

2009

Universidad de Cienfuegos

Facultad de Ciencias
Económicas y Empresariales



Monografía

***Procedimiento para el Estudio de Factores
de Riesgos Laborales en procesos de
rehabilitación de suelos contaminados por
hidrocarburos, con el empleo de técnicas de
bioremediación.***

**Autores: David Javier Castro Rodríguez
Aníbal Barrera García
Jelvys Bermúdez Acosta
Damayse Pérez Fernández**

Resumen

El presente trabajo 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 con el empleo de técnicas de biorremediación, 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.

Con la aplicación de este procedimiento se identifican y evalúan los factores de riesgos laborales en cada una de las etapas en las que se dividan estos procesos así como la propuesta de un conjunto de indicadores que permitan monitorear las acciones relacionadas con la Seguridad y Salud en los procesos de rehabilitación de suelo contaminado por hidrocarburos.

ÍNDICE

Resumen

INTRODUCCIÓN 4

Capítulo I: Marco Teórico Referencial. 6

1.1 Contaminación Ambiental como problemática actual..... 6

1.1.1 Fuentes de Contaminación. Clasificación. 8

1.1.2. Principales Clases de Contaminación..... 10

1.2 Gestión de Residuos como forma de mitigar la contaminación ambiental. 11

1.3. Contaminación por Hidrocarburos como parte de la contaminación ambiental. 14

1.3.1 Contaminación de Suelos por Hidrocarburos. 15

1.4 La Biorremediación como técnica para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos. 17

1.4.1 Diferentes clasificaciones de la Biorremediación. 19

1.5 Proyectos de Rehabilitación Ambiental. 22

1.5.1 Aspectos Generales de la Gestión por Proyecto..... 23

1.6 Seguridad y Salud Laboral. 27

1.7 Gestión de Riesgo Laboral. 29

1.7.1 Evaluación de Riesgos en el Trabajo..... 39

1.8 Inventario de los principales riesgos ocupacionales en la ejecución de los proyectos de remediación de suelos mediante técnicas biológicas. 55

Capítulo II: Procedimiento Metodológico para el Estudio de Factores de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos con el empleo de técnicas de biorremediación. 58

2.1: Diseño de un procedimiento para el Estudio de Factores de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos con el empleo de técnicas de biorremediación. 58

Conclusiones..... 90

Bibliografía..... 92

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.

El Objetivo que se persigue este trabajo es establecer un procedimiento para la identificación y evaluación de Factores de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos con el empleo de técnicas de biorremediación, el cual sea de utilidad para llevar a cabo estudios de este tipo.

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 criterios relacionados con la Gestión de Proyectos. La implementación de este tipo de actividad trae consigo un conjunto de riesgos ocupacionales inherentes, por tanto se hace necesario conocer aspectos relacionados con la Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, consultándose diversos criterios de autores que tratan dicho tema, las técnicas y herramientas utilizadas en el mismo, que son aplicadas actualmente.

1.1 Contaminación Ambiental como problemática actual.

Como todos los organismos, los seres humanos dependen de su ambiente para satisfacer sus necesidades de supervivencia, salud y bienestar. Su capacidad para adaptarse al medio que lo rodea y, más aún, de modificar sus entornos naturales y sociales para satisfacer mejor sus necesidades.

Estas modificaciones permiten, por una parte, elevar las condiciones económicas y de vida y, por la otra, crear ambientes con menos riesgos para la salud y la supervivencia humana, pero en muchas ocasiones no es de esta forma.

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).

Lo expuesto anteriormente evidencia las alteraciones en el medio ambiente, por lo que se considera que es necesario conocer la definición de este término, para una mejor comprensión.

La Ley No.81 de 1997 de Medio Ambiente de Cuba, define que es 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, definición con la cual concuerdan los autores de la investigación en curso.

La suma de acciones negativas que inciden sobre el medio ambiente, tiene consecuencias generalizadas sobre todo el planeta; algunas de los problemas que más afectan en la actualidad y tienen gran influencia sobre este y nuestra salud, lo cual se muestra en la figura 1.2 como conclusión de criterios de diversos autores analizados en el presente trabajo

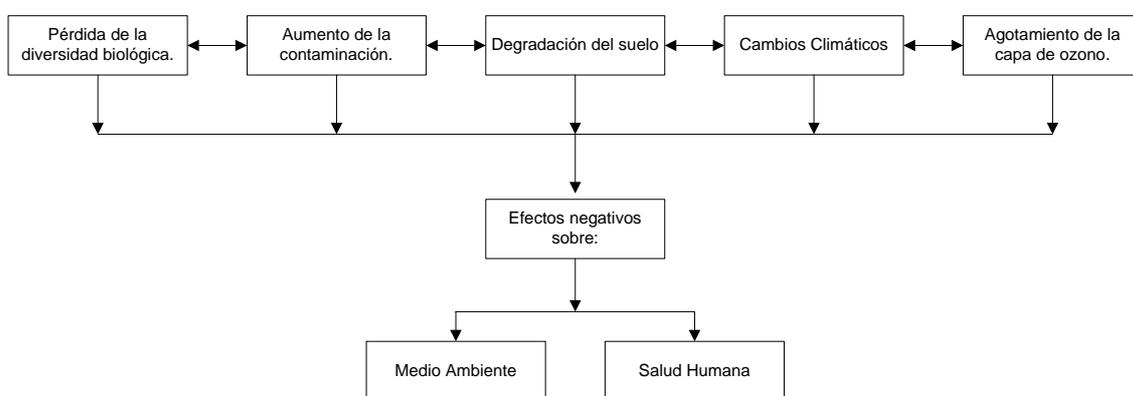


Figura 1.2: Principales problemas que influyen de forma negativa sobre el medio y la salud humana. Fuente: Elaboración Propia.

Dentro de estos problemas, a criterio de los autores 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.

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).

Por todo esto se hace necesario tratar lo referente a la contaminación ambiental, debido a los efectos negativos de la misma sobre el medio y fundamentalmente sobre el factor humano.

Flores Puente (2004) expone que 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.

Los autores de la presente investigación coinciden con el criterio expuesto por Flores Puente (2004) 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.

