



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

“TRABAJO DE TESIS”

**PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
REMEDIACIÓN EN COOPERATIVA 28 DE AGOSTO DEL
CANTÓN DURÁN”**

AUTOR: LUIS EDWIN CARREÑO ALCIVAR

TUTOR: ING. FRANKLIN LÓPEZ ROCAFUERTE, MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

SEPTIEMBRE 2017

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO: “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REMEDIACIÓN EN COOPERATIVA 28 DE AGOSTO DEL CANTÓN DURÁN”.

AUTOR: Ing. Luis Carreño Alcívar	TUTOR: Ing. Franklin López Rocafuerte, MSc.
--	---

REVISORES: Ing. Enrique Tandazo Ing. Carlos Muñoz Ing. Jaime Fierro
--

INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil	FACULTAD: Ingeniería Química
---	---

CARRERA: Maestría en Gestión Ambiental

FECHA DE PUBLICACIÓN: Septiembre 2017	No. DE PÁGS:
---	---------------------

TÍTULO OBTENIDO:
Ingeniero Químico

ÁREAS TEMÁTICAS:

PALABRAS CLAVE: Remediación de suelo, medio ambiente, población, contaminación

RESUMEN:

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en busca una propuesta de remediación de suelo más idónea que se pueda implementar en la Cooperativa 28 de Agosto cuyo asentamiento alberga aproximadamente a 2000 familias. Como punto de partida de esta indagación, fue la ejecución de un diagnóstico del problema de contaminación de suelo con la finalidad de determinar las causas sustantivas y cómo éstas influenciaban en las condiciones de vida y en la seguridad de los habitantes de los terrenos afectados. Adicionalmente, se tomó en consideración la opinión y el sentir de los habitantes acerca de los peligros que los que están expuestos los residentes de este vasto sector.

La propuesta es realizable desde los ámbitos económicos y social debido a que quienes se encuentran habitando este terreno no se verán afectadas para la aplicación

de la remediación propuesta; el uso de materiales, la técnica aplicable, así como los resultados esperados que permitirán en concreto mejorar la condición de vida de los moradores, evitar la contaminación en los sectores circundantes y por ende proteger el medio ambiente.

El desarrollo de la investigación se distribuyó en etapas bien estructuradas las que permitió una adecuada comprensión del mismo, se identifica la problemática que motiva y sustenta la propuesta, se acoge como referencia desarrollos de investigaciones similares, llevando todos estos componentes a establecer la propuesta final más idónea de la investigación.

No. DE REGISTRO (en base de datos):	No. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES	Teléfono:	E-mail:
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre:	
	Teléfono:	
	E-mail:	

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del estudiante Carreño Alcívar Luis Edwin, del Programa de Maestría en Gestión Ambiental, nombrado por el Decano de la Facultad de Ingeniería Química, CERTIFICO: que el estudio de caso del trabajo de tesis titulado: "PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE REMEDIACION EN COOPERATIVA 28 DE AGOSTO DEL CANTON DURAN", en opción al grado académico de Magíster en Gestión Ambiental, cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que establece el Reglamento aprobado para tal efecto.

Atentamente

**Ing. Franklin López Rocafuerte, MSc.
TUTOR**

Guayaquil, 01 septiembre del 2017

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de tesis a mi familia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Facultad de Ingeniería Química por haberme brindado su apoyo en la ejecución del presente trabajo de tesis, así como también a los docentes que me guiaron en el desarrollo de la misma.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de tesis, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

ING. LUIS CARREÑO ALCÍVAR

Tabla de contenido

Resumen.....	XII
Abstract.....	XIII
Introducción.....	1
Capítulo 1.....	3
Planteamiento del problema.....	3
1.1. Formulación del problema.....	5
1.2. Sistematización del problema.....	5
1.3. Objeto de estudio.....	6
1.4. Campo de Investigación.....	6
1.5. Campo de Investigación.....	6
1.6. Objetivo General.....	7
1.7. Objetivos Específicos.....	7
1.8. Justificación.....	7
1.9. Delimitación de la investigación.....	7
1.10. Premisa.....	8
1.11. Consecuencias de los rellenos sanitarios.....	8
1.11.1. Cambios físicos.....	9
1.11.2. Disolución y suspensión de materiales.....	9
1.11.3. Presencia de gases.....	10
1.11.4. Consideraciones generales.....	10
Capítulo 2.....	11
Antecedentes de la investigación.....	11
2.1 Marco teórico.....	13
2.2 Análisis de Amenaza y vulnerabilidad.....	16
2.3 Plan de Manejo Ambiental.....	16
2.4 Remediación.....	17
2.5.1. Análisis y Evaluación de técnicas de remediación.....	17
2.5.2. Técnicas de remediación.....	26
Capítulo 3.....	44
Diseño de la Investigación.....	44
3.2 Tipo de Investigación.....	44
3.2.1. Según las Fuentes:.....	45
3.2.2. Según el Nivel:.....	45
3.2.3. Según la temporalidad:.....	45
3.3 Metodología.....	46
3.4 Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	46

3.4.1	Observación/fotos	46
3.4.2	Encuestas.....	47
3.4.3	Población y Muestra.....	47
3.5	Análisis de los resultados de los instrumentos aplicados.....	47
Capítulo 4.....		55
PROPUESTA.....		55
1.	Extracción con vapor de agua/agua caliente	55
2.	Extracción con aire.	57
3.	Oxidación química	58
Conclusiones y recomendaciones		70
Conclusiones.....		70
Recomendaciones.		72
Bibliografía		73

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: DIAGRAMA DE ISHIKAWA.	3
FIGURA 2: CONDICIONES DE CONTAMINACIÓN QUE LLEVA AL CONFINAMIENTO.	26
FIGURA 3: ZONA DE VERTEDERO.	27
FIGURA 4: MÉTODOS FÍSICOS DE CAPTURA DE LA CONTAMINACIÓN (FUENTE: BRGM)	29
FIGURA 5: MODALIDAD DE EXCAVACIÓN: CON EXCAVADOR O CON MÁQUINA ESPECÍFICA.	31
FIGURA 6: ESTABLECIMIENTO DE UNA PARED DE LECHADA BENTONITA-CEMENTO.	31
FIGURA 7: ESTABLECIMIENTO DE UNA PARED IMPERMEABLE CON GEOMEMBRANA.	33
FIGURA 8: EJEMPLOS DE PANTALLAS DE TABLESTACAS.	34
FIGURA 9: GEOMEMBRANA GEOTEXTIL EN TALUD.	36
FIGURA 10: UBICACIÓN DE LA COOPERATIVA 28 DE AGOSTO.	38
FIGURA 11. PIRÁMIDE DE KENSEL – ECUADOR.	42
FIGURA 12: SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE VAPORES.	55
FIGURA 13: PROCESO DE EXTRACCIÓN DE VAPORES.	55
FIGURA 14: PROCESO DE INYECCIÓN DE AIRE.	57
FIGURA 15: ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN SUGERIDA.	63
FIGURA 16: ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES.	63
FIGURA 17: LÍMITE DE LA BARRERA Y LÍNEA DE PIEZÓMETROS.	64
FIGURA 18: EJEMPLO DE GESTIÓN DE LAS AGUAS PLUVIALES.	65
FIGURA 19: EJEMPLOS DE TUBERÍA DE HORMIGÓN CIRCULAR DIÁMETRO GRANDE, ENTERRADA (IZQUIERDA) O CANAL RECTANGULAR ABIERTO (DERECHA)	66

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: MIEMBROS QUE COMPONEN LA FAMILIA	48
TABLA 2: TIPO DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	48
TABLA 3: EL TIPO DE VIVIENDA.....	49
TABLA 4: TIPO DE VIVIENDA EN QUE HABITA LA FAMILIA.	49
TABLA 5: SERVICIOS BÁSICOS CON LOS QUE SE CUENTAN EN EL SECTOR.	50
TABLA 6: DISPOSICIÓN DE DESECHOS	50
TABLA 7: SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	51
TABLA 8: TIEMPO VIVIENDO EN LA COOPERATIVA.	51
TABLA 9: CONOCIMIENTO DEL SECTOR EN QUE HABITA	52
TABLA 10: LAS ENFERMEDADES MÁS COMUNES QUE HAN PADECIDO LOS INTEGRANTES DE SU FAMILIA EN EL ÚLTIMO AÑO.	52
TABLA 11: ACTIVIDADES PREVENTIVAS REALIZADAS POR AUTORIDADES LOCALES.....	53
TABLA 12: EXISTENCIA DE UNA ORGANIZACIÓN SOCIAL O COMITÉ.....	53
TABLA 13: FUERZA DE LOS OXIDANTES.....	59

Resumen

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en busca una propuesta de remediación de suelo más idónea que se pueda implementar en la Cooperativa 28 de Agosto cuyo asentamiento alberga aproximadamente a 2000 familias. Como punto de partida de esta indagación, fue la ejecución de un diagnóstico del problema de contaminación de suelo con la finalidad de determinar las causas sustantivas y cómo éstas influenciaban en las condiciones de vida y en la seguridad de los habitantes de los terrenos afectados. Adicionalmente, se tomó en consideración la opinión y el sentir de los habitantes acerca de los peligros que los que están expuestos los residentes de este vasto sector. La propuesta es realizable desde los ámbitos económicos y social debido a que quienes se encuentran habitando este terreno no se verán afectadas para la aplicación de la remediación propuesta; el uso de materiales, la técnica aplicable, así como los resultados esperados que permitirán en concreto mejorar la condición de vida de los moradores, evitar la contaminación en los sectores circundantes y por ende proteger el medio ambiente. El desarrollo de la investigación se distribuyó en etapas bien estructuradas las que permitió una adecuada comprensión del mismo, se identifica la problemática que motiva y sustenta la propuesta, se acoge como referencia desarrollos de investigaciones similares, llevando todos estos componentes a establecer la propuesta final más idónea de la investigación.

Palabras claves: Remediación de suelo, medio ambiente, población, contaminación.

Abstract

This research work was developed in search of a more suitable soil remediation proposal that can be implemented in Cooperativa 28 de Agosto, whose settlement houses approximately 2,000 families. As a starting point of this investigation, it was the execution of a diagnosis of the soil contamination problem in order to determine the substantive causes and how these influenced the living conditions and the safety of the inhabitants of the affected lands. Additionally, the opinion and feelings of the inhabitants were taken into consideration about the dangers that the residents of this vast sector are exposed to. The proposal is feasible from the economic and social spheres because those who are living in this area will not be affected for the application of the proposed remediation; the use of materials, the applicable technique, as well as the expected results that will allow in particular to improve the living conditions of the inhabitants, avoid contamination in the surrounding sectors and therefore protect the environment. The development of the research was distributed in well-structured stages which allowed an adequate understanding of it, the problem that motivates and sustains the proposal is identified, similar research developments are taken as a reference, leading all these components to establish the final proposal more ideal of the investigation.

Keywords: Remediation of soil, environment, population, pollution.

Introducción

La contaminación del suelo instituye uno de los problemas más significativo en el mundo actual; la presente investigación aborda la contaminación de las áreas donde se asientan la Cooperativa 28 de agosto, perteneciente al cantón Durán. En estas áreas viven alrededor de diez mil habitantes de diferente condición social cuyas casas y/o viviendas están construidas sobre un terreno que era utilizado como un botadero de basura, el cual no fue cerrado técnicamente, provocando afectaciones a la salud y seguridad de los moradores de este populoso sector. Por tanto, esta indagación tiene como objetivo sustantivo “diseñar un sistema de remediación de suelo pertinente mediante el estudio de posibles alternativas para los asentamientos dados en la Cooperativa 28 de agosto”, estableciendo como premisa que mediante la aplicación de procedimientos, actividades y tareas acertadas, desarrolladas en la presente propuesta, se restringen los niveles de contaminación ambiental, favoreciendo de esta forma el proceso de remediación de suelos y al restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales.

(Bautista, 2005), sostiene que “La operacionalización de las variables se refiere a la definición de las mismas en función del estudio que se realiza, para hacer factible su uso, observación, registro y de ser posible medirlas o cuantificarlas en el proceso investigativo”. Además, se sabe que la dimensión viene proporcionada por los grados o aspectos en que puede cambiar u observarse la variable; para este estudio, sólo se considera las variables independiente y dependiente, respectivamente; en cambio, no se considera variables intervinientes ni de control.

En lo que respecta a los antecedentes de publicaciones relacionadas con la problemática, se recapitula seis artículos científicos de diferentes autores y un trabajo de tesis de postgrado con la finalidad de fundamentar, comprender y ampliar el marco teórico y, por ende, justificación del trabajo investigativo.

