de productos químicos ácidos o cáusticos usados para el control del pH.

Dentro del último grupo de clasificación dado por este mismo autor, expone los riesgos siguientes:

- Microbios Patógenos.



En este tipo de actividad los trabajadores presentan el riesgo de exposición por contacto vía inhalación, ingestión o dérmica con microbios patógenos, si los desechos a ser tratados contienen algún agente patógeno. El riesgo puede incrementarse durante los periodos secos y de vientos cuando los microbios adheridos al polvo pueden ser suspendidos en el aire por la acción de la agitación mecánica, el viento, o la ventilación forzada. La inhalación de agentes patógenos puede provocar reacciones alérgicas o enfermedades ocupacionales.

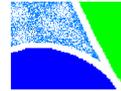
- Animales nocivos.

Por último los trabajadores pueden verse expuestos a una variedad de riesgos biológicos, debido a la presencia de cualquier animal propio de la zona donde se lleve a cabo este tipo de proceso, durante cualquier fase de la remediación.

Al tener en cuenta la importancia de los riesgos laborales dentro del proceso de producción y/o servicios, se hace necesaria la elaboración de una metodología para el estudio de factores de riesgos laborales en los procesos de rehabilitación de suelos donde se utilicen métodos biológicos, debido a la diversidad de situaciones riesgosas laborales que le son inherentes. Por demás generalmente no se le brinda la importancia y los recursos que demanda la actividad de Seguridad y Salud en este tipo de proyecto.

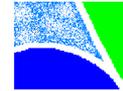
Conclusiones Parciales del Capítulo.

1. La contaminación ambiental es un problema de gran relevancia en la actualidad, especialmente la contaminación de suelos por hidrocarburos, ocasionada a una deficiente gestión de los residuos, la cual trae consigo afectaciones al medio ambiente y la salud humana. Entre las técnicas más utilizadas en la actualidad para atenuar esta situación se encuentran las técnicas biológicas y dentro de estas específicamente la biorremediación, debido a las ventajas que posee, pero la misma tiene vinculada ciertos riesgos ocupacionales que deben ser objeto de estudio.
2. Dentro de los proyectos de rehabilitación ambiental se tienen en cuenta una serie de criterios, como técnicos, económicos, entre otros, pero no se declaran criterios relacionados con la seguridad y salud de los trabajadores, solamente se hace énfasis en los equipos de protección personal, no se hacen estudios relacionados con la gestión del riesgo laboral pese a que dentro de la actividad productiva el hombre es el elemento más valioso, convirtiéndose en una necesidad para la protección de los obreros ejecutores de dichos proyectos.
3. La Seguridad y Salud en la concepción moderna significa más que una simple situación de seguridad física, una situación de gestión integral de control del riesgo, una situación de bienestar personal con un ambiente laboral idóneo, una economía de costos y una imagen de modernización y filosofía de vida en el marco de la actividad laboral contemporánea.



4. Existe coincidencia en los criterios consultados en la presente investigación relacionada con las fases del proceso de gestión de riesgo laboral, las cuales serán aplicadas al proceso objeto de estudio.
5. Se escoge para el desarrollo posterior de la investigación el Método Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidentes, al tener como ventaja ser fácilmente aplicable, funcionando de manera correcta en las organizaciones, permitiendo cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección para su estudio exhaustivo, visualizándose de esta manera las tendencias actuales establecidas en las metodologías de la gestión de riesgos laborales.
6. La implementación de técnicas de remediación biológica dentro de la rehabilitación de zonas contaminadas por residuos petrolizados, trae consigo un conjunto de riesgos ocupacionales inherentes a la actividad, pueden ser de origen físicos, químicos, y biológicos, que de no ser controlados, pueden causar pérdidas importantes y repercusión negativa sobre el proceso salud – enfermedad, de los obreros en servicio .

CAPÍTULO II



Capítulo II: Procedimiento para el Estudio de Factores de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos.

El análisis en el capítulo I del marco teórico acerca de los factores de riesgos laborales en los procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos, y las afectaciones que trae a la salud; deja sentada la necesidad e importancia de contar con un procedimiento para el estudio de los mismos. Con el objetivo de realizar una propuesta, se desarrolla el presente capítulo; donde se explican las fases que componen el procedimiento y cada una de sus etapas.

2.1: Diseño de un procedimiento para el Estudio de Factores de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos.

El procedimiento que se propone se muestra en la Figura No. 2.1. Ha sido diseñado teniendo en cuenta los criterios de Cortés Díaz (2000), Pareja Malagón (2000), Pérez Fernández (2006).

En la figura citada anteriormente, se ilustra la propuesta del procedimiento constituida por cinco fases, las que están compuestas por diferentes etapas.

La primera fase (Fase I), garantiza la preparación del trabajo, asegurando que el resto de las fases se desarrollen con éxito. La segunda fase (Fase II), es donde se caracteriza la zona impactada. En la tercera fase (Fase III), se identifican y evalúan los riesgos laborales del proceso objeto de estudio. En la cuarta fase (Fase IV), se planifica y elabora un plan de medidas preventivas a ejecutar, y la quinta fase (Fase V), es donde se supervisan las acciones planificadas en la ejecución de las diferentes etapas que compone el proceso.

Fase I: Organizar y Recopilar Información.

Esta fase tiene como objetivo preparar todo el trabajo a desarrollar en el despliegue de las acciones, para asegurar el éxito del trabajo posterior mediante la información, formación y el compromiso desde la alta dirección hasta los niveles inferiores de la organización.

Etapas 1: Compromiso de la Dirección

En todo esfuerzo para el mejoramiento de procesos se necesita del apoyo y el liderazgo de la alta dirección, de lo contrario el proyecto fracasa.

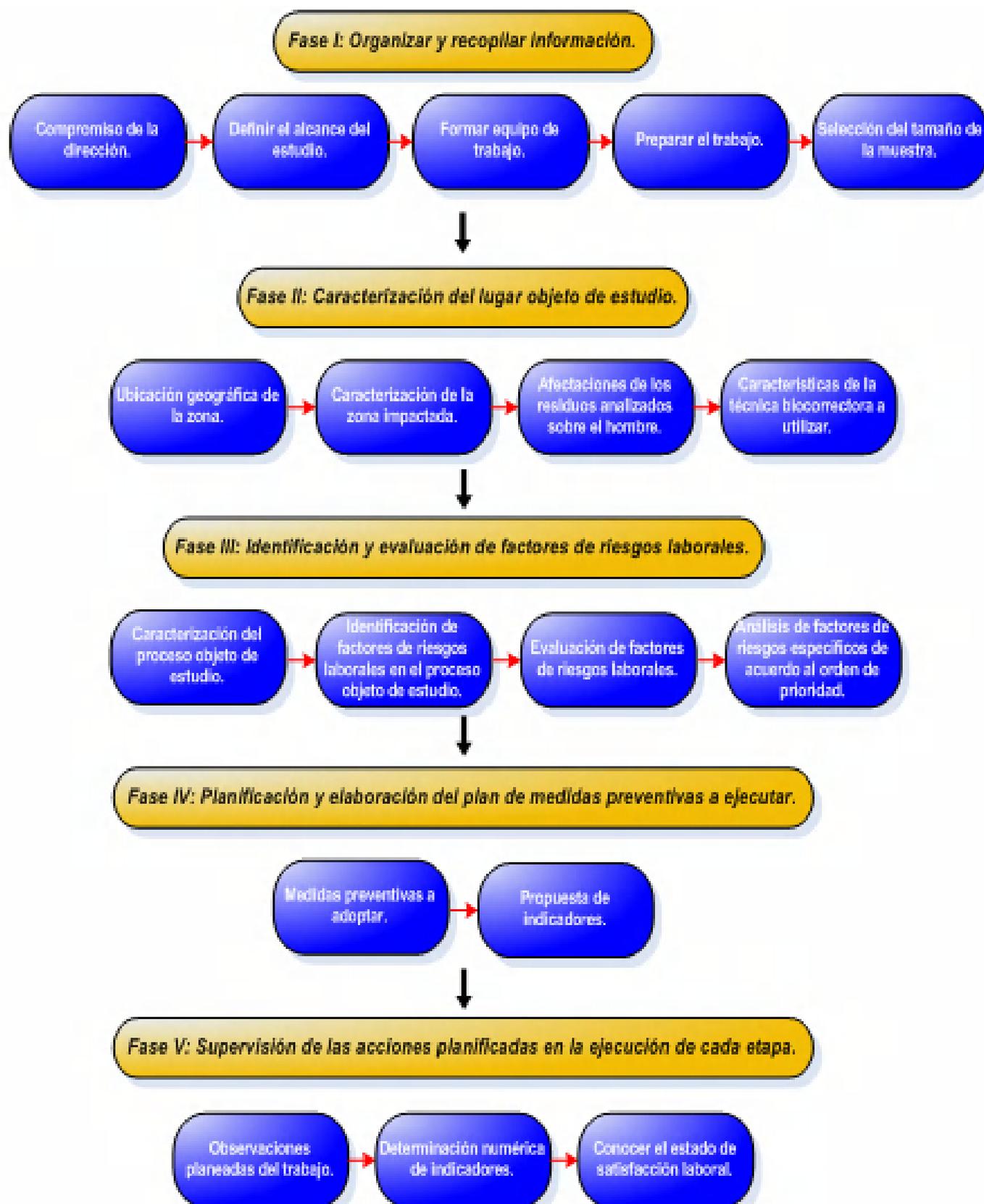
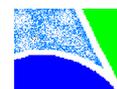
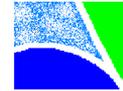


Figura 2.1: Procedimiento para el estudio de factores de riesgos laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos. Fuente: Elaboración Propia.



Es imprescindible el apoyo de la alta dirección, con el objetivo final de que este sistema sea percibido como inversión y no como un gasto, ya que las enfermedades profesionales y los accidentes de trabajo pueden generar costos para diferentes personas o grupos así como a la organización.

La seguridad y salud en el trabajo puede implicar en el rendimiento de la organización de muchas maneras, por ejemplo, los trabajadores sanos son más productivos y su producción es de mayor calidad, menos casos de enfermedades profesionales relacionadas con el trabajo suponen menos bajas por enfermedad. Con equipos y un entorno de trabajo óptimo adaptado a las necesidades del proceso se logra aumentar la productividad, mejorar la calidad y reducir los riesgos en materia de salud y seguridad.

Etapa 2: Definir el alcance del estudio

Para llevar a cabo esta etapa debe tenerse en cuenta dentro del proceso, cuales son las actividades que requieren realizar un estudio detallado de los factores de riesgos laborales según su orden de prioridad, para proceder de forma exhaustiva al análisis de los mismos, tomándose en cuenta lo siguiente:

- Revisiones de documentos, normativas, entre otras.
- Sesiones de trabajo con los expertos donde se identifique en que actividades se va a realizar.

Etapa 3: Formar equipo de trabajo

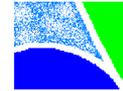
Los equipos quedan conformados por los responsables del proyecto y personas conocedoras del tema dentro de la organización ejecutora. Participar además otros especialistas del área de los Recursos Humanos.

Etapa 4: Preparar el Trabajo

Preparar las técnicas y herramientas a utilizar además de realizar el cronograma de actividades a desarrollar en la investigación.

Etapa 5: Selección del tamaño de la muestra

Una interrogante común es determinar el tamaño de la muestra requerida en la investigación, esto depende de la varianza de la población, la que puede ser conocida o desconocida y del tamaño de la población, que puede ser finito o infinito.



Generalmente en investigaciones como esta, para el cálculo del tamaño de la muestra se utiliza la expresión matemática siguiente, en la que se conoce el tamaño de la población aunque la varianza si es desconocida.

$$n = \frac{N \cdot \left[Z_{1-\alpha/2} \right]^2 \cdot p(1-p)}{N \cdot d^2 + \left[Z_{1-\alpha/2} \right]^2 \cdot P(1-P)}$$

Donde:

α : Error asociado al nivel de confianza en la decisión (0.05).

d: Error absoluto a considerar en el cálculo (0.05).

p: Proporción en función del tamaño de muestra asumida (0.5).

N: Tamaño de la población a muestrear.

n: Tamaño de la muestra.

$$Z_{1-\alpha/2} = 1.96$$

Esta expresión requiere alguna decisión sobre qué proporción muestral utilizar. Si no hay una inclinación a priori entonces el valor de $p = 0,5$ es utilizado frecuentemente puesto que garantiza el máximo valor de n.

Fase II: Caracterización del lugar objeto de estudio.

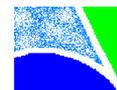
Esta fase tiene como objetivo conocer las principales características de la zona impactada por hidrocarburos, además de otros contaminantes que puedan estar presentes, las consecuencias de estos sobre el hombre además de las principales características de la técnica biocorrectiva a utilizar.

Etapa 6: Ubicación Geográfica de la Zona.

Se debe enmarcar la zona objeto de estudio, utilizando puntos referenciales para lograr su localización con la mayor certeza posible, e incluir una breve descripción del lugar al que pertenece.

Etapa 7: Caracterización de la Zona Impactada.

Se debe comenzar reconociendo el lugar teniendo en cuenta las irregularidades del terreno, vegetación predominante, todo con el objetivo de lograr un conocimiento general sobre la zona objeto de estudio.



Otro paso es analizar los tipos de contaminantes presentes en el lugar, especificándose según las clasificaciones dadas en el Capítulo I de la investigación en curso, y el origen de la contaminación. Además se procede a la clasificación de los residuos existentes en la zona y posteriormente una caracterización de los que resulten peligrosos según la literatura revisada, conociéndose de esta manera su composición y los cuidados que deben mantenerse en su manipulación.

Etapa 8: Afectaciones de los residuos analizados sobre el hombre.

En función del tipo de residuo y su clasificación se corresponden diversas afectaciones sobre la salud humana, especialmente para las personas que los manipulan directamente o tienen que trabajar con ellos (Ver **Anexo No. 16**). De acuerdo a los resultados obtenidos de la caracterización, abordada en la etapa anterior, se puede conocer si el residuo petrolizado posee compuestos cancerígenos o metales pesados, los que tienen efectos acumulativos, pudiéndose agudizar según el grado de exposición.

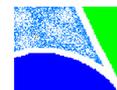
Etapa 9: Características de la técnica biocorrectora a utilizar.

A partir de las características del lugar y el grado de contaminación existente se decide el tipo de técnica de biorremediación a utilizar, la que se toma por la parte especializada en el tema dentro del grupo de proyecto. Luego de conocer lo anterior, se deben familiarizar los restantes especialistas y demás integrantes del proyecto, así como las organizaciones de la comunidad; sobre las principales características de la mencionada técnica, el modo de implementación, sus etapas, cantidad de trabajadores implicados, equipos a utilizar, sustancias, materiales y microorganismos empleados, todo con el objetivo de conocer los riesgos ocupacionales a los que se expone la mano de obra involucrada.

Para realizar lo descrito se conforma un formato, donde se recoge toda la información necesaria sobre los aspectos mencionados anteriormente y se muestra en el **Anexo No. 17**.

Fase III: Identificación y Evaluación de Factores de Riesgos Laborales.

Esta fase tiene como objetivo, partiendo del conocimiento del proceso objeto de estudio, identificar las actividades que puedan generar diferentes riesgos desde el punto de vista ocupacional y realizar su posterior evaluación determinándose el grado de prioridad de cada uno de ellos, para lo que se utilizan técnicas y herramientas específicas de la Gestión de Riesgos Laborales.



Etapa 10: Caracterización del proceso objeto de estudio.

Para lograr una correcta identificación de los diferentes factores de riesgos que intervienen en el proceso, surge la necesidad de conocer la forma en que se estructura el mismo; sus principales actividades, entradas, salidas y demás datos de interés. Para lograr lo antes descrito, la manera más representativa es valiéndose de un mapa, que viene a ser la representación gráfica de la estructura de procesos.

El nivel de detalle de los mapas de proceso dependerá de la complejidad de sus actividades, teniendo siempre presente que estos constituyen un instrumento para la gestión y no un fin en sí mismo.

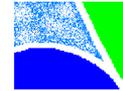
Reflexionar acerca de qué entradas necesita el proceso y de dónde vienen; qué salidas produce y hacia quiénes van, qué recursos consume y de dónde proceden; permitirá establecer las interrelaciones entre los procesos adecuadamente.

Seguidamente, se procede a elaborar el diagrama Gantt, para de esta forma conocer la secuencia y duración de las diferentes actividades. Con la ayuda de este se confecciona el diagrama de flujo del proceso objeto de estudio, que permite conocer puntos de decisión y lazos de retrabajo.

Por la importancia que poseen los temas relacionados con la Seguridad y Salud en el Trabajo, en los procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos; se hace necesario identificar las principales debilidades en el sistema de gestión de riesgos laborales, para conocer como se encuentra con vistas a afrontar las características de este tipo de procesos; recomendándose para el diagnóstico la técnica de Análisis de los Modos de Fallos y sus Efectos (AMFE).

Luego de conocer las características generales del proceso, se hace necesario confeccionar una ficha que recoja las características relevantes en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Esta es de gran utilidad, debido al aporte que nos brinda su contenido, en la elaboración del plan de medidas preventivas, entre otros. De manera general la ficha se puede considerar como un soporte de información que pretende recabar todas aquellas características relevantes para el control de las actividades. La información a incluir dentro de ella puede ser diversa y debe ser decidida por el equipo de trabajo.

Para conformar la ficha se propone un formato, donde se recoge toda la información necesaria sobre los aspectos a tener en cuenta en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo (mostrada en el **Anexo No. 18**). Los principales aspectos que recoge se definen a continuación.



Descripción General: En este punto se recoge el nombre de la empresa, centro, área, entre otros.

Descripción del Proceso asociado a los riesgos inherentes a las actividades: Se tiene en cuenta las tareas con mayor riesgo, los posibles daños a la salud, equipos utilizados, entre otros.

Legislación: Indicar las resoluciones y normas a tener en cuenta en el desarrollo del proceso.

Productos Químicos que se manipulan: Nombre del producto, peligros así como si tiene o no ficha de seguridad.

Exposición: Marcar el tipo de agente al cual se está expuesto, hacerlo dentro de las clasificaciones: Agentes Físicos, Químicos y Biológicos así como el tiempo de exposición.

Carga Física: Esfuerzos musculares, desplazamiento con o sin carga, posturas forzadas.

Equipos de Protección Personal (EPP): Tipo de equipo así como la clase de protección.

NOTA: Los Equipos de Protección Personal y Colectivos serán consignados en genéricos, o lo que es lo mismo, se eliminarán de las descripciones de los E.P.P. y Colectivos.

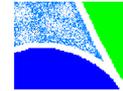
Luego se procede a la validación de su contenido, se le entrega a un grupo de especialistas en la materia así como a trabajadores de mayor experiencia que forman parte del proyecto, para que examinen los aspectos abordados en la ficha, dando cada quien su criterio, con el fin de comprobar la veracidad de la información que recoge.

Entre los aspectos que se valoran se puede citar la coherencia en la presentación de la información y la visualización del contenido que la misma recoge.

Etapa 11: Identificación de Factores de Riesgos laborales en el proceso objeto de estudio.

Luego de efectuar los pasos anteriores se hace necesario identificar los factores de riesgos laborales que pueden estar presentes en las actividades que conforman el proceso.

Para este paso se debe dar respuesta según Pérez Fernández (2006) a las preguntas siguientes:



- ¿Existe una fuente de daño?
- ¿Quién o qué puede ser dañado?
- ¿Cómo puede ocurrir ese daño?

La identificación del riesgo laboral es una acción contenida en el proceso de gestión del mismo, esta debe realizarse tomando como base la información de las características y complejidad del trabajo en cada una de las actividades que componen el proceso que se analiza.

Para la identificación de los riesgos laborales se pueden utilizar los siguientes métodos:

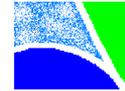
- Entrevistas a obreros que hayan tenido experiencia en actividades similares.
- Listas de chequeos.
- Análisis y descripción de las actividades.
- Revisiones de documentos.

Deben distinguirse entre los riesgos por accidentes laborales y por enfermedades profesionales.

Para la identificación de los riesgos por accidentes laborales a criterio de Díaz Urbay (2000), se puede desarrollar una lista de preguntas complementarias en cada una de las actividades:

La pregunta puede realizarse de la siguiente manera: ¿Existen los siguientes riesgos o peligros?

- Caídas al mismo nivel.
- Golpes y cortes.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caídas de herramienta, materiales, etc., desde altura.
- Espacio inadecuado.
- Peligros asociados con manejo manual de cargas.
- Peligros en las instalaciones y en las máquinas asociadas con el montaje, la consignación, la operación, el mantenimiento, la modificación, la reparación y el desmontaje.



- Peligros de los vehículos, tanto en el transporte interno como el transporte por carretera.
- Incendios y explosiones.
- Sustancias que pueden inhalarse.
- Sustancias o agentes que puede dañar los ojos.
- Sustancias que pueden causar daños por el contacto o absorción por la piel.
- Sustancias que pueden causar daños al ser ingeridas.
- Energías peligrosas (por ejemplo: electricidad, radiaciones, ruido y vibraciones).
- Trastornos músculo-esqueléticos derivados de movimientos repetitivos.
- Ambiente térmico inadecuado.
- Condiciones de iluminación inadecuadas.
- Barandilla inadecuada en la escalera.

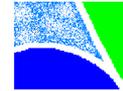
Para riesgos por enfermedades profesionales deben tenerse en cuenta los factores agresores (ver tabla 2.1).

Tabla 2.1 Tipos de agresores que pueden dañar el organismo del ser humano.

Fuente: Pérez Fernández (2006).

Agresores que afectan al organismo	Ejemplo de estos agresores
Agresores químicos	polvo, humo, niebla, gases
Agresores físicos	ruidos, vibraciones, radiaciones
Agresores biológicos	virus, bacterias, parásitos
Agresores psicológicos y sociales	promoción, salario, relaciones entre jefes y subordinados
Agresores ergonómicos	monotonía , fatiga física, fatiga mental, motivación

En esta fase se recomienda utilizar la lista de chequeo que se elabora a partir de la resolución 39/2007, adaptada a las características del proceso bajo análisis, dejando solamente las situaciones peligrosas que se ajustan. Además se le añaden otros aspectos que no contempla esa resolución, por ejemplo, el esfuerzo físico, exposición a agentes biológicos, entre otros, abarcando de forma exhaustiva las principales



clasificaciones de factores de riesgos que puedan estar presentes en cualquiera de las actividades a realizarse. Se ejecuta por medio de un equipo integrado por especialistas del Centro de Estudios Ambientales, profesores del Instituto Provincial de Estudios Laborales y de la Universidad de Cienfuegos. En el **Anexo No. 19** se muestra la lista de chequeo a utilizar.

Luego de haber identificado los diferentes riesgos, se puede construir un Mapa de Riesgos, que señale, mediante símbolos, letras y colores; los principales riesgos presentes en un área determinada, e indique los lugares donde hay que extremar las medidas preventivas.

Etapa 12: Evaluación de Factores de Riesgos laborales.

Se recomienda utilizar el Método simplificado de evaluación de riesgos de accidentes dado por Pareja Malagón (2000), del que se hace mención en el marco teórico de este estudio.

Primero se hace necesario definir dos conceptos claves de la evaluación, estos son:

- La probabilidad de que determinados factores de riesgo se materialicen en daños.
- La magnitud de los daños (consecuencias).

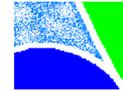
Probabilidad y consecuencias son los dos factores cuyo producto determina el riesgo, que se define como el conjunto de daños esperados por unidad de tiempo. La probabilidad y las consecuencias deben necesariamente ser cuantificadas para valorar de una manera objetiva el riesgo.

Probabilidad: La probabilidad de un accidente puede ser determinada en términos precisos en función de las probabilidades del suceso inicial que lo genera y de los siguientes sucesos desencadenantes. Se debe tener en cuenta que cuando se habla de accidentes laborales, en el concepto probabilidad está integrado el término exposición de las personas al riesgo.

Consecuencias: La materialización de un riesgo puede generar consecuencias diferentes (C_i), cada una de ellas con su correspondiente probabilidad (P_i). El daño esperable (promedio) de un accidente viene así determinado por la expresión:

$$\text{Daño.Esperado} = \sum P_i \cdot C_i \quad (2.1)$$

A mayor gravedad de las consecuencias previsibles, mayor es el rigor en la determinación de la probabilidad, teniendo en cuenta que las consecuencias del



accidente son contempladas tanto desde el aspecto de daños materiales como de lesiones físicas, analizando ambos por separado.

Descripción del método

La metodología que se presenta permite cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección. Para ello se parte de la detección de las deficiencias existentes en los lugares de trabajo, para posteriormente estimar la probabilidad de que ocurra un accidente y teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias, evaluar el riesgo asociado a cada una de dichas deficiencias.

La información que aporta este método es orientativa, cabe contrastar el nivel de probabilidad de accidente que aporta el método a partir de la deficiencia detectada, con el nivel de probabilidad estimable a partir de otras fuentes más precisas, como por ejemplo datos estadísticos de accidentalidad o de fiabilidad de componentes. Las consecuencias normalmente esperables son preestablecidas por el ejecutor del análisis. Dado el objetivo de simplicidad que se persigue, en esta metodología no se emplean los valores reales absolutos de riesgo, probabilidad y consecuencias, sino sus "niveles" en una escala de cuatro posibilidades. Así, se habla de "nivel de riesgo", "nivel de probabilidad" y "nivel de consecuencias". Existe un compromiso entre el número de niveles elegidos, el grado de especificación y la utilidad del método. Si se opta por pocos niveles no se puede llegar a discernir entre diferentes situaciones.

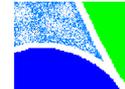
Por otro lado, una clasificación amplia de niveles hace difícil ubicar una situación en uno u otro nivel, sobre todo cuando los criterios de clasificación están basados en aspectos cualitativos. En la metodología se considera, que el nivel de probabilidad es función del nivel de deficiencia y de la frecuencia o nivel de exposición a la misma. El nivel de riesgo (NR) es por su parte función del nivel de probabilidad (NP) y del nivel de consecuencias (NC) y puede expresarse como:

$$NR = NP \cdot NC \quad (2.2)$$

En los posteriores apartados se explican los diferentes factores contemplados en la evaluación.

Análisis del Nivel de Deficiencia y Nivel de Exposición de la probabilidad de ocurrencia de cada factor de riesgo

Nivel de deficiencia:



Se llama nivel de deficiencia (ND) a la magnitud de la vinculación esperable entre el conjunto de factores de riesgo considerados y su relación causal directa con el posible accidente. Los valores numéricos empleados en esta metodología y el significado de los mismos se indican en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1: Determinación del nivel de deficiencia.

Nivel de deficiencia	ND	Significado
Muy deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
Deficiente (D)	6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciable.
Mejorable (M)	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable.
Aceptable (B)	—	No se ha detectado anomalía destacable alguna. El riesgo está controlado. No se valora.

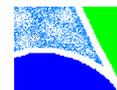
Nivel de Exposición:

El nivel de exposición (NE) es una medida de la frecuencia con la que se da exposición al riesgo. Para un riesgo concreto, el nivel de exposición se estima en función de los tiempos de permanencia en áreas de trabajo, operaciones con máquina, entre otras.

- Los valores numéricos, como puede observarse en el cuadro 2.2, son ligeramente inferiores al valor que alcanzan los niveles de deficiencias, por ejemplo, si la situación de riesgo está controlada, una exposición alta no debe ocasionar, en principio, el mismo nivel de riesgo que una deficiencia alta con exposición baja.

Cuadro 2.2: Determinación del nivel de exposición.

Nivel de exposición	NE	Significado
Continuada (EC)	4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.
Frecuente (EF)	3	Varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	Alguna vez en su jornada laboral y con período corto de tiempo.
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.



Nivel de probabilidad:

En función del nivel de deficiencia de las medidas preventivas y del nivel de exposición al riesgo, se determina el nivel de probabilidad (NP), el cual se puede expresar como el producto de ambos términos:

$$NP = ND \cdot NE \tag{2.3}$$

El cuadro 2.3 facilita la consecuente categorización.

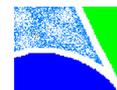
Cuadro 2.3: Determinación del nivel de probabilidad

		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Dado que los indicadores que aporta esta metodología tienen un valor orientativo, cabe considerar otro tipo de estimaciones cuando se dispongan de criterios de valoración más precisos. Así por ejemplo, si ante un riesgo determinado se dispone de datos estadísticos de accidentalidad u otras informaciones que permitan estimar la probabilidad de que el riesgo se materialice, se debe contrastar con los resultados obtenidos a partir del sistema expuesto. Los cuatro niveles de probabilidad establecidos se muestran a continuación en el cuadro 2.4.

Nivel de probabilidad	NP	Significado
Muy alta (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Media (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Baja (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Cuadro 2.4: Significado de los diferentes niveles de probabilidad.



Análisis del Nivel de Consecuencias de cada factor de riesgo.

Se considera igualmente cuatro niveles para la clasificación de las consecuencias (NC). Se establece un doble significado, por un lado, se categorizan los daños físicos y por otro, los daños materiales. Se evita establecer una traducción monetaria de éstos últimos dado que su importancia es relativa en función del tipo de empresa y de su tamaño. Ambos significados son considerados independientemente, teniendo más peso los daños a personas que los daños materiales. Cuando las lesiones no son importantes la consideración de los daños materiales debe ayudarnos a establecer prioridades con un mismo nivel de consecuencias establecido para personas.

Como puede observarse en el cuadro 2.5 la escala numérica de consecuencias es muy superior a la de probabilidad. Ello es debido a que el factor consecuencias debe tener siempre un mayor peso en la valoración.

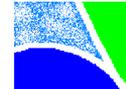
Cuadro 2.5: Determinación del nivel de consecuencias.

Nivel de consecuencias	NC	Significado	
		Daños personales	Daños materiales
Mortal o Catastrófico (M)	100	1 muerto o más	Destrucción total del sistema (difícil renovarlo)
Muy Grave (MG)	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Destrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación)
Grave (G)	25	Lesiones con incapacidad laboral transitoria (I.L.T.)	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación
Leve (L)	10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Reparable sin necesidad de paro del proceso

Análisis del Nivel de Riesgo y Nivel de Intervención de cada factor de riesgo.

El cuadro 2.6 permite determinar el nivel de riesgo y mediante agrupación de los diferentes valores obtenidos, establecer bloques de priorización de las intervenciones, a través del establecimiento también de cuatro niveles (indicados en el cuadro con cifras romanas).

Los niveles de intervención obtenidos tienen un valor orientativo. Para priorizar un programa de inversiones y mejoras, es imprescindible introducir la componente económica y el ámbito de influencia de la intervención. Así, ante unos resultados similares, está más justificada una intervención prioritaria cuando el coste sea menor y la solución afecte a un colectivo de trabajadores mayor. Por otro lado, la opinión de los trabajadores no sólo es considerada, sino que su consideración redonda ineludiblemente en la efectividad del programa de mejoras.



El nivel de riesgo viene determinado por el producto del nivel de probabilidad por el nivel de consecuencias.

Cuadro 2.6: Determinación del nivel de riesgo y de intervención.

		NR = NP x NC			
		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

El cuadro 2.7 establece la agrupación de los niveles de riesgo que originan los niveles de intervención y su significado.

Cuadro 2.7: Significado del nivel de intervención.

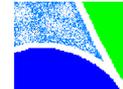
Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Contraste de los resultados obtenidos.

Es conveniente, una vez que se haga una valoración del riesgo, contrastar los resultados con datos históricos de otros estudios realizados. Además de conocer la precisión de los valores obtenidos, se puede ver la evolución de los mismos y si las medidas correctoras, desde que se aplican, han resultado adecuadas.

Se recomienda realizar un trabajo de análisis matemático de los resultados, teniéndose en cuenta que los mismos pueden ser analizados por personas que no conozcan de la materia, lo anterior se lleva a cabo con la finalidad hacer un análisis más profundo de las situaciones que se pueden poner de manifiesto facilitándose su comprensión.

En la investigación se propone valorar solo los factores de riesgos que puedan causar accidentes laborales, el caso de los factores de riesgos que deriven en enfermedades



profesionales o resultadas del trabajo, nada más se identifican y de valorarse debe hacerse justificando la intervención; la recomendación viene dada por la efímera duración de los procesos de rehabilitación tomando en cuenta que mayormente la fuerza de trabajo es subcontratada, por lo que resulta inoperante realizar estudios de trastornos que se materializan a largo plazo. La entidad debe analizar los factores de riesgos por enfermedades profesionales y los efectos que pueden provocar en el organismo del trabajador. Esto debe realizarse de conjunto con un especialista en Medicina del Centro de Higiene y Epidemiología, con el objeto que se establezca un procedimiento para realizar exámenes médicos y se comience a detectar si los trabajadores presentan estos padecimientos, diseñando estrategias con el objetivo de mejorar la calidad de vida del trabajador.

Etapa 13: Análisis de factores de riesgos específicos de acuerdo al orden de prioridad.

Se realiza la propuesta para el estudio de los factores de riesgos laborales, que como resultado de la etapa anterior deben ser tratados de manera inmediata, debido al grado de ocurrencia, consecuencias y persistencia que puedan traer asociadas durante la ejecución del proceso.

Según la clasificación que tengan los riesgos deben utilizarse técnicas y métodos específicos para la gestión de cada uno y en función de ello diseñar un pequeño procedimiento o secuencia de pasos que permitan le una adecuada gestión. En este tipo de procesos el riesgo químico es muy común debido a las características propias de los mismos. En el **Anexo No. 20** se muestran una serie de pasos a tener en cuenta para el estudio de este factor de riesgo.

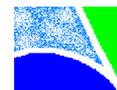
Fase IV: Planificación y Elaboración del plan de medidas preventivas a ejecutar.

Esta fase tiene como objetivo la confección de un grupo de medidas preventivas, para minimizar posibles situaciones peligrosas y de esta forma menguar la probabilidad de materialización de factores de riesgos presentes durante la ejecución de las diferentes actividades.

Etapa 14: Medidas preventivas a adoptar.

Una vez realizada la evaluación de riesgos y la misma arroje como resultado situaciones inseguras, se deben llevar a cabo las siguientes actuaciones.

- Establecer las prioridades preventivas: Definir un orden de actuación sobre los riesgos, en función de su gravedad y el posible número de trabajadores afectados.



- Una vez establecido el orden de actuación, deben adoptarse las medidas preventivas con un orden de prioridad.

La acción preventiva se planificará a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, que será de carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales, además se deben tener en cuenta los métodos de trabajo, para de esta forma garantizar un mayor nivel de protección sobre los trabajadores.

Se puede tener en cuenta formas de estimulación y reconocimientos por el cumplimiento en Seguridad y Salud en cada una de las actividades. De forma general consiste en plasmar en un modelo las acciones planificadas y los responsables, para de esta forma poder eliminar o minimizar las posibles deficiencias detectadas durante el proceso de evaluación, que se pueden materializar durante la ejecución de las diferentes actividades.

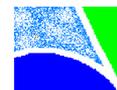
Además, se recomienda el diseño de un plan de control para establecer seguimiento sobre las medidas propuestas.

Con tal fin se utiliza un modelo que incluya la medida y su relación con la actividad en que se aplica, un indicador propuesto y su rango de control, así como la frecuencia a determinarlo y el responsable.

Los indicadores que se utilicen en el plan de control (PC) son medidas porcentuales en su mayoría, sencillas de determinar y se enmarcan en acciones específicas, a diferencia de los que se proponen en la siguiente etapa, que son más genéricos al proceso en cuestión y posibilitan el control total de los resultados. A continuación se muestra la ficha para cada indicador del PC.

Tabla 2.2: Ficha para indicadores del plan de control. Fuente: Ricardo Cabrera (2009).

Nombre del indicador:	
Forma de cálculo	
Unidades	
Glosario	
Estado actual del indicador	
Umbral del indicador	
Rango de gestión	



Etapa 15: Propuesta de indicadores.

Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica realizada y como antecedentes, investigaciones desarrolladas en la temática en Cuba [Velásquez Saldívar (2003); García Pérez (2004); Fajardo López (2006), Suárez Sabina (2008), González González (2009)], se proponen un conjunto de indicadores que luego de haber fijado estándares pueden ser aplicados para conocer, el comportamiento de las acciones en materia de seguridad y salud, durante el desarrollo de las diferentes actividades.

A continuación, se muestra un formato, que puede utilizarse para llevar a cabo este paso.

PROCESO: NOMBRE DEL PROCESO			
CLASIFICACIÓN	INDICADOR	CÁLCULO	GRADO DE CONSECUCCIÓN

Tabla 2.3: Formato para el seguimiento y medición. Fuente: González González (2009).

En el **Anexo No. 21** se muestra un grupo de indicadores para evaluar el desempeño de la Seguridad e Higiene Ocupacional, emitidos por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y Velásquez Saldívar (2004).

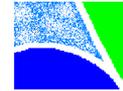
Luego de calculados los mismos se comparan con niveles de referencia establecidos permitiendo realizar el diagnóstico del sistema. Posteriormente puede evaluarse cada uno de los tres grupos de indicadores en Bien (B), Regular (R) y Mal (M) y teniendo evaluados cada uno de ellos, se da una evaluación final de la situación del sistema.

Fase V: Supervisión de las acciones planificadas en la ejecución de cada etapa.

Esta fase tiene como objetivo, comparar lo proyectado en las anteriores, con respecto al comportamiento de las acciones referentes a la seguridad y salud, en la ejecución de las diferentes etapas del proceso bajo análisis, lo que se puede establecer a través de observaciones planeadas para determinar actos inseguros de los trabajadores, encuestas de satisfacción laboral, entre otras.

Etapa 16: Observaciones Planeadas de Trabajo.

Asegurar un adecuado control de los riesgos laborales requiere desarrollar una serie de cometidos no solo para implementar las medidas preventivas necesarias en los



lugares de trabajo, sino también para mantenerlas efectivas en el tiempo. Ello representa establecer sistemas de inspecciones y revisiones para asegurar que las medidas preventivas son las más idóneas en cada momento, contribuyendo además a su optimización.

Para controlar con mayor énfasis las actuaciones de los trabajadores en el desempeño de sus funciones y para asegurar que el trabajo se realice de forma segura, de acuerdo a lo establecido, existe otra técnica básica y complementaria que se denomina "Observación del trabajo". Con ésta técnica, a aplicar especialmente por el personal con mando, se pretende favorecer comportamientos seguros con el soporte imprescindible de una formación continuada y de unos procedimientos escritos de trabajo cuando sea necesario. Se debe tener en cuenta que si importante es controlar los aspectos materiales del trabajo, tan necesario o más lo es la actividad humana que se comporta sujeta a diversidad de variables, de control complejo, pero también con unas extraordinarias posibilidades de aportación y creatividad, base para un trabajo bien hecho. Esta técnica fue desarrollada en el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad del Trabajo de España (1998).

En último término la evaluación tanto, de las actuaciones realizadas como, de las mejoras de ellas derivadas, habrá de permitir incorporar las oportunas correcciones de procedimientos y actuaciones. La Figura No. 2.2 explica los pasos a dar en este procedimiento de observaciones planeadas de trabajo y luego se explican de una manera detallada cada uno de ellos.

Diseño del sistema.

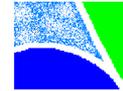
Los principios que se consideran básicos para diseñar el sistema son:

- Disponer de un formulario-tipo para facilitar la observación.
- Sencillez de cumplimentación teniendo en cuenta que el observador es un mando intermedio no especialista en seguridad.
- Guía de análisis mediante cuestionario de chequeo como recordatorio de los aspectos a considerar en la tarea observada.
- Registro de datos.

Preparación.

- **Selección de tareas y personas a observar**

Si bien es recomendable que todas las tareas se revisen en algún momento, es necesario establecer prioridades y seleccionar en una primera etapa aquellas que se



denominan críticas, que son en las que una desviación puede ocasionar daños de cierta consideración. Por ello, es importante que previamente al desarrollar el sistema de observaciones, se tenga un claro conocimiento de las áreas y puntos conflictivos de las diferentes etapas del proceso objeto de estudio.

Por otra parte, la evaluación de riesgos en los puestos de trabajo es determinante, tanto para efectuar la selección de tareas críticas, como para establecer un programa de control de los riesgos, del que las observaciones planeadas han de formar parte.

Las actividades nuevas encierran muchas incógnitas hasta que los trabajadores se familiarizan con las mismas, independientemente de que se haya establecido un método de trabajo que habrá necesariamente que analizar y revisar. Por ello, todo trabajo nuevo debe tener la consideración de "crítico" hasta que se demuestre lo contrario a través de completas observaciones del mismo.

Precisamente las tareas en las que existen procedimientos escritos de trabajo que es de suponer son las que tienen cierta criticidad requieren atención preferente.

Por otra parte, aquellos trabajadores que por su profesionalidad gozan de prestigio por la calidad de su trabajo merecen ser también considerados a la hora de priorizar la observación, ya que posiblemente de ellos se obtendrán interesantes aportaciones para mejorar los métodos de trabajo, que es uno de los objetivos importantes de la observación.

- Asignación de funciones y responsabilidades

La observación es una actividad propia como se ha dicho de los mandos inmediatos de los trabajadores y por tanto deben ser ellos los implicados directamente.

Todas las personas que deben efectuar observaciones, además de disponer de los medios y criterios para realizarlas, deben tener asignados objetivos numéricos, fijando el número mínimo a realizar en períodos de tiempo.

- Programación de las observaciones

A la hora de programar las observaciones es importante revisar todos los aspectos claves relacionados con las tareas afectadas. Los puntos clave de la tarea, los procedimientos escritos de trabajo cuando existan. Todo ello ayuda enormemente a preparar la actividad a realizar.

La programación de las observaciones se desarrolla de acuerdo a objetivos establecidos, de tal forma que la mayor parte de las actividades que conformen el proceso queden afectadas por esta acción preventiva.

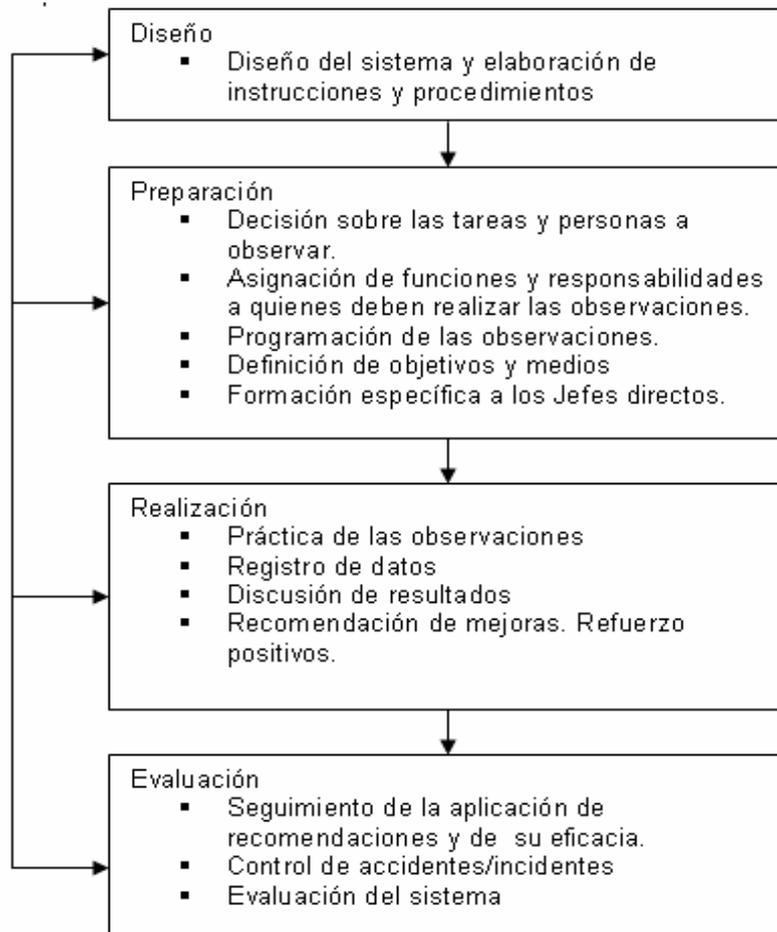
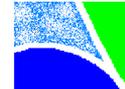


Figura No. 2.2: Etapas en las observaciones planeadas de trabajo. Fuente: Cortés Díaz, (2000).

