

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA
COLECTIVIDAD**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL VII PROMOCIÓN

**“EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA INSTALACIÓN DE
UNA PLANTA DE MEZCLADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA
POZOS EN EL ÁREA PETROLERA”**

Proyecto I de grado

**Autores: Mayra Lucía Aragón Caiza
 Patricio Geovanny Villacrés Orozco**

Sangolquí, 2013


CERTIFICACIÓN

Certificamos que el proyecto de grado I: “Evaluación del Impacto Ambiental de la instalación de una planta de mezclado de productos químicos para pozos en el área petrolera”, es original y fue desarrollado por los maestrantes: Ing. Mayra Lucía Aragón Caiza y Dr. Patricio Geovanny Villacrés Orozco.



Dr. José Luis Piñeiros

DIRECTOR DEL PROYECTO



Dr. José Luis Carrera

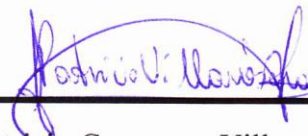
OPONENTE DEL PROYECTO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Mayra Lucía Aragón Caiza y Patricio Geovanny Villacrés Orozco, declaramos que el proyecto I, cuyo título es: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE MEZCLADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA POZOS EN EL ÁREA PETROLERA.** Es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Ing. Mayra Lucía Aragón Caiza
CI: 100227673-9




Dr. Patricio Geovanny Villacrés Orozco
CI: 060276543-0

AUTORIZACIÓN

Nosotros: Mayra Lucía Aragón Caiza con cédula de identidad No. 100227673-9 y Patricio Geovanny Villacrés Orozco con cédula de identidad No. 060276543-0, autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército para que el presente proyecto de grado con título: "Monitoreo ambiental de un planta de mezclado de productos químicos para pozos en el área petrolera", pueda hacer uso de los derechos correspondientes, según la ley de propiedad intelectual y se autoriza la publicación de este proyecto en el repositorio digital de la institución (biblioteca virtual), según ART. 146 de la ley de educación superior.



Ing. Mayra Lucía Aragón Caiza
CI: 100227673-9



Dr. Patricio Geovanny Villacrés Orozco
CI: 060276543-0

Dedicatoria

Para la persona más importante de mi vida mi hija Génesis, quien es y será el motor de mi mundo, para mi esposo Marcelo, mi madre Teresa, que desde el cielo me guía y acompaña y para mi padre Rodrigo; quienes siempre han confiado en mí.

Mayra

El presente trabajo está dedicado a mi esposa María Gabriela, mi hija Luciana y a mis padres Luís y Patricia. Dios les bendiga siempre.

Geovanny

Agradecimientos

Un agradecimiento muy especial para la empresa Champion Technologies del Ecuador, principalmente a su Gerente Ing. Enrique Mantilla, quien nos dio apertura y facilitó información para la realización de este proyecto. También queremos agradecer a la Ing. Francy Martínez, Ing. Pablo Gonzáles; por su gran colaboración prestada.

Mil gracias a nuestro Director Dr. José Luis Piñeiros, quien nos guió con su conocimiento hacia el desarrollo integral de nuestro proyecto.

A nuestras familias por el gran esfuerzo y paciencia, en las largas horas de nuestra ausencia. Y por el apoyo incondicional para lograr nuestras metas.

Mayra y Geovanny

ÍNDICE

| | Pág |
|-------------------|------------|
| Introducción..... | 1 |

CAPÍTULO I

PRESENTACIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

| | |
|---|----|
| Antecedentes..... | 2 |
| Objetivos de la Evaluación del Impacto Ambiental..... | 4 |
| Objetivo General..... | 4 |
| Objetivos Específicos..... | 5 |
| Metodología de la Evaluación del Impacto Ambiental..... | 5 |
| Etapa 1..... | 5 |
| Etapa 2..... | 6 |
| Etapa 3..... | 6 |
| Marco Legal aplicable..... | 6 |
| Constitución Política de la República del Ecuador..... | 6 |
| Leyes y Normas Legales..... | 7 |
| Ley de Gestión Ambiental..... | 7 |
| Ley de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental..... | 8 |
| Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)..... | 8 |
| Código de la Salud..... | 11 |
| Ordenanza No. 213 del Distrito Metropolitano de Quito..... | 12 |
| Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios..... | 12 |
| Marco Institucional..... | 12 |

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE MEZCLA DE QUÍMICOS

| | |
|--------------------------|----|
| Generalidades..... | 14 |
| Información General..... | 15 |
| Actividad Económica..... | 15 |
| Área de la planta..... | 15 |

| | |
|--|----|
| Personal..... | 15 |
| Políticas Internas..... | 15 |
| Área de implementación de la planta..... | 16 |
| Materiales de los tanques..... | 17 |
| Montaje e Instalación..... | 17 |
| Tanque de Acero Inoxidable..... | 17 |
| Tanque de poliéster reforzado con fibra de vidrio..... | 18 |
| Operación de la planta..... | 19 |
| Función de cada tanque..... | 19 |
| Procedimiento General de Mezcla..... | 20 |
| Mantenimiento y limpieza de tanques..... | 22 |
| Potenciales contaminantes antes de la implementación de la planta..... | 23 |
| Derrames..... | 23 |
| Quejas..... | 25 |
| Cumplimiento de Manejo de Residuos..... | 27 |
| Descripción de Residuos..... | 28 |
| Domiciliarios, biodegradables..... | 28 |
| Papel, cartón..... | 28 |
| Plásticos..... | 28 |
| Metálicos..... | 28 |
| Especiales..... | 28 |
| Peligrosos..... | 29 |
| Voluminosos..... | 29 |
| Aguas Negras..... | 29 |
| Área Ecológica..... | 29 |
| Disposición de los residuos..... | 30 |

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DE TANQUES DE MEZCLA

| | |
|--|----|
| Demanda de producción..... | 31 |
| Selección y Compatibilidad de Materiales..... | 31 |
| Análisis de Tablas de Compatibilidades Químicas..... | 32 |

| | |
|---|----|
| Pruebas de Laboratorio | 33 |
| Materiales y equipos..... | 34 |
| Materiales | 34 |
| Equipos..... | 34 |
| Prueba de compatibilidad del acero inoxidable..... | 34 |
| Parte experimental..... | 34 |
| Sustancias..... | 35 |
| Procedimiento..... | 35 |
| Datos experimentales..... | 36 |
| Prueba de compatibilidad de la fibra de vidrio..... | 36 |
| Parte experimental..... | 36 |
| Sustancias..... | 36 |
| Procedimiento..... | 37 |
| Datos experimentales | 37 |
| Prueba de compatibilidad de bombas neumáticas | 38 |
| Parte experimental..... | 38 |
| Sustancias..... | 38 |
| Procedimiento..... | 39 |
| Datos experimentales | 39 |
| Cálculos..... | 40 |
| Diferencia de pesos (DP)..... | 40 |
| Media de las diferencias de pesos (PDP)..... | 41 |
| Milímetros de pérdida de metal (mm/y)..... | 41 |
| Porcentaje de pérdida (%P)..... | 42 |
| Interpretación de resultados..... | 43 |

CAPÍTULO IV

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

| | |
|---------------------|----|
| Generalidades | 45 |
| Alcance..... | 45 |
| Definiciones..... | 46 |
| Medio ambiente..... | 46 |

| | |
|---|----|
| Aspectos ambientales..... | 46 |
| Impacto ambiental..... | 46 |
| Impacto significativo | 46 |
| Identificación de aspectos ambientales..... | 46 |
| Procedimiento | 46 |
| Manifestación física (descripción del aspecto)..... | 46 |
| Emisiones..... | 47 |
| Vertidos..... | 47 |
| Residuos..... | 47 |
| Ruido..... | 47 |
| Utilización de recursos..... | 47 |
| Posibilidad de materialización..... | 47 |
| Condiciones normales..... | 47 |
| Condiciones anormales..... | 47 |
| Emergencia..... | 47 |
| Incidentes..... | 47 |
| Accidentes..... | 47 |
| Acciones sobre el medio..... | 48 |
| Directo..... | 48 |
| Indirecto..... | 48 |
| Matriz de componentes ambientales..... | 48 |
| Lista de identificación de aspectos..... | 49 |
| Matriz de identificación de impactos ambientales..... | 49 |
| Evaluación de impactos ambientales | 51 |
| Metodología aplicada | 51 |
| Tipo de acción..... | 51 |
| Carácter de impactos | 51 |
| Intensidad..... | 52 |
| Extensión o influencia espacial..... | 52 |
| Duración de cambio..... | 52 |
| Magnitud..... | 52 |
| Reversibilidad..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Riesgo | 53 |
| Valor de impacto ambiental (VIA)..... | 54 |
| Significado del impacto..... | 54 |
| Matriz de evaluación de impacto ambiental..... | 55 |
| Medidas y/o control..... | 57 |
| Procesos de cadena de producción segura..... | 59 |
| Capacitación | 60 |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|----------------------|----|
| Conclusiones..... | 61 |
| Recomendaciones..... | 62 |

| | |
|---------------------------|----|
| Bibliografía | 63 |
|---------------------------|----|

| | |
|---------------------|----|
| Anexos | 65 |
|---------------------|----|

| | |
|-----------------------------|----|
| Políticas internas CTE..... | 66 |
|-----------------------------|----|

| | |
|---|----|
| Ficha técnica del acero inoxidable 304..... | 71 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| Ficha técnica de la fibra de vidrio..... | 75 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| Ficha técnica de bomba neumática Wilden M8..... | 80 |
|---|----|

| | |
|-------------------------------------|----|
| Fotos de la parte experimental..... | 83 |
|-------------------------------------|----|

| | |
|-----------------------|----|
| Glosario | 88 |
|-----------------------|----|

Lista de Figuras

| | |
|---|---|
| Figura 1. Producción en galones por mes desde el año 2009 a 2012..... | 4 |
|---|---|

| | |
|--|----|
| Figura 2. Diagrama de distribución de tanques..... | 16 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| Figura 3. Lugar donde se colocará tanque número 1..... | 17 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| Figura 4. Lugar donde se colocará tanque número 2..... | 17 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| Figura 5. Tanque de acero al carbono existente..... | 18 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Figura 6. Modelo de tanque de fibra | 18 |
|---|----|

| | |
|-----------------------------------|----|
| Figura 7. Modelo de soporte | 18 |
|-----------------------------------|----|

| | |
|--|----|
| Figura 8. Manejo de desechos peligrosos..... | 28 |
| Figura 9. Disposición de residuos sólidos..... | 29 |
| Figura 10. Disposición de residuos líquidos | 29 |
| Figura 11. Señalización para cada residuo..... | 29 |
| Figura 12. Registro HS-RG-18 control mensual de desechos..... | 30 |
| Figura 13. Tabla de compatibilidad química | 32 |
| Figura 14. Guía de resistencia química para fibra de vidrio | 33 |
| Figura 15. Muestra de acero inoxidable INOX 304 | 42 |
| Figura 16. Matriz de identificación de aspectos ambientales..... | 48 |
| Figura 17. Lista de identificación de aspectos ambientales..... | 49 |
| Figura 18. Matriz de identificación de aspectos ambientales..... | 50 |
| Figura 19. Matriz de evaluación de impactos ambientales..... | 56 |
| Figura 20. Control de documentos de cadena de producción segura..... | 60 |

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Distribución de ventas a nivel nacional año 2011..... | 3 |
| Tabla 2. Función específica de cada equipo..... | 19 |
| Tabla 3. Detalle de usos de tanque de mezcla por producto | 20 |
| Tabla 4. Registro de eventos | 24 |
| Tabla 5. Clasificación de materias primas por su peligrosidad usada en producción | 25 |
| Tabla 6. Registro de quejas..... | 26 |
| Tabla 7. Clasificación de desechos..... | 27 |
| Tabla 8. Demanda de producción..... | 31 |
| Tabla 9. Pesos del blanco de acero inoxidable..... | 36 |
| Tabla 10. Pesos iniciales (PI) de las muestras de INOX 304..... | 36 |
| Tabla 11. Pesos finales (PF) de las muestras de INOX 304 | 36 |
| Tabla 12. Pesos del blanco de fibra de vidrio..... | 37 |
| Tabla 13. Pesos iniciales (PI) de las muestras de fibra de vidrio..... | 38 |
| Tabla 14. Pesos finales (PF) de las muestras de fibra de vidrio..... | 38 |
| Tabla 15. Pesos del blanco de la bomba Wilden M8..... | 39 |
| Tabla 16. Pesos iniciales (PI) de las muestras de caucho..... | 39 |

| | |
|--|----|
| Tabla 17. Pesos finales (PF) de las muestras de caucho..... | 40 |
| Tabla 18. Diferencia de pesos de las muestras de INOX304..... | 40 |
| Tabla 19. Diferencia de pesos de las muestras de fibra de vidrio..... | 40 |
| Tabla 20. Diferencia de pesos de las muestras de caucho..... | 40 |
| Tabla 21. Media de diferencias de peso para el INOX 304 y fibra de vidrio..... | 41 |
| Tabla 22. Media de diferencias del caucho..... | 41 |
| Tabla 23. Milímetros de pérdida de metal por año del INOX 304..... | 42 |
| Tabla 24. Porcentaje de pérdida de la fibra de vidrio | 43 |
| Tabla 25. Porcentaje de pérdida del caucho..... | 43 |
| Tabla 26. Rango de milímetros de pérdida de metal por año..... | 43 |
| Tabla 27. Interpretación de resultados..... | 44 |
| Tabla 28. Programa de mantenimiento de equipos y maquinaria..... | 58 |

Resumen

El incremento de capacidad de producción de químicos de la planta de mezclado de la empresa Champion del Ecuador, produce un impacto sobre el medio ambiente, pudiendo ser afectados los recursos: aire, agua y suelo. De acuerdo a la presión social, gubernamental y por responsabilidad ambiental propia para cumplir estrictamente los requisitos ambientales, laborales y de seguridad, tanto localmente así como internacionalmente debido a que la empresa Champion Ecuador al ser filial de una transnacional, está obligada a cumplir estándares de la matriz. Para poder identificar con precisión los impactos significativos que esta actividad causa, se tomaron en cuenta criterios de todas las áreas de la empresa y se trabajó con un equipo multidisciplinario para posteriormente tomar acciones preventivas y mitigadoras.

PALABRAS CLAVE:

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

EVALUACIÓN DEL IMPACTO

PLANTA DE MEZCLADO

PRODUCTIVIDAD

RECURSOS

Abstract

The increase in production capacity of chemical mixing plant of Champion Technologies Company, has an impact on the environment, resources may be affected: air, water and soil. Due to social and governmental pressure, as well as its own responsible awareness, Champion Ecuador strictly enforces its local and international environmental requirements as a subsidiary of this multinational company, to the standard matrix. Champion's multidisciplinary team worked to identify significant environmental impacts in order to establish criteria and take preventive mitigation.

KEYWORDS:

SIGNIFICANT IMPACTS

IMPACT ASSESSMENT

MIXING PLANT

PRODUCTIVITY

RESOURCES

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE MEZCLADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA POZOS EN EL ÁREA PETROLERA

Champion Technologies del Ecuador, empresa especializada en tratamiento químico para facilidades de producción y gas de formación, empieza su proyecto de aumento de producción de su planta de químicos en el año 2010, para poder abastecer la demanda de las operadoras de petróleo con las que tiene contratos vigentes.

Este proyecto inicia con la obtención de permisos ambientales correspondientes y la obtención de los recursos internos, para luego implementar su planta de producción con un área de mezclado de químicos, para los cual, primero se realizó pruebas de materiales y compatibilidades con los productos a manejar, y apoyándose en el asesoramiento de empresas locales con experiencia en construcción de equipos utilizados para mezcla de materiales peligrosos.

El apoyo del equipo multidisciplinario y de experiencia de nuestro personal propio, logró que la implementación se realice sin mayores contratiempos.

Una vez implementado es indispensable identificar y evaluar los impactos ambientales que produce esta actividad, para posteriormente tomar y ejecutar medidas correctivas y mitigadoras.