En lo relacionado con el método de investigación, se parte de la premisa que se trata de una investigación tipo no experimental, Se ejecuta el diagnóstico, pronóstico y control del pronóstico de la indagación Para llevar a cabo el diagnóstico se utilizó el diagrama de Ishikawa o diagrama de causa-efecto, herramienta de la gestión de la calidad ampliamente manejada para tomar decisiones. Cabe indicar que como instrumento y técnica para la recolección de datos se utiliza una encuesta con el propósito la determinación de conseguir información precisa que garantice la fiabilidad del proceso investigativo, de los resultados y los análisis, correspondientemente.

Los análisis de los resultados se basan en las treinta y seis encuestas que se ejecutan a los habitantes de la Cooperativa. La encuesta está definida con doce preguntas, con opciones de respuestas abiertas y cerradas Cada pregunta tiene su análisis pertinente de forma precisa, concisa y concreta y, ciertas inferencias acerca de los resultados de las respuestas son registradas en otro documento para que sirva como referencia para contextualizar principalmente las recomendaciones.

Finalmente, se hacen conclusiones sustantivas en base a los objetivos específicos de la investigación, de manera especial, sobre los análisis de la información de las encuestas a un grupo de familias residentes en terrenos de la cooperativa referida. Además, se formula una técnica idónea para solucionar este problema social y atenuar las condiciones actuales de vida de los moradores de este populoso sector,

Capítulo 1

Planteamiento del problema

Considerando la situación actual de la cooperativa 28 de Agosto se puede manifestar que ésta tiene menos de 20 años de antigüedad y colinda con la ciudadela El Recreo. Surgió en la zona de un botadero de basura y relleno por quienes se asentaron allí. Hoy alberga a unas 2.000 familias, Con el propósito de regularizar los asentamientos humanos en el Cantón Durán y cumplir con las competencias delegadas a través del COOTAD, se ha podido identificar que en el sector de la cooperativa 28 de Agosto 2, existen viviendas que estaban construidas sobre un área de un antiguo botadero de basura, el cual no fue cerrado cumpliendo el debido protocolo técnico de cierre y abandono, dando como resultado el consiguiente riesgo potencial de afectación a la salud y seguridad de los moradores de este populoso sector.

La Burgomaestre ha solicitado a los moradores paciencia respecto al tema legalización y anunció que el proceso tardará debido a que se realizarán estudios técnicos en esta cooperativa luego de que un informe de la Dirección de Gestión de Riesgos y el Cuerpo de Bomberos de Durán, demostraran que en el subsuelo del lugar existen acumulados gases como metano, butano, entre otros, pues anteriormente, los terrenos de esta cooperativa fueron utilizados como un botadero de basura a cielo abierto; consecuentemente, el sector no es apto para poder vivir. Asimismo, autoridades de Durán condenaron que administraciones anteriores hayan permitido asentamientos humanos en el lugar y, lo peor, haber invertido más de dos millones de dólares en obras de infraestructura básica.

Diagnóstico.- Para determinar las principales causas y realizar la diagnosis actual con pertinencia de los suelos de la Cooperativa 28 de Agosto se utilizó el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de causa-efecto. (Alcalde San Miguel. P, 2008), sustenta que “el diagrama causa-

efecto es una herramienta que nos ayuda a estudiar de forma estructurada todas las posibles causas que pueden producir variaciones de un proceso”.

Seguidamente, se incluye el diagrama de causa-efecto para determinar las potenciales causas del problema abordado en esta indagación.

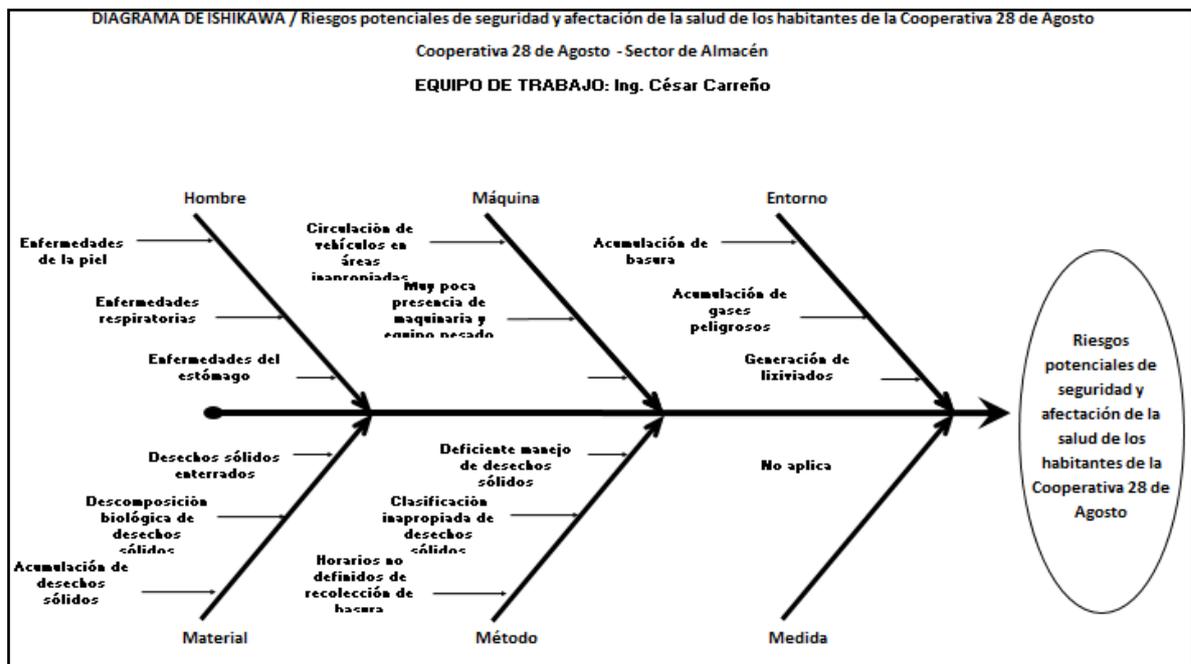


FIGURA 1: Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Herramienta de causa-efecto de áreas de la Cooperativa 28 de agosto.

Pronóstico.- Dentro de unas pruebas con explosímetros que hizo el Cuerpo de Bomberos de Durán, se identificó que existe metano en baja concentración; de todas formas, se conoce que aunque haya una muy baja concentración de metano, el riesgo de explosión persiste. Además, en ciertas áreas se identificó la presencia de gas amoníaco, muy irritante para el sistema respiratorio. Consecuentemente, hay evidencias significativas de la presencia de gases peligrosos bajo un suelo donde hay aproximadamente unas dos mil familias. Por último, hay muchas quejas ciudadanas en la cooperativa 28 de Agosto por malos olores, lo cual está ligado a desperdicios enterrados, creando no sólo condiciones de insalubridad sino que pueden

ocasionar afectaciones en la salud de los habitantes perteneciente a este poblado sector, así como ocasionar posibles incendios de gran magnitud.

Control del pronóstico.- El plan de remediación ambiental del terreno en donde se asienta la cooperativa 28 de Agosto, en Durán, podría ser una de las alternativas a ser considerada para minimizar el problema existente; por tanto, es importante precisar con eficacia los “términos de referencia” del estudio de una posible remediación de las zonas afectadas. La reubicación de toda la cooperativa podría ser otra solución viable, aunque no se conoce con certeza cuál era el perímetro del antiguo botadero, que, sin embargo, no abarcaría a todo el asentamiento popular.

1.1. Formulación del problema

¿Qué implicación tiene el asentamiento de viviendas construidas sobre un área de un antiguo botadero de basura en la Cooperativa 28 de agosto del Cantón Durán?. ¿Hay la probabilidad de que ejecutando ciertos trabajos técnicos de remediación y tomando medidas correctivas y de mejoras, disminuya el potencial de afectación a la salud y seguridad de los moradores de este sector y evitar daños colaterales irreversibles al medioambiente?.

1.2. Sistematización del problema

¿El habitar en viviendas asentadas sobre áreas de un antiguo botadero de basura provocaría en las personas enfermedades crónicas? ¿La contaminación de los suelos es debido a las descargas de sustancias tóxicas y a la falta de control por parte de la autoridad ambiental? ¿Un estudio técnico de remediación de suelo pertinente ayudaría a minimizar los potenciales riesgos de los habitantes de la cooperativa referida? ¿La aplicación de la técnica propuesta contaría con el apoyo de las personas y sectores afectados con la medida?

1.3.Objeto de estudio

Esta indagación aborda como objeto de estudio la contaminación ambiental debido a que existe en el ambiente de la Cooperativa 28 de Agosto, la presencia de agentes físicos, químicos o biológicos, o bien una combinación de éstos, en formas y concentraciones, que pueden ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población que habita en el referido lugar.

1.4.Campo de Investigación

El campo de investigación está relacionado con la remediación de suelos contaminados que puede realizarse por oxidación química mediante el uso de oxidantes fuertes, como peróxido de hidrógeno, gas ozono, permanganato de potasio o persulfatos. Es importante reflexionar que la remediación significa dar remedio; en otras palabras, el término se refiere a la remoción de contaminación o contaminantes del medio ambiente, por ejemplo, suelo, aguas subterráneas, sedimento o aguas de la superficie para la protección general de la salud humana y del ambiente, o de tierras provistas para el desarrollo social.

1.5. Campo de Investigación

El campo de investigación está relacionado con la remediación de suelos contaminados que puede realizarse por oxidación química mediante el uso de oxidantes fuertes, como peróxido de hidrógeno, gas ozono, permanganato de potasio o persulfatos. Es importante reflexionar que la remediación significa dar remedio; en otras palabras, el término se refiere a la remoción de contaminación o contaminantes del medio ambiente, por ejemplo, suelo, aguas subterráneas, sedimento o aguas de la superficie para la protección general de la salud humana y del ambiente, o de tierras provistas para el desarrollo social.

1.6.Objetivo General

Diseñar un sistema de remediación de suelo pertinente mediante el estudio de posibles alternativas para los asentamientos dados en la Cooperativa 28 de agosto del Cantón Durán.

1.7.Objetivos Específicos

- 1) Realizar el diagnóstico del estado actual de los asentamientos localizados en la Cooperativa 28 de agosto del cantón Durán con la finalidad de entender las causas sustantivas el problema.
- 2) Diseñar la indagación estimando la fuente, el esquema, el nivel y la temporalidad para fundamentar la metodología utilizada
- 3) Realizar encuestas a los habitantes de la Cooperativa mencionada para analizar los resultados y sustentar la propuesta oportuna de remediación.
- 4) Proponer un sistema de remediación de suelo apropiado con la finalidad de que cumpla con las necesidades de los habitantes de la cooperativa referida.

1.8.Justificación

Evaluar la situación actual y plantear los sistemas de remediación necesarios. A partir de los hallazgos de impactos, riesgos y daños ambientales, se propondrá mecanismos efectivos de remediación.

1.9.Delimitación de la investigación

La presente investigación fue delimitada de la siguiente manera:

Delimitación espacial

País: Ecuador.

Región: Costa.

Provincia: Guayas.
Ciudad: Guayaquil.
Organización: Actualmente asentamiento poblacional
Sector:
Actividad principal: Antiguo botadero Municipal
Ubicación: Cooperativa 28 de Agosto

Delimitación temporal.

El estudio de la situación medioambiental y sanitaria fue desarrollado en la Cooperativa 28 de Agosto del cantón Durán. Toda información que se requiera para la elaboración del proyecto será recopilada luego del estudio, la información secundaria a partir de fuentes bibliográficas como guías técnicas, proyectos, revistas y libros sobre análisis de riesgos y técnicas de remediación ambiental.

1.10. Premisa

Mediante la aplicación de procedimientos, actividades y tareas desarrolladas en el presente proyecto se restringen los niveles de contaminación ambiental, favoreciendo de esta forma a la remediación y al restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

1.11. Consecuencias de los rellenos sanitarios.

Los residuos sólidos manuales que se encuentran confinados como relleno sanitario generan de una manera interna cambios físicos, químicos y biológicos, los que se describen brevemente a continuación.

1.11.1. Cambios físicos.

A medida que el relleno se compacta de forma natural como es lo que ha ocurrido en la cooperativa 28 de agosto, los gases se expanden dentro y fuera del relleno asociando con la actividad natural del agua y la descomposición de la materia orgánica, es de vital importancia conocer esta incidencia para tratar de controlar y mantener estas actividades de manera que no afecten a la salud y riesgos de los pobladores de la cooperativa donde se realiza la investigación.

La generación de lixiviados y también gases hace que el biogás que se ha generado y que está atrapado genere una presión que causa resquebrajamiento en la cubierta del terreno, por esta situación el agua de lluvia ingresa de manera más rápida al relleno todo esto provoca como lo mencionamos anteriormente generación de lixiviados y gases, a su vez estos producen asentamientos diferenciales y hundimientos, desestabilizando los terraplenes como consecuencia de aumento de peso de los desechos.