Realización

- Realización de las observaciones

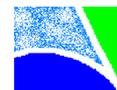
Una práctica aceptable de esta actividad, requiere tomar en consideración una serie de pautas entre las que se destacan las siguientes:

- Eliminar distracciones o interrupciones

La actividad debe ser desarrollada con naturalidad, preferiblemente anunciada a la persona a observar y nunca a escondidas, pero tampoco debe provocar alteración alguna en la tarea observada. Pero no es recomendable que la observación sea interrumpida mientras no se complete el tipo de revisión prevista ya sea ésta parcial o completa.

- Recordar lo visto

La observación requiere de un esfuerzo de atención para retener mentalmente lo que se ve. Si bien el formulario guía es una ayuda, puede convertirse en un elemento



limitador si se simultánea la observación con su cumplimentación, ya que puede eludirse fácilmente aspectos no suficientemente contemplados visualmente. Por ello, es recomendable solo marcar alguna cuestión del formulario, para cumplimentarlo una vez finalizada la observación.

- Evitar supeditarse a ideas preconcebidas

Adelantarse a la intención de las acciones de las personas observadas, creyendo comprender a nuestra manera la situación y las razones que la provocan puede conducir a errores considerables. Inmediatamente finalizada la observación, debe entablarse el diálogo entre observador y observado, creando un clima de confianza mutua y anteponiendo la voluntad de mejora, en especial de las condiciones de trabajo, frente a la importancia de las deficiencias en sí mismas. La búsqueda conjunta de posibles soluciones y una atención cuidada de la opinión del trabajador sobre las causas que generan muchas de las anomalías, contribuirá a una eficaz implementación de las mejoras.

- Registro de la observación.

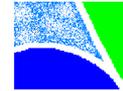
Es deseable registrar documentalmente de la forma más concisa posible el conjunto de datos e información encaminados a la adopción de mejoras en las prácticas de trabajo, que permitan el desarrollo de una serie de acciones de mejora para futuras aplicaciones en procesos similares.

El modelo de formulario propuesto “Formulario para el registro de las observaciones planeadas” (**ver Anexo No. 22**) permite registrar los siguientes tipos de informaciones:

- Datos de identificación.
- Descripción de la tarea.
- Condiciones de trabajo de la tarea.
- Verificación de estándares asociados a la tarea.
- Actuaciones singulares.
- Mejoras acordadas y control de las mismas.

Etapa 17: Determinación numérica de Indicadores y comparación con estándares fijados.

Se calculan los indicadores fijados en etapas anteriores, según sea la situación existente, y se valoran según el grado de consecución, permitiendo arribar a conclusiones respecto a lo planificado.



Etapa 18: Conocer el estado de satisfacción laboral.

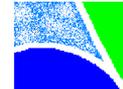
Según Cantera López (2002), la Satisfacción Laboral es la medida en que son satisfechas determinadas necesidades del trabajador y el grado en que éste ve realizadas las diferentes aspiraciones que puede tener en su trabajo, ya sean de tipo social, personal, económico o higiénico.

La Satisfacción Laboral puede medirse a través de sus causas, por sus efectos o bien cuestionando directamente por ella a la persona afectada. Existen diferentes tipos de métodos. Casi todos coinciden en interrogar de una u otra forma a las personas sobre diversos aspectos de su trabajo.

Según Cantera López (2002) la mayor parte de los instrumentos de medición de la Satisfacción Laboral que se utilizan en la actualidad, interrogan sobre algunas dimensiones que se pueden aislar del siguiente modo:

- El trabajo como tal (contenido, autonomía, interés, posibilidades de éxito).
- Relaciones humanas (estilo de mando; competencia y afabilidad de compañeros, jefes y subordinados).
- Organización del trabajo.
- Posibilidades de ascenso.
- Salario y otros tipos de recompensa.
- Reconocimiento por el trabajo realizado.
- Condiciones de trabajo (tanto físicas como psíquicas).

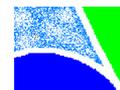
Melia y Peiró (1998) proponen una herramienta para realizar un estudio de satisfacción laboral en la empresa para conocer con mayor precisión el nivel de satisfacción existente en la organización, la encuesta se propone y puede verse en el **Anexo No. 23**. Con sus resultados se pueden conocer un grupo de aspectos que no son detectados con las demás herramientas expuestas, que pueden ser mejorados en el desarrollo de la próxima etapa del proceso.



Conclusiones Parciales del Capítulo

1. La propuesta realizada de un procedimiento para la gestión de riesgos laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos, constituye una aplicación práctica de los enfoques teóricos analizados en la investigación, teniendo en cuenta las tendencias actuales en la gestión empresarial.
2. La elaboración lógica de las etapas propuestas en el capítulo facilita su puesta en práctica, además pueden ser utilizadas en otros proyectos que tengan como objetivo la mejora de las condiciones laborales de los trabajadores a partir de dos elementos: uso de técnicas objetivas para la Gestión del Riesgo Laboral y la participación integrada de la alta dirección y el resto de los trabajadores que conforman la organización.
3. Se propone utilizar para la evaluación del riesgo el Método Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidentes, pues tiene la ventaja de ser fácilmente aplicable adaptado a las condiciones de incertidumbre de los procesos de rehabilitación ambiental, permitiendo cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección.
4. Permite conocer el nivel de satisfacción de los trabajadores luego de finalizada cada una de las etapas que componen en proceso objeto de estudio, a través de encuestas de satisfacción laboral e indicadores que permiten medir el desempeño de la seguridad y salud en el trabajo.

CAPÍTULO III



Capítulo III: Aplicación del Procedimiento para el estudio de Factores de Riesgos Laborales en el Proceso de Rehabilitación Integral de Punta Majagua, Reina, Cienfuegos.

En el presente Capítulo se aplica el procedimiento con el objetivo de identificar y evaluar factores de riesgos laborales en el proceso de Rehabilitación Ambiental Integral, específicamente en lo relacionado con la contaminación de los suelos por residuos petrolizados en Punta Majagua, Reina, Cienfuegos; trayendo como resultado del análisis, el conocimiento de los principales riesgos, su nivel de intervención, así como un estudio más detallado de los que resulten tener más elevado dicho nivel. Además se elabora un plan de medidas preventivas a tener en cuenta en el transcurso del proceso, con vistas a reducir o eliminar cada uno de los factores de riesgos, evitando de esta forma la materialización de incidentes y/o accidentes que puedan traer consecuencias nefastas tanto para el trabajador como la entidad. Finalmente se corrobora la hipótesis establecida en la presente investigación.

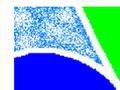
3.1. Implantación de un procedimiento para el Estudio de Factores de Riesgos Laborales en el proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos con el uso de la biorremediación en Punta Majagua, Reina, Cienfuegos.

A continuación se expone la aplicación del procedimiento propuesto en el Capítulo anterior, en el Proceso de Rehabilitación Integral de Punta Majagua, Reina, Cienfuegos.

Fase I. Organizar el Trabajo

Etapas 1: Compromiso con la dirección.

La provincia de Cienfuegos, y en especial su municipio cabecera, se ha tornado susceptible a la contaminación por hidrocarburos, dado por los nuevos planes de desarrollo en el sector petrolero en el 2008; con la rehabilitación y puesta en marcha de la Refinería “Camilo Cienfuegos”, y los planes de inversiones en el polo petroquímico. Sin embargo hoy existen impactos ambientales asociados a estos hechos, que distan de las perspectivas de los nuevos proyectos de desarrollo, su alcance tecnológico, social y ambiental. Un ejemplo significativo de esta realidad lo constituye la zona de Punta Majagua, Reina, Cienfuegos, siendo la Empresa Comercializadora de Combustibles de Cienfuegos (ECCC), responsable absoluta de la restauración de las condiciones ambientales de todos los componentes de la zona impactada, de acuerdo a lo dispuesto en los artículos 147 de la ley 81 “Ley de Medio



Ambiental”; 69 de la ley 85 “Ley forestal”; 16,17 y 28 del Decreto ley 138 “Aguas Terrestres”.

En Septiembre del año 2008 la División de Ingeniería Ambiental del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC), intercambia cartas de intención con los funcionarios de la Comercializadora de la Refinería de Petróleo, con el objetivo de gestar y dirigir un proyecto encaminado a establecer las acciones necesarias para devolver a Punta Majagua su riqueza forestal, su suelo sano y una línea costera restablecida con una barrera natural que limite el impacto de la erosión.

En respuesta a lo expuesto con anterioridad, surge el Proyecto de Rehabilitación Ambiental Integral de Punta Majagua, Reina, Cienfuegos. Este tipo de actividad lleva implícito un grupo de riesgos ocupacionales propios, donde los principales responsables en velar por la seguridad y salud, son el jefe del proyecto y sus especialistas, los que están obligados a asegurar condiciones ambientales que no afecten o pongan en riesgo la salud o la vida de los trabajadores, a desarrollar acciones laborales en armonía con el medio ambiente, garantizando además los medios de protección adecuados así como hacer cumplir la legislación vigente.

Luego se realiza una reunión con los directivos de la división, donde se les explica el procedimiento diseñado en la presente estudio, donde se exige por parte de la dirección un informe que recoja todos los aspectos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo, con énfasis en este tipo de proceso, lográndose de esta manera el compromiso de la dirección.

Etapa 2: Definir el alcance del estudio.

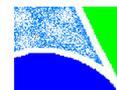
Se decide realizar el estudio de Factores de Riesgos Laborales, en las actividades que componen el proceso relacionado con la rehabilitación del suelo contaminado por hidrocarburo, debido a que en estas tareas existe mayor presencia de riesgos ocupacionales inherentes.

Etapa 3: Formar equipos de trabajo.

Se conforma el equipo de trabajo para la entrega, análisis y discusión de la información necesaria. Lo integran el Jefe de la División, Jefe del Proyecto, profesores especialistas del tema de la Universidad de Cienfuegos y el especialista en seguridad y salud del proyecto.

Etapa 4: Preparar el trabajo.

En esta etapa se definen las técnicas a utilizar; fundamentalmente de recopilación de información, análisis de documentos relacionados con el tipo de proceso estudiado,



entrevistas, listas de chequeo y encuestas, reseñadas en el capítulo anterior, procediéndose a completar las mismas.

Etapa 5: Selección del tamaño de muestra.

Se decide tomar a toda la población para el estudio, debido a que no es de gran tamaño.

Fase II: Caracterización del lugar objeto de estudio.

Etapa 6: Ubicación Geográfica de la Zona.

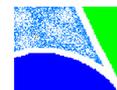
El entorno, en el que está enmarcado el territorio de Punta Majagua, pertenece a la barriada de Reina, que se ubica al Oeste de la Ciudad de Cienfuegos, y fue fundada en los primeros años del siglo XIX. (Ver **Anexo No. 24.**)

En Reina se asientan familias de bajo y mediano poder económico, se caracterizó en su desarrollo, por una economía diversificada, fundamentalmente relacionada con la actividad portuaria, no obstante la mayoría de los habitantes del lugar vivían de la pesca o como leñadores ó carboneros, albañiles y otros oficios menos retribuidos, es decir que las industrias y almacenes sólo legaron al barrio desechos y problemas.

Etapa 7: Caracterización de la Zona Impactada.

En el año 1998 se orienta el cierre de las instalaciones de la Unidad Distribuidora de Combustibles de Cienfuegos ubicada en el Reparto de Reina, transfiriéndose a la Refinería "Camilo Cienfuegos". En lo adelante se comienza un proceso de desmontaje de las instalaciones de distribución y almacenamiento, quedando pendiente además de un sinnúmero de estructuras y desechos metálicos en la zona, la presencia de severa contaminación ambiental, producida por los restos de cuatro tanques de Fuel Oil (Tk 1, Tk 2, Tk 3 y Tk 4, que se señalan en el Anexo No. 24), con aproximadamente 479 m³ de fondaje de alta viscosidad, altos contenidos de sedimentos, agua, y cuerpos extraños, producto de la disposición de basura en dichos depósitos por parte de la comunidad, (Ver **Anexo No.25**).

La persistencia de estas condiciones, constituye un peligro potencial para los habitantes de la zona, debido a causas como; probables incendios por la inflamabilidad de los hidrocarburos presentes en el área, inhalación de aerosoles de la evaporación del residual, además del contacto directo con contaminantes peligrosos, como metales pesados e hidrocarburos policíclicos aromáticos de carácter cancerígeno, definidos como un residual altamente peligroso con características especiales de manejo; identificado y clasificado en la Resolución No 87/99



“Regulaciones sobre los Desechos Peligrosos”; además de representar un riesgo de contaminación para la bahía de Cienfuegos debido a la cercanía a esta.

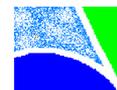
Es una amenaza latente para los habitantes de la zona, la procreación y propagación de vectores portadores de enfermedades como Leptospirosis, Hepatitis B, Dengue, entre otras, potenciados por los vertederos existentes unido a la vulnerabilidad ante inundaciones por penetraciones del mar.

Lo abordado en la etapa resulta ser causa directa de la pérdida de biodiversidad en el área, que actualmente presenta vegetación de pastos y una zona de desechos pétreos cubierta por aroma, hierba y marabú.

A continuación para una mejor comprensión de los contaminantes existentes y aspectos relacionados ellos se muestra la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Contaminantes presentes en la zona afectada. Fuente: Elaboración propia.

Contaminante	Características	Surgimiento	Clasificación
Residuos de Fuel Oil	Alta viscosidad, altos contenidos de sedimentos, agua, y cuerpos extraños.	Fondaje resultado del desmontaje de los tanques de la ECCC.	Residuo Peligroso
Desechos Sólidos	Restos y escombros procedentes de obras menores de construcción, desechos y basura generada en los hogares, animales muertos, entre otros.	Vertederos formados por la conglomeración de desechos arrojados por la comunidad circundante con el paso del tiempo.	Residuos Sólidos Urbanos
Estructuras Metálicas	Parte de las estructuras de acero desmontadas de los tanques.	Desmontaje de los tanques, quedando las mismas dispersas en la zona.	Residuo Industrial Inerte.

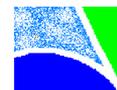


Etapa 8: Afectaciones de los residuos analizados sobre el hombre.

Como resultado de la etapa anterior se conocen los diferentes residuos presentes en la zona analizada, y las afectaciones que producen sobre el hombre, de acuerdo con el grado de exposición; representando una amenaza tanto para los trabajadores relacionados con la rehabilitación del lugar, como para los vecinos de la zona.

Dentro del proceso objeto de estudio se realizan una serie de actividades en las que se interactúa con los residuos presentes en el lugar, dentro de los mismos se encuentra el Fuel Oil, que presenta una baja solubilidad en agua, pero en cambio es liposoluble y puede acumularse en los tejidos grasos de los organismos (bioacumulación), incrementando de esta manera su peligrosidad. Los principales impactos en la salud humana se centran en las propiedades genotóxicas de algunos de los compuestos del combustible, es decir, causan daños al material genético pudiendo generar efectos mutagénicos y promover el desarrollo de tumores (carcinogénesis). Las principales vías de exposición a este contaminante por parte de los trabajadores que laboran en la zona de Punta Majagua son la respiratoria, y la dérmica. Entre los efectos inmediatos que puede causar la inhalación de los vapores que se desprenden de este combustible, están los daños pulmonares y la depresión transitoria del sistema nervioso central. A través de la piel, aunque los efectos inmediatos no son de extrema gravedad, puede producir irritación, dermatitis, entre otras.

Otros de los residuos presentes en el lugar son los desechos sólidos, productos de los vertederos de basura formados por la comunidad, los cuales afectan indistintamente a trabajadores relacionados con el proyecto en la ejecución de sus respectivas actividades, como al personal de las empresas y viviendas aledañas al lugar. Los daños relacionados con este tipo de contaminante se resumen a los causados por el contacto directo de los trabajadores con los volúmenes de desperdicios existentes, entre los que se encuentran; enfermedades de piel, cortes y heridas, exposición a olores desagradables, así como la proliferación de vectores, los cuales pueden transmitir disímiles enfermedades. El otro tipo de contaminante existente en el lugar lo constituyen los desechos metálicos producto del desmontaje de los cuatro tanques de petróleo, los daños asociados a este tipo de contaminación se manifiestan mayormente en la ocurrencia de golpes y cortes en la manipulación de los mismos, los que aumentan su peligrosidad en relación al grado de oxidación que presenten estos, además debido a su esparcimiento por el lugar pasan a formar parte de los vertederos mencionados con anterioridad.



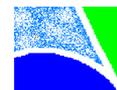
Etapa 9: Características de la técnica biocorrectora a utilizar.

El esquema de biorremediación que se propone por la parte especializada dentro del grupo de proyecto se basa en una modificación del método Land Farming, donde a la combinación de técnicas como la Bioestimulación y la Bioventilación se suma la introducción del BIOIL- FC, un bioproducto patentado por CEBIMAR, cuya formulación contiene un cultivo mixto de bacterias marinas con un alto espectro de degradación de los hidrocarburos del petróleo, sus características se describen a continuación:

- Producto líquido de color amarillo, biodegradable y no tóxico, con densidad y viscosidad similar al agua.
- Formado por bacterias no patógenas las que no persisten en el medio ambiente una vez eliminado el petróleo contaminante.
- Amplio espectro degradador en diferentes tipos de petróleos crudos desde los más ligeros hasta los más pesados actuando sobre todas sus fracciones.
- Transforma los compuestos tóxicos del petróleo (petrogénicos) en compuestos orgánicos biodegradables (biogénicos) y no tóxicos, logrando la mineralización completa del crudo (hasta CO₂ y agua) en el sistema tratado.
- Es aplicable a condiciones de mínima concentración de oxígeno.
- Se obtiene a partir de un medio de cultivo formado por nutrientes de grado fertilizante, con una tecnología de acuerdo a los recursos y condiciones disponibles.
- No es un producto almacenable y por tanto su producción es “in situ”.

Programa de Biorremediación.

- Se mezcla el producto en proporción 1:3 con tierra vegetal (1470 m³), que es extraída y transportada desde un área identificada y aprobada. Luego se esparce sobre el área previamente preparada en una capa no superior a 30 cm, lo que puede traer como consecuencia obreros heridos por los equipos pesados de movimiento de materiales, tales como las cargadoras frontales, multipropósito, entre otros.
- La aplicación del BIOIL FC se realiza por aspergeo utilizando una pipa con bomba, una vez producido el conglomerado bacteriano.

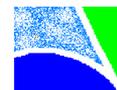


- Se ventila semanalmente con la utilización de tractor acoplado a picadora. Estos equipos pueden proyectar fragmentos durante el trabajo de remoción. Además los objetos colgantes o secciones de vestimenta floja que pueden enredarse en partes móviles de las maquinarias como poleas, piñones y ejes en rotación.
- La humectación se realiza a través de sistemas de riego, logrando mantener entre el 60 y 80 % de humedad.
- De ser necesario, la fertilización se hace de forma manual utilizando fertilizantes agrícolas como fuente de Nitrógeno y Fósforo. Los trabajadores se ven expuestos a contaminantes y productos químicos tóxicos. Los productos intermedios de la degradación de los contaminantes pueden ser también tóxicos y representar un peligro de exposición. La exposición puede ocurrir vía inhalación, ingestión o absorción dérmica.
- El proceso concluye cuando los ensayos de laboratorio corroboren que las concentraciones de hidrocarburos totales se encuentren por debajo de 10 000 mg/Kg.

El proceso de biorremediación se ejecuta en una parcela construida para tal fin en la zona de los Tks 1 y 2, a la que se le construyen montículos de contención para limitar la zona. Los períodos de degradación a partir de la introducción del BIOIL FC tienen un rango entre 90 y 120 días. La proporción 1:3 genera 1700 m³ de tierra enriquecida que se dispone como sustrato en los hoyos de siembra (81 m³) y los 1619 m³ restantes pasan a formar parte de una corteza homogénea con el suelo de Punta Majagua.

En el proceso intervienen 40 trabajadores, los que se encuentran expuestos a los riesgos descritos en el programa de biorremediación, además de los representados por las restantes actividades que incluye el proceso en sus diferentes etapas y que están relacionadas con la rehabilitación de los suelos contaminados en Punta Majagua, como son: quemaduras debido al contacto con diversos equipos de trabajo, manipulación de productos químicos ácidos o cáusticos usados para el control del pH, lesiones musculares por el movimiento manual de grandes pesos que puede exponer a los trabajadores a tensiones en la espalda y hombro. Pueden estar expuestos a punciones, cortes de pies y manos por la presencia de materiales u objetos contundentes de desecho en el terreno, entre otros.

Con los aspectos abordados en el transcurso de esta etapa, se procede al llenado de la ficha correspondiente (ver **Anexo 17.**), que se muestra en el **Anexo No.26.**



Fase III: Identificación y Evaluación de Factores de Riesgos Laborales.

Etapa 10: Caracterización del proceso objeto de estudio.

El proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos en Punta Majagua, Cienfuegos, se divide para su estudio en tres fases:

- Facilidades temporales y preparación del área de trabajo.
- Biorremediación y levantamiento de tanques.
- Reforestación de la zona.

Se deja fuera de consideración en este estudio la etapa de Diseño del Proyecto, puesto que se refiere a todo el trabajo de planeación y organización del mismo, actividades que no están en el umbral del alcance de esta investigación, procediéndose de manera análoga con el Programa de Educación Ambiental.

Debido a la escasa documentación y conocimiento, del personal ajeno al mismo, se hace necesario para su comprensión, confeccionar el mapa del proceso, a través de un diagrama SIPOC, donde se representan sus características fundamentales, lo que se muestra en el **Anexo No.27**.

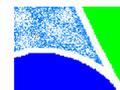
Se decide prescindir del diagrama de Gantt propuesto en la metodología debido a que durante la ejecución del proyecto, se han comprimido varias actividades y otras se han extendido en su duración, por causas de fuerza mayor ajenas a la dirección del mismo; por lo que la herramienta prevista carece de objetividad ya que los valores del tiempo total de ciclo han estado sometidos a cambios, y con impredecible comportamiento para las actividades que restan por hacerse.

Se procede a elaborar el diagrama del proceso, con el fin de ilustrar con mayor claridad la secuencia de actividades y conocer los puntos de decisión. Para lograr su elaboración se hace necesaria una breve descripción de las actividades que conforman cada una de las etapas que componen el proceso mencionado.

- Facilidades temporales y preparación del área de trabajo.

En esta etapa del proceso se procede a la creación del área de basificación, cuyo objetivo es el almacenamiento de los útiles de trabajo, los productos y equipos necesarios. Conjuntamente se procede al desbroce, chapea, apile de residuos y todo lo relacionado con la creación de condiciones de acceso a los tanques además de la extracción de objetos y estructuras del interior de los mismos. Luego se deriva la extracción y el trasiego del producto.

- Biorremediación y levantamiento de tanques.



La etapa que se explica se encuentra conformada por una serie de actividades que aseguran el desmonte de los tanques existentes y la remediación del suelo. Se procede al trasiego del producto de los tanques 4 y 2 (en ese orden) a la parcela destinada para la biorremediación, luego continúa el mezclado con tierra vegetal previamente acarreada y extraída desde una cantera. Posteriormente se aplica el BIOIL-FC, que previamente es producido en fermentadores, y se controlan los parámetros de calidad sobre como evoluciona el suelo cada 45 días. Simultáneamente al trasiego del Fuel - Oil comienzan las actividades de levantamiento de tanques (Tanque 3, 4 y 2 respectivamente); se realiza por medio del buldózer con el que se extraen las estructuras metálicas de los tanques y se apilan en visperas de que sean recuperadas por la Empresa de Materias Primas de Cienfuegos. Además por medio del mencionado equipo se demuelen, acarrean y dispersan las bases asfálticas de los tanques 3 y 4.

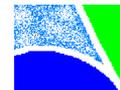
- Reforestación de la zona.

La presente etapa como lo indica su nombre está relacionada con las actividades que pretenden proveer a la zona de vegetación, contribuyendo de esta manera con el aseguramiento de la rehabilitación ambiental de Punta Majagua y la disminución de la erosión de los suelos. Entre las actividades que comprenden la etapa se encuentran el preparado de la zona a reforestar, la apertura de hoyos, distribución y plantación de posturas así como la reposición de fallas, la que consiste en replantar después de cierto período de tiempo las posturas no logradas en la primera siembra.

Según lo descrito y con la ayuda del software Microsoft Visio queda conformado el diagrama de flujo del proceso de rehabilitación del suelo contaminado por hidrocarburos con el empleo de la biorremediación en Punta Majagua, el cual se muestra en el **Anexo No.28**.

Conociendo las características y actividades fundamentales del proceso, se hace necesario identificar las principales debilidades en el sistema de gestión de riesgos laborales.

Se aplica la técnica de Análisis de los Modos de Fallos y sus Efectos (AMFE), cuyos resultados se muestran en el **Anexo No.29**, utilizando las tasas de severidad que aparecen en el **Anexo No.30**. Para llevar a cabo la técnica se realizan sesiones de trabajo con el encargado de la seguridad y salud laboral del proyecto así como integrantes del mismo. De esta manera se obtienen los fallos potenciales del sistema de prevención de riesgos laborales, sobre los cuales se trabaja en los siguientes pasos



de este capítulo. Con el fin de ilustrar para un mejor análisis se utiliza el diagrama de Pareto representado en la figura 3.1.

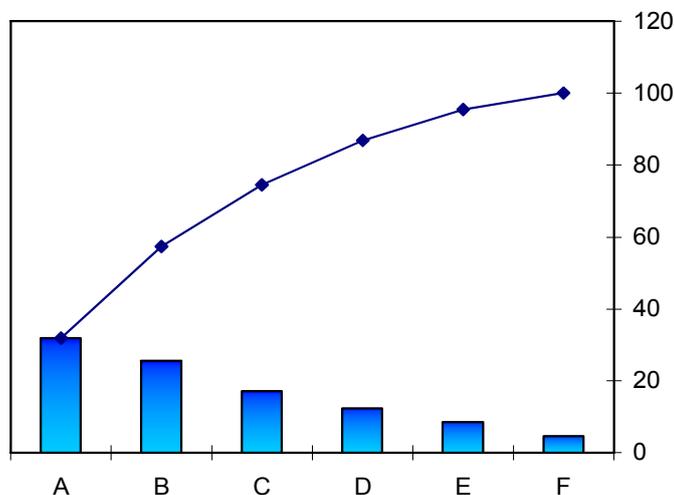


Fig. 3.1: Diagrama representativo del AMFE. Fuente: Elaboración Propia.

Leyenda

Fallos:

A: No existencia de un plan de medidas para controlar los riesgos.

B: No identificación de Factores de Riesgo en las actividades que componen el proceso objeto de estudio.

C: La lista de chequeo no abarca toda la información de interés.

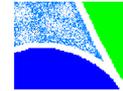
D: No utilización de técnicas que permitan valorar los factores de riesgos.

E: El conocimiento de los riesgos por los trabajadores es parcial.

F: No existencia de un plan de formación seguridad y salud en el trabajo.

En la figura anterior se evidencian los principales problemas en materia de prevención de Riesgos Laborales, se puede observar que son seis los fallos fundamentales, todos conllevan a la carencia de metodologías para la Gestión de Riesgo Laboral, lo que denota la necesidad de un procedimiento que cuente con herramientas para la Gestión de Riesgo Laboral por parte de la División de Ingeniería Ambiental.

Subsiguientemente se procede al llenado de la ficha correspondiente a los aspectos de seguridad y salud en el trabajo, propuesta en el Capítulo II de la actual investigación, mostrada en el **Anexo No.31**.



Después de completar la ficha, se desprende la validación de su contenido, que se realiza mediante una sesión de trabajo con los especialistas del proceso, donde se les entrega la misma para que la examinen, dando cada quien su criterio, arribando a la conclusión que todos los aspectos expresados, están presentes en el proceso objeto de estudio, comprobando la veracidad de la información que recoge, y coincidiendo en su gran utilidad para el trabajo posterior.

Etapa 11: Identificación de Factores de Riesgos laborales en el proceso objeto de estudio.

Para desarrollar la identificación de factores de riesgos laborales se analizan independientemente cada una de las tres etapas que conforman el proceso, utilizando la lista de chequeo adaptada de la resolución 39/2007 anexada en el anterior capítulo. De esta forma quedan identificados los Factores de Riesgos Laborales por etapas en el proceso de rehabilitación del suelo contaminado por hidrocarburos en Punta Majagua, los que pueden verse en el **Anexo No.32**.

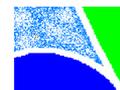
Siguiendo la metodología planteada en el capítulo II de este estudio se procede a realizar los mapas de riesgo, en los cuales se ubican por etapas los principales factores de riesgos, lográndose mejor orientación de los trabajadores, (ver **Anexo No.33**.)

Etapa 12: Evaluación de Factores de Riesgos laborales.

Una vez identificados los Riesgos Laborales por etapas, se lleva a cabo su evaluación, en todo el conjunto de actividades que conforman el proceso, utilizando el Método Simplificado de Riesgos de Accidentes dado por Pareja, Francisco (2000), abordado en el capítulo II de la presente investigación. El resultado de esta aplicación puede verse en el **Anexo No.34**. Para un mejor entendimiento del anexo citado se decide hacer un desglose de cada una de las actividades que se ejecutan durante el transcurso del proceso, abordado en el **Anexo No.35**.

Siguiendo la secuencia de pasos propuestos, se procede al análisis matemático de los resultados de la evaluación de factores de riesgo laboral.

Se decide realizar un análisis de asociación entre las variables independientes (niveles de deficiencia, exposición y de consecuencia) y la variable dependiente (nivel de riesgo o intervención); con el objetivo de conocer sobre cuál de las variables dependientes influir para lograr un menor valor del nivel de riesgo,(dentro de las condiciones específicas del proceso) y de esta manera mejorar las condiciones existentes con respecto a la salud de los trabajadores; el nivel de probabilidad no se



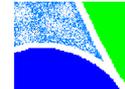
tiene en cuenta porque es una variable que depende de la exposición y la deficiencia. Por las características de las variables analizadas se decide utilizar el coeficiente de Spearman, pues no se distribuyen normalmente y responden a rangos asignados.

En la tabla 3.2 se muestran las asociaciones según Spearman, entre cada par de variables. El rango de los coeficientes de correlación va de -1 a +1, y miden la fuerza de la relación lineal entre las variables; además indica si la relación es directa o inversa. Se muestra además un valor-P que prueba la significancia estadística de las correlaciones estimadas. Valores-P por debajo de 0,05 indican correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95,0%. El tercer número en cada bloque de la tabla mencionada anteriormente es el número de pares de datos utilizados para calcular cada coeficiente, coincidiendo con el total de las observaciones que resultan de la evaluación de los factores de riesgos. Para el procesamiento de los datos se utiliza el procesador STATGRAPHICS Centurión XV.

Tabla 3.2: Asociaciones de las variables Nivel de Riesgo, Consecuencia, Deficiencia, y Exposición.

	NC	ND	NE	NR
NC		0,7487	0,0255	0,8600
		(88)	(88)	(88)
		0,0000	0,8116	0,0000
ND	0,7487		-0,0655	0,7753
	(88)		(88)	(88)
	0,0000		0,5410	0,0000
NE	0,0255	-0,0655		0,4435
	(88)	(88)		(88)
	0,8116	0,5410		0,0000
NR	0,8600	0,7753	0,4435	
	(88)	(88)	(88)	
	0,0000	0,0000	0,0000	

Realizando un análisis con mayor profundidad respecto a la asociación que nos muestra la tabla 3.2 se puede decir que el nivel de consecuencia a pesar de ser el que mayor coeficiente presenta, resulta muy difícil incidir sobre él, debido a que consiste en las consecuencias específicas que trae consigo al materializarse cada factor de riesgo, y en el caso de este tipo de procesos es muy difícil prescindir de los útiles y de las situaciones que reportan los altos niveles de consecuencias.



En relación con el nivel de exposición arroja un bajo coeficiente de correlación respecto al nivel de riesgos, solamente 0,4435; además resulta complicado variar su comportamiento ya que está relacionada con el tiempo de realización de las diferentes tareas, las que son analizadas previamente en el preproyecto, resultando de gran importancia ejecutarlas, para cumplir con los objetivos trazados y obtener las salidas esperadas.

En cuanto al nivel de deficiencias, presenta un coeficiente de 0,7753; por lo que se puede inferir que existe correlación lineal, en este caso moderadamente fuerte y directa con respecto al nivel riesgo que es el que arroja la intervención a realizar, esto unido a la descripción que se usa para categorizar las deficiencias en el método utilizado, donde se tiene en cuenta si las deficiencias en los factores de riesgo laboral detectados, se salen del conjunto de medidas previstas, permiten orientar la política de intervención, a intensificar el grupo de medidas preventivas a tener en cuenta, con lo que las ponderaciones pudieran resultar de menor valor, obteniéndose por consiguiente menores valores del nivel de riesgo, según la asociación abordada y sin variar los restantes niveles, que como se explica resulta bastante engorroso para el proceso objeto de estudio.

Para la selección de los riesgos a los que realizar un estudio específico, se decide analizar los que resulten con mayor nivel de intervención (Nivel I y II), priorizando los que presenten mayor frecuencia durante la ejecución del conjunto de actividades que componen el proceso objeto de estudio.

A continuación se muestra la frecuencia de la cantidad de actividades en las cuales se ponen de manifiestos los riesgos evaluados en Nivel I y II. Es válido aclarar para el trabajo posterior, la necesidad de agrupar algunos de estos factores de riesgos, debido a que están generados por la ejecución de tareas similares.

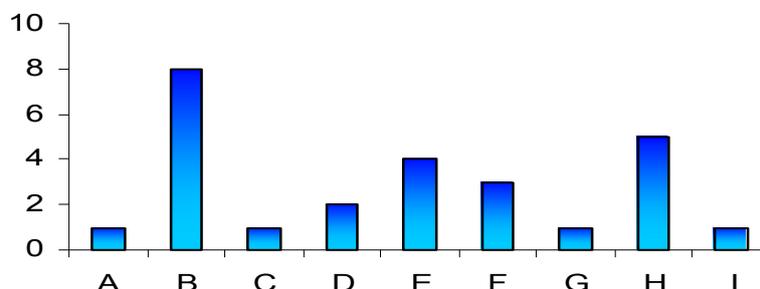
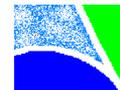


Figura 3.2: Frecuencia de la cantidad de actividades en las cuales se ponen de manifiestos los riesgos evaluados en Nivel I y II. Fuente: Elaboración Propia.



Leyenda:

A: Corte o punción por presencia de objetos contundentes.

B: Atropellos heridas, golpes y choques contra o con vehículos que circulan dentro del área.

C: Contacto eléctrico.

D: Golpes o contacto con objetos móviles y caída de los mismos durante la manipulación.

E: Sobre esfuerzo físico.

F: Contacto e inhalación con sustancias nocivas.

G: Contacto dérmico e inhalación con agentes químicos tóxicos.

H: Caída libre de equipos en rampas.

I: Explosiones o incendios.

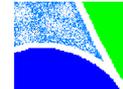
Del gráfico anterior se concluye que los factores de riesgos de Nivel I y II que presentan mayor frecuencia son:

- (B) Atropellos heridas, golpes y choques contra o con vehículos que circulan dentro del área. (8)
- (E) Sobre esfuerzo físico.(4)
- (H) Caída libre de equipos en rampas.(4)
- (F) Contacto dérmico e inhalación con sustancias nocivas.(3)

Con respecto a los riesgos asociados a la circulación de vehículos y la caída libre de equipos en rampas, a pesar de encontrarse en el grupo de los de mayor frecuencia, se proponen un grupo de acciones reflejadas en el Plan de Medidas (ver Etapa 14), debido a que según las características propias de estas actividades las deficiencias se ven reducidas de forma apreciable una vez puestas en práctica las medidas. Al sobre esfuerzo físico se le decide realizar un estudio específico debido a que el factor persiste de forma prolongada en la ejecución de la secuencia de las actividades del proceso.

Con relación al contacto dérmico e inhalación con sustancias nocivas, se recomienda a la División de Ingeniería Ambiental implementar un procedimiento de trabajo seguro para el manejo de residuos petrolizados, modificando los existentes en la entidad debido a trabajos precedentes relacionados con este tipo de residuo, ejemplo los realizados en la etapa de reactivación de la refinería de petróleo “Camilo Cienfuegos”.

Se considera necesario adicionar al análisis específico de riesgos lo asociado a las tareas que están expuestas al contacto dérmico e inhalación con agentes químicos tóxicos.



Etapa 13: Análisis de factores de riesgos específicos de acuerdo al orden de prioridad.

La determinación durante el trabajo reviste especial importancia práctica, ya que durante la realización de trabajos pesados, el gasto energético en comparación con la capacidad de trabajo física, es el principal factor limitativo de la actuación diaria.

Para estimar el gasto energético que requiere la actividad se realiza a partir de tablas de valores estándares, lo cual implica aceptar determinados valores estandarizados para distintos tipos de actividad, esfuerzo y movimiento.

Para diseñar o perfeccionar cualquier actividad que realice el hombre durante el ejercicio físico es necesario primeramente conocer y mantener el gasto dentro de los límites permisibles.

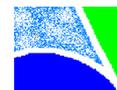
Entre los métodos para estimar el gasto energético requerido por la actividad se encuentran:

- Consumo metabólico según el tipo de actividad.
- Consumo metabólico según la profesión.
- Consumo metabólico a partir de los componentes de la actividad.
- Variación del Gasto Energético con el tiempo.

De los métodos mencionados se decide utilizar el Consumo Metabólico a partir de los Componentes de la Actividad, porque a diferencia de los restantes estima el metabolismo según la postura que adopte mientras se realiza la tarea, el tipo de trabajo y por último tiene en cuenta el metabolismo basal.

A continuación se procede a realizar un estudio para el análisis de la actividad física a partir del Gasto Energético requerido por la actividad, se decide escoger las actividades donde se identificó este factor de riesgo y tengan mayor nivel de exposición, las mismas son:

- Chapea
- Recogida y apile de residuos.
- Extracción de objetos en el interior de los tanques.
- Apertura de hoyos.
- Manipulación y distribución de posturas.
- Siembra de posturas.



Se procede a describir los cálculos pertinentes para determinar el Gasto Energético requerido por la actividad, para las actividades mencionadas anteriormente, lo cual se muestra en el **Anexo No. 36**.

En la tabla No 3.3 se muestra el resultado de la aplicación del método:

Tabla No 3.3. Gasto Energético requerido en las actividades objeto de estudio.

Fuente: Elaboración Propia.

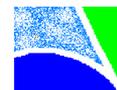
Actividad	Gasto Energético requerido por la actividad (kcal/min).
Chapea	10,41
Recogida y apile de residuos.	9,81
Extracción de objetos en el interior de los tanques.	10,51
Apertura de hoyos.	7,91
Manipulación y distribución de posturas.	10,01
Siembra de posturas.	8,51

Estos resultados se deben tener en cuenta a la hora de subcontratar el personal para la ejecución de las actividades analizadas, debido a los requerimientos desde el punto de vista físico que estas poseen. Por lo que se recomienda calcular el Gasto Energético de los trabajadores que vayan a ejecutar las actividades a través de la Prueba del Banco u otra similar. Este cálculo se realiza con el objetivo de compararlo con el gasto requerido por la actividad y así corroborar que los trabajadores son aptos para el de trabajo, resultando como criterio de decisión que el gasto energético requerido por la actividad sea menor o igual que el de los obreros.

Se recomienda realizar observaciones durante la ejecución de las actividades que impliquen sobreesfuerzo físico, con la finalidad de evaluar el trabajo físico, para lo que se recomienda el Método Rula debido a que el mismo es una técnica para la evaluación de las exposiciones individuales en cuanto a posturas, fuerza y actividades musculares.

Con respecto al factor de contacto dérmico e inhalación con sustancias nocivas se hace la propuesta de un procedimiento de trabajo seguro para las actividades que presentan alto grado de exposición al residuo petrolizado, (ver **Anexo No.37**).

Referente al contacto e inhalación con sustancias químico tóxicas se procede según descrito en el **Anexo No. 20** de esta investigación y los resultados se recogen en el **Anexo No.38**.



Fase IV: Planificación y Elaboración del plan de medidas preventivas a ejecutar.

Etapa 14: Medidas preventivas a adoptar.

En esta etapa del procedimiento, se proponen un conjunto de acciones que deben ser tenidas en cuenta por los responsables del proceso objeto de estudio, estas son:

- Establecimiento de un procedimiento para la comunicación en materia de Prevención de Riesgos Laborales.

Definición de funciones y responsabilidades.

- Establecimiento de un conjunto de medidas preventivas.

Las dos primeras acciones deben ser tenidas en cuenta por la dirección con el objetivo primeramente de establecer sistemas de comunicación entre los trabajadores y los mandos intermedios para la identificación y control de Factores de Riesgos Laborales y como segundo en función de establecer responsabilidades en materia de seguridad y salud, desde la dirección de la División de Ingeniería Ambiental, pasando por los mandos intermedios hasta el trabajador, cuestión esta, que puede ser adaptada a las condiciones propias en las cuales se desarrolla el proceso.

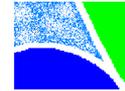
Con respecto al tercer punto se proponen un conjunto de acciones provisorias a partir de la identificación de los Riesgos Laborales, lo que permite la elaboración de un programa de medidas de prevención basado en la técnica de las 5W2H, (puede verse en el **Anexo No. 39**) quedando pendiente a establecerse el monto de cada medida preventiva (cuánto), lo cual debe ser realizado por la dirección de la División de Ingeniería Ambiental.

Orientado a la revisión de las medidas propuestas se diseña un plan de control, que se auxilia de un conjunto de indicadores, (para medir el grado de cumplimiento de lo orientado) y recoge la frecuencia para determinarlos. (Ver **Anexo No. 40**)

Los indicadores mencionados en su mayoría están basados en medidas porcentuales no complicadas de determinar y están vinculados a alguna acción específica, (ver **Anexo No. 41**), diferenciándose de los que se proponen en la siguiente etapa, que son más genéricos al proceso en cuestión, según previo análisis en sesión de trabajo con los especialistas del proyecto.

Etapa 15: Propuesta de Indicadores.

Para definir los indicadores para medir el proceso de prevención Riesgos Laborales por cada una de las etapas que conforma el proceso de rehabilitación de suelos



contaminados en Punta Majagua, Cienfuegos, se tienen en cuenta las tres categorías dadas por Velásquez Zaldívar (2004):

Efectividad de la seguridad: Medida en que el sistema de Seguridad e Higiene Ocupacional cumple con los objetivos propuestos en el período evaluado relacionados con la prevención de accidentes, enfermedades y el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

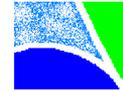
Eficiencia de la seguridad: Medida en que el sistema de Seguridad e Higiene Ocupacional emplea los recursos asignados y estos se revierten en la reducción, eliminación de riesgos y el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

Eficacia de la seguridad: Medida en que el sistema de Seguridad e Higiene Ocupacional logra con su desempeño satisfacer las expectativas de sus clientes (trabajadores y organización).

Para establecer los indicadores en el proceso objeto de estudio, se consultan los propuestos por Velásquez Zaldívar (2004); Pérez, Damayse (2006) y los emitidos por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social en el año 2008, se decide realizar una sesión de trabajo con expertos y de esta forma determinar cuáles de estos indicadores son acordes para medir el desempeño del proceso de Prevención de Riesgos Laborales en el proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos en Punta Majagua. Siguiendo los pasos que aparecen en el **Anexo No. 42**, se establece el número de expertos, estos son sometidos a la aplicación de una lista, con el objetivo de conocer en qué grado se ajustan los indicadores a las características del proceso objeto de estudio, la misma puede verse en el **Anexo No. 43**. A partir del criterio dado y con la ayuda del paquete de programa SPSS versión 15.0 (ver **Anexo No. 44**), se identifican los indicadores apropiados para medir el desempeño de las acciones preventivas, mostrándose los mismos en el **Anexo No. 45**.

A partir de las cuestiones estudiadas en el transcurso de la investigación se puede concluir que se han establecido los elementos necesarios que debe contener la prevención de riesgos laborales en los procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos con el empleo de técnicas de biorremediación, ejemplo:

- Diagnóstico de Factores de Riesgos Laborales por etapas y actividades.
- Plan de intervención.
- Control de información.



Fase V: Supervisión de las acciones planificadas en la ejecución de cada etapa.

