

ANEXO J.

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES.

Con el fin de realizar la formulación del plan para la gestión del riesgo ambiental, para el Campus San Alberto Magno, se procedió a realizar la identificación y evaluación de los riesgos ambientales representados por las actividades ejecutadas en las instalaciones. Lo anterior con base en la metodología de la norma española UNE 15008:2008 EX.

Para la correcta implementación de dicha metodología dentro del contexto nacional, esta se realizó según la guía metodológica para la evaluación y priorización de riesgos ambientales, desarrollada por la empresa PT Ingeniería de Proyectos S.A.S [1]. Dicho documento fue diseñado con el fin de implementar la metodología de manera estándar para cualquier proyecto o actividad que se desarrolle y que represente riesgos al entorno; en este caso en el campus San Alberto Magno.

A continuación se presenta el desarrollo de la metodología y los resultados obtenidos de la implementación de la misma en el campus San Alberto Magno:

1. Análisis de riesgos

El análisis o evaluación de riesgos se define como el proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un evento no deseado con una determinada severidad o consecuencias en sobre los tres entornos evaluados (natural, humano y socioeconómico). [2]

Para la evaluación del riesgo serán considerados los siguientes aspectos:

- La naturaleza del riesgo
- La posibilidad de exposición
- Las características del sector y/o población expuesta receptor
- La posibilidad de que ocurra
- La magnitud de exposición y consecuencias

A fin de definir y plantear medidas que permitan minimizar los impactos que se puedan generar.

2. Metodología utilizada para el análisis de riesgos (UNE 150008:2008)

2.1. Identificación de los riesgos ambientales y escenarios.

En esta fase se llevó a cabo la identificación y descripción de posibles sucesos iniciadores de riesgos asociados a las actividades y a las condiciones de las instalaciones del campus San Alberto Magno donde se pudiera presentar un daño ambiental ya fuera a nivel interno o externo, para que con ellos se pudieran identificar los posibles escenarios, esta se desarrolló durante visitas al Campus, junto con el respectivo registro fotográfico y entrevistas al personal de las áreas de mantenimiento y servicios generales.

A partir de los escenarios se identificó la existencia de un riesgo ambiental según la actividad, tarea, zona de instalación y sustancia involucrada y tipología del riesgo; los principales escenarios identificados fueron:

A. Fuga, derrame o vertimientos

Durante el desarrollo general de las actividades diarias del campus San Alberto Magno se presentan inconvenientes operacionales con respecto al manejo adecuado de las aguas crudas almacenadas en la instalación, además de manejar un nivel freático alto y contar con un terreno de alta capacidad de infiltración. Dichos inconvenientes son originados en el almacenamiento y circulación de agua subterránea sin que esta pueda ser descargada a un cuerpo de agua superficial.

B. Inundación y arrastre de sedimentos

Algunas de las actividades dentro del desarrollo diario de las actividades del campus San Alberto Magno y el mal manejo de los vertimientos involucran un aumento en la cantidad de agua subterránea encontrada en el predio y ya que su nivel freático es tan alto se tiene una probabilidad de igual magnitud. Es por esto que uno de sus edificios, el edificio cultural, donde se encuentran los auditorios y la biblioteca; se encuentra provisto de un tanque de almacenamiento para las aguas que se infiltran debido a la invasión del nivel freático (figura 1).

Figura 1. Tanque de almacenamiento de infiltración de agua subterránea.



Fuente: Autoras, 2015.

C. Incendios forestales

Debido a la gran cantidad de zonas verdes que presenta el campus, y más que en el predio de la esperanza llamado “Bioparque”, el cual está provisto de plantaciones de eucalipto, que en caso de incendio hace que este se propague mucho más rápido. Con respecto a esto se tiene un riesgo y un escenario identificado ya que puede afectar la integridad de los estudiantes, este se puede generar por objetos como vidrios, lupas, objetos que por medio de una transmisión de rayos provoquen el incendio, afectando así la fauna, la flora y la vida de los estudiantes, para evitarlo se tienen propuestas medidas de prevención y replantación de especies que no afecten la caracterización vegetal del campus San Alberto Magno.