1.11.2. Disolución y suspensión de materiales.

Se llevan a cabo por las reacciones químicas que se dan en el relleno sanitario, la disolución y suspensión de los materiales y la conversión biológica de los líquidos infiltrados de los rellenos, las altas temperaturas internas provocan la evaporación de compuestos químicos y del agua.

Los materiales orgánicos descompuestos se pueden transportar fuera de la zona de los rellenos sanitarios para posterior tratamiento.

El proceso que se debe de efectuar para la descomposición inicia por la presencia de oxígeno, al quedar cubierto los residuos, el oxígeno se consume por la actividad biológica y se comienza a consumir por la actividad biológica.

Al descomponerse los desechos se producen un lixiviado, es importante desviar las aguas lluvias porque estas aumentan el volumen de basura, el objetivo es de evitar el incremento de lixiviado, estas pueden contaminar pozos, corrientes de agua limpia en los sectores aledaños.

1.11.3. Presencia de gases.

La descomposición de los residuos orgánicos produce también gases, la acción de los microorganismos en la descomposición se realiza en dos etapas como son la aerobia con el oxígeno presente en el aire contenido en las grietas o aberturas de los residuos enterrados, son consumidos inmediatamente.

La anaerobia es la que no existe circulación de oxígeno, las mismas que producen por este efecto o acción cantidades considerables de metano (CH_4) que es el de mayor interés por ser explosivo y no se puede detectar a simple vista ya que es inodoro e incoloro, estos se pueden acumular en los espacios vacíos del relleno, por lo que al existir fisuras o grietas pueden escaparse a la superficie, si este gas migra a áreas vecinas, el riesgo de una explosión es muy probable, con las consecuencias que puede ocasionar, también se genera dióxido de carbono (CO_2) entre los más representativos.

1.11.4. Consideraciones generales.

Para establecer un relleno sanitario en su ejecución y mantenimiento, se debe de estar monitoreando de una manera constante para así mantener el nivel requerido de seguridad y confiabilidad, partiendo de la calidad en la infraestructura del relleno acompañado de buena operatividad y constante, acompañada de acciones coordinadas como son recubrimiento de los desechos y compactación para garantizar las condiciones óptimas del relleno.

Capítulo 2

Antecedentes de la investigación

Es importante recalcar que trabajos similares han sido propuestos con anterioridad por otros autores, motivo por el cual se cita los trabajos más destacados:

Artículo científico: Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera.

Resumen: El objetivo del estudio fue evaluar la contaminación en el suelo por Plomo, Cadmio, Cinc y Arsénico a diferentes distancias y niveles de profundidad y determinar su relación con características físico-químicas. El área se encuentra en San Francisco del Oro, Chih, en el área de influencia de la presa de Jales la cual es un área de confinamiento de los desechos de la industria minera, abarcó 3 km lineales en dirección de vientos dominantes a partir de la fuente de contaminación. Se extrajeron 30 muestras de suelo para análisis de concentraciones de metales y de características físico-químicas a tres diferentes profundidades: 0-40, 40-60 y 60-80 cm en 10 sitios la distancia entre sitios fue de 300 m. (Puga, 2006).

Artículo científico: Potencial de la biorremediación de suelo y agua impactados por petróleo en el trópico mexicano.

Resumen: En este artículo se evalúa la tecnología de biorremediación para el tratamiento de sitios contaminados con petróleo en el trópico mexicano. Se describen brevemente su origen, principios básicos, aplicación correcta y limitaciones, y el empleo adecuado de productos bacterianos comerciales. Se estudia el potencial de la biorremediación en ecosistemas tropicales y se presentan varios estudios relacionados con la biorremediación. (Adams Schroeder, 1999)

Artículo científico: Electro remediación de suelos contaminados, una revisión técnica para su aplicación en campo.

Resumen: El presente artículo ofrece una revisión técnica sobre la tecnología de electro remediación para la restauración de suelos contaminados con compuestos orgánicos e inorgánicos, se presenta el fundamento técnico, los mecanismos para remoción del contaminante, los factores principales que influyen en el proceso, las variantes electrocinéticas utilizadas para mejorar su rendimiento, así como una visión sobre su aplicación en campo. (De la Rosa-Pérez, julio-septiembre 2017)

Artículo científico: Empleo de polímeros naturales como alternativa para la remediación de suelos contaminados por metales pesados.

Resumen: En este trabajo se realizaron ensayos para estudiar la absorción y la distribución de metales pesados (Cu) en plántulas de tomates tratadas con polímeros naturales (oligogalacturónidos, Ogal) cultivadas en un medio con niveles tóxicos de cobre. También se analizaron los metales asimilables en el suelo con el fin de determinar el efecto residual y la movilidad de estos elementos. Los resultados evidenciaron que el empleo de la mezcla de oligogalacturónidos contrarresta el efecto de la toxicidad por metales pesados y produjo cambios en el patrón de acumulación de metales en las plantas tratadas con polímeros naturales, aun cuando la baja movilidad y la biodisponibilidad de los metales pesados se deben principalmente a las características del suelo. (Cartaya, O.E., & Reynaldo, I., & Peniche, C., Febrero 2011)

Artículo científico: Evaluación de la eficiencia de un inóculo enzimático como acelerador del proceso landfarm en biorremediación de suelos contaminados con diésel y bunker a escala piloto.

Resumen: Los avances tecnológicos en el desarrollo de enzimas capaces de degradar muchos compuestos ha llevado a que se creen consorcios específicos para la degradación de distintos tipos de hidrocarburos ligadas a las condiciones de la parroquia el Reventador, además de establecer las condiciones apropiadas para que las enzimas tengan mayor grado de remoción de hidrocarburos. Se utilizaron diferentes tipos de concentraciones de enzima, volumen de hidrocarburo en el suelo. Para determinar la tasa de remoción de hidrocarburo en el suelo, se elaboraron curvas de cinética mediante las concentraciones iniciales y finales en función del tiempo. (Marcillo Tipán, 2014)

Tesis de postgrado: Remediación de suelos contaminados con fenantreno por oxidación química.

Resumen: Se probaron varios oxidantes químicos en la búsqueda de métodos químicos alternativos que degraden eficientemente al fenantreno contenido en un suelo contaminado de dos años, en el cual la presencia de los oxidantes químicos promuevan la degradación del mismo sin afectar a la comunidad ni a la población microbiana nativa del suelo. Se hicieron seis tratamientos: persulfato de amonio (PSN), agregados sucesivos de persulfato de amonio (PSN Suc), peróxido de hidrógeno (H_2O_2), peróxido de hidrógeno catalizado con hierro complejoado con etilendiamintetraacético (EDTA) ($H_2O_2/Fe:EDTA$), persulfato de amonio catalizado con hierro complejoado con EDTA (PSN/ $Fe:EDTA$) y permanganato de potasio ($KMnO_4$) contrastando con un control biológico. (Villalba Villalba, 2013)

2.1 Marco teórico

La rehabilitación de suelos contaminados comprende un conjunto de procedimientos que, mediante la contención, retirada o destrucción de las sustancias contaminantes, permite la recuperación total o parcial de las funciones del suelo. El gran número de técnicas existentes

puede agruparse en función de sus características de operación o finalidad. Así, según el objetivo del tratamiento, un grupo está formado por las tecnologías de inmovilización o contención de los contaminantes, mientras que otro comprende los diferentes tratamientos para eliminarlos, mediante su retirada (lavado, extracción de vapores, arrastre con vapor, etc.) o su transformación (incineración, vitrificación, biodegradación, etc.).

Por otro lado, de acuerdo con la ubicación del suelo durante su tratamiento, existen dos tipos de técnicas, las que se aplican sobre el suelo contaminado en su posición de origen, *in situ*, y las que se emplean con posterioridad a la excavación del terreno, *ex situ*. Además, los tratamientos *ex situ* pueden llevarse a cabo sobre el propio terreno (*on site*) o en otro lugar (*off site*). Los tratamientos *ex situ* presentan, entre otros inconvenientes, la emisión incontrolada de partículas o vapores provocada por la excavación y la dificultad de llevarla a cabo si la contaminación se extiende cerca de tuberías, líneas eléctricas o cimentaciones de edificios. Otro inconveniente es el encarecimiento derivado de ésta y del transporte, si el tratamiento se efectúa fuera del emplazamiento, así como de los costes del vertido del suelo y del material de relleno, si éste se deposita en un vertedero. A pesar de todos estos inconvenientes los tratamientos *ex situ* todavía se utilizan con cierta asiduidad porque la excavación es fácil de llevar a cabo, puede ser efectuada rápidamente y es capaz de eliminar la contaminación de forma clara y demostrable, garantizando la ausencia de responsabilidad legal en el futuro.

En cualquier caso, existe una clara evolución hacia un empleo creciente de las técnicas de descontaminación, mediante retirada o destrucción de los contaminantes, frente a la inmovilización o contención, así como de la aplicación de las técnicas *in situ* frente a su aplicación *ex situ*. Los tratamientos de inmovilización o contención de los contaminantes pueden consistir desde el empleo de barreras impermeables hasta la estabilización química. La contención puede ser un procedimiento eficaz y económico para lograr la disminución del riesgo al impedir la migración de los contaminantes. Sin embargo, dado que no produce su

eliminación, si los resultados no son satisfactorios, se puede incurrir en futuras responsabilidades legales.

Por su parte, la rehabilitación mediante la retirada de los contaminantes consiste en su extracción del suelo, excavado o no, por arrastre en el seno de una fase gaseosa (contaminantes volátiles y semivolátiles) o líquida, utilizándose como vehículos de transporte el aire, vapor de agua y disoluciones acuosas, entre otros, que se ponen en contacto con el suelo contaminado. Como fuerzas impulsoras del movimiento de dichas fases fluidas se utilizan gradientes de presión o diferencias de potencial eléctrico.

Los tratamientos de descontaminación que persiguen la eliminación del riesgo mediante la transformación de los contaminantes del suelo en productos no peligrosos emplean fundamentalmente procesos térmicos o biológicos. Los procesos térmicos más conocidos son la incineración y la vitrificación. La incineración opera calentando el suelo excavado hasta temperaturas a las cuales se produce, primero, la volatilización de los contaminantes y, después, su destrucción por oxidación térmica. Durante la vitrificación (aplicada *ex situ* o *in situ*) se calienta el suelo hasta temperaturas tan elevadas como para producir su fusión, generando una masa vítrea inerte donde se retienen la mayor parte de los contaminantes inorgánicos, al tiempo que los contaminantes orgánicos son destruidos por pirólisis o combustión.

Los procesos biológicos persiguen la biotransformación de los contaminantes en productos inocuos. Dichos procesos permiten el tratamiento tanto de la zona saturada del suelo como de la zona insaturada, y pueden aplicarse sobre el suelo excavado y el agua subterránea bombeada a la superficie o *in situ*. La rehabilitación biológica de los suelos presenta, normalmente, la ventaja de producir una menor alteración de las características naturales de los mismos que la mayoría de las otras técnicas. Su inconveniente suele ser su lentitud, sobre todo si se trata de procesos anaerobios, mientras que, cuando se trata de tratamientos aerobios, en general más recomendables, suelen aparecer dificultades en el suministro del oxígeno necesario.

No existe una técnica claramente superior en prestaciones a las demás, sino que su competitividad depende básicamente del binomio suelo-contaminante. Es decir, solamente tras el conocimiento de las características del vertido, del contaminante y del medio físico implicados, resulta posible seleccionar el procedimiento idóneo para la rehabilitación de un suelo contaminado.

2.2 Análisis de Amenaza y vulnerabilidad

El grado de riesgo al que está expuesto un país o un grupo de la población cuando sobreviene un evento violento depende de la combinación de dos factores: la amenaza y la vulnerabilidad. Por lo tanto, para definir el riesgo, se requiere diagnosticar las amenazas así como la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

La vulnerabilidad de una comunidad, en su infraestructura, en su población y en sus recursos, se caracteriza por la predisposición a ser dañada por una amenaza específica o un conjunto de amenazas y se mide en función de la probabilidad, tipo y extensión de los daños sociales, económicos, físicos, ambientales, ecológicos, entre otros. Dependiendo del tipo de vulnerabilidad estudiada, se aplicará la una o la otra metodología y se involucrarán a las disciplinas correspondientes.

2.3 Plan de Manejo Ambiental

El este apartado se describirán las acciones a tomar para reducir, controlar, mitigar los impactos negativos y potenciar aquellos impactos positivos identificados para este proyecto y que conformarán el Plan de Manejo Ambiental (PMA).