En el transcurso del proceso, se debe controlar con énfasis las actuaciones de los trabajadores en el desempeño de sus funciones, para asegurar que el trabajo se realice de forma segura, de acuerdo a lo establecido. Se corresponde implantar la técnica denominada "Observación del trabajo", (descrita en el capítulo II de la presente investigación), durante la ejecución de cada una de las etapas y la puesta en marcha de de las medidas preventivas recomendadas en la fase anterior, se hace necesario el análisis de un conjunto de elementos que permiten concluir si la propuesta realizada ha sido efectiva para lo cual se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Cálculo de Indicadores que permiten conocer la efectividad del sistema de seguridad y salud ocupacional.
- Análisis de la satisfacción laboral de los trabajadores en relación con las condiciones laborales.

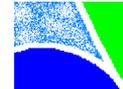
Esto permite conocer en qué medida la propuesta realizada ha contribuido a la prevención de accidentes e incidentes así como a la mejora de las condiciones laborales en las diferentes etapas del proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos en Punta Majagua, Cienfuegos.

Es válido aclarar que la fase en cuestión no ha sido validada puesto que todavía no se han concluido todas las actividades de ejecución del proyecto, requiriéndose para la aplicación de esta fase un lapso de tiempo que permita la implementación y control de las propuestas hechas en el presente trabajo.

Se concluye dejar esta fase a modo de propuesta, la que debe ser implementada por la dirección del proyecto una vez que se tenga la información necesaria para proceder.

Conclusiones Parciales del Capítulo.

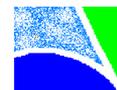
1. Se obtienen los fallos potenciales del sistema de gestión de riesgos laborales que pueden dar origen a la materialización del riesgo, denotando la necesidad de implantar un procedimiento que contenga técnicas objetivas para la Gestión de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburo con el uso de biorremediación.
2. Utilizando el Método Simplificado de Evaluación de Riesgo de Accidentes dado por Pareja, Francisco y Colectivo de Autores (2000) y con la ayuda de técnicas como: revisión de documentos, consulta a personas conocedoras del proceso, entre otras, se logró identificar y evaluar los Factores de Riesgos Laborales en



las diferentes actividades que componen en proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburo en Punta Majagua, Cienfuegos.

3. Se identificaron los factores de riesgo con mayor presencia en las actividades a desarrollar en el proceso, evaluados en los niveles I y II, realizándose un análisis particular que permite mantenerlos controlados y de esta manera lograr la disminución de los niveles de intervención.
4. Con la revisión de documentos, criterios de profesores del Departamento de Ingeniería Industrial y del Instituto de Provincial de Estudios Laborales y de concedores del proceso objeto de estudio, se proponen un conjunto de indicadores los cuales sirven de base para el control de las acciones relacionadas con la Seguridad y Salud en el sistema, además de un plan de mejora en materia de prevención.

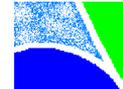
CONCLUSIONES



Conclusiones Generales.

1. A partir del procedimiento aplicado se obtienen los fallos potenciales del sistema de gestión de riesgos laborales, que pueden dar origen a la materialización de los mismos, siendo los principales; la no existencia de un plan de medidas para controlarlos, la no identificación de situaciones peligrosas en las actividades que componen el proceso objeto de estudio, además de no abarcar la lista de chequeo toda la información de interés, lo que denota la necesidad de realizar un estudio del proceso, que contengan técnicas propias de la Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo.
2. El procedimiento general desarrollado para realizar el estudio de los factores de riesgos laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos, se basa en el conocimiento precedente, permitiendo diseñar los procedimientos y acciones específicas necesarias. Constituye un instrumento de utilidad metodológica y práctica para dar solución al problema científico planteado, permitiendo a los responsables de la Seguridad y Salud vinculados a este tipo de procesos, la forma en que puede desarrollarse la mejora de las condiciones laborales a que están expuestos los trabajadores.
3. Con la puesta en práctica de la lista de chequeo de la Resolución 39/2007, se identificaron los Factores de Riesgos Laborales en las diferentes etapas del proceso objeto de estudio y se logra su evaluación por cada actividad, utilizando el Método Simplificado de Evaluación de Accidentes dado por Pareja, (2000), detectándose como los de mayor incidencia entre los de elevados niveles de intervención: Los golpes, heridas y atropellos por circulación de vehículos, la caída de equipos en rampas y el sobreesfuerzo físico.
4. Con la revisión de documentos, criterio de profesores del Departamento de Ingeniería Industrial y del Instituto Provincial de Estudios Laborales y del personal vinculado al proceso estudiado, se establece un plan de medidas en materia de prevención, y un grupo de indicadores que sirven de base para el control de las acciones relacionadas con la Seguridad y Salud de los trabajadores.

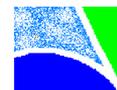
RECOMENDACIONES



Recomendaciones

- Solicitar a la dirección de la División de Ingeniería Ambiental la aplicación del plan de medidas propuesto, elaborado a raíz de la identificación de factores riesgos vinculados al proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos en Punta Majagua.
- Profundizar en el estudio de los factores de riesgos identificados en el análisis de las condiciones laborales, que fueron evaluados en los niveles III y IV.
- Crear programas de comunicación de aspectos relacionados con la Seguridad e Higiene Ocupacional, comenzando por la señalización de todos los riesgos reales y potenciales en el área de trabajo, utilizando la simbología internacional.
- Tomar la presente investigación como referente de estudio en la disciplina de Estudio del Trabajo de la carrera Ingeniería Industrial en las asignaturas relacionadas con la temática desarrollada.

BIBLIOGRAFÍA



Bibliografía

(1998) Ley 10/1998, de 21 de Abril, de Residuos

(2007) Gestión de Proyectos Tecnológicos.

ADMINISTRATIVA, S. D. O. Y. R. (2002) *Manual para la Gestión de Proyectos*, Universidad de Almería.

ALBERT, L. A. (2004) Contaminación Ambiental. Origen, clases, fuentes y efectos.

ALONSO BECERRA, A. (1990) *Ergonomía. Segunda Parte*, La Habana. Cuba, Ediciones ISPJAE.

ÁLVAREZ GONZÁLEZ, J. A. (2002) Proyecto 2307. Impacto Ambiental Ocasionado por la Actividad Petrolífera en Cuba y sus Soluciones Tecnológicas.

ÁLVAREZ GONZÁLEZ, J. A. (2007) Utilización de fangos digeridos en el proceso de biorremediación de residuos sólidos petrolizados. Matanzas. Cuba.

AMBIENTAL., F. P. L. I. Y. E. D. (2006) España.

ASEPEYO (2003) Procedimiento Sistemático para el Control del Riesgo Químico, Dirección de Seguridad e Higiene.

BOWN I., H. (2008) Diplomado de Postítulo en Rehabilitación Ambiental. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales.

CALDERÓN GÁLVEZ, C. G. (2006) Análisis de Modelos de Gestión de Seguridad y Salud en las PYMES del Sector de la Construcción. *Ingeniería Industrial*. Cuba, Universidad de Cienfuegos.

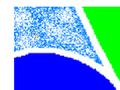
CANTERA LÓPEZ, F. (2002) NTP 212: Evaluación de la satisfacción laboral: métodos directos e indirectos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. España.

CASELLAS, M., P. FERNÁNDEZ, J. M. BAYONA Y A. M. SOLANAS. (1995) Bioassay-directed chemical analysis of genotoxic components in urban airborne particulate matter from Barcelona (Spain). *Chemosphere*, 30, 725 - 740.

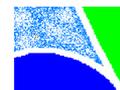
CIRUJANO GONZÁLEZ, A. (2000) *La evaluación de riesgos laborales* Madrid, MAPFRE.

COLOMBIA, U. N. D. (2007) *Plan de gestión Integral de Residuos Peligrosos*, Colombia.

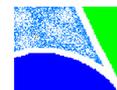
CONTAMINACIÓN, C. D. (2008) Informe Contaminación en España. España.



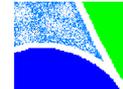
- CORTÉS DÍAZ, J. M. (2000) *Técnicas de prevención de Seguridad e Higiene Ocupacional* Madrid, MAPFRE.
- CUBA (1982) Resolución 31. Identificación, evaluación y control de los riesgo laborales entidad., Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- CUBA (1997) Ley No.81 de 1997 de Medio Ambiente de Cuba.
- CUBA (1999) Resolución No. 87/99. Desechos Peligrosos. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- CUBA (2006) Estrategia Ambiental Nacional 2006/2010 Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.
- CUBA (2007) Resolución No.39/2007. Bases generales de la seguridad y salud en el trabajo. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- CUETO GROERO, J. F. G. M., DAYRON ANDRÉS; PÉREZ HERNÁNDEZ, CLAUDIA MARTHA (2009). Estudio del proceso de prevención de riesgos laborales de la Sucursal Cubalse Cienfuegos. *Ingeniería Industrial*. Cienfuegos, Universidad de Cienfuegos.
- DALMENDRAY GÓMEZ, N. A. (2005) *Sistema de Gestión Integral de Riesgos en el Centro de Inmunología Molecular*, La Habana, Cuba Instituto de Estudios e Investigaciones del Trabajo (IEIT) y Centro de Inmunología Molecular. .
- DOMINGO AJENJO, A. (2000) *Dirección y Gestión de Proyectos*, Madrid, Ed. RA-MA.
- ECOUIRS, G. M. A. (2003) *Manual para la Gestión de los Residuos urbanos*, Editorial La Ley.
- ERCOLI, E. C. G., J.A.; DI PAOLA, M.; CANTERO, J. A.; VIDELA, S.; MEDAURA, C.. (1999) Biorremediación de suelos altamente contaminados. 11p.
- EWEIS, J. B. E., S.J.; CHANG, D.P.V. Y SCHROEDER, E.D. (Ed.) (1999) *Principios de biorrecuperación*, Madrid, McGrawHill.
- FAJARDO LÓPEZ, Y. (2006) Estudio de Factores de Riesgos Laborales en la Empresa GEOCUBA de Cienfuegos. *Ingeniería Industrial*. Cienfuegos, Universidad de Cienfuegos.
- FARACHE MAFODA, G. (2008) Manual de seguridad industrial en operaciones de Landfarming Venezuela.
- FLORES PUENTE, M. A. T. O., SANDRA; TÉLLEZ GUTIÉRREZ, RODOLFO (2004) Medidas de Mitigación para uso de suelos contaminados por derrames de



- hidrocarburos en infraestructura de transporte terrestre. Sanfandila, Qro. México, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Instituto Mexicano del Transporte.
- GARCÍA PÉREZ, M. (2005) Procedimiento para el estudio de la organización del trabajo en la empresa gráfica Geocuba, Cienfuegos. *Ingeniería Industrial*. Cuba, Universidad de Cienfuegos.
- GLAZER, A. N. Y. N., H. (1995) *Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology*, W.H. Freeman and Company, New York.
- GONZÁLEZ GONZÁLEZ, J. (2009) Estudio de Factores de Riesgos Laborales en la Universidad de Cienfuegos. *Ingeniería Industrial*. Cuba, Universidad de Cienfuegos.
- GUILLÉN KIM, M. A. (2007) Evaluación en el Impacto Ambiental.
- HERMINIA, J. E. A. (2006) *Protección Ambiental y Producción + Limpia*, La Habana. Cuba, Editorial Académica.
- HERRICK, R. F. (2000) Higiene Industrial. *Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo*. España, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- IBÁÑEZ MENDIZÁBAL, R. A. G., RUBÉN; GAREA VÁZQUEZ, AURORA; FERNÁNDEZ OLMO, IGNACIO; PUENTE RUIZ, MARÍA EUGENIA (2006) *Manual de Aplicación a las Instalaciones que desarrollan actividades de Gestión de Residuos.*, Cantabria. España.
- JOHNSON, J. (1993) Process for recovery of tank bottom wastes.
- MAESO ESCUDERO, J. V. R. G., ANTONIO (2004) El Project Management como elemento de Control y Gestión. *VIII Congreso de Ingeniería de Organización*, 10p.
- MAROTO, M. E. R., JUAN M. (2001) Aplicación de sistemas de biorremediación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos. *GEOCISA. Div. Protección Ambiental de Suelos*, 9p.
- MELIÁ, J. L. P., J.M. (1998) Cuestionario de Satisfacción Laboral S20/23. 6p.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2002) NC 229: Seguridad y salud en el trabajo - Productos químicos peligrosos - Medidas para la reducción del riesgo.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2005a) NC 18000: Seguridad y Salud en el Trabajo - Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo - Vocabulario.



- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2005b) NC 18001: Seguridad y Salud en el Trabajo - Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo - Requisitos.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2005c) NC 18002: Seguridad y Salud en el Trabajo - Sistema de Gestión de Seguridad y salud en el Trabajo - Directrices para la Implantación de la NC 18001.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2005d) NC 18011: Seguridad y Salud en el Trabajo - Directrices Generales para la Evaluación de Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo - Proceso de Auditoría.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2007a) NC 3000: Sistema de Gestión Integrada de Capital Humano - Vocabulario. Oficina Nacional de Normalización.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2007b) NC 3001: Sistema de Gestión Integrada de Capital Humano - Requisitos.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2007c) NC 3002: Sistema de Gestión Integrada de Capital Humano - Implementación.
- PAREJA MALAGÓN, F. B. B., MANUEL (2000) NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. España.
- PÉREZ FERNÁNDEZ, D. (2006) Diseño de un Procedimiento para la Gestión de la Seguridad y Salud Laboral. Cienfuegos, Universidad de Cienfuegos.
- PIQUÉ ARDANUY, T. (2008) NTP 749: Evaluación del riesgo de accidente por agentes químicos. Metodología simplificada., Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. España.
- PIZARRO, N. (2008) Desafíos en Seguridad y Salud Ocupacional. *VIII Taller de Seguridad y Salud Ocupacional Chile*.
- PONS MURGUÍA, R. V. G. D. P., EULALIA (2006) Gestión por Proceso. Cienfuegos, Universidad de Cienfuegos.
- PRIETO FERNÁNDEZ, S. (2001) Curso Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo. La Habana, Ministerio del Trabajo y Seguridad Social.
- REDONDO ESCALANTE, P. (2004) *Salud Ambiental y Ocupacional*, Universidad de Costa Rica.



- RICARDO CABRERA, H. (2009) Procedimiento para la mejora continua de los procesos de la Empresa de Productos Lácteos Escambray. *Ingeniería Industrial*. Cienfuegos, Universidad de Cienfuegos.
- RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, I. (2007) *Seguridad y Salud en el Trabajo*, La Habana. Cuba, Editorial Félix Varela.
- RODRÍGUEZ, J. J. I., ÁNGEL (1999) *Los residuos Peligrosos: Caracterización, tratamiento y gestión*, Editorial Síntesis.
- ROSINI, F. D. (1960) Hydrocarbons in petroleum *Journal of Chem.Educ.*, 39, 554 - 561.
- SALOMÓN LLANES, J. P. O., MANUAL; (2001) *Análisis de Riesgo Industrial*, Caracas. Venezuela, Empresa de la Fundación Educativa "María Castellanos".
- SÁNCHEZ MARTÍN, J. R. G., JOSÉ LUIS (2005) Fundamentos y aspectos microbiológicos. Biorremediación. 5p.
- SUÁREZ SABINA, S. (2008) Procedimiento de Intervención Macroergonómica en el Proceso de Gestión de Seguridad y Salud Laboral de la Empresa Eléctrica de Cienfuegos. *Ingeniería Industrial*. Cuba, Universidad de Cienfuegos.
- TEIN2, E. (2007) Gestión de Proyectos tecnológicos.
- TORRENS, O. (2003) *La Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en el marco de la Gestión de los Recursos Humanos en la empresa*, La Habana. Cuba, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- UNAM (2007) *Boletín Informativo de la Universidad de las Américas Puebla* No. 66.
- VARGAS GALLEGO, P. A. R. C., RENÉ; DUSSÁN, JENNY (2004) Biorremediación de residuos del petróleo. *APUNTES CIENTÍFICOS UNIANDINOS*, No. 4. , 5p.
- VELÁZQUEZ, S. (2003) Cómo evaluar un sistema de gestión de la seguridad e higiene ocupacional.

ANEXOS

Anexo No. 1

Conceptos de contaminación dado por diferentes autores.

Fuente: Elaboración Propia.

Autor	Concepto
Herminia, J. e. a. (2006)	Presencia en el ambiente de uno o más contaminantes, o cualquier combinación de ellos que perjudique o resulte nocivo para uno o varios de los factores o componentes del medio.
Guillén Kim, M. A. (2007)	Cualquier cosa que se añada al aire, agua, al suelo o a los alimentos y que amenace a la salud, a la supervivencia o las actividades de los humanos o de otros organismos.
Contaminación, C. D. (2008)	Alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o en medio por agentes químicos o físicos

Anexo No. 2

Descripción sobre Clasificaciones de Residuos. Fuente: Fundación para la Investigación y el Desarrollo Ambiental en España. (2006).

A continuación se describen los distintos tipos de residuos que se generan en la sociedad:

1- Residuos sólidos urbanos (RSU). De acuerdo con la Ley 10/1998 de España, de 21 de abril, de Residuos, los residuos urbanos o municipales son aquellos que se generan en los domicilios particulares debido a la actividad doméstica, y los producidos en comercios, oficinas y servicios. Se incluyen también los residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas; animales domésticos muertos; muebles, enseres y vehículos abandonados, así como residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

2- Residuos industriales (RI): Son aquellos residuos que se generan en los procesos de fabricación de la industria y que no tienen valor como mercancía, muchas veces porque las técnicas aplicables para hacerlos útiles son caras y económicamente poco rentables. La reutilización de estos residuos, como materia prima de otros procesos, está aumentando. Los residuos industriales pueden clasificarse en cuatro grupos:

Inertes: Escombros y materiales similares, en general no peligrosos para el medio ambiente, aunque algunos procedentes de la minería pueden contener elementos tóxicos.

Asimilables a residuos sólidos urbanos: Forman parte de este grupo los restos de comedores, basura de oficinas, (restos orgánicos, papel, cartón, plásticos, textiles, maderas gomas etc.) que, por sus características, pueden ser gestionados junto con los RSU.

Residuos peligrosos. Son aquellas sustancias que debido a su composición química y a sus características (inflamabilidad, toxicidad, reactividad química, etc) son peligrosas para la salud y/o para el medio ambiente. Muchas de estas sustancias tienen el agravante de ser difíciles de degradar por la naturaleza, con lo que se acumulan en el medio y sus daños repercuten durante mucho tiempo; otras al degradarse producen sustancias más peligrosas que las originales. Por todo ello, estos residuos requieren una consideración y un tratamiento especial.

Residuos no peligrosos: Aquellos que no sean peligrosos, que no puedan asimilarse a los generados en los domicilios y que tampoco puedan ser englobados dentro de los

inertes porque generan cantidades significativas de lixiviado, por ejemplo unos lodos de depuradora no peligrosos.

3- Residuos agrarios: Proceden de la agricultura, ganadería, pesca y explotaciones forestales o la industria alimentaria. La mayor parte de los residuos de estas actividades son orgánicos: ramas, paja, restos de animales y plantas, etc. Muchos de ellos se quedan en el campo y no se pueden considerar residuos porque contribuyen de forma muy eficaz a mantener los nutrientes del suelo.

4- Residuos médicos y de laboratorios (sanitarios): En las actividades de atención e investigación sanitaria (centros de salud, centros veterinarios y laboratorios) se generan residuos que pueden ser de riesgo y que deben gestionarse de un modo específico, con el fin de garantizar la protección de la salud de las personas y la defensa del medio ambiente. El 85% de los residuos médicos son de tipo infeccioso y son especialmente peligrosos los objetos punzantes y afilados. Todo ello requiere un cuidadoso sistema de clasificación y recogida, así como de tratamiento posterior.

Anexo No. 3

Clasificación de Residuos. Fuente: Universidad Nacional de Colombia, 2007.

De acuerdo con el Decreto colombiano 2676 de 2000, los residuos sólidos pueden clasificarse de acuerdo con sus características físicas, químicas y biológicas en:

1- Residuos no Peligrosos:

Son aquellos producidos por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad, que no presentan riesgo para la salud humana y/o el medio ambiente.

Los residuos no peligrosos se clasifican en:

Biodegradables.

Son aquellos restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente.

Reciclables.

Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima.

Inertes.

Son aquellos que no se descomponen ni se transforman en materia prima y su degradación natural requiere grandes períodos de tiempo.

Ordinarios o comunes.

Son aquellos generados en el desempeño normal de las actividades. Estos residuos se generan en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, salas de espera, auditorios y en general en todos los sitios del establecimiento del generador.

2- Residuos peligrosos:

Son aquellos residuos producidos por el generador con alguna de las siguientes características: infecciosos, combustibles, inflamables, explosivos, reactivos, radiactivos, volátiles, corrosivos y/o tóxicos; los cuales pueden causar daño a la salud humana y/o al medio ambiente. Así mismo se consideran peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos. Se clasifican en:

Residuos Infecciosos o de Riesgo Biológico

Son aquellos que contienen microorganismos patógenos tales como bacterias, parásitos, virus, hongos, virus oncogénicos y recombinantes como sus toxinas, con el

suficiente grado de virulencia y concentración que pueda producir una enfermedad infecciosa en huéspedes susceptibles.

Residuos Químicos

Son los restos de sustancias químicas y sus empaques o cualquier otro residuo contaminado con estos, los cuales, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición tienen el potencial para causar la muerte, lesiones graves o efectos adversos a la salud y el medio ambiente.

Residuos Radiactivos

Son sustancias emisoras de energía predecible y continua (alfa, beta o de fotones), cuya interacción con materia puede dar lugar a rayos X y neutrones. Estos residuos contienen o están contaminados por radionúclidos, en concentraciones o actividades superiores a los niveles de exención establecidos por la autoridad competente para el control del material radiactivo, y para los cuales no se prevé ningún uso.

Esos materiales se originan en el uso de fuentes radiactivas adscritas a una práctica y se retienen con la intención de restringir las tasas de emisión a la biosfera, independientemente de su estado físico.

Anexo No. 4

Diversos tratamientos para la Gestión de Residuos Peligrosos. Fuente: Ibáñez, Raquel (2006).

1- Tratamientos químicos para la gestión de Residuos Peligrosos:

La aplicación de los procesos químicos al tratamiento de residuos peligrosos tiene como objetivo la transformación de dichos residuos, o de alguno de sus componentes, en especies de menor peligrosidad o inertes mediante la utilización de una reacción química. En general, los tratamientos químicos suelen ir acompañados de operaciones físicas, en las que tiene lugar la separación de fases o componentes del residuo, conociéndose el proceso global como tratamiento físico-químico. (Irabien, Ángel y Rodríguez, Juan J. [2006]).

La mayor parte de los residuos pueden ser transformados mediante un tratamiento físico-químico, sin embargo, los residuos comúnmente sometidos a un tratamiento químico son residuos líquidos o lodos de algunos de los siguientes grupos:

- . Disoluciones ácidas o alcalinas.
- . Residuos con metales disueltos y/o en suspensión.
- . Residuos con: fosfatos, sulfuros, fluoruros, cianuro o cromo hexavalente.
- . Emulsiones de aceites.
- . Residuos con compuestos orgánicos en baja concentración.

El tratamiento físico-químico puede ser, dependiendo de la procedencia del residuo, un tratamiento final o uno intermedio que genera otra serie de residuos que deben tratarse mediante otras tecnologías.

2- Tratamientos biológicos para la gestión de Residuos Peligrosos: El tratamiento biológico o biorremediación se puede definir como una tecnología que se basa en el uso de microorganismos para transformar contaminantes orgánicos en compuestos más simples poco contaminantes o, en el mejor de los casos, no contaminantes. Otras sustancias, como los metales, no pueden ser metabolizadas por los microorganismos de manera apreciable, pero pueden ser inmovilizados, de manera que disminuyan su toxicidad.

3- Tratamientos térmicos para la gestión de Residuos Peligrosos: La incineración constituye el sistema de gestión más utilizado en el campo de los residuos peligrosos, dentro del grupo genérico de procesos de tratamiento térmico, que, en sentido amplio, engloba un conjunto de técnicas que, como objetivo común, persiguen la eliminación

del carácter peligroso del residuo tratado mediante el empleo de temperaturas suficientemente altas.

4- Disposición de los residuos peligrosos en depósitos de seguridad: El vertido es el recurso final en la gestión de residuos. No obstante, el depósito de seguridad es un elemento obligado en un planteamiento integral del problema de la gestión de los residuos industriales. El depósito de seguridad es una instalación para la disposición, por tiempo indeterminado de residuos tóxico-peligrosos en condiciones totalmente seguras para el medio ambiente. Los residuos Tóxicos y Peligrosos que son depositados en un vertedero de seguridad tienen, en general, un doble origen: los residuos que no se pueden tratar por un proceso de tratamiento que sea viable técnica y/o económicamente, o bien los residuos procedentes de las etapas finales de operaciones de tratamiento de efluentes gaseosos, líquidos y sólidos, como es el caso de los lodos de las plantas de tratamiento físico-químico y las cenizas de las incineradoras.

Anexo No. 5

Conceptos de Biorremediación según criterio de diferentes autores.

Fuente: Elaboración Propia.

Autor	Concepto
Glazer, A. N. y N., H. (1995)	Tecnología que utiliza el potencial metabólico de los microorganismos (fundamentalmente bacterias, pero también hongos y levaduras) para transformar contaminantes orgánicos en compuestos más simples poco o nada contaminantes, y, por tanto, se puede utilizar para limpiar terrenos o aguas contaminadas.
Morelli, I S. e. a. (2000)	Proceso dinámico en el que contaminante, suelo, clima y actividad biológica interactúan para degradar, transformar e inmovilizar los constituyentes del contaminante.
Flores Puente, M. A. T. O., Sandra; Téllez Gutiérrez, Rodolfo (2004)	Consiste en el uso de microorganismos naturales (enzimas, levaduras, hongos, o bacterias) para descomponer o degradar sustancias peligrosas en otras menos tóxicas o que no sean tóxicas.
Vargas Gallego, P. A. R. C., René; Dussán, Jenny (2004)	Proceso utilizado por el hombre para detoxificar variados contaminantes en los diferentes ambientes usando de forma estratégica microorganismos, plantas o enzimas de estos.
Rodríguez, J. J. I., Ángel (2006)	Tecnología que se basa en el uso de microorganismos para transformar contaminantes orgánicos en compuestos más simples poco contaminantes o, en el mejor de los casos, no contaminantes.

Anexo No. 6

Ventajas y desventajas de las técnicas más comunes de remediación de suelos.

Fuente: Flores, Miguel A.; Torras, Sandra y Téllez, Rodolfo; (2004).

TÉCNICA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Arrastre por aire	Se logra la recuperación de contaminantes. Es efectiva, y de bajo costo de operación	Uso limitado para compuestos volátiles Generación de ruido Los contaminantes no se destruyen por lo que se deben acoplar a otras tecnologías
Extracción all vacío	Se logra la recuperación de contaminantes volátiles	Uso limitado para compuestos volátiles Los contaminantes no se destruyen por lo que se deben acoplar a otras tecnologías.
Solidificación /estabilización	Se reduce la generación de lixiviados Es útil para tratar contaminantes que no pueden ser destruidos ni transformados	No funciona para suelos contaminados con grasas y aceites El suelo pierde algunas de sus propiedades originales Es una tecnología costosa
Lavado de suelo	Se logra la extracción de sustancias contaminantes	Se utiliza en procesos ex-situ Se utilizan solventes orgánicos Existe un alto riesgo de explosión Los contaminantes no se destruyen por lo que se deben acoplar a otras tecnologías
Desorción térmica	Se logra la recuperación de contaminantes El costo es menor al de incineración El suelo puede ser reutilizado	Se utiliza en procesos ex-situ No funciona para suelos contaminados con petróleo
Arrastre de vapor	Se extraen sustancias contaminantes	No funciona ante una contaminación con petróleo Generación de ruido Los contaminantes no se destruyen por lo que se deben acoplar a otras tecnologías
Incineración	Sirve para la destrucción de residuos peligrosos y contaminantes en grandes concentraciones	Uso limitado para sustancias orgánicas Requiere sistemas de emisiones Requiere de confinamiento
Confinamiento	Se dispone de sustancias peligrosas que no pueden ser transformadas ni tratadas	No es opción de remediación En México no hay instituciones seguras Alto costo
Vitrificación	Se logra la vitrificación de contaminantes	Costo mayor a la incineración Solo se utiliza en demostraciones a escala
Biorremediación	Se utilizan microorganismos Se logra la transformación de contaminantes Puede adaptarse a las necesidades de cada sitio El suelo puede reutilizarse Bajo costo	Difícilmente funciona cuando los contaminantes están absorbidos en el material geológico o la zona es de baja permeabilidad Requiere de mucho tiempo Existe riesgo de inhibición de los microorganismos

Anexo No. 7

Diferentes Métodos de Aplicar las Técnicas Biocorrectivas. Fuente: Vargas, Paola A.; Ricardo, René y Dussán, Jenny (2004) & Sánchez, Jesús y Rodríguez, José L. (2005).

Bioestimulación

Como su nombre lo indica, consiste en estimular los microorganismos nativos el suelo adicionando nutrientes como nitrógeno o fósforo.

Bioaireación

Es una forma de estimulación realizada con gases, como por ejemplo oxígeno y metano, estos son adicionados de forma pasiva en el suelo para estimular la actividad microbiana.

Bioaumentación

Es la inoculación de una alta concentración de microorganismos en el suelo contaminado para facilitar la biodegradación. Como se van a inocular, estos microorganismos deben ser seleccionados del suelo que se desea tratar.

Compostaje

Esta estrategia de biorremediación utiliza microorganismos aeróbicos y termófilos, formando pilas de material que deben ser mezcladas y humedecidas periódicamente para promover la actividad microbiana.

Fitorremediación.

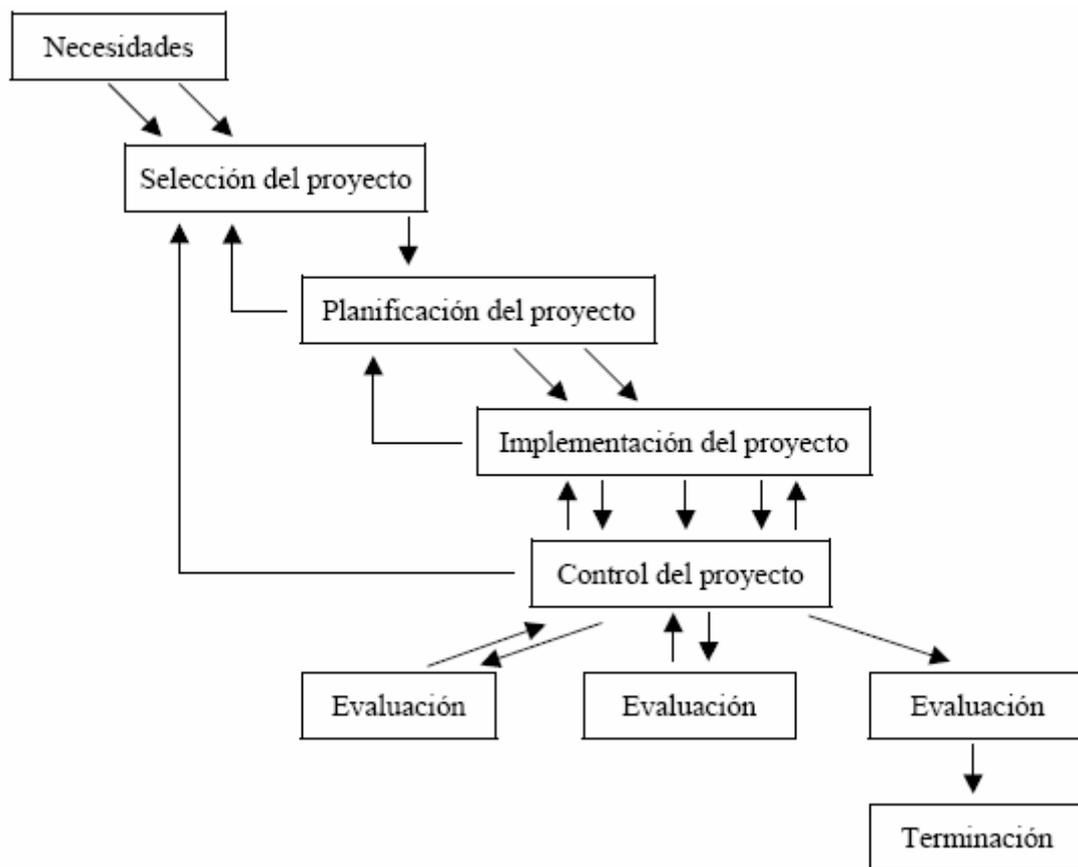
Uso de plantas para remover, contener o transformar un contaminante. Esta puede ser directa, donde las plantas actúan sobre el compuesto, o indirecta, donde estas se utilizan para estimular microorganismos en la rizosfera.

Atenuación natural

Se denomina biorremediación intrínseca o atenuación natural, a la que sobre muchos compuestos orgánicos se lleva a cabo por los microorganismos autóctonos, principalmente bacterias, del medio afectado. La capacidad intrínseca de asimilación de un medio depende, de las habilidades metabólicas de los microorganismos nativos, del tipo de contaminante y, lógicamente, de la geoquímica y la hidrogeología en la zona.

Anexo No. 8

Dinámica del Ciclo de Vida del Proyecto. Fuente: Servicio de Organización y Racionalización administrativa de la Universidad de Almería (2002).



Anexo No. 9

Diferentes Herramientas utilizadas en la Gestión de Proyectos. Fuente: Servicio de Organización y Racionalización administrativa de la Universidad de Almería (2002).

- **Matriz de Recursos**

Su función consiste en vincular los recursos humanos y materiales para las tareas del proyecto. El desarrollo de una matriz de recursos es un primer paso muy conveniente para determinar cómo se asignarán los recursos. La matriz puede construirse en un tiempo muy breve y sirve de guía para elaborar instrumentos de dirección de los recursos más sofisticados.

- **Diagrama de Gantt**

El diagrama de Gantt nos permite ver fácilmente cuándo deben empezar y cuándo deben terminar las tareas. Hay dos métodos principales para crear un diagrama de Gantt; en ambos enfoques las tareas se enumeran en eje vertical, mientras que el tiempo se mide a lo largo del eje horizontal.

- **Diagrama de Recursos de Gantt**

La matriz de recursos sólo muestra cómo se asignan los recursos a las diferentes tareas; no muestra cómo esos recursos son asignados a lo largo del tiempo. Esto se logra por medio del diagrama de recursos de Gantt. El diagrama de recursos de Gantt nos muestra cómo deben asignarse nuestros recursos, tarea por tarea, a lo largo del tiempo. Nos permite abarcar de un vistazo cómo se distribuyen los recursos a lo largo del ciclo vital del proyecto.

El diagrama de Gantt de recursos no permite sólo planificar las asignaciones de recursos, sino también rastrearlas. Es posible representar las variaciones superponiendo las asignaciones reales de recursos y las asignaciones planificadas.

- **Camino Crítico**

El camino crítico es una red de planificación, es la vía que requiere más tiempo para ser recorrida. Como el camino crítico es siempre el más largo, no tiene retraso alguno. De hecho, si se produce un deslizamiento del organigrama a lo largo del camino crítico, ese deslizamiento se refleja en el proyecto en general. Así, si para ser completada, una tarea en el camino crítico requiere tres minutos más de lo que se previó, el organigrama general del proyecto se atrasa tres minutos. Es esta característica del camino crítico (su inflexibilidad con respecto al deslizamiento del

organigrama) la que le ha dado el nombre. Como las actividades que no se inscriben en el camino crítico permiten cierto retraso, pueden tolerar cierto retraso del organigrama.

- **La hoja de Cálculo de Recursos**

La hoja de cálculo de los recursos muestra en forma de tabla la información contenida en el diagrama de Gantt de recursos. Esta tabla muestra que son necesarias en el proyecto muchas unidades de un recurso para los diferentes períodos. Sumando los requerimientos de recursos a través de todos los recursos para cada unidad de tiempo, podemos calcular los requerimientos totales de recursos para el proyecto a lo largo del tiempo.

Diagrama de cantidad de recursos

El diagrama de cantidad o carga de recursos (también llamado histograma de recursos) representa el ciclo vital del proyecto desde la perspectiva del consumo de recursos. Este diagrama muestra que en las primeras etapas de un proyecto, cuando estamos poniéndonos en movimiento, se emplean relativamente pocos recursos; en la etapa intermedia estamos avanzando a toda máquina en la utilización de los recursos; y hacia el final del ciclo de vida, nuestro consumo de recursos disminuye.

Los diagramas de cantidad de recursos son muy estimados en la dirección de proyectos, porque simplifican la tarea de controlar los recursos.

Anexo No.10

Conceptos sobre el término Riesgo. Fuente: González González (2009).

AUTOR	CONCEPTO
Aguirre, (1986).	Posibilidad presente de la ocurrencia de un hecho infausto.
Domínguez, (1993).	Es la posibilidad de que ocurra un daño a la salud de las personas causado a través de accidentes, enfermedades, incendios o averías
Documento divulgativo Evaluación de riesgos laborales, INST. Y norma UNE 81902 – 1996 EX.	Es la combinación de la frecuencia o probabilidad y de las consecuencias que puedan derivarse de la materialización de un peligro
Sevilla, (2002).	Es la posibilidad de ocurrencia de eventos indeseados como consecuencia de condiciones potencialmente peligrosas creadas por las personas y por diferentes factores u objetos.
Perdomo, (2002).	Expresa la posibilidad de pérdida de la vida o daño a la persona o propiedad.
Cirujano González, A. (2000).	Es la probabilidad de que la capacidad para ocasionar daños se actualice en las condiciones de utilización o de exposición, así como la posible importancia de los daños.
Lavell, (2002).	Es la probabilidad que se presente un nivel de consecuencias económicas iniciales o ambientales en un sitio en particular y durante un período de tiempo definido, se obtiene de relacionar las amenazas con la vulnerabilidad

	de los elementos expuestos.
CUBA (2007) Resolución No.39/2007.	Una combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso peligroso con la gravedad de las consecuencias que pueda causar el evento.

Anexo No. 11

Clasificación de los Riesgos Laborales. Fuente: Redondo, Patricia (2004).

1- Condiciones de Seguridad

En este grupo se incluyen aquellas condiciones materiales que pueden dar lugar a accidentes en el trabajo, daños a las personas y/o infraestructura. Para su estudio, es necesaria la investigación, la evaluación y el control de factores como:

- **Lugares de trabajo:** Áreas del centro de trabajo en las que el trabajador deba permanecer o acceder en función de su trabajo. Estas deben garantizar seguridad y salud y estar exentas de riesgos; por lo tanto, se deben considerar aspectos como: condiciones de construcción, orden, limpieza y mantenimiento, señalización de seguridad y salud: instalaciones de servicios y protección; condiciones ambientales; iluminación; servicios higiénicos, locales de descanso; material y locales de primeros auxilios.
- **Maquinaria y equipo de trabajo:** Los equipos de trabajo están constituidos por cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizada en el trabajo.
- **Manipulación, Almacenamiento y transporte:** Los medios empleados para la manipulación y transporte de todas las materias primas, materiales en proceso, productos terminados y materiales auxiliares (ya sea manual o mecánica) y las condiciones de su almacenamiento, deben de estar de acuerdo con las características, tamaño, forma y volumen del material y la distancia por recorrer.
- **Riesgo de Incendios:** Está presente en todo tipo de actividad, en forma simultánea: combustible, comburente, fuente de calor y reacción en cadena.
- **Instalaciones eléctricas:** Los principales factores que influyen y determinan los efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano son: la tensión aplicada, la intensidad y duración del contacto eléctrico, el recorrido de la corriente a través del cuerpo y la resistencia y capacidad de reacción de la persona.
- **Productos Químicos:** Existen sustancias combustibles, inflamables, explosivas, tóxicas, corrosivas, entre otras, que presentan riesgos desde el punto de vista de condiciones de seguridad.

2- Contaminantes Ambientales

Cualquier elemento, sustancia, energía u organismo que en determinada cantidad o variación importante en alguno de sus constituyentes, puede provocar un efecto nocivo o crear malestar al entrar en contacto con los trabajadores en el medio ambiente de trabajo. Estos pueden ser físicos, químicos o biológicos.

- **Contaminantes físicos:** Factores que proceden de diferentes formas de energía presentes en el ambiente de trabajo y que aparecen de la misma forma o modificados por el proceso de producción y repercuten negativamente en la salud.
- **Contaminantes químicos:** Son sustancias constituidas por materia inerte, pueden presentarse en el aire en forma de: moléculas individuales gas o vapor, grupos de moléculas, unidades, formando aerosoles sólidos (fibras y partículas como polvo y humo) o líquidos Su efecto nocivo se debe a su acción tóxica y a la sensibilidad individual que, en general, pueden ejercer las sustancias químicas.
- **Contaminantes biológicos:** Los contaminantes biológicos provocan enfermedades infecciosas y parasitarias en los individuos entre las que podemos mencionar SIDA, Tuberculosis, Brucelosis, Salmonelosis, Aspergilosis, entre otras. En este particular, hay 200 agentes o contaminantes biológicos presentes en diferentes lugares de trabajo. Se dice que los grupos de trabajadores que tienen más riesgos biológicos son: productores de alimentos, agricultores, depuradores de agua, trabajadores subterráneos, trabajadores de la salud, trabajadores municipales (recolectores de basura) y trabajadores de laboratorios de investigación. El peligro de los contaminantes biológicos va a depender de su capacidad de producción de enfermedades, su posibilidad de contagio y la existencia de un tratamiento precoz.

3- Organización del Trabajo

En toda actividad laboral existen una serie de factores de riesgo derivados de la forma en que se organiza el trabajo que van a tener una influencia decisiva en la salud de los trabajadores. Estos factores de riesgo son los denominados **factores psicosociales**.

- **Factores Psicosociales (Concepto) O.I.T.:** “Interacciones entre el trabajo, su medio ambiente y las condiciones de su organización por una parte y, por otra, las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su situación personal fuera del trabajo, todo lo cual a través de percepciones y

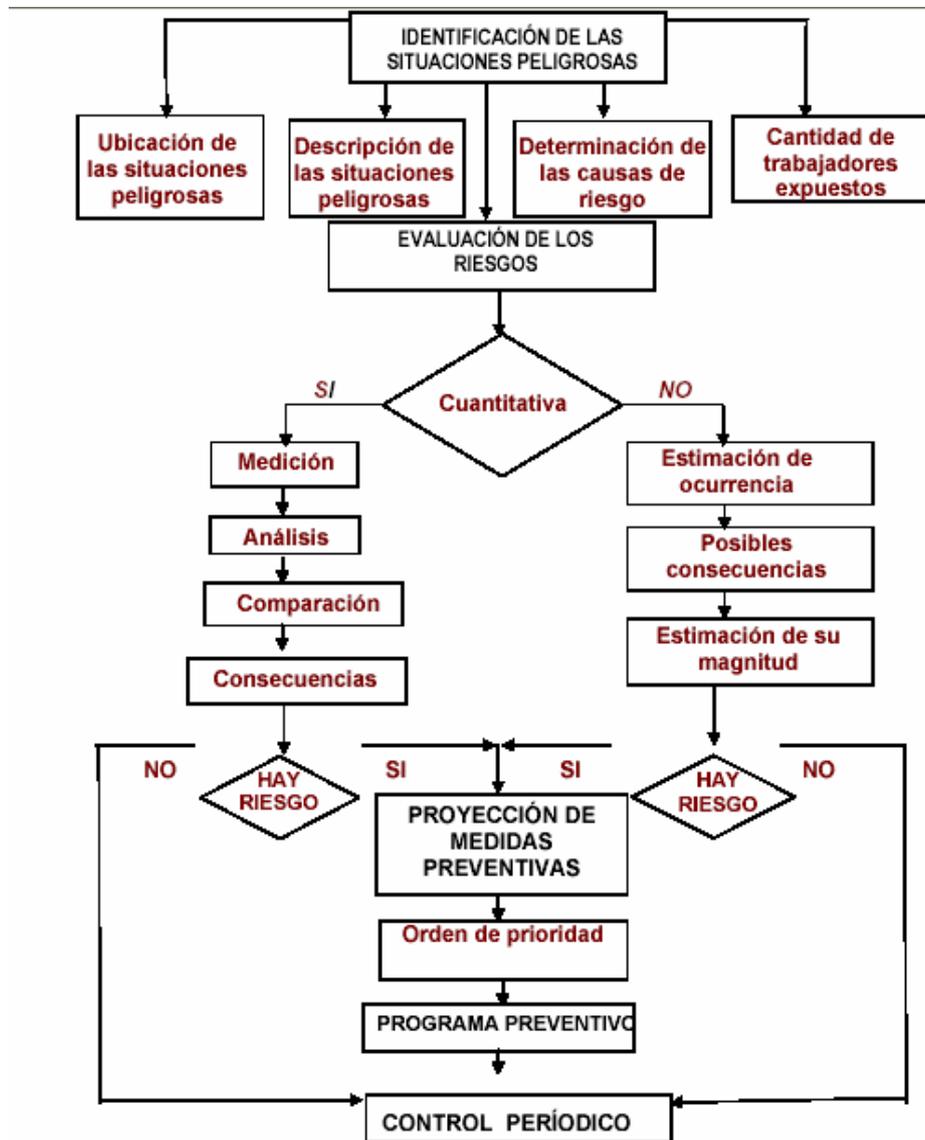
experiencias, puede influir en la salud, en el rendimiento y la satisfacción en el trabajo”.