La citada autora plantea además que la contaminación puede ser consecuencia de procesos sociales como el crecimiento demográfico, los movimientos migratorios y la urbanización.

La contaminación es generada por diferentes fuentes, como se ha expuesto con anterioridad, a continuación se aborda dicho aspecto.

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.

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 labores 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.

Fuente: Elaboración Propia.

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).

Como se puede apreciar, luego de analizar estos dos criterios expuestos por sus autores, se puede concluir que ambos coinciden, no existiendo diferencias entre ellos, solo que el primero aborda el tema con mayor claridad, pero de una forma exhaustiva incluyen todas las formas de contaminación, con lo cual concuerdan los autores de la presente investigación.

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, por lo que se hace evidente la necesidad de una adecuada gestión residual, logrando de esta forma minimizar el impacto de estos en el ambiente y la salud humana, tema que es tratado a continuación.

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

La generación de residuos ha crecido de forma espectacular, 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, y Ángel. (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.

Por tanto para Cruz y Dalmendray (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. A continuación se muestran distintos tipos de residuos que se generan, dado a conocer por la Fundación para la Investigación y el Desarrollo Ambiental (2006) en España:

- 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).

Los autores de la presente investigación se identifican por la dada por la Fundación para la Investigación y el Desarrollo Ambiental (2006), (expuesta anteriormente), debido a que esta hace un amplio desglose sobre los tipos de residuos a que puede enfrentarse la sociedad .

Lo abordado con anterioridad es vital para la gestión de residuos, lo que para Ibáñez Mendizábal (2006) no es más que 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, los cuales se muestran a continuación.

- Residuos Sólidos Urbanos

Estos se gestionan por dos métodos según Ecoiurs (2006):

- Recogida global: Es aquella en 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 la Ley 10/1998 de Residuos 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.

Los autores de la investigación en curso, creen 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 del presente trabajo.

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

Los residuos peligrosos, por sus propias características, requieren de una gestión y tratamiento para reducir la peligrosidad de los mismos. 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.

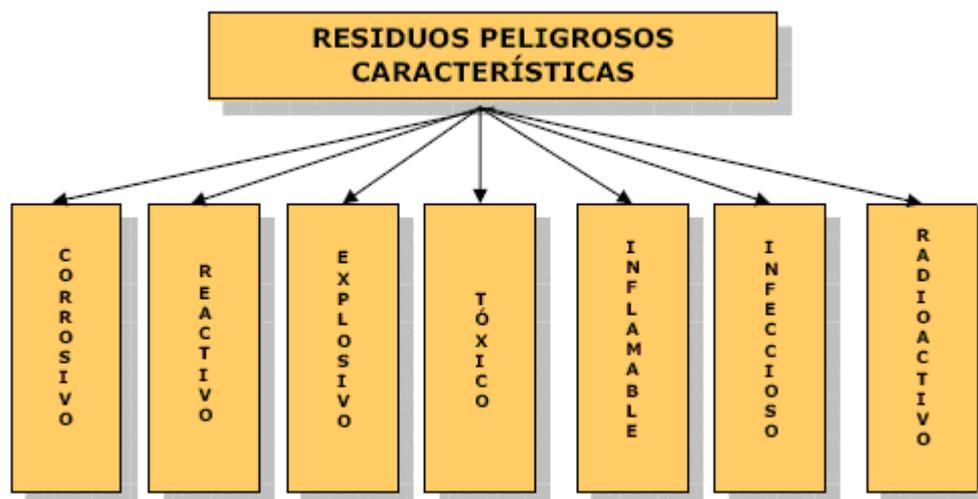


Figura 1.3: características que determinan la peligrosidad de un residuo. Fuente: Universidad Nacional de Colombia, (2007).

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, además por ser la misma parte del objeto de estudio en el presente trabajo, cuestión que es tratada a continuación.

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 *et al.*, 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 et al. 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 (Jonson, Jr. et al., 1993).

Entre los problemas ambientales de mayor importancia en la actualidad, a criterio de los autores de la actual investigación, se encuentra la contaminación de ecosistemas terrestres y acuáticos por derrames de hidrocarburos de petróleo y sus derivados. 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. Por lo anteriormente abordado, se considera tratar 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. Universidad de las Américas (2007).

Los hidrocarburos tienen el poder de causar daños sumamente graves en humanos, como puede ser algún tipo de cáncer, por ejemplo. 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, por lo que se hace 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 se hace necesario 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 y Rogel, (2001); Sánchez y Rodríguez (2005) es la Biorremediación, tema que se aborda en el siguiente epígrafe por formar parte del objeto de estudio de este trabajo.

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

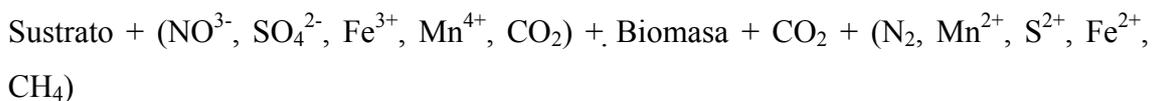
Para Maroto y Rogel, (2001) las medidas biocorrectivas o los sistemas de biorremediación consisten principalmente en el uso de los microorganismos naturales (levaduras, hongos o bacterias) existentes en el medio, para descomponer o degradar sustancias peligrosas en sustancias de carácter menos tóxico,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

Las medidas biocorrectoras, se llevan empleando en la descontaminación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos desde hace décadas, con importante éxito (Maroto y Rogel, 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:



Estos sistemas de descontaminación según el criterio de los autores citados con anterioridad, 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 muestran en la figura 1.4.