El control trimestral por parte de la Entidad de Seguimiento, organismo fiscalizador de la Jefatura de Medio Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito, también ha llevado a que se controlen permanentemente las acciones críticas.

Para poder mantener en el mercado actual el aumento de producción versus impactos ambientales controlados o mitigados según sea el caso, fue indispensable el compromiso de todo el personal y de manera principal la Gerencia, ya que los recursos económicos son indispensables a la hora de implementar acciones preventivas y correctivas que se vayan presentando durante el proceso.

CAPÍTULO I

PRESENTACIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Antecedentes

El descubrimiento de petróleo comienza por el año 1967, con el consorcio norteamericano Texaco- Gulf, y en agosto de 1972 se comienza con la exportación del crudo ecuatoriano, transportado a Esmeraldas a través del oleoducto que une Lago Agrio con Balao. Desde el inicio, la producción petrolera ha bordeado los 250 000 barriles diarios y se ha incrementado hasta 400 000 barriles por día (C, Larrea, 2006). Por esta razón empresas nacionales se ven en la necesidad de realizar tratamientos químicos, para solucionar aquellos problemas que ocasiona la extracción del petróleo, uno de ellos es el agua de producción que se encuentra junto con el petróleo, ésta produce inconvenientes de corrosión e incrustaciones, promueve la formación de emulsiones, incrementa la velocidad de corrosión en la tubería y reduce el tiempo de retención en recipientes, entre otros problemas.

De esta serie de problemas que se ocasionan en la extracción petrolera, surge Champion Technologies del Ecuador (CTE), ingresa al mercado ecuatoriano en el año de 1998, con una representación de una empresa local, para el año 2000 se crea la compañía como tal. Originalmente distribuye a empresas petroleras productos traídos directamente de las plantas de Houston, Estados Unidos; con el aumento de la competencia en el sector industrial ecuatoriano, y en especial con el aumento de tratamientos químicos en pozos y facilidades de la industria petrolera la empresa se ve en la necesidad de fabricar localmente, para ello CTE, importa solo las bases químicas desde Estados Unidos y el resto de materia prima es obtenida en el mercado nacional, teniendo de esta manera un ahorro significativo de alrededor del 50%. En el año 2003 se implementa la planta de mezclado para dicho fin.

Con el descubrimiento de nuevas reservas petroleras en nuestra amazonía, Ecuador invierte toda su energía en la explotación de estos pozos. Así el país desde el año 1972 experimentó el crecimiento económico más alto de la historia debido a esta actividad. El petróleo ha aportado con el 47% de las exportaciones totales del país entre 1972 y 2003, y las rentas petroleras han alcanzado en promedio el 45% de

los ingresos del Estado entre 1987 y 1996, y el 33% entre 1997 y 2003 (C, Larrea, 2006). “Ecuador tiene un crecimiento significativo en la producción de petróleo, registrando un incremento del 3 % para el año 2011, la producción de crudo extraído alcanza los 500 378 barriles”. (Andes, 2011).

En la industria ecuatoriana existen 7 empresas que se dedican a la mezcla de productos químicos para tratamiento de crudo y pozos en producción, las cuales se enuncian a continuación:

1. Champion Technologies del Ecuador.
2. Baker Petrolite del Ecuador.
3. Dichem del Ecuador.
4. Quimipac Energy Group.
5. Nalco –Interroc.
6. Lipeqsa del Ecuador.
7. Multi-Chem.

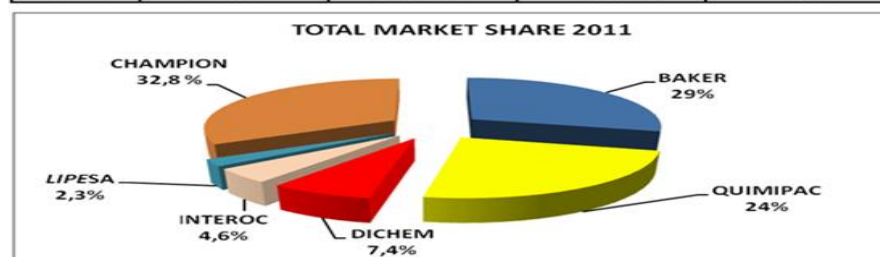
Champion Technologies del Ecuador, actualmente tiene el 32,8% del mercado ecuatoriano, con una producción mensual promedio de 70.000 galones de químico mezclados en planta, como se muestra en la siguiente tabla de producción

Tabla 1.

Distribución de ventas a nivel nacional, año 2011

MARKET SHARE 2011

| 2011 | | | | % |
|--------------|------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------|
| COMPANY | PETROPRODUCCION US\$/YEAR | PRIVATES US\$/YEAR | TOTAL US\$/YEAR | |
| BAKER | 3.425.342 | 6.012.596 | 9.437.938 | 29,00% |
| QUIMPAC | 4.373.555 | 3.420.000 | 7.793.555 | 24,00% |
| DICHEM | | 2.400.000 | 2.400.000 | 7,40% |
| INTEROC | 1.481.540 | | 1.481.540 | 4,60% |
| LIPESA | 737.540 | | 737.540 | 2,30% |
| CHAMPION | 823.000 | 9.865.000 | 10.688.000 | 32,80% |
| TOTAL | 10.840.977 | 21.697.596 | 32.538.573 | 100,00% |



Nota. Datos proporcionados por el Departamento de Marketing de CTE

Para el año 2011 con el aumento de su producción (Figura 1), la empresa decide comenzar con la ampliación de sus instalaciones, construyendo dos nuevos tanques de mezclado de químicos con una capacidad de 10 toneladas cada uno y de esta manera optimizar sus instalaciones para cubrir la demanda adquirida; todo este proceso de ampliación se lo realiza siguiendo parámetros ambientales, requisitos legales para obtener permisos de funcionamiento ante las entidades gubernamentales.

De esta manera CTE sube su producción de 20000 galones por año a 70000 galones promedio actualmente, como se observa en el Gráfico de producción para los años 2009 al 2012.

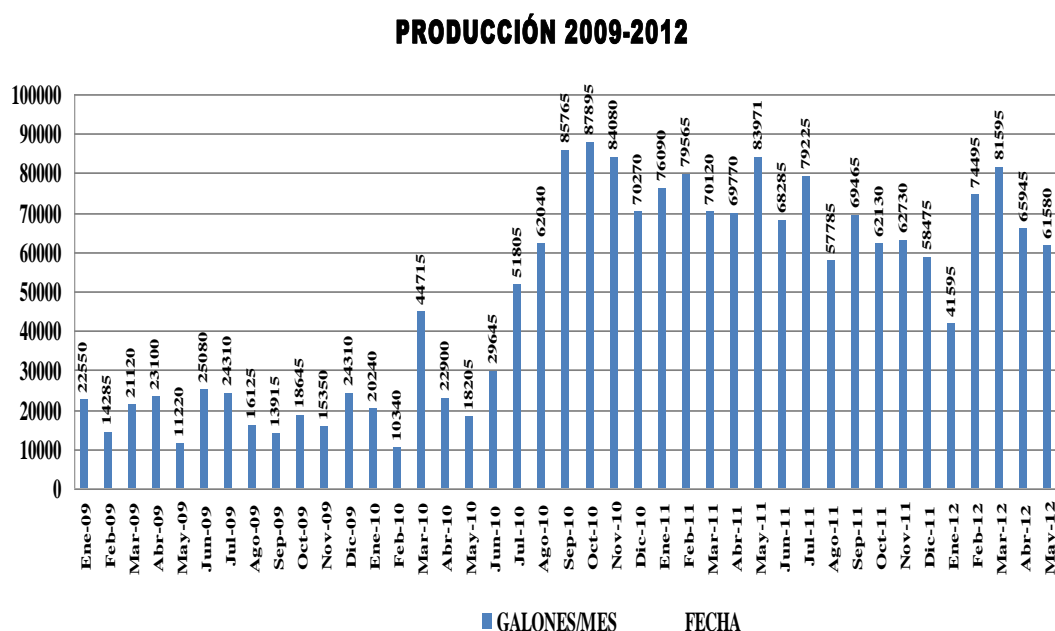


Figura 1. Producción en galones por mes desde el año 2009 hasta el 2012

Objetivos de la Evaluación del Impacto Ambiental

Objetivo General

Evaluar el Impacto Ambiental que causa la implementación de una planta de mezclado de productos químicos para pozos en el área petrolera.

Objetivos Específicos

1. Determinar compatibilidades de materiales empleados en la implementación de la planta de acuerdo a los productos químicos que se manejarán en ella.
2. Identificar los impactos ambientales en aire, agua y suelo; causados por la implementación de la planta de mezclado de químicos, mediante el empleo de listas de chequeo y/o matrices.
3. Cuantificar los impactos ambientales en aire, agua y suelo por la implementación de la planta de mezclado de químicos, mediante matrices.
4. Proponer medidas correctivas y mitigadoras para evitar o disminuir los impactos significativos y optimizar los aspectos positivos.

Metodología de la Evaluación del Impacto Ambiental

Para cumplir con los objetivos de la Evaluación del Impacto Ambiental que causa la implementación de la planta de producción, es indispensable delimitar el área de influencia directa del proyecto, en este caso solamente se considerará el área de la implementación de los nuevos tanques de mezclado de químicos, procediendo a la identificación de los posibles impactos que genera el proceso, su incidencia directa sobre el medio y la magnitud e importancia del mismo, obteniéndose de esta manera parámetros ambientales que permitan clasificar los impactos y actividades relacionadas con el proyecto y su correspondiente valoración. Para este efecto, se ejecutó un trabajo que se lo realizó mediante un programa de distribución secuencial de tareas y recursos, contemplándose estas actividades en tres etapas:

Etapas 1: Recolección de información e identificación cualitativa de los posibles impactos al entorno

En esta etapa se realizó las siguientes actividades:

1. Verificación histórica de posibles contaminantes como: derrames, quejas por emanaciones gaseosas, cumplimiento de manejo de residuos.
2. Revisión de normas ambientales y procedimientos internos de la empresa, distribución y localización de equipos y demás dependencias de la empresa.

3. Obtención de información de las labores operativas de la empresa, funciones que desempeñan en las áreas de seguridad laboral, control de riesgos, cadena de producción segura, cadena de custodia de productos y subproductos.

Etapas 2: Cuantificación e Identificación de los impactos ambientales en los recursos aire, agua y suelo

1. Selección y compatibilidad de materiales y equipos de acuerdo a los químicos empleados.
2. Determinación cualitativa de los impactos, mediante magnitud e importancia de los aspectos ambientales.
3. Caracterización de los desechos sólidos y líquidos en planta, recolección y disposición final.

Etapas 3: Preparación de la información y propuesta técnica

1. Proponer medidas y/o controles de los posibles impactos ambientales, utilizando criterios técnicos y soluciones sencillas.
2. Análisis de los datos obtenidos, análisis de resultados, tabulación, conclusiones y recomendaciones.

Marco Legal Aplicable

Para la elaboración del presente proyecto, se consideró la política de medio ambiente, que está basada en leyes, normas y acuerdos ministeriales; reglamentos y ordenanzas emitidas por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y normas INEN, ISO, OHSAS, que aplica la empresa.

Constitución Política de la República del Ecuador

Nueva constitución Política de la República del Ecuador, aprobada en referéndum del 28 de Septiembre del 2008.

Capítulo Séptimo: Sobre los Derechos de la Naturaleza

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tiene el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos o colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Título VII, RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

Capítulo Segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales.

Sección primera: Naturaleza y Ambiente, Art. 395 hasta el 412.

Leyes y Normas legales

Ley de Gestión Ambiental. Ley N°37, Registro Oficial N° 245 del 30 de julio de 1999. Título III, capítulo II, “DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y DEL CONTROL AMBIENTAL”.

Art. 19.- Las obras públicas privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que pueden causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

Art. 21.- Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base, evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgos; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono, una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos.

Art. 23.- La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

- a) La estimación de los efectos a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la función de los ecosistemas presentes en el área;
- b) Las condiciones de tranquilidad, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental;
- c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, étnico y cultural.

Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Decreto Supremo No. 374, emitido en el Registro Oficial No.97, del 31 de mayo de 1976 y codificado en el registro oficial No. 418 del 10 de septiembre del 2004.

Esta ley rige la prevención y control de la contaminación ambiental; la protección de los recursos aire, agua y suelo; y la conservación, mejoramiento y restauración del ambiente, actividades que se declaran de interés público.

Los capítulos I, II, III, se relacionan respectivamente a:

Capítulo I: De la prevención y control de la contaminación del Aire.

Capítulo II: De la prevención y control de la contaminación de las Aguas.

Capítulo III: De la prevención y control de la contaminación de los Suelos.

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS). Registro Oficial N° 725, 16 de febrero del 2002.

El TULAS es la herramienta más acertada para lo referente a temas ambientales ya que propone el Marco Legal Ambiental Nacional.

En el Libro VI, “**DE LA CALIDAD AMBIENTAL**”, **Título I**, se da las guías para el proceso de Evaluación De Impacto Ambiental, en el “Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA)”.

En el Título IV, se detalla el **Reglamento a la ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental**. Los siguientes artículos aplican en nuestro proyecto:

Art. 82.- Reporte de Descargas, Emisiones y Vertidos. Solamente una vez reportadas las descargas, emisiones y vertidos, se podrá obtener el permiso de la entidad ambiental de control, para efectuar estas en el siguiente año.

Art. 83.- Plan de Manejo y Auditoria Ambiental de Cumplimiento. El regulado deberá contar con un plan de manejo ambiental aprobado por la entidad ambiental de control y realizará a sus actividades, auditorias ambientales de cumplimiento con las normativas ambientales vigentes y con su plan de manejo ambiental acorde a lo establecido en el presente Libro VI de la Calidad Ambiental y sus normas técnicas ambientales.

Art. 89.- Prueba de Planes de Contingencia. Los planes de contingencia deberán ser implementados, mantenidos, y aprobados periódicamente a través de simulacros. Los simulacros deberán ser documentados y sus registros estarán disponibles para la entidad ambiental de control. La falta de registros constituirá prueba de incumplimiento de la disposición.

Art. 92.- Permiso de Descargas y Emisiones. El permiso de descargas, emisiones y vertidos es el instrumento administrativo que factura a la actividad del regulado a realizar sus descargas al ambiente, siempre que éstas se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentren esas actividades. El permiso de descarga, emisiones y vertidos será aplicado a los cuerpos de agua, sistemas de alcantarillado, al aire y al suelo.

Los parámetros y normas de Calidad Ambiental se especifican en los siguientes anexos:

Anexo 1

Norma técnica de Calidad Ambiental y descarga de efluentes: recurso agua.

Anexo 2

Norma de Calidad Ambiental del recurso suelo y criterio de remediación para suelos contaminados.

Anexo 3

Norma de Emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión.

Anexo 4

Norma de Calidad del Aire Ambiental.

Anexo 5

Límite permisible de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y móviles, y para vibraciones.

Anexo 6

Norma de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.

Anexo 7

Listados nacionales de productos químicos prohibidos peligrosos y de uso severamente restringidos que utilicen en el Ecuador.

Libro VI, “DE LA CALIDAD AMBIENTAL”, Título V, Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales, del TULAS, publicado en el registro oficial suplemento 2 del 31 de marzo del 2003.

Art. 152.- El presente reglamento regula las fases de gestión y los mecanismos de prevención y control de los desechos peligrosos, al tenor de los alineamientos y normas técnicas previstas en la ley de Gestión Ambiental, de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en sus respectivos reglamentos, y en el convenio de Basilea.

Art. 153.- Los desechos peligrosos comprenden aquellos que se encuentran determinados y caracterizados en los listados de Desechos Peligrosos y Normas Técnicas aprobadas por la autoridad ambiental competente para la cabal aplicación de este reglamento.

Art. 154.- Se hallan sujetos a las disposiciones de este reglamento toda persona, natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera, que dentro del territorio del Ecuador participe en cualquiera de las fases y actividades de gestión de los desechos peligrosos, en los términos de los artículos precedentes.