Los factores derivados de la organización del trabajo se expresan como:

- **Carga de Trabajo:** La carga de trabajo es determinada por factores como: jornada y ritmo de trabajo, comunicación, estilo de mando, participación, iniciativa, estatus del puesto, identificación con la tarea, relaciones profesionales y estabilidad en el trabajo entre otros.
- **Carga Física:** Considera los factores propios del trabajador (edad, sexo, constitución física y grado de entrenamiento para la tarea); factores relacionados con el puesto de trabajo (postura, manipulación de carga y movimiento) y factor de sobrecarga y fatiga muscular.
- **Carga Mental:** Está en íntima relación con carga psíquica a la que está sometido el trabajador producto de la cantidad y la calidad de la información que recibe. En este proceso inciden: la complejidad de la respuesta, la autonomía en la toma de decisiones, el tiempo de la respuesta y las capacidades individuales.

Anexo No.12

Procedimiento para la identificación, evaluación y control de riesgos. Fuente: Rodríguez González (2007).



Anexo No.13

Métodos que se utilizan para la Identificación de las Situaciones Peligrosas.

Fuente: Rodríguez, Iraida (2007).

Método de la Observación.

Este es el método más sencillo y a la vez más importante y general en la identificación de situaciones peligrosas. Es sencillo porque puede ser utilizado por cualquier persona que realice la identificación aunque no haya recibido un entrenamiento previo y es el más importante porque cuando es empleado por un técnico de experiencia conduce a los mejores resultados en el más breve tiempo.

El método de la observación, aunque es complementario de todos los demás métodos, constituye también por sí mismo un método independiente. Este método es muy efectivo cuando lo emplean los jefes directos que pueden observar el trabajo en todo su proceso. Las observaciones deben cubrir el uso de las herramientas, los materiales y los equipos, así como los métodos de trabajo inseguros o actos que indican una carencia de plan o un error al no considerar todas las circunstancias que rodean al trabajador en su sistema de trabajo.

Método de las listas de chequeos.

Una lista de chequeo es un conjunto de proposiciones o preguntas que permiten identificar los peligros y las situaciones peligrosas en una entidad.

Las proposiciones o preguntas se confeccionan a partir de la legislación vigente (normas, resoluciones, etc.), la consulta de libros de texto y revistas especializadas o en el propio manual de instrucciones del fabricante.

Mapa de Riesgos.

El mapa de riesgos o Topograma, es un método sencillo y en ocasiones muy eficaz para identificar riesgos. Este método consiste en señalar, mediante símbolos, letras y colores; los riesgos presentes en un área determinada e incluso, se puede emplear para puestos de trabajo específicos donde prevalecen altos riesgos.

El mapa nos indica los lugares donde hay que extremar las medidas preventivas y de control de riesgos, la divulgación, la señalización y la instrucción de los trabajadores. El mapa se puede confeccionar para un riesgo específico o para más de uno, depende de los intereses de cada área o lugar. A veces, la agrupación de muchos riesgos resulta complicada y no efectiva. Para confeccionar un mapa de riesgos lo primero es hay que determinar es cuál o cuáles riesgos se van a ubicar en al mapa. Una vez

determinados, se confecciona el mapa. El mapa de riesgos no tiene un comportamiento permanente en el tiempo, pues está sujeto a modificaciones según las variaciones de las condiciones de trabajo.

Encuestas

La aplicación de encuestas correctamente diseñadas permite obtener información sobre las situaciones peligrosas y los riesgos de muchas personas. Deben aplicarse a trabajadores, directivos con amplio conocimiento de la actividad que se realiza en el puesto de trabajo, en el proceso, en el área o en la empresa, según sea la amplitud que abarque esta.

Su calidad esta determinada por el conocimiento que posean los que la confeccionan, aunque siempre debe dejarse la posibilidad al encuestado de incluir algún riesgo que considere importante y no aparezca en la encuesta.

Técnica de Incidentes Críticos.

Se considera como incidente aquellos eventos dentro del ambiente de trabajo que tienen el potencial de provocar importantes efectos positivos o negativos en los objetivos del sistema. Son críticos aquellos que sus efectos resulten negativos y en otras condiciones pueden constituirse en accidentes.

Los incidentes críticos constituyen una fuente importante de identificación de situaciones peligrosas.

Análisis de la Seguridad basado en el Diagrama de Análisis del Proceso. (OTIDA).

El OTIDA son las siglas por las que se conoce el diagrama de flujo o cursograma analítico o diagrama de análisis de proceso.

Un diagrama de procesos muestra una secuencia de todas las operaciones de un taller o en maquinas, las inspecciones, márgenes de tiempo y materiales que se deben utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado.

La técnica de análisis de seguridad a través del OTIDA consiste en considerar una por una las actividades que conforman parte del diagrama de procesos e identificar en cada una de ellas las situaciones peligrosas que pueden existir.

Esta técnica puede combinarse con algunas de las anteriores.

Técnica de Trabajo en Grupo.

Consiste en crear grupos integrados por trabajadores de experiencia, jefes directos, especialistas con conocimiento de los puestos del trabajo y los procesos así como aplicar técnicas como la tormenta de ideas, los grupos nominales.

Los resultados alcanzados en la aplicación de trabajo en equipo en los procesos de diagnóstico son satisfactorios.

Anexo No.14

Técnicas de Evaluación de Riesgos en el Trabajo. Fuente: González González (2009).

Análisis Cualitativos:

Listas de chequeo del proceso: Se utilizan para Identificar riesgos simples y asegurar cumplimiento con normativa y Standard. Es de fácil utilización y puede ser utilizada en cualquier etapa de la planta, particularmente útil para la aplicación por ingenieros no expertos, si bien, la preparación del checklist deberá realizarla un ingeniero experto familiarizado con el funcionamiento de la planta y sea conocedor de los procedimientos. Es uno de los métodos de evaluación de riesgos más rápidos y baratos.

Análisis estadístico: Los índices de accidentes son utilizados como indicadores de la evaluación temporal de la seguridad en una empresa. Una disminución en la accidentalidad en la empresa se refleja en una evolución positiva de los índices. Por ello es normal la utilización de estos parámetros como elementos a tener en cuenta en la evaluación del éxito de la gestión. La OIT recomendó en 1962 el empleo de unos índices que son prácticamente de utilización universal, como medidores de accidentalidad. Estos índices están resumidos en el anexo 3.

Análisis preliminar de riesgos: El principal objetivo de un Análisis Preliminar de Riesgo (PHA) es identificar riesgos en las etapas iniciales del diseño de la planta e incluso es útil para determinar el lugar óptimo para el emplazamiento. Por tanto puede ser muy útil para el ahorro del tiempo / coste si se identifican en este momento los riesgos importantes en la planta futura. El PHA se centra en los materiales peligrosos y en los elementos importantes desde que se dispone de muy pocos detalles de la futura planta. A grandes rasgos es una revisión de dónde puede liberarse energía incontroladamente. Es por tanto una lista de riesgos relacionados con: materias primas, productos intermedios y finales (reactividades), equipos de planta, operaciones, equipos de seguridad etc. Como resultado se obtienen recomendaciones para reducir o eliminar riesgos en las posteriores fases del diseño de la planta.

Análisis what if?: El análisis “qué ocurriría si” consiste en determinar las consecuencias no deseadas originadas por un evento. Este tipo de análisis no está tan estructurado como análisis HAZOP o FMECA. Es un método del que no existe tanta información como el resto (es más artesanal) sin embargo los especialistas avezados en la aplicación de esta técnica consideran que es una herramienta fácil de emplear y

menos tediosa que las otras. El método puede aplicarse para examinar posibles desviaciones en el diseño, construcción, operación o modificaciones de la planta. Es importante destacar que suele ser un método potente únicamente si el equipo humano asignado es experimentado. El método utiliza la siguiente expresión: ¿Qué ocurriría si, por ejemplo, se cierra manualmente la válvula A en vez de la B que sería la correcta?

Análisis HAZOP o AFO: Consiste en revisar la planta en una serie de reuniones durante las cuales un equipo multidisciplinar realiza un “brainstorming”, bajo un método, sobre el diseño de la planta; con el objeto de identificar los riesgos asociados con la operación del sistema e investigar las posibles desviaciones de la operación normal de la planta, así como sus consecuencias. Puede usarse en plantas en operación, durante el proyecto cuando ya se tiene el proyecto definitivo y en fases de arranque. Es especialmente útil para identificar los riesgos para cambios propuestos en una instalación. El tiempo y costos invertidos dependen del tamaño de la planta a analizar y el número de áreas de investigación. No es efectivo a nivel costo / tiempo si el personal no tiene conocimiento de la metodología y del proceso.

Análisis de seguridad basado en OTIDA: En este método debe elaborarse primeramente el OTIDA para posteriormente analizar los riesgos potenciales en el proceso, utilizando la observación directa y recoger la información en un modelo.

Identificación y control de riesgos a través del trabajo en grupo (T G): Conformar al o los grupos, utilizando técnicas de solución de problemas en grupos (tormenta de ideas, reducción de listados, votación ponderada). Las etapas deben dividirse en:

- Identificación de los riesgos.
- Análisis y priorización.
- Búsqueda de soluciones y selección.
- Implementación de efectividad.

Inspección de seguridad: Técnica analítica que consiste en el análisis detallado de las condiciones de seguridad (máquinas, instalaciones, herramientas) a fin de descubrir las situaciones de riesgo que se derivan de ellas (condiciones peligrosas o prácticas inseguras) con el fin de adoptar las medidas adecuadas para su control, evitando el accidente (prevención) o reduciendo los daños materiales o personales derivados del mismo (protección).

Modernamente se utilizan otros términos para designar esta técnica, tales como estudios de seguridad, auditorías de seguridad, análisis de seguridad, estudios de evaluación de riesgo, etc. Cualquiera que sean las circunstancias resulta indispensable

a fin de obtener el máximo rendimiento de la inspección de seguridad, que las personas encargadas de su realización establezcan un plan de actuación previo para el desarrollo de la misma.

Análisis preliminar del riesgo: Como su nombre lo indica, se considera la primera etapa en la evaluación de los riesgos. Comienza a partir de considerar la posibilidad de un accidente, entonces se identifica el sistema donde esto pudiera ocurrir, los eventos que posibilitarían su aparición y los componentes que estén relacionados con ello. Es un método primario de identificación, rápido, solo detecta causas inmediatas y debe complementarse con otros métodos.

Modelo de diagnóstico de excelencia en prevención de riesgos laborales: El modelo TH&SM se fundamenta en los tres elementos básicos de la prevención de la salud en la empresa: los aspectos técnicos, la gestión de la prevención y la cultura preventiva de la organización. Cuando en una organización confluyen los tres aspectos adecuadamente y se cumplen todos los criterios que cada uno de ellos requiere, se alcanza la excelencia preventiva.

Para alcanzar este objetivo, la organización cuenta con tres agentes básicos, la dirección, los trabajadores y los técnicos de prevención, actuando todos ellos como facilitadores en el conjunto total de la acción preventiva. Sin embargo, cada uno de ellos juega un papel básico en determinados aspectos.

El modelo establece una serie de criterios que van a dar la forma del triángulo y la distancia de los vértices con respecto al origen. Utilizándose para la medición distintas herramientas, basándose en el criterio evaluado.

- Criterio técnico: inspección.
- Criterio de Gestión: auditoría.
- Criterio de Cultura: observación.

De esta forma, con las sucesivas evaluaciones, la empresa no sólo conoce los puntos fuertes y débiles dentro de cada agente, sino que además conoce qué agente debe priorizar para mantener la equilateralidad del triángulo, en consecuencia la uniformidad de acción de los tres agentes. Una vez realizada la evaluación, para cada uno de los aspectos, se tendrá un valor dado. Para elegir la priorización de las actuaciones la organización seleccionará un elemento de actuación en aquel aspecto que tiene la puntuación más baja. Posteriormente se supondrá el valor que tendría dicho aspecto una vez solucionado el problema sobre el que se ha elegido actuar, obteniéndose una nueva relación entre los tres aspectos, eligiendo la siguiente actuación dentro del

aspecto que siga valorado. Este proceso se repetirá hasta transformar el triángulo de riesgo preventivo en equilátero.

Es importante destacar que los tres aspectos sobre los que actúa el modelo, requieren actuaciones relacionadas con tres tipos diferentes de gestión empresarial:

- Aspectos técnicos: Dirección por instrucciones (Dpl)
- Aspectos de gestión: Dirección por objetivos (DpO)
- Aspectos culturales: Dirección por valores (DpV)

Cuantitativos:

Análisis de modos de fallo, efectos y criticidad (FMECA): El análisis FMECA es una tabulación de los equipos de la planta / sistema, sus modos de fallo, efecto que acompaña a cada modo de fallo y un ranking de criticidad de todos los modos de fallo. El modo de fallo es una descripción de como falla el equipo. El efecto del modo de fallo es la respuesta del sistema o el accidente resultante de fallo. El análisis FMECA normalmente no examina el posible error humano del operador, sin embargo los efectos de una operación incorrecta son habitualmente descritos como un modo de fallo del equipo. El análisis FMECA no es efectivo para identificar combinaciones de fallos que den lugar al accidente. Puede ser utilizado para identificar medidas de protección adicionales que puedan ser incorporadas al diseño, es válido para evaluar cambios de equipos resultantes de modificaciones en campo o para identificar la existencia de simples fallos que puedan generar accidentes. Es fundamental el perfecto conocimiento del sistema para poder evaluar la evolución del mismo tras el fallo.

Análisis de árbol de causas: El "árbol causal" es una técnica que permite, a partir de un accidente real ya sucedido, investigar sobre las circunstancias desencadenantes que han confluído en el mismo a fin de determinar sus causas primarias. Como cada accidente es único, el árbol causal también reproducirá con fidelidad tan solo lo que sucedió y no lo que pudiera haber acontecido adicionalmente.

Análisis de árbol de fallos (FTA: fault tree analysis): Tiene como objetivo reproducir todas las vías posibles que puedan conducir a un acontecimiento final antes de que éste suceda. Ante un determinado y posible accidente (normalmente grave) que puede ser generado por una multiplicidad de causas y circunstancias adversas, trata de conocer todas las posibles vías desencadenantes, identificando los fallos básicos y originarios. La probabilidad de materialización de tales fallos también deberá ser averiguada, para poder estimar cuál es la del acontecimiento final en cuestión. Se

debe de tener una descripción del sistema y conocimiento de fallo y efectos. Esta información puede obtenerse con un análisis HAZOP o FMECA previos. Es una técnica inductiva de tipo cualitativo y cuantitativo, más compleja que la anterior, debido a que incorpora el análisis probabilístico. Se puede utilizar tanto en la etapa de diseño como en operación.

Análisis de árbol de sucesos: Es una técnica de algún modo complementaria al "árbol de fallos y errores". Esta técnica del árbol de sucesos, desarrolla un diagrama gráfico secuencial a partir de sucesos "iniciadores" o desencadenantes, de significativa incidencia e indeseados, para averiguar todo lo que puede acontecer y, en especial, comprobar si las medidas preventivas existentes o previstas son suficientes para limitar o minimizar los efectos negativos. Evidentemente tal suficiencia vendrá determinada por el correcto análisis probabilístico que esta técnica también acomete. El proceso de desarrollo general de los árboles de sucesos consta de las siguientes etapas:

- Etapa previa, familiarización con la planta.
- Identificación de sucesos iniciales de interés.
- Definición de circunstancias adversas y funciones de seguridad previstas para el control de sucesos.
- Construcción de los árboles de sucesos con inclusión de todas las posibles respuestas del sistema.
- Clasificación de las respuestas indeseadas en categorías de similares consecuencias.
- Estimación de la probabilidad de cada secuencia del árbol de sucesos.
- Cuantificación de las respuestas indeseadas.
- Verificación de todas las respuestas del sistema.

Análisis de Fiabilidad Humana (FHA): es una evaluación sistemática de todos los factores que influyen en las actuaciones de los trabajadores de la planta. Por tanto es un análisis minucioso de tareas. Es un método que consiste en describir las características del entorno requeridas para realizarla adecuadamente. Ésta técnica identifica los potenciales fallos humanos y las causas que pueden desencadenar el accidente. El resultado de su aplicación es un listado cualitativo de posibles sucesos no deseado originados por el fallo humano y una serie de recomendaciones para modificar la calificación, condiciones ambientales, preparación, etc; para mejorar la

capacidad de actuación del operador. Se puede utilizar en fase de diseño, en construcción y en operación.

Anexo No.15

Métodos Generales de Evaluación de Riesgos. Fuente: Rodríguez, Iraida. (2007) & Betrastén, Manuel (2000) y Pareja, Francisco (2000).

▪ Método de Alders Wallberg

Este método, relaciona la magnitud del riesgo R con la posibilidad de que ocurra el accidente (P) y la posible consecuencia (C).

$$R = C \times P$$

Los valores de C se expresan en días de incapacidad.

Los valores de C y P aparecen en las tablas siguientes.

POSIBILIDAD DE OCURRENCIA (C)	P
• El peligro totalmente eliminado.	0
• Muy improbable (menos de una vez en diez años).	0,1
• Improbable (una vez en diez años).	1
• Poco probable (una vez en tres años).	3
• Moderadamente probable (una vez en una año).	10
• Probable (una vez en un mes).	30

DIAS DE INCAPACIDAD	C
• Mínima.	0,5
• Muy pequeña (uno a dos días de incapacidad).	1
• Pequeña (tres a siete días de incapacidad).	5
• Mediana (ocho a veintinueve días de incapacidad).	15
• Seria (treinta a doscientos noventa y nueve días de incapacidad).	70
• Muy seria (más de trescientos días de incapacidad).	500

- **Método de William T. Fine**

Este método evalúa los riesgos a partir del grado de peligrosidad (GP). El GP resulta de multiplicar las posibles consecuencias de un accidente debido a la situación peligrosa (C) por la frecuencia con que se presenta la situación peligrosa (E) por la posibilidad de que ocurra el accidente (P). La ecuación se expresa como sigue:

$$GP = C \times E \times P$$

Los valores de C, E y P aparecen en la tabla siguiente.

CONSECUENCIAS (C)	FRECUENCIA (E)	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA (P)
Heridas leves, sin baja, contusiones, golpes, pequeños daños (C=1).	Remotamente posible, no se sabe se haya presentado la situación de riesgo (E=0,5).	Nunca ha sucedido en muchos años pero puede suceder (P=0,5).
Lesiones con baja pero no graves. Daños materiales hasta de 1000,00 dólares (C = 5).	Raramente se presenta, pero se presenta (E=1).	Remotamente posible pero se sabe que ha ocurrido (P= 1).
Lesiones graves con baja, amputación, incapacidad permanente. Daños materiales entre 1000,00 y 100 000,00 dólares (C=15).	Ocasionalmente se presenta (E=3).	Coincidencia rara pero posible (P=3)
Muerte. Daños materiales entre 100 000,00 y 500 000,00 dólares (C = 25).	Frecuentemente se presenta (E=6).	Completamente posible(P = 6).
Varias muertes. Daños materiales superiores a 500 000, 00 dólares (C = 50).	Continuamente o muchas veces al día (E= 10).	Muy probable dada la situación de riesgo (P= 10).

Los valores recomendados de GP y las acciones a tomar son los siguientes:

VALORES DE GP	ACCIONES A TOMAR
GP >= 200	Se requiere corrección urgente. La actividad debe ser detenida hasta disminuir el riesgo
200 > GP ≥ 85	Actuación urgente. Requiere atención lo antes posible.
85 > GP	El riesgo debe ser eliminado sin demora pero la situación no es de emergencia.

▪ **Método de Richard Pickers**

Este método evalúa los riesgos a partir de la magnitud del riesgo (R).

El valor de R resulta de multiplicar las posibles consecuencias de un accidente debido a la situación peligrosa (C) por la frecuencia con que se presenta la situación peligrosa (E) por la posibilidad de que ocurra el accidente (P). La ecuación se expresa como sigue:

$$R = C \times E \times P$$

Los valores de C, E y P aparece en la tabla siguiente:

CONSECUENCIAS (C)	FRECUENCIA (E)	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA(P)
Aceptable. Lesión sin importancia o daños materiales mayores a 100,00 dólares(C = 1).	No se puede presentar (E=0).	Virtualmente imposible (P=0,1)
Importante. Lesión con incapacidad y/o daños mayores a 1000,00 dólares(C=3).	Se presenta muy raramente (E=0,5).	Puede ocurrir pero rara vez (P=1).
Seria. Lesiones serias con incapacidad o daños mayores de 10 000,00dólares(C=7).	Poco usual que se presente (E=1).	Poco usual que ocurra (P=3)
Muy seria. Lesiones con heridos graves y algunas muertes o daños mayores a100 000,00 dólares (C=20)	Se presenta en ocasiones (E=3).	Muy posible que ocurra (P=6).

Desastre. Lesiones con heridos muy graves y algunas muertes o daños mayores de 1 millón de dólares (C=40).	Se presenta frecuentemente (diaria) (E=6).	Ocurre frecuentemente (P=10).
Catástrofe. Lesiones, con heridos y muchas muertes. Daños mayores de 10 millones de dólares (C=100).	Está presente continuamente (E = 10).	(P>10).

Los valores recomendados de R y las medidas a tomar son:

$R > 400$	Muy alto.	Paralizar la operación
$200 \leq R \leq 400$	Alto.	Corrección inmediata.
$200 > R > 70$	Importante	Se precisa corrección.
$70 = R \geq 20$	De alguna importancia	Mantener alerta.
$R < 20$	Aceptable	No hay preocupación.

▪ **Método general de Evaluación de Riesgos. (Resolución 31/2002).**

Este método permite evaluar los riesgos al combinar las posibles consecuencias de un accidente debido a la situación peligrosa, con las posibilidades de que ocurra el accidente, éste no utiliza valores estimados numéricos.

En este caso no aparece directamente el factor frecuencia (E), por lo que debe incluirse conceptualmente a la hora de estimar la posibilidad de ocurrencia del accidente.

Las posibles consecuencias, debido a la presencia de la situación peligrosa, se clasifican en tres niveles, que son los siguientes:

Baja:	Lesiones sin baja laboral o discomfort (Ejemplos: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de ojos, dolor de cabeza, etc.)
Media:	Lesiones con baja laboral sin secuelas o patologías que no comprometen la vida (Ejemplos: Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedades que conducen a una incapacidad menor, etc.).

Alta:	Lesiones que provocan secuelas invalidantes o patologías que pueden acotar la vida o provocar la muerte (Ejemplos: Amputaciones, fracturas mayores, lesiones múltiples, lesiones fatales y enfermedades crónicas, etc.).
--------------	--

Las posibilidades de que ocurran los accidentes se clasifican en tres niveles que son los siguientes:

Baja: Rara vez puede ocurrir el accidente.

Media: En algunas ocasiones puede ocurrir el accidente.

Alta: Siempre o casi siempre puede ocurrir el accidente.

El valor del riesgo se estima a partir de las posibles consecuencias y de la posibilidad de que ocurra el accidente por medio de la tabla siguiente:

ESTIMACION DEL VALOR DEL RIESGO		C O N S E C U E N C I A S		
		BAJA	MEDIA	ALTA
POSIBILIDAD	BAJA	Insignificante	Tolerable	Moderado
	MEDIA	Tolerable	Moderado	Alto
	ALTA	Moderado	Alto	Muy alto

Los valores de riesgo y las acciones a tomar aparecen en la tabla siguiente:

VALOR DEL RIESGO	ACCION A TOMAR
INSIGNIFICANTE	No se requiere acción específica No se necesita mejorar la acción preventiva, sin embargo, se deben considerar soluciones rentables o mejoras que no impliquen una carga económica importante.
TOLERABLE	Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control. Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben planificarse para su implantación en un plazo determinado.

MODERADO	Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior, para establecer con más precisión la posibilidad de accidente, como base para determinar la necesidad de mejorar las medidas de control.
ALTO	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo esté asociado a un trabajo que se está realizando, debe resolverse el problema en un tiempo menor al empleado para los riesgos moderados.
MUY ALTO	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

- **Método Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidentes.**

Esta metodología permite cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y, en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección. Para ello se parte de la detección de las deficiencias existentes en los lugares de trabajo para, a continuación, estimar la probabilidad de que ocurra un accidente y, teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias, evaluar el riesgo asociado a cada una de dichas deficiencias.

Esta emplea "niveles" en una escala de cuatro posibilidades, donde se habla de "nivel de riesgo", "nivel de probabilidad" y "nivel de consecuencias". Existe un compromiso entre el número de niveles elegidos, el grado de especificación y la utilidad del método. Si se opta por pocos niveles no se puede llegar a discernir entre diferentes situaciones. Por otro lado, una clasificación amplia de niveles hace difícil ubicar una situación en uno u otro nivel, sobre todo cuando los criterios de clasificación están basados en aspectos cualitativos.

En esta metodología se considera, según lo ya expuesto, que el nivel de probabilidad es función del nivel de deficiencia y de la frecuencia o nivel de exposición a la misma.

El nivel de riesgo (NR) será por su parte función del nivel de probabilidad (NP) y del nivel de consecuencias (NC) y puede expresarse como:

$$NR = NP \times NC$$

El nivel de riesgo se determina en la tabla que se muestra a continuación:

		NR = NP x NC			
		Nivel de probabilidad (NP)			
Nivel de consecuencias (NC)		40-24	20-10	8-6	4-2
		100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600
60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120	
25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50	
10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20	

Determinación del nivel de riesgo y de intervención

El nivel de riesgo viene determinado por el producto del nivel de probabilidad por el nivel de consecuencias. La siguiente tabla establece la agrupación de los niveles de riesgo que originan los niveles de intervención y su significado.

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Significado del nivel de intervención

Es conveniente, una vez que tenemos una valoración del riesgo, contrastar estos resultados con datos históricos de otros estudios realizados. Además de conocer la precisión de los valores obtenidos podremos ver la evolución de los mismos y si las medidas correctoras, desde que se aplicaron, han resultado adecuadas.

Anexo No. 16

Efectos sobre la salud según el tipo de contaminante. Fuente: Redondo, Patricia (2004)

CONTAMINANTE	EFECTO SOBRE LA SALUD
<p>Energía mecánica: ?? Ruido ?? Vibraciones ?? Variaciones de presión</p>	<p>Ruido: hipoacusia, alteraciones en la frecuencia cardiaca, aumento de la frecuencia respiratoria, aumento de la secreción ácida del estómago, trastornos del comportamiento como agresividad, ansiedad, disminución de la atención y de la memoria inmediata.</p> <p>Vibraciones: ?? Muy baja frecuencia provocada por transportes (aviones, barcos, automóviles) trastornos del sistema nervioso central, mareos y vómitos. Baja frecuencia provocada por vehículos de transporte: lumbalgias, lumbociáticas, hernias disco, se agravan lesiones raquídeas menores e inciden sobre trastornos debidas a malas posturas. Trastornos de visión. ?? Alta frecuencia producidas por herramientas manuales como lijadoras, pulidoras, moledoras, martillos, neumáticos, etc.: Trastornos osteomusculares como artrosis del codo, lesiones de muñeca (semilunar o escafoides), afecciones angioneuróticas de la mano (S. de Raynaud), Aumento de la incidencia de enfermedades digestivas.</p>
<p>Energía Térmica: ?? Calor ?? Frío ?? calor/frío ?? humedad ?? ventilación</p>	<p>Calor: Disconfort térmico, eritema vesiculoso y eritematoso, calambres por diaforesis excesiva, astenia, aumento de la morbilidad por enfermedades cardiovasculares, golpe de calor y muerte.</p> <p>Frío: Alteraciones vasculares como Síndrome de Raynaud y acrocianosis.</p>
<p>Energía electromagnética: ?? ionizante (rayos x, rayos gama) ?? no ionizante (ultravioleta, infrarrojo, micro ondas)</p>	<p>Ionizantes: radiodermatitis, síndrome de irradiación aguda, neoplasias, leucemias, cataratas, esterilidad, acortamiento de la esperanza de vida, genéticos (en investigación).</p> <p>No ionizantes: 1. R. Ultravioleta (UV): Pigmentación de piel, bronceado, eritema, queratosis actínica, fotoqueratitis, cataratas, melanoma, carcinoma baso y espinocelular. 2. R. Infrarrojos: quemaduras, aumento de pigmentación, eritema profesional, conjuntivitis, cataratas, lesiones de esclerótida, coroides y retina.</p> <p>Microondas: quemaduras, fatiga por calor. (se desconocen otros efectos).</p>

EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS

Tipo de Efecto		Contaminante	Efecto en el organismo
CORROSIVOS		Ácidos Álcalis	Dstrucción de los tejidos sobre los que actúa el tóxico.
	Tracto Respiratorio Superior	Ácido sulfúrico, Ácido clorhídrico, Hidróxido formaldehído, Ácido nítrico, sódico,	Irritación de la piel o las mucosas
NEUMOCONIÓTICOS		Sílice, Asbesto, Polvo de algodón	Alteración pulmonar por partículas sólidas.
ASFIXIANTES		Dióxido de carbono, Butano, Nitrógeno. Monóxido de carbono, Ácido cianhídrico, Plomo.	Desplazamiento del oxígeno del aire, o alteración de los mecanismos oxidativos biológicos.
ANESTÉSICOS Y NARCÓTICOS		Toluenos, xilenos, Acetona, Etanol, Propano, Isobutanol, Tricloroetileno, Éter etílico	Depresión del sistema Nervioso Central. Generalmente el efecto desaparece cuando desaparece el contaminante.
SENSIBILIZANTES		Isocianatos, fibras vegetales, formaldehído, Polvo de maderas, Aminas aromáticas.	Efecto alérgico del contaminante ante la presencia del tóxico, aunque sea en pequeñísimas cantidades. (Asma, Dermatitis).
CANCERÍGENOS		Benceno, Cloruro de vinilo, Amianto, Bencidina y derivados, Cadmio y compuestos, Berilio.	Cáncer.
SISTÉMICOS	Sistema Nervioso Central	Alcohol metílico, Mercurio, Manganeso, Sulfuro de Carbono.	Alteración de órganos o Sistemas específicos.
	Riñón	Cadmio y compuestos. Manganeso y compuestos. Plomo y compuestos.	
	Hígado	Cloroformo, Nitrosaminas.	

Anexo No. 17

Ficha de toma de datos: Aspectos relacionados con la técnica biocorrectora a utilizar. Fuente: Elaboración Propia.

NOMBRE DE LA TÉCNICA A UTILIZAR		MICROORGANISMO A UTILIZAR			
ETAPAS DE APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN	No. TRAB.	EQUIPOS	SUSTANCIAS A UTILIZAR	OTROS

Breve descripción del microorganismo(s) a utilizar.		Posibles riesgos asociados	
Sustancias a utilizar.		Posibles riesgos asociados	
Posibles riesgos asociados a los equipos.		Posibles riesgos asociados	
Otros		Posibles riesgos asociados	
Observaciones:			

Exposición a:

Agentes Químicos		Tiempo de Exposición (h/día)		Observaciones:
Agentes Físicos		Tiempo de Exposición (h/día)		Observaciones:
Agentes Biológicos		Tiempo de Exposición (h/día)		Observaciones:

Anexo No. 18

Ficha de Toma de Datos: Aspectos Generales de Seguridad y Salud en el Trabajo en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos.

Fuente: Elaboración Propia.

Seguridad y Salud en el Trabajo		Fecha:
Centro de Trabajo		
Responsables		No. de trabajadores implicados:

<i>Descripción del Proceso asociado a los riesgos inherentes a las actividades.</i>	
<i>Legislación</i>	
<i>Equipos de trabajo utilizados</i>	

Productos Químicos que se manipulan

<i>Producto (nombre comercial)</i>	<i>Peligros (frases R, S)</i>	<i>Tareas</i>	<i>Ficha de Seguridad</i>	
			<i>Sí</i>	<i>No</i>

Exposición

<i>Agentes Químicos:</i>	<i>Tiempo de Exposición (h/día)</i>	<i>Observaciones</i>
<i>Medidas de Control</i>		
<i>Agentes Físicos:</i>	<i>Tiempo de Exposición (h/día)</i>	<i>Observaciones</i>
<i>Medidas de Control</i>		
<i>Agentes Biológicos:</i>	<i>Tiempo de Exposición (h/día)</i>	<i>Observaciones</i>
<i>Medidas de Control</i>		

Trabajo Físico

<i>Carga Física</i>		
<i>Posición de Trabajo</i>		
<i>Manipulación de Cargas</i>		
<i>Carga máxima manejo manual</i>	<i>kg</i>	<i>Observaciones</i>
<i>Micro traumatismos repetitivos:</i>		
<i>Se efectúan trabajos repetitivos en extremidades superiores</i> <i>Sí ___ No ___</i>	<i>Observaciones</i>	

Equipos de protección personal (EPP) disponibles

<i>Tipo de EPP</i>	<i>CE</i>	<i>Clase de protección</i>	<i>Tarea en que debe utilizarse</i>

Otros

<i>Otros factores de riesgo laboral que puedan afectar a los trabajadores</i>	<i>Observaciones</i>

Anexo No. 19

Lista de Chequeo. Fuente: Adaptada de la Resolución 39/2007.

MONTACARGAS	Sí	No	No Aplicable
Existen montacargas y no tienen luces delanteras y traseras, ni una señal sonora para la marcha atrás.			
El estado técnico general del montacargas no es bueno, incluyendo sus neumáticos, lo cual puede provocar que la carga que este transporta pueda caer sobre personas.			
El operario del montacargas no posee licencia de conducción F, lo cual puede provocar que realice operaciones indebidas que pongan en peligro a otras personas o a él mismo.			
Se suben y bajan medios con el montacargas en movimiento, lo cual puede provocar la caída de la carga y el atrapamiento de las personas.			
Se transportan trabajadores sobre la orquilla del montacargas, lo cual puede provocar la caída de estos.			
CIRCULACIÓN			
Dentro de la instalación no existen señales de límites de velocidad de 20 km/h, lo cual permite que carros se desplacen a velocidad pudiendo golpear personas.			
Las señales de acceso y salida de vehículos no están debidamente señalizadas, lo cual puede provocar choques entre los que salen y entran.			
La instalación está cercada y la puerta de acceso de vehículos y peatones es la misma, pudiendo quedar atrapadas personas por carros en circulación.			
Se parquean vehículos y otros medios en rampas inclinadas sin el uso de cuñas de seguridad, lo que puede provocar una caída libre del equipo quedando atrapadas personas cercanas a este.			
RESGUARDOS DE MAQUINAS			
El diseño del resguardo de la máquina impide el funcionamiento adecuado de esta, por lo que se retira, lo cual puede provocar que personas se lesionen			
El diseño del resguardo de la máquina no garantiza la protección adecuada de los operarios, lo cual provoca que partes peligrosas queden expuestas al estar en movimiento afectando a personas.			
El resguardo de la máquina se retira y la máquina continua funcionando, lo cual provoca que las personas entren en contacto con partes en movimiento peligrosas.			
Las correas, motores y otros no están resguardados del contacto de personas, lo que puede provocar que las personas queden atrapadas por sus ropas o miembros			

en estos.			
Se emplean materiales y productos nocivos para la limpieza de los equipos, lo cual puede provocar afectaciones de las vías respiratorias en las personas			
El punto de operación de la máquina no se mantiene resguardado adecuadamente, lo cual puede provocar que las personas queden atrapadas por las partes en movimiento			
Existen máquinas de corte o rebanado sin protección adecuada de la zona de corte, lo cual puede provocar lesiones de pérdidas de miembros en personas.			
HERRAMIENTAS			
Se emplean herramientas para otros fines a los que fueron diseñadas, pudiendo golpearse las manos o electrocutarse las personas que las usan.			
Existen riesgos de incendio en el área y se emplean herramientas que generan chispas, lo cual puede provocar incendios al golpear metales por calentamiento de fricción.			
Se dejan herramientas en lugares mal ubicadas, que pueden golpear a personas.			
En los puestos de trabajo que comúnmente se emplean máquinas herramientas manuales, no existen tomacorrientes cercanos, por lo que es necesario el empleo de extensiones eléctricas.			
Se utilizan extensiones eléctricas largas por el piso, no suspendiendo la misma a 2.5 m de altura como mínimo, lo cual puede provocar que las personas entren en contacto con las partes energizadas			
Las herramientas eléctricas portátiles están en mal estado y falta de mantenimiento, lo cual puede provocar electrocución de personas por energización de partes que comúnmente no conducen a corriente eléctrica.			
SEGURIDAD ELÉCTRICA			
Se realizan trabajos en líneas eléctricas energizadas sin la emisión de un permiso de seguridad, lo cual puede provocar que al trasladar un andamio, mover una tubería o una escalera esta haga contacto con las líneas eléctricas o se produzca un salto eléctrico provocando la electrocución.			
La pizarra eléctrica general se mantiene abierta y sin señalización de seguridad, lo cual puede provocar que personas guarden objetos o accedan a estas quedando en contacto con partes energizadas.			
Los desconectivos de la pizarra eléctrica no identifican el área que estos operan, lo cual puede provocar que al ocurrir un accidente o daño, o estar limpiando estas, las			

personas no puedan desconectar oportunamente los equipos.			
Las estructuras metálicas y otras de los equipos eléctricos no están debidamente ancladas a tierra, lo cual puede provocar que en caso de fuga de corriente por la parte no conductora por problemas de aislamiento la persona se electrocute			
Se utilizan herramientas portátiles eléctricas de más de 250 V, lo cual puede provocar que las botas de trabajo no sean lo suficientemente aislantes para proteger al operador al estar sometido a tensiones superiores.			
Se utilizan conductores de tierra de baja capacidad que no garantizan el aterramiento adecuado, lo cual puede provocar que en caso de pases de corriente en el equipo no toda pueda ser descargada a tierra por insuficiente capacidad por alta resistencia y electrocutar a la persona			
No se emplean protecciones eficaces que desconecten el circuito en caso de falla de tierra, lo cual puede provocar que la persona entre en contacto directo con la corriente por estar energizada una parte que comúnmente no conduce corriente (en baños, cocinas, fregaderos, lavaderos u otras es protección obligatoria para tomacorrientes, apliques y otros)			
Las líneas eléctricas y de comunicaciones con voltajes superiores a 24 V no se desconectan cuando están realizando trabajos cercanos a ellas.			
Se ejecutan trabajos en líneas energizadas con más de 50 Volts en lugares secos por un solo trabajador, lo cual puede provocar que este se accidente y no pueda ser socorrido por un ayudante cercano (si está solo quite la corriente)			
Se ejecutan trabajos en líneas energizadas con más de 24 volts en lugares húmedos por un solo trabajador.(se prohíbe terminantemente el uso de voltajes superiores a 24 volts para trabajos en lugares húmedos como cisternas u otros)			
Existen equipos electrotécnicos instalados que no garantizan la seguridad eléctrica por no estar debidamente aterradas sus partes conductoras, pudiendo electrocutarse el operario			
Existen partes conductoras de corriente expuestas, quedando cables pelados expuestos al contacto con personas y su posible electrocución)			
Existen desconectivos o fusibles sobredimensionados que no garantizan la protección del trabajador en caso de falla eléctrica del equipo, lo cual puede provocar un sobrecalentamiento del equipo y a aparición de un incendio o afectaciones del aislamiento del equipo afectando a la persona.			

Se utilizan herramientas para trabajos en sistemas eléctricos que no poseen el debido aislamiento, pudiendo entrar en contacto con la corriente el operador.			
Existen espacios de trabajos o de circulación cerca de pizarras eléctricas o líneas eléctricas energizadas, pudiendo provocar que personas al pasar por estos se electrocuten.			
Se utilizan equipos de soldadura eléctrica que no cumplen con los requisitos de seguridad			
Los tomacorrientes son del mismo tipo para 110 y 220 V, sin embargo no se identifican los mismos para evitar errores, lo cual puede provocar explosiones, incendios, electrocución en personas al someter el equipo a una tensión a la cual no fue diseñada.			
EQUIPOS TRANSPORTADORES Y MEDIOS DE IZAJE			
Se utilizan carretillas cuyos mangos no están debidamente protegidos, pudiendo cortarse o lesionarse las manos el operador al hacer uso de estas.			
Se utilizan equipos de izaje cuya capacidad de carga no está identificada en un lugar visible, lo cual puede provocar que al levantar la carga esta caiga.			
Existen aparatos de izar con cargas suspendidas sin atención de un operador, lo cual puede provocar que estas se muevan o caigan dañando a personas.			
Se realizan movimientos de izaje cerca de líneas eléctricas energizadas, lo cual puede provocar que se electrocuten las personas.			
Los ganchos, eslingas, cables, percheros u otros utilizados para izar equipos no están en buen estado, lo cual puede provocar que estos se fraccionen y caiga la carga.			
ESFUERZO FÍSICO			
Los trabajadores no están debidamente instruidos de la forma correcta de levantar pesos, lo cual provoca la aparición constante de lesiones y dolores en la espalda.			
Los trabajadores no poseen medios adecuados para este tipo de trabajo, lo cual provoca la aparición de lesiones graves en la espalda por esfuerzos excesivos no protegidos.			
El trabajo exige aplicar una gran fuerza muscular, lo que provoca lesiones musculares.			
El trabajo implica frecuentes movimientos repetitivos, provocando trastornos músculo esquelético.			
CILINDROS DE GASES COMPRIMIDOS			
Se almacenan cilindros con gases comprimidos en lugares no apropiados, lo cual puede provocar incendios			

o daños a personas por la explosión de estos.			
Los cilindros vacíos y llenos se encuentren juntos y no identificados, lo cual puede provocar que durante la manipulación de los vacíos se haga contacto con los llenos provocando una explosión.			
El local de almacenamiento no está debidamente ventilado, lo cual puede provocar la concentración de gases combustibles y provocar una explosión.			
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y CONTRA INCENDIOS			
No se confeccionan los listados de medios de protección teniendo en cuenta los riesgos no minimizables, lo cual provoca que no se entreguen medios a personas sometidas a riesgos no eliminados poniendo en peligro su integridad.			
No se garantiza que todos los trabajadores expuestos a riesgos reciban sus medios de protección de forma oportuna.			
Los medios de protección no se almacenan adecuadamente de manera que garanticen su conservación, lo cual provoca que no se puedan utilizar todo el tiempo planificado porque se deterioran			
Existen trabajadores expuestos a la caída de objetos sin el empleo de cascos de protección.			
Los medios de PCI que posee la empresa no están definidos por personal especializado.			
Existen medios de PCI no aprobados por instancias nacionales destinadas para ello.			
El personal no está debidamente capacitado en el uso de los medios de PCI, lo cual provoca que estos no se utilicen eficientemente ante la aparición de un incendio			
Los medios y equipos de PCI no son inspeccionados con la periodicidad que establece la legislación vigente.			
RUIDOS			
Existen procesos ruidosos no aislados debidamente del resto del personal, lo cual provoca la aparición de dolores de cabezas, sorderas temporales y otros.			
Existen ruidos excesivos en el puesto de trabajo y los trabajadores no poseen protección para los oídos.			
ILUMINACIÓN			
No se garantiza una iluminación natural o artificial adecuada en los puestos de trabajo, lo cual provoca afectaciones visuales.			
Los sistemas de iluminación artificial están sucios.			