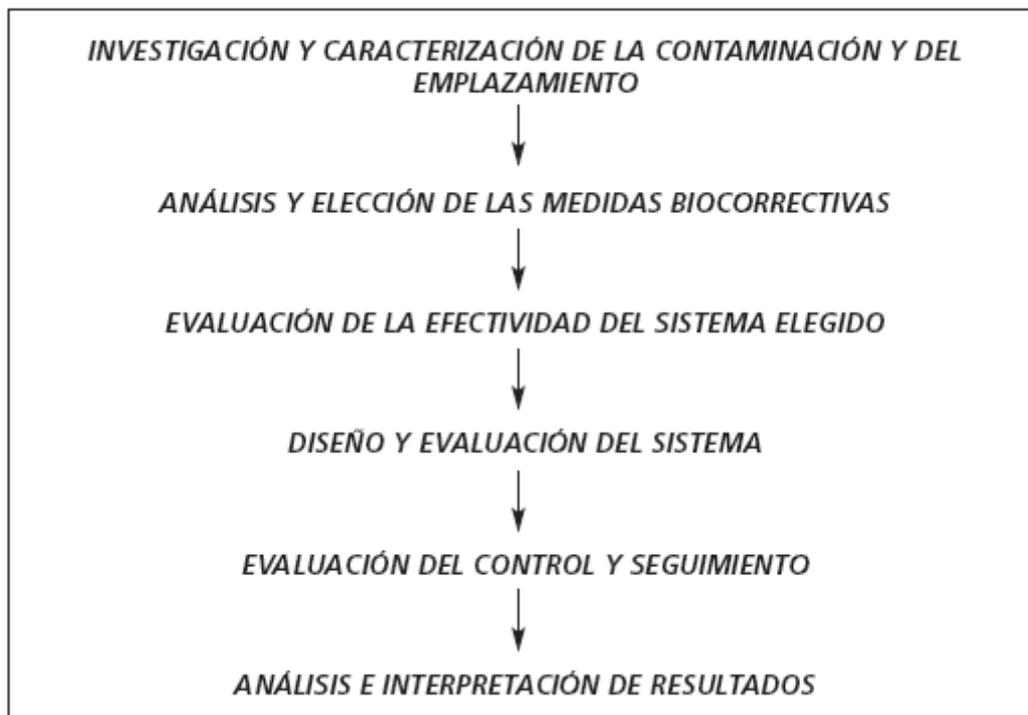


Figura1.4. Esquema de diseño y aplicación de los sistemas de biotratamiento. Fuente: Maroto y Rogel, (2001).

Como puede verse en la figura anteriormente expuesta, para llevar a cabo la técnica de biorremediación se hace necesario 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 es necesario llevar a cabo un control y seguimiento del mismo. Para aplicar satisfactoriamente la biorremediación es preciso que existan en el medio condiciones físico-químicas favorables, las que se resumen a continuación.

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, E.C. et al. (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.

A continuación se refleja 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

Otras de las ventajas que posee la técnica tratada, según Sánchez y Rodríguez, (2005) se muestran seguidamente:

- 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, lo cual por su importancia, a criterio de los autores del trabajo en curso, es tratado a continuación.

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.

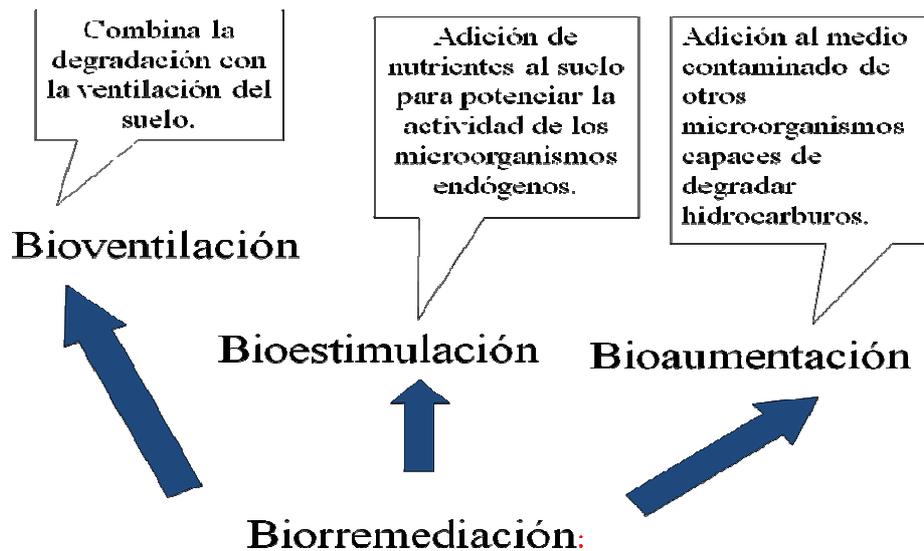


Fig.1.5: Métodos generales en que se clasifica la biorremediación. Fuente: Álvarez González (2002).

Otros métodos para utilizar la técnica citada con anterioridad según Vargas Gallego, (2004) se muestran a continuación:

- **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.

Dentro del método de bioestimulación existe la técnica de Landfarming, la cual se encuentra vinculada a la presente investigación, por lo que se considera necesario abordarla.

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

Para Vargas Gallego (2004) el Landfarming es una de las técnica más utilizada 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.

El uso de la técnica anteriormente mencionada, además de los beneficios ya tratados, tiene vinculada a sí misma ciertos riesgos ocupacionales, que según Farache Mafoda (2008) pueden ser físicos, químicos y biológicos, que deben ser controlados de manera rigurosa para evitar todo tipo de accidentes y padecimientos no deseados en los trabajadores que lleven a cabo la misma.

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 obtienen excelentes resultados debido a las ventajas que posee la misma.

Nuestro país cuenta con estudios en este campo, donde la misma ha sido objeto de estudio y aplicación al igual que en los mencionados anteriormente, materializándose en los proyectos de rehabilitación ambiental, tema que es tratado en el siguiente apartado.

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 inherentes al medioambiente. Esto pone en riesgo tanto a los propios ecosistemas como al desarrollo de la sociedad.

En los últimos años, a raíz de lo argumentado anteriormente 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 lo anterior se cree pertinente precisar el término rehabilitación. Los autores 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 redimensionar 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 rehabilitadoras.

A continuación se aborda la rehabilitación ambiental terrestre, por formar este tipo de ecosistema parte de esta investigación, lo cual ha sido tratado en el cuerpo del actual capítulo.

La rehabilitación ambiental terrestre 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 humana con el desarrollo de proyectos que recuperen los espacios alterados y/o degradados. La implementación de estos, permite recuperar el equilibrio de los componentes ambientales, sociales y económicos asociados a la restauración de la funcionalidad de los ecosistemas degradados. Bown (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 de todo lo antes expuestos 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 conforma el mismo, con su cronograma de ejecución, fundamentado todo esto en la metodología de gestión de proyectos, cuyos aspectos fundamentales son tratados seguidamente.