El PMA se estructurará basado en la normativa ambiental vigente y estará conformado por un total de 9 subplanes que se enlistan a continuación:

1. Plan de Prevención y Mitigación de impactos

2. Plan de Manejo de Desechos
3. Plan de Comunicación y Capacitación
4. Plan de Relaciones Comunitarias
5. Plan de Contingencias
6. Plan de Seguridad y Salud Ocupacional
7. Plan de Monitoreo y Seguimiento
8. Plan de Rehabilitación de Áreas afectadas
9. Plan de Cierre y Abandono del área

Cada subplan se desarrollará en un formato de matriz donde se describirá el objetivo, responsable, lugar de aplicación, responsable, aspecto e impacto ambiental, la medida propuesta, su indicador y medio de verificación y finalmente el plazo de ejecución de cada medida.

En los numerales subsecuentes se desglosan los diferentes subplanes con sus respectivas medidas ambientales.

2.4 Remediación.

2.5.1. Análisis y Evaluación de técnicas de remediación.

El objetivo de la remediación es aislar el macizo de desechos residuales de su medio ambiente con el fin de que no tenga más transferencia de contaminación.

Durante la fase 1 de los estudios, se determinó que la actividad de degradación orgánica de los desechos residuales bajo la Cooperativa era casi inexistente y que no había por lo tanto más producción de biogás en el sitio. El solo flujo posible de contaminación que hay que considerar es por lo tanto a través del agua. La demostración de que los impactos de origen sanitarios y medioambientales hacia la población, hicieron concluir que la conservación del macizo de

desechos en sitio era la solución más adecuada. Esta opción, confirmada por la Municipalidad, necesita la elección de técnicas de remediación adaptadas a la situación.

Tipos de contaminación ambiental

Contaminación del agua: es la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales, y de otros tipos o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Contaminación del suelo: es la incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, desechos tóxicos, productos químicos, y desechos industriales. La contaminación del suelo produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos.

Contaminación del aire: es la adición dañina a la atmósfera de gases tóxicos, CO, u otros que afectan el normal desarrollo de plantas, animales y que afectan negativamente la salud de los humanos.

Causas de la contaminación ambiental

- Desechos sólidos domésticos
- Desechos sólidos industriales
- Exceso de fertilizante y productos químicos
- Tala
- Quema
- Basura
- El monóxido de carbono de los vehículos
- Desagües de aguas negras o contaminadas al mar o ríos.

Contaminación ambiental según el contaminante

Contaminación química: refiere a cualquiera de las comentadas en los apartados anteriores, en las que un determinado compuesto químico se introduce en el medio.

Contaminación radiactiva: es aquella derivada de la dispersión de materiales radiactivos, como el uranio enriquecido, usados en instalaciones médicas o de investigación, reactores nucleares de centrales energéticas, munición blindada con metal aleado con uranio, submarinos, satélites artificiales, etc., y que se produce por un accidente (como el accidente de Chernóbil), por el uso ó por la disposición final deliberada de los residuos radiactivos.

Contaminación térmica: refiere a la emisión de fluidos a elevada temperatura; se puede producir en cursos de agua. El incremento de la temperatura del medio disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua.

Contaminación acústica: es la contaminación debida al ruido provocado por las actividades industriales, sociales y del transporte, que puede provocar malestar, irritabilidad, insomnio, sordera parcial, etc.

Contaminación electromagnética: es la producida por las radiaciones del espectro electromagnético que afectan a los equipos electrónicos y a los seres vivos.

Contaminación lumínica: refiere al brillo o resplandor de luz en el cielo nocturno producido por la reflexión y la difusión de la luz artificial en los gases y en las partículas del aire por el uso de luminarias ó excesos de iluminación, así como la intrusión de luz o de determinadas longitudes de onda del espectro en lugares no deseados.

Contaminación visual: se produce generalmente por instalaciones industriales, edificios e infraestructuras que deterioran la estética del medio.

Prevención de la contaminación ambiental

- No quemar ni talar plantas
- Controlar el uso de fertilizantes y pesticidas

- No botar basura en lugares inapropiados
- Regular el servicio de aseo urbano
- Crear conciencia ciudadana
- Crear vías de desagües para las industrias que no lleguen a los mares ni ríos utilizados para el servicio o consumo del hombre ni animales
- Controlar los derramamientos accidentales de petróleo
- Controlar los relaves mineros.

Efectos de la contaminación ambiental

Expertos en salud ambiental y cardiólogos de la Universidad de California del Sur (EE.UU), acaban de demostrar por primera vez lo que hasta ahora era apenas una sospecha: la contaminación ambiental de las grandes ciudades afecta la salud cardiovascular. Se comprobó que existe una relación directa entre el aumento de las partículas contaminantes del aire de la ciudad y el engrosamiento de la pared interna de las arterias (la "íntima media"), que es un indicador comprobado de aterosclerosis.

El efecto persistente de la contaminación del aire respirado, en un proceso silencioso de años, conduce finalmente al desarrollo de afecciones cardiovasculares agudas, como el infarto. Al inspirar partículas ambientales con un diámetro menor de 2,5 micrómetros, ingresan en las vías respiratorias más pequeñas y luego irritan las paredes arteriales. Los investigadores hallaron que por cada aumento de 10 microgramos por metro cúbico de esas partículas, la alteración de la pared íntima media de las arterias aumenta un 5,9 %. El humo del tabaco y el que en general proviene del sistema de escape de los autos producen la misma cantidad de esas partículas. Normas estrictas de aire limpio contribuirían a una mejor salud con efectos en gran escala.

Otro de los efectos es el debilitamiento de la capa de ozono, que protege a los seres vivos de la radiación ultravioleta del Sol, debido a la destrucción del ozono estratosférico por Cl y Br

procedentes de la contaminación; o el calentamiento global provocado por el aumento de la concentración de CO₂ atmosférico que acompaña a la combustión masiva de materiales fósiles. Lastimosamente los empresarios y sus gobiernos no se consideran parte de la naturaleza ni del ambiente que le rodean, ni toman ninguna conciencia de los daños que hacen al planeta, e indirectamente a sí misma, al mismo ritmo con que los produce; salvo el retirar sus contaminantes de sus regiones:

- Deteriora cada vez más a nuestro planeta
- Atenta contra la vida de plantas, animales y personas
- Genera daños físicos en los individuos
- Convierte en un elemento no consumible al agua
- En los suelos contaminados no es posible la siembra.

Cambios climáticos por la contaminación ambiental

El cambio climático, inducido por la actividad del ser humano, supone que la temperatura media del planeta aumentó 0,6 grados en el S.XX. La temperatura media del planeta subirá entre 1,4 y 5,8 grados entre 1990 y 2100. En el mismo período, el nivel medio del mar aumentará entre 0,09 y 0,88 metros. El aumento del S.XX no se ha dado en ninguno de los últimos diez siglos.

El cambio climático acelerará la aparición de enfermedades infecciosas, como las tropicales, que encontrarán condiciones propicias para su expansión, incluso en zonas del Norte. La Organización Mundial de la Salud advirtió que es probable que los cambios locales de temperaturas y precipitaciones creen condiciones más favorables para los insectos transmisores de enfermedades infecciosas, como la malaria o el dengue.

La atmósfera actúa como una trampa térmica y este efecto invernadero aumenta con la concentración de gases como el CO₂. La actividad humana, la deforestación y, sobre todo, la

quemado de combustibles fósiles incrementan la presencia de este gas en el aire. La concentración atmosférica de CO₂ se ha incrementado en un 31% desde 1750.

La cubierta de nieve y hielo ha disminuido en un 10% desde finales de los 60. Igualmente, se observa una reducción de los glaciares a lo largo del S.XX. Ha aumentado la temperatura superficial del océano y el nivel del mar entre 0,1 y 0,2 m. en el S.XX (y que irá en aumento amenazando de inundar a ciertos países). También se registran cambios en el régimen de lluvias, en la cubierta de nubes y en el patrón de ocurrencia de fenómenos como la corriente cálida de El Niño, que se ha vuelto más frecuente. Tal aumento puede conducir a una mayor incidencia de enfermedades transmitidas por el agua, como el cólera, y de las relacionadas con toxinas, como el envenenamiento por mariscos.

La única forma de frenar la modificación del clima es reducir drásticamente las emisiones de gases invernadero, como el CO₂. Es necesario presionar a los gobiernos y empresas mundiales, básicamente, para que reduzcan las emisiones de CO₂.

La incineración de los residuos es una fuente muy importante de contaminación ambiental pues emite sustancias de elevada toxicidad, a la atmósfera y genera cenizas también tóxicas. Al contaminar, pues, el aire que respiramos, el agua que bebemos y nuestros alimentos, la incineración afecta gravemente a nuestra salud.

Entre los compuestos tóxicos destacan -principalmente- metales pesados y las dioxinas. Estas últimas son extremadamente tóxicas, persistentes y acumulativas en toda la cadena alimentaria. Son sustancias cancerígenas y que alteran los sistemas inmunitario, hormonal, reproductor y nervioso. En consecuencia, las empresas y las Administraciones deben invertir sus esfuerzos económicos y personales en desarrollar otras alternativas.

Destrucción del ozono

El dióxido de carbono y el efecto invernadero están calentando el planeta. La destrucción del ozono debido a las actividades humanas ha llegado ya al punto en que los dañinos rayos solares,

los ultravioletas B, llegan, en grandes zonas de la superficie terrestre, a niveles capaces de causar extensos daños a la vida.

Las dosis cada vez mayores de UV-B amenazan la salud y el bienestar humano, las cosechas, los bosques, las plantas, la vida salvaje y marina. Se ha producido una elevación de la tasa de cáncer de piel. La exposición a la radiación UV-B reduce la efectividad del sistema inmunológico.

Hay que prohibir la fabricación y uso de todos los compuestos destructores del ozono. La falta de agua, efecto del calentamiento del planeta, amenaza seriamente los medios de subsistencia de más de 1200 millones de personas, la cuarta parte de la población mundial. A pesar de las crecientes preocupaciones respecto a estos temas, las medidas de ámbito internacional encuentran escollos insalvables para su aplicación a causa del desarrollismo incontrolado, del consumismo y la miopía de los dirigentes políticos, cautivos de los intereses y la codicia de los clanes financieros.

Contaminación ambiental industrial

La apertura de galerías mineras que favorecen las infiltraciones de sal potasa, por ejemplo, en el terreno; los gases tóxicos que se disuelven en el agua de las precipitaciones y la potencial ruptura accidental de las canalizaciones de las industrias de transformación; los vertidos de aguas con metales pesados, cadmio, plomo, arsénico y compuestos orgánicos de síntesis; el almacenamiento deficiente de productos químicos; los gases de los escapes y aceites en la carretera de los transportes; la polución térmica por agua caliente de las centrales nucleares; el arrojado de desperdicios en el mar de los buques.

Contaminación ambiental urbana

La relación del hombre con su ambiente se ha visto afectada también por el proceso urbanístico, lo que ha llevado a la destrucción de áreas verdes para dar paso a nuevas construcciones habitacionales, donde las áreas recreativas son cada vez más escasas.

La migración del campo a la ciudad trae consigo insuficiencia de servicios públicos (agua, luz, transporte) y bajo nivel de vida de un elevado porcentaje de la población urbana.

La contaminación sónica en algunas ciudades es muy aguda: vehículos, aviones, maquinarias, etc. El ruido produce efectos psicológicos dañinos como son interrumpir el sueño (cuando la intensidad supera los 70 decibelios), disminuir el rendimiento laboral y provocar un constante estado de ansiedad. Se dice que las generaciones jóvenes de hoy serán futuros sordos, pues cada vez es mayor el ruido de las ciudades.

La contaminación del agua depurada por canalizaciones obsoletas y a la disolución de barros de depuración en el tratamiento del agua; la contaminación de las aguas domésticas; la fuga de materia orgánica fermentable de las fosas sépticas; el vertido de aguas usadas no depuradas del alcantarillado; los vertidos de aguas de las coladas (fosfatos); el lavado de los suelos urbanos saturados de contaminantes diversos; la filtración de productos nocivos debida a descargas.

Residuos no biodegradables

Los desechos que en la actualidad han cobrado más relevancia son los derivados de la Energía Atómica. Los desechos radiactivos constituyen una amenaza para el hombre porque no pueden ser eliminados; la única forma de salir de ellos es almacenándolos en depósitos especiales, pero como la vida radiactiva de esos desechos es larga continúan siendo un peligro. En la actualidad se piensa evacuar estos productos en pozos perforados en el suelo, dentro de cajas de paredes fuertes de plomo, de modo que puedan ser incorporados a los ciclos biológicos.