SUSTANCIAS QUÍMICAS			
No existe un registro de las sustancias químicas o nocivas que se emplean, lo cual puede provocar que se almacenen sustancias que entre ellas puedan reaccionar, provocando explosiones o gases peligrosos.			
Los productos químicos existentes no están debidamente identificados, lo cual puede provocar que se mezclen o utilicen sustancias peligrosas o explosivas.			
Se almacenan sustancias químicas sin cumplir con los requisitos de seguridad establecidos, lo cual puede provocar explosiones, incendios u otros.			
EXPOSICIÓN A AGENTES BIOLÓGICOS			
Los trabajadores conocen el grado de peligrosidad de los contaminantes biológicos que “están” o “pueden estar” presentes en el lugar de trabajo.			
Se evita la posibilidad de que debido a las operaciones que se realizan, los trabajadores puedan sufrir cortes, pinchazos, arañazos, mordeduras o picaduras.			
Existen y son suficientes las medidas de protección y/o medios necesarios para contrarrestar los efectos de riesgo biológico en caso de accidentes (roturas de frascos, cortadas, salpicaduras, pinchazos, etc.).			
Se conocen y/o se cumplen por el trabajador las prácticas microbiológicas adecuadas (PMA) relacionadas con la actividad que realiza.			
Si existe población colindante a la entidad, dicha población está informada de a qué agentes biológicos está expuesta y de cómo debe actuar en caso de que ocurra un accidente biológico.			
CONDICIONES SANITARIAS			
No se garantiza el agua potable para beber a los trabajadores, lo cual puede provocar la aparición de enfermedades en los riñones, en el estomago por no ingerir la cantidad de agua que se requiere.			
No existe un botiquín de primeros auxilios, lo cual puede provocar que un simple accidente se convierta e un hecho lamentable por no tener a manos primeros auxilios.			
OTROS			

Anexo No. 20

Procedimiento para la Gestión del Riesgo Químico. Fuente: Cueto Groero (2009).

El procedimiento que se propone para la mejora de la Gestión del Riesgo Químico es tomado de Cueto Groero (2009), el mismo se divide en tres períodos:

- I. Identificación de Factores de Riesgos Químicos.
- II. Evaluación de Factores de Riesgos Químicos.
- III. Propuesta de Medidas preventivas

En el primer período se caracteriza el proceso objeto de estudio y se identifican los factores de riesgos químicos. El segundo se dedica a evaluar los factores identificados y en el tercero se propone un plan de medidas en materia de prevención para este tipo de riesgo.

La Figura No. 1 amplía el diseño de la propuesta del procedimiento, al mostrar cada uno de sus pasos.



Figura No. 1: Procedimiento para el estudio de factores de riesgos químicos. Fuente: Cueto Groero (2009).

Período I: Identificación de Factores de Riesgos Químicos.

Tiene como objetivo, conocer las actividades que puedan estar expuestas a diferentes agentes químicos y los peligros asociados a estos, a partir del análisis del proceso.

Paso 1: Caracterización del proceso objeto de estudio.

Lo referente a este paso, se obtiene a partir de lo declarado en la etapa 10 del procedimiento descrito en el segundo capítulo de esta investigación, donde se sugieren técnicas que permitan una mejor familiarización con el proceso.

Paso 2: Identificación de las tareas y exposiciones a agentes químicos.

En cada una de las actividades del proceso, se deben identificar las tareas en las que los trabajadores se encuentren expuestos a agentes químicos y su manipulación, especificando el nombre del producto.

Paso 3: Identificación de los productos químicos peligrosos en cada actividad.

Se deben utilizar los nombres químicos y comerciales de los diferentes productos, composición, eventuales impurezas, propiedades físico-químicas. Además toda sustancia tiene en la etiqueta de su frasco los símbolos e indicaciones de peligros de dicho producto químico. En el **Anexo No.20 A** se muestran los símbolos e indicaciones de peligros de los diferentes productos químicos.

Los productos químicos se clasifican en base a su peligrosidad, aspecto que se debe tener en cuenta en este paso, la NC 229: 2002 lo hace de la forma siguiente:

Tabla No. 1: Clasificación de los productos químicos peligrosos. Fuente: NC 229: 2002.

Categoría de peligro	Símbolo	Indicación del peligro
Propiedades físico- químicas		
Explosivo	E	Explosivo
Oxidante	O	Oxidante
Extremadamente inflamable	F+	Extremadamente inflamable
Altamente inflamable	F	Altamente inflamable
Inflamable	No tiene	Inflamable
Efectos sobre la Salud		
Muy tóxico	T+	Muy tóxico
Tóxico	T	Tóxico
Nocivo	Xn	Nocivo
Corrosivo	C	Corrosivo
Irritante	Xi	Irritante
Sensibilizante	Xn	Nocivo
	Xi	Irritante
Carcinogénico		
Categorías 1 y 2	T	Tóxico
Categoría 3	Xn	Nocivo
Mutagénico		
Categoría 1y2	T	Tóxico
Categoría 3	Xn	Nocivo

Tóxico para la reproducción		
Categorías 1y 2	T	Tóxico
Categoría 3	Xn	Nocivo
Peligroso para el medio ambiente	N	

La clasificación de peligrosidad define las distintas categorías de peligro basadas en las características y propiedades siguientes:

- Físico- químicas,
- Toxicológicas;
- Efectos específicos sobre la salud humana.
- Efectos sobre el medio ambiente.

Otro aspecto a tener en cuenta son las fichas de datos de seguridad, que según la NC 229: 2002 es un documento que contiene información sobre un producto, con indicación de sus propiedades físicas y químicas, así como consideraciones relacionadas con la salud y la seguridad, estas son obligatorias en el momento de comercialización del producto.

Según ISO 110141 estas deben contener una serie de aspectos, entre los que se encuentran:

- Identificación del preparado y del responsable de su comercialización.
- Composición, información sobre los componentes.
- Identificación de los peligros.
- Primeros auxilios.
- Manipulación y almacenamiento.
- Protección personal
- Propiedades físicas y químicas
- Información toxicológica
- Información ecológica

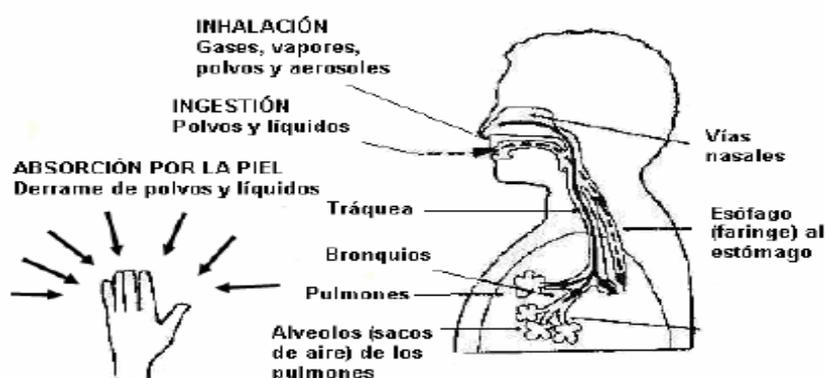
La información se maneja para identificar cuales son los productos químicos peligrosos a utilizar y sus posibles peligros.

Paso 4: Vías de penetración del producto químico en el organismo humano.

Para llevar a cabo este punto se debe usar información relativa a la posible incidencia sobre la salud de los trabajadores expuestos, la población y el medio ambiente (datos

epidemiológicos y otros), con lo que se conoce la vía de contacto (Ver figura No. 2.), que puede ser:

- Vía respiratoria: A través de la nariz, la boca, los pulmones.
- Vía dérmica: A través de la piel.
- Vía digestiva: A través de la boca, estómago, intestinos.



Vías de ingreso de los productos químicos al organismo humano.

Figura No. 2: Vías de ingreso de los productos químicos al organismo humano.

Fuente: Organización Internacional del Trabajo (2004).

La vía respiratoria es la más importante al ser necesaria la inhalación del aire para el funcionamiento normal del organismo, el contaminante que le acompaña penetra fácilmente, posibilitando el contacto del tóxico con zonas muy vascularizadas o incluso donde se van a realizar los intercambios sangre-aire (en los alvéolos pulmonares). Solo las partículas que posean un tamaño adecuado llegaran a éstos. Los gases y vapores penetran con mayor facilidad ya que acompañan al flujo de aire inspirado.

La cantidad total de un contaminante absorbida por vía respiratoria es función de la concentración en el ambiente, del tiempo de exposición y de la ventilación pulmonar.

La vía de la piel comprende toda la superficie que envuelve al cuerpo humano por lo que es la segunda en importancia. No todas las sustancias pueden penetrar a través de la piel, siendo para algunas la piel impermeable, no obstante, la contribución a la intoxicación por esta vía suele ser significativa y para algunas sustancias es incluso vía principal de penetración.

La vía digestiva es de poca importancia, salvo en operarios con hábitos de comer y fumar en el puesto de trabajo.

Paso 5: Efectos del producto químico en el organismo humano.

Muchos son los efectos que producen las sustancias al organismo, una vez que un producto químico penetra en nuestro cuerpo, puede provocar distintos efectos perjudiciales, como efectos inmediatos (agudos), o a largo plazo (crónicos), que pueden no aparecer hasta años después de la exposición.

Los productos químicos peligrosos también pueden provocar consecuencias locales y sistémicas, según la naturaleza del producto y la vía de la exposición. El efecto local se produce cuando el producto químico queda atrapado en algún área de la vía de penetración y el sistémico cuando llega hasta el torrente sanguíneo y es transportada junto con la sangre a todo el organismo, produciendo daños en el funcionamiento de uno o varios sistemas del organismo.

Los efectos se pueden clasificar según sea su propiedad tóxica, en la Tabla No. 2, dada por la Organización Internacional del Trabajo, en lo adelante OIT, se muestran algunos de los tipos de efectos tóxicos que determinadas sustancias químicas industriales pueden provocar. Se observa la propiedad tóxica del producto (por ejemplo, si es cancerígeno, venenoso, provoca reacción alérgica, entre otros.), la parte del organismo que afecta, cuánto tarda en desarrollarse la afección, el tipo de efecto que ocasiona y algunos ejemplos de productos que provocan esos efectos.

Tabla No. 2: Tipos de efectos tóxicos provocados por sustancias químicas industriales. Fuente: OIT (2004).

Propiedad tóxica	Parte del organismo afectada	Tiempo que tarda en aparecer la afección	Efecto	Ejemplo
Irritante o corrosiva	Cualquiera, pero normalmente los ojos, los pulmones y la piel	De unos minutos a varios días	Inflamación, quemaduras y ampollas de la zona expuesta. Con frecuencia se cura tras una exposición aguda. La exposición crónica puede provocar daños permanentes.	Amoníaco, ácido sulfúrico, óxido de nitrógeno, sosa cáustica.
Fibrógena	Normalmente los pulmones	Años	Pérdida gradual acumulada de la función de los pulmones que provoca discapacidad y muerte si hay una exposición crónica.	Polvo de bauxita, amianto, bagazo

Alérgica	Cualquiera, pero frecuentemente los pulmones y la piel.	De días a años	En los pulmones puede provocar enfermedades crónicas similares al asma e incapacidad permanente. En la piel puede producir dermatitis profesional.	Diisocianato de tolueno (DIT), endurecedores por aminas para resinas epóxido.
Dermatítica	Según la piel.	De días a años.	Sarpullidos con inflamación y escamación de la piel. Puede proceder de una exposición crónica a productos irritantes, agentes alergénicos, solventes o detergentes.	Ácidos muy ionizados, álcalis, detergentes, tetracloruro de carbono, tricloroetileno.
Carcinógena	Cualquier órgano, pero frecuentemente la piel, los pulmones y la vesícula.	De 10 a 40 años.	Cáncer en el órgano o el tejido afectado. A largo plazo, puede provocar muerte prematura.	2-naftilamina, algunos alquitranes y aceites, benzidina, amianto.
Venenosa	Cualquier órgano, pero frecuentemente el hígado, el cerebro y los riñones.	De pocos minutos a muchos años.	Muerte de células de órganos vitales con imposibilidad del órgano de desempeñar importantes funciones biológicas. Puede ocasionar la muerte.	Tetracloruro de carbono, mercurio, cadmio, monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno.
Asfixiante	Pulmones	Minutos	Los gases sustituyen el contenido normal de oxígeno del aire.	Acetileno, dióxido de carbono

Paso 6: Almacenamiento y manipulación de productos químicos.

En el almacenamiento de agentes químicos debe diferenciarse entre aquellas áreas o zonas destinadas exclusivamente a almacenamiento y las situaciones en que, por necesidades de proceso, se requiere la presencia de cantidades de productos químicos peligrosos en el lugar de trabajo.

Es preciso establecer un plan de almacenamiento que permita, en caso de incidente (fuga, derrame, incendio), conocer con rapidez y precisión la naturaleza de los productos almacenados, su cantidad y su localización dentro del almacén.

En las actividades de almacenamiento, en el caso que se acumulen sustancias químicas, bien sea en laboratorios o propiamente en almacenes, se debe tener en cuenta las incompatibilidades entre las sustancias, debido a la capacidad que tienen

algunas de reaccionar entre ellas, pudiendo provocar accidentes o emergencias químicas, por lo que se hace necesario almacenarlas en locales separados.

En el **Anexo No.20 B** se presenta una lista de las incompatibilidades entre diferentes sustancias químicas.

En la Tabla No. 3 se muestra un criterio general para conocer las Incompatibilidades para el almacenamiento de productos químicos. Para cualquier otro tipo de clasificación de peligrosidad de los productos, se procede a estudiar a fondo las posibles incompatibilidades de almacenamiento.

Tabla No. 3: Incompatibilidades para el almacenamiento de productos químicos.

Fuente: ASEPEYO. Dirección Seguridad e Higiene (2003)

	Explosivos	Comburentes	Inflamables	Tóxicos	Corrosivos	Nocivos
Explosivos	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Comburentes	NO	SI	NO	NO	NO	?(2)
Inflamables	NO	NO	SI	NO	?(1)	SI
Tóxicos	NO	NO	NO	SI	SI	SI
Corrosivos	NO	NO	?(1)	SI	SI	SI
Nocivos	NO	?(2)	SI	SI	SI	SI

?(1) Se podrán almacenar conjuntamente si los productos corrosivos no están envasados en componentes frágiles.

?(2) Podrán almacenarse juntos si se adoptan medidas de prevención.

Otra forma de incompatibilidad según el tipo de producto químico dada por la fuente citada anteriormente se muestra en el **Anexo No.20 C**.

En este paso se deben tener en cuenta una serie de medidas preventivas como:

- Separaciones entre los productos químicos incompatibles.
- Tipos de recipientes / tamaño.
- Limitar cantidades almacenadas.
- Ventilación adecuada.
- Procedimientos para la manipulación.
- Establecer distintas zonas de almacenamiento para los productos químicos.

Período II: Evaluación de Factores de Riesgos Químicos

Tiene como objetivo realizar la evaluación y conocer el grado de prioridad de cada uno de los factores de riesgos químicos, utilizando técnicas y herramientas específicas para su control, además de la conformación del plan de medidas preventivas.

Paso 7: Evaluación de los Factores de Riesgos Químicos.

Se recomienda utilizar la metodología simplificada de evaluación del riesgo de accidente por agentes químicos dada por Piqué Ardanuy, (2008).

La metodología de evaluación del riesgo de accidente químico tratada es una propuesta encaminada a facilitar a las empresas con presencia de Agentes Químicos Peligrosos (AQP), sean o no industria química, la tarea de identificar los peligros y evaluar los riesgos asociados a la utilización de los citados productos, a fin de poder realizar una correcta y objetiva planificación preventiva a partir de los resultados obtenidos con su aplicación.

La metodología propuesta permite categorizar la magnitud de los riesgos existentes y, en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección. Para ello se parte de la identificación de las deficiencias existentes en las instalaciones, equipos, procesos, tareas, entre otros, con Agentes Químicos Peligrosos, en lo adelante AQP. Tales deficiencias o incumplimientos se relacionan con las frases R asignadas a los distintos AQP que intervienen, obteniendo de este modo el nivel de peligrosidad objetiva (NPO) de la situación. A continuación, se establece la frecuencia de exposición al nivel de peligrosidad identificado y teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias, se evalúa el riesgo, obteniendo el nivel estimado para la situación valorada.

El método evalúa el nivel de riesgo como el producto de tres variables:

$$NR = NPO \cdot NE \cdot NC$$

donde:

NR: nivel de riesgo

NPO: nivel de peligrosidad objetiva

NE: nivel de exposición

NC: nivel de consecuencias

Seguidamente se describe el proceso para la estimación de las variables citadas.

Nivel de peligrosidad objetiva (NPO)

Se conoce como nivel de peligrosidad objetiva a la magnitud de la vinculación esperable entre el conjunto de factores de riesgo considerados y su relación causal directa con el posible accidente.

El punto de partida de la evaluación debe permitir identificar las deficiencias existentes en las instalaciones, equipos, procesos, tareas, entre otros, con AQP, para lo que se propone partir de un cuestionario de chequeo (**Ver Anexo No.20 D**) ajustado a las características o necesidades de las instalaciones, procesos y tareas que existen en la empresa a evaluar.

El cuestionario se plantea para verificar el grado de adecuación respecto a una serie de cuestiones que se presumen básicas para establecer el nivel de deficiencia en las instalaciones, equipos, procesos, tareas con AQP. En muchas ocasiones se precisa concretar su contenido, sustituyendo o complementando las cuestiones planteadas por otras que se ajusten a las exigencias legales o reglamentarias vigentes en cada momento o lugar, o a la situación o necesidades de la empresa que lo aplica.

El cuestionario es estructurado en cinco bloques que tienen por objetivo identificar deficiencias de distinta tipología asociadas a la presencia de AQP:

- Identificación de agentes químicos.
- Almacenamiento/envasado de agentes químicos.
- Utilización/proceso de agentes químicos.
- Organización de la prevención en el uso de agentes químicos.
- Uso de EPP e instalaciones de socorro.

Las deficiencias o incumplimientos identificados con la aplicación del cuestionario son, en si mismas, insuficientes para valorar objetivamente el nivel de inseguridad. Para evaluar el riesgo de accidente químico es importante saber cómo se trabaja, y con qué se trabaja.

Para valorar objetivamente el nivel de peligrosidad asociado a tal deficiencia se debe conocer el producto con que se trabaja. La cumplimentación del cuestionario nos proporciona información y conocimiento del nivel de deficiencia global de la empresa. Para evaluar el nivel de riesgo puntual y concreto de cada tarea o actividad, se aplica el NE y el NC a cada una de las cuestiones que suponen un incumplimiento al que a su vez se ha asignado un determinado NPO. Con lo que se conoce el NR de cada una de las deficiencias identificadas.

Cualquier respuesta negativa a cada pregunta del cuestionario implica un determinado nivel de deficiencia que en algunos casos es independiente del AQP implicado (se indica en el propio cuestionario) pero en general, depende de las frases R asignadas al AQP. La metodología tan solo es aplicable a AQP que tengan asignada una frase R, es decir, a productos comercializados y que no pueda aplicarse a productos que no dispongan de frase R; como productos intermedios, subproductos, residuos, entre otros. Se debe conocer la peligrosidad intrínseca de tales productos y extrapolarla a la frase R más representativa.

Para cada cuestión, se obtiene una calificación que puede ser, muy deficiente, deficiente o mejorable, en función de los factores de riesgo presentes y de la peligrosidad intrínseca del AQP, conocida por sus frases de riesgo R. No se califica la cuestión no. 1 de la lista expuesta en el **Anexo No.20 D**, debido que al plantearse como una pregunta "llave", su respuesta negativa significa que en la empresa no existen AQP, por tanto, no procede seguir cumplimentando el cuestionario.

Tabla No. 4: Criterios de valoración. Fuente: Piqué Ardanuy, (2008).

Cuestión nº	MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
5,7	R1a, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R26, R27, R28, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R23, R24, R25, R29, R30, R34, R41, R44	R20, R21, R22, R36, R37, R38
8			
9	R7, R12, R26	R10, R11, R23, R30	R20, R36, R37, R38
10	R7, R12, R14, R15, R17, R18, R19, R26, R27, R35, R39	R10, R11, R23, R24, R30, R34	R20, R21, R36, R37, R38
11	R1a, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19	R8, R9, R10, R11, R18, R30, R44	
12, 13, 14	R1a, R6, R7, R12, R16, R17, R19, R26, R27, R35, R39	R9, R10, R11, R18, R23, R24, R30, R34, R41, R68	R20, R21, R36, R37, R38
17	R7, R12, R16, R17, R26, R27, R28, R35, R39	R10, R11, R18, R23, R24, R25, R30, R34, R41, R68	R20, R21, R22, R36, R37, R38, R65
18	R7, R12	R10, R11, R18, R30	
19	R1a, R6, R12, R15	R8, R10, R11, R18, R30	
21, 22, 23	R1a, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R26, R27, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R23, R24, R30, R34, R41, R44	R20, R21, R36, R37, R38
25	R2, R3, R5, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19	R8, R9, R10, R11, R18, R30, R44	
26	R26, R27, R35, R39	R23, R24, R34, R41, R68	R20, R21, R36, R37, R38
27	R7, R12, R26, R27, R35, R39	R10, R11, R18, R23, R24, R30, R34, R41, R68	R20, R21, R36, R37, R38
29	R1a, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R27, R28, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R24, R25, R30, R34, R41, R44	R37
30,31	R1a, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R26, R27, R28, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R23, R24, R25, R30, R34, R41, R44	R20, R21, R22, R36, R37, R38
33			R20, R37
41, 42	R26, R27, R35, R39	R23, R24, R34, R41, R68	R20, R21, R36, R37, R38

En función del conjunto de respuestas, se obtiene una calificación global del nivel de deficiencia, que puede ser muy deficiente, deficiente, mejorable o aceptable según los siguientes criterios:

- La calificación global es muy deficiente (MD) si alguna de las cuestiones es calificada con esta categoría o bien si más del 50% de las cuestiones aplicables reciben evaluación deficiente.
- La calificación global es deficiente (D) si, no siendo MD, alguna de las cuestiones es calificada como deficiente o bien si más del 50% de las cuestiones aplicables reciben la calificación de mejorable (M).
- La calificación global es mejorable si, no obteniendo MD ni D, alguna de las cuestiones es calificada como mejorable.
- La calificación global es aceptable en los demás casos.

Los valores numéricos son asignados a cada nivel de peligrosidad objetiva y el significado de los mismos, se indican en la Tabla No. 5.

Tabla No. 5 Determinación del nivel de peligrosidad objetiva. Fuente: Piqué Ardanuy, (2008).

PELIGROSIDAD OBJETIVA	NPO	SIGNIFICADO
Aceptable	-	No se han detectado anomalías destacables. El riesgo está controlado. Comporta tomar las medidas establecidas en el nivel de riesgo 1 de la tabla VI.
Mejorable	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. El conjunto de medidas preventivas existentes con respecto al riesgo admite mejoras.
Deficiente	6	Se han detectado factores de riesgo que precisan ser corregidos. El conjunto de medidas preventivas existentes con respecto al riesgo no garantiza un control suficiente del mismo.
Muy Deficiente	10	Se han detectado factores de riesgo significativos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.

Consideraciones adicionales para el correcto uso del **Anexo No.20 D** y la tabla No. 5

- El cuestionario es propuesto a título orientativo y abierto; en ningún caso debe considerarse exhaustivo y cerrado. Cada empresa lo debe ajustar a sus necesidades.
- Para los productos que no dispongan de frase R, como pueden ser los productos intermedios, subproductos, residuos, entre otros, se debe conocer la peligrosidad intrínseca de tales productos y extrapolarla a la frase R más representativa.

- Las cuestiones número 28, 40 y 43 de la lista de chequeo mostrada en el **Anexo No.20 D** se plantean a modo de compendio resumen de la cuestiones del mismo bloque (15 a 27, 29 a 39 y 41 a 42 respectivamente, del **Anexo No.20D**) y quedan abiertas a otros incumplimientos que, no estando contemplados en el cuestionario, son identificados por la persona que lo aplica. Se valoran con la calificación genérica de Deficiente, aunque tal valoración debe sustituirse por la que obtiene el técnico analista que, como la propia lista contempla en la cuestión nº 44, debe citar y valorar.
- El uso que se hace en la Tabla No. 5 de las frases R 20, R 23 y R 26 respectivamente en las columnas de Mejorable, Deficiente y Muy Deficiente es en concepto de efectos agudos (nunca efectos crónicos) y su aplicación debe asimilarse a los valores de la concentración inmediatamente peligroso para la vida y la salud (IPVS) asignados a los distintos productos.
- Si el producto dispone de combinaciones de frases R, en la Tabla No. 5 se usan las mismas en lugar de la frase R indicada. Así por ejemplo si en la etiqueta aparecen las frases R 14/15, se sustituye a la R 14 y R 15 de la citada Tabla.
- Ante la existencia de frases R que conduzcan a distinto nivel de peligrosidad, se toma el mayor de ellos.

Nivel de exposición (NE)

El nivel de exposición es un indicador de la frecuencia con la que se presenta la manifestación de un determinado riesgo. Este se puede estimar en función de los tiempos de permanencia en áreas y/o tareas en que se haya identificado el riesgo. Su significado se muestra en la tabla No.6.

Tabla No. 6 Determinación del nivel de exposición. Fuente: Piqué Ardanuy, (2008).

NE	SIGNIFICADO
1	Ocasionalmente.
2	Alguna vez en su jornada laboral y con período corto de tiempo.
3	Varias veces en su jornada laboral en tiempos cortos.
4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.

Los valores numéricos asignados, como puede observarse en la Tabla No. 6, son inferiores a los asignados para el nivel de peligrosidad objetiva, dado que , si la

situación de riesgo es controlada, una exposición alta no debe ocasionar el mismo nivel de riesgo que una deficiencia alta con exposición baja.

Nivel de consecuencias (NC)

Se consideran las consecuencias normalmente esperadas en caso de materialización del riesgo. Se establecen cuatro niveles de consecuencias que categorizan los daños personales esperados en caso de que el riesgo se materialice.

En la tabla No. 7 se muestra el valor numérico asignado a las consecuencias, siendo muy superior a los de peligrosidad objetiva y exposición, dado que la ponderación de las consecuencias debe tener siempre un mayor peso en la valoración del riesgo.

Tabla No. 7 Determinación del nivel de consecuencias. Fuente: Piqué Ardanuy, (2008).

NE	SIGNIFICADO
10	Pequeñas lesiones
25	Lesiones normalmente reversibles
60	Lesiones graves que pueden ser irreversibles
100	Uno o varios muertos

Nivel de riesgo (NR)

Todos los pasos seguidos conducen a la determinación del nivel de riesgo, que se obtiene por el producto del nivel de peligrosidad objetiva por el nivel de exposición y por el nivel de consecuencias (Tabla No. 8)

En la Tabla No. 9 se detalla el significado de los cuatro niveles de riesgo obtenidos.

Tabla No. 8 Determinación del nivel de riesgo. Fuente: Piqué Ardanuy, (2008).

		(NPO x NE)			
		2 - 4	6 - 8	10 - 20	24 - 40
(NC)	10	20 - 40	60 - 80	100 - 200	240 - 400
	25	50 - 100	150 - 200	250 - 500	600 - 1000
	60	120 - 240	360 - 480	600 - 1200	1440 - 2400
	100	200 - 400	600 - 800	1000 - 200	2400 - 4000

Tabla No. 9 Significado de los diferentes niveles de riesgo. Fuente: Piqué Ardanuy, (2008).

NIVEL DE RIESGO	NR	SIGNIFICADO
1	20 - 40	Mejorar en lo posible. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas actuales
2	50 - 120	Establecer medidas de reducción del riesgo e implantarlas en un período determinado
3	150 - 500	Corregir y adoptar medidas de control a corto plazo
4	600 - 4000	Situación que precisa de una corrección urgente

Luego de conocer el significado de los diferentes niveles de riesgos, se recomienda conformar una ficha por cada una de las actividades o puestos de trabajos evaluados, donde se muestre el nivel de exposición, consecuencias y riesgos, para de esta manera conformar un plan de medidas según el significado del nivel de riesgo.

Período III: Propuestas de medidas preventivas

Paso 8: Medidas preventivas a adoptar.

Esta etapa tiene como objetivo la confección de un grupo de medidas preventivas, para minimizar posibles situaciones peligrosas y de esta forma menguar la probabilidad de materialización de factores de riesgo de origen químico presentes durante la ejecución de la actividad laboral.

Una vez realizada la evaluación de riesgos químicos que arroje como resultado situaciones inseguras, se deben llevar a cabo las siguientes actuaciones.

- Establecer las prioridades preventivas: Definir un orden de actuación sobre los riesgos, en función de su gravedad y el posible número de trabajadores afectados.
- Una vez establecido el orden de actuación, deben adoptarse las medidas preventivas con un orden de prioridad.

La acción preventiva se planifica a partir de una evaluación inicial de los riesgos químicos, además se deben tener en cuenta los métodos de trabajo, para de esta forma garantizar un mayor nivel de protección sobre los trabajadores.

De forma general la etapa consiste en plasmar en un modelo las acciones planificadas y los responsables, para eliminar o minimizar las posibles deficiencias detectadas durante el proceso de evaluación, que se pueden materializar durante la ejecución de las diferentes actividades.

Anexo No.20 A

Símbolos e indicaciones de peligros de los diferentes productos químicos.

Fuente: Ortega, Antonio (2006).

ETIQUETADO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS
PICTOGRAMAS DE PELIGROSIDAD



Anexo No. 20 B

Incompatibilidades entre diferentes sustancias químicas. Fuente: INSHT. Real Decreto 374/2001, España.

	 F Inflamable	 E Explosivo	 T Tóxico	 Radioactivo	 O Comburente	 Xn Nocivo Xi Irritante
 F Inflamable	+	-	--	--	-	+
 E Explosivo	-	+	-	-	-	-
 T Tóxico	-	-	+	-	-	+
 Radioactivo	-	-	--	+	-	--
 O Comburente	-	-	-	-	+	○
 Xn Nocivo Xi Irritante	+	-	+	-	○	+

+ Se pueden almacenar conjuntamente.

○ Solamente podrán almacenarse juntas, si se adoptan ciertas medidas específicas de prevención.

-- No deben almacenarse juntas.

Anexo No.20 C

Incompatibilidades para el almacenamiento según el tipo de producto químico.

Fuente: ASEPEYO. Dirección Seguridad e Higiene (2003).

NÚMERO	GRUPO QUÍMICO	NO ALMACENAR CON GRUPOS CUYOS NÚMEROS SE INDICAN
1	Ácidos inorgánicos	2-8, 10, 11, 13, 14, 16-19, 21, 22, 23
2	Ácidos orgánicos	1, 3, 4, 7, 14, 16, 17-19, 22
3	Productos cáusticos	1, 2, 6, 7, 8, 13-18, 20, 22, 23
4	Aminas y alcanolaminas	1, 2, 5, 7, 8, 13-18, 23
5	Compuestos halogenados	1, 3, 4, 11, 14, 17
6	Alcoholes, glicoles, glicol-éteres	1, 7, 14, 16, 20, 23
7	Aldehídos	1-4, 6, 8, 15-17, 19, 20, 23
8	Cetonas	1, 3, 4, 7, 19, 20
9	Hidrocarburos saturados	20
10	Hidrocarburos aromáticos	1, 20
11	Olefinas	1, 5, 10
12	Aceites de petróleo	20
13	Esteres	1, 3, 4, 19, 20
14	Monómeros, ésteres polimerizables	1-6, 15, 16, 19-21, 23
15	Fenoles	3, 4, 7, 14, 16, 19, 20
16	Oxidos de alquileo	1-4, 6, 7, 14, 15, 17-19, 23
17	Cianhidrinas	1-5, 7, 16, 19, 23
18	Nitrilos	1-4, 16, 23
19	Amoníaco	1-2, 7, 8, 13-17, 20, 23
20	Halógenos	3, 6-15, 19, 21, 22
21	Eteres	1, 14, 20
22	Fósforo elemental	1-3, 20
23	Anhídridos de ácidos	1, 3, 4, 6, 7, 14, 16-19

Anexo No.20 D

Cuestionario de chequeo para identificación de factores de riesgo de accidente por AQP Fuente: Piqué, Ardanuy (2008).

	SI	NO	No procede	Respuesta negativa implica	Calificación
1. Se almacenan, usan, producen,...., Agentes Químicos Peligrosos (AQP), ya sean materias primas, productos intermedios, subproductos, productos acabados, residuos, productos de limpieza, etc.				No debe cumplimentarse el cuestionario	
Sobre identificación de agentes químicos					
2. Están identificados e inventariados los AQP presentes durante el trabajo, sea esta presencia con carácter ordinario o con carácter ocasional.					MUY DEFICIENTE
3. Están correctamente señalizados por etiqueta los envases originales de los AQP.					MUY DEFICIENTE
4. La señalización anterior se mantiene cuando se trasvasa el AQP a otros envases o recipientes.					MUY DEFICIENTE
5. En tuberías que contengan AQP se han pegado, fijado o pintado etiquetas de identificación del producto y el sentido de circulación de los fluidos.				Ir a tabla I.2	
6. Las etiquetas se han colocado a lo largo de la tubería en número suficiente y en zonas de especial riesgo (válvulas, conexiones, etc.).					MEJORABLE
7. Se dispone de la ficha de datos de seguridad (FDS) de todos los AQP que están o pueden estar presentes durante el trabajo y, en su caso, información suficiente y adecuada de aquellos AQP que no dispongan de FDS (residuos, productos intermedios,...)				Ir a tabla I.2	

Sobre almacenamiento /envasado de agentes químicos

8. Los AQP se almacenan en recintos especiales, agrupados por comunidad de riesgo y suficientemente aislados (por distancia o por pared divisoria) de los incompatibles o que pueden generar reacciones peligrosas.				Ir a tabla I.2	
9. El área de almacenamiento está correctamente ventilada, sea por tiro natural o forzado.					DEFICIENTE
10. Las áreas de almacenamiento, utilización y/o producción, cuando la cantidad y/o la peligrosidad del producto lo requieran, garantiza la recogida y conducción a una zona o recipiente seguro de fugas o derrames de AQP en estado líquido.					DEFICIENTE
11. Está prohibida la presencia o uso de focos de ignición "sin control" en el almacén de AQP inflamables y se verifica y garantiza exhaustivamente el cumplimiento de tal prohibición.				Ir a tabla I.2	
12. Los envases y embalajes que contienen AQP ofrecen suficiente resistencia física o química y no presentan golpes, cortes o deformaciones.				Ir a tabla I.2	
13. Los envases que contienen AQP son totalmente seguros (cierre automático, cierre de seguridad con enclavamiento, doble envoltorio, revestimiento amortiguador de choques, etc.)				Ir a tabla I.2	

14. El transporte de envases, sea por medios manuales o mecánicos, se realiza mediante equipos y/o implementos que garantizan su estabilidad y correcta sujeción.				Ir a tabla I.2	
Sobre utilización/proceso de agentes químicos					
15. En el puesto de trabajo y/o su entorno inmediato sólo permanece la cantidad de AQP estrictamente necesaria para el trabajo inmediato (nunca cantidades superiores a las necesarias para el turno o jornada de trabajo).					MEJORABLE
16. Los AQP existentes en el lugar de trabajo para el uso en el turno o jornada y no utilizados en ese momento, están depositados en recipientes adecuados, armarios protegidos o recintos especiales.					MEJORABLE
17. Se evita trasvasar AQP por vertido libre y pipetear con la boca				Ir a tabla I.2	
18. Se controla rigurosamente la formación y/o acumulación de cargas electrostáticas en el trasvase de líquidos inflamables				Ir a tabla I.2	
19. La instalación eléctrica en las zonas con riesgo de atmósferas inflamables es antiexplosiva, al tiempo que están controlados los focos de ignición de cualquier tipología (*)					
20. La instalación eléctrica de equipos, instrumentos, salas y almacenes de productos corrosivos es adecuada				Ir a tabla I.2	
21. Las características de los materiales, equipos y herramientas son adecuadas a la naturaleza de los AQP que se utilizan.				Ir a tabla I.2	

22. Se comprueba la ausencia de fugas y, en general, el correcto estado de las instalaciones y/o equipos antes de su uso.				Ir a tabla I.2	
23. En aquellos equipos o procesos que lo requieren, existen sistemas de detección de condiciones inseguras (nivel del LII en un túnel de secado, temperatura/presión de un reactor, nivel de llenado de un depósito,...) asociados a un sistema de alarma.				Ir a tabla I.2	
24. Los sistemas de detección existentes, cuando se precisa ante situaciones críticas, actúan sobre una o varias de las siguientes opciones: paro del proceso, detención de la alimentación de productos, activación de sistemas de barrido de seguridad, provocan el venteo de la instalación, etc.					DEFICIENTE
25. Los venteos y salidas de los dispositivos de seguridad para productos inflamables / explosivos están canalizados a lugar seguro y cuando se precisa dotados de antorchas				Ir a tabla I.2	
26. Para productos tóxicos o corrosivos existen medios para el tratamiento, absorción, destrucción y/o confinamiento seguro de los efluentes provenientes de los dispositivos de seguridad y de los venteos.				Ir a tabla I.2	
27. Las operaciones con posibles desprendimientos de gases, vapores, polvos, etc., de AQP se realizan mediante procesos cerrados ó, en su defecto, en áreas bien ventiladas o en instalaciones dotadas de aspiración localizada.				Ir a tabla I.2	
28. Con carácter general, se han implantado las medidas de protección colectiva necesarias para aislar los AQP y/o limitar la exposición y/o contacto de los trabajadores a los mismos.					DEFICIENTE

Sobre organización de la prevención en el uso de agentes químicos				
29. Se exige autorización de trabajo para la realización de operaciones con riesgo en recipientes, equipos o instalaciones que contienen o han contenido AQP			Ir a tabla I.2	
30. Está garantizado el control de accesos de personal foráneo o personal no autorizado a zonas de almacenamiento, carga/descarga o proceso de AQP.			Ir a tabla I.2	
31. Los trabajadores han sido explícita y adecuadamente informados de los riesgos asociados a los AQP y formados correctamente sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.			Ir a tabla I.2	
32. Los trabajadores tienen acceso a la FDS suministrada por el proveedor.				MEJORABLE
33. Se dispone de procedimientos escritos de trabajo para la realización de tareas con AQP			Ir a tabla I.2	
34. Existe un programa de mantenimiento preventivo de aquellos equipos o instalaciones de cuyo correcto funcionamiento dependa la seguridad del proceso.				DEFICIENTE
35. Está garantizada la limpieza de puestos y locales de trabajo. (Se ha implantado un programa y se controla su aplicación).				MEJORABLE
36. Se dispone de medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o para el control de fugas y existen instrucciones de actuación.				DEFICIENTE

37. Existe un programa de gestión de residuos y se controla su aplicación.					DEFICIENTE
38. Se han implantado normas de higiene personal correctas (lavarse las manos, cambiarse de ropa, prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo, etc.) y se controla su aplicación.					MEJORABLE
39. Se dispone de Plan de Emergencia ante situaciones críticas en las que se vean involucrados AQP (fugas, derrames, incendio, explosión, etc.).					MUY DEFICIENTE
40. Con carácter general, se han implantado las medidas organizativas necesarias para aislar los AQP, limitar la exposición y contacto de los trabajadores con los mismos, contemplando la posible existencia de trabajadores especialmente sensibles					
Sobre uso de EPI e instalaciones de socorro					
41. Se dispone y se controla el uso eficaz de los equipos de protección individual (EPI) necesarios en las distintas tareas con riesgo de exposición o contacto con AQP.				Ir a tabla I.2	
42. Existen duchas descontaminadas y fuentes lavavojos próximas a los lugares donde sea factible la proyección de AQP.				Ir a tabla I.2	
43. Con carácter general, se hace una correcta gestión de los EPI, de la ropa de trabajo y de las instalaciones de socorro.					DEFICIENTE
44. Se aprecian otras deficiencias o carencias en cuanto a las protecciones colectivas, medidas organizativas y uso de EPI. Citarlas y valorarlas (**)					

(*) Para conocer si hay riesgo de atmósfera explosiva tendría que clasificarse previamente la zona de trabajo en función de la presencia de sustancias inflamables y, en su caso, verificarlo con un explosímetro.

(**) Esta cuestión se debería complementar y desarrollar cuando se haya respondido NO a alguna de las cuestiones nº 28, 40 y 43

Anexo No.21

Sistema de indicadores para la evaluación del desempeño de la Seguridad e Higiene Ocupacional. Fuente: Velásquez, Zaldívar (2004).