Art. 160.- Todo generador de desechos peligrosos es el titular y responsable del manejo de los mismos hasta su disposición final, siendo su responsabilidad:

1. Tomar medidas con el fin de minimizar al máximo la generación de desechos peligrosos.

2. Almacenar los desechos en condiciones ambientalmente seguras, evitando su contacto con el agua y la mezcla entre aquellos que sean incompatibles.
3. Disponer de instalaciones adecuadas para realizar el almacenamiento temporal de los desechos, con accesibilidad a los vehículos recolectores.
4. Realizar la entrega de los desechos para su adecuado manejo, únicamente a las personas autorizadas para el efecto por el MA o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva.
5. Llevar en forma obligatoria un registro del origen, cantidades producidas, características y destino de los desechos peligrosos, cualquiera sea ésta, de los cuales realizará una declaración en forma anual ante la Autoridad Competente; esta declaración es única para cada generador e independiente del número de desechos y centros de producción. La declaración se identificará con un número exclusivo para cada generador. Esta declaración será juramentada y se lo realizará de acuerdo con el formulario correspondiente, el generador se responsabiliza de la exactitud de la información declarada, la cual estará sujeta a comprobación por parte de la autoridad competente.
6. Identificar y caracterizar los desechos peligrosos generados, de acuerdo a la norma técnica correspondiente.
7. Antes de entregar sus desechos peligrosos a un prestador de servicios, deberá demostrar ante la autoridad competente que no es posible aprovecharlos dentro de su instalación.

Código de Salud. Registro Oficial No. 158, del 8 de febrero de 1971

Este documento especifica el control del ambiente y el escenario donde el hombre desarrolla sus actividades, “prohíbe la descarga e indeseables que contaminen o afecten la calidad del agua; excretas, aguas servidas, residuos industriales en cualquier curso de agua para uso doméstico, agrícola, descargas industriales en alcantarillado público sin el correspondiente permiso”.

Cuida y protege la salud del hombre vinculada a las actividades en el medio ambiente como los especifica el Art. 6. También aplican los artículos 03, 04, 06, 07, 08, 10, 11, 12, 17, 25 y 28.

Ordenanza No. 213, del Distrito Metropolitano de Quito

Esta ordenanza fue publicada en el Registro Oficial No. 4 del 10 de septiembre del 2007, Ordenanza sustitutiva del título V “Del Medio Ambiente”, libro segundo del código Municipal del Distrito Metropolitano de Quito, Capítulo IV “De la Evaluación de Impacto Ambiental”, permite tener los lineamientos para la elaboración de Estudio de Impacto Ambiental, Auditorias Ambientales, y Guías prácticas Ambientales, y de esta manera poder obtener la Licencia Ambiental.

Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra incendios. Emitido en el Registro Oficial No. 114 del 2009.

Marco Institucional

Además de leyes, reglamentos, normas y ordenanzas municipales, se aplica también el siguiente marco institucional:

- Norma ISO 14001:2004, “Sistema de Gestión Ambiental”, Cumplimiento de Normas Ambientales, Gestión de Sistemas Medioambientales, Mejora Continua, etc.
- Norma ISO 9001:2008, “Sistema de Gestión de Calidad”, Requisitos.
- Norma OHSAS 18001:2004, “Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo”, Requisitos.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266:2010, “Transporte, almacenamiento, manejo de productos químicos peligrosos”.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 440:1984, Colores e Identificación de Tuberías”.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2288:2000, “Productos químicos industriales peligrosos. Etiquetado de precaución”.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0439:1984, “Colores, Señales y símbolos de seguridad”.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 440:1984, “Colores e Identificación de Tuberías”.

- Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo, resolución No. 172 del consejo Superior del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).
- Reglamento general del Seguro de Riesgos de Trabajo, Resolución No. 741 del Consejo Superior del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, del 30 de mayo de 1990.
- Guía de Respuestas a Emergencias con Materiales Peligrosos, Ministerio del Ambiente. Secretaría Técnica de Gestión de Productos Peligrosos.
- Reglamento interno de Seguridad y salud en el trabajo, aprobado por el Ministerio de Relaciones Laborales, vigente hasta el año 2013.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE MEZCLADO DE QUÍMICOS

Generalidades

Champion Technologies del Ecuador (CTE), es una planta química que cuenta con instalaciones que funcionan a base de procedimientos, manuales, registros e instructivos; dispone de todos los sistemas de prevención para contingencias y sus procedimientos aseguran un ambiente laboral seguro para las personas que trabajan en ella. En estas plantas químicas pueden suceder procesos complejos o simples cuya función es darle un valor agregado a la materia prima y convertirlo en un producto terminado que satisfaga los requerimientos del cliente.

En esta planta química se mezclan productos como: resinas en base a componentes orgánicos que se mezclan con Enlazantes como: metanol y alcohol isopropílico, productos rompedores de emulsión (separan el crudo del agua); anti-escalas los cuales producen reacciones exotérmicas producto de la neutralización del ácido fosfónico (evita precipitación de carbonatos en tuberías y equipos de fondo de pozo); también se fabrican productos biocidas como: el Bactron L-121®, producto que se utiliza para evitar proliferación de bacterias aerobias y anaerobias, etc.

La implementación de nuevos tanques y equipos de mezclado esta orientada a satisfacer la demanda de los clientes, el diseño de toda la instrumentación y facilidades estará a cargo de la empresa Proyectos Mecánicos de la ciudad de Quito; con la ayuda de la empresa Fibertanks. El tanque fabricado es un reactor continuo de mezcla perfecta, esta provisto de un sistema de agitación eficiente que permite que las condiciones en todos los puntos del reactor sean los mismos en cada instante. Trabaja con una corriente de entrada (alimentación) y otra de salida (desagüe). Están indicados para sistemas de reacción con velocidades de reacción medias (Levenspiel, O.1962).

Con la ampliación de la planta de mezclado de químicos se aumenta la capacidad de producción, y este aumento de producción genera una serie de subproductos propios de las reacciones de obtención, como:

1. Generación de desechos líquidos peligrosos: por lavado de envases y tanques.
2. Desechos sólidos peligrosos: trapos, guantes, mangueras, piezas impregnados con restos de químicos.

Información General

La empresa Champion Technologies del Ecuador está localizada en la Provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia de Cotocollao, sector norte del Distrito Metropolitano de Quito, dentro del sector industrial de Carcelen. Su dirección: Sebastián Moreno Oe1-195 y Francisco García, Panamericana Norte, Km. 6 ½.

Actividad económica. Brindar soluciones con productos químicos y servicio técnico a la industria hidrocarburífera.

Área de la planta. Tiene un área aproximada de 4212 m², distribuidos de la siguiente manera:

- Bodega de químicos: 638 m².
- Nueva bodega de químicos: 212 m².
- Planta de mezclado: 241 m².

- Bodega de tanques: 120 m².
- Laboratorio + oficina planta + vestidor: 93 m².
- Oficinas administrativas: 120 m².
- Sala de capacitación + oficinas: 91 m².
- Patios y parqueaderos: 2697 m².

Personal. CTE cuenta con 18 personas que laboran en las distintas áreas, en la planta de Quito.

Políticas Internas. CTE, está comprometida a entregar productos y servicios que satisfagan los requisitos de los clientes y otros requisitos, así como mejorar continuamente los productos, personal, sistemas y servicios, para lograr y mantener niveles excepcionales de satisfacción del cliente. Para ello cuenta con 4 políticas que rigen a todo el personal (Anexo 1), y estas son:

1. Política de Salud y Seguridad Global.
2. Declaración de la Política de Protección Global.
3. Política Ambiental Global.
4. Política de Calidad Global.

Área de Implementación de la Planta

El sitio escogido para la implementación de los nuevos tanques, se encuentra en el área donde está instalado el actual tanque de mezcla. Cuenta con suficiente ventilación e iluminación natural y amplios espacios de circulación tanto para personal que labora en producción, como para la utilización del montacargas; se halla junto al área de embarque y descarga de producto (oeste de la planta). Ver Figura 2.

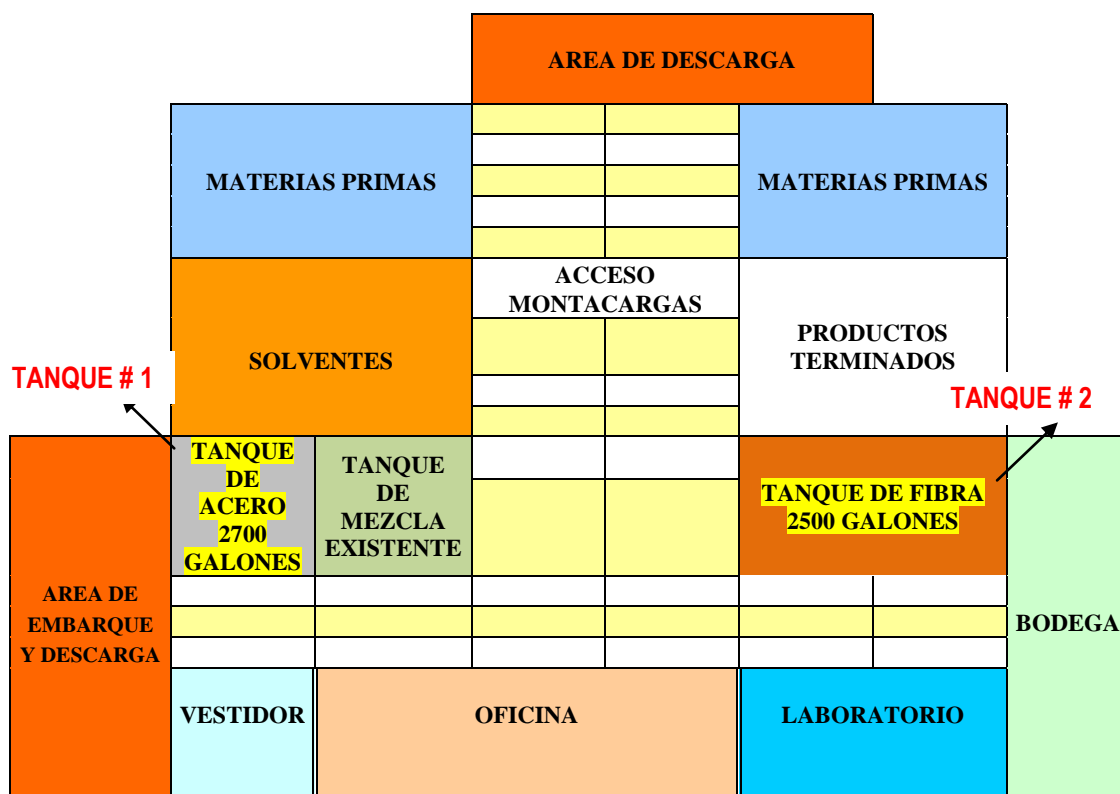


Figura 2. Diagrama de distribución de tanques

Los tanques serán colocados en los espacios marcados como muestran las fotografías correspondientes:

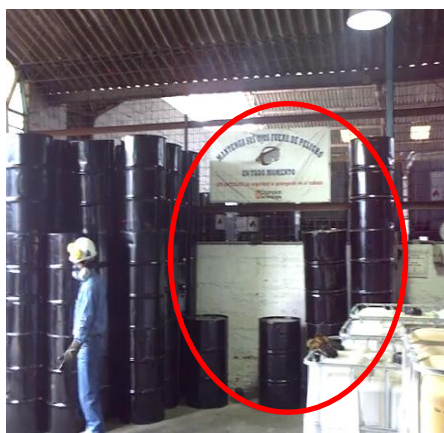


Figura 3. Lugar donde se colocará tanque # 1 Figura 4. Lugar donde se colocará tanque # 2

Materiales de los tanques

Los posibles materiales de los tanques serían:

- Acero inoxidable INOX 304.

- Fibra de vidrio DERAKANE 411.

Estos materiales serán escogidos mediante dos criterios (ver Capítulo III): tablas de compatibilidades proporcionadas por los proveedores y mediante pruebas gravimétricas realizadas en laboratorio de CTE.

Montaje e instalación

El montaje de los dos tanques será realizado por la empresa contratada para la construcción, quienes garantizan que el montaje sea seguro y duradero.

Tanque de acero inoxidable. Será instalado sobre una superficie plana y de concreto, calculada para soportar el peso del tanque lleno sin sufrir deformaciones. Se asentará sobre cuatro patas como muestra la Figura 5.



Figura 5. Modelo de tanque de mezcla.

Tanque de Poliestireno reforzado con fibra de vidrio. Es un tanque elevado apoyado sobre patas. Las tuberías y válvulas serán independientemente soportadas. Se usarán acoples flexibles. Ver Figuras 6 y 7.



Figura 6. Modelo de tanque de fibra



Figura 7. Modelo de soportes

Para el montaje de los tanques únicamente se hará obra civil básica (diques, cunetas, cisterna y plataformas), que consistirá en cuatro perforaciones (para cada tanque, total ocho), en la plataforma de concreto ya existente, de 10 cm. x 10 cm. x 15 cm., donde se emplazarán las cuatro patas de sujeción de cada tanque. Esto generará una mínima cantidad de residuos de concreto, escombros, que se la calcula en aproximadamente 0,012 m³.

Se hará la conexión entre estos cubetos y la cisterna de control de derrames, a través de un ducto bajo el piso. Las longitudes son: Desde el tanque de mezcla # 1 son 4,50 m.; desde el tanque de mezcla # son 16 metros. Para esta implementación, se harán pequeñas zanjas (de profundidades menores) en el piso para que entre únicamente el tubo a utilizarse. El escombros generado será utilizado en cubrir las mismas pequeñas zanjas y su exceso será dispuesto en una escombrera autorizada.

En cumplimiento de la Ordenanza Metropolitana No. 0213, estos escombros generados, no serán arrojados al desecho común, si no que serán dispuestos en una de las escombreras autorizadas por el Distrito Metropolitano de Quito. En el Norte de la ciudad, existe un lugar autorizado en el sector Luz y Vida, vía a Marianitas, sector San José de Morán, antiguo camino a las minas de Pomasqui. Al Oriente se tiene otra escombrera autorizada, en el sector Alcantarilla, parroquia Tumbaco, Sector el Arenal y en el Sur tenemos en el Troje, fase 1, corredor Periférico Oriental.

Operación de la Planta

Función de cada tanque. En la Tabla 2, se especifica la elaboración de los productos químicos que la empresa fabrica. Y en la Tabla 3. Se presente el uso de cada tanque fabricado.

Tabla 2.

Función específica de cada equipo.

| TANQUE | PROCESO |
|----------------------------------|---|
| Tanque # 1 (Acero Inoxidable) | Mezcla de demulsificantes y surfatrones (productos en base xileno). |
| Tanque # 2 (Fibra de vidrio) | Mezcla de productos anti-escalas y anticorrosivos (productos en base de ácido fosfónico). |

Nota. Datos proporcionados por el departamento de producción de CTE.

Tabla 3.

Detalle de uso de tanques de mezcla por producto.

| PRODUCTO | MATERIAS PRIMAS | TANQUE DE MEZCLA | CLASIFICACIÓN | TIPO |
|------------|--|------------------|---------------|----------------|
| | | TIPO | | |
| EMULSOTRON | RESINAS+SOLVESCO +XILENO + AROMÁTICOS | INOX 304 | 3 | DEMULSIFICANTE |
| ANTIFOAM | SILICONA + HIDROCARBUROS | INOX 304 | 3 | ANTIESPUMANTE |
| CORTRON | BUTOXIETANOL | DERAKANE 411 | 9 | ANTICORROSIVO |
| GYPTRON | ÁCIDO FOSFÓNICO | DERAKANE 411 | NR | ANTI ESCALA |
| SURFATRON | RESINAS+SOLVESCO +XILENO | INOX 304 | 3 | ANTIPARAFÍNICO |

Nota. Datos proporcionados por el Departamento de Producción de CTE.

Clasificación de acuerdo a la Norma NTE INEN 2266:2010.