Actualmente para la eliminación de basura se utiliza:

- El relleno sanitario: enterrando la basura comprimida en grandes desniveles.
- Incineración: este método es muy útil, puede generar electricidad y calor, tiene la desventaja de que produce residuos incombustibles y además contamina el aire.
- Reciclaje: es el más conveniente, por este medio se recuperan materiales como: el vidrio, el papel, el cartón, la chatarra y los envases de metal. También se pueden producir a partir del reciclaje de la basura alimentos para animales y abonos agrícolas, utilizando los desechos de origen orgánico previamente escogidos, como: grasa, huesos, sangre.

El equilibrio ecológico.- Es el resultado de la interacción de los diferentes factores del ambiente, que hacen que el ecosistema se mantenga con cierto grado de estabilidad dinámica. La relación entre los individuos y su medio ambiente determinan la existencia de un equilibrio ecológico indispensable para la vida de todas las especies, tanto animales como vegetales.

Los efectos más graves han sido los ocasionados a los recursos naturales renovables: El Agua, El Suelo, La Flora, La Fauna y El Aire. El gran desarrollo tecnológico e industrial ha sobrepasado la capacidad de la naturaleza para restablecer el equilibrio natural alterado y el hombre se ha visto comprometido.

El mayor problema de las comunidades humanas es hoy en día la basura, consecuencia del excesivo consumo. Los servicios públicos se tornan insuficientes y la cantidad de basura como desecho de esa gran masa poblacional adquiere dimensiones críticas y ha perturbado los ecosistemas.

Los desperdicios de los alimentos y materias orgánicas contenidos en la basura, constituyen un problema de salud porque son criaderos de insectos, responsables de la transmisión de enfermedades como Gastroenteritis, Fiebre Tifoidea, Paludismo, Encefalitis, etc...; atrae las

ratas que intervienen en la propagación de la Peste Bubónica, el tifus, Intoxicaciones Alimenticias y Otras.

Actividades económicas y contaminación ambiental

Las actividades económicas son parte esencial de la existencia de las sociedades, ellas permiten la producción de riquezas, el trabajo de los individuos y generan los bienes y servicios que garantizan su bienestar social. Las actividades económicas son cada día más complejas y requieren del uso y tecnologías más avanzadas, con el objeto de mantener la productividad competitiva en un mercado cada vez más exigente. En la actualidad, muchas actividades económicas son fuente permanente de contaminación.

De esta forma se nos presenta el problema de la necesidad de mantener y ampliar nuestras actividades económicas por el significado social que ellas tienen en la generación de riquezas; pero al mismo tiempo debemos tomar conciencia sobre la contaminación ambiental que éstas causan, para buscar soluciones y mantener el equilibrio ecológico y ambiental.

2.5.2. Técnicas de remediación

Las técnicas para la remediación de los suelos contaminados pueden clasificarse, por lo general, en tres grandes categorías.

Estas categorías incluyen las técnicas de tratamiento:

1. Ex situ (que es la extracción de desechos correspondiente al escenario 1 considerado en la fase 1 del Estudio),
2. In situ, en el sitio en las cuales se encuentran procesos físico-químicos, térmicos y/o biológicos, y,
3. El confinamiento que no incluye ningún tratamiento, utilizando barreras físicas que permitan detener las migraciones subterráneas horizontales de los contaminantes que pueden ser trasladados en forma pura por las aguas subterráneas, en forma disuelta en

caso de lixiviación de la zona contaminada o en una de estas dos formas por la filtración del agua en el suelo.

El este caso se puede encontrar las tres formas de contaminación anteriormente referidas. Así, la técnica de contención parece adecuada, ya que permite controlar el vector de propagación de los contaminantes.

En referencia al documento "Procesos de confinamiento aplicadas a los lugares contaminados" (BRGM, 1999), la elección del confinamiento se efectuará según la lógica siguiente:

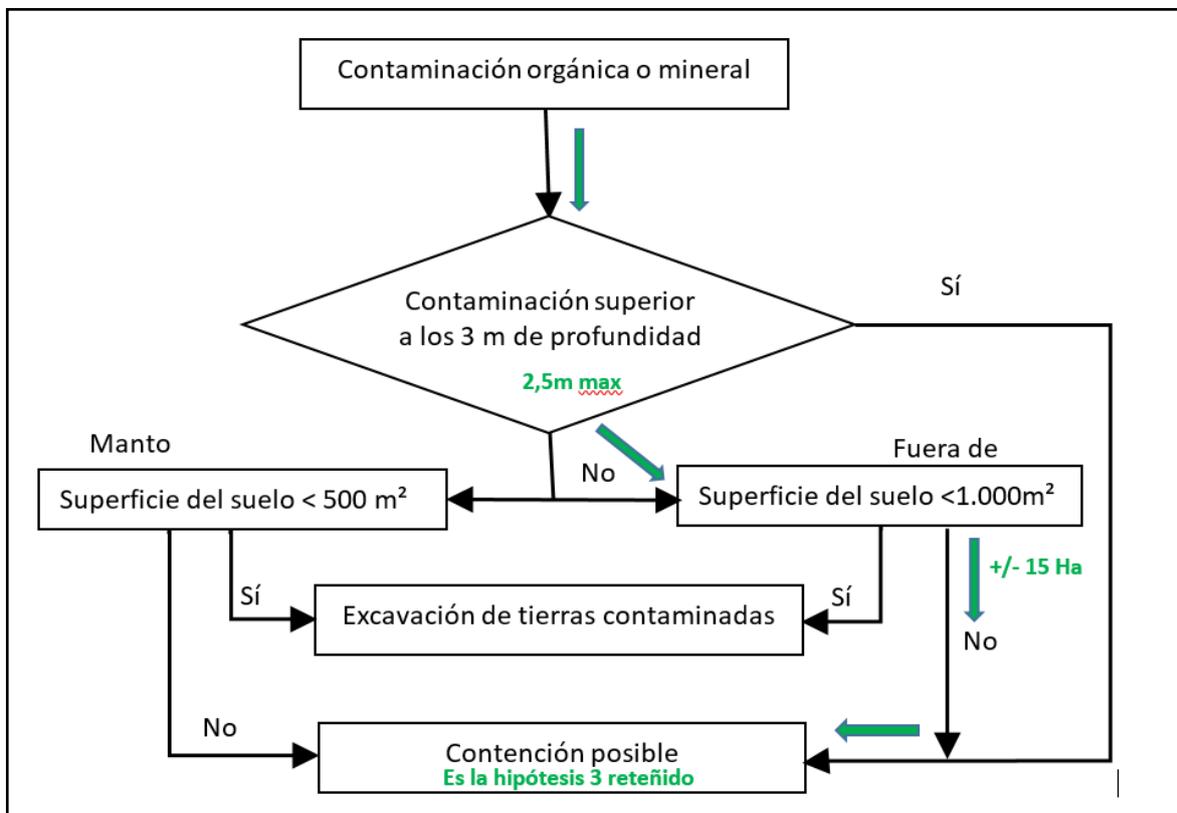


FIGURA 2: Condiciones de contaminación que lleva al confinamiento.

Fuente: Bureau de recherches géologiques et minières

Según los resultados del diagnóstico, la profundidad de la basura en la Cooperativa 28 de Agosto 2, es inferior a 3 metros de profundidad y la superficie del suelo a extraer es mayor a 1,000 metros cuadrados (15 Ha. Aproximadamente) por lo que, de acuerdo a lo que se detalla

en la Ilustración 2, el análisis de esta lógica permite la elección del confinamiento como método de tratamiento adecuado en nuestro caso, considerando las particularidades del vertedero.

Considerando alguna incertidumbre de la circulación de aguas subterráneas en la zona de estudios, y el efecto de la marea, se recomienda un confinamiento periférico completo alrededor de la zona del vertedero (Ilustración 1 – línea en color azul, relleno amarillo).



FIGURA 3: Zona de vertedero

Fuente: Departamento técnico de Municipio de Durán

2.5. Técnicas de contención disponibles

Hay varias metodologías de contención según los diferentes casos encontrados, entre otros:

1. Contención de superficie;
2. Encapsulamiento;
3. Contención vertical;
4. Confinamiento horizontal profundo.

2.5.1. El confinamiento de superficie

Consiste en un aislamiento de toda la superficie del vertedero mediante un dispositivo de impermeabilización del suelo específico y homogéneo. La cobertura permite limitar los movimientos verticales (aguas pluviales, gas, etc.) pero no permite controlar los flujos horizontales.

En este caso, la superficie siendo habitada, hace imposible la contención total de la superficie. Así, una solución puede ser un incremento del coeficiente de impermeabilización para evitar posibles filtraciones o percolaciones en el macizo de residuos, mediante la realización de vías o calles y de un Ilustración 3: Ubicación de la zona del botadero a confinar drenaje de las aguas infiltradas hacia un dispositivo de manera que permita un control continuo de estas aguas, limitando los posibles riesgos de contaminación. La construcción de calles o vías en la Cooperativa se detalla en el apartado 4.2. Vías y drenaje de aguas pluviales.

2.5.2. El confinamiento horizontal profundo

Consiste en el confinamiento completo de un sitio contaminado, a veces puede requerir la realización de un fondo estanco, especialmente en el caso de un terreno natural muy permeable. Esta técnica se excluye en nuestro caso, porque el substrato está compuesto de arcilla gris o negra particularmente impermeable. Por último, la encapsulación requiere previamente una extracción de las materias contaminadas, lo que descarta esta hipótesis considerando los volúmenes de residuos estimados.

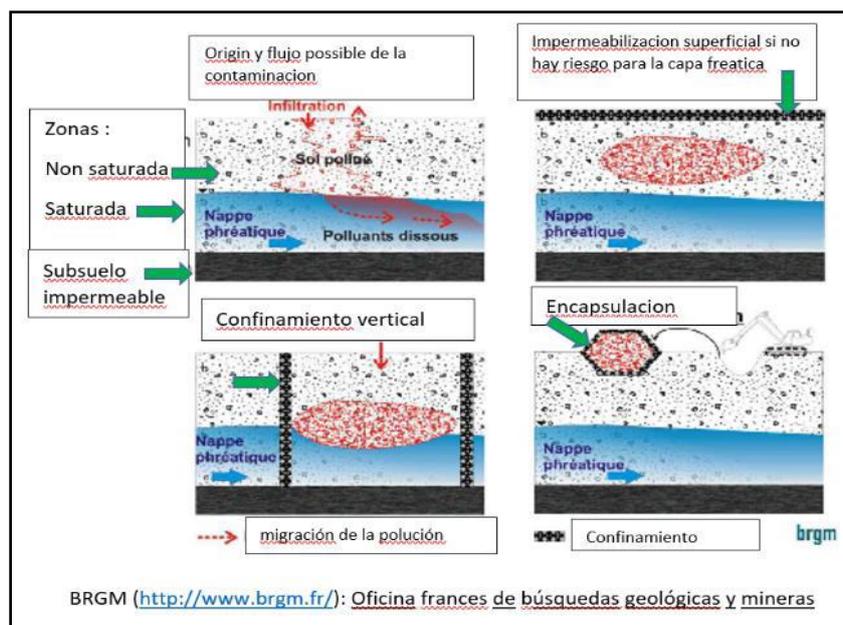


FIGURA 4: Métodos físicos de captura de la contaminación (fuente: BRGM)

Fuente: Bureau de recherches géologiques et minières

El confinamiento vertical es el más adaptado al contexto de la Cooperativa 28 de agosto considerando el siguiente análisis efectuado:

- No existe riesgo de infiltración hacia más bajo del subsuelo, porque el subsuelo tiene buena impermeabilidad
- La impermeabilización superficial se hará con los trabajos de urbanización de la Cooperativa

2.5.3. Las diferentes técnicas de contención vertical

Existen varios métodos que permiten la realización de contención vertical, con resultados variables. Estas técnicas, recogidos en la tabla siguiente, pueden ser clasificadas según su principio básico:

- Excavación del suelo y llenado por un material impermeable,
- Desplazamiento del actual suelo e incorporación de un material impermeable,
- Reducción de la permeabilidad del actual suelo por inyección u otra técnica.

La alternativa de zanja drenante es más adecuada cuándo hay relieve y un flujo evidente de agua contaminada

Debido a su coste, su capacidad de adaptación al contexto particular de la Cooperativa 28 de agosto, sólo hemos seleccionado 4 técnicas que detallamos a continuación:

- Establecimiento de una pared (con o sin geomembrana) de lodo o de cemento con bentonita.
- Pantalla de tablestacas
- Geomembrana con dispositivo de drenaje.
- Excavación y relleno con un material impermeable sin geomembrana (pantalla de las lechadas)

Funciones: creación de una barrera entre la fuente de contaminación y las aguas subterráneas o superficiales.