CLASIFICACIÓN (EFICIENCIA O DE EFICACIA)	INDICADOR (QUÉ).	OBJETIVO (POR QUÉ)	FÓRMULA (CÓMO)
Efectividad	Índice de Eliminación de Condiciones Inseguras (IECI).	Mostrar en que medida se ha cumplido con las tareas planificadas de eliminación o reducción de condiciones inseguras.	$IECI = (CIE / CIPE) * 100$ donde CIE: Condiciones Inseguras Eliminadas en el período analizado. CIPE: Condiciones Inseguras Planificadas a Eliminar en el período.
	Índice de accidentalidad (IA)	Indicar el porcentaje de reducción de la accidentalidad con relación al período precedente.	$IA = [(CA2 - CA1) / CA1] * 100,$ donde: CA2: Cantidad de accidentes en el período a evaluar. CA1: Cantidad de accidentes en el período anterior

	Índice de Mejoramiento de las Condiciones de Trabajo (IMCT)	<p>Objetivo: Reflejar en que medida el desempeño del sistema de Seguridad e Higiene Ocupacional, propicia el mejoramiento sistemático de las condiciones de los puestos de trabajo a partir de la evaluación de cada puesto de trabajo seleccionado para el estudio mediante una lista de chequeo.</p>	<p>$IMCT = (CPEB / TPE) * 100$, donde: CPEB: Cantidad de Puestos Evaluados de Bien en cuanto a condiciones de trabajo. TPE : Total de puestos evaluados.</p>
Eficiencia	Eficiencia de la Seguridad (ES)	<p>Reflejar la proporción de riesgos controlados del total de riesgos existentes.</p>	<p>$ES = [TRC / TRE] * 100$, donde: TRC: Total de riesgos controlados. TRE: Total de riesgos Existentes</p>
	Indicador de Trabajadores Beneficiados (TB)	<p>Reflejar la proporción de trabajadores que resultan beneficiados con la ejecución del plan</p>	<p>$TB = (TTB / TT) * 100$, donde: TTB: Total de Trabajadores que se benefician con el conjunto de medidas tomadas. TT: Total de Trabajadores del</p>

		de medidas.	área.
	Índice de Riesgos No Controlados por Trabajador (IRNCT)	Mostrar la cantidad de riesgos no controlados por cada k trabajadores, lo que refleja la potencialidad de ocurrencia de accidentes de trabajo en la organización.	$TB = (TTB / TT) * 100$, donde: TTB: Total de Trabajadores que se benefician con el conjunto de medidas tomadas. TT: Total de Trabajadores del área. K = 100, 10 000, 100 000... en dependencia a la cantidad de trabajadores de la empresa o área analizada, se seleccionará el valor inmediato superior más cercano.
Eficiencia.	Índice de Satisfacción con las Condiciones de Trabajo (ISCT)	Mostrar el nivel de satisfacción de los trabajadores con las condiciones en que desarrollan su labor obtenido mediante la aplicación de una encuesta.	Para los trabajadores directos o indirectos: $PSCT = Se * Hi * [(Er + Bi + Es) / 3]$ Para los trabajadores de oficina: $PSCT = Er * Bi * [(Hi + Es + Se) / 3]$ Donde: PSCT: Potencial de Satisfacción con las Condiciones de Trabajo Er, Se, Bi, Hi, Es: Valoración por parte de los trabajadores de las Condiciones Ergonómicas, de Seguridad, Bienestar, Higiénicas y Estéticas presentes en su lugar de trabajo. Estos índices constituyen un paso intermedio en la obtención del indicador final, el cual se obtiene mediante la siguiente expresión:

			<p>ISCT = (PSCT / PSCTmáx) * 100, donde:</p> <p>PSCTmáx = 125</p>
	<p>Coeficiente de Perspectivas (CP)</p> <p>(Cuesta,1990)</p>	<p>Mostrar como perciben los trabajadores la posibilidad de que la organización desarrolle acciones encaminadas a mejorar sus condiciones de trabajo.</p>	<p>CP = (A+ - D -) / N, donde:</p> <p>A+: Respuesta positiva (Cantidad de marcas en ascenso). D-: Respuesta negativa (Cantidad de marcas en descenso). N: Suma total de respuestas positivas y negativas.</p> <p>Puede calcularse, además, la frecuencia relativa de perspectivas (FRp), que indica para todo escalón marcado el porcentaje que le corresponde del total de marcas, a través de la expresión:</p> <p>FRp = (Me / N) * 100, donde:</p> <p>Me: Cantidad de marcas en el escalón e (e = 1,2,3,..., en ascenso o en descenso). N: Número total de marcas.</p>

	<p>Influencia de los subsidios pagados por accidentes y enfermedades profesionales</p>	<p>Mostrar la repercusión de los costos de la accidentalidad (subsidios) en los resultados económicos de la organización.</p>	<p>1. Influencia de los Subsidios en el Costo de Producción (ISCPi):</p> $ISCPi = (SPPi / CTPi) * VP$ <p>donde:</p> <p>SPPi: Subsidios Pagados en el Período "i".</p> <p>CTPi: Costo total de producción en el período "i".</p> <p>VP : Valor prefijado, cuyo objetivo consiste en hacer entendible el indicador.</p>
			<p>2. Influencia de los Subsidios en el Fondo de Salario (ISFSi):</p> $ISFSi = (SPPi / FSi) * VP$ <p>donde:</p> <p>FSi: Fondo de Salario real en el período "i".</p> <hr/> <p>3. Después de calculado estos valores para cada uno de los períodos a evaluar, se determina la variación, ya sea en el costo de producción o el fondo de salario, a través de la siguiente expresión:</p> $IS = [(ISi - ISi-1) / ISi-1] * 100$

Anexo No. 21 (Continuación)

**Indicadores para evaluar el desempeño de la Seguridad y Salud, emitidos por el
Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.**

Mayo	PRINCIPALES INDICADORES DE LAS EMPRESAS QUE APLICAN LA GSST						
	1	2	4	5	7	Total	
Indicadores	CENEX	ECOI # 6	EQUIFA	ESETC	PLASTIMEC		
Indice Incidencia							
Indice de Frecuencia							
Horas D. Perd./Les.							
T. Mortalidad							
# Incid.							
Total de Riesgos							
Total de medidas							
Total de Med. Cump/T. Riesg							
Cumplidas							
% cumplimiento							
Total med. P. Implant.							
Cumplidas							
Total de Med. Cump. P.I./T. Med. Prog. Imp.							
% cumplimiento							
Presupuesto: Plan							
Real							
% Ejecucion Presup.							
Horas Homb Trabaj. T. Fijos							
Horas Homb Trabaj. T. Cont.							
Horas Homb Trabaj. T. Trabaj.							
TIR=Inc.*200000/HHITF							
TIR=Inc.*200000/HHITC							
TIR=Inc.*200000/HHITT							
Riesgos Eliminados							
Riesgos no Eliminados							
Total de Trabajadores							
Trabajadores Fijos							
Trabajadores Contratad.							
(R no E/TR)* (TT/MP)							
Prod. O Serv.: Plan							
Real							
% Cumplimiento							

Modelo de formulario (cara B)

OBSERVACIONES ADICIONALES

RELACIÓN DE CÓDIGOS A UTILIZAR

CÓDIGOS DE TIPO DE RIESGO (a)

RIESGOS DE ACCIDENTE

010	Caída de personas a distinto nivel
020	Caída de personas al mismo nivel
030	Caída de objetos por desplomes o derrumbamiento
040	Caída de objetos en manipulación
050	Caída de objetos desprendidos
060	Pisadas sobre objetos
070	Choques contra objetos inmóviles
080	Choques contra objetos móviles
090	Golpes/cortes por objetos o herramientas
100	Proyección de fragmentos o partículas
110	Atramiento por o entre objetos
120	Atrapamientos por vuelco de máquinas o vehículos
130	Sobreesfuerzos
140	Exposición a temperaturas ambientales extremas
150	Contactos térmicos
161	Contactos eléctricos directos
162	Contactos eléctricos indirectos
170	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
180	Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
190	Exposición a radiaciones
200	Explosiones
211	Incendios. Factores de inicio
212	Incendios. Propagación
213	Incendios. Medios de lucha
214	Incendios. Evacuación
220	Accidentes causados por seres vivos
230	Atropellos o golpes con vehículos

RIESGOS DE ENFERMEDAD PROFESIONAL

310	Exposición a contaminantes químicos
320	Exposición a contaminantes biológicos
330	Ruido
340	Vibraciones
350	Estrés térmico
360	Radiaciones ionizantes
370	Radiaciones no ionizantes
380	Iluminación

FATIGA

410	Física. Posición
420	Física. Desplazamiento
430	Física. Esfuerzo
440	Física. Manejos de cargas
450	Mental. Recepción de la información
460	Mental. Tratamiento de la información
470	Mental. Respuesta

INSATISFACCIÓN

510	Contenido
520	Monotonía
530	Roles
540	Autonomía
550	Comunicaciones
560	Relaciones

CÓDIGOS DE CONSECUENCIAS (b). *Cumplimentar sólo cuando se trate de riesgo de accidente*

1 LEVE Pequeñas lesiones o ILT no grave	2 GRAVE ILT considerado grave Lesiones que pueden llegar a ser irreversibles	3 MORTAL
---	---	-----------------

CÓDIGOS DE NIVEL DE DEFICIENCIA - N.D. (c)

1 ACEPTABLE Situación tolerable. Las deficiencias, de existir, son de escasa importancia	2 MEJORABLE Se han detectado anomalías a corregir, no determinantes de los posibles daños esperados	3 DEFICIENTE Se ha detectado alguna anomalía determinante de los posibles daños esperados
--	---	---

CÓDIGOS DEL GRADO DE CUMPLIMENTACIÓN DE LAS MEJORAS ACORDADAS (d)

Aún no ha sido adoptada mejora alguna
 Aplicación parcial de la mejora
 Mejora aplicada correctamente

Anexo No. 23

Encuesta de Satisfacción Laboral. Fuente: Meliá y Peiró (1998).

CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN LABORAL S20/23

J.L. Meliá y J.M. Peiró (1998)

Habitualmente nuestro trabajo y los distintos aspectos del mismo, nos producen satisfacción o insatisfacción en algún grado. Califique de acuerdo con las siguientes alternativas el grado de satisfacción o insatisfacción que le producen los distintos aspectos de su trabajo.

Insatisfecho			Indiferente	Satisfecho		
Muy	Bastante	Algo		Algo	Bastante	Muy
1. <input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	5. <input type="checkbox"/>	6. <input type="checkbox"/>	7. <input type="checkbox"/>

Tal vez algún aspecto de la lista que le proponemos *no corresponde exactamente* a las características de su puesto de trabajo. En ese caso, enténdalo haciendo referencia a aquellas características de su trabajo más semejantes a la propuesta, y califique en consecuencia la satisfacción o insatisfacción que le produce.

En otros casos la característica que se le propone puede estar *ausente en su trabajo, aunque muy bien podría estar presente en un puesto de trabajo como el suyo*. Califique entonces el grado de satisfacción o insatisfacción que le produce su ausencia. Por ejemplo, si un aspecto que le propusiéramos fuera "residencias de verano", y en su empresa no le ofrecen tal cosa, califique entonces la satisfacción o insatisfacción que le produce no poder disponer de este servicio.

Un tercer caso se le puede presentar cuando la característica que le propongamos *no está presente, ni pueda estar presente en su trabajo*. Son características que no tienen relación alguna, ni pueden darse en su caso concreto. Entonces escoja la alternativa, "4 Indiferente". Tal caso podría darse por ejemplo, si le propusiéramos para calificar "remuneración por kilometraje": y su trabajo además de estar situado en su misma población, fuera completamente sedentario sin exigir jamás desplazamiento alguno.

En todos los demás casos posibles escoja siempre para cada pregunta una de las siete alternativas de respuesta y márquela con una cruz.

1	<i>Las satisfacciones que le produce su trabajo por si mismo.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
2	<i>Las oportunidades que le ofrece su trabajo de realizar las cosas en que usted destaca.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
3	<i>Las oportunidades que le ofrece su trabajo de hacer las cosas que le gustan</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
4	<i>El salario que usted recibe.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
5	<i>Los objetivos, metas y tasas de producción que debe alcanzar.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
6	<i>La limpieza, higiene y salubridad de su lugar de trabajo.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
7	<i>El entorno físico y el espacio de que dispone en su lugar de trabajo.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
8	<i>La iluminación de su lugar de trabajo.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
9	<i>La ventilación de su lugar de trabajo.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
10	<i>La temperatura de su local de trabajo.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
11	<i>Las oportunidades de formación que le ofrece la empresa.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
12	<i>Las oportunidades de promoción que tiene.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
13	<i>Las relaciones personales con sus superiores.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
14	<i>La supervisión que ejercen sobre usted.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
15	<i>La proximidad y frecuencia con que es supervisado.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
16	<i>La forma en que sus supervisores juzgan su tarea.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
17	<i>La "igualdad" y "justicia" de trato que recibe de su empresa.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
18	<i>El apoyo que recibe de sus superiores.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
19	<i>La capacidad para decidir autónomamente aspectos relativos a su trabajo.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
20	<i>Su participación en las decisiones de su departamento o sección.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□
21	<i>Su participación en las decisiones de su grupo de trabajo relativas a la empresa.</i>	Insatisfecho Muy Bastante Algo 1.□ 2.□ 3.□	Indiferente 4.□	Satisfecho Algo Bastante Muy 5.□ 6.□ 7.□

22	<i>El grado en que su empresa cumple el convenio, las disposiciones y leyes laborales.</i>	Insatisfecho Muy 1. <input type="checkbox"/> Bastante 2. <input type="checkbox"/> Algo 3. <input type="checkbox"/>	Indiferente 4. <input type="checkbox"/>	Satisfecho Algo 5. <input type="checkbox"/> Bastante 6. <input type="checkbox"/> Muy 7. <input type="checkbox"/>
23	<i>La forma en que se da la negociación en su empresa sobre aspectos laborales.</i>	Insatisfecho Muy 1. <input type="checkbox"/> Bastante 2. <input type="checkbox"/> Algo 3. <input type="checkbox"/>	Indiferente 4. <input type="checkbox"/>	Satisfecho Algo 5. <input type="checkbox"/> Bastante 6. <input type="checkbox"/> Muy 7. <input type="checkbox"/>

DATOS DESCRIPTIVOS

A.- ¿Cuál es su ocupación?. (Escribala y detalle, por favor, su rama profesional o especialidad. Escriba sólo aquella ocupación que desempeña en su actual puesto de trabajo). En caso de que sean varias, la que le ocupe más tiempo. _____

B.- Cuál es su categoría laboral? (P.e aprendiz, oficial 1º, Ayudante, etc.) _____

83.- Sexo: 1. Varón 2. Mujer

84.- Edad. (Escriba su edad en años). _____

85.- Señale aquellos estudios de mayor nivel que usted llevo a completar:

- 1) Ninguno
- 2) Sabe leer y escribir
- 3) Primarios (ESO, Certificado Escolaridad, Graduado)
- 4) Formación Profesional Primer Grado
- 5) Formación Profesional Segundo Grado
- 6) Bachiller (ES, BUP, COU)
- 7) Titulación Media (Esc. Técnicas, Prof. E.G.B., Graduados Sociales, A.T.S., etc.).
- 8) Licenciados, Doctores, Masters universitarios

86.- Situación laboral:

- 1) Trabajo sin nómina o contrato legalizado.
- 2) Eventual por terminación de tarea o realizando una sustitución,
- 3) Contrato de seis meses o menos.
- 4) Contrato hasta un año.
- 5) Contrato hasta dos años
- 6) Contrato hasta tres años
- 7) Contrato hasta cinco años.
- 8) Fijos.

87. ¿Qué tipo de horario tiene usted en su trabajo?:

- 1) Jornada partida fija.
- 2) Jornada intensiva fija.
- 3) Horario flexible y/o irregular.
- 4) Jornada parcial
- 5) Turnos fijos.
- 6) Turnos rotativos

88. ¿Qué cantidad de horas le dedica cada semana a su trabajo?. _____

89.- Indíquenos en cuál de las siguientes categorías jerárquicas se sitúa usted, aproximadamente en su actual puesto de trabajo dentro de su empresa:

- 1) Empleado o trabajador
- 2) Supervisor o capataz
- 3) Mando intermedio
- 4) Directivo
- 5) Alta dirección o dirección general

90.- ¿Cuál es su antigüedad en la empresa? Años _____ y Meses _____ (91).

Muchas gracias por su colaboración.

INSTRUCCIONES PARA LA INTRODUCCION DE DATOS:

El cuestionario S4/82 presenta 82 variables, más las 9 variables descriptivas de muestra codificadas de la última página, suponen un total de 91 variables así numeradas en el cuestionario. El S20/23 y el S10/12 están integrados en el S4/82.

Los datos se introducen en una hoja EXCEL (preferentemente versión 4.0 o superior para PC) de modo que cada fila es un caso o sujeto y cada columna (hasta la columna 91) es una variable.

En la columna número 92 se escribe el número de cuestionario por orden y ese mismo número se escribe en la hoja de datos descriptivos (la última) en el margen superior derecho.

Lo que se introduce en las celdillas de la hoja de EXCEL es el número que figura en el cuestionario junto a la respuesta elegida por el sujeto. En el caso de variables donde se escribe un número, como la variable número 84, "edad", lo que se escribe es directamente la edad en años.

La antigüedad requiere dos variables. En la nº 90 escribimos los años de antigüedad, en la 91 los meses. Por ejemplo si alguien tiene una antigüedad de 2 años y 3 meses la columna 90 dirá 2 y la 91 dirá 3. Si alguien solo tiene 4 meses de antigüedad en el puesto escribiremos 0 (cero) en la 90 y 4 en la 91.

Es muy importante identificar *físicamente* cada cuestionario escribiéndole el mismo número de orden (el 1, el 2, etc... hasta el tamaño N de la muestra) que escribamos en la columna nº 92 de la hoja de datos en EXCEL. Esto permite saber a quien atribuir después la información de las variables cualitativas de la última hoja que no se deben introducir inicialmente e identificar y comprobar el caso si surge algún problema o error con los datos.

Se ruega devolver los datos introducidos en EXCEL en un disquete, preferentemente para PC, y, *además, los cuestionarios originales*. De lo contrario no se puede obtener la información cualitativa adicional de las respuestas.

Los cuestionarios S10/12, S20/23 y S4/82 están diseñados de modo que cada uno de ellos es parte seleccionada del siguiente. Por tanto, cuando administra e introduce los datos de los 82 ítems del S4/82 simultáneamente obtiene e introduce los datos de los 23 ítems del S20/23 y de los 12 del S10/12. Si únicamente administra los 23 ítems del S20/23 también está administrado e introduciendo los 10 ítems del S10/12 que es la versión más sintética.

Muchas Gracias por su Colaboración.

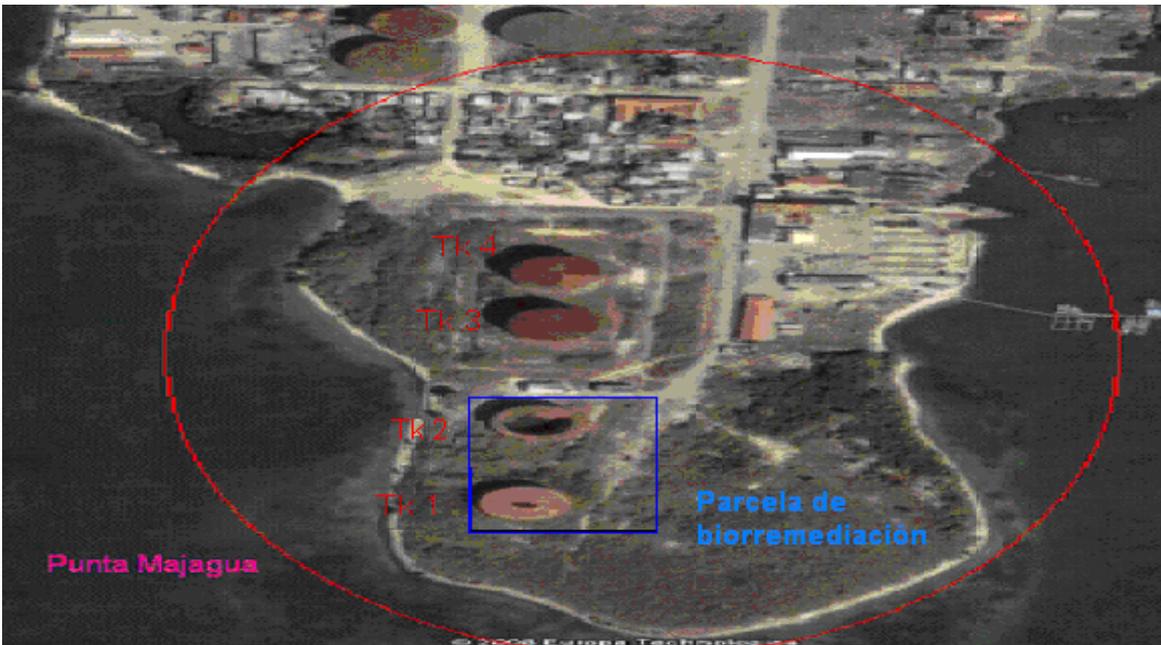
Anexo No.24.

Localización geográfica del Consejo Popular Reina y Punta Majagua.

Consejo Popular Reina



Punta Majagua



Anexo No.25.

Fuentes de contaminación ambiental presentes en Punta Majagua.











Anexo No.26.

Ficha de toma de datos: aspectos relacionados con la técnica biocorrectora a utilizar en proceso el de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos en la zona de Punta de Majagua, Reina. Fuente: Elaboración Propia.

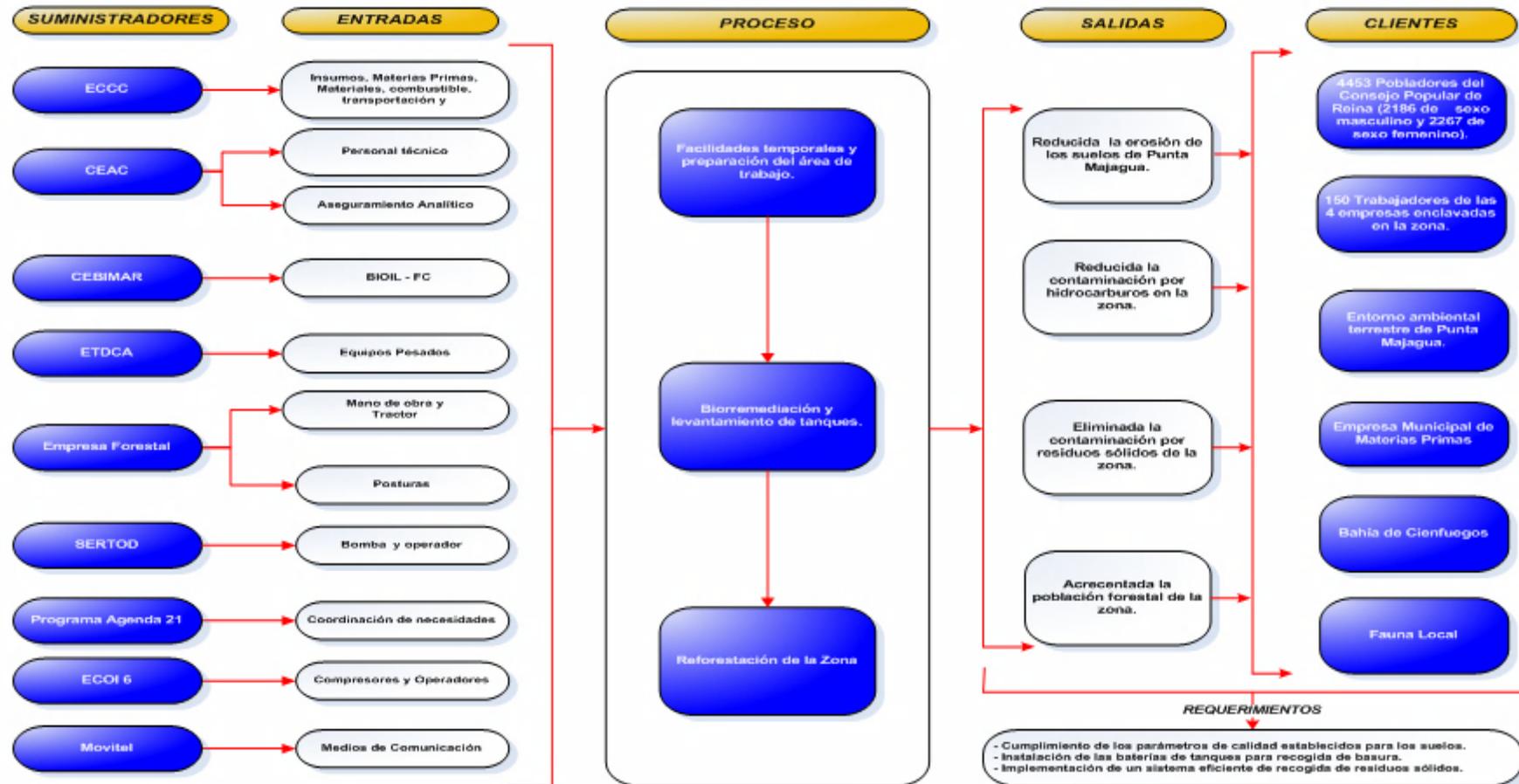
NOMBRE DE LA TÉCNICA A UTILIZAR	Modificación del método Land Farming, don de se combinan las técnicas Bioestimulación y la Bioventilación.	MICROORGANISMO A UTILIZAR	BIOIL-FC, compuesto que contiene un cultivo mixto de bacterias marinas degradadoras de petróleo.		
ETAPAS DE APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN	No. TRAB.	EQUIPOS	SUSTANCIAS A UTILIZAR	OTROS
Mezclado del producto con tierra vegetal	Se mezcla el producto con 1470 m ³ de tierra vegetal que son extraídos y transportados desde un área identificada y aprobada en proporción 1:3. Luego se esparce sobre el área previamente preparada en una capa no superior a 30 cm.	10	Cuatro Camiones 8m ³ Un buldózer Un Multipropósito Un tractor acoplado a Ruster	Navy wash	Fuel oil
Producción de BIOIL-FC	El escalado bacteriano para la producción de BIOIL-FC se realiza en el área mediante dos fermentadores de 100 l y 1300 l respectivamente, y bajo el control estricto de los parámetros químico-biológicos de calidad.	15	Un fermentador de 1000L Un fermentador de 13000L Un compresor de combustión (Diesel). Un compresor de combustión (Diesel). (Reserva).	Ácido Sulfúrico Alcohol Etilico Hidróxido de Sodio Ácido Clorhídrico Navy wash	Azúcar Levadura Torula Fosfato de Amonio Sulfato de Magnesio Agua

			Una bomba de succión neumática		
Aplicación de BIOIL FC	La aplicación del BIOIL FC se realiza por aspergeo a través de pipas, una vez producido el conglomerado bacteriano.	5	Una bomba de succión neumática Un camión cisterna de 15m ³	Navy wash	BIOIL FC Agua
Aireación	Se ventila semanalmente con la utilización de tractor acoplado a picadora.	2	Un tractor acoplado a picadora	Navy wash	
Humectación	La humectación se realiza a través de sistemas de riego, logrando mantener entre el 60 y 80 % de humedad.	3	Una bomba de succión neumática Un compresor de combustión (Diesel). Un camión cisterna de 15m ³	Navy wash	Agua
Control de parámetros fisicoquímicos (HT, SARA)	El proceso concluye cuando los ensayos de laboratorio corroboran que las concentraciones de hidrocarburos totales se encuentren por debajo de 10 000 mg/Kg.	4	Vehículo de transportación de muestra.	Reactivos de Laboratorio	-

<p>Breve descripción del microorganismo a utilizar.</p>	<p>El BIOIL-FC es un bioproducto patentado por CEBIMAR, cuya formulación contiene un cultivo mixto de bacterias marinas con un alto espectro de degradación de los hidrocarburos del petróleo. Producto líquido de color amarillo, biodegradable y no tóxico, formado por bacterias no patógenas. Es aplicable a condiciones de mínima concentración de oxígeno. No es un producto almacenable.</p>	<p>Posibles riesgos asociados</p>	<p>El BIOIL-FC no presenta riesgos significativos puesto que el mismo está formado por bacterias no patógenas las cuales no persisten en el medio ambiente una vez eliminado el petróleo contaminante.(patentado)</p>
<p>Sustancias a utilizar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • HELMPELS ´ Navy Wash (Desengrasante) • Ácido Sulfúrico • Ácido Clorhídrico • Hidróxido de Sodio(Sosa Cáustica) • Fosfato de Amonio(Nutriente) • Sulfato de Magnesio • Alcohol etílico 	<p>Posibles riesgos asociados</p>	<p>Quemaduras durante la manipulación de productos corrosivos, además de posibles lesiones cancerígenas causadas por la agresión del mismo sobre el sistema inmunológico. Algunos materiales usados pueden presentar riesgo de explosión al ponerse en contacto con materiales incompatibles: El uso de fertilizantes a base de amonio puede resultar en la exposición de los trabajadores al amonio.</p>
<p>Posibles riesgos asociados a los equipos</p>	<p>El público en general puede verse expuesto a peligros de tráfico durante las operaciones de carga y transporte de los equipos y de algunos materiales. Los equipos usados para movilizar los materiales de suelos en áreas con declives pueden volcarse hiriendo seriamente al operador. Además los equipos pueden proyectar fragmentos durante el trabajo de remoción.</p>		
<p>Otros</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Machete • Ficos • Palas • Guafacas 	<p>Posibles riesgos asociados</p>	<p>Cortes, golpes y punciones.</p>
<p>Observaciones:</p>	<p>Extremar las medidas durante la ejecución del proceso debido a la gran cantidad y diversidad de riesgos.</p>		

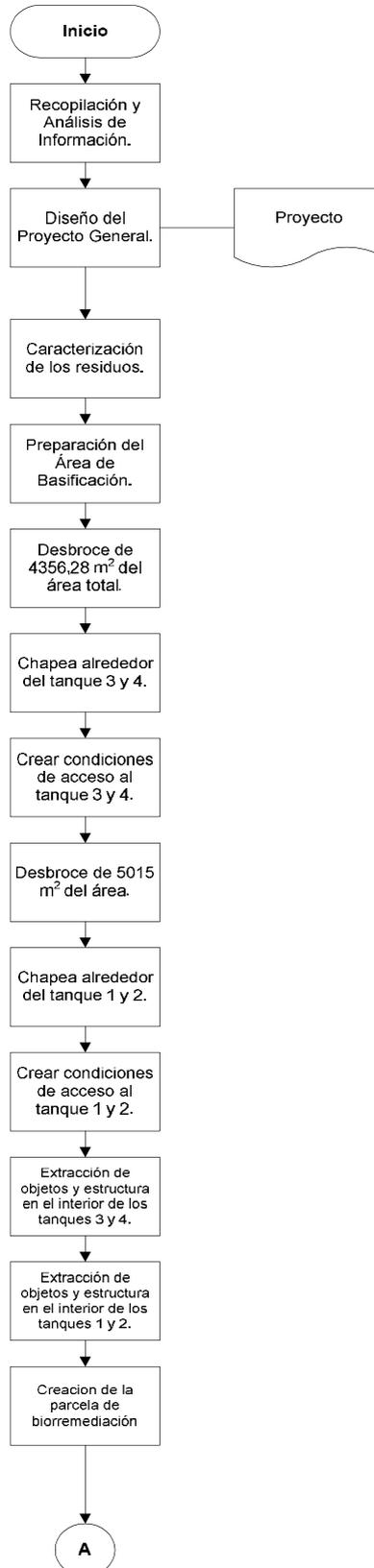
Anexo No. 27

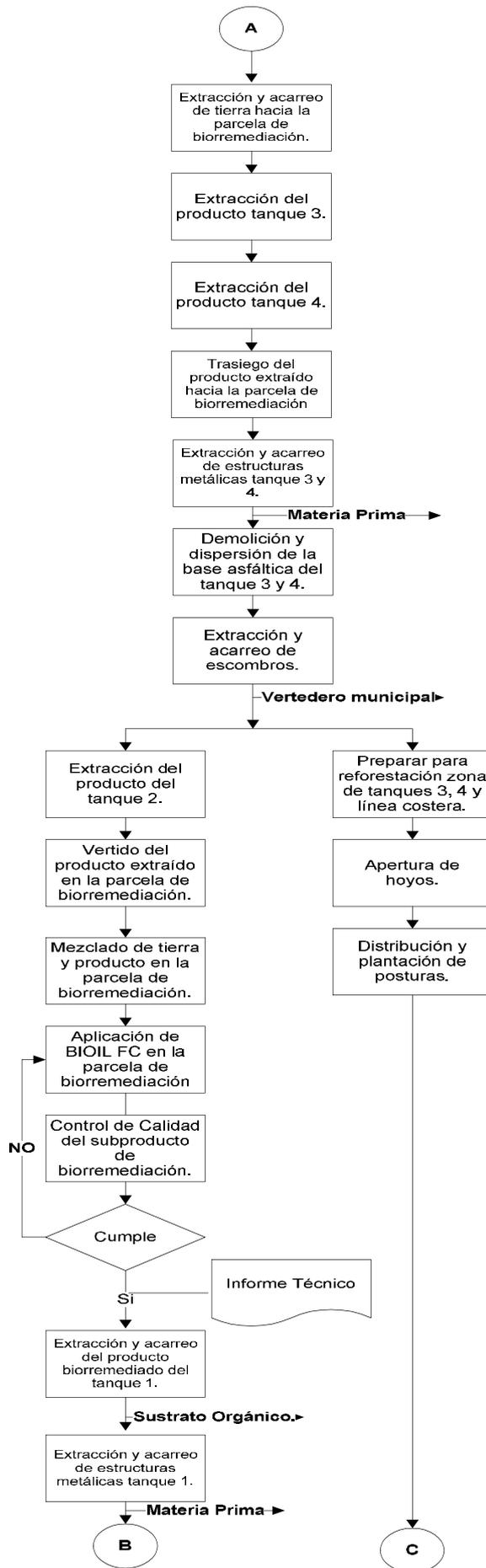
Mapa del Procesos de Rehabilitación del suelo contaminado por Hidrocarburos con el empleo de la biorremediación en Punta Majagua, Reina, Cienfuegos.

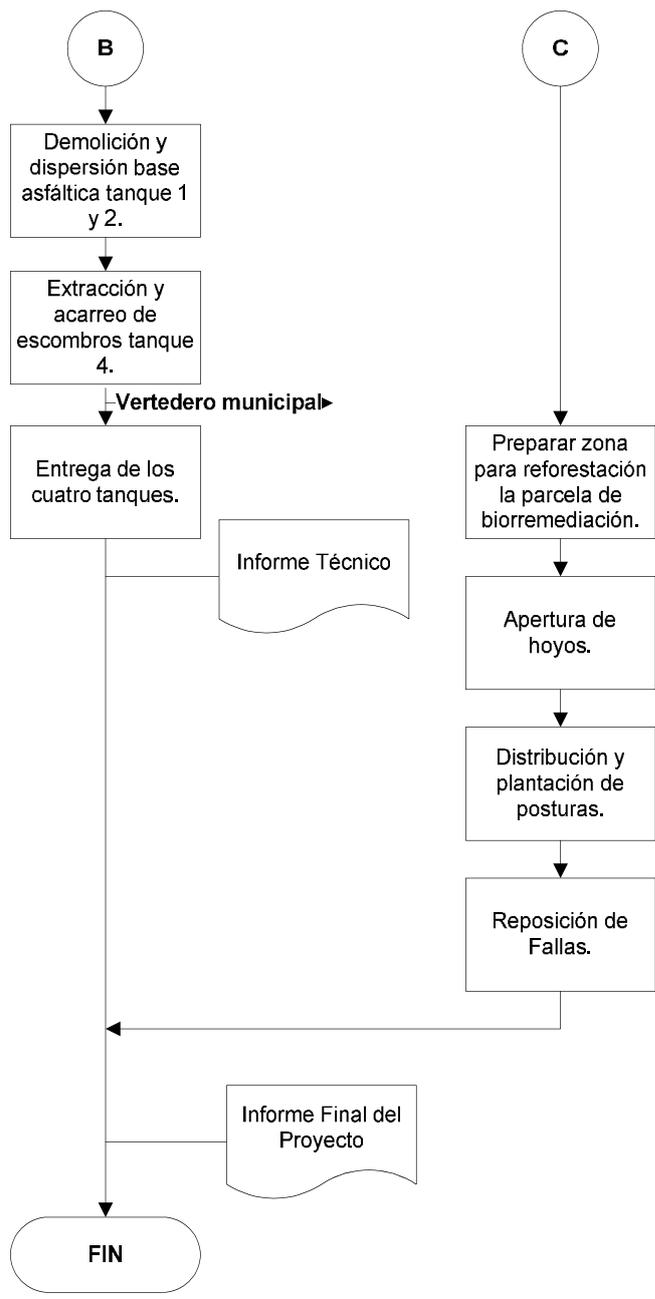


Anexo No. 28.

Diagrama de flujo del Proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos en Punta Majagua, Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia.







Anexo No.29
Análisis de Modo y Efecto de Fallos.

Nº	Fallos	Efectos	sev	Causas	occ	Control	det	rpn
1	No identificación de Factores de Riesgo en las actividades que componen el proceso objeto de estudio	Ocurrencia de lesiones a los trabajadores. Incumplimiento de las resoluciones establecidas por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Pérdidas materiales y daños al medio ambiente. Insatisfacción.	8	No tener un conocimiento general relacionado con el tema. No existe experiencia en este tipo de proceso en la provincia.	9	Falta de control	5	360
2	No utilización de técnicas que permitan valorar los factores de riesgos.	No evaluación objetiva de los factores de riesgos laborales. Decisiones erróneas a la hora de valorar un riesgo, relacionadas con las medidas correctivas y la formación e información en materia de seguridad.	5	No existe conocimiento de estas técnicas.	5	Falta de control	7	175
3	No existencia de un plan de medidas para controlar los riesgos.	No realización de medidas para la prevención de riesgos laborales que puedan conllevar a lesiones.	8	No identificación de responsabilidades. No existencia de	8	Falta de control	7	448

				control en materia preventiva.				
4	No existencia de un plan de formación seguridad y salud en el trabajo.	No existencia de una cultura de seguridad y salud en los puestos de menor categoría.	4	No existencia de acciones encaminadas en materia de seguridad y salud en el trabajo.	4	Falta de control	4	64
5	La lista de chequeo no abarca toda la información de interés.	No se identifiquen la totalidad de los factores de riesgo.	8	Información desactualizada.	6	Falta de control	5	240
6	El conocimiento de los riesgos por los trabajadores es parcial.	Exposición a determinados factores de riesgo por desconocimiento. Consecuencia de los riesgos menospreciados.	5	Falta de capacitación y comunicación.	4	Falta de control	5	120

Anexo No.30: Tasas utilizadas en el AMFE. Pons Murguía, (2006).

Tasas	Grados de Severidad
1	El cliente no detecta el efecto adverso o este es insignificante.
2	El cliente probablemente experimenta una ligera molestia.
3	El cliente experimentará una molestia debido a una ligera degradación del desempeño.
4	Insatisfacción del cliente debido a reducción del desempeño.
5	El cliente no se siente cómodo o su productividad se reduce por la continua degradación del desempeño.
6	Quejan de garantía de reparación o defecto significativo de fabricación o ensamble.
7	Alto grado de insatisfacción del cliente debido a fallo de componente sin una pérdida completa de la función. La productividad se ve impactada por altos niveles de desecho o retrabajo.
8	Muy alto grado de insatisfacción debido a la pérdida de función sin un negativo impacto sobre seguridad o relaciones del Gobierno.
9	Los clientes se encuentran en peligro debido al efecto adverso sobre la ejecución segura del sistema con precaución antes del fallo o violaciones de leyes del gobierno.
10	El cliente se encuentra en peligro debido al efecto adverso sobre la ejecución segura del sistema sin precaución antes de la falla o violación de regulaciones del gobierno.

Tasas	Probabilidad de Ocurrencia (capacidad desconocida)
1	La probabilidad de ocurrencia es remota.
2	Baja tasa de fallo con documentación de apoyo.
3	Baja tasa de fallo sin documentación de apoyo.
4	Fallos ocasionales.
5	Tasa de fallo Relativamente moderada con documentación de soporte.
6	Tasa de fallo moderada sin documentación de soporte
7	Tasa de fallo relativamente alta con documentación de soporte.
8	Tasa alta de fallo sin documentación de soporte.
9	El fallo es casi cierto basado en datos de garantía o datos de vida significativo.
10	Fallo asegurado basado en datos de garantía o datos de vida significativo.

Tasas	Habilidad para Detectar (capacidad desconocida)
1	Seguro que el modo potencial será hallado o prevenido antes de llegar al siguiente cliente
2	Casi seguro que el modo potencial será hallado o prevenido antes de llegar al siguiente cliente.
3	Baja probabilidad de que el fallo potencial llegue al siguiente cliente sin ser detectado.
4	Los Controles pueden detectar o prevenir que el fallo potencial llegue al siguiente.
5	Moderada probabilidad de que el fallo potencial llegue al siguiente cliente.
6	Los controles no son adecuados para prevenir o detectar el fallo potencial antes de que llegue al siguiente cliente.
7	Baja probabilidad de que el fallo potencial sea detectado o prevenido antes de que llegue al siguiente cliente.
8	Muy baja probabilidad de que el fallo potencial sea detectado o prevenido antes de que llegue al siguiente cliente.
9	Los controles actuales probablemente no detectaran el fallo potencial.
10	Certidumbre absoluta de que los controles actuales no detectaran el fallo potencial.

Anexo No. 31.

Ficha de Toma de Datos: Aspectos generales sobre seguridad y salud, en el proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos, en Punta Majagua, Cienfuegos. Fuente: Elaboración Propia.

Seguridad y Salud en el Trabajo		Fecha:
Centro de Trabajo	Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos	No. Trabajadores: 40

<i>Descripción del Proceso asociado a los riesgos inherentes a las actividades</i>	
<i>Etapas</i>	<i>Descripción</i>
Facilidades temporales y preparación del área de trabajo.	<p>Esta etapa según lo descrito en el cuerpo del tercer capítulo de esta investigación, está conformada por la ejecución de una serie de actividades como desbroce, chapea, y todo lo relacionado con la creación de condiciones de acceso a los tanques. El retiro de objetos y estructuras del interior de los mismos, además de la extracción y el trasiego del producto. Todas estas actividades traen asociados ciertos riesgos laborales que de manera general se nombran a continuación:</p> <p>Cortes, punciones, golpes contra objetos móviles e inmóviles, riesgo asociado a equipos, el cual comprende todas las situaciones peligrosas relacionadas con el tráfico dentro del área, equipos usados para movilizar los materiales en áreas con declives que pueden volcarse hiriendo seriamente al operador, proyección de fragmentos durante trabajos de remoción así como impactos por partes móviles de estos.</p>
Biorremediación y levantamiento de tanques.	<p>En este recuadro sólo se trata lo relacionado con el levantamiento de tanques, puesto que lo relacionado con la biorremediación fue tratado en el Anexo No.26.</p> <p>Las actividades de levantamiento de tanques, comprenden la extracción y acarreo de las estructuras metálicas que los conforman, así como la demolición y dispersión de la base asfáltica donde se encontraban situados los mismos. Los riesgos relacionados con estas actividades se resumen en:</p> <p>Los asociados a la proyección de</p>

	<p>fragmentos en la actividad de demolición, los relacionados con el movimiento del buldózer en la zona y los posibles cortes o golpes con y contra las estructuras metálicas pertenecientes a los tanques. Probable uso de equipos de oxicorte.</p>
<p>Reforestación de la zona.</p>	<p>Entre las actividades que comprenden la etapa se encuentran el preparado de la zona a reforestar, la apertura de hoyos, distribución y plantación de posturas así como la reposición de fallas, que consiste en replantar después de cierto período de tiempo las posturas no logradas luego de la plantación. Los riesgos relacionados con las actividades de dicha etapa se resumen a continuación:</p> <p>Cortes, punciones, golpes contra objetos móviles e inmóviles, lesiones musculares debido a la carga y posiciones de trabajo. Además de los riesgos propios de la exposición a herbicidas.</p>
<p><i>Legislación</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cuba. Oficina Nacional de Normalización NC-19-00-04. Aspectos relacionados con la Capacitación en materia de Protección e Higiene del Trabajo. - Cuba. Ministerio del Trabajo y Seguridad Social. Resolución Conjunta 2/1996. Listado de Enfermedades Profesionales. - Cuba. Ministerio del Trabajo y Seguridad Social. Resolución 19 / 2003. Procedimiento para el registro investigación e información de los accidentes de trabajo. - Cuba. Ministerio del Trabajo y Seguridad Social. Resolución 31/ 2002. Identificación, evaluación y control de los factores de riesgo. - Cuba. Ministerio del Trabajo y Seguridad Social. Resolución No.39 / 2007 Bases Generales de la Seguridad y Salud en el Trabajo
<p><i>Equipos de trabajo utilizados</i></p>	<p>Camiones 8 m³, pipa 15000 l, Buldózer, Multipropósito, oxicorte, compresores de aire, tractor con picadora, bomba de succión neumática.</p>

Productos Químicos que se manipulan

Producto (nombre comercial)	Ficha de Seguridad	
	Sí	No
HELMPELS' Navy Wash		x
Herbicida (potrerón)		x
Acido Sulfúrico	x	
Acido clorhídrico	x	
Hidróxido de sodio	x	
Alcohol etílico	x	
Sulfato de Magnesio	x	
Fosfato de Amonio	x	
Azúcar		x
Levadura Torula		x

Trabajo Físico

Carga Física
<p>Posición de Trabajo</p> <p><i>Existen determinadas tareas que requieren de posiciones de trabajo forzadas, las cuales unidas a lo trabajoso de la tarea, pueden provocar lesiones musculares en los obreros.</i></p>
<p>Manipulación de Cargas</p> <p><i>Se manipulan cargas en múltiples tareas del proceso, de diversos pesos.</i></p>
<p>Observaciones: <i>Se debe prestar especial atención para que los obreros realicen el menor levantamiento posible de cargas, y cuando sea inevitable realizarlo, que se haga usando los medios de protección necesarios y adoptando la postura más correcta.</i></p>

Equipos de protección Personal (EPP) disponibles

<i>Tipo de EPP</i>	<i>CE</i>
Overoles.	30
Botas de Goma.	30
Cascos.	30
Espeuelos Claros.	30
Espeuelos Oscuros.	30
Guantes de Nitrilo.	30
Guantes de trabajo reforzados.	30
Botas de piel	30
Arneses.	2

Desengrasante p/manos.	20
Orejas contra ruido.	30
Polainas.	30
Capas de agua.	30
Bata Sanitaria	10
Gorro Sanitario	10
Guantes Quirúrgicos	10
Fajas de Carga	20

Otros

<p>Otros factores de riesgo laboral que puedan afectar a los trabajadores</p>	<p>Observaciones:</p>
<p>La interacción de todos los factores de riesgo descritos, puede constituir una situación peligrosa.</p>	<p><i>Cada obrero se encuentra centrado en su labor, y en los factores de riesgo inherentes a ella, por lo que se deben extremar medidas para que las tareas que puedan coexistir no tomen por sorpresa a quienes no las realizan.</i></p>

Anexo No.32

Factores de Riesgos Laborales identificados en las diferentes etapas del proceso de rehabilitación del suelo contaminado por hidrocarburos con el empleo de la biorremediación en Punta Majagua. Fuente: Elaboración Propia.

Primera Etapa

Etapas	Situación Peligrosa	Riesgos Potenciales
Facilidades temporales y preparación del área de trabajo.	No existen señales de límites de velocidad.	Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos que circulan dentro del área.
	Levantamiento de objetos pesados.	Sobreesfuerzo físico por el traslado de objetos diseminados en la zona.
	Movimiento de equipos en rampas.	Caída libre de equipos.
	El trabajo exige aplicar una gran fuerza muscular así como frecuentes movimientos repetitivos.	Trastornos músculo esqueléticos por movimiento repetitivos de brazos.
	El terreno presenta irregularidades.	Caída de persona a distinto nivel. Caída de persona al mismo nivel.
	Se utilizan instrumentos de trabajo filosos.	Golpes o cortaduras por objetos o herramientas como son los machetes.
	Trabajo a la intemperie.	Estrés térmico.
	Izaje de contenedores y fermentadores.	Caída de estructuras en manipulación.

	.	Golpes o contacto con objetos móviles.
	Recogida de residuos sólidos con presencia de microorganismos.	Corte o Punción por la presencia de materiales u objetos contundentes. Exposición a agentes biológicos.
	En el área habitan animales nocivos.	Exposición a agentes biológicos debido a la presencia de animales que habitan la zona que puedan causar picadas o mordeduras como alacranes, insectos.
	Circulación de equipos pesados.	Heridas, golpes.
	Exposición a residuos peligroso.	Contacto dérmico e inhalación con agentes químicos tóxicos debido al fuel presente en la zona.