3 = Inflamable

9 = Misceláneos

NR= No regulado

Procedimiento General de Mezcla. Para cada proceso, la empresa cuenta con un procedimiento interno que se debe seguir para evitar contratiempos en la producción y de esta manera evitar subproductos que puedan causar algún tipo de impacto negativo. La empresa cuenta con el *Instructivo para Mezclado de Producto PR-IN-01*, el cual define el siguiente procedimiento:

1. Verificar que todos los equipos y materiales (tanque de mezclado, tanques de descarga, mangueras, bombas, herramientas, etc.) se hallen en perfectas condiciones y limpios.
2. Utilizar el respectivo equipo de protección personal.
3. Verificar la disponibilidad y el buen estado de las materias primas. Si alguna materia prima presenta alguna alteración o hay dudas respecto a su calidad, realizar previamente una prueba en el laboratorio, para verificar que el producto final cumpla con los estándares.

4. Trasladar la materia prima con ayuda del montacargas al área designada para la carga de las mismas al tanque de mezclado, teniendo en cuenta los procedimientos de manejo de materiales de bodega (rotación de materiales).
5. Homogeneizar cada una de las materias primas a cargar.
6. Cargar el solvente principal (xileno, agua, etc.) de acuerdo a lo que se indica en la respectiva “Orden de Proceso” (Formato Sistema SAP). Anotar el peso en kilogramos que registra el indicador de la balanza.
7. Cargar las materias primas (bases) de acuerdo a lo que se indica en la respectiva Orden de Proceso (Formato Sistema SAP) y en el mismo orden o en el orden que se determine en las pruebas de laboratorio para los casos que se requiera.
8. Anotar el peso o el volumen que registra luego de la carga de cada una de ellas.
9. Durante todo el proceso de carga de las materias primas y demás componentes, se mantendrá funcionando el agitador del tanque de mezcla.
10. Si el proceso requiere neutralización, clarificación, o cualquier otra adecuación del producto, cargar poco a poco el neutralizante, clarificador, etc., de acuerdo a lo que se indique en la respectiva “Orden de Proceso” (Formato Sistema SAP), anotando el peso o el volumen que registra.
11. Luego de cada adición, medir los parámetros de control (pH, turbiedad, estabilidad, etc.). La estabilidad se mide colocando la muestra a -5°C por 1 hora, y constatar que no hay separación de fases. Continuar este proceso hasta lograr que los valores estén dentro del rango del estándar.
12. Agitar la mezcla por un espacio de una 1 hora para conseguir su total homogenización.
13. Tomar una muestra representativa de la mezcla y realizar el respectivo control de calidad (pH, densidad, sedimentos, etc.).
14. Si el producto final cumple con todos los parámetros de control de calidad, y ha sido aprobada la liberación del producto.
15. Etiquetar los envases correctamente, con la identificación del producto tal como se entregará al cliente y con las respectivas etiquetas de seguridad.

Colocar los sellos en las tapas de los envases y en las válvulas de descarga cuando aplique.

16. Regresar los remanentes de materias primas a sus respectivos lugares en la bodega, como también el remanente de producto terminado debidamente identificado con el nombre que se fabricó y la respectiva etiqueta de seguridad.
17. Archivar una muestra de unos 200 ml de este producto final, identificándolo correctamente con el código respectivo, # de orden, nombre del producto, fecha de elaboración, para fines de controles futuros. Esta muestra debe ser mantenida mínimo por el tiempo que demore en consumirse el lote de este producto en el campo. Si no hay otro lote que lo reemplace se lo mantendrá por un tiempo indefinido.

Mantenimiento y Limpieza de Tanques. En el desarrollo del programa anual de mantenimiento, se deberán seguir las recomendaciones que el constructor entrega en forma documentada, para preservar la calidad y funcionalidad de cada tanque y así evitar roturas, desgaste, fricción.

Los tanques y equipos en poliéster reforzado con fibra de vidrio son susceptibles de sufrir daños como resultado de golpes físicos severos o mal manejo, por esta razón es importante realizar la inspección correspondiente de una forma integral, tanto interna como externamente.

Las áreas externas son susceptibles de daños en las partes altas, así como sobre los costados laterales y puntos sobresalientes. Las proyecciones como accesorios, así como las de soporte y zonas de amarre son susceptibles a daños.

Las superficies internas sobre los mismos puntos o áreas descritas deben inspeccionarse, buscando grietas o rajaduras que pudieran ocasionarse por el desgaste de material (espesor). Cualquier daño debe ser reparado antes de ponerlo en servicio.

Los tanques deben lavarse y limpiarse antes de entrar en uso. Es responsabilidad del Regulado las prácticas de limpieza particulares a ejercer según la naturaleza de los productos a contener. Se debe consultar al fabricante sobre dichos procedimientos para recomendaciones particulares, cuando se maneja

productos químicos. Por ejemplo si el tanque almacena ácidos debe lavarse primero antes de aplicar un proceso de neutralización con producto alcalino. Los tanques en fibra de vidrio admiten procesos de lavado al vapor y limpieza con hidrolavadoras.

Potenciales contaminantes antes de la implementación de la planta

Antes de la implementación de la planta se consideró realizar una revisión histórica de los posibles contaminantes ocasionados por el funcionamiento de la planta de producción, para tener una referencia base, y poder comparar con los datos obtenidos después de la implementación de la planta, así se consideró verificar: derrames, quejas por emanaciones gaseosas y cumplimiento de manejo de residuos en los tres años anteriores de funcionamiento.

Derrames. La empresa CTE cuenta con la certificación ISO 14001:2004, por lo que se rige por el cumplimiento de todas las normativas ambientales.

De esta manera la empresa cuenta con un manejo seguro de los productos químicos obtenidos, procedimientos de producción, almacenamiento, etc. A pesar de ello se registran algunos derrames producidos en años anteriores.

Antes de la implementación de la planta de producción, la empresa CTE, realizaba la mezcla de químicos en tanques plásticos IBC (ISO BULK CONTAINER) de capacidad de 330 galones de una forma artesanal y no industrializada, por falta de equipos y por la baja demanda de esa época.

Por lo que al no disponer de la tecnología adecuada se produjeron algunos contratiempos como por ejemplo: derrame de productos químicos por rotura de un tanque, ocasionados por mala maniobra con el montacargas, el cual fue controlados a tiempo.

Al realizar la verificación histórica de los derrames, en los tres años anteriores a la implementación de la planta de producción, solo se registraron dos acontecimientos en diferentes meses del año 2010, y uno solo después de la implementación en el año 2012, como muestra la Tabla 4.

Tabla 4.

Registro de eventos.

| FECHA | EVENTO | DESCRIPCIÓN | ACCIÓN TOMADA | OBSERVACIONES |
|-------------|---------|---|---|--|
| Junio 2010 | Derrame | El operador de planta realiza una mala maniobra con el montacargas y rompe la base de un tote de Producto 967 (base de imidazolina), riesgo 9, según NORMA INEN 2266:2010. El evento fue dentro de los diques de planta, por lo que se recogió todo el derrame. | Certificación del Operador en manejo de montacargas | Aproximadamente fueron 100 galones. |
| Agosto 2010 | Derrame | Desde casa matriz Houston, se enviaron IBC metálicos con Scale Inhibitor (ácido), lo que provocó que se debilite el metal y se produzca una fuga por la base del IBC, el líquido se derrama en la zona de descarga impermeabilizada. | Se crea OFi (oportunidad de mejora) para Houston, para que no se repita la operación. | Se derramaron 30 galones de producto. |
| Mayo 2012 | Derrame | El operador de una empresa contratista, al descargar un contenedor de materia prima de Houston de P-967 rompe un tote de dicho producto sobre la plataforma. El producto se derrama en zona de tierra (no impermeable). | Contratación de empresas contratistas con certificación de montacargas | Cantidad derramada 35 galones, tierra contaminada 250 Kg. para disposición a gestor. |

Nota. Datos proporcionados por Departamento de Calidad, Salud, Seguridad y Ambiente (QHSSE) de CTE.

La empresa CTE cuenta con un Plan de Contingencia para derrames, incendios y primeros auxilios, con sus respectivas brigadas internas entrenadas, este documento es de uso restringido, el cual consta en los archivos de Sistema de Gestión Integral de la empresa.

Quejas. Los productos químicos que la empresa maneja en producción son considerados peligrosos de acuerdo a la lista de productos peligrosos TULAS libro VI, Anexo VII, estos productos químicos tienen la capacidad de evaporarse rápidamente en condiciones ambientales y emitir fuertes olores al ambiente como por ejemplo: aromatic plus (compuesto aromático).

Tabla 5.

Clasificación de Materias Primas por su peligrosidad, usadas en producción

| LÍQUIDOS INFLAMABLES CLASIFICACIÓN 3 | |
|---|---------|
| EMULSION BREAKER 493 | UN1993 |
| EMULSION BREAKER 00773 | UN1993 |
| EMULSION BREAKER 1559 | UN1993 |
| EMULSION BREAKER 1571 | UN1993 |
| EMULSION BREAKER 2552 | UN1993 |
| EMULSION BREAKER 2647 | UN1993 |
| PRODUCTO 6061 | UN1993 |
| METANOL | UN1230 |
| DIESEL | UN1202 |
| CORTRON RU-224 | UN1993 |
| AROMATIC PLUS | UN1268 |
| LÍQUIDOS CORROSIVOS CLASIFICACIÓN 8 | |
| AMONIACO | UN2672 |
| AMONIO CUATERNARIO | UN1760 |
| DDBSA | UN3265 |
| GLUTARALDEHÍDO | UN2922 |
| LÍQUIDOS TÓXICOS CLASIFICACIÓN 6.1 | |
| THPS | UN 2810 |
| LÍQUIDOS MISCELANEOS CLASIFICACIÓN 9 | |
| PRODUCTO P-967 | UN3082 |
| RM-22550 | UN3082 |

Nota. Datos tomados de la Guía de Respuesta de Emergencias (GRE), NFPA, 2008
UN # = Número de clasificación de las Naciones Unidas

En el año 2010 la producción se lo realizaba de una manera artesanal, en recipientes IBC, sistema abierto (escape de gases), que permite que los vapores de la materia prima y de la mezcla se escapen al ambiente sin control alguno.

Este proceso de producción sin control suficiente provocó que varias empresas se quejaran de fuertes olores, en la Tabla 6. Se resume las quejas registradas.

Tabla 6.

Registro de quejas.

| FECHA | EVENTO | DESCRIPCIÓN | ACCIÓN TOMADA |
|----------------|------------------|--|---|
| Abril 2011 | Queja por olores | Personal de la empresa Omega denuncian la presencia de olores supuestamente por nuestros químicos. | Se realizan inspecciones en planta para verificación. |
| Noviembre 2011 | Queja por olores | Personal de la empresa Fabridor, comunican verbalmente la presencia de olores en sus instalaciones por nuestros químicos. | Se realizan cotizaciones para filtros de carbón activado. |
| Diciembre 2011 | Queja por olores | La Señora Elena Bucheli, de la empresa de transportes Puyango, realiza llamada por presencia de olores en su predio, el cual se encuentra en lindero sur, a 20 metros del área de mezcla de CTE. | Difusión de procedimientos y construcción de sistemas cerrados (tanques). |

Nota. Datos registrados por el Departamento de QHSSE de CTE

El primer incidente se registra en abril del 2011, la empresa Omega presenta una queja por el un olor fuerte en el ambiente que es captado por los empleados de dicha empresa. Alegan que es producido por los químicos con los que se trabaja, inmediatamente la empresa toma acciones correctivas; se realiza con una verificación para controlar el proceso.

Meses después se produce un segundo incidente, se recibe una queja por la presencia de malos olores en noviembre del 2011, reportado por la empresa FABRIDOR. En este caso CTE no puede asegurar que la contaminación provenga del proceso ya que existen empresas aledañas que trabajan en zincados y cromados. Para descartar que los olores fueran producidos por la empresa se verifica la

producción de ese mes y se comprueba que no se trabajó con químicos volátiles por lo que no pudo haber ocasionado dicho incidente. Un último incidente por olores es reportado por la empresa Transportes Puyango en el mes de diciembre del 2011, quienes manifiestan inconformidad por los olores persistentes en el ambiente. Para solucionar estos inconvenientes, se inicia con el proyecto de nuevas facilidades de tanques y sistemas cerrados.

Cumplimiento de Manejo de Residuos

CTE, es una empresa responsable con el medio ambiente, siempre en cumplimiento de normas ambientales, en cada área sea administrativa o productiva se producen diariamente residuos que pueden ser peligrosos o no, por lo que la empresa cuenta con un sistema de gestión de residuos. Comprometiendo a todas las personas que laboran en la empresa a cumplir con las políticas establecidas por la misma en el ámbito ambiental.

El sistema de gestión de residuos implantado por la empresa, cuenta con una clasificación de residuos dispuestos de la siguiente manera: este procedimiento abarca a los desechos generados por CTE en oficina, planta y locaciones. Todo personal que genere desechos debe disponerlos en recipientes o áreas designadas para el fin, considerando la siguiente clasificación:

Tabla 7.

Clasificación de desechos.

| TIPO DE DESECHO | COLOR | DESCRIPCION Y DISPOSICIÓN |
|-------------------------------|----------|--|
| Domiciliarios, biodegradables | VERDE | Organismo Estatal (Recolector de basura) |
| Papeles, cartón | BLANCO | Reciclado (Gestor Autorizado) |
| Plásticos | AZUL | Reciclado (Gestor Autorizado) |
| Metálicos | PLOMO | Chatarra o Reciclado (Gestor Autorizado) |
| Especiales | AMARILLO | Chatarra o Desecho (Gestor Autorizado) |
| Peligrosos | NEGRO | Ver Figura 8, disposición |
| Voluminosos | ----- | Sitio de disposición Autorizado |
| Aguas negras | ----- | A red pública del alcantarillado |

Nota. Procedimiento de Gestión de Desechos HS-PR-13, de Champion Technologies del Ecuador, Numeral 6.1 Clasificación de Desechos.

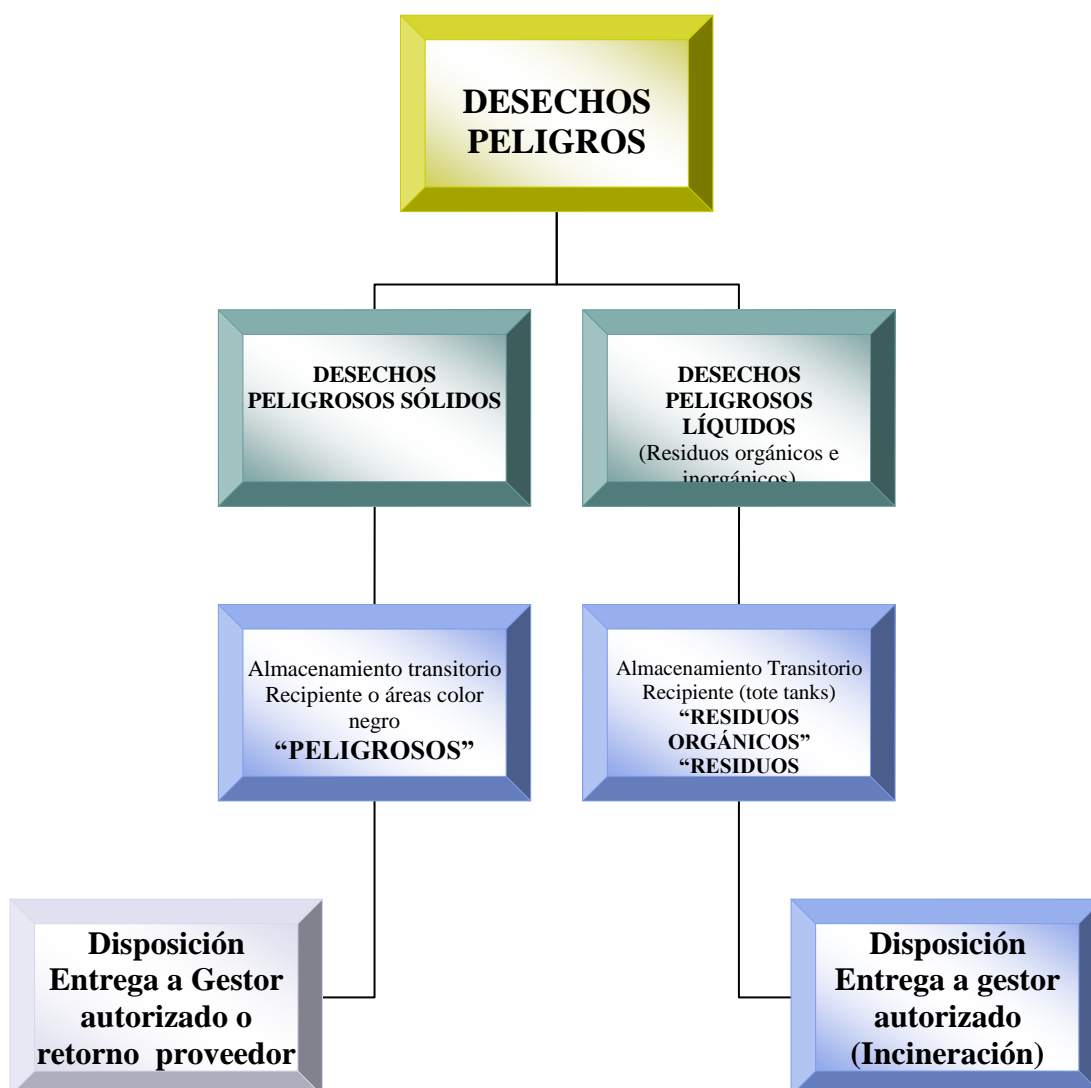


Figura 8. Manejo de desechos peligrosos

Descripción de Residuos:

Domiciliarios, biodegradables. Residuos provenientes de restos de comida o de elementos biodegradables, basura proveniente de los baños, etc.