Características técnicas: Varios tipos de materiales y técnicas pueden ser utilizados. La elección de la técnica más adecuada se hace con un análisis de las condiciones geotécnicas, geológicas, hidrogeológicas y financieras. La definición de la forma, el tipo y la concepción del dispositivo de confinamiento pueden reforzarse con un estudio hidrogeológico detallado que permitirá conocer con mayor detalle la escorrentía superficial y subterráneo.

De manera general, es preferible colocar el dispositivo de confinamiento en un horizonte impermeable. Si por razones técnicas y/o económicas no es posible, el dispositivo debería ser colocado a la base de la zona contaminada.

En nuestro caso:

- Las diferentes investigaciones realizadas permitieron observar la presencia de un sustrato arcilloso a una profundidad de 2 a 3 m.
- Dos técnicas pueden ser utilizadas:
 - a) Pared de lodo de arcilla y bentonita.
 - b) Pared de lechada cemento y bentonita.

Implementación: Esta técnica se utiliza frecuentemente para grandes profundidades. Requiere en este caso medios específicos poco utilizados. En nuestro caso, la profundidad limitada a 3 metros permite una excavación con medios convencionales de tipo retroexcavadora u otro. La tierra excavada debe ser evacuada hacia una red de tratamiento adecuada. En nuestro caso, podría utilizarla para la cobertura del botadero actual.

Los gráficos siguientes ilustran las posibilidades de excavación.

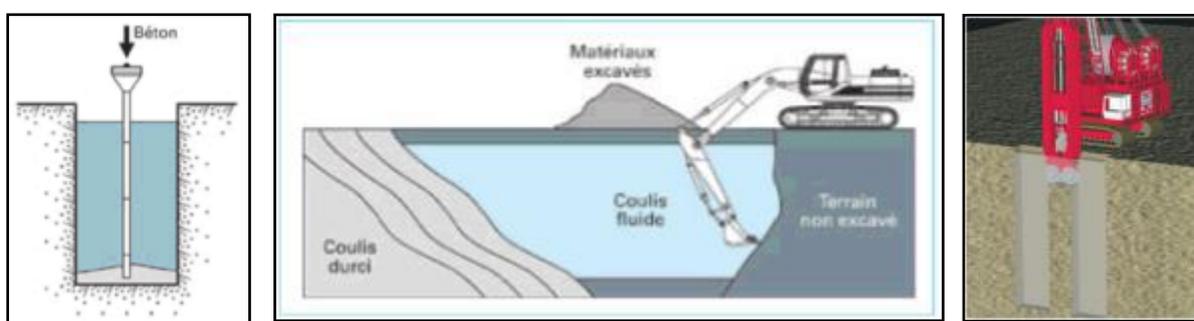


FIGURA 5: Modalidad de excavación: con excavador o con máquina específica

Fuente: confinamiento de los sitios contaminados



FIGURA 6: Establecimiento de una pared de lechada bentonita-cemento.

Fuente: Confinamiento de una zona contaminada por una pared de suelo bentonita - 2006 - Ménard Soltraitement.

Evaluación:

Esta técnica tiene la ventaja de producir una pared de hormigón y permite realizar un muro de contención. Por ejemplo, se utiliza esta técnica para la construcción de aparcamiento. En una operación de confinamiento de un vertedero, esta pared es generalmente constituida por un cemento asociado a la bentonita o simplemente de lodo de arcilla reforzada con bentonita. No tiene ninguna función portadora. No necesita armadura. Este tipo de confinamiento se usa de forma regular para las contenciones de subsuelo contaminada (antiguo vertedero, antiguo sitio industrial).

Elección entre cemento o lodo de arcilla:

Ambas técnicas pueden ser utilizadas conjuntamente con arreglo a la exposición al agua y a los flujos de contaminantes. La parte alta de la Cooperativa, es decir la sección que pase por el parque central es menos expuesto a priori y puede justificar la economía del cemento. Será reemplazado pues por la arcilla local puesta en solución para ser mezclado con la bentonita. La elección de las mezclas se justificará por ensayos de dosificaciones previas en laboratorio.

Excavación y realización de una pared con geomembrana**Funciones:**

Esta técnica es idéntica a la anterior, se diferencia por la instauración de una geomembrana estanca en la zanja.

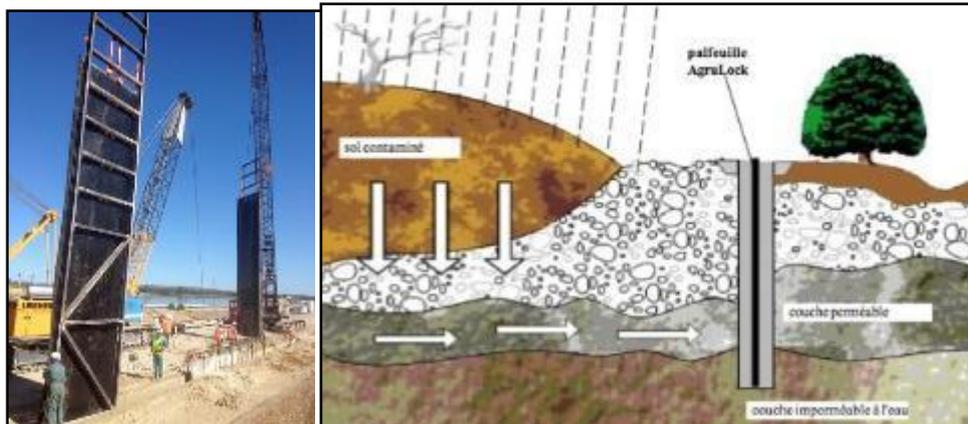


FIGURA 7: Establecimiento de una pared impermeable con geomembrana.
Fuente: Barrera de estanqueidad por tablestacas PEHD" - AGRU Environnement

Características técnicas:

La constitución de la mezcla cemento – bentonita queda idéntica a la de la pared simple. El añadido de la membrana mejorará la impermeabilidad de la obra y su resistencia a las agresiones químicas. También esta técnica no está destinada para obras a grandes profundidades (máximo 15m).

Implementación:

La construcción de la pared sería idéntica pero con una atención particular al tiempo de secado que hay que adaptar al tiempo necesario para la colocación de los tableros de geomembranas. Un retardante de la mezcla del cemento será necesario. La puesta en marcha es más delicada pues se necesita la intervención de una empresa que tiene experiencia en esta técnica.

Evaluación: La solución del confinamiento por tablestacas PEHD (pailleilles AGRU Environnement) permite en algunos casos lograr una contención vertical con mayor resistencia química. El procedimiento tiene una permeabilidad muy baja, rapidez y flexibilidad de aplicación.

Además del proceso sin geomembrana, ofrece una gran resistencia química, adecuada en casos de contaminación tóxica o muy agresiva, lo que no corresponde a nuestro contexto considerando el nivel de contaminación química observado. Se trata de una contaminación residual después de 10 años de lixiviación de la zona.

Pantalla de tablestacas



FIGURA 8: Ejemplos de pantallas de tablestacas

Fuente: Barrera de estanqueidad por tablestacas PEHD" - AGRU Environnement

Características técnicas:

- Estas paredes se componen de tablestacas (perfiles de acero) alineadas y relacionadas por un sistema de junta enclavada.
- Las tablestacas son enterradas verticalmente en el suelo con varios procesos (trilla, hinca con gato, hinca).
- La profundidad que se puede alcanzar es de aprox. 30 m.
- Las tablestacas pueden utilizarse si la densidad del suelo lo permita. Por ejemplo, la implementación de tablestacas podría ser bloqueada por algunos obstáculos en un suelo de roca compactada (presencia de piedras grandes, etc.) y provocar algunas molestias (ruido, vibraciones).
- Para los suelos difíciles de batir, se podrá utilizar técnicas de enjuague, de perforación, de colocación o de arranque para facilitar la instauración de las paredes.

- La aplicación de revestimiento de acero permite aumentar la durabilidad de la pantalla, en particular permite una resistencia a los lixiviados y minimiza la permeabilidad.

Este tipo de paredes presentan la gran ventaja que pueden ser instaladas rápidamente.

Implementación:

- Sólo cuando el suelo puede ser perforado,
- Debido a la rapidez de su ejecución, este método es especialmente adecuado cuando medidas urgentes de confinamiento deben ser adoptadas.
- Posible con los lixiviados agresivos, si los se utilizan perfiles de acero de buena calidad o recubiertos de una película protectora.
- Destino posterior del sitio sin restricciones, ya que la capacidad portadora frente a las cargas estáticas es elevada.

Evaluación:

Procedimiento estándar, las pantallas de tablestacas de acero se utilizan sobre todo cuando las cargas estáticas son altas o que el dispositivo es temporal (p. ej. contención de las paredes de las excavaciones en la colocación de tuberías). Este tipo de paredes se utiliza por el confinamiento de sitio contaminado en casos excepcionales porque cuando los perfiles permanecen (encontrados perdidos), la operación es relativamente costosa. Por lo tanto, esta técnica presenta la ventaja de no necesitar ninguna excavación de tierra contaminada.

En nuestro caso y considerando una zona de habitaciones, esta técnica complica mucho el paso de la red a través de la pantalla de tablestacas.

Geomembrana con dispositivo de drenaje

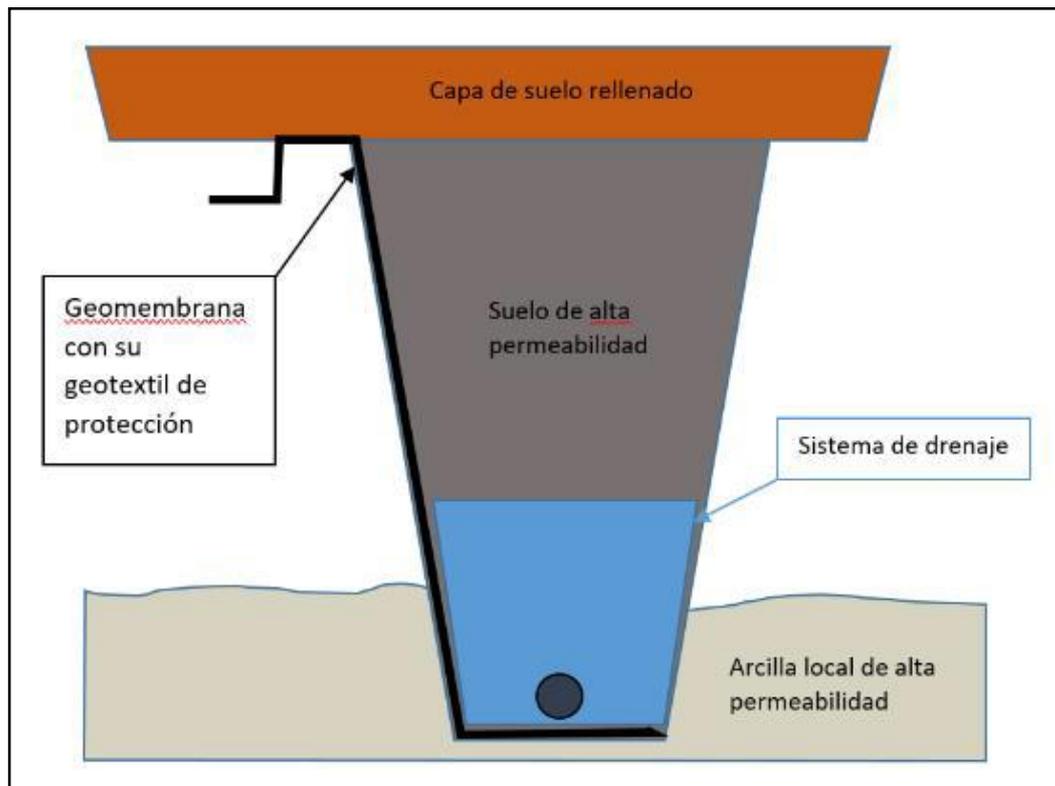


FIGURA 9: Geomembrana geotextil en talud

Fuente:

http://www.bpmgeomembrane.com/geomembranes/?gclid=EAIaIQobChMI8reL16jY2AIVkEoNCh3RMANAEAAAYASAAEgJBRPD_BwE

Funciones: Recolectar flujo de agua contaminada tipo lixiviado en una parte abajo

Características técnicas:

La membrana instalada en la zanja permite forzar los lixiviados, por contraste de permeabilidad, a penetrar en la parte drenante y reunir el tubo colector. Este sistema admite un solo sentido del flujo de lixiviados y, para permitir la transferencia gravitatoria, esta técnica funciona por encima de la capa freática. Las zanjas drenantes constituyen una técnica relativamente universal ya que se aplica sobre las contaminaciones orgánicas y/o minerales. Permiten la recolección de las aguas canalizadas hacia un artefacto de control de la contaminación y de extracción de los lixiviados.