Segunda Etapa

Etapas	Situación Peligrosa	Riesgos Potenciales
Biorremediación y levantamiento de tanques.	Movimiento de equipos en rampas.	Caída libre de equipos, provocando atropamiento de personas y/o daños materiales.
	No existen señales de límites	Atropellos, golpes o

	de velocidad.	choques contra o con vehículos que circulan dentro del área.
	Se emplean materiales y productos nocivos para la limpieza de los equipos.	Contacto e inhalación de sustancias nocivas.
	Existen procesos ruidosos.	Exposición a elevados niveles de presión sonora.
	Levantamiento de objetos pesados.	Sobreesfuerzo físico por el traslado de objetos diseminados en la zona durante esta etapa.
	Uso de cilindro de gas comprimido.	Explosión e incendio debido a negligencia.
	El trabajo exige aplicar una gran fuerza muscular así como frecuentes movimientos repetitivos.	Trastornos músculo esqueléticos durante el acarreo de tierra.
	Utilización de extensiones eléctricas para la conexión de equipos.	Contacto eléctrico.
	Las conexiones eléctricas no identifican el área que operan.	Contacto eléctrico.
	El terreno presenta irregularidades.	Caída de persona a distinto nivel. Caída de persona al mismo nivel.
	Trabajo al intemperie	Estrés térmico.

	Movimiento de equipos pesados.	Heridas, golpes.
	Manipulación de productos químicos ácidos.	Quemaduras en la manipulación de estos para el control del pH
	Aireación mecánica de los suelos.	Proyección de fragmentos de partículas por los equipos que realizan esta actividad.
	Mangueras y tuberías colocadas en el área.	Caídas de personas al mismo nivel.
	En el área habitan animales nocivos.	Exposición a gentes biológicos debido a la presencia de animales que habitan la zona que puedan causar picadas o mordeduras.
	Se utilizan instrumentos de trabajo filosos.	Golpes o cortaduras por objetos o herramientas.
	Exposición a residuos peligroso.	Contacto dérmico e inhalación con agentes químicos tóxicos debido al fuel presente en la zona.

Tercera Etapa

Etapas	Situación Peligrosa	Riesgos Potenciales
Reforestación	Objetos diseminados en el terreno.	Golpes contra objetos inmóviles.
	Carga manual y acarreo de posturas.	Sobreesfuerzo físico por la carga de las posturas.
	El trabajo exige aplicar una gran fuerza muscular así como frecuentes movimientos repetitivos.	Trastornos músculo esqueléticos por la apertura de hoyos.
	El terreno presenta irregularidades.	Caída de persona a distinto nivel. Caída de persona al mismo nivel.
	Se utilizan instrumentos de trabajo filosos.	Golpes o cortaduras por objetos o herramientas como son machetes durante la chapea del área.
	Trabajo al intemperie	Estrés térmico.
	Recogida de residuos sólidos.	Corte o Punción por la presencia de materiales u objetos contundentes.
	En el área habitan animales nocivos.	Exposición a agentes biológicos debido a la presencia de animales que habitan la zona que puedan causar

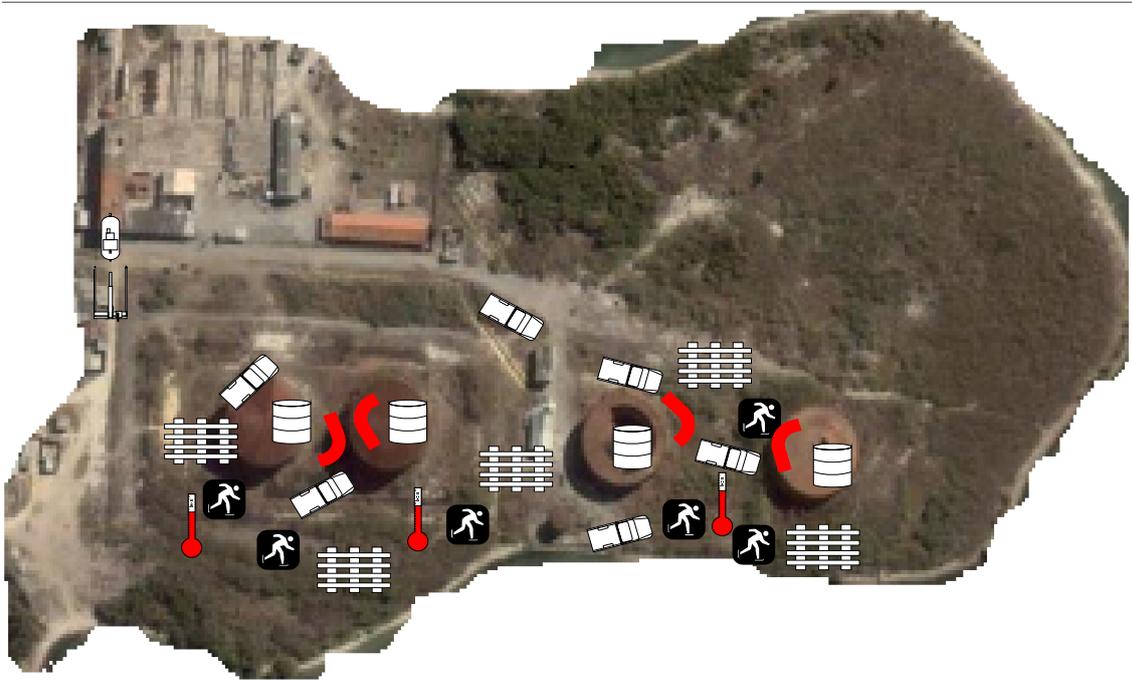
		picadas o mordeduras.
	Manipulación de herbicidas.	Contacto dérmico e inhalación de productos químicos nocivos.

Nota aclaratoria: *Durante el transcurso de todo el proceso en general, existen situaciones peligrosas como la inexistencia de un botiquín de primeros auxilios, lo que puede provocar que un simple accidente pase a ser un hecho lamentable por no brindarse estos. Además hay deficiencias con los equipos de protección contra incendio, lo que aumenta las posibles consecuencias en caso de existir un incendio.*

Anexo No.33.

Mapas de los principales factores de riesgo durante la ejecución de las diversas etapas. Fuente: Elaboración Propia

Primera Etapa



Segunda Etapa



Anexo No.34

Evaluación de los Factores de Riesgos Laborales por actividades.

Primera etapa: Facilidades temporales y preparación del área de trabajo.

Actividad: Preparación del área de basificación.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Estrés térmico	2	4	8	10	80	III
Sobreesfuerzo físico	2	3	6	10	60	III
Trastornos músculo-esqueléticos	2	3	6	10	60	III
Caídas de personas al mismo nivel	2	1	2	10	20	IV
Corte o punción por presencia de objetos contundentes	6	4	24	10	240	II
Exposición a agentes biológicos	2	1	2	10	20	IV
Golpes o cortaduras por herramientas de trabajo	2	3	6	10	60	III
Contacto eléctrico	2	2	4	60	240	II
Caída de objetos en manipulación	6	1	6	60	360	II
Golpes o contacto con objetos móviles	6	1	6	60	360	II

Actividad: Crear condiciones de acceso a los tanques.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos	6	1	6	60	360	II
Sobreesfuerzo físico	2	4	8	25	200	II
Estrés térmico	2	4	8	10	80	III
Trastornos músculo-esqueléticos	2	3	6	10	60	III
Golpes o cortaduras por herramientas de trabajo	2	2	4	10	40	III
Caídas de personas al mismo nivel	2	1	2	10	20	IV
Caídas de personas a diferente nivel	2	1	2	10	20	IV
Corte o punción por presencia de objetos contundentes	6	2	12	10	120	III
Exposición a agentes biológicos	2	1	2	10	20	IV
Heridas y golpes debido a la circulación de equipos	6	1	6	60	360	II

Actividad: Extracción de objetos y estructuras del interior de los tanques.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Estrés térmico	2	4	8	10	80	III
Sobreesfuerzo físico	2	3	6	10	60	III
Caídas de personas al mismo nivel	2	1	2	10	20	IV
Caídas de personas a diferente nivel	2	1	2	10	20	IV
Contacto dérmico e inhalación con sustancias nocivas.	10	4	40	60	2400	I

Actividad: Extracción y trasiego del producto.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Contacto dérmico e inhalación con sustancias nocivas.	6	2	12	60	720	I
Caída libre de equipos en rampas	6	1	6	60	360	II
Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos	6	2	12	60	720	I

Actividad: Creación de la parcela de biorremediación.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Caídas de personas al mismo nivel	2	1	2	10	20	IV
Caídas de personas a diferente nivel	2	1	2	10	20	IV
Caída libre de equipos en rampas	6	1	6	60	360	II
Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos	6	2	12	60	720	I

Segunda etapa: Biorremediación y levantamiento de tanques.

Biorremediación.

Actividad: Caracterización de los residuos petrolizados.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Quemaduras en la manipulación de productos químicos ácidos	6	1	6	10	60	IV
Exposición a agentes biológicos	2	1	2	10	20	IV
Contacto dérmico e inhalación con sustancias nocivas.	2	1	2	25	50	III
Caídas de personas al mismo nivel	2	1	2	10	20	IV
Caídas de personas a diferente nivel	2	1	2	10	20	IV

Actividad: Acarreo y mezclado de tierra y producto en la parcela de biorremediación.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos	6	2	12	60	720	I
Caídas de personas al mismo nivel	2	1	2	10	20	IV
Caídas de personas a diferente nivel	2	1	2	10	20	IV
Caída libre de equipos en rampas	6	2	12	60	720	I

Actividad: Obtención y Aplicación de BIOIL-FC.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Contacto dérmico e inhalación con sustancias nocivas	6	3	18	60	1080	I
Contacto e Inhalación de sustancias químicas tóxicas	6	4	24	60	1440	I
Uso de cilindro de gas comprimido	2	3	6	60	360	II

Actividad: Aireación.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Proyección de fragmentos de partículas por los equipos	2	1	2	25	50	III
Caída libre de equipos en rampas	6	2	12	60	720	I

Levantamiento de Tanques.

Actividad: Extracción y acarreo del producto biorremediado de los tanques 1,2 y 4.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Proyección de fragmentos de partículas por los equipos	2	2	4	25	100	III
Estrés térmico	2	2	4	10	40	III
Caídas de personas al mismo nivel	2	1	2	10	20	IV
Caídas de personas a diferente nivel	2	1	2	10	20	IV
Caída libre de equipos en rampas	6	2	12	60	720	II
Heridas y golpes debido a la circulación de equipos	6	1	6	25	150	II
Golpes o cortaduras por herramientas de trabajo	2	2	4	10	40	III

Actividad: Extracción y acarreo de estructuras metálicas.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Heridas y golpes debido a la circulación de equipos	6	2	12	60	720	I
Golpes o contacto con objetos móviles	6	1	6	60	360	II

Actividad: Demolición, extracción y acarreo de base asfáltica de los tanques.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Heridas y golpes debido a la circulación de equipos	6	2	12	60	720	I
Caída de escombros en manipulación	2	2	4	25	100	III
Golpes o contacto con objetos móviles	6	1	6	25	150	II
Proyección de fragmentos y partículas	2	2	4	25	100	III
Exposición a elevados niveles de presión sonora	2	3	6	10	60	III

Actividad: Dispersión de la base de tierra de los tanques.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Heridas y golpes debido a la circulación de equipos	6	1	6	60	360	II
Proyección de fragmentos y partículas	2	2	4	25	100	III

Tercera etapa: Reforestación de la zona.

Actividad: Preparación de la zona para la reforestación.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Sobreesfuerzo físico	2	4	8	25	200	II
Estrés térmico	2	4	8	10	80	III
Caídas de personas al mismo nivel	2	1	2	10	20	IV
Trastornos músculo-esqueléticos	2	3	6	10	60	III
Golpes o cortaduras por herramientas de trabajo	2	2	4	10	40	III
Golpes contra objetos inmóviles	2	1	2	10	20	IV
Corte o punción por presencia de objetos contundentes	2	2	4	10	40	III
Exposición de agentes biológicos	2	1	2	10	20	IV

Actividad: Apertura de hoyos.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Sobreesfuerzo físico	2	4	8	25	200	II
Estrés térmico	2	4	8	10	80	III
Caídas de personas al mismo nivel	2	1	2	10	20	IV
Exposición de agentes biológicos	2	2	4	10	40	III
Trastornos músculo-esqueléticos	2	3	6	10	60	III
Golpes o cortaduras por herramientas de trabajo	2	2	4	10	40	III
Golpes contra objetos inmóviles	2	1	2	10	20	IV
Corte o punción por presencia de objetos contundentes	2	2	4	10	40	III

Actividad: Manipulación, distribución y plantación de posturas.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Sobreesfuerzo físico	2	4	8	25	200	II
Estrés térmico	2	4	8	10	80	III
Caídas de personas al mismo nivel	2	1	2	10	20	IV
Exposición de agentes biológicos	2	2	4	10	40	III
Trastornos músculo-esqueléticos	2	3	6	10	60	III
Golpes o cortaduras por herramientas de trabajo	2	2	4	10	40	III
Golpes contra objetos inmóviles	2	1	2	10	20	IV

Nota aclaratoria: En esta etapa, luego de la actividad de manipulación, distribución y plantación de posturas le sigue la reposición de fallas, en la cual se ponen de manifiesto los mismos riesgos que en la actividad anterior, debido a que consiste en reponer las posturas que no se lograron en la primera siembra, por lo que se realizan las mismas actividades.

Evaluación de los Factores de Riesgos Laborales para situaciones que persisten durante el desarrollo del proceso objeto de estudio.

Factor de Riesgo	ND	NE	NP=NDxNE	NC	NR	NI
Incapacidad de brindar primeros auxilios	6	2	12	25	300	II
Explosiones o incendios	6	1	6	100	600	I
Deficiencias con los equipos de protección contra incendios	6	3	18	60	1080	I

Anexo No.35.

Desglose de actividades del proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos en Punta Majagua, Cienfuegos.

Etapas	Actividades	Descripción
Facilidades temporales y preparación del área de trabajo.	Preparación del área de basificación.	Dentro de esta actividad, se realizan a su vez otras como desbroce, chapea, acomode y recogida de residuos; conjuntamente con la transportación y ubicación del contenedor base y tanque de agua que se utiliza como fermentador.
	Crear condiciones de acceso a los tanques.	En esta actividad de forma similar a la anterior, se realizan acciones relacionadas con el desbroce, la chapea, y la recogida de residuos, en este caso en un área mucho mayor que en la preparación del área base, además se suceden otras como preparación de rampas de acceso a los tanques.
	Extracción de objetos y estructuras del interior de los tanques.	La descripción guarda estrecha relación con su nombre, se decide analizarla de forma independiente por el riego

		que puede representar la interacción con el residuo petrolizado.
	Creación de la parcela de biorremediación.	Consiste en levantar montículos de tierra alrededor del área destinada para la biorremediación del producto, con el objetivo de que la mezcla a biorremediar en el futuro no se salga del perímetro escogido.
Biorremediación y levantamiento de tanques	Extracción y acarreo de tierra hacia la parcela de biorremediación.	Se extrae y transporta la tierra desde una cantera para su uso posterior, en el mezclado con el residuo petrolizado.
	Caracterización de los residuos	Se procede a determinar la composición del residuo petrolizado.
	Extracción y trasiego del producto a la parcela de biorremediación.	En esta actividad se extraen de los tanques el Fuel-Oil y se trasladan a la parcela de biorremediación.
	Mezclado de tierra y producto.	Para llevar a cabo la biorremediación es necesario mezclar el residuo petrolizado con tierra en proporción de 1:3, y esparcirlo sobre el área preparada previamente en una capa no mayor a 30 cm.

	<p>Obtención de BIOIL-FC</p>	<p>Se realiza un escalado de las bacterias utilizando dos fermentadores, a los que se agregan sustancias químicas para la obtención del bioproducto y para su limpieza final.</p>
	<p>Aplicación de BIOIL-FC</p>	<p>La aplicación del BIOIL FC se realizará por aspergeo a través de pipas, una vez producido el conglomerado bacteriano.</p>
	<p>Aireación y humectación.</p>	<p>Posterior a lo descrito en la anterior actividad se aireará la capa de tierra semanalmente con la utilización de tractor acoplado a ruster o grada, con el objetivo de que los microorganismos presentes en la parte inferior a la interfase de la mezcla reciban oxígeno, además se regará con la misma frecuencia orientado a lograr condiciones húmedas para las bacterias.</p>
	<p>Extracción y acarreo de estructuras metálicas.</p>	<p>Por medio del buldózer se extraen del área de tanques las estructuras metálicas y se agrupan en un área determinada de la zona hasta que la empresa de Materias Primas de</p>

		Cienfuegos las recoja y recicle.
	Demolición, acarreo y de la base asfáltica de los tanques.	Consiste en el fraccionamiento de la capa asfáltica y de hormigón de aproximadamente 20 cm de espesor y el traslado de los 600 m ³ de escombros generados hasta un lugar previamente convenido.
	Dispersión de la base de tierra de los tanques.	La tarea radica en mover y distender los montículos de 3000 m ³ de tierra (que hoy soportan a los cuatro tanques) por toda el área de trabajo.
Reforestación de la zona.	Preparación de la zona para la reforestación.	Esta actividad recoge a su vez tareas como desbroce, chapea, apile y recogida de residuos, balizar todo esto en un área de 70000m ² .
	Apertura de hoyos.	Radica en la apertura de 17500 hoyos para la siembra.
	Manipulación, distribución y plantación de posturas.	Consiste en la carga manual, acarreo, descargue, así como distribución y plantación de posturas, las que se plantan en primero en el área de los tanques 3 y 4, y posteriormente en el resto del área.

	Reposición de fallas.	Se procede a la carga manual, acarreo, descargue, así como distribución y plantación de 1750 posturas, las cuales se disponen en los lugares de las que no se lograron en la primera plantación, por lo que la actividad trae asociada la perfilación de los hoyos.
--	------------------------------	---

Anexo No. 36

Estimación del Gasto Energético requerido por la actividad.

Para realizar la estimación se utiliza el consumo metabólico a partir de los componentes de la actividad, para esto se utiliza la siguiente tabla.

Tabla para el cálculo del Gasto Energético de la actividad. Fuente: Alonso, Alicia (1990).

A: Postura de trabajo y movimientos corporales.		Kcal/min trabajo	Kcal/h trabajo
Sentado		0,3	20
Arrodillado		0,5	30
Parado		0,6	30
Encorvado de pie		0,8	35
Caminando		1,7 – 3,5	50
Escalando rampa de inclinación 10° y 0,75 m de altura.		Aproximadamente 400	100 - 200
B: Tipo de Trabajo			
Trabajo manual	Ligero	0,3 – 0,6	15 – 30
	Moderado	0,6 – 0,9	35 – 50
	Pesado	0,9 – 1,2	50 – 60
Trabajo con un brazo	Ligero	0,7 – 1,2	40 – 65
	Moderado	1,2 – 1,7	65 – 90
	Pesado	1,7 – 2,2	90 – 100
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5 – 2,0	80 – 110
	Moderado	2,0 – 2,5	110 – 135
	Pesado	2,5 – 3,0	135 – 160
Trabajo con todo el cuerpo	Ligero	2,5 – 4,0	135 – 220
	Moderado	4,0 – 6,0	220 – 325
	Pesado	6,0 – 8,5	325 – 450
	Muy Pesado	8,5 – 11,5	450 – 600

$$GE_{act} = A + B + MB$$

donde:

A: Postura de trabajo y movimientos corporales.

B: Tipo de Trabajo.

MB: Metabolismo Basal.

1. Actividad: Chapea

$$GE_{act} = A + B + MB$$

$$GE_{act} = 2,8 \text{ kcal/min} + 6,5 \text{ kcal/min} + 1,11 \text{ kcal/min}$$

$$GE_{act} = 10,41 \text{ kcal/min}$$

$$A: \text{Encorvado de pie: } 0,8 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Caminando: } 2 \text{ kcal/min}$$

$$A = 2,8 \text{ kcal/min}$$

$$B: \text{Trabajo con todo el cuerpo. Pesado} = 6,5 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Metabolismo Basal (MB)} = 37 \text{ kcal/hm}^2 = 1,11 \text{ kcal/min}$$

2. Recogida y apile de residuos

$$GE_{act} = A + B + MB$$

$$GE_{act} = 2,8 \text{ kcal/min} + 5,0 \text{ kcal/min} + 1,11 \text{ kcal/min}$$

$$GE_{act} = 9,81 \text{ kcal/min}$$

$$A: \text{Encorvado de pie: } 0,8 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Caminando: } 2 \text{ kcal/min}$$

$$A = 2,8 \text{ kcal/min}$$

$$B: \text{Trabajo con todo el cuerpo. Moderado} = 5,0 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Metabolismo Basal (MB)} = 37 \text{ kcal/hm}^2 = 1,11 \text{ kcal/min}$$

3. Extracción de objetos del interior de los tanques

$$GE_{act} = A + B + MB$$

$$GE_{act} = 3,1 \text{ kcal/min} + 6,3 \text{ kcal/min} + 1,11 \text{ kcal/min}$$

$$GE_{act} = 10,51 \text{ kcal/min}$$

$$A : \text{Parado} = 0,6 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Encorvado.de.pie} : 0,8 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Caminando} : 1,7 \text{ kcal/min}$$

$$A = 3,1 \text{ kcal/min}$$

$$B : \text{Trabajo.con.todo.el.cuerpo.Pesado} = 6,3 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Metabolismo.Basal}(MB) = 37 \text{ kcal/hm}^2 = 1,11 \text{ kcal/min}$$

4. Apertura de hoyos

$$GE_{act} = A + B + MB$$

$$GE_{act} = 2,3 \text{ kcal/min} + 4,5 \text{ kcal/min} + 1,11 \text{ kcal/min}$$

$$GE_{act} = 7,91 \text{ kcal/min}$$

$$A : \text{Parado} = 0,6 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Caminando} = 1,7 \text{ kcal/min}$$

$$A = 2,3 \text{ kcal/min}$$

$$B : \text{Trabajo.con.todo.el.cuerpo.Moderado} = 4,5 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Metabolismo.Basal}(MB) = 37 \text{ kcal/hm}^2 = 1,11 \text{ kcal/min}$$

5. Manipulación y distribución de posturas

$$GE_{act} = A + B + MB$$

$$GE_{act} = 3,9 \text{ kcal/min} + 5,0 \text{ kcal/min} + 1,11 \text{ kcal/min}$$

$$GE_{act} = 10,01 \text{ kcal/min}$$

$$A : \text{Parado} = 0,6 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Encorvado.de.pie} = 0,8 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Caminando} = 2,5 \text{ kcal/min}$$

$$A = 3,9 \text{ kcal/min}$$

$$B : \text{Trabajo.con.todo.el.cuerpo.Moderado} = 5,0 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Metabolismo.Basal}(MB) = 37 \text{ kcal/hm}^2 = 1,11 \text{ kcal/min}$$

6. Siembra de posturas

$$GE_{act} = A + B + MB$$

$$GE_{act} = 3,0 \text{ kcal/min} + 4,4 \text{ kcal/min} + 1,11 \text{ kcal/min}$$

$$GE_{act} = 8,51 \text{ kcal/min}$$

$$A : \text{Arrodillado} = 0,5 \text{ kcal/min}$$

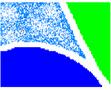
$$\text{Encorvado.de.pie} = 0,8 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Caminando} = 1,7 \text{ kcal/min}$$

$$A = 3,0 \text{ kcal/min}$$

$$B : \text{Trabajo.con.todo.el.cuerpo.Moderado} = 4,4 \text{ kcal/min}$$

$$\text{Metabolismo.Basal}(MB) = 37 \text{ kcal/hm}^2 = 1,11 \text{ kcal/min}$$

	MANUAL DE GESTION DE RIESGOS CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE CIENFUEGOS (CEAC)	Código: 5010
		Rev: 00
		Pág: 237 de 278
PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS ACTIVIDADES CON ALTOS NIVELES DE EXPOSICIÓN AL RESIDUO PETROLIZADO.		

Anexo No. 37. Procedimiento de trabajo seguro para las actividades con altos niveles de exposición al residuo petrolizado en la ejecución del Proyecto de Rehabilitación Ambiental Integral de Punta Majagua, Reina Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento de Trabajo Seguro

Aplicación: Actividades con altos niveles de exposición al residuo petrolizado en la ejecución del Proyecto de Rehabilitación Ambiental Integral de Punta Majagua, Reina Cienfuegos.

1. Objetivo.

1.1 Enunciar las principales definiciones relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo, y orientaciones generales sobre el proceder antes, durante y después de las labores de ejecución del proceso.

1.2 Exponer los factores de riesgos identificados a los que están expuestos los trabajadores durante la ejecución del proceso.

1.3 Exponer las medidas tomadas para minimizar los riesgos identificados y EPP.

1.4 Explicar las medidas tomadas para casos de emergencia.

2. Alcance.

2.1 Es aplicable a cualquier tipo de actividad con altos niveles de exposición al residuo petrolizado durante la ejecución actual proceso.

3. Referencia.

3.1.- NC-33-96:1988. Ciclos de Limpieza de Tanques de Almacenamiento de Petróleo y sus Derivados.

4. Definiciones.

Accidente de trabajo: Hecho repentino relacionado causalmente con la actividad laboral que produce lesiones al trabajador o su muerte.

Acción preventiva: Acción para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación potencialmente indeseable.

Acción correctiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.

Enfermedad profesional: Es la contraída como resultado de la exposición a factores causales inherentes o presentes en la actividad laboral y reconocida como tal en la legislación vigente.

EPP: Equipo personal de protección.

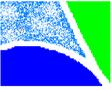
EPC: Equipo colectivo de protección.

Seguridad integrada: Incorporación de las tareas inherentes a la seguridad y salud a las funciones de cada etapa y a cada miembro del proceso, según su responsabilidad y esfera de competencia.

Riesgo: Combinación de la probabilidad de que ocurra un daño y la gravedad de las consecuencias de este.

Inspección: Acción de comprobar por medio de observación visual o mediante el uso de un instrumento de medición que son satisfechos los requisitos normativos, las condiciones de explotación y/o de realización de trabajos específicos.

Incidente: Evento que posee el potencial para producir un accidente del trabajo.

	MANUAL DE GESTION DE RIESGOS	Código: 5010
	CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE CIENFUEGOS (CEAC)	Rev: 00
		Pág: 238 de 278

Peligro: Fuente potencial de daño.

Sistema de gestión de riesgos laborales: Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan, para lograr la determinación de todos los riesgos laborales asociados a cada una de las actividades del proceso.

No conformidad: Incumplimiento de un requisito.

5. Anexos

5.1 Anexo 1: Lista de chequeo adaptada de la resolución 39/2007 para la realización de trabajos (ver Anexo No.19).

5.2 Factores de riesgo identificados por las actividades involucradas a la exposición al residuo petrolizado trabajos (ver Anexo No.32).

5.3 Mapas de los principales riesgos detectados en la zona, en las diferentes etapas de ejecución del proyecto (ver Anexo No.33).

5.4 Plan de medidas preventivas para los riesgos identificados en las diferentes actividades (ver Anexo No.34).

5.5 Indicadores para medir el desempeño de las acciones correctivas en el proceso (ver Anexo No.45).

6. Responsabilidades

6.1 El Director de División se subordina a Director del Centro y es responsable por:

- Coordinar toda la logística y situaciones relacionadas con la ejecución del proyecto.
- Servir de apoyo como asesor técnico en la ejecución del proceso.

6.2 El Jefe de Proyecto se subordina al Director División y es responsable por:

- Impartir explicaciones sobre el uso de materiales y equipos,
- Indicar mediante órdenes de trabajo las tareas a realizar,
- Exigir la realización de la inspección técnica de los trabajos ejecutados,
- Entregar la información exigida por el cliente; según la planificación acordada.

6.2 El Jefe de Actividad se subordina al Jefe de Proyecto y es responsable por:

- Cumplir y hacer cumplir lo establecido en este procedimiento, en lo concerniente a las condiciones seguras de trabajo,
- Orientar a los ayudantes y operadores de equipos sobre la ejecución de los trabajos,
- Establecer e indicar a los operadores de equipos las actividades que va a realizar cada uno de ellos,
- Informar sobre las principales medidas tomadas para disminuir el riesgo de los trabajos,
- Coordinar las actividades que van a ser llevadas a cabo en la ejecución del trabajo,
- Cumplir y exigir el cumplimiento de las condiciones seguras de trabajo, expresadas en este procedimiento.
- Comunicar al Jefe de Proyecto sobre cualquier violación del esquema de trabajo acordado en la orden de trabajo,

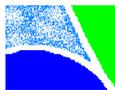
6.3 El Especialista de Salud, Higiene y Ambiente se subordina al Jefe General del Proyecto y es responsable por:

- Realizar inspecciones rutinarias todos los días a los trabajos en el objeto de obra,
- Emplear adecuadamente la lista de chequeo de inspección según la actividad a ejecutar,

6.4 El operador de equipo multipropósito se subordina al Jefe de Proyecto y es responsable por:

- Cumplir lo establecido en este procedimiento,
- Cumplir con las regulaciones de seguridad establecidas en el área de trabajo,
- Ejecutar las actividades según lo establecido por el Jefe Actividad,
- Servir de apoyo al personal calificado para la ejecución de las actividades,
- Observar estrictamente las medidas tomadas para asegurar la ejecución segura de cada actividad.

6.5 Los operadores de equipos se subordinan al Jefe de Proyecto y son responsables por:



MANUAL DE GESTION DE RIESGOS

CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE CIENFUEGOS (CEAC)

Código: 5010

Rev: 00

Pág: 239 de 278

- Cumplir lo establecido en este procedimiento,
- Cumplir con las regulaciones de seguridad establecidas en el área de trabajo,
- Ejecutar las actividades según lo establecido por el Jefe Actividad,
- Servir de apoyo al personal calificado para la ejecución de las actividades,
- Observar estrictamente las medidas tomadas para asegurar la ejecución segura de cada actividad.

7. Desarrollo

La ejecución de las labores diarias se divide en tres fases:

Fase 1: Antes de comenzar a realizar los trabajos o antes de comenzar la jornada laboral,

Fase 2: Durante la ejecución de los trabajos,

Fase 3: Al finalizar los trabajos o después de la jornada laboral.

Durante la Fase 1 se procede de la siguiente manera;

7.1 Descripción de las actividades previas al inicio del trabajo

- Transportación hacia el objeto de obra,
- Cambio de ropa de los trabajadores, colocación de los medios de protección personal comunes.
- Moverse hasta el lugar donde se ejecutará la actividad,
- Charla de inducción, donde se explique brevemente a todo el personal involucrado el alcance de los trabajos durante la jornada laboral, las actividades que debe realizar cada miembro del equipo de trabajo, los factores de riesgos a los que están expuestos, y las medidas tomadas para disminuir el riesgo,
- Preparación del puesto de trabajo para ejecutar la actividad,
- Revisión exhaustiva del puesto de trabajo,
- Colocación de señales, avisos y cintas limitadoras de acceso,

- Ubicar los equipos, materiales y herramientas en un lugar seguro que proporcione espacio suficiente para transitar,
- Comprobar que se han dispuesto correctamente todos los equipos y medios,
- Tener previstas las vías de escape y puntos de concentración,

7.2 Durante la Fase 2, se procede de la siguiente manera:

Se aborda desde el punto de vista de este procedimiento las actividades que se expongan al residuo petrolizado de manera separada, como se presenta a continuación:

7.2.1 Caracterización del residuo:

- Se realiza con el objetivo de conocer las características del residuo petrolizado,
- Los trabajadores que realicen la tarea deben estar provistos de los EPP requeridos por la tarea,
- Los trabajadores que realicen el muestreo deben hacerlo de manera objetiva y con la mayor brevedad posible,

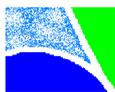
7.2.2 Extracción de objetos y estructuras del interior de los tanques.

- Para esta actividad se extraen los objetos del interior de los tanques de forma manual, evitándose el contacto del residuo petrolizado con los trabajadores lo máximo posible, y estando provistos los mismos de los medios requeridos para este fin.
- Extraídos los objetos se envasan en nylon de polipropileno y se envían al vertedero municipal.
- Nunca se debe permanecer dentro del Fuel con el nivel del mismo, superior a la altura de las botas de goma.

7.2.3 Extracción, trasiego y mezclado de tierra y producto.

- Se realiza valiéndose de equipo multipropósito y buldózer para la extracción y de camiones para el trasiego.
- Los operadores de los equipos deben mantenerse dentro de sus cabinas hasta tanto estén fuera de la zona de contacto con el residuo petrolizado.
- Los trabajadores que realicen la tarea deben estar provistos de los EPP requeridos por la tarea.

7.2.4 Aplicación de BIOIL-FC.



MANUAL DE GESTION DE RIESGOS

CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE CIENFUEGOS (CEAC)

Código: 5010

Rev: 00

Pág: 240 de 278

- Se realiza utilizando una pipa que tenga una bomba incluida, se riega sobre la zona utilizando una manguera.
- Los trabajadores que realicen la tarea deben estar provistos de los EPP requeridos por la tarea.
- Deben estar siempre detrás de la manguera y sujetándola debidamente.
- No debe permanecerse en la zona de biorremediación más del tiempo necesario para el riego.

7.2.5 Equipos y medios necesarios (cantidad):

- Multipropósito (1)
- Buldózer (1)
- Camiones (4)
- Pipa con bomba de aspersión (1)
- Bomba de succión (1)
- Desengrasante Navy wash (20)

7.2.1.2 EPP Y EPC necesarios:

- Overol
- Botas de Goma
- Guantes de Nitrilo
- Gafas de Seguridad
- Audífonos
- Fajas lumbares

Durante la Fase 3 se procede de la siguiente manera:

7.3 Descripción de las actividades una vez culminados todos los trabajos:

- Recoger y depositar los desechos en lugares destinados a este fin,
- Limpiar todos los equipos empleados en los trabajos con desengrasante y colocarlos en lugares seguros,
- Retirar todos los equipos, herramientas y materiales del objeto de obra,

7.4 Respuesta y control emergencia

7.4.1 En caso de lesionado:

Se procede de acuerdo al tipo y gravedad de la lesión de la siguiente forma:

Lesión Leve: Atender al trabajador en el lugar que se señale para este fin a pie de obra, o dejar en reposo hasta que se sienta mejor.

Lesión Moderada o Grave: Se aplican los primeros auxilios y se traslada al lesionado al puesto médico más cercano.

Para el traslado del lesionado se debe contar con un medio de transporte que se encuentre ubicado en un área que planifique la dirección del proyecto.

7.4.2 En caso de incendio:

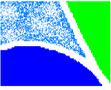
Si se llegara a producir un conato de incendio o un incendio de pequeña magnitud como consecuencia de la mala operatividad, se procede a extinguir el mismo con los extintores, los cuales son operados por cualquier trabajador que haya recibido la instrucción del manejo de extintores al inicio de los trabajos.

Cuando los incendios son de grandes proporciones y se desconoce el origen y los agentes involucrados en el mismo, se debe evacuar a todo el personal vientos arriba del área afectada, manteniendo la coordinación con el personal supervisor.

A tal efecto los pasos a seguir son los siguientes:

- Avise y solicite ayuda de inmediato a la estación de bomberos,
- Si se trata de un incendio menor, intente apagarlo utilizando el extintor adecuado para cada caso,
- Si se trata de un incendio mayor, retírese del sitio y en dirección contraria al viento, de ser posible,
- Mantenga la calma,
- Acate las instrucciones del Jefe de Actividad,
- No obstaculice el paso de vehículos de bomberos, ambulancias, u otros,

7.4.3 Prevención de incendios:

	MANUAL DE GESTION DE RIESGOS CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE CIENFUEGOS (CEAC)	Código: 5010
		Rev: 00
		Pág: 241 de 278

Los equipos portátiles de extinción de incendios deben ser suministrados por el centro, los cuales permanecen en las áreas donde se estén ejecutando trabajos que generen chispas, donde estén operando equipos eléctricos o en áreas altamente peligrosas.

7.4.4 Reporte del incendio:

Para reportar un incendio se realiza de la siguiente forma:

Indique el sitio de incendio o emergencia.

Indique su naturaleza y magnitud.

Indique si hay personal en peligro potencial.

Anexo No. 38

Resultados de la aplicación del estudio relacionado con los factores de riesgos químicos.

A continuación se exponen los resultados del estudio propuesto en el Anexo No.20 relacionado con el análisis de factores de riesgos químicos.

Período I: Identificación de Factores de Riesgos Químicos.

Paso 1: Caracterización del proceso objeto de estudio.

A partir de la caracterización del proceso que se aborda en la etapa 10 de este capítulo, se procede a la identificación de las actividades y tareas con exposición a agentes químicos.

Paso 2: Identificación de actividades y tareas con exposiciones a agentes químicos.

Se identifican las actividades relacionadas directamente con el manejo de agentes químicos, mostrándose en el **Anexo No. 39 A**.

Paso 3: Identificación de los productos químicos peligrosos en cada actividad.

En el proceso se hace necesario conocer con que sustancias químicas se trabaja y el nivel de peligrosidad de cada uno de ellos, en el **Anexo No. 39 B** se muestra los productos utilizados en las actividades correspondientes.

Paso 4: Vías de penetración del producto químico en el organismo humano.

Para analizar este paso se toman en cuenta los datos obtenidos de las tareas relacionadas directamente con agentes químicos, identificando las vías de penetración al organismo humano. (Ver Tabla No. 1).

Tabla No. 1: Vías de penetración de los productos químicos que son utilizados en la actividad de obtención de BIOIL- FC. Fuente: Elaboración Propia.

Tareas	Vías de penetración al organismo humano	Tiempo de exposición
Agregado de productos químicos a los fermentadores.	Vía respiratoria Vía dérmica	Ocasionalmente
Actividades de laboratorio.	Vía dérmica	Ocasionalmente
Limpieza de fermentadores.	Vía respiratoria Vía dérmica	Poco frecuente

Paso 5: Efectos del producto químico en el organismo humano.

Este punto se obvia debido a que los efectos de los productos son tratados en pasos anteriores.

Paso 6: Almacenamiento y manipulación de productos químicos.

Se comienza conociendo la clasificación de los productos que se almacenan:

- Inflamables: Alcohol 98%
- Tóxicos: Hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico.
- Irritantes: Fosfato de amonio.

Al analizar el grado de Incompatibilidades según el **Anexo No.20 B** se concluye que los productos no presentan problemas puesto que se encuentran separados por medio de una distancia considerable, pero a pesar de ello se determina que no existen condiciones de almacenamiento propicias para retener sustancias de esta índole.

Período II: Evaluación de Factores de Riesgos Químicos

Paso 7: Evaluación de los Factores de Riesgos Químicos.

En esta etapa se lleva a cabo la evaluación de los factores de riesgos por agentes químicos peligrosos en tareas que forman parte de la obtención del BIOIL-FC, utilizando la metodología simplificada de evaluación de riesgo de accidente por agentes químicos dada por Piqué Ardanuy, (2008), abordado en el **Anexo No.20**. El resultado de esta aplicación puede verse en el **Anexo No. 39 C**.

Luego de aplicar el método mencionado se puede concluir que:

- La tarea de agregado de productos químicos a los fermentadores es evaluada en cuanto al nivel de riesgo en el 2, lo que significa que se deben establecer medidas de reducción del riesgo e implantarlas en un período determinado.
- La tarea de actividades de laboratorio es evaluada en cuanto al nivel de riesgo en el 3, lo que significa que se deben corregir y adoptar medidas de control a corto plazo.
- La tarea de limpieza de fermentadores es evaluada en cuanto al nivel de riesgo en el 4, significando una situación que precisa de una corrección urgente.

Período III: Propuesta de Medidas preventivas

Paso 8: Medidas preventivas a adoptar.

Este paso se corresponde con la proposición de un conjunto de acciones que deben ser tenidas en cuenta por los ejecutores de las tareas analizadas, abordándose en el plan de medidas general, que incluye todas las actividades del proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburo en Punta Majagua, Cienfuegos. (Ver fase IV, capítulo III).

Anexo No.39.

Plan de Medidas para la prevención de Riesgos Laborales. Fuente: Elaboración Propia.