Papeles, cartón. Papeles y cartones sin uso no contaminados con productos químicos.

Plásticos. Plásticos limpios sin uso como botellas, vasos de polietileno, etc.

Metálicos. Desechos como tuercas, cables, caños, bujías, latas en general que no se encuentren contaminadas con productos químicos o petróleo.

Especiales. Requieren de manejo particular como: pilas, baterías, llantas sin uso, fluorescentes, recipientes de vidrio.

Peligrosos. Trapos, guantes, filtros, papel, recipientes o contenedores impregnados de aceite y/o productos químicos, reactivos químicos provenientes de tareas realizadas en planta.

Voluminosos. Desechos de construcción, madera o escombros libres de contaminación.

Aguas negras. Aguas residuales resultantes de sanitarios y cafetería.

Área Ecológica. En función del tipo de desecho y considerando los requisitos legales aplicables definen la disposición transitoria o final de los desechos, estos son dispuestos en un área común llamada área ecológica, llamado así debido a que el departamento de Calidad, Salud, Seguridad y Ambiente (QHSSE) de CTE, consideró conveniente crear un área donde se dispongan transitoriamente los desechos generados en todas las actividades de la planta, clasificándolas en: desechos sólidos (Figura 9), desechos líquidos orgánicos (Figura 10). Hasta posterior entrega a los gestores autorizados.



Figura 9. Disposición residuos sólidos



Figura 10: Disposición residuos líquidos



Figura 11. Señalización para cada residuo

Disposición de Residuos. La disposición de los desechos generados por la empresa se realiza de la siguiente manera: los desechos biodegradables reciben el tratamiento de basura común, todos los demás desechos se los envía a gestores calificados por la Dirección de Medio Ambiente, los residuos líquidos orgánicos se reutilizan en un 90% en el proceso mediante tratamientos físicos de filtración, decantación y separación de parte útil.

Todos los residuos debidamente clasificados son pesados en kilogramos, para posteriormente ser entregados a cada gestor, cada 4 meses; la entidad de seguimiento designada audita la entrega. Estos datos son registrados en el control de desechos HS-RG-18 mensualmente. A continuación presentamos un ejemplo del control de desechos líquidos en Planta.

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | |
|----------------------------------|--|---|--------|-----------------------|-------------|-------------------|------------------------|---------------|--------------|--|
| Elaborado por: | Francy Martinez | | | | | | Actualizado al: | ENERO DE 2012 | | |
| CODIGO PARA LA DECLARACION ANUAL | | AL MA: 01-Champion Technologies del Ecuador S. A. | | | | | | | | |
| Fecha: | Tipo de desecho | Cantidad generada | Origen | Periodo de generación | Disposición | Gestor autorizado | Firma (solo si aplica) | Saldo | Comentarios: | |
| 28/02/2011 | "Desechos líquidos peligrosos" (inorgánicos) | 700,0 | Planta | Feb-11 | 2841,8 | AV CORP | | 31,4 | | |
| 31/03/2011 | "Desechos líquidos peligrosos" (inorgánicos) | 4422,8 | Planta | Mar-11 | 3786,0 | Hazwat AV CORP | | 774,2 | | |
| 30/04/2011 | "Desechos líquidos peligrosos" (inorgánicos) | 965,0 | Planta | Abr-11 | 1759,0 | AV CORP | | 0,2 | | |
| 31/05/2011 | "Desechos líquidos peligrosos" (inorgánicos) | 137,0 | Planta | May-11 | 137,0 | AV CORP | | 0,2 | | |
| 30/06/2011 | "Desechos líquidos peligrosos" (inorgánicos) | 132,0 | Planta | Jun-11 | 131,5 | AV CORP | | 0,7 | | |
| 31/07/2011 | "Desechos líquidos peligrosos" (inorgánicos) | 2654,8 | Planta | Jul-11 | 129,5 | AV CORP INCINEROX | | 2526,0 | | |
| 31/08/2011 | "Desechos líquidos peligrosos" (inorgánicos) | 80,0 | Planta | Ago-11 | 2606,0 | AV CORP | | 0,0 | | |
| 30/09/2011 | "Desechos líquidos peligrosos" (inorgánicos) | 128,0 | Planta | Sep-11 | 128,0 | AV CORP | | 0,0 | | |
| | "Desechos líquidos" | | | | | | | | | |

Figura 12. Registro HS-RG-18. Control mensual de desechos de CTE

NOTA: todos los valores se registran en kilogramos.

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DE TANQUES DE MEZCLA

Demanda de producción

A la compañía Champion Technologies del Ecuador se le ha asignado adicionalmente el servicio de químicos para pozos en producción y para equipos de superficie, lo que implica un aumento en su producción, de los siguientes campos petroleros como muestra la Tabla 8:

Tabla 8.

Demanda de producción.

| CLIENTES | AÑO | CANTIDAD (gal/año) | AÑO | CANTIDAD (gal/año) | AÑO | CANTIDAD (gal/año) |
|----------------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|
| Bloque 18 Petroamazonas | 2009 | 67818 | 2010 | 69080 | 2011 | 76035 |
| Andes Petroleum | --- | --- | 2010 | 134095 | 2011 | 296060 |
| Petroproducción Libertador | 2009 | 83325 | 2010 | 81410 | 2011 | 21675 |
| Petroproducción Auca | 2009 | 29095 | 2010 | 32640 | 2011 | 59675 |
| Petroamazonas Bloque 15 | --- | --- | 2010 | 100885 | 2011 | 190755 |
| Petroamazonas Bloque 12 | --- | --- | 2010 | 107520 | 2011 | 160120 |
| Petroamazonas Pañacocha | --- | --- | 2010 | 9820 | 2011 | 27170 |
| Suelopetrol | --- | --- | 2010 | 29700 | 2011 | 6710 |
| Tecpetrol | 2009 | 22880 | 2010 | --- | 2011 | --- |
| Petroproducción Bloque 27 | 2009 | 15895 | 2010 | --- | 2011 | --- |
| Otros | 2009 | 20570 | 2010 | 22365 | 2011 | 22400 |

Nota. Datos registrados en el sistema SAP (seguridad, producción y costos), de la empresa CTE.

Por este motivo la empresa tuvo la necesidad de ampliar su capacidad de producción, mediante la implementación de 2 tanques de mezclado y facilidades requeridas, con esto se consigue un aumento de 20K galones/mes de producto a 70K galones/mes promedio.

Selección y Compatibilidad de Materiales

Para la fabricación de los nuevos tanques se hizo un análisis de compatibilidad química con los materiales más adecuados, y se consideró la

construcción de 2 tanques uno de acero inoxidable y otro de fibra de vidrio, proceso para el cual se eligieron dos métodos: Análisis de Tablas de Compatibilidad Químicas, sugeridas por los proveedores y pruebas de laboratorio: gravimétricas.

Análisis de Tablas de Compatibilidades Químicas

Para seleccionar el material adecuado para el tanque de acero inoxidable, se tomó como referencia la tabla de resistencia química propuesta por el fabricante: empresa PROINDECSA de Murcia, España.

Esta tabla consiste en buscar el producto químico que se va a utilizar en la columna de Producto Químico, ejemplo: xileno, seguimos horizontalmente hasta llegar al material con el que se va a construir el tanque que es el INOX 304, y ver si tiene algún efecto, de acuerdo a los colores correspondientes en la tabla, a continuación se muestra un ejemplo de la aplicación de esta tabla:

| 10 PRODUCTO QUÍMICO | Plásticos | | | | | | | | | | Elastómeros | | | | | | | | Metales | | | | | | | Nr Meta | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|------------------|------|-------|--------|------|--------|-------|---------------|---------------|--------------|----------------|-----|---------------|------------------|------|----------|--------|--------------|----------|----------|--------|--------|---------------|---------------|---------|----------|-------|--------|--------------|------------------|-------|--------------|---------|-----------------|----------------|--|--|--|--|--|--|
| | ABS, plástico | Acetal (Delrin*) | CPVC | Epoxy | Hytrek | LDPE | Noryl* | Nylon | Polycarbonato | Polipropileno | PPS (Ryton*) | PTFE (Teflon*) | PVC | PVDF (Kynar*) | Buna N (Nitrilo) | EPDM | Hypalon* | Kel F* | Goma natural | Neopreno | Silicona | Tygon* | Viton* | Ac. inox. 304 | Ac. inox. 316 | | Aluminio | Latón | Bronce | Carpenter 20 | Fundición hierro | Cobre | Hastelloy C* | Titanio | Carbon, grafito | Cerámica Al2O3 | | | | | | |
| | Sin efecto Efecto menor Efecto moderado Efecto severo Sin datos 1 Satisfactorio hasta 22 °C 2 Satisfactorio hasta 48 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Úrico, ácido | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vinagre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vinil, acetato | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vinil, cloruro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Whiskey y Vinos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Xileno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zinc, cloruro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zinc, hidrosulfito | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zinc, sulfato | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 13. Tabla de Compatibilidad Química

Nota. Datos tomados de la tabla de Compatibilidad química de la empresa PROINDECSA.

Para seleccionar el material de fibra de vidrio DERA KANE 411 se basó en la guía de resistencia química de la empresa fabricante Ashland Composite Polymers. La lista de los productos y de los medios químicos presentados en la tabla, indican la temperatura más elevada conocida a la cual se ha sometido la construcción basada en resina DERA KANE 411, e indica si:

- Ha funcionado bien en la aplicación industrial.
- Se ha ensayado en la industria o en laboratorio (ensayo ASTM C 581) con resultados que revelan largo tiempo de vida.

Esta tabla consiste en buscar el producto químico que se va a utilizar en la columna de producto químico, ejemplo: ácido fosfórico, seguimos horizontalmente hasta llegar al material con el que se va a construir el tanque que es la fibra DERAKANE 411 y ver si su concentración y temperatura son óptimas para el funcionamiento del tanque con los productos químicos, a continuación se da un ejemplo de la aplicación de esta tabla:

| Chemical Environment | Concentration % | DERAKANE or DERAKANE MOMENTUM Resin | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|
| | | 411 °C/°F | 441 °C/°F | 470 °C/°F | 510A/C °C/°F | 510N °C/°F | 8084 °C/°F |
| Phosphorous Acid | 70 | 80/180 | 80/180 | 80/180 | 80/180 | 80/180 | 80/180 |
| Phosphorous Acid 70%/ Hydrochloric Acid 37% ^{0.815} | 0 - 100/1 - 10 | 100/210 | 100/210 | 100/210 | 100/210 | 100/210 | 80/180 |
| Phosphorous Acid 70%/ Hydrochloric Acid 37% ^{0.915} | 0 - 100/11 - 20 | 65/150 | 65/150 | 80/180 | 65/150 | 65/150 | |
| Phosphorus Oxychloride | 100 | NR | NR | LS | NR | NR | NR |
| Phosphorus Trichloride | 100 | NR | NR | LS | NR | NR | NR |

Figura 14. Guía de resistencia química para fibra de vidrio

Nota. Datos obtenidos de la Guía de resistencia química de la empresa ASHLAND.

Pruebas de Laboratorio

Para comprobar la compatibilidad de los diferentes materiales empleados en la construcción de los tanques, se realizaron pruebas en el laboratorio de CTE, con los materiales indicados por el proveedor como acero inoxidable INOX 304, fibra de vidrio DERAKANE 411 y diafragmas de la bomba neumática WILDEN M8, las muestras fueron sometidas a una exposición prolongada de 168 horas, con los productos químicos que se utilizarán en producción y a condiciones de trabajo como: Presión = 0,72 atm. Y Temperatura = 15°C para el acero inoxidable y una Temperatura = 56°C para la fibra de vidrio.

Materiales y equipos. Los materiales y equipos empleados en las pruebas correspondientes con los tres materiales a probar fueron las mismas, estos son:

Materiales:

1. Probeta aforada de $100 \pm 0,5$ ml.
2. Guantes.
3. Pinzas.
4. Piseta de 500 ml.
5. Papel absorbente.
6. 25 envases de 250 ml.
7. Marcadores permanentes.
8. Mascarillas para vapores orgánicos.
9. Mandiles.

Equipos:

1. Balanza analítica OHAUS de $210 \pm 0,0001$ g.
2. Campana de extracción de vapores.
3. Estufa Memmert 200 ± 10 °C.
4. Termómetro HANNA de 100 ± 1 °C.

En el Anexo 5, se muestra las fotografías correspondientes de la experimentación.

Prueba de compatibilidad del acero inoxidable. El material a probar es el acero inoxidable INOX 304 de 4mm de espesor sugerido por el proveedor al realizar las pruebas de compatibilidad química, ver Ficha Técnica (Anexo 2). El método aplicado para estas pruebas es el Gravimétrico, es decir se registraron pesos iniciales y finales de cada muestra para saber el desgaste que tienen con los diferentes químicos utilizados en producción.

Parte Experimental: consta de varias partes: a) sustancias empleadas, b) procedimiento y c) datos experimentales.

a) Sustancias:

1. Alcohol isopropílico (IPA).
2. Diesel.
3. Solvesso (solvente aromático).
4. Metanol.
5. Xileno.
6. Emulsotron (resinas y solventes).

b) Procedimiento:

1. Acondicionar las muestras a las condiciones de trabajo: $P = 0,76 \text{ atm}$ y $T = 15 \text{ }^\circ\text{C}$
2. Se tomaron 26 muestras de acero inoxidable INOX 304, las mismas que se las dividieron en 5 grupos. Y una muestra para el blanco.
3. Colocar el blanco a condiciones de trabajo sin químicos: área de mezcla de la planta, por un período de 168 horas.
4. Limpiar cada muestra de impurezas con alcohol isopropílico.
5. Secar las muestras a 20°C , por 1 hora en la estufa.
6. Pesar cada muestra en la balanza analítica.
7. Sumergir cada muestra con el químico que se mezclará en el tanque:

| GRUPO | SUSTANCIA QUÍMICA |
|-------|-------------------|
| 1 | DIESEL |
| 2 | SOLVESSO |
| 3 | METANOL |
| 4 | XILENO |
| 5 | EMULSOTRON |

8. Las muestras se someten a presión y temperatura ambiente, por un período de 168 horas.
9. Sacar las muestras del químico y lavar con alcohol isopropílico.
10. Secar las muestras en la estufa a 20°C por 1 hora.
11. Pesar cada muestra y anotar las observaciones y resultados.
12. Limpiar y pesar el blanco.

c) Datos Experimentales:

Tabla 9.