Implementación:

Esta técnica se utiliza principalmente para drenajes de lixiviados que pueden venir para gravedad de un relleno de relieve alta y al pie de los taludes donde puede encontrarse fuente o escape de líquidos. La realización de obras civiles no es fácil en presencia de agua y la ejecución con obreros sería bastante complicado con los riesgos de hundimiento.

Evaluación:

En el caso de la cooperativa, el flujo hidráulico está en ambos senes a causa de la marea y el desagadero estaría instalado bajo el nivel de agua. Estas dos condiciones no permiten el funcionamiento adecuada del desagadero

2.6. Marco Contextual.

La historia del asentamiento de la cooperativa se remonta hace dos décadas a la fecha, dicho asentamiento se encuentra ubicado en la provincia de Guayas, Cantón Durán, limitando con la ciudadela el Recreo, la cooperativa se encuentra ubicada en lo que anteriormente era un botadero de basura que recogía los desechos sólidos provenientes del cantón Durán, para poder habitar en el sector mencionado los ocupantes de encargaron de rellenar el terreno para de esta manera poder construir sus viviendas, actualmente el número de familias aproximadamente es de 2000, es importante anotar que los procedimientos no se han cumplido en cuanto a la manera protocolar para declarar cerrado y abandonado el botadero, dando en este caso origen a un problema social que puede causar afectación a la salud.

Como soporte de esta investigación y que pueden servir como ayuda a solucionar esta problemática que se presenta en la Cooperativa, se han tomado como referencia remediaciones ambientales a suelos contaminados con gasolina en la ciudad de Guayaquil localizados en el

km 30,5 de la vía perimetral, remediación ambiental de la reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado, remediación ambiental en piscinas de Petroecuador a través de Petro Ecological Cleaning System entre el año 1991-1995, la recuperación del área protegida en la Isla Santay, a continuación se ilustra la ubicación de la cooperativa por intermedio de un data map de google.



FIGURA 10: Ubicación de la Cooperativa 28 de Agosto.

Fuente: Data de mapa de google

2.7. Marco Conceptual

(Ecoestrategia, 2017), sustenta los siguientes términos y definiciones que se detallan seguidamente:

Aire: Capa delgada de gases que cubre La Tierra y está conformado por nitrógeno, oxígeno y otros gases como el bióxido de carbono, vapor de agua y gases inertes. Es esencial para la vida de los seres vivos.

Ambiente: Es el conjunto de fenómenos o elementos naturales y sociales que rodean a un organismo, a los cuales este responde de una manera determinada. Estas condiciones naturales

pueden ser otros organismos (ambiente biótico) o elementos no vivos (clima, suelo, agua). Todo en su conjunto condiciona la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos.

Basura: Desechos, generalmente de origen urbano y de tipo sólido. Hay basura que puede reutilizarse o reciclarse. En la naturaleza, la basura no sólo afea el paisaje, sino que además lo daña; por ejemplo puede contaminar las aguas subterráneas, los mares, los ríos etc.

Biodegradable: Sustancia que puede descomponerse a través de procesos biológicos realizados por acción de la digestión efectuada por microorganismos aerobios y anaerobios. La biodegradabilidad de los materiales depende de su estructura física y química. Así el plástico es menos biodegradable que el papel y este a su vez menos que los detritos.

Biodiversidad: Puede entenderse como la variedad y la variabilidad de organismos y los complejos ecológicos donde estos ocurren. También puede ser definida como el número diferente de estos organismos y su frecuencia relativa. Situación ideal de proliferación y diversidad de especies vivas en el planeta. Todas las especies están interrelacionadas, son necesarias para el equilibrio del ecosistema, nacen con el mismo derecho a vivir que el hombre, y a que sea respetado su entorno natural.

Biogás: Gas producido en el proceso de fermentación de los detritos orgánicos. Es una tecnología alternativa de bajo coste que disminuye la dependencia de los combustibles fósiles y otras energías no renovables, por lo que es ideal para pequeñas comunidades rurales y de bajo poder adquisitivo.

Biomasa: Es la totalidad de sustancias orgánicas de seres vivos (animales y plantas): elementos de la agricultura y de la silvicultura, del jardín y de la cocina, así como excremento de personas y animales. La biomasa se puede utilizar como materia prima renovable y como energía material. Así se origina el biogás: cuando se pudren la basura, que se pueden utilizar para la calefacción.

Contaminación: (Del latín *contaminare* = manchar). Es un cambio perjudicial en las características químicas, físicas y biológicas de un ambiente o entorno. Afecta o puede afectar la vida de los organismos y en especial la humana.

Contaminación biológica: Es la contaminación producida por organismos vivos indeseables en un ambiente, como por ejemplo: introducción de bacterias, virus protozoarios, o micro hongos, los cuales pueden generar diferentes enfermedades, entre las más conocidas se destacan la hepatitis, enteritis, micosis, poliomielitis, meningo encefalitis, colitis y otras infecciones.

Contaminación del suelo: Es el depósito de desechos degradables o no degradables que se convierten en fuentes contaminantes del suelo.

Contaminación hídrica: Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella, lo cual hace que las corrientes de agua se asfixien, causando un deterioro de la calidad de las mismas, produciendo olores nauseabundos e imposibilitando su utilización para el consumo.

Degradación de suelos: Reducción o pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada en zonas áridas, semiáridas y semihúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento.

Desechos tóxicos: También denominados desechos peligrosos. Son materiales y sustancias químicas que poseen propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables que los hacen peligrosos para el ambiente y la salud de la población.

Gestión ambiental: Es el conjunto de las actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del ambiente y sus componentes principales, como son: la política, el derecho y la administración ambiental.

Impacto ambiental: Es la repercusión de las modificaciones en los factores del Medio Ambiente, sobre la salud y bienestar humanos. Y es respecto al bienestar donde se evalúa la calidad de vida, bienes y patrimonio cultural, y concepciones estéticas, como elementos de valoración del impacto.

Lixiviados: Líquidos tóxicos y altamente contaminantes generados por la filtración del agua de lluvia entre los detritos de un vertedero.

Medio ambiente: Es el conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la sociedad en que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia.

Población: Conjunto de individuos perteneciente a una misma especie, que coexisten en un área en la que se dan condiciones que satisfacen sus necesidades de vida

Problema ambiental: Daño aparente, real o potencial al medio ambiente que no está acompañado de acción popular.

Reciclaje: Consiste en convertir materiales ya utilizados en materias primas para fabricar nuevos productos. Recursos naturales: Son aquellos bienes existentes en la Tierra y que la humanidad aprovecha para su subsistencia, agregándoles un valor económico. Tales recursos son: El aire, la energía, los minerales, los ríos, la flora, la fauna, etc.

Relleno sanitario: También se denomina vertedero. Centro de disposición final de los residuos que genera una zona urbana determinada y que reúne todos los requisitos sanitarios necesarios.

Allí se controlan y se recuperan los gases y otras sustancias generados por los residuos y se aplican técnicas adecuadas de impermeabilización y monitoreo.

Remediación: Tarea o conjunto de tareas a desarrollarse en un sitio contaminado con la finalidad de eliminar o reducir contaminantes, a fin de asegurar la protección de la salud humana y la integridad de los ecosistemas.

Saneamiento ambiental: Una serie de medidas encaminadas a controlar, reducir o eliminar la contaminación, con el fin de lograr mejor calidad de vida para los seres vivos y especialmente para el hombre.

2.8. Marco Legal

La Constitución Nacional vigente, determina en su artículo 425 la Jerarquía de las Normas Jurídicas en el Ecuador que textualmente dice: “El orden jerárquico de aplicación de las normas será el siguiente: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias: la normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos.” (Constitución Nacional del Ecuador). Esta jerarquía legal se plasma a través de la pirámide de Kensel, determinando la escala de importancia para las actividades dentro del país.



Figura 11. Pirámide de Kensel – Ecuador
Fuente: (Colegio de Contadores, 2015)

Capítulo 3

Diseño de la Investigación

Para delinear la investigación, inicialmente se tomó como premisa que esta investigación es no de tipo no experimental. Se sabe que el diseño no experimental se realiza sin manipular deliberadamente las variables, es aquella investigación en donde se observan los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural y en su realidad, su estudio se realiza al no estar sujetas un número de variables, o no son receptivas a poder manipularlas de manera experimental, comúnmente los métodos que se usan involucran investigaciones exploratorias, su diseño es calificado como descriptivos de correlación. (Souza, 2007).

Consecuentemente, el problema fue abordado tomando en consideración el diagnóstico, el pronóstico y control del pronóstico, respectivamente. Para llevar a cabo el diagnóstico se utilizó el diagrama de causa-efecto, herramienta de la gestión de la calidad ampliamente manejada para tomar decisiones, pues ayuda a determinar las causas primarias y secundarias que origina el problema: causas-síntomas. Adicionalmente, se consideró la variable independiente y la dependiente del proyecto de la investigación, así como la población y la muestra de la Cooperativa 28 de Agosto. Como instrumento y técnica para la recolección de datos se empleó una encuesta con la finalidad de recabar información precisa que garantice la fiabilidad del proceso investigativo, de los resultados y los análisis, correspondientemente.

3.2 Tipo de Investigación

Dentro de los criterios que definen el tipo de investigación, se ha determinado que los tipos de investigación a utilizar para la problemática del estudio son los siguientes:

3.2.1. Según las Fuentes:

- De Campo: son investigaciones de fuentes vivas, permiten el análisis del problema de manera sistemática con el fin de plasmar su descripción, analizar su situación actual, causas y efectos, de manera directa con los sujetos involucrados dentro de la problemática, se desarrolla en condiciones naturales de los fenómenos de estudio. (Guzmán, TGrajales, 2000)
- Documental: el investigador obtiene información por fuentes documentales, este tipo de investigación requiere de técnicas de fichas, este estudio requiere de la exigencia interpretativa y analítica del investigador, estableciendo la responsabilidad del autor mediante la interpretación de los resultados estudiados, se ajusta a estudios de carácter social, sea éste por el comportamiento entre los actores o la afectación o incidencia en un determinado grupo social, proporciona un valor agregado a la investigación. (Guzmán, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2012)

3.2.2 Según el Nivel:

- Perceptivo – Descriptivo: describen los hechos como son observados, destacando sus características o rasgos de estudio, indagan la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables, las cuales son medidas de forma precisa sea de la población o la muestra, su estudio es riguroso y exhaustivo, permite el uso de técnicas estructuradas para el registro o recolección de los datos. (Peinado, J. I., 2015)

3.2.3 Según la temporalidad:

- Transversal. – Es apropiado cuando la investigación es centrada en analizar cuál es el nivel de una o diversas variables en un momento dado. También es adecuado para analizar la relación entre un conjunto de variables en un punto en el tiempo. Puede abarcar varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores.

3.3 Metodología

Dentro de esta investigación se utilizó la metodología de tipo cuali-cuantitativa que comprende un estudio de la asociación o relación de variables cuantitativas y la realización de contextos estructurales y situacionales, es decir, esta metodología determina la generalización y objetividad de resultados mediante la toma de la muestra para realizar inferencia de la población de donde procede, tratando de identificar la naturaleza de su realidad de manera profunda, su sistema de relaciones y su estructura dinámica. (Pita Fernández & Pértegas Díaz, 2002)

3.4 Técnicas e Instrumentos de Investigación

Se refieren a los procedimientos o actividades realizadas por el investigador con el propósito de recabar la información necesaria para el logro de los objetivos de una investigación, se refiere al cómo recoger los datos de la indagación.

3.4.1 Observación/fotos.

La observación resulta un instrumento fundamental de apoyo para la investigación por ello debe definirse como sistemática, debe esto a su carácter estructural que se efectúa de manera previa a iniciarse. Puesto que permite establecer categorías para los diferentes aspectos que serán objeto de estudio, posibilita al investigador de poder obtener datos relevantes para la investigación de una manera considerable. (Bautista, 2009). Para la investigación y proceder al levantamiento de datos confiables y verificables se realizó una visita a los habitantes de la Cooperativa. Se tomó fotos de los sectores visitados y los alrededores con la finalidad de evidenciar el trabajo realizado. (Ver anexo C)

3.4.2 Encuestas.

Este instrumento puede considerarse como similar a la entrevista al momento de buscar obtener información; sin embargo se aplica a un número de personas pertenecientes a poblaciones delimitadas y/o estratificadas, que pueden ser finitas o no. Según el autor (Naresh, 2004), la aplicación de un cuestionario previamente estructurado a las personas encuestadas, permite obtener información específica, pudiendo ser la opinión o valoración de los sujetos acerca de algo o alguien. p.115, 168. (Ver anexo B)

3.4.3 Población y Muestra

La población de estudio corresponde a todas las familias que habitan en la Cooperativa y, de acuerdo, a información recabada albergan aproximadamente dos mil familias.

La muestra para esta investigación fue del tipo no probabilística. (Mason, 2010), manifiesta que “El muestreo no probabilístico es una técnica de muestreo donde las muestras se recogen en un proceso que no brinda a todos los individuos de la población iguales oportunidades de ser seleccionados”. Este tipo de muestreo no asegura la representatividad, ya que no todos los integrantes de la población habrán de tener la misma probabilidad de formar parte de la muestra. Por tanto, en base a esta antecedente se tomó una muestra no probabilística intencional constituida por treinta y siete familias, muestra que fue escogida de acuerdo a criterios preestablecidos por el investigador.

3.5 Análisis de los resultados de los instrumentos aplicados

A continuación, se presentan los resultados basados en las encuestas realizadas a las familias que habitan en la Cooperativa, utilizando la herramienta Excel perteneciente a Microsoft office:

1. ¿Cuántos son los miembros que integran la familia? Clasifíquelos por edad y sexo

TABLA 1: Miembros que componen la familia				
Rango de edad	Hombre	Mujer	Total	Porcentaje (%)
0-10 años	12	12	24	15,79
10 -20 años	21	14	35	23,03
20-30 años	17	9	26	17,11
30-40 años	11	13	24	15,79
40 o más	20	23	43	28,29
Suma	81	71	152	100

Fuente: Encuesta de asentamiento informales

Análisis: Según la Tabla 1, se puede observar que el 15.79% estaba formada por personas cuya edad comprendía de 0 a 10 años; el 23.03% entre 10 a 20 años; el 17.11% entre 20 a 30 años; el 15.79% entre 30 a 40 años y, por último, el 28.29% de más de 40 años, respectivamente.

2. ¿Cuál es el tipo de su actividad económica?

TABLA 2: Tipo de actividad económica		
Opción	Total	Porcentaje (%)
Dependiente	11	29,73
Propia	26	70,27
Suma	37	100

Fuente: Encuesta de asentamiento informales

Análisis: De acuerdo a la Tabla 2, se puede evidenciar que el 29.73% tenía dependencia como tipo de actividad económica; en cambio, el 70.27%, su actividad económica era propia.

3. El tipo de vivienda que usted habita es...

TABLA 3: El tipo de vivienda		
Opción	Total	Porcentaje (%)
Casa de cemento	34	91,89
Casa mixta	2	5,41
Casa de madera	1	2,70
Casa de caña	0	0,00
Suma	37	100

Fuente: Encuesta de asentamiento informales

Análisis: Acorde a la Tabla 3, se puede expresar que el 89.19% poseían casa propia; en cambio, el resto, es decir, el 10.81% alquilaba la vivienda en que habitaba.

4. Elija el tipo de vivienda en que habita su familia

TABLA 4: Tipo de vivienda en que habita la familia.		
Opción	Total	Porcentaje (%)
Propia	33	89,19
Alquilada	4	10,81
Prestada	0	0,00
Suma	37	100

Fuente: Encuesta de asentamiento informales

Análisis: Conforme a la Tabla 4, se puede apreciar que, el 91.89% habitaba en casa de cemento; el 5.41% en casa mixta y el 2.70% en casa de madera, respectivamente.

5. Su casa recibe los siguientes servicios básicos:

TABLA 5: Servicios básicos con los que se cuentan en el sector.				
Servicio	Si	Porcentaje (%)	No	Porcentaje (%)
Agua	0	0	37	49,33
Luz	37	50,68	0	0
Teléfono	0	0	37	49,33
Otro	36	49,32	1	1,33
Suma	73	100,00	75	100,00

Fuente: Encuesta de asentamiento informales

Análisis: De la Tabla 5, se puede inferir que el 49.33% no recibía ni servicio básico de agua ni de teléfono; el 50.68% si tenía servicio de luz eléctrica; mientras, que el 49.32% era beneficiario de otro tipo de servicio y el 1.33%, no lo era.

6. ¿Cómo descarta los desechos domiciliarios generados en su vivienda?

TABLA 6: Disposición de desechos		
Opción	Total	Porcentaje (%)
Recolector de basura	36	97,30
Quema	1	2,70
Entierra	0	0
Suman	37	100

Fuente: Encuesta de asentamiento informales

Análisis: La Tabla 6, permite colegir que el 97.30% desecha la basura entregándola al recolector autorizado; mientras que el 2.70% la somete a un proceso de deflagración.

7. ¿Cuáles son los servicios complementarios con que cuenta la Cooperativa?

TABLA 7: Servicios complementarios		
Opción	Total	Porcentaje (%)
Educación	23	28,05
Salud	13	15,85
Casa comunal	0	0
Seguridad publica	2	2,44
Canchas deportivas	13	15,85
Parque	21	25,61
Iglesias	10	12,20
Suman	82	100

Fuente: Encuesta de asentamiento informales

Análisis: Como se muestra en la Tabla 7, el 28.05% contaba con educación; 15.85% tenía salud; 2.44% poseía seguridad pública; el 15.85% disponía canchas deportivas; el 25.61% tenía parque y el 12.20% contaba con iglesias.

8. ¿Cuántos años tiene viviendo en la cooperativa?

TABLA 8: Tiempo viviendo en la cooperativa.		
Opción	Total	Porcentaje (%)
De 0 a 5 años	4	10,81
De 5 a 10 años	3	8,11
De 10 a más años	30	81,08
Suman	37	100

Fuente: Encuesta de asentamiento informales

Análisis: Al examinar la Tabla 8, se colige que el 10.81% tenía hasta cinco años viviendo en el lugar; el 8.11% tenía entre 5 a 10 años; mientras, que el 81.08% tenía más de diez años habitando en el lugar.

9. ¿Conoce que el sector en el habita era un botadero de basura antiguo?

TABLA 9: Conocimiento del sector en que habita		
Opción	Total	Porcentaje (%)
Si	3	8,11
No	34	91,89
Suman	37	100

Fuente: Encuesta de asentamiento informales

Análisis: De la Tabla 9, se puede deducir que el 91.89% no poseía conocimiento de antecedentes del sector en el que habitaba; en cambio, sólo el 8.11% si conocía que, anteriormente, el sector era un botadero de basura.

10. ¿Cuáles son las enfermedades más comunes de salud que usted y/o su familia han tenido en los últimos 12 meses?

TABLA 10: Las enfermedades más comunes que han padecido los integrantes de su familia en el último año.		
Opción	Total	Porcentaje (%)
Respiratorias	28	56,00
Laceraciones de la piel	4	8,00
Dengue	11	22,00
Hepáticas	2	4,00
Estomacales	5	10,00
Otras		
N/R		
Suman	50	100

Fuente: Encuesta de asentamiento informales

Análisis: Según Tabla 10, el 56% de los integrantes de la familia han padecido de enfermedades respiratorias; el 8% ha sufrido laceraciones de la piel; el 22% ha tenido dengue; entre tanto, el 4% ha sufrido enfermedades hepáticas y el 10% enfermedades estomacales, respectivamente.

11. ¿Se han realizados actividades preventivas, por parte de las autoridades locales, acerca del cuidado de la salud?

TABLA 11: Actividades preventivas realizadas por autoridades locales.		
Opción	Total	Porcentaje (%)
Si	24	64,86
No	13	35,14
Suman	37	100

Fuente: Encuesta de asentamiento informales

Análisis: Según la Tabla 11, el 64.86% respondió afirmativamente que las autoridades locales habían realizado actividades preventivas de cuidado de la salud; mientras que el 35.14%, manifestó lo contrario.

12. ¿Existe alguna organización social o comité en la cooperativa que velen por los intereses sus habitantes?

TABLA 12: Existencia de una organización social o comité.		
Opción	Total	Porcentaje (%)
Si	1	2,70
No	30	81,08
No sabe	6	16,22
Suman	37	100

Fuente: Encuesta de asentamiento informales

Análisis: Según la Tabla 12, muestra que el 81.08% opinaron que no existía una organización que velara por el bienestar de sus habitantes; el 2.70%, respondió que si había y el 16.22% afirmó que no sabía.

Capítulo 4

PROPUESTA

1. Extracción con vapor de agua/agua caliente

Otra de las opciones que comprenden la propuesta en el presente trabajo de investigación es la extracción de vapores, método que se considera de aplicación fácil cuya labor principal es la separar físicamente los contaminantes del suelo con un arrastre de vapor, es decir, que este sistema de extracción coadyuva a retirar los contaminantes volátiles y semis- volátiles.

Método.- Por medio de un sistema de pozos subterráneos se crea un vacío y los contaminantes ascienden a la superficie en forma de vapor o gas. A menudo, además de los pozos de extracción se instalan pozos de inyección de aire para aumentar la corriente de aire y mejorar la tasa de remoción del contaminante. Otra ventaja de la introducción de aire en el suelo es que puede estimular la biocorrección.

Técnica.- Se debe de perforar pozos por nivel superior del nivel freático del terreno contaminado en los que se genera un vacío, de manera que se bombean los compuestos orgánicos volátiles que están contenidos en el suelo; la profundidad de los pozos es de 1, 5 metros, los gases extraídos se deben de recoger y tratarlos con la finalidad de separar los componentes permitiendo realizar la actividad de forma más segura.

Proceso Complementario.- Para mejorar los resultados, los pozos de extracción se los puede combinar con el uso de pozos de inyección de aire; esto permitirá mejorar el proceso de evaporación de los contaminantes. El número de pozos que se debe instalar va a depender de la extensión de terreno contaminado, así como las características del suelo.



FIGURA 12: Sistema de extracción de vapores

Fuente: www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion

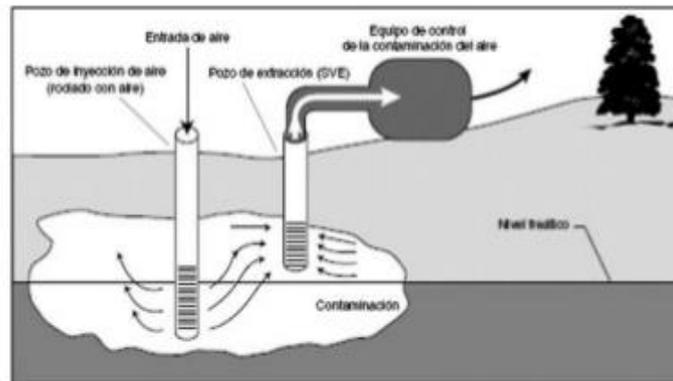


FIGURA 13: Proceso de extracción de vapores

Fuente: www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion

Beneficios de la aplicación.- Entre los beneficios que se pueden destacar están los siguientes:

- Fácil instalación
- Rendimiento comprobado
- Disponibilidad de equipos
- Resultados efectivos de tratamiento de 6 meses a 2 años
- Se puede usar en lugares en que el suelo este ocupado por edificaciones
- Se pueden tratar volúmenes elevados de suelos
- Costos de instalación y operación bajos.

2. Extracción con aire.

(Villalba, 2013), sostiene que se emplea para extraer los contaminantes adsorbidos en las partículas de suelos mediante su volatilización o evaporación, a través de pozos de extracción verticales y/u horizontales que conducen el aire con los contaminantes a la superficie. Allí, pueden ser tratados en plantas especializadas (generalmente adsorbidos a carbono) o ser degradados en la atmósfera de forma natural. La volatilización de los contaminantes también se puede ver favorecida por prácticas como el arado; el riego de las aéreas afectadas puede contribuir a la solubilización y desorción de contaminantes los cuales pueden ser arrastrados a la superficie por evaporación. Esta técnica está indicada para suelos contaminados con sustancias volátiles y semivolátiles como, por ejemplo, hidrocarburos ligeros derivados del petróleo, algunos disolventes no clorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos ligeros y compuestos organoclorados volátiles. Sin embargo, no se recomienda para hidrocarburos pesados derivados del petróleo, PCBs, dioxinas o metales.

Cabe indicar, que muchas veces, se puede aumentar el rendimiento de este tratamiento estimulando la extracción de aire con temperatura, generalmente mediante la inyección de aire caliente. El suelo caliente ayuda a que las sustancias químicas se evaporen con mayor rapidez. Esta técnica permite reducir la concentración de contaminantes volátiles en la zona saturada (Air sparging) o la zona no saturada (extracción suelo-vapor) La técnica Air sparging se utiliza para remediar el agua subterránea mientras que la técnica extracción suelo-vapor sirve para remediar el suelo. Consiste en la inyección de aire a través de bombas y conductos con tal