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 la ejecución de los mismos. Maeso y Rosa, (2004).

A continuación se comentan 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.

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 (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 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 controla constantemente el mismo.

Todos los proyectos tienen comienzo, medio y fin, pero al trabajar en gestión de proyectos, el momento del ciclo vital en que se encuentra el mismo 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, 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 el proyecto y de cuáles son los beneficios que reporta. Se identifican los hitos del proyecto, 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 el proyecto 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 implementar el proyecto 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 gestión de proyecto, esas discrepancias son llamadas variaciones.
- **Evaluación:** Todo proyecto atraviesa diversas evaluaciones: evaluaciones técnicas, las revisiones críticas del diseño, las apreciaciones del personal y las auditorias. 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 del proyecto continúan, debido a que se deben realizar diversas tareas finales, la índole de las mismas depende del carácter del proyecto. Después de diseñar y poner en marcha un sistema, hay que mantenerlo. El mantenimiento, en cambio es permanente y de duración indefinida.

Dentro de la Gestión de Proyectos se utilizan diferentes herramientas, que le permiten al jefe de proyectos tomar decisiones según la etapa que se encuentre el mismo, seguidamente se abordan algunas de las más utilizadas a criterio del Servicio de Organización y Racionalización administrativa de la Universidad de Almería (2002), coincidiendo con este los autores de la investigación en curso.

- **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.

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 en los mismos se tienen en cuenta criterios técnicos, económicos, ambientales así como elementos específicos según sean los objetivos del mismo, 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 cuales son en un final los que llevan a cabo las tareas de rehabilitación, por tanto se cree oportuno abordar temas relacionados con la seguridad y salud laboral, en especial lo referente a la gestión de riesgos laborales, aspectos que deben ser tenidos en cuenta en la elaboración de este tipo de proyectos.

1.6 Seguridad y Salud Laboral.

El trabajo es esencial para la vida, el desarrollo y la satisfacción personal. Por desgracia, 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), comentan 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 presentan en escritos aislados, los cuales se puede citar los castigos que sufrían los

capataces en el 2 700 A.N.E por las lesiones que sufrieran 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.

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, asimismo nace la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en 1919, 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, tal y como se plantea por muchos 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 así como 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.

Tampoco debe olvidarse la estrecha relación que existe entre la salud en el trabajo y la salud ambiental, puesto 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.

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 Álvarez, 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.

Como se puede observar existe similitud entre las definiciones expuestas anteriormente, 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 tales como 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 fundamental la Gestión de Riesgos laborales, cuestión que es tratada a continuación.

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 que se tenga de tales riesgos. (Salomón y Perdomo, 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 Álvarez, 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.

Según Torrens Álvarez, (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 los diversos autores e instituciones ofrecen diferentes criterios y orientaciones. La clasificación dada por Redondo Escalante (2004), divide los factores de riesgo en tres grupos para facilitar su estudio, tomando en cuenta su origen, la cual se muestra a continuación:

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.

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 tomar 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 en la misma se 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) plantea 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, asimismo, 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 mediante el cual se identifican las situaciones peligrosas, los peligros y los riesgos vinculados con ellos y a partir de esto se procede a su evaluación. Esta puede ser cuantitativa o cualitativa (lo cual es abordado más adelante), en correspondencia con las características de las

situaciones peligrosas, es decir, a partir de los resultados de mediciones, por cálculos o por vía de la estimación.

Diversos autores coinciden en plantear que luego de la evaluación resulta 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 trabajador 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. (MUPRESPA, [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, con lo cual concuerda Pérez Fernández (2006) y el autor de la presente investigación.

El procedimiento metodológico que permite desarrollar la prevención de riesgos en el trabajo puede resumirse de forma gráfica (ver figura 1.6), la cual se presenta de una manera sencilla según Rodríguez González (2007).

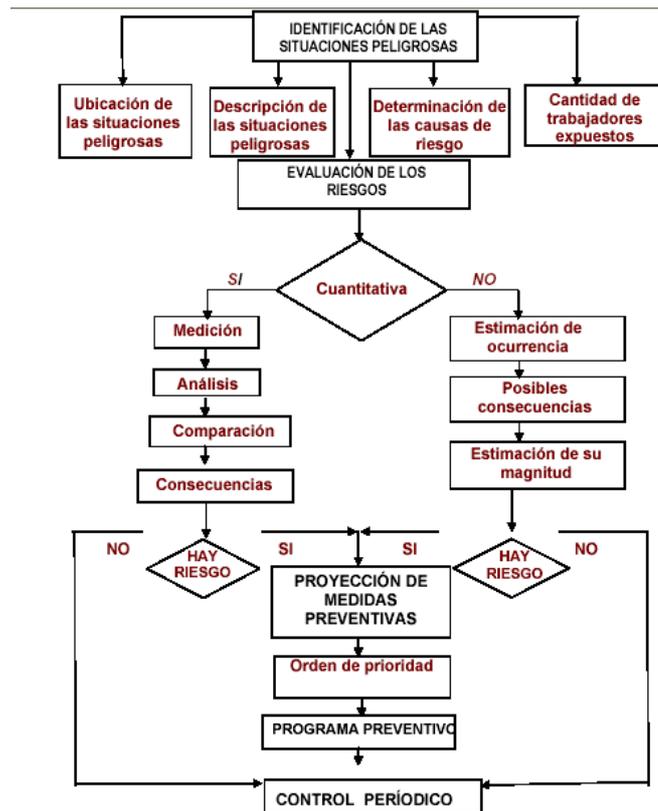


Figura 1.6: Procedimiento para la identificación, evaluación y control de riesgos.
Fuente: Rodríguez González (2007).

Existen varios métodos para la identificación de peligros y situaciones peligrosas, los cuales se muestran seguidamente, dados por Rodríguez González (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 está 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 máquinas, 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.

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 1.7: 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 1.8, la misma se muestra a continuación.



Figura 1.8: Elementos de la Evaluación de Riesgos. Fuente: Herrick, (2000).

Para los autores 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 siguiente tabla se describen las características fundamentales de los métodos cualitativos y cuantitativos, la cual se muestra a continuación:

Tabla 1.2: Evaluación Cualitativa y Cuantitativa.