D. Inadecuada disposición de residuos

La generación de residuos es un escenario habitual del desarrollo de actividades generadas por el campus San Alberto Magno, además que por su ubicación su recolección no se hace diaria, si no que se realiza 3 días a la semana. Durante este tiempo los residuos se encuentran ubicados en un cuarto de almacenamiento, el cual no cuenta con métodos de impermeabilización en caso de un derrame de lixiviados. El campus, al presentar un nivel de infiltración alto, presenta mayor riesgo de que los lixiviados puedan generar serios problemas ambientales con respecto al suelo, a los ecosistemas de la zona, a la población y especialmente al humedal del Torca, el cual se encuentra a escasos metros del cuarto de almacenamiento de residuos.

E. Desborde del agua contenida en tanques clausurados

Debido a la acumulación de aguas residuales generadas, producto de las actividades de uso de baños, aseo, funcionamiento de cafeterías y laboratorios, estas eran previamente sometidas a un pretratamiento en una estación depuradora de aguas residuales (EDAR), la cual constaba de un proceso de coagulación química y floculación mediante agitadores (figura 2). Dicha estación fue clausurada y parte de los vertimientos permanecían en el lugar de dicha instalación al momento de la inspección. Sin embargo, a raíz de la clausura de dicho sistema se genera un riesgo con respecto al desborde del agua contenida allí, ya que la ubicación del campus San Alberto Magno, genera características climáticas húmedas y de precipitaciones continuas, aumentando así la probabilidad de ocurrencia de un desborde, aún más por la presencia de lluvias torrenciales (figura 3).

Figura 2. EDAR clausurada Campus San Alberto Magno



Fuente: Autoras, 2015.

Figura 3. Retención de aguas en EDAR clausurada.



Fuente: Autoras, 2015.

Posteriormente, se procede a caracterizar los sucesos iniciadores de las actividades e instalaciones de la obra que pueden dar lugar a un daño ambiental dentro de la tipología del riesgo ya sea interno o externo. Esta se ejecuta por medio de apoyo bibliográfico y visitas a campo [3], teniendo en cuenta:

En la tabla 1 se muestran las causas y peligros relacionados al identificar, caracterizar y determinar las posibles fuentes de peligro referentes a:

Tabla 1. Identificación causas y peligros

IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS Y PELIGROS								
Actividad	Tarea	Zona de instalación (Peligro)	Insumo, materia prima o equipo involucrado	Tipología del riesgo	Escenario	Causa (Suceso iniciador)	Consecuencia	Referencia

Fuente: Adaptado de [1]

Para la identificación de sucesos iniciadores causas que pueden producir o inducir a la generación de un evento y por ende a un riesgo ambiental; los sucesos iniciadores son los siguientes: [4]

Tabla 2. Identificación de sucesos iniciadores

SUCESOS INICIADORES/CAUSAS	
Errores en el trabajo	Fallo en sistemas de seguridad
Fallos en instalaciones o equipos	Imprudencias
Defecto de materiales	Deficiente acondicionamiento
Falta de mantenimiento.	Deficiencias en el mantenimiento
Roturas	Falta de formación/adiestramiento
Orificios/grietas	Otros riesgos naturales
Avería en el equipo	Desconocimiento legales
Fallos en juntas y conexiones	Falta de orden y limpieza
Fallos en bombas, compresores, ventiladores.	Interacción de varios factores
Accidente en el trasiego	Desconocido
Fallo humano	Calores extremos
Lluvias torrenciales	Hundimientos de terreno
Inundaciones	Fuertes vientos

Fuente: Tomado de [5]

Clasificación de la tipología del riesgo ambiental la cual puede ser interna o externa en función de su procedencia como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 3. Tipología del riesgo

TIPOLOGÍA DE RIESGO	
Internos	Externos
Asociados a los procesos desarrollados en la instalación	Asociados a fenómenos naturales
Asociados al transporte dentro de la instalación	Asociados a las actividades desarrolladas en las instalaciones vecinas
Asociados al almacenamiento de materias primas, productos y residuos peligrosos	Asociados a actividades históricas
Asociados a instalaciones auxiliares	Asociados al acceso a las instalaciones de personal no autorizado

Fuente: Adaptado de [6]

2.2. Asignación de probabilidad

En esta etapa de estimación de la probabilidad, se asigna un valor numérico para determinar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados, teniendo como parámetro lo expuesto en la tabla 4:

Tabla 4: Estimación de probabilidad

ESTIMACION DE PROBABILIDAD		
VALOR	PROBABILIDAD	
5	Muy Probable	> una vez al año
4	Alcance Probable	> una vez cada 5 años
3	Probable	> una vez cada 10 años
2	Posible	Entre 10 y 50 años
1	Improbable	> una vez cada 50 años

Fuente: Tomado de [6]

2.3. Estimación de la vulnerabilidad en función de la severidad de consecuencias

En esta etapa para el análisis del riesgo se debe desarrollar la estimación de la vulnerabilidad en función de la severidad de la consecuencia para los tres entornos: natural, humano y socioeconómico, por lo que es necesario llevar a cabo la asignación de valores con diferentes criterios, con los que posteriormente se determina la gravedad de las consecuencias de los entornos [7], Los criterios evaluados en cada uno de los entornos son de manera general los siguientes:

Tabla 5 Criterios evaluados por entorno

ENTORNO NATURAL	ENTORNO HUMANO	ENTORNO SOCIOECONÓMICO
Cantidad (Tm)	Cantidad (Tm)	Cantidad (Tm)
Peligro	Peligro	Peligro
Extensión (Ha)	Extensión (Ha)	Extensión(Ha)
Calidad del medio	Población afectada	Patrimonio capital y productivo

Fuente: adaptado de [1]

Como puede observarse los criterios evaluados son similares en los 3 entornos, sin embargo la forma de evaluación no es la misma, razón por la cual a continuación se describe la forma de evaluar la cantidad (Tm) y extensión (Ha) ya que se mantienen los factores de calificación en cada uno de los entornos. [1]

Cantidad: Se refiere a la cantidad utilizada de la sustancia por Tonelada métrica. Por lo que se debe revisar cada una de las sustancias utilizadas e identificadas dentro de la matriz inicial de identificación de escenarios de riesgo. [6] Cada cantidad será tomada en toneladas métricas aplicando los criterios de evaluación ya estipulados en cada entorno.

Extensión: Hace referencia a la extensión del daño, es decir al área de influencia afectada por el posible riesgo ambiental en relación al entorno considerado. [5]

Para esto se evalúa cada una de las consecuencias generadas a partir de los escenarios identificados, estableciendo la dimensión de los daños de acuerdo a las posibles áreas (Ha) en las cuales el riesgo puede llegar a materializarse en relación a cada uno de los entornos. [1]

Para la determinación de la extensión fueron utilizados los criterios descritos en la tabla 6 Estimación de la extensión del daño.

Tabla 6: Estimación de extensión del daño

VALOR	EXTENSION (Ha)	
4	Muy extenso (>50)	El daño se extiende en las hectáreas externas del proyecto en un radio superior de 50.
3	Extenso (10 - 49)	El daño se extiende en las hectáreas externas del proyecto en un radio de 10 a 49.
2	Poco extenso (2 - 9)	El daño se extiende en las hectáreas externas del proyecto en un radio de 2 a 9.
1	Puntual (< 2)	El daño se presenta dentro de la propiedad del proyecto.

Fuente: Tomado de [7]

Los criterios de peligrosidad, calidad del medio (*entorno natural*), peligrosidad, población afectada (*entorno humano*), patrimonio capital y productivo (*entorno socioeconómico*), serán explicados dentro de cada uno de los entornos debido a que son evaluados de manera diferente en cada uno de los mismos.

2.3.1. Estimación Consecuencia Entorno natural

Para la estimación de la consecuencia con respecto al entorno natural son tenidos en cuenta los factores expuestos en la Tabla 7: Estimación de la consecuencia en el entorno natural.

Tabla 7: Estimación de la consecuencia en entorno natural

ESTIMACION DE LA CONSECUENCIA ENTORNO NATURAL				
VALOR	CANTIDAD (Ton-métrica)	PELIGROSIDAD	EXTENSION (Ha)	CALIDAD DEL MIEDO
4	Muy Alto (>50)	Muy peligroso	Muy extenso (>50)	Muy elevada (linda directamente con espacios naturales protegidos)
3	Alto (5 - 49)	Peligroso	Extenso (10 - 49)	Elevada (linda indirectamente con ENP)
2	Poca (0.5 - 4.9)	Poco Peligroso	Poco extenso (2 - 9)	Media (ENP a menos de 25 Km)
1	Muy Poca (<0.5)	No Peligroso	Puntual (< 2)	Baja (ENP a más de 25 Km)

Fuente: adaptado de [6]

A continuación se describen los parámetros de evaluación de peligrosidad y calidad del medio para este entorno, los cuales deben ser tenidos en cuenta al momento de realizar la evaluación.