Pesos del blanco del Acero Inoxidable INOX 304

| REFERENCIA | PESO INICIAL (g) | PESO FINAL (g) | DIFERENCIA DE PESOS (g) |
|------------|---------------------|-------------------|-------------------------------|
| INOX 304 | 17,6233 | 17,6234 | 0,0001 |

Nota. Datos obtenidos de la experimentación del proyecto

Tabla 10.

Pesos iniciales (PI) de las muestras de INOX 304

| SUSTANCIAS | PI 1 (g) | PI 2 (g) | PI 3 (g) | PI 4 (g) | PI 5 (g) |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| DIESEL | 17,6335 | 17,6330 | 17,6325 | 17,6209 | 17,6342 |
| SOLVESCO | 17,6903 | 17,6940 | 17,6898 | 17,6910 | 17,6915 |
| METANOL | 17,6512 | 17,6522 | 17,6508 | 17,6511 | 17,6512 |
| XILENO | 17,7949 | 17,7950 | 17,7940 | 17,7920 | 17,7950 |
| EMULSOTRON | 17,6148 | 17,6142 | 17,6124 | 17,6150 | 17,6155 |

Nota. Datos obtenidos de la experimentación del proyecto.

Tabla 11.

Pesos finales (PF) de las muestras de INOX 304

| SUSTANCIAS | PF 1 (g) | PF 2 (g) | PF 3 (g) | PF 4 (g) | PF 5 (g) |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| DIESEL | 17,6335 | 17,6330 | 17,6325 | 17,6210 | 17,6341 |
| SOLVESCO | 17,6904 | 17,6941 | 17,6898 | 17,6911 | 17,6915 |
| METANOL | 17,6515 | 17,6521 | 17,6507 | 17,6511 | 17,6512 |
| XILENO | 17,7950 | 17,7950 | 17,7939 | 17,7920 | 17,7950 |
| EMULSOTRON | 17,6149 | 17,6142 | 17,6124 | 17,6150 | 17,6156 |

Nota. Datos obtenidos de la experimentación del proyecto.

Prueba de compatibilidad de la fibra de vidrio. Se realizó primero un tanque piloto, con la fibra de vidrio DERAKANE 411, ver Ficha Técnica (Anexo 3), y se probó con los químicos que se trabajará en producción.

Parte Experimental:

a) Sustancias:

1. Alcohol isopropílico (IPA)-

2. Cortron (Aminas).
3. Producto 967 (Aminas).
4. Inhibidor de escala (Ácidos).
5. Gypton (Ácidos Neutralizados).
6. Amoniacu acuoso 27%.

b) Procedimiento:

1. Se tomaron 26 muestras de fibra de vidrio DERA KANE 411, las mismas que se las dividieron en 5 grupos, y una muestra para el blanco.
2. Colocar el blanco a condiciones de trabajo sin químicos: área de mezcla de la planta. Por un período de 168 horas.
3. Limpiar cada muestra de impurezas con alcohol isopropílico.
4. Secar las muestras a 20°C, por 1 hora en la estufa.
5. Pesar cada muestra en la balanza analítica.
6. Sumergir cada muestra con el químico que se mezclará en el tanque:

| GRUPO | SUSTANCIA QUÍMICA |
|-------|---------------------|
| 1 | CORTRON |
| 2 | PRODUCTO 967 |
| 3 | INHIBIDOR DE ESCALA |
| 4 | GYPTON |
| 5 | AMONIACO ACUOSO |

7. Colocar las muestras en la estufa Mermmet a temperatura de 56 °C, por un período de 168 horas.
8. Sacar las muestras del químico y lavar con alcohol isopropílico.
9. Secar las muestras en la estufa a 20 °C, por 1 hora.
10. Pesar cada muestra y anotar las observaciones y resultados.
11. Limpiar y pesar el blanco.

d) Datos Experimentales:

Tabla 12.

Pesos del blanco de la fibra de vidrio

| REFERENCIA | PI (g) | PF (g) | DIFERENCIA DE PESOS (g) |
|-------------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|
| FIBRA DE VIDRIO DERA KANE 411 | 0,3714 | 0,3715 | 0,0001 |

Nota. Datos obtenidos de la experimentación del proyecto.

Tabla 13.

Pesos iniciales (PI) de las muestras de fibra de vidrio

| SUSTANCIAS | PI 1 (g) | PI 2 (g) | PI 3 (g) | PI 4 (g) | PI 5 (g) |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CORTRON | 0,3380 | 0,3628 | 0,4010 | 0,3222 | 0,4510 |
| PRODUCTO 967 | 0,4537 | 0,2947 | 0,4220 | 0,3579 | 0,3611 |
| INHIBIDOR DE ESCALA | 0,6294 | 0,3178 | 0,3818 | 0,5463 | 0,5687 |
| GYPTRON | 0,7021 | 0,3243 | 0,3520 | 0,4587 | 0,3298 |
| AMONIACO ACUOSO | 0,4603 | 0,2788 | 0,3869 | 0,3671 | 0,3741 |

Nota. Datos obtenidos de la experimentación del proyecto.

Tabla 14.

Pesos finales (PF) de las muestras de fibra de vidrio

| SUSTANCIAS | PF 1 (g) | PF 2 (g) | PF 3 (g) | PF 4 (g) | PF 5 (g) |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CORTRON | 0,3369 | 0,3618 | 0,4002 | 0,3216 | 0,4501 |
| PRODUCTO 967 | 0,4535 | 0,2948 | 0,4221 | 0,3580 | 0,3612 |
| INHIBIDOR DE ESCALA | 0,6285 | 0,3167 | 0,3802 | 0,5456 | 0,5682 |
| GYPTRON | 0,7008 | 0,3234 | 0,3510 | 0,4569 | 0,3279 |
| AMONIACO ACUOSO | 0,4602 | 0,2780 | 0,3866 | 0,3670 | 0,3739 |

Nota. Datos obtenidos de la experimentación del proyecto.

Prueba de compatibilidad de la Bomba Neumática Wilden M8. Para la prueba se tomó el diafragma interno que está en contacto con los químicos, cuyo material es de caucho vulcanizado más elastómero con una determinada resistencia química, (Ver Ficha Técnica Anexo 4). Para la prueba siguiente se consideró solo dos muestras en contacto con aminas y ácidos fuertes ya que estos son componentes primarios de todos los demás productos con los que trabaja la bomba.

Parte Experimental:

a) Sustancias:

1. Alcohol isopropílico (IPA).
2. Inhibidor de escala (ácidos).
3. Producto 967 (aminas).

b) Procedimiento:

1. Se tomaron 11 muestras del diafragma de la bomba, las mismas que se las dividieron en 2 grupos, y una muestra para el blanco.
2. El blanco colocar a condiciones de trabajo sin químicos: área de mezcla de la planta, por un período de 168 horas.
3. Limpiar cada muestra de impurezas con alcohol isopropílico.
4. Secar las muestras a 20°C, por 1 hora en la estufa.
5. Pesar cada muestra en la balanza analítica.
6. Sumergir cada muestra con el químico que se mezclará en el tanque:

| GRUPO | SUSTANCIA QUÍMICA |
|-------|---------------------|
| 1 | INHIBIDOR DE ESCALA |
| 2 | PRODUCTO 967 |

7. Colocar las muestras en la estufa Mermmet a temperatura de 56 °C, por un período de 168 horas.
8. Sacar las muestras del químico y lavar con alcohol isopropílico.
9. Secar las muestras en la estufa a 20 °C, por 1 hora.
10. Pesar cada muestra y anotar las observaciones y resultados.
11. Limpiar y pesar el blanco.

c) Datos Experimentales:

Tabla 15.

Pesos del blanco de la bomba Wilden M8

| REFERENCIA | PI (g) | PF (g) | DIFERENCIA DE PESOS (g) |
|------------------------------|-----------|-----------|----------------------------|
| BOMBA- CAUCHO VULCANIZADO | 120,3610 | 120,3610 | 0,0000 |

Nota. Datos obtenidos de la experimentación del proyecto.

Tabla 16.

Pesos iniciales (PI) de las muestras de caucho

| SUSTANCIAS | PI 1 (g) | PI 2 (g) | PI 3 (g) | PI 4 (g) | PI 5 (g) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INHIBIDOR ESCALA | 120,3623 | 120,3623 | 120,3624 | 120,3622 | 120,3623 |
| PRODUCTO 967 | 120,3620 | 120,3619 | 120,3621 | 120,3620 | 120,3620 |

Nota. Datos obtenidos de la experimentación del proyecto.

Tabla 17.

Pesos finales (PF) de las muestras de caucho

| SUSTANCIAS | | PF 1 (g) | PF 2 (g) | PF 3 (g) | PF 4 (g) | PF 5 (g) |
|---------------------|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INHIBIDOR DE ESCALA | DE | 120,3607 | 120,3614 | 120,3618 | 120,3616 | 120,3616 |
| PRODUCTO 967 | | 120,3614 | 120,3612 | 120,3615 | 120,3616 | 120,3614 |

Nota. Datos obtenidos de la experimentación del proyecto.

Cálculos

Diferencia de pesos (DP). Una vez obtenidos los datos experimentales se procedió primero a obtener la diferencia de pesos aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{DP: Peso final (PF) – Peso inicial (PI)} \quad (\text{Ec. 1})$$

Tabla 18.

Diferencia de pesos de las muestras de INOX 304

| SUSTANCIAS | DP 1 (g) | DP 2 (g) | DP 3 (g) | DP 4 (g) | DP 5 (g) |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| DIESEL | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | -0,0001 |
| SOLVESO | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 |
| METANOL | 0,0003 | -0,0001 | -0,0001 | 0,0000 | 0,0000 |
| XILENO | 0,0001 | 0,0000 | -0,0001 | 0,0000 | 0,0000 |
| EMULSOTRON | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 |

Tabla 19.

Diferencias de pesos de las muestras de fibra de vidrio

| SUSTANCIAS | DP 1 (g) | DP 2 (g) | DP 3 (g) | DP 4 (g) | DP 5 (g) |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CORTRON | -0,0011 | -0,0010 | -0,0008 | -0,0006 | -0,0009 |
| PRODUCTO 967 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 |
| INHIBIDOR DE ESCALA | -0,0009 | -0,0011 | -0,0016 | -0,0007 | -0,0005 |
| GYPTRON | -0,0013 | -0,0009 | -0,0010 | -0,0018 | -0,0019 |
| AMONIACO ACUOSO | -0,0001 | -0,0008 | -0,0003 | -0,0001 | -0,0002 |

Tabla 20.

Diferencias de pesos de las muestras del caucho

| SUSTANCIAS | DP 1 (g) | DP 2 (g) | DP 3 (g) | DP 4 (g) | DP 5 (g) |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INHIBIDOR DE ESCALA | -0,0016 | -0,0009 | -0,0006 | -0,0006 | -0,0007 |
| PRODUCTO 967 | -0,0001 | -0,0007 | -0,0006 | -0,0004 | -0,0006 |

Media de la diferencia de pesos (PDP). Una vez obtenidas las diferencias de pesos de cada muestra, calculamos el promedio de la diferencia de pesos aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{PDP} = \frac{DP_1 + DP_2 + DP_3 + DP_4 + DP_5}{5} \quad (\text{Ec. 2})$$

Tabla 21.

Media de diferencias de pesos

| INOX 304 | | FIBRA DE VIDRIO | |
|-------------------|------------|------------------------|------------|
| SUSTANCIAS | PDP | SUSTANCIAS | PDP |
| DIESEL | 0,0000 | CORTRON | -0,0009 |
| SOLVESCO | 0,0001 | PRODUCTO 967 | 0,0001 |
| METANOL | 0,0000 | INHIBIDOR DE ESCALA | -0,0010 |
| XILENO | 0,0000 | GYPTRON | -0,0014 |
| EMULSOTRON | 0,0000 | AMONIACO ACUOSO | -0,0003 |

Tabla 22.

Media de diferencias de pesos del caucho

| CAUCHO- BOMBA | |
|----------------------|------------|
| SUSTANCIAS | PDP |
| INHIBIDOR DE ESCALA | -0,0009 |
| PRODUCTO 967 | -0,0005 |

Milímetros de pérdida de metal (mm/y). Para el acero inoxidable INOX 304, se calculó los milímetros de pérdida del metal por año con la siguiente fórmula:

$$\text{mm/y} = 465 * W / AT \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

mm/y = milímetros por año.

W = pérdida de peso en gramos.

A = área del metal en centímetros cuadrados.

T = tiempo de exposición en días.

Antes de aplicar la fórmula debemos calcular el área del metal de muestra;

A = lado x lado

A = 2.9 cm * 2.0 cm

A = 5,8 cm²

El tiempo de exposición de las muestras fue de 168 horas = 7 días.

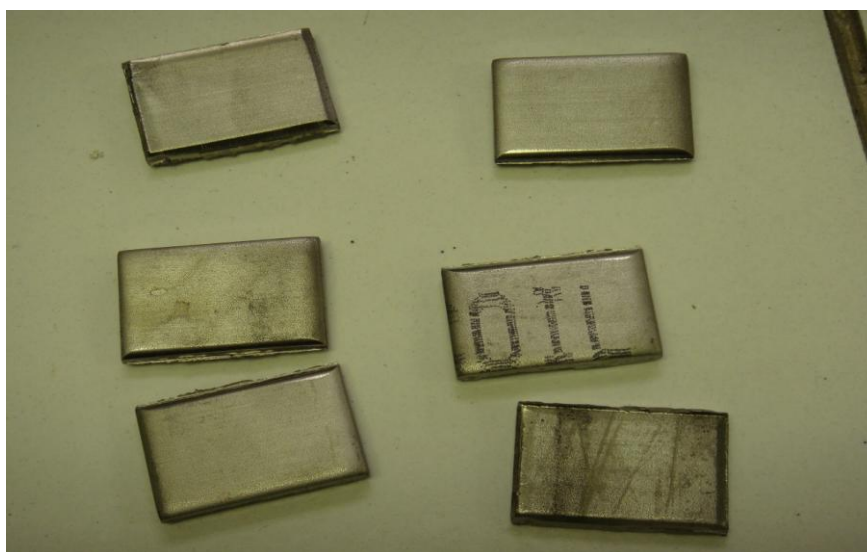


Figura 15. Muestras de acero inoxidable INOX 304

Tabla 23.

Milímetros de Pérdida de Metal por Año del INOX 304

| SUSTANCIAS | Mm/y |
|------------|--------|
| DIESEL | 0,0000 |
| SOLVESCO | 0,0007 |
| METANOL | 0,0002 |
| XILENO | 0,0000 |
| EMULSOTRON | 0,0005 |

Porcentaje de pérdida (%P). Este cálculo se hizo para la fibra de vidrio y el caucho de la bomba, aplicando la siguiente fórmula:

$$\%P = \frac{DP * 365}{7} \times 100 \quad (\text{Ec. 4})$$

Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 24.

Porcentaje de pérdida de la fibra de vidrio

| FIBRA DE VIDRIO | |
|------------------------|-----------|
| SUSTANCIAS | %P |
| CORTRON | 4,6 |
| PRODUCTO 967 | 0,6 |
| INHIBIDOR DE ESCALA | 5,0 |
| GYPTRON | 7,2 |
| AMONIACO ACUOSO | 1,6 |

Tabla 25.

Porcentaje de pérdida del caucho

| CAUCHO- BOMBA | |
|----------------------|-----------|
| SUSTANCIAS | %P |
| INHIBIDOR DE ESCALA | 4,6 |
| PRODUCTO 967 | 2,5 |

Interpretación de Resultados

De acuerdo a la escala proporcionada por la empresa ROHRBACK COSASCO SYSTEMS, empresa especializada en la determinación de corrosión, propone la siguiente escala de valores de milímetros de pérdida de metal por año:

Tabla 26.

Rangos de milímetros de pérdida de metal por año

| RANGOS DE mm/y | |
|-----------------------|-------------|
| CATEGORÍA | mm/y |
| BAJA | 1.0 |
| MODERADA | 1.0 - 4.9 |
| SEVERA | 5.0 – 10.0 |
| MUY SEVERA | > 10 |

Nota. Datos de la empresa Rohrback Cosasco Systems. Corrosion Management Solutions

Tabla 27.