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

Fuente: Calderón Gálvez, (2006).

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).

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).

A continuación se muestra la explicación de cada una de las técnicas cualitativas y cuantitativas

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 (DpI)
- 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.

Semi Cuantitativos:

▪ **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	Se presenta	Ocurre frecuentemente

graves y algunas muertes o daños mayores de 1 millón de dólares (C=40).	frecuentemente (diaria) (E=6).	(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. (Pareja Malagón, 2000).**

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

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, (expuesto brevemente en el punto anterior), los autores de la presente investigación deciden 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. Sin embargo, 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.

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.

Por todo lo expuesto con anterioridad, se hace necesario 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 cantidad de factores de riesgos laborales que le son inherentes y en muchas ocasiones no se le brinda la importancia y los recursos que demanda la actividad de Seguridad y Salud en este tipo de proyecto.

Capítulo II: Procedimiento Metodológico para el Estudio de Factores de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos con el empleo de técnicas de biorremediación.

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 metodológico para el estudio de este tipo de factores, con el objetivo de realizar una propuesta de dicho procedimiento se desarrolla el presente capítulo. El mismo está conformado por una serie de fases y cada una de ellas se divide en un grupo de etapas. Seguidamente se explican cada una de las fases por las cuales está conformado este procedimiento.

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

El procedimiento propuesto en el presente trabajo se muestra en la Figura No. 2.1. El mismo es diseñado teniendo en cuenta los criterios de Cortes Díaz (2000); Pareja Malagón (2000); Pérez Fernández (2006).

Como se observa en la figura citada anteriormente, la propuesta de dicho procedimiento se divide en cinco fases, las cuales están compuestas por diferentes etapas.

La primera fase ayuda a la preparación del trabajo, asegurando que el resto de las fases se desarrollen con éxito. La segunda fase es donde se caracteriza la zona impactada. En la tercera fase se identifican y evalúan los riesgos laborales del proceso objeto de estudio. En la cuarta fase se planifica y elabora un plan de medidas preventivas a ejecutar y la quinta fase 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

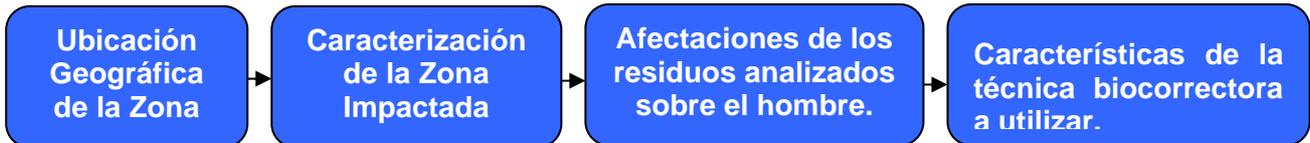
En todo esfuerzo para el mejoramiento de procesos se necesita del apoyo y el liderazgo de la alta dirección, de lo contrario el proyecto fracasa.

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.

Fase I: Organizar y Recopilar Información.



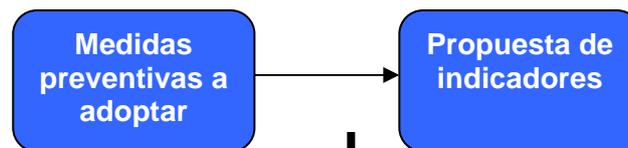
Fase II: Caracterización del lugar objeto de estudio.



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



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



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

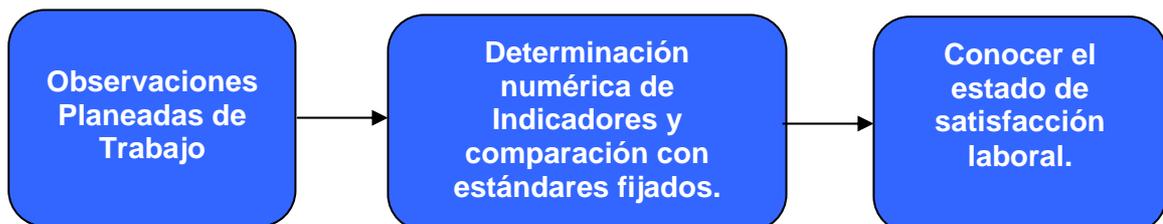


Figura No. 2.1 Procedimiento para el Estudio de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos. Fuente: Elaboración Propia.

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 de esta manera realizar el mismo de forma exhaustivo, para lo cual debe tenerse 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 serán formados por los responsables del proyecto y personas conocedoras del tema dentro de la organización que ejecute el mismo. Pueden participar además otros especialistas del área de los Recursos Humanos.

Etapa 4: Preparar el Trabajo

Preparar las técnicas y herramientas a utilizar y 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 cual puede ser conocida o desconocida y del tamaño de la población, el cual puede ser finito o infinito.

Generalmente en este tipo de investigación para el cálculo del tamaño de la muestra se utiliza la expresión matemática siguiente, para la cual se conoce el tamaño de la población aunque la varianza si se desconoce.

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

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 ya 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 así como 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 de esta manera, localizar la misma con la mayor certeza posible, así como una breve descripción del lugar al cual pertenece dicha zona.

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 anterior, así como el origen de la contaminación. Además se procede a la clasificación de los residuos existentes en la

zona y posteriormente un análisis físico-químico de los que resulten peligrosos según lo tratado en el marco teórico del actual trabajo, 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 de estos sobre la salud humana, fundamentalmente a los que lo manipulan directamente o tienen que trabajar con los mismos. De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis físico-químico, abordado en la etapa anterior, se puede conocer según la composición del residuo petrolizado si este tiene compuestos cancerígenos o metales pesados, los que poseen 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 se decide el tipo de técnica de biorremediación a utilizar, decisión 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, además de la comunidad, sobre las principales características de dicha técnica, el modo de implementación, sus etapas, cantidad de trabajadores implicados, equipos a utilizar, sustancias, materiales y microorganismos empleados; todo lo antes mencionado con el objetivo de lograr conocer los riesgos ocupacionales a los cuales puedan estar expuestos la mano de obra involucrada.