Principales Peligros.	Efectos. (Por Qué)	Medidas. (Qué)	Forma de proceder. (Cómo)	Plazo de Ejecución. (Cuándo)	Responsable. (Quién)	Actividad(es) a ejecutar medida.(Dónde)
<p>Recogida de residuos sólidos con presencia de microorganismos.</p>	<p>Corte o punción por presencia de objetos contundentes.</p> <p>Enfermedades contagiosas e infecciosas.</p>	<p>Entregar equipos de protección individual como overoles, botas, guantes y mascarillas.</p> <p>Controlar la utilización de los EPP y enfatizar e su uso de manera obligatoria.</p>	<p>Con el resultado del levantamiento de riesgos se determinan las actividades de mayor interacción con los residuos sólidos, en función de esto y de la cantidad de personas relacionadas con las actividades realizar la compra al proveedor de medios.</p> <p>Asignar a determinada persona la función de controlar el uso de los EPP.</p>	<p>Antes del comienzo de cada una de las actividades relacionadas con la tarea.</p>	<p>Jefe de la División</p> <p>Responsable de Seguridad y Salud del Proyecto</p>	<p>Preparación del área de basificación.</p> <p>Crear condiciones de acceso a los tanques.</p> <p>Preparación de la zona para la reforestación.</p>

<p>Circulación de vehículos pesados dentro del área.</p>	<p>Contusiones, fracturas, esguinces.</p>	<p>Mantenerse alejado siempre de las unidades móviles por el frente y dentro del campo visual del operador, preferiblemente estableciendo contacto visual.</p> <p>Elaborar un plan de transporte de los equipos y vehículos para cada una de las actividades a ser desarrolladas, que necesiten de la utilización de estos, el cual debe incluir la ruta a seguir y el horario de desplazamiento.</p>	<p>Asignar a una persona que controle el tráfico y que los demás trabajadores se mantengan alejados, de estas operaciones.</p> <p>Análisis del proyecto en cuanto a secuencia de actividades, rutas y horarios establecidos para realizar el plan de transporte.</p>	<p>Con anterioridad al comienzo de las actividades relacionadas.</p>	<p>Jefe de Proyecto</p>	<p>Crear condiciones de acceso a los tanques.</p> <p>Extracción y trasiego del producto.</p> <p>Creación de la parcela de biorremediación.</p>
		<p>Localizar e identificar las líneas alta tensión en el pre-proyecto de trabajo.</p>	<p>.Contactar con la UNE para solicitar información sobre el tendido eléctrico presente en el lugar.</p>			

Contacto eléctrico	Electrocución, daños al sistema nervioso,	<p>Exigir el cumplimiento de la disciplina tecnológica.</p> <p>Identificar las conexiones eléctricas.</p> <p>Entregar a los obreros EPP tales como guantes y botas aislantes.</p>	<p>Señalar según la normativa existente el área que opera cada conexión eléctrica y la tensión de la línea.</p> <p>Con el resultado del levantamiento de riesgos se determinan las actividades con mayor exposición al contacto eléctrico, en función de esto y de la cantidad de personas relacionadas con dichas actividades realizar la compra al proveedor de los medios.</p>	Con anterioridad al comienzo de las actividades.	Jefe de la División y Jefe de Proyecto	<p>Preparación del área de basificación.</p> <p>Obtención de BIOIL-FC.</p>
Izaje de contenedor y fermentadores	Golpes o contacto con objetos móviles y caída de los mismos durante la manipulación	<p>Establecer un observador permanente.</p> <p>Ubicar todos los equipos de izamiento de cargas al menos a 3 m de distancia de las líneas eléctricas.</p> <p>Utilizar medios de protección.</p>	<p>Asignar a un obrero la responsabilidad de monitorear la actividad, así como de estar pendiente de que no haya personas debajo ni cerca a las cargas izadas así como que los equipos de izaje se sitúen como mínimo a 3m de las líneas eléctricas.</p> <p>Exigir por parte del jefe inmediato superior el uso de los medios de</p>	Siempre que se proceda a actividades que realicen izamiento de cargas.	Jefe de proyecto	<p>Preparación del área de basificación.</p> <p>Obtención de BIOIL-FC</p>

			protección.			
Actividad laboral donde predominan tareas con esfuerzo físico	Agotamiento, desmayos, pérdida de las reservas del organismo, ocurrencia de patologías relacionadas con trastornos musculares y óseos, como las frecuentes lesiones de espalda y hombros, entre otras.	Exigir el cumplimiento del régimen de trabajo y descanso según establece la Ley 49 Código del Trabajo. Realizar un estudio de carga física en las actividades relacionadas. Utilizar medios de protección.	Reunir a los responsables de cada área para explicar lo establecido en dicha ley. Determinar el gasto energético en las actividades donde mayor carga física exista con el objetivo de contratar obreros con capacidades de trabajo superiores a la requerida por la tarea, o al menos obreros que ostenten corpulencia y físico apto para el trabajo bajo análisis. Exigir el uso de los EPI como la faja protectora.	Previo a la ejecución de cada una de las actividades en la que está presente el riesgo.	Especialista de seguridad del proyecto.	Preparación del área de basificación. Crear condiciones de acceso a los tanques. Extracción de objetos y estructuras del interior de los tanques. Corte de estructuras metálicas de los tanques. Preparación de la zona para la reforestación. Apertura de hoyos. Manipulación, distribución y plantación de posturas.
		Usar guantes apropiados y otros medios de protección personal resistentes a los productos químicos que se estén manipulando, incluyendo	Exigir por parte del jefe inmediato superior el uso de los medios de protección. Dedicar determinado tiempo diariamente para dar instrucciones a los obreros de como proceder de forma más			

<p>Contacto dérmico e inhalación con agentes químicos tóxicos</p>	<p>Irritación de mucosas en ojos, vías nasales y bucales, quemaduras en la piel, daños al sistema nervioso e inmunológico. Posible ocurrencia de patologías cancerígenas.</p>	<p>protección en cara y ojos.</p> <p>Separar los productos químicos utilizados para el Landfarming, clasificándolos según su compatibilidad química, para evitar mezclas y reacciones accidentales, especialmente el nitrato de amonio y los combustibles.</p> <p>Determinar los equipos de protección corporal más adecuados (tipo de máscara, ropa, guantes, lentes, etc).</p>	<p>segura con la manipulación de las sustancias a utilizar.</p> <p>Analizar las labores y los potenciales de exposición química en cada una de ellas. El análisis debe incluir información específica de cada riesgo químico presente en el sitio, con el fin de aplicar el uso de EPP adecuadas.</p> <p>Exigir al proveedor la asignación de las fichas de seguridad de los productos químicos.</p> <p>Nunca cambiar e recipiente los productos químicos peligrosos y prohibir su uso por libre vertimiento.</p>	<p>Durante el transcurso de actividades que necesiten de sustancias químico toxicas para su ejecución.</p>	<p>efe de Actividad</p>	<p>Obtención de BIOIL - FC</p>
<p>Contacto e inhalación con sustancias nocivas</p>	<p>Enfermedades respiratorias y del sistema nervioso, afectaciones al sistema inmunológico,</p>	<p>Implantar un procedimiento de trabajo seguro, para la manipulación del residuo petrolizado.</p>	<p>Proponer alternativas para disminuir el nivel de exposición al residuo, y aumentar el proceder seguro en la obra.</p>	<p>Previo al comienzo de las actividades expuestas al contacto con el residuo petrolizado.</p>	<p>Jefe de Proyecto</p>	<p>Extracción de objetos y estructuras del interior de los tanques.</p> <p>Extracción y trasiego del producto.</p> <p>Acarreo y mezclado de</p>

	posible ocurrencia de patologías cancerígenas.	Uso de los EPI como overoles, botas de goma, guantes mascarillas nasobucales.	Exigencia del uso de los EPP por parte del jefe inmediato superior.		Jefe de brigada	tierra y producto en los tanques 1,2 y 4. Aplicación de BIOIL- FC.
Caída libre de equipos rampas	Golpes, fracturas, esguinces así como daños irreparables en materiales y equipos	Controlar la circulación y estacionamiento seguros, de los vehículos y equipos por las rampas. Uso del cinturón de seguridad durante las operaciones.	Monitorear la construcción de las rampas en la actividad en que se crean las condiciones de acceso a los tanques, en cuanto a ancho de la misma, inclinación y superficie sin desniveles. Supervisar que siempre que un vehículo tenga que detenerse en la pendiente, sus ruedas sean eficientemente trabadas por las cuñas de seguridad.	Durante la ejecución de las etapas: Facilidades temporales y preparación del área de trabajo. Biorremediación y levantamiento de tanques.	Jefe de actividades.	-Mezclado de tierra y producto. - Aplicación de BIOIL- FC. -Aireación -Extracción y acarreo de estructuras metálicas. - Demolición, extracción y acarreo de base asfáltica de los tanques. -Crear condiciones de acceso a los tanques.
		Controlar contactos accidentales de partes móviles de los equipos con diferentes objetos presentes en el área.	Colocar cubiertas en todas las partes móviles o en rotación para prevenir contactos accidentales y chispas expuestas. Ubicar y señalar debidamente los medios			

<p>Incendios, por ocurrencia de chispas durante la ejecución de la actividad.</p>	<p>Quemaduras, afectaciones en las vías respiratorias así como daños materiales.</p>	<p>Orientar a los obreros como evitar un posible incendio, y como extinguirlo lo más rápido posible.</p>	<p>de PCI, cerca de las áreas susceptibles a incendios.</p> <p>Indicar que se trabaje a favor o en contra del viento según corresponda, con el objetivo de que las chispas nunca lleguen al residuo petrolizado.</p> <p>Garantizar los medios de PCI inmediatamente cuando comience el proyecto</p>	<p>Previo a la ejecución de las actividades relacionadas con la generación de chispas.</p>	<p>Especialista de seguridad del proyecto.</p>	<p>Aireación.</p>
<p>Incapacidad de brindar primeros auxilios</p>	<p>Esto maximiza las consecuencias de los accidentes que puedan ocurrir.</p>	<p>Poseer un botiquín actualizado y provisto de los medicamentos y materiales necesarios para brindar los primeros auxilios en caso de accidente.</p> <p>Contratar el servicio de personal especializado en el uso del botiquín (enfermero).</p>	<p>Coordinar con salud pública sobre la asignación de medicamentos y materiales para uso primario, además de personal especializado para indicar su uso.</p>	<p>Durante toda la ejecución del proceso.</p>	<p>Jefe de la División</p>	<p>La medida no se aplica a ninguna actividad específica sino al proyecto en general.</p>

		Asignar un automóvil, que se encuentre disponible para la transportación en caso de accidente.	Convenir con las entidades involucradas en el proyecto para que se asigne un vehículo diariamente de guardia para el desempeño esta función.			
Explosiones o incendios por el uso y almacenamiento inapropiado de cilindro de gases comprimidos.	Quemaduras, en ocasiones la muerte de las personas cercanas así como importantes daños materiales.	Disminuir el tiempo de almacenamiento del cilindro de gases comprimidos al máximo posible. Inspeccionar detalladamente el estado de las mangueras de conexión. Aislar el cilindro de gas de posibles fuentes de ignición.	Se propone almacenar el cilindro de gases comprimidos el menor tiempo posible, solo el tiempo que se necesita para su uso en las tareas del proceso, y de almacenarse, habilitar un lugar ventilado para ello, nunca hacerse en lugares cerrados y tener en cuenta la compatibilidad de las diferentes sustancia para su almacenaje. Los cilindros llenos se deben diferenciar de los vacíos poniéndole alguna especie de etiqueta.	Durante todas las actividades que necesiten del uso de cilindros de gases comprimidos.	Jefe de Proyecto	Obtención de BIOIL-FC.

Trabajadores no capacitados en el uso de medios de PCI	No extinción a tiempo de un posible incendio.	Exigir la capacitación de los trabajadores con respecto al uso de medios de PCI	Coordinar con el personal especializado como la APCI para que capacite a los trabajadores relacionados con la ejecución del proyecto en esta materia.	Con anterioridad a que comience el proyecto	Jefe de la División.	La medida no se aplica a ninguna actividad específica sino al proyecto en general.
No definición de los medios de PCI por personal especializado y deficiencia de inspecciones periódicas.	No extinción a tiempo de un posible incendio.	Exigir que los medios de PCI estén correctamente definidos y en óptimas condiciones, además de que se inspeccionen con la periodicidad establecida por el personal calificado para este fin.	Coordinar con personal especializado como SEISA y la APCI para erradicar el problema, con lo que se pudiera evitar un incendio extinguiéndolo en el mismo foco en que comience.	Con anterioridad a que comience el proyecto.	Jefe de la División.	La medida no se aplica a ninguna actividad específica sino al proyecto en general.
Proyección de fragmentos y partículas	Golpes, heridas	Establecer un observador que mantenga alejados a los demás obreros del área de trabajo. Entregar medios de protección a los trabajadores.	Asignar a una persona la responsabilidad de monitorear el desarrollo satisfactorio del trabajo. Exigir el uso obligatorio de los medios de protección.	Durante las actividades relacionadas con la situación peligrosa.	Jefe de Brigada	Dispersión de la base de tierra de los tanques. Demolición, extracción y acarreo de base asfáltica de los tanques. Aireación.

Exposición a elevados niveles de presión sonora	Falta de concentración, nerviosismo, sordera, trastornos de sistema nervioso.	Entregar equipos de protección individual como orejeras y/o tapones.	Con el resultado del levantamiento de riesgos se determinan los puestos de mayor exposición a niveles de presión sonora y en función de esto realizar la compra al proveedor.	Durante la ejecución de actividades relacionadas con equipos que emitan altos niveles de ruido	Especialista de Seguridad del proyecto	Obtención de BIOIL-FC Todas las actividades que requieran de el uso de equipos pesados.
Estrés térmico	Sudoraciones, estrés térmico	<p>Informar a los trabajadores sobre los síntomas para el reconocimiento del estrés por calor.</p> <p>Mantener los trabajadores bajo condiciones lo más frescas posibles.</p> <p>Uso de EPI básicos para la cabeza y cuerpo</p>	<p>Conferencia con trabajadores para explicarles los síntomas de daños asociados al estrés por calor.</p> <p>Proveer a los trabajadores permanentemente de agua, disponibilidad de áreas de sombra, recesos frecuentes.</p> <p>Exigir el uso de los EPI.</p>	Durante toda la realización del proyecto.	Jefe de Actividad	En todas las actividades del Proceso.
Caídas de personas al mismo y diferente nivel	Lesiones, golpes, heridas, fracturas,	Identificar los desniveles y desproporciones del terreno así	Señalizar los lugares que se consideren más críticos para la ocurrencia de caída de	Durante la ejecución del proceso.	Especialista de Seguridad del Proyecto	En toda el área de la obra.

	esguinces.	como objetos diseminados en el área.	personas al mismo y diferente nivel.			
Exposición de agentes biológicos	Irritación ligera, enfermedades como la leptospirosis, rabia enfermedades diarreicas, fiebres, etc.	Chequeo de las condiciones y medios de trabajo con el fin de corroborar la no presencia de agentes biológicos.	Los trabajadores deben chequearse las ropas y la piel diariamente para controlar la presencia de ácaros o garrapatas.	Durante la ejecución del proceso.	Jefe de Actividad	En toda el área de la obra.

Nota: Como medida general se indica a la División de Ingeniería Ambiental, que una vez que termine el proceso se coordine con el Hospital Provincial Gustavo Aldereguía Lima, para el ingreso de los trabajadores en el Plan Corazón, en el que se brindan servicios de prevención primaria de salud, además de diagnóstico de parámetros biológicos, psicológicos y cardiovasculares de los trabajadores de las empresas de la provincia.

Anexo No: 40

Plan de Control. Fuente: Elaboración Propia.

Actividades (Acción de Mejora)	Indicadores/ Forma de cálculo	Rango de control	Medida	Frecuencia	Responsable
Entregar equipos de protección personal apropiados para cada actividad a desempeñar.	(%) de cumplimiento de entrega de EPP: Equipos entregados / Equipos necesarios	> 95%	Con el resultado del levantamiento de riesgos se determinan las necesidades de EPI relacionados con cada tipo de actividad a realizar y se procede a la entrega de los mismos.	Al finalizar cada una de las actividades que requiera utilización de EPI.	Responsable de Seguridad y Salud del Proyecto.
Controlar la utilización de los EPP y enfatizar en su uso de manera obligatoria.	(%) de observaciones (aceptables) acerca del uso de EPI: # Observaciones evaluadas de aceptable / # de observaciones totales	> 95%	Asignar a determinada persona la función de controlar el uso de los EPI.	Semanalmente.	Responsable de Seguridad y Salud.
Mantenerse alejado siempre de las unidades móviles y demás equipos pesados.	(%) de actividades supervisadas que tienen relación con el movimiento de equipos y útiles pesados: # de actividades supervisadas / # de actividades necesitadas de supervisión	> 95%	Asignar a una persona que controle el tráfico y flujo de personal en las actividades que incluyan movimiento de equipos pesados y que lo requieran.	Quincenalmente.	Responsable Seguridad y Salud

Identificar las conexiones y tensión de líneas eléctricas.	(%) de señalización e identificación de conexiones y líneas eléctricas # de conexiones y líneas señalizadas e identificadas / # conexiones y líneas existentes	> 95%	Señalizar según lo establecido, el área que opera cada conexión eléctrica y la tensión de la línea.	Antes del comienzo del proyecto	Responsable de Seguridad y Salud del Proyecto.
Almacenamiento de productos químicos utilizados para la biorremediación.	(%) de Cumplimiento de lo establecido referente al almacenamiento de los productos químicos : # de aspectos cumplidos / # de aspectos que se deben cumplir	> 95%	Separar los productos químicos utilizados para la biorremediación, clasificándolos según su compatibilidad química, para evitar mezclas y reacciones accidentales, especialmente el nitrato de amonio y los combustibles	Al almacenar los productos químicos necesarios en la biorremediación:	Jefe de División
Elaborar un procedimiento de trabajo seguro, para las actividades con altos niveles de exposición al residuo petrolizado.	(%) de cumplimiento del procedimiento de Trabajo Seguro : # de aspectos cumplidos del procedimiento / # de aspectos totales	> 95%	Proponer alternativas para disminuir el nivel de exposición al residuo, y aumentar el proceder seguro en la obra.	Diario mientras se ejecuten las actividades con altos niveles de exposición al residuo petrolizado.	Responsable de Seguridad y Salud del Proyecto.
Controlar la circulación y estacionamiento seguros, de los vehículos y equipos por las	Disponibilidad del ancho de la rampa: Ancho de la	> 1,5 m	Monitorear la construcción de las rampas en la actividad en que se crean las condiciones de	Anterior a la construcción de rampas de acceso a los tanques.	Jefe de proyecto

rampas.	rampa – Ancho del bulldózer (equipo más ancho). Grado de inclinación de la rampa (°).	< 60°	acceso a los tanques, en cuanto a ancho de la misma e inclinación.		
Establecer los medios necesarios para combatir un incendio lo más rápido posible.	(%) de medios de PCI existentes, correctamente dispuestos # de medios existentes correctamente dispuestos / # de medios necesarios	> 90%	Disponer debidamente los medios de PCI, cerca de las áreas susceptibles a incendios.	Simultáneo al comienzo del proceso.	Responsable de Seguridad y Salud del Proyecto.
Asignar un automóvil, que se encuentre disponible para la transportación en caso de accidente.	(%) de días con transporte disponible # de días con transporte disponible / # de días totales de trabajo	> 95%	Conveniar con las entidades involucradas en el proyecto para que se asigne un vehículo diariamente de guardia para el desempeño esta función.	Quincenalmente	Jefe de la División
Mantener los trabajadores relacionados con la ejecución de actividades con predominio de esfuerzo físico bajo condiciones lo más frescas posibles	(%) de días con cumplimiento del servicio propuesto # de días que se ofrece el servicio / # de días trabajados	> 95%	Proveer a los trabajadores permanentemente de agua, refrigerio, disponibilidad de áreas de sombra, recesos frecuentes.	Quincenalmente	Jefe de Proyecto

Anexo No. 41.

Fichas para los indicadores del plan de control.

Nombre del indicador: (%) de cumplimiento de entrega de EPI	
Forma de cálculo	Equipos entregados /Equipos necesarios * 100
Unidades	%
Glosario	Es la proporción de EPI entregados del total necesario.
Estado actual del indicador	Desconocido. A registrar al finalizar cada actividad.
Umbral del indicador	100%
Rango de gestión	Más de un 95%

Nombre del indicador: (%) de observaciones aceptables acerca del uso de EPI	
Forma de cálculo	# Observaciones evaluadas de aceptable / # de observaciones totales * 100
Unidades	%
Glosario	Es la proporción de observaciones evaluadas de aceptable entre el total de observaciones referidas al uso de EPI.
Estado actual del indicador	Desconocido. A registrar semanalmente.
Umbral del indicador	100%
Rango de gestión	Más de un 95%

Nombre del indicador: (%) de actividades supervisadas que tienen relación con el movimiento de equipos y útiles pesados:	
Forma de cálculo	# de actividades supervisadas / # de actividades necesitadas de supervisión * 100
Unidades	%
Glosario	Es la proporción de actividades relacionadas con el movimiento de equipos y útiles pesados que constan de un supervisor respecto al total de dichas actividades que requieren supervisión.
Estado actual del indicador	Desconocido. A registrar quincenalmente.
Umbral del indicador	100%
Rango de gestión	Más de un 95%

Nombre del indicador: (%) de señalización e identificación de líneas eléctricas	
Forma de cálculo	# de conexiones y líneas señalizadas e identificadas / # conexiones y líneas existentes * 100
Unidades	%
Glosario	Es la proporción de conexiones y líneas señalizadas e identificadas entre las conexiones y líneas existentes en el lugar.
Estado actual del indicador	Desconocido. A registrar antes del comienzo del proyecto.
Umbral del indicador	100%
Rango de gestión	Más de un 95%

Nombre del indicador: (%) de Cumplimiento de lo establecido referente al almacenamiento de los productos químicos	
Forma de cálculo	# de aspectos cumplidos / # de aspectos que se deben cumplir * 100
Unidades	%
Glosario	Consiste en la proporción de la cantidad de aspectos cumplidos referentes al total de aspectos de almacenamiento que se deben cumplir de acuerdo con los productos necesarios para la etapa de biorremediación.
Estado actual del indicador	Desconocido. A registrar simultáneo a la recepción y almacenamiento de los productos.
Umbral del indicador	100%
Rango de gestión	Más de un 95%.

Nombre del indicador: % de cumplimiento del procedimiento de Trabajo Seguro	
Forma de cálculo	# de aspectos cumplidos del procedimiento / # de aspectos totales *100
Unidades	%
Glosario	Consiste en la proporción de la cantidad de aspectos cumplidos del procedimiento de trabajo seguro (en actividades con altos niveles de exposición al residuo petrolizado); entre el total de aspectos del procedimiento.

Estado actual del indicador	Desconocido. A determinar diario mientras se ejecuten actividades donde se requiere la aplicación del procedimiento.
Umbral del indicador	100%
Rango de gestión	Más de un 95%.

Nombre del indicador: Disponibilidad del ancho de la rampa	
Forma de cálculo	Ancho de la rampa – Ancho del buldózer (equipo más ancho).
Unidades	Metros (m).
Glosario	Es la diferencia entre el ancho de la rampa y el ancho de los equipos a transitar por la misma, se toma el ancho del buldózer que es el equipo más ancho.
Estado actual del indicador	Desconocido. A determinar antes de la actividad de la construcción de rampas de acceso a los tanques.
Umbral del indicador	3 m
Rango de gestión	Mayor que 1.5 metros.

Nombre del indicador: Grado de inclinación de la rampa	
Forma de cálculo	Se determina realizando mediciones con un nivel.
Unidades	(°)
Glosario	Consiste en el grado de inclinación de la rampa respecto a la línea horizontal.
Estado actual del indicador	Desconocido. . A determinar antes de la actividad de la construcción de rampas de acceso a los tanques.
Umbral del indicador	90°
Rango de gestión	Menor que 60°

Nombre del indicador: (%) de medios de PCI existentes, correctamente dispuestos	
Forma de cálculo	$\# \text{ de medios existentes correctamente dispuestos} / \# \text{ de medios necesarios} * 100$
Unidades	%
Glosario	Es la proporción de los medios de PCI que existen en el proceso y se encuentran debidamente dispuestos

	entre el número total de medios necesarios.
Estado actual del indicador	Desconocido. A determinar simultáneo al comienzo del proceso.
Umbral del indicador	100%
Rango de gestión	Más de un 95%.

Nombre del indicador: (%) de días con transporte disponible	
Forma de cálculo	$\# \text{ de días con transporte disponible} / \# \text{ de días totales de trabajo} * 100$
Unidades	%
Glosario	Es la proporción de la cantidad de días que existe un transporte disponible destinado para casos de ocurrencia de accidente entre el total de días trabajados.
Estado actual del indicador	Desconocido. A registrar quincenalmente.
Umbral del indicador	100%
Rango de gestión	Más de un 95%

Nombre del indicador: (%) de días con cumplimiento del servicio propuesto	
Forma de cálculo	$\# \text{ de días que se ofrece el servicio} / \# \text{ de días trabajados} * 100$
Unidades	%
Glosario	Es la proporción de la cantidad de días que se ofrece (a los trabajadores relacionados con la ejecución de actividades con predominio de esfuerzo físico) los servicios de agua fresca, refrigerio, tiempos de descanso y sombras; entre el total de días trabajados por los mismos.
Estado actual del indicador	Desconocido. A determinar semanalmente
Umbral del indicador	100%
Rango de gestión	Más de un 95%

Anexo No. 42

Pasos en la realización del método de expertos

Pasos dados en la realización del método de expertos, utilizado con el objetivo de definir los indicadores que permiten medir el desempeño de acciones realizadas en el Proceso de Prevención de Riesgos Laborales el proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos con el uso de la biorremediación en Punta Majagua, Reina, Cienfuegos.

A continuación se muestran los pasos que se aplican en el método de expertos así como los resultados del mismo. Para el procesamiento de los datos obtenidos en este método se utilizó el paquete de programa estadístico SPSS versión 15.0

Los pasos para aplicar el método son:

1. Concepción inicial del problema: Radica en que se cuenta con una diversidad de indicadores tomado desde diferentes fuentes bibliográficas, todos pueden ser utilizados pero la cantidad de aspectos a medir es excesivo, así como el alcance de algunos que resultan no adecuados a las características propias de los procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos, por lo que decide llevar esta cuestión a una sesión de trabajo con personas conocedoras del tema relacionado con la gestión preventiva para identificar de manera objetiva los indicadores más adecuados.
2. Selección de los expertos.

Para la selección de los expertos se debe determinar la cantidad y después la relación de los candidatos de acuerdo a los criterios de competencia, creatividad, disposición a participar, experiencia científica y profesional en el tema, capacidad de análisis, pensamiento lógico y espíritu de trabajo en equipo. Se escogen especialistas de Seguridad y Salud en el Trabajo de empresas del territorio de Cienfuegos y el Instituto Provincial de Estudios Laborales con experiencia en la materia.

Se calcula el número de expertos para llevar a cabo el desarrollo de este método:

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

$$n = \frac{0.03(1-0.03)3.8416}{0.12^2}$$

$$n = \frac{0.11179}{0.0144}$$

$$n = 7.76319$$

$n \approx 8$ Expertos.

donde:

K: Cte. que depende del nivel de significación estadística.

p: Proporción de error que se comete al hacer estimaciones del problema con n expertos.
(0.03)

i : Precisión del experimento. (0.12)

n: Número de expertos.

La determinación del coeficiente es acorde del nivel de confianza escogido para el trabajo ($\alpha=0.05$).

1 - α	k
99%	6,6564
95%	3,8416
90%	2,6896

En este caso se cuenta con la cantidad de 8 expertos, a los cuales se les entrega una encuesta donde se encuentran las características a seleccionar por cada uno de ellos.

3. Procesamiento.

El caso en análisis presenta más de siete características (K), por lo que la prueba de hipótesis que debe realizarse es χ^2

La cual establece:

Hipótesis:

H_0 : no hay comunidad de preferencia entre los expertos.

H_1 : existe comunidad de preferencia entre los expertos.

Región Crítica: $\chi^2_{calculada} \geq \chi^2_{tabulada}$

Si se cumple la región crítica se rechaza H_0 , existiendo comunidad de preferencia entre los expertos, con lo cual se cumple en la presente investigación. En el caso de la primera ronda $\chi^2_{\text{calculada}} = 211,849$ y la tabulada es $\chi^2_{\text{tabulada}} = 15,507$. El procesamiento de los resultados se efectúa mediante el paquete de programa SPSS versión 15.0. Los resultados muestran que la región crítica se cumple llegándose a la conclusión que los resultados obtenidos en este procesamiento son confiables y existe comunidad de preferencia entre los expertos.

Anexo No. 43

Encuesta aplicada a los expertos con el objetivo de establecer indicadores para analizar el desempeño del Proceso de Prevención de Riesgos Laborales.

Fuente: González González, (2009).

COMPAÑERO (A):

Con el objetivo de establecer un conjunto de indicadores que sirvan de base para valorar las acciones desarrolladas en el Proceso de Prevención de Riesgos Laborales se está realizando esta investigación, a continuación se le proponen un conjunto de indicadores los cuales usted debe valorar en base a si se ajusta a las características de los procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos con el empleo de técnicas de biorremediación, teniendo en cuenta la escala que aparece a continuación. Es válido aclarar que estos indicadores han sido tomados de experiencias relacionadas con el tema a nivel internacional y nacional.

- El indicador se ajusta perfectamente (5)
- El indicador se ajusta bastante (4)
- El indicador se ajusta ni mucho ni poco (3)
- El indicador se ajusta un poco (2)
- El indicador no se ajusta (1)

A continuación se le muestran dichos indicadores y la manera en que pueden calcularse los mismos.

Indicador	Por qué	Cómo	Valoración				
			1	2	3	4	5
Índice de Eliminación de Condiciones Inseguras (IECI)	Mostrar en que medida se ha cumplido con las tareas planificadas de eliminación o reducción de	$IECI = (CIE / CIPE) * 100$, donde: CIE: Condiciones Inseguras Eliminadas en el período analizado. CIPE: Condiciones Inseguras Planificadas a Eliminar en el período.					

	condiciones inseguras.					
Índice de accidentalidad (IA)	Indicar el porcentaje de reducción de la accidentalidad con relación al período precedente	$IA = [(CA2 - CA1) / CA1] * 100$, donde: CA2: Cantidad de accidentes en el período a evaluar. CA1: Cantidad de accidentes en el período anterior.				
Índice de Mejoramiento de las Condiciones de Trabajo (IMCT)	Objetivo: Reflejar en que medida el desempeño del sistema de Seguridad e Higiene Ocupacional, propicia el mejoramiento sistemático de las condiciones de los puestos de trabajo a partir de la evaluación de cada puesto de trabajo seleccionado para el estudio mediante una lista de chequeo.	$IMCT = (CPEB / TPE) * 100$, donde: CPEB: Cantidad de Puestos Evaluados de Bien en cuanto a condiciones de trabajo. TPE: Total de puestos evaluados.				
Eficiencia de la Seguridad (ES)	Reflejar la proporción de riesgos controlados del total de riesgos existentes.	$ES = [TRC / TRE] * 100$, donde: TRC: Total de riesgos controlados. TRE: Total de riesgos Existentes				

<p>Indicador de Trabajadores Beneficiados (TB)</p>	<p>Reflejar la proporción de trabajadores que resultan beneficiados con la ejecución del plan de medidas.</p>	<p>$TB = (TTB / TT) * 100$, donde: TTB: Total de Trabajadores que se benefician con el conjunto de medidas tomadas. TT: Total de Trabajadores del área.</p>				
<p>Índice de Riesgos No Controlados por Trabajador (IRNCT)</p>	<p>Mostrar la cantidad de riesgos no controlados por cada k trabajadores, lo que refleja la potencialidad de ocurrencia de accidentes de trabajo en la organización.</p>	<p>$TB = (TTB / TT) * 100$, donde: TTB: Total de Trabajadores que se benefician con el conjunto de medidas tomadas. TT: Total de Trabajadores del área. k = 100, 10 000, 100 000... en dependencia a la cantidad de trabajadores de la empresa o área analizada, se seleccionará el valor inmediato superior más cercano.</p>				
<p>Índice de Satisfacción con las Condiciones de Trabajo (ISCT)</p>	<p>Mostrar el nivel de satisfacción de los trabajadores con las condiciones en que desarrollan su labor obtenido mediante la aplicación de una encuesta.</p>	<p>Para los trabajadores directos o indirectos: $PSCT = Se * Hi * [(Er + Bi + Es) / 3]$ Para los trabajadores de oficina: $PSCT = Er * Bi * [(Hi + Es + Se) / 3]$ Donde: PSCT: Potencial de Satisfacción con las Condiciones de Trabajo Er, Se, Bi, Hi, Es: Valoración por parte de los trabajadores de las Condiciones Ergonómicas, de Seguridad, Bienestar, Higiénicas y Estéticas presentes en su lugar de trabajo. Estos índices constituyen un paso intermedio en la obtención del indicador final, el cual se obtiene mediante la siguiente expresión: $ISCT = (PSCT / PSCTmáx) * 100$, donde: $PSCTmáx = 125$</p>				
<p>Coefficiente de Perspectivas (CP)</p>	<p>Mostrar como perciben los trabajadores la posibilidad que la organización desarrolle</p>	<p>$CP = (A_+ - D.) / N$ Donde: A₊: Respuesta positiva (Cantidad de marcas en ascenso).</p>				

	acciones encaminadas a mejorar sus condiciones de trabajo.	<p>D.: Respuesta negativa (Cantidad de marcas en descenso).</p> <p>N: Suma total de respuestas positivas y negativas.</p> <p>Puede calcularse además la frecuencia relativa de perspectivas (FR_p), que indica para todo escalón marcado el porcentaje que le corresponde del total de marcas, a través de la expresión $FR_p = (Me/N) * 100$</p> <p>Donde:</p> <p>Me: Cantidad de marcas en el escalón e (e = 1, 2, 3, ..., en ascenso o en descenso).</p> <p>N: Número total de marcas.</p>					
Influencia de los subsidios pagados por accidentes y enfermedades profesionales	Mostrar la repercusión de los costos de la accidentalidad (subsidios) en los resultados económicos de la organización.	<p>1. Influencia de los Subsidios en el Costo de Producción (ISCPi):</p> <p>$ISCPi = (SPPi / CTPi) * VP$, donde:</p> <p>SPPi: Subsidios Pagados en el Período "i".</p> <p>CTPi: Costo total de producción en el período "i".</p> <p>VP: Valor prefijado, cuyo objetivo consiste en hacer entendible el indicador.</p>					
		<p>2. Influencia de los Subsidios en el Fondo de Salario (ISFSi):</p> <p>$ISFSi = (SPPi / FSi) * VP$, donde:</p> <p>FSi: Fondo de Salario real en el período "i".</p> <p>3. Después de calculado estos valores para cada uno de los períodos a evaluar, se determina la variación, ya sea en el costo de producción o el fondo de salario, a través de la siguiente expresión:</p> <p>$IS = [(ISi - ISi-1) / ISi-1] * 100$</p>					
Horas de pérdida por lesión. (HD lesión)		$HD = \frac{\text{Total de horas pérdidas por lesiones}}{\text{Cantidad de lesiones}}$					
Tasa de Mortalidad (TM)		$TM = \frac{\text{Total de accidentes ocurridos}}{\text{Número de accidentes mortales}}$					
Número de		$NI = \sum I_i$ donde I_i : incidentes ocurridos (i=					

Incidentes (NI).		1,,n)				
Total de Riesgos (TR).		$TR = \sum R_i$ donde R_i : cantidad de riesgos ($i = 1,,n$)				
Total de medidas Preventivas (TMP)		$TMP = \sum MP_i$ donde MP_i : cantidad de medidas preventivas ($i = 1,,n$)				
Total de medidas cumplidas por tipo de riesgos (TMCTR).		TMCTR= <u>No. Medidas cumplidas</u> Total de medidas por riesgo.				
Total de medidas preventivas implantadas (TMPI).		$TMPI = \sum MPI_i$ donde MPI_i : cantidad de medidas preventivas implantadas ($i = 1,,n$)				
Porcentaje de cumplimiento del presupuesto (PP).		$PP = \frac{\text{Presupuesto utilizado}}{\text{Total de presupuesto planificado}} * 100$				
Total de acciones de capacitación (TAC).		$TACI = \sum AC_i$ donde AC_i : cantidad de acciones de capacitación ($i = 1,,n$)				
No conformidades detectadas (NCD).		$NCD = \sum NC_i$ donde NC_i : cantidad de no conformidades ($i = 1,,n$)				
Auditorías realizadas (AR).		$AR = \sum A_i$ donde A_i : auditorías realizadas ($i = 1,,n$)				
Total de procesos con requerimientos de SST (TPRSST)		$TPRSST = \sum PRSST_i$ donde $PRSST_i$: cantidad de procesos con requerimientos de SST ($i = 1,,n$)				
Índice de supervisión (ISup).	<p>Porque se necesita comprobar de las horas totales del mes, semestre, año, cuantas se dedican a las observaciones planeadas de trabajo, inspecciones de seguridad y auditorías. ¿Qué no se ha hecho?, entonces, ¿Qué hay que hacer?</p>	$ISup = \frac{Hs(O.P.T + I.P + Auditorías)}{Hs.Totales} * 100$				

Índice de cumplimiento de acciones planificadas (ICAP).	Se necesita comprobar de las acciones planificadas que deben realizarse en el período de tiempo establecido, ¿cuales han sido implantadas? ¿Qué no se ha hecho?, entonces, ¿Qué hay que hacer?	$\text{ICAP} = \frac{\text{Acciones prev implantadas}}{\text{Acciones prev a implantar}} * 100$					
Índice de cumplimiento de objetivos (ICO).	Para comprobar el cumplimiento de los objetivos y ver que mando no ha cumplido con su responsabilidad en la materia.	$\text{ICO} = \frac{\% \text{ medio de cump de obj}}{\text{Asignados a los mandos}}$					
Índice de extensión (IE).	Del total de personas de la organización, cuantas están capacitadas para realizar las funciones en el puesto de trabajo con conocimientos de prevención.	$\text{IE} = \frac{\text{Personas Formadas}}{\text{Total de personas}} * 100$					
Índice de intensividad (II).	Para conocer cuantas horas de formación en la materia se dedican a cada persona.	$\text{II} = \frac{\text{Horas de formación}}{\text{Total de personas}} * 100$					

Índice de evaluación de riesgos laborales (IERL).	Cuántos puestos de trabajo no están evaluados los RL?	$\text{IERL} = \frac{\text{Total ptos de trab sin eval RL}}{\text{Total ptos de trab de la org}} * 100$				
Índice de enfermedades profesionales (IEP).	Del total de trabajadores expuestos a Enfermedades profesionales y enfermedades derivadas del trabajo, ¿cuales tienen reconocimiento médico?	$\text{IEP} = \frac{\text{Trabajadores con exám médico}}{\text{Total de trab expuestos a EP}} * 100$				
Índice de trabajadores con funciones en materia de SST (ITFSST)	Conocer el número de personas involucradas en el proceso de GSST.	$\text{ITFSST} = \frac{\text{Traba con funciones en SST}}{\text{Total de trabajadores}} * 100$				
Índice de satisfacción de las condiciones laborales (ISCL).	Perspectiva del cliente en torno al proceso de GSST. ¿Cómo mejorar las Condiciones de trabajo? ¿Se han mejorado? ¿Está satisfecho el trabajador?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseñar una encuesta. 2. Aplicar la encuesta. 3. Procesar la encuesta. 4. Calcular el indicador. $\text{ISCL} = \frac{\text{Trab satisfechos con las CL}}{\text{Total de trabajadores}} * 100$ <p>También puede establecerse como criterio los resultados del procesamiento de las encuestas.</p>				
Índice de satisfacción con la formación (ISF).	Cumplimiento de las expectativas del cliente referidas a la formación. ¿Se determinan bien las	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseñar una encuesta. 2. Aplicar la encuesta. 3. Procesar la encuesta. 4. Calcular el indicador $\text{ISF} = \frac{\text{Trab satisfechos con la for}}{\text{Total de trabajadores}} * 100$				

	necesidades de formación en la materia?	También puede establecerse como criterio los resultados del procesamiento de las encuestas.				
Índice de satisfacción con la información (ISI).	¿Está bien informado el trabajador con la información recibida en la materia?, ¿Están bien diseñados los medios utilizados para este propósito?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseñar una encuesta. 2. Aplicar la encuesta. 3. Procesar la encuesta. 4. Calcular el indicador $ISI = \frac{\text{Trab satisfechos con la infor} *}{100 \text{ Total de trabajadores}}$ <p>También puede establecerse como criterio los resultados del procesamiento de las encuestas.</p>				

Anexo No.44.

Resultado del Procesamiento Estadístico del Método de Expertos.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles		
						25th	50th (Median)	75th
Indice de eliminación de condiciones Inseguras	8	2,75	,463	2	3	2,25	3,00	3,00
Indice de accidentalidad	8	2,88	,354	2	3	3,00	3,00	3,00
Indice de mejoramiento de las condiciones de trabajo	8	2,88	,354	2	3	3,00	3,00	3,00
Eficiencia de la Seguridad	8	4,88	,354	4	5	5,00	5,00	5,00
Indicador de trabajadores beneficiados	8	2,00	,000	2	2	2,00	2,00	2,00
Indice de riesgos no controlados por trabajador	8	2,13	,354	2	3	2,00	2,00	2,00
Indice de Satisfacción con las condiciones de trabajo	8	3,13	,354	3	4	3,00	3,00	3,00
Coefficiente de perspectivas	8	2,75	,463	2	3	2,25	3,00	3,00
Influencia de los subsidios en el costo de producción	8	2,88	,354	2	3	3,00	3,00	3,00
Influencia de los subsidios en el fondo de salario	8	2,88	,354	2	3	3,00	3,00	3,00
Influencia de los subsidios	8	2,63	,518	2	3	2,00	3,00	3,00
Horas de perdidas por lesión	8	2,25	,463	2	3	2,00	2,00	2,75
Tasa de Mortalidad	8	2,88	,354	2	3	3,00	3,00	3,00
Numero de incidentes	8	2,50	,535	2	3	2,00	2,50	3,00
Total de Riesgos	8	2,88	,354	2	3	3,00	3,00	3,00
Total de medidas preventivas	8	2,25	,463	2	3	2,00	2,00	2,75
Total de medidas cumplidas por tipo de riesgos	8	2,25	,463	2	3	2,00	2,00	2,75
Total de medidas preventivas implantadas	8	2,13	,354	2	3	2,00	2,00	2,00
Porcentaje de cumplimiento del presupuesto	8	2,88	,354	2	3	3,00	3,00	3,00
Total de acciones de capacitación	8	2,75	,463	2	3	2,25	3,00	3,00
No conformidades detectadas	8	2,13	,354	2	3	2,00	2,00	2,00
Auditorias realizadas	8	2,13	,354	2	3	2,00	2,00	2,00
Total de procesos con requerimientos de SST	8	2,13	,354	2	3	2,00	2,00	2,00
Indice de supervisión	8	4,88	,354	4	5	5,00	5,00	5,00
Indice de cumplimiento de acciones planificadas	8	4,88	,354	4	5	5,00	5,00	5,00
Indice de cumplimiento de objetivos	8	3,13	,354	3	4	3,00	3,00	3,00
Indice de extensión	8	4,88	,354	4	5	5,00	5,00	5,00
Indice de intensividad	8	3,00	,000	3	3	3,00	3,00	3,00
Indice de evaluación de riesgos laborales	8	5,00	,000	5	5	5,00	5,00	5,00
Indice de enfermedades profesionales	8	2,88	,354	2	3	3,00	3,00	3,00
Indice de trabajadores con funciones en materia de SST	8	2,88	,354	2	3	3,00	3,00	3,00
Indice de satisfacción de las condiciones laborales	8	5,00	,000	5	5	5,00	5,00	5,00
Indice de satisfacción con la formación	8	2,00	,000	2	2	2,00	2,00	2,00
Indice de satisfacción con la información	8	4,88	,354	4	5	5,00	5,00	5,00

Kendall's W Test

Ranks

	Mean Rank
Indice de eliminación de condiciones Inseguras	16,19
Indice de accidentalidad	17,94
Indice de mejoramiento de las condiciones de trabajo	17,88
Eficiencia de la Seguridad	30,88
Indicador de trabajadores beneficiados	6,19
Indice de riesgos no controlados por trabajador	7,81
Indice de Satisfacción con las condiciones de trabajo	20,88
Coefficiente de perspectivas	16,25
Influencia de los subsidios en el costo de producción	17,88
Influencia de los subsidios en el fondo de salario	17,88
Influencia de los subsidios	14,50
Horas de perdidas por lesión	9,44
Tasa de Mortalidad	17,94
Numero de incidentes	12,81
Total de Riesgos	17,94
Total de medidas preventivas	9,50
Total de medidas cumplidas por tipo de riesgos	9,50
Total de medidas preventivas implantadas	7,88
Porcentaje de cumplimiento del presupuesto	17,94
Total de acciones de capacitación	16,31
No conformidades detectadas	7,88
Auditorias realizadas	7,81
Total de procesos con requerimientos de SST	7,81
Indice de supervisión	30,88
Indice de cumplimiento de acciones planificadas	30,88
Indice de cumplimiento de objetivos	20,50
Indice de extensión	30,81
Indice de intensividad	19,56
Indice de evaluación de riesgos laborales	31,31
Indice de enfermedades profesionales	17,88
Indice de trabajadores con funciones en materia de SST	17,88
Indice de satisfacción de las condiciones laborales	31,31
Indice de satisfacción con la formación	6,19
Indice de satisfacción con la información	30,81

Test Statistics

N	8
Kendall's W ^a	,802
Chi-Square	211,849
df	33
Asymp. Sig.	,000

a. Kendall's Coefficient of Concordance

Anexo No. 45

Indicadores apropiados para medir el desempeño de las acciones preventivas en el Proceso de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos con el uso de biorremediación. Fuente: Elaboración Propia.

Sistema de Gestión de Riesgos Laborales			
CLASIFICACIÓN	INDICADOR	CÁLCULO	GRADO DE CONSECUCIÓN
Eficacia	Índice de extensión (IE).	$IE = \frac{\text{Personas Formadas}}{\text{Total de personas}} * 100$	Mayor que 90 = MB 76 a 90 % = B 60 a 75 % = R Menor que 60 = M
Eficacia	Índice de supervisión (ISup).	$ISup = \frac{Hs(O.P.T + I.P + Auditorias)}{100 Hs.Totales} *$	Mayor que 90 = MB 76 a 90 % = B 60 a 75 % = R Menor que 60 = M
Efectividad	Índice de cumplimiento de acciones planificadas (ICAP).	$ICAP = \frac{\text{Acciones prev. implantadas}}{\text{Accciones prev. a implantar}} * 100$	Mayor que 90 = MB 76 a 90 % = B 60 a 75 % = R Menor que 60 = M
Efectividad	Índice de evaluación de riesgos laborales (IERL).	$IERL = \frac{\text{Total actividades sin eval RL}}{\text{Total de actividades del proy}} *$	Menor que 10 = MB 10 a 25 = B 26 a 40 = R Mayor que 40 = M
Eficacia	Índice de satisfacción de las condiciones laborales (ISCL).	<p>5. Diseñar una encuesta. 6. Aplicar la encuesta. 7. Procesar la encuesta. 8. Calcular el indicador.</p> $ISCL = \frac{\text{Trab satisfechos con las CL}}{\text{Total de trabajadores}} * 100$	Mayor que 90 = MB 76 a 90 % = B 60 a 75 % = R Menor que 60 = M

		También puede establecerse como criterio los resultados del procesamiento de las encuestas.	
Eficacia	Índice de satisfacción con la información (ISI).	<p>5. Diseñar una encuesta. 6. Aplicar la encuesta. 7. Procesar la encuesta. 8. Calcular el indicador</p> $\text{ISI} = \frac{\text{Trab satisfechos con la infor}}{\text{Total de trabajadores}} * 100$ <p>También puede establecerse como criterio los resultados del procesamiento de las encuestas.</p>	<p>Mayor que 90 = MB 76 a 90 % = B 60 a 75 % = R Menor que 60 = M</p>
Eficiencia	Eficiencia de la Seguridad (ES)	$\text{ES} = [\text{TRC} / \text{TRE}] * 100, \text{ donde:}$ <p>TRC: Total de riesgos controlados. TRE: Total de riesgos Existentes</p>	<p>Mayor que 90 = MB 76 a 90 % = B 60 a 75 % = R Menor que 60 = M.</p>