Interpretación de resultados

| MATERIAL DE TANQUES | INTERPRETACIÓN | CONCLUSIÓN |
|-------------------------------------|--|---|
| INOX 304 (ACERO INOXIDABLE) | El solvente puro y los emulsotrones, como productos terminados tienen acción nula sobre el INOX 304, de acuerdo a la escala de mm/y (Tabla 26), ya que su valor es menor a 1; y de acuerdo a esta escala, corresponde a la categoría baja. | El material usado para los solventes orgánicos es compatible para los productos. |
| DERAKANE 411 (FIBRA DE VIDRIO) | Los productos (base ácida): inhibidor de escala y gyptron, afectan a la fibra de vidrio en 5% y 7,2% respectivamente por año en su espesor. | El material expuesto a condiciones extremas con ácidos tendría una afectación significativa, en 10 años de vida útil tendría un desgaste de 50 % en su espesor, este resultado coincide con las especificaciones del fabricante estimando el tiempo de vida útil mediante monitoreo de espesores. |
| CAUCHO DE BOMBA NEUMÁTICA WILDEN M8 | El diafragma de la bomba neumática utilizada para bombear los químicos se desgasta en un 5% anual, especialmente cuando se bombea el químico inhibidor de escala (ácido). | CTE por experiencia operativa, sustituye las bombas y/o diafragmas cada año, por seguridad y mantenimiento preventivo de equipos. |

CAPÍTULO IV

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Generalidades

La evaluación de impacto ambiental es considerado uno de los instrumentos más adecuados para la preservación del medio ambiente, garantiza la acción correctiva y preventiva en la fuente misma de las alteraciones del entorno natural (Bustos, F, 2007).

CTE para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, causados por la implementación de la planta de mezclado de químicos tomó como referencia la norma ISO 14001:2004, la misma que nos da los elementos esenciales de un sistema de gestión ambiental:

1. La política ambiental.
2. Evaluación y registro de los aspectos/efectos ambientales.
3. Requisitos legales.
4. Programa ambiental o plan de acción.
5. Estructura organizativa.
6. La formación, información interna y competencia profesional.
7. El control operacional.
8. La vigilancia y seguimiento.
9. La corrección y prevención de medidas.
10. La auditoria del Sistema de Gestión Ambiental.
11. La revisión del Sistema De Gestión Ambiental.
12. Certificación de Sistema De Gestión Ambiental.

Alcance

Este procedimiento aplica a los aspectos ambientales de las actividades de la implementación de los equipos de mezcla en el área de producción y sus impactos asociados tanto en condiciones de operaciones normales, anormales, incidentes ó de emergencias, relacionadas a actividades, productos y servicios presentes ó futuros.

Definiciones:

Medio Ambiente. Entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, agua, suelo, recursos naturales: flora, fauna, seres vivos.

Aspectos Ambientales. Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueda interactuar con el medio ambiente.

Impacto Ambiental. Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

Impacto Significativo. Es aquel que se considera importante por sus características y/o consecuencias. Un impacto está generalmente sujeto a requerimientos legales y reclamos.

Identificación de Aspectos Ambientales**Procedimiento**

El líder de cada área en conjunto con el personal de Departamento de Calidad, Salud, Seguridad y Ambiente (QHSSE), realizan la identificación de los aspectos ambientales asociados a las actividades o procesos desarrollados en cada una de sus áreas. El ámbito de la identificación abarcará a todas las actividades, productos y servicios que se puedan controlar o sobre los que pueda influir y que se desarrolle dentro de las instalaciones del área de producción. Previo a la valoración cuantitativa de los impactos, se realizó una valoración cualitativa de estos, para identificar los potenciales impactos ambientales en el área de influencia del proyecto. Se identificaron los impactos más relevantes y significativos, con el objetivo de detectar situaciones de causa- efecto que dan origen a impactos ambientales.

Los aspectos ambientales se identificarán de acuerdo a tres criterios:

1. Manifestación física (Descripción del Aspecto).
2. Posibilidad de materialización.
3. Acción sobre el medio.

1. Manifestación física (Descripción del aspecto)

Atendiendo a su manifestación física, los aspectos ambientales pueden clasificarse en:

Emisiones. Sustancias gaseosas, polvo, partículas, nieblas, humos, vapores, etc.

Vertidos. A cauce de ríos, mar o sistema colector municipal. Las características del vertido se presentan por su pH (Potencial de Hidrógeno), T (temperatura), DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno), caudal, ecotoxicidad, concentración de especies contaminantes específicas, etc.

Residuos. Urbanos o asimilables a urbanos, peligrosos e inertes.

Ruido. Emisión energética acústica.

Utilización de recursos. Agua, energía eléctrica y combustible.

2. Posibilidad de materialización

Atendiendo a la posibilidad de su materialización se distingue aspectos ambientales que son:

Condiciones normales. Son las habituales de operación o actividad (producción o prestación de servicio). Estas condiciones son emanadas de la certeza de existencia de aspectos ambientales.

Condiciones anormales. Son las habituales relacionadas con servicios auxiliares (arranques, paradas, limpiezas, mantenimiento, etc.) que estando ligadas directa o indirectamente a la actividad principal de la organización, son planificadas, programadas y previsibles.

Emergencia. Emanadas de la posibilidad de la existencia de los aspectos ambientales las cuales se pueden clasificar en:

- **Incidentes:** son situaciones no previstas, en las cuales se origina riesgo de daño al medio ambiente pero cuyas consecuencias ambientales, en el caso de que se originen, son de carácter menor (pequeñas fugas, derrames, escapes, mancha en el suelo, etc.).
- **Accidentes:** igual que las anteriores pero de carácter mayor. Los aspectos ambientales son emisiones, vertidos, residuos, entre otros, que aparecen como consecuencia de diferentes escenarios de riesgo (incendios, explosiones, inundaciones, vertidos accidentales, terremotos, etc.).

3. Acción sobre el medio.

Directos. Son aquellos aspectos que se producen por el uso directo de los recursos (materias primas, energías y recursos naturales) y que son controlados a través de medidas establecidas por la organización.

Indirectos. Son aquellos sobre los cuales la organización puede influir pero no tiene control directo sobre ellos.

Matriz de componentes ambientales

En esta etapa la evaluación, se establece la posibilidad de registrar los aspectos ambientales y relacionar la actividad del proyecto con cada componente ambiental, como se muestra en la siguiente matriz de Componentes Ambientales en el área de Implementación de la planta de mezclado (Figura 16). No se consideró el componente ambiental biótico debido a que la implementación de la planta de mezclado se lo realizó en una infraestructura existente.

| MATRIZ DE COMPONENTES AMBIENTALES | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------|--|
| COMPONENTE AMBIENTAL | | FACTOR AMBIENTAL | CARACTERÍSTICAS RELEVANTES |
| FÍSICOS | AIRE | Calidad de aire | Presencia de gases contaminantes |
| | | Ruido | Incremento de los niveles de presión sonora durante la producción |
| | SUELO | Residuos sólidos | Afectación al componente suelo por la generación de residuos sólidos peligrosos |
| | | Residuos Líquidos | Afectación del componente por la generación de residuos líquidos peligrosos |
| | AGUA | Calidad de agua | Alteración de la calidad de agua por el posible riesgo de tener contacto con algún tipo de contaminación |
| | SOCIO ECONÓMICO | SOCIAL | Salud y seguridad |
| Calidad de vida | | | Generación de empleo. |
| ECONÓMICO | | Servicios | Utilización de servicios como eléctrico, agua potable, transporte, manejo de desechos |

Figura 16. Matriz de Identificación de Aspectos Ambientales relacionada con cada componente ambiental

Lista de identificación de aspectos


| | | |
|---|--|---------------------------------------|
|  | LISTA DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES | Fecha: 06-02-2012 Revisión: 02 |
| <p>Para identificar los aspectos ambientales, se utiliza el siguiente enfoque (ANEXO A de la Norma ISO 14001):</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Emisiones a la atmósfera b) Vertidos al agua c) Descargas al suelo d) Uso de materias primas y recursos naturales e) Uso de Energía f) Energía emitida, por ejemplo, calor, radiación, vibración g) Residuos y subproductos h) Propiedades físicas, por ejemplo, tamaño, forma, color, apariencia <p>Además se deberían considerar los aspectos generados por las actividades, productos y servicios, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✘ Diseño y desarrollo ✘ Procesos de fabricación ✘ Embalaje y medios de transporte ✘ Desempeño ambiental y prácticas de contratistas y proveedores ✘ Gestión de residuos ✘ Extracción y distribución de materias primas y recursos naturales ✘ Distribución, uso y fin de la vida útil de los productos; y ✘ Los asociados con la flora, fauna y la biodiversidad. <p>A continuación se enlista los aspectos ambientales para su identificación</p> <ul style="list-style-type: none"> ✘ Generación de desechos sólidos peligrosos (trapos y guantes impregnados con restos de químicos, mangueras/piezas y partes contaminadas con productos químicos), propios de la actividades de mezcla y contención de derrames ✘ Generación de Vapores/ gases tóxicos ✘ Generación de ruido ✘ Generación de desechos líquidos peligrosos ✘ Generación de desechos sólidos no peligrosos (papel, cartón) ✘ Consumo de Agua ✘ Electricidad ✘ Fugas / derrames de productos químicos ✘ Generación de desechos sólidos comunes | | |

Figura 17. Lista de Identificación de Aspectos Ambientales

Matriz de identificación de Aspectos Ambientales

Se toma como base los cuatro procesos principales llevados a cabo para la producción de la planta:

1. Producción: mezclado de productos químicos.
2. Recepción, inspección y devolución de materias primas.
3. Almacenamiento y despacho.

4. Despacho de residuos.

A continuación los resultados de la identificación se detallan en la siguiente matriz:

| No. | Actividades | Identificación del Aspecto Ambiental | | | | | | | |
|-----|--|--|--|-----------|---------|------------|---------|-----------|--|
| | | Aspectos | Descripción | Condición | | | Acción | | |
| | | | | Normal | Anormal | Emergencia | Directa | Indirecta | |
| 1 | Mezcla de productos químicos (base agua / base solvente) | Generación de desechos sólidos peligrosos (trapos y guantes impregnados con restos de químicos, mangueras/piezas y partes contaminadas con productos químicos), propios de la actividades de mezcla y contención de derrames | Alteración de la calidad de los suelos | X | | | | X | |
| | | Generación de Vapores/ gases tóxicos | Alteración de la calidad del aire | X | | | | X | |
| | | Generación de ruido | Contaminación del aire | X | | | | X | |
| | | Generación de desechos líquidos peligrosos | Alteración de la calidad de los suelos | X | | | | X | |
| | | Generación de desechos sólidos no peligrosos (papel, cartón) | Alteración de la calidad de los suelos | X | | | | X | |
| | | Consumo de Agua | Agotamiento de Recursos Naturales | X | | | | X | |
| | | Electricidad | Dstrucción de bosques, embalses | X | | | | X | |
| | | Fugas / derrames de productos químicos | Alteración de la calidad de los suelos | | | X | X | | |
| 2 | Almacenamiento de materias primas y productos terminados | Fugas / derrames de productos químicos | Alteración de la calidad de los suelos | | | X | X | | |
| 3 | Recepción de materia prima | Fugas / derrames de productos químicos | Alteración de la calidad de los suelos | | | X | X | | |
| | | Generación de desechos sólidos comunes | Alteración de la calidad de los suelos | X | | | X | | |
| 4 | Despacho de residuos | Fugas / derrames de residuos químicos | Alteración de la calidad de los suelos | | X | | | X | |

Figura 18. Matriz de Identificación de Aspectos Ambientales

Evaluación de Impactos Ambientales

Metodología aplicada

La metodología aplicada para la realización de la matriz de la Evaluación de impactos ambientales causados por la implementación de la planta de mezclado de químicos, comprende:

1. La identificación de aspectos y la predicción de la magnitud de los cambios sobre el ambiente, que considera una pre-identificación de aspectos, resultado de trabajos anteriores y revisión de antecedentes bibliográficos, y la elaboración de una matriz de interacción entre las acciones y los componentes ambientales (Ver Figura 16).
2. La evaluación de los impactos, que consiste en la valoración de los efectos a través de un índice de impacto ambiental (VIA), elaborado siguiendo la metodología de los Criterios Relevantes Integrados (CRI).
3. La identificación y proposición de medidas mitigadoras mediante el uso de listas de chequeo para cadena de producción segura.

Tipo de acción

Establecida las interacciones entre componentes ambientales y actividades del proyecto, se procede a dar una valoración a los mismos, utilizando Índices de Impacto Ambiental que mediante la metodología de Criterios Relevantes Integrados (CRI), permite valorar cada efecto identificado en las matrices.

La valoración de cada impacto según la metodología CRI, se realiza a través de la evaluación de la intensidad, extensión, duración, reversibilidad y riesgo, también se establece una escala de valores para cada variable.

La metodología CRI, en forma específica considera en una primera fase la calificación de los efectos según los siguientes criterios:

- **Carácter del Impacto.** Se establece si el cambio en relación al estado previo de cada acción del proyecto de implementación de la planta es positivo o negativo.

- **Intensidad.** Se refiere al vigor con que se manifiesta el cambio por las acciones del proyecto. El valor numérico de la intensidad se relaciona con el índice de calidad ambiental del indicador elegido, variando entre 0 y 10.

| Intensidad | Valoración |
|------------|------------|
| Alta | 6-10 |
| Media | 3-5 |
| Baja | 0-2 |

- **Extensión o influencia espacial.** Es la superficie afectada por las acciones de la actividad, tanto directa como indirecta o el alcance global sobre el componente ambiental. La escala de valoración es la siguiente:

| Extensión | Valoración |
|--------------|------------|
| Generalizado | 6-10 |
| Local | 3-5 |
| Muy local | 0-2 |

- **Duración del cambio.** Establece el período de tiempo durante el cual las acciones propuestas involucran cambios ambientales. Se utilizó la siguiente pauta:

| Duración (Años) | Plazo | Valoración |
|-----------------|---------|------------|
| >10 | Largo | 6-10 |
| 5-10 | Mediano | 3-5 |
| 1-5 | Corto | 0-2 |

- **Magnitud.** Es un indicador que sintetiza la intensidad, duración e influencia espacial. Es un criterio integrado, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$M_i = \sum[(I_i * w_I) + (E_i * w_E) + (D_i * w_D)] \quad (\text{Ec. 5})$$

La Magnitud es la sumatoria acumulada de los valores obtenidos de las variables de intensidad, extensión y duración, donde cada variable se multiplica por el valor de peso asignado.

Las ponderaciones de cada peso para el cálculo de la magnitud se estimaron mediante el criterio de representatividad de cada variable de acuerdo al equipo multidisciplinario. Para el presente proyecto se propusieron valores para los pesos.

Donde:

M_i = Índice de Magnitud del efecto i

I_i = intensidad

E_i = extensión

D_i = duración

$$W_I + W_E + W_D = 1$$

$$W_I \text{ (peso del criterio intensidad)} = 0,4$$

$$W_E \text{ (peso del criterio extensión)} = 0,4$$

$$W_D \text{ (peso del criterio duración)} = 0,2$$

Una vez obtenido el valor de la magnitud de los impactos. Se continúa con la valoración del índice de impacto ambiental (VIA), está dado en función de las características del impacto y se calcula mediante los valores de reversibilidad, riesgo y magnitud, los mismos que contienen valores exponenciales que son valores de peso.

- **Reversibilidad.** Capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial:

| Categoría | Capacidad de reversibilidad | Valoración |
|-------------------------|---|------------|
| Irreversible | Baja o irrecuperable Impacto puede ser reversible a muy largo plazo (50 años o más) | 6-10 |
| Parcialmente reversible | Media. Impacto reversible a largo plazo | 3-5 |
| Reversible | Alta. Impacto reversible a corto plazo (0 a 10 años) | 0-2 |

- **Riesgo.** Se refiere a la probabilidad de ocurrencia del efecto sobre la globalidad del componente. Se valora según la siguiente escala:

| Probabilidad | Rango (%) | Valoración |
|--------------|-----------|------------|
| Alta | >50 | 6-10 |
| Media | 10-50 | 3-5 |
| Bajo | 1-10 | 0-2 |

Valor del Impacto Ambiental (VIA).