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

Esta fase tiene como objetivo, a partir de conocer el proceso y las diferentes actividades que puedan generar riesgos desde el punto de vista ocupacional, para luego realizar su evaluación y conocer el grado de prioridad de cada uno de ellos, utilizando 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, surge la necesidad de conocer la forma en que se estructura el mismo, sus principales actividades, entradas, salidas, entre otros, siendo la manera más representativa a través de un mapa de procesos, 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 cada proceso y hacia quiénes van y qué recursos consume el proceso 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, duración de las diferentes actividades, con la ayuda de este confeccionar el diagrama de flujo del proceso objeto de estudio, conociendo los puntos de decisión y lazos de retrabajo.

Luego de conocer las características generales de este tipo de 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, ejemplo de esto, en la elaboración del plan de medidas preventivas, entre otros. De manera general esta ficha se puede considerar como un soporte de información que pretende recabar todas aquellas características relevantes para el control de esta actividad. La información a incluir dentro de ella puede ser diversa y debe ser decidida por el equipo de trabajo.

Para conformar esta ficha se propone un formato (ver tabla 2.1), donde se recoge toda la información necesaria sobre los aspectos a tener en cuenta en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Los principales aspectos que recoge la misma se definen a continuación.

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

Descripción del Proceso desde el punto de vista de seguridad y salud en el trabajo: Breve descripción de las actividades con mayor riesgo, los posibles daños a la salud, descripción de los lugares de trabajo, equipos de trabajo 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 está expuesto 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 Individual: Tipo de equipo así como la clase de protección.

Indicadores: Con estos se puede medir el desempeño de las acciones en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Seguridad y Salud en el Trabajo			Fecha:	
Centro de Trabajo				
Responsables			No. de trabajadores implicados:	
<i>Descripción del Proceso en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.</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>	
<i>Equipos de protección individual (EPI) disponibles</i>			
<i>Tipo de EPI</i>	<i>CE</i>	<i>Clase de protección</i>	<i>Tarea en que debe utilizarse</i>
<i>Indicadores</i>			
			<i>Observaciones</i>
<i>Otros</i>			
<i>Otros factores de riesgo laboral que puedan afectar a los trabajadores</i>		<i>Observaciones</i>	

Tabla 2.1: Ficha de Toma de Datos: Aspectos Generales de Seguridad y Salud en el Trabajo en el proceso objeto de estudio. Fuente: Elaboración Propia.

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 cual su criterio, comprobando de esta forma la veracidad de la información que recoge.

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

Etapas 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 diferentes 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 riesgo, 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 objeto de estudio.

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 identificarse los riesgos por accidentes laborales y riesgos 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, las cuales aparecen a continuación:

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 los cuales aparecen en la siguiente tabla.

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

Tabla 2.2: Tipos de agresores que pueden dañar el organismo del ser humano. Fuente: Pérez Fernández (2006).

En esta fase se recomienda utilizar la lista de chequeo que se encuentra en la Resolución 39/2007, la misma debe ser adaptada al tipo de proceso objeto de estudio, dejando solamente las situaciones peligrosas correspondientes a este tipo de actividad así como añadir otros aspectos que no contempla dicha 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

cualquier actividad laboral dentro de dicho proceso. Se recomienda realizar lo expuesto con anterioridad con un grupo de expertos.

Luego de haber identificado los diferentes riesgos, se puede construir un Mapa de Riesgos, el cual consiste en señalar, mediante símbolos, letras y colores; los principales riesgos presentes en un área determinada, el cual nos indica los lugares donde hay que extremar las medidas preventivas.

Etapa 12: Evaluación de Factores de Riesgos laborales.

En esta etapa se recomienda utilizar el Método simplificado de evaluación de riesgos de accidentes dado por Pareja Malagón (2000), del cual se hace mención en el Capítulo I del presente trabajo.

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:

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

A mayor gravedad de las consecuencias previsible, 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 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) 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.

Cuadro 2.4: Significado de los diferentes niveles de probabilidad.

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.

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 redundará 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 estos 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 lo que facilita 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 ya que en su mayoría, 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 qué efectos 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.

En esta etapa 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 de estos y en función de ello diseñar un pequeño procedimiento o secuencia de pasos que permitan una adecuada gestión de los mismos.

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 debe 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.

Además, 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 esta etapa 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.

Etapa 15: Propuesta de indicadores.

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

A continuación, se muestra un formato, el cual puede ser llenado para llevar a cabo este paso.

PROCESO: NOMBRE DEL PROCESO			
CLASIFICACIÓN	INDICADOR	CÁLCULO	GRADO DE CONSECUCIÓN

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

A continuación 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 Zaldívar (2004).

CLASIFICACIÓN	INDICADOR (QUÉ).	OBJETIVO (POR QUÉ)	FÓRMULA (CÓMO)
Efectividad	Índice de Eliminación de Condiciones Inseguras (IECI).	Mostrar en qué 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).	Objetivo: Reflejar en qué 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	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.
	Indicador de Trabajadores Beneficiados (TB).	Reflejar la proporción de trabajadores que resultan beneficiados con la ejecución del plan de medidas.	TB = (TTB / TT) * 100, donde: TTB: Total de Trabajadores que se benefician con el conjunto de medidas tomadas. TT: Total de Trabajadores del 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.

Eficacia	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.	<p>Para los trabajadores directos o indirectos: $PSCT = Se * Hi * [(Er + Bi + Es) / 3]$</p> <p>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: $ISCT = (PSCT / PSCT_{máx}) * 100$, donde: $PSCT_{máx} = 125$.</p>
	Coeficiente de Perspectivas (CP) (Cuesta, 1990)	Mostrar como perciben los trabajadores la posibilidad de que la organización desarrolle acciones encaminadas a mejorar sus condiciones de trabajo.	<p>$CP = (A+ - D-) / N$, donde: 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: $FRp = (Me / N) * 100$, donde: Me: Cantidad de marcas en el escalón e (e = 1, 2, 3, ..., en ascenso o en descenso). 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): $ISCPi = (SPPi / CTPi) * VP$, donde: SPPi: Subsidios Pagados en el Período "i". CTPi: Costo total de producción en el período "i". VP: Valor prefijado, cuyo objetivo consiste en hacer entendible el indicador.</p>

			2. Influencia de los Subsidios en el Fondo de Salario (ISFSi): $ISFSi = (SPPi / FSi) * VP$, donde: FSi: Fondo de Salario real en el período "i".
			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: $IS = [(ISi - ISi-1) / ISi-1] * 100.$

Tabla 2.4: Sistema de indicadores para la evaluación del desempeño de la Seguridad e Higiene Ocupacional Fuente: Velázquez Zaldívar (2004).