Peligrosidad: Para esta valoración se tienen en cuenta las características de peligrosidad que posee cada uno de los insumos, materia prima o equipos involucrados dentro de la ejecución del proyecto, por lo cual se tienen en cuenta los criterios expuestos en la tabla 8 como se evidencia a continuación

Tabla 8: Criterios de calificación de peligrosidad.

PELIGROSIDAD	CRITERIO
MUY PELIGROSO	Muy Inflamable
	Muy tóxico
	Causa efectos irreversibles de inmediato
PELIGROSO	Explosiva
	Inflamable
	Corrosiva
POCO PELIGROSO	Combustible
NO PELIGROSO	Daños leves y reversibles

Fuente: Tomado de [5]

Para esta valoración se tuvo en cuenta las características de peligrosidad que posee cada uno de los insumos, materia prima o equipos involucrados dentro de las actividades desarrolladas en el campus San Alberto Magno.

Calidad del medio: Se refiere a la riqueza de fauna y flora existente y a las zonas de entornos naturales protegidos.

Como orientación a la hora de elegir la calidad del medio, se entiende muy elevada cuando la actividad linda directamente con algún espacio natural protegido. Elevada, cuando linda indirectamente con algún espacio natural protegido, entendiéndolo indirectamente cuando algún vertido puede alcanzar este espacio natural a través de aguas superficiales, subterráneas o cauces y barrancos. [6]

La calidad del medio será media cuando la instalación se encuentre a menos de 25 Km del espacio natural protegido y sin comunicación posible indirectamente, también se puede considerar media cuando en el entorno de la actividad hayan especies vulnerables o de interés especial. [6]

Por último se puede considerar baja cuando no hay especies protegidas en un radio de 25 km o las especies naturales del entorno no tengan categoría de protección. [6]

Por medio de revisión bibliográfica fue posible identificar que las actividades del campus se realizan en las corrientes hídricas de los humedales Guaymaral y Torca, y que además detrás de sus instalaciones a 2 kilómetros se encuentra ubicada parte de la reserva forestal Thomas Van der Hammen, dada su ubicación con respecto a los efluentes y a la reserva, este criterio es valorado con una calificación de "4" lo cual equivale a muy elevada ya que linda directamente con entornos naturales.

2.3.2. Estimación Consecuencia Entorno humano

Para la correcta estimación de la consecuencia dentro de este entorno, son asignados valores evaluando cada uno de los escenarios ambientales identificados en la tabla 1. Por lo que son tenidos en cuenta los factores expuestos en la Tabla 9

Tabla 9: Estimación de la consecuencia en el entorno humano

ESTIMACION DE LA CONSECUENCIA ENTORNO HUMANO				
VALOR	CANTIDAD Tm	PELIGROSIDAD	EXTENSION (Ha)	POBLACION AFECTADA
4	Muy Alto (>50)	Muertes o efectos irreversibles	Muy extenso (>50)	Más de 100
3	Alto (5 - 49)	Daños graves	Extenso (10 - 49)	Entre 25 y 100
2	Poca (0.5 - 4.9)	Daños leves	Poco extenso (2 - 9)	Entre 5 y 25
1	Muy Poca (<0.5)	Daños muy leves	Puntual (< 2)	< 5 personas

Fuente: [6]

A continuación se describen los parámetros de evaluación de la peligrosidad y población afectada para este entorno.

Peligrosidad: Se determinó el tipo de daño que sufren las personas expuestas a cada uno de los escenarios, insumos, materias primas o equipos, por lo que fue necesario revisar las hojas de seguridad, específicamente en la sección de salud para conocer si la sustancia podía causar muertes o efectos irreversibles, daños graves, leves y muy leves.