El desarrollo del índice de impacto se logra a través de un proceso de amalgamiento, mediante una expresión matemática que integra las variables de reversibilidad, riesgo y magnitud, anteriormente enunciados. Su formula es la siguiente:

$$VIA_i = [(R_i * W_R) \times (RG_i * W_{RG}) \times (M_i * W_M)] \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

R = reversibilidad

RG = riesgo

M = magnitud

W_R (peso del criterio reversibilidad) = 0,25

W_{RG} (peso del criterio riesgo) = 0,15

W_M (peso del criterio magnitud) = 0,60

Los valores para los pesos ponderados se estimaron de acuerdo al criterio de representatividad de cada variable, teniendo mayor importancia la magnitud ya que esta variable sintetiza a la Intensidad, Extensión y Duración, al riesgo se le valoró con un peso menor debido a que la empresa cuenta con un plan de contingencia y prevención.

$VIA = \text{Índice de Impacto para el componente o variable } i.$

$$W_R + W_{RG} + W_M = 1$$

Significado del Impacto

Se refiere a la importancia relativa o al sistema de referencia utilizado para evaluar el impacto. Consiste en clasificar el índice o VIA obtenido, según las siguientes categorías:

| Índice | Significancia | Control |
|---------------|----------------------|---|
| > 6 = 5 | Significativo | Se debe establecer controles en función de los impactos |
| < 5 | No significativo | No necesario |

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

Aplicando estos criterios se obtuvo la siguiente matriz:

| No. | Actividades | Aspectos | Descripción | Evaluación del Impacto Ambiental | | | | | | | | | | | Significancia | | | | | | | | |
|-----|--|--|--|----------------------------------|-------|------|-----------------|-------|-----------|----------------|---------|-------|----------------|-----------------------|---------------|-------------------------|---------------|------|-------|-------------------------|------|------------------|------------------|
| | | | | Intensidad x 0.4 | | | Extensión x 0.4 | | | Duración x 0.2 | | | Magnitud x 0.6 | Reversibilidad x 0,25 | | | Riesgo x 0,15 | | | Valor del impacto (VIA) | | | |
| | | | | Alto | Medio | Bajo | Generalizado | Local | Muy local | Largo | Mediano | Corto | | Irreversible | | Parcialmente Reversible | Reversible | Alto | Medio | | Bajo | | |
| 1 | Mezcla de productos químicos (base agua / base solvente) | Generación de desechos sólidos peligrosos (trapos y guantes impregnados con restos de químicos, mangueras/piezas y partes contaminadas con productos químicos), propios de la actividades de mezcla y contención de derrames | Alteracion de la calidad de los suelos | | 5 | | | 3 | | | 10 | | | | | | | | 5 | | | 5,1 | Significativo |
| | | Generación de Vapores/ gases tóxicos | Alteracion de la calidad del aire | | 5 | | | 5 | | | | 3 | | | | | | | 5 | | | 4,3 | No Significativo |
| | | Generación de ruido | Contaminacion del aire | | 3 | | | 5 | | | | | 2 | | | | | | 3 | | | 3,1 | No Significativo |
| | | Generación de desechos líquidos peligrosos | Alteracion de la calidad de los suelos | | 5 | | | 5 | | | | 5 | | | | | | | 5 | | | 5,0 | Significativo |
| | | Generación de desechos sólidos no peligrosos (papel, cartón) | Alteracion de la calidad de los suelos | | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | | | | | 2 | | 2,0 | No Significativo |
| | | Consumo de Agua | Agotamiento de Recursos Naturales | | 5 | | | | | 2 | | | 3 | | | | | | 3 | | | 3,7 | No Significativo |
| | | Electricidad | Destruccion de bosques, embalses | | | | 2 | | | 2 | | | | 2 | | | | | | | 2 | 2,3 | No Significativo |
| | Fugas / derrames de productos químicos | Alteracion de la calidad de los suelos | 6 | | | | 3 | | | | 3 | | | | | | | 5 | | | 4,5 | No Significativo | |
| 2 | Almacenamiento de materias primas y productos terminados | Fugas / derrames de productos químicos | Alteracion de la calidad de los suelos | | 5 | | | 5 | | | | 3 | | | | | | | 3 | | | 4,0 | No Significativo |
| 3 | Recepción de materia prima | Fugas / derrames de productos químicos | Alteracion de la calidad de los suelos | | 5 | | | 5 | | | | 3 | | | | | | | 3 | | | 4,0 | No Significativo |
| | | Generación de desechos sólidos comunes | Alteracion de la calidad de los suelos | | | | 2 | | | 2 | | | 5 | | | | | | | 5 | | 2,8 | No Significativo |
| 4 | Despacho de residuos | Fugas / derrames de residuos químicos | Alteracion de la calidad de los suelos | | 5 | | | 5 | | | | 3 | | | | | | | 5 | | | 4,0 | No Significativo |

Figura 19. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Medidas y/o control

Las medidas preventivas se definen con el propósito de anticipar la ocurrencia la afectación del ambiente, lo cual permitirá la aplicación de una acción de evitar la manifestación del impacto negativo. En todo caso, cuando la acción de impacto no puede ser prevenida con anticipación, se aplican medidas de seguimiento y control permanente con la finalidad de evitar la manifestación del efecto ambiental.

En caso de no existir la factibilidad de aplicar una acción preventiva o de control, sea porque el impacto es inevitable o difícil de anticipar, es necesario determinar medidas que reduzcan el impacto negativo a niveles aceptables o menos intensos. En este caso es importante la definición de medidas mitigantes, aplicadas a las consecuencias del impacto ambiental al estímulo. La mitigación es el diseño y ejecución de actividades orientadas a reducir los impactos ambientales significativos que resultan de la implementación de una acción humana y puede:

- a. Evitar completamente el impacto al no desarrollar una determinada acción.
- b. Disminuir impactos al limitar el grado o magnitud de la acción y su implementación.
- c. Rectificar el impacto al reparar, rehabilitar o restaurar el ambiente afectado.
- d. Eliminar el impacto paso a paso con operaciones la extensión de la acción.

Finalmente, las medidas compensatorias son las actividades tendientes a lograr transacciones ambientales para manejar los impactos sin posibilidades de mitigación. Estas comprenden el subgrupo de medidas de manejo, mediante las cuales se propende restituir los impactos ambientales irreversibles generados por una acción o grupo de ellas en un lugar determinado, a través de la creación de un escenario similar al deteriorado, en el mismo lugar distinto al primero, con la finalidad de producir o generar un IMPACTO POSITIVO ALTERNATIVO y EQUIVALENTE a un impacto adverso. Sólo se lleva a cabo en las áreas o lugares en que se generan o presentan los impactos adversos significativos. Como resultado de la identificación y evaluación de impactos ambientales se proponen las siguientes medidas preventivas y mitigadoras para controlar los aspectos significativos:

1. Para controlar y mitigar el impacto al recurso suelo se debe aplicar una cadena de producción segura mediante un proceso documentado: Procedimiento de Producción, Almacenamiento y Despacho; Recepción Inspección y Devolución de Materias Primas. (Ver Figura 20).
2. Para evitar contaminaciones al recurso agua y suelo por derrames se deben implementar monitoreos de espesores de los tanques.
3. Para mantener la eficiencia de las bombas, se deben realizar curvas de eficiencia, para determinar el punto operativo óptimo, y evitar derrames y tiempos muertos de producción.
4. Se deben implementar listas de chequeo de todos los componentes y accesorios de equipos de producción, para evitar desgaste de partes con la consecuente prevención de contaminación de los recursos agua, suelo y aire.
5. Se deben realizar mantenimientos preventivos de bombas, compresores y maquinaria pesada (montacargas), ver programa propuesto (Tabla 28), de ésta manera se controla impactos negativos.

Tabla 28.

Programa de Mantenimiento de Equipos y Maquinaria

| EQUIPO | UNIDAD | FRECUENCIA |
|-------------------------|---|-------------------|
| Tanques de Mezcla | Motor eléctrico Reductor Eje Tanque Botonera y arrancador | Mensual |
| Bombas de transferencia | Motor eléctrico Sellos Botonera | Mensual |
| Balanza de tanque | Sensores Calibración Panel | Mensual |
| Compresor de aire | Compresor Motor eléctrico Bombona Filtro de aire Banda Bomba | Mensual |
| Montacargas | Mangueras Montacargas | Semanal |

Procesos de Cadena de Producción segura. Se llevan a cabo mediante tres tipos de documentos controlados por el Sistema de Gestión Integral:

PR= Procedimientos

RG= Registros

IN = Instructivos

A continuación se mencionan las 3 principales actividades que engloban el Área de Producción:

| | REGISTROS | INSTRUCTIVOS |
|---|---|---|
| PR-PR-01 PROCEDIMIENTO DE PRODUCCIÓN | PR-RG-01 SOLICITUD DE PRODUCTO | PR-IN-01 MEZCLADO DE PRODUCTOS |
| | PR-RG-02 CONTROL DE PEDIDOS Y ENTREGAS | PR-IN-02 PREVENIR EMISIONES VOLÁTILES |
| | PR-RG-03 HOJA DE DESCARGA DE PRODUCTO | PR-IN-11 PREPARACIÓN DE TANQUES |
| | PR-RG-04 REPORTE MENSUAL DE PRODUCCIÓN | NA |
| | PR-RG-05 DOCUMENTO DE EMBARQUE | NA |
| | PR-RG-18 CONTROL DE EMISIONES | NA |
| PR-PR-02 ALMACENAMIENTO Y DESPACHO | PR-RG-07 RECEPCIÓN DE MATERIALES | PR-IN-04 DESCARGA DE TANQUEROS DE SOLVENTES |
| | PR-RG-09 REGISTRO DE ENVÍO | PR-IN-09 MANEJO DE BODEGA DE CAMPO |
| | PR-RG-11 CHEQUEO DE VEHÍCULOS PESADOS Y CARGA | NA |
| | PR-RG-13 CHEQUEO DEL MONTACARGAS | NA |
| | PR-RG-05 DOCUMENTO DE EMBARQUE | NA |
| | PR-RG-12 KÁRDEX DE PRODUCTOS CONSIGNADOS | NA |
| PR-PR-03 RECEPCIÓN, INSPECCIÓN Y DEVOLUCIÓN DE MATERIAS PRIMAS | PR-RG-07 RECEPCIÓN DE MATERIALES | NA |

Figura 20. Control de documentos de cadena de producción segura

Capacitación al personal.

La empresa debe cumplir un plan de capacitación anual, en temas críticos para la operación como:

- Manejo de emergencias: primeros auxilios, derrames e incendios.
- Manejo de productos químicos peligrosos.
- Manejo defensivo.
- Certificaciones para operadores de montacargas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El acero inoxidable INOX 304, utilizado en la fabricación del tanque de mezcla para productos orgánicos, es completamente compatible con los productos químicos a mezclar, por lo que no existe ningún riesgo operacional ni ambiental inminente en dicho proceso.
2. El material DERAKANE 411 (fibra+poliestireno) es afectado a largo plazo por los ácidos usados en el proceso, por lo que la empresa deberá implementar un plan de acción de monitoreo para eliminar riesgos operacionales y ambientales.
3. El tipo de bombas y sus diafragmas de caucho deben ser evaluadas con relación a otras tecnologías más resistentes para ácidos, ya que resulta imperioso el ahorro de costos dentro de la empresa, como se ve en los resultados el material se ve afectado a corto plazo, y la empresa sustituye anualmente los equipos.
4. La implementación de los nuevos tanques en la actividad de mezcla, sí produce impactos significativos, por la producción de desechos sólidos y líquidos peligrosos, según la matriz de evaluación de impactos los factores

ambientales con mayor valor de impacto ambiental significativo en sus recursos: suelo y aire.

5. Al estudiar la cadena de producción de la empresa, se pudo determinar que los procesos son controlados estrictamente de acuerdo a la normativa legal vigente y a las certificaciones de calidad, ambiente y salud ocupacional que posee la misma, por lo tanto los impactos son mitigados y eliminados en forma eficiente.

6. Las principales medidas de control propuestas son: cadena de producción segura, monitoreo de espesores de tanques, capacitación al personal, mantenimiento preventivo e implementación de listas de chequeo de equipos y accesorios.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario el monitoreo anual de pruebas de integridad para los tanques implementados que consisten en mediciones de espesores.
2. Continuar con la práctica de inspección mensual de instalaciones, tomando en cuenta principalmente estado de canaletas, cisterna antiderrame, desperfectos en bombas, mangueras, acoples, abrazaderas, sellos de bombas, entre otros elementos críticos.
3. Continuar con la cadena de producción segura mediante listas de chequeo a montacargas, camiones de transporte, y personal certificado para los procesos existentes. Adicional el sistema de gestión de desechos es idóneo.
4. Implementar capacitación al personal en temas de concienciación de temas ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica. (2011). *Aumento de producción petrolera en el Ecuador*.
- Arnold, R. (2004). *Manejo de la Producción de Agua: De residuo o recurso*. Nuevo México: Oilfield Review.
- Baird, D. C. (1991). *Experimentación: una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos*. México: Prentice Hall Hispanoamericana S. A.
- Buroz, E. (1994). *Método de Evaluación de Impactos Ambientales*. La plata: ediciones FLACAM.
- Bustos. F. (2007). *Manual de gestión y control ambiental*. Ecuador: Editorial R.N. Industria gráfica.
- Champion Technologies. (2007). *Tratamiento de la Corrosión*. Argentina: Departamento Técnico.
- Constitución de la república del Ecuador*. (2008). Editora de Garayalde Cía. Ltda.
- Corrosion Management Solutions by *Rohrback Cosasc Systems*. (2012) disponible en <http://www.cosasco.com/corrosion-monitoring-instrumentation.html>
- Diario el Universo. (2011). *Crecimiento del Petróleo*. Guayaquil: Sección Económica.
- Fernández, C. Vitora, V. (2003). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. México: Mundi-Prensa libros S. A.
- Goldratt, E. (2005). *La Meta*. México: Ediciones Regiomontanas.
- Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización. (2009). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266:2010*. Ecuador.
- Larrea, C. (2003). *The mirage of development: oil, employment and poverty in Ecuador*. York University: Tesis de Doctorado.
- Larrea, C. (2006). *Hacia una historia ecológica del Ecuador*. Ecuador: Corporación Editora Nacional, EcoCiencia.
- Levenspiel, O. (1967), *Minilibro de reactores químicos*, México:Ediciones Reverté S.A.

- Lozada, P. (2009), *Plan de Manejo ambiental para la empresa: "L. P. Marcelo Pacheco Cia. Ltda. (Avícola la Pradera)"*. Quito: Facultad de Ingeniería Química, EPN.
- Masterton, W. Slowinski, E. Stanitski, C. (1991). *Química General Superior*. México: McGraw-hill.
- Mendenhall, W. Scheaffe, R. (2006). *Elementos de Muestreo*. España: Paraninfo.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2008). *Guía de respuesta en caso de emergencia*. Ecuador.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2003). *Texto Unificado de Legislación secundaria del Ministerio del Ambiente*. Decreto N° 351. Quito.
- Mouton, A. (2002). *Manual de Evaluación de Estudios Ambientales. Criterios y Procedimientos*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente.
- Patton, Ch. C. (1995). *Applied Water Technology*. Dallas, Texas: Published by Campell Petroleum Series USA.
- Red Ecuatoriana de Consultores Ambientales Independientes. *Curso de Evaluación de Impacto Ambiental*. (2006). Quito Ecuador.
- Salvador, A. A, C. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Pearson-Prentice Hall
- Villalba, F. (2008). *Evaluación de Impactos Ambientales*. Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército.
- Zambrano, E. (2010). *Estudio de Impacto Ambiental*. Guayaquil: ESASCA para VOPAK