Además se pueden utilizar:

- Índice de Incidencia
- Índice de Gravedad
- Índice de Frecuencia

Existen otro grupo de indicadores que se pueden consultar en diversas bibliografía así como los propuestos por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

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 planificado en las fases anteriores con respecto al comportamiento de las acciones referentes a la seguridad y salud en el trabajo, en la ejecución de las diferentes etapas del proceso objeto de estudio, lo cual puede ser a través de observaciones planeadas para determinar actos inseguros de los trabajadores, encuestas de satisfacción laboral, entre otras.

Etapas 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.

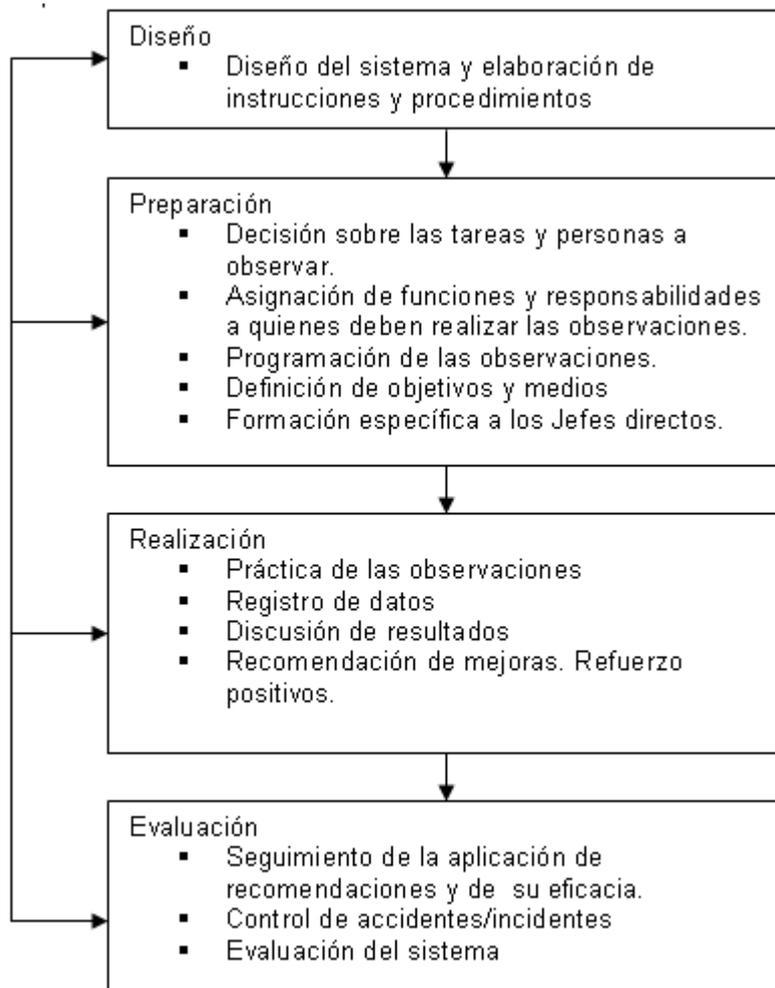


Figura No. 2.2: Etapas en las observaciones planeadas de trabajo. Fuente: Cortes Díaz, (2000).

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.

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 si 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 Tablas 2.5 y 2.6) 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.

EMPRESA / CENTRO DE TRABAJO.....
 AREA DE TRABAJO..... TAREA.....
 PERSONA OBSERVADA..... ANTIGÜEDAD EN EL PUESTO.....
 OBSERVADOR/A..... FECHA OBSERVACION.....
 FIRMA..... FECHA PROXIMA OBSERVACION.....

DESCRIPCION DE LA TAREA / ORDEN SECUENCIAL DE OPERACIONES

 Procedimiento normalizado.....

CONDICIONES DE TRABAJO DE LA TAREA						
Nº ORDEN	OPERACION DENOMINACION	TIPO DE RIESGO		FACTOR RIESGO / CAUSA	CONSECUENCIAS (b) 1. LEVE 2. GRAVE 3. MORTAL	NIVEL DEFICIENCIA (c) 1. ACCEPT. 2. MEJOR 3. DEFIC.
		COD. (a)	DEFINICION			

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO NORMALIZADO <input type="checkbox"/> ND (e)	ADISTRAMIENTO EN LA TAREA <input type="checkbox"/> ND (e)
Inexistente <input type="checkbox"/> Incompleto o No actualizado <input type="checkbox"/> Incumplimiento <input type="checkbox"/>	Desconoce procedimiento <input type="checkbox"/> inexperiencia <input type="checkbox"/> Hábitos incorr. <input type="checkbox"/>
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS <input type="checkbox"/> ND (e)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL <input type="checkbox"/> ND (e)
Inadecuadas o inexistentes <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> Uso incorrecto <input type="checkbox"/>	Inadecuadas o inexistentes <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No uso <input type="checkbox"/>
INSTALACIONES FLUAS ASOCIADAS A LA TAREA <input type="checkbox"/> ND (e)	ENTORNO, ORDEN Y LIMPIEZA <input type="checkbox"/> ND (e)
Inadecuadas o nocivas <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> Uso incorrecto <input type="checkbox"/>	Proceso inadecuado <input type="checkbox"/> Limitación de espacio <input type="checkbox"/> O falta de medios <input type="checkbox"/> Por desorden <input type="checkbox"/> Uso incorrecto <input type="checkbox"/>

ACTUACIONES SINGULARES
 ACTOS ENGAÑOSOS.....ACTOS DESTACABLES.....

MEJORAS ACORDADAS	RESPONSABLE	GRADO DE CUMPLIMENTACION (e)	FECHA
		Ⓢ	
		Ⓢ	
		Ⓢ	
		Ⓢ	
		Ⓢ	

Marcar cuando proceda Enterado Responsable de Area
 Indicar código (ver cara B) FECHA..... FIRMA.....