Tabla 10: Criterios de estimación de la peligrosidad

VALOR	PELIGROSIDAD	CRITERIO
4	Muertes o efectos irreversibles	Sustancias que en contacto directo generan daños irreversibles a la salud o muerte.
3	Daños graves	La hoja de seguridad establece daño a la salud 2 o 3, pero establece que los daños pueden ser tratados y reversibles. (Ejemplo: Irritación sistema respiratorio)
2	Daños leves	La hoja de seguridad establece daño a la salud 1, con lesiones leves debidas a uso prolongado como lo son alergias, irritación en los ojos, alergias en la piel.
1	Daños muy leves	No se requiere uso de EPP para su uso. La hoja de seguridad (si existe) establece daño a la salud 0

Fuente: Adaptado de [1]

Población afectada: Se establece de acuerdo a la extensión del daño el número de personas que podrían verse afectadas. Para este criterio se tiene en cuenta la calificación según la siguiente tabla:

Tabla 11: Criterios de estimación de población afectada

VALOR	POBLACION AFECTADA	CRITERIO
4	Más de 100	Población al exterior de la zona del proyecto se ve afectada con el impacto o consecuencia generada.
3	Entre 25 y 100	Total del personal del proyecto se encuentra afectado con el impacto o consecuencia generada.
2	Entre 5 y 25	Personal del proyecto de la zona o próxima a la zona donde se genera el impacto o consecuencia generada.
1	< 5 personas	Personal puntual al lugar de la obra donde se genera el impacto o consecuencia generada.

Fuente: Adaptado de [7]

2.3.3. Estimación de la consecuencia en el Entorno Socio-económico

Para la estimación de la consecuencia con respecto al entorno humano los factores tenidos en cuenta son los expuestos en la tabla 12 Estimación de la consecuencia en el entorno socioeconómico.

Tabla 12: Estimación de la consecuencia del entorno socio-económico

ESTIMACION DE LA CONSECUENCIA ENTORNO SOCIO-ECONOMICO				
VALOR	CANTIDAD (TM)	PELIGROSIDAD	EXTENSION (Ha)	PATRIMONIO Y CAPITAL PRODUCTIVO
4	Muy Alto (>50)	Muy peligroso	Muy extenso (>50)	Muy alto
3	Alto (5 - 49)	Peligroso	Extenso (10 - 49)	Alto
2	Poca (0.5 - 4.9)	Poco Peligroso	Poco extenso (2 - 9)	Bajo
1	Muy Poca (<0.5)	No Peligroso	Puntual (< 2)	Muy bajo

Fuente: Tomado de [6]

A continuación se describen los parámetros de evaluación de la peligrosidad y patrimonio capital y productivo para este entorno.

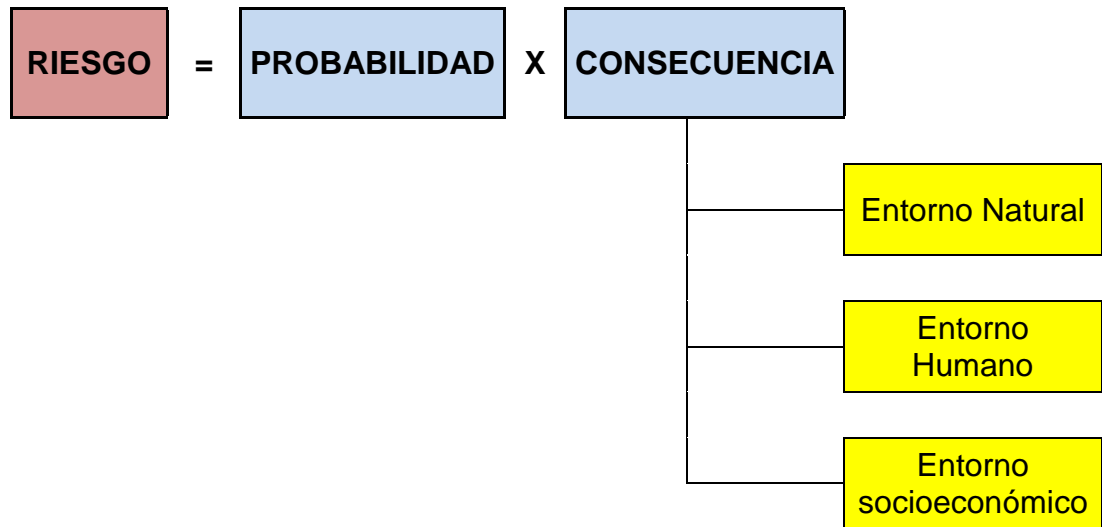
Peligrosidad: Se determinó la peligrosidad a partir de la propiedad de la sustancia, material y/o insumo de causar daño dentro de las instalaciones del campus San Alberto Magno, materiales o equipos con lo cual se tenga que realizar una inversión que no se haya planeado con anterioridad.

Patrimonio y capital productivo: Sera más alto cuanto más daño económico se cause por el riesgo y también será más alto cuanto más daño se cause al patrimonio cultural o artístico situado cerca de la instalación. [6].

2.4. Estimación y/o valoración del Riesgo:

Para realizar la estimación del riesgo es necesario calcular el producto entre la probabilidad de ocurrencia y la consecuencia generada, como se expresa a continuación.

Figura 4. Cálculo del riesgo



Fuente: Tomado de [7]

Para la estimación de la consecuencia se debe tener en cuenta los factores evaluados en cada uno de los entornos. Estos factores son relacionados y posteriormente expresados como gravedad, la cual es hallada aplicando las siguientes fórmulas de acuerdo al tipo de entorno a evaluar:

Tabla 13: Estimación de la gravedad para la consecuencia

ENTORNO	FORMULA
Natural	Cantidad + (2 x peligrosidad) + extensión + calidad del medio.
Humano	Cantidad + (2 x peligrosidad) + extensión + población afectada.
Socioeconómico	Cantidad + (2 x peligrosidad) + extensión + patrimonio y capital productivo.

Fuente: Tomado de [4]

Por último y para que el resultado pueda compararse homogéneamente con el factor de probabilidad, se pondera el valor obtenido de la gravedad con la tabla presentada a continuación:

Tabla 14: Estimación total de la gravedad

ESTIMACION TOTAL DE LA GRAVEDAD		
VALORACION	VALOR GRAVEDAD	VALOR FINAL
CRITICO	20 a 18	5
GRAVE	17 a 15	4
MODERADO	14 a 11	3
LEVE	10 a 8	2
NO RELEVANTE	7 a 5	1

Fuente: Adaptado de [6]

2.5. Priorización de escenarios

Una vez determinado el valor final de la gravedad, se desarrolla la priorización de los escenarios para cada uno de los tres entornos (natural - humano - socioeconómico) y de manera de manera consolidada la cual se debe presentar en una Matriz de distribución del riesgo, como se presenta a continuación:

Tabla 15: Matriz distribución del riesgo

PROBABILIDAD	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
		1	2	3	4	5

Escala de consecuencia (GRAVEDAD)

Fuente: Tomado de [6]

Las zonas en las que se divide la matriz de distribución del riesgo según como se muestra en la tabla 15 hacen referencia a lo siguiente:

Tabla 16: Zonas de distribución matriz del riesgo

RIESGO		MATRIZ DE DISTRIBUCION DE RIESGO
Muy alto		Región de riesgo elevada
Alto		
Medio		Región de riesgo intermedia
Moderado		
Bajo		Región de riesgo moderada

Fuente: Tomado de [6]

De manera general se presenta a continuación en la ilustración 2 el diagrama de evaluación del riesgo que fue desarrollado para la creación del presente documento y llevada a cabo para la gestión del riesgo ambiental de las actividades realizadas en el campus San Alberto Magno para el desarrollo diario de las actividades.

Figura 5. Diagrama general de evaluación del riesgo



Fuente: Tomado de [7]

BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. A. Lizarazo, «Procedimiento para identificar, Evaluar y priorizar riesgos ambientales por medio de la metodología UNE 15008:2008,» Bogotá, 2014.
- [2] FOPAE, Guía para elaborar planes de emergencia y contingencia, Bogotá, 2013.
- [3] Universidad Pedagógica Nacional , «Riesgos ambientales: Guia institucional de gestión ambiental identificación y evaluación,» Colombia.
- [4] CECALE, «Evaluación del riesgo ambiental,» [En línea]. Available: <http://www.evaluariesgoambiental.com/riesgoambiental/evaluacion%20de%20riesgo%20ambiental>. [Último acceso: Noviembre 2013].
- [5] Viceministerio de Gestión Ambiental Perú , «Guía de evaluación de riesgos ambientales,» Lima - Perú, 2010.
- [6] Federación empresarial metalúrgica Valenciana FEMEVAL , Evaluación del riesgo ambiental en el sector metalmeccánico, Valencia.
- [7] Femeval, Evaluación de riesgo ambiental en el sector metalmeccánico, Madrid.