Tabla 2.5: Formulario para el registro de las observaciones planeadas. Cara A.
Fuente: Cortes Díaz (2000).

OBSERVACIONES ADICIONALES

RELACIÓN DE CÓDIGOS A UTILIZAR

CÓDIGOS DE TIPO DE RIESGO (a)	
RIESGOS DE ACCIDENTE	RIESGOS DE ENFERMEDAD PROFESIONAL
010 Caída de personas a distinto nivel	310 Exposición a contaminantes químicos
020 Caída de personas al mismo nivel	320 Exposición a contaminantes biológicos
030 Caída de objetos por desplomes o derrumbamiento	330 Ruido
040 Caída de objetos en manipulación	340 Vibraciones
050 Caída de objetos desprendidos	350 Estrés térmico
060 Pisadas sobre objetos	360 Radiaciones ionizantes
070 Choques contra objetos inmóviles	370 Radiaciones no ionizantes
080 Choques contra objetos móviles	380 Iluminación
090 Golpes/cortes por objetos o herramientas	
100 Proyección de fragmentos o partículas	FATIGA
110 Atramiento por o entre objetos	410 Física. Posición
120 Atrapamientos por vuelco de máquinas o vehículos	420 Física. Desplazamiento
130 Sobreesfuerzos	430 Física. Esfuerzo
140 Exposición a temperaturas ambientales extremas	440 Física. Manejos de cargas
150 Contactos térmicos	450 Mental. Recepción de la información
161 Contactos eléctricos directos	460 Mental. Tratamiento de la información
162 Contactos eléctricos indirectos	470 Mental. Respuesta
170 Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	
180 Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas	INSATISFACCIÓN
190 Exposición a radiaciones	510 Contenido
200 Explosiones	520 Monotonía
211 Incendios. Factores de inicio	530 Roles
212 Incendios. Propagación	540 Autonomía
213 Incendios. Medios de lucha	550 Comunicaciones
214 Incendios. Evacuación	560 Relaciones
220 Accidentes causados por seres vivos	
230 Atropellos o golpes con vehículos	

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)

<input type="radio"/> Aún no ha sido adoptada mejora alguna	<input type="radio"/> Aplicación parcial de la mejora	<input type="radio"/> Mejora aplicada correctamente
---	---	---

Tabla 2.6: Formulario para el registro de las observaciones planeadas. Cara B.
Fuente: Cortes Díaz (2000).

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

En esta etapa se procede a calcular los indicadores fijados en etapas anteriores, según sea la situación existente, luego comparamos con los estándares establecidos a partir de la experiencia en procesos similares y la de los propios miembros del equipo permitiendo arribar a conclusiones con 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).

Meliá y Peiró (1998) proponen una herramienta la cual llaman Cuestionario de Satisfacción Laboral S20/23, para realizar un estudio de satisfacción laboral en la empresa con el objetivo de conocer con mayor precisión el nivel de satisfacción actual existente en la organización. Con los resultados de la misma se conocen un grupo de aspectos que no son detectados con la herramienta mencionada, que pueden ser mejorados en el desarrollo de la próxima etapa del proceso. El investigador puede escoger la herramienta que se propone u otra en función de la profundidad y cantidad de aspectos que quiera evaluar en las etapas del proceso objeto de estudio.

Conclusiones

1. La contaminación ambiental es uno de los problemas de mayor importancia en la actualidad, especialmente la contaminación de suelos por hidrocarburos, debido en muchas ocasiones 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 manifiestan criterios relacionados con la seguridad y salud, solamente hacen hincapié en los equipos de protección personal, sin hacer estudios relacionados con la Gestión del Riesgo Laboral, denotándose de esta forma la necesidad de llevar a cabo los mismos, debido a los riesgos a los cuales están expuestos los obreros que ejecutan dichos proyectos.
3. La Seguridad y Salud en el concepto moderno 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. 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, los cuales si se les permite escalar, pueden causar pérdidas importantes, los mismos son fundamentalmente de origen físicos, químicos, y biológicos, que traen consecuencias negativas a la salud así como enfermedades profesionales a los que llevan a cabo dicha actividad.
5. La propuesta realizada en el presente trabajo de un Procedimiento para la Gestión de Riesgos Laborales en procesos de rehabilitación de suelos contaminados por hidrocarburos con el uso de la biorremediación, constituye una aplicación práctica de los enfoques teóricos analizados en la investigación, teniendo en cuenta las tendencias actuales en la gestión empresarial.
6. La elaboración lógica de los pasos propuestos en el presente capítulo II, podrán ser utilizados en 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.
7. 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, funcionando de manera correcta en las organizaciones, permitiendo cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección.
8. El procedimiento propuesto 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.

Referencias Bibliográficas

(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.

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

CANTERA LÓPEZ, F. J. (2002) NTP 212: Evaluación de la Satisfacción Laboral: Métodos directos e indirectos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. España.

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.
- 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.
- CALDERÓN GÁLVEZ, C. G. (2006) Análisis de Modelos de Gestión de Seguridad y Salud en las PYMES del Sector de la Construcción. *Ingeniería Civil*. España, Universidad de Granada.
- 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) Producciones más Limpias. La Habana. Cuba.
- 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.

- 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. URL: http://www.uv.es/melajl/Research/Cuest_Satisf/S20_23.PDF
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2005) NC 18000: Seguridad y Salud en el Trabajo - Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo - Vocabulario.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2005) NC 18001: Seguridad y Salud en el Trabajo - Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo - Requisitos.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2005) 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. (2005) 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. (2007) NC 3000: Sistema de Gestión Integrada de Capital Humano - Vocabulario. Oficina Nacional de Normalización.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2007) NC 3001: Sistema de Gestión Integrada de Capital Humano - Requisitos.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. (2007) NC 3002: Sistema de Gestión Integrada de Capital Humano - Implementación.
- PAREJA MALAGÓN, F. 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.
- 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.
- 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.
- 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 Macroergonomica en el Proceso de Gestión de Seguridad y Salud Laboral de la Empresa Eléctrica de Cienfuegos. *Ingeniería Industrial*. Cuba, Universidad de Cienfuegos.
- 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.
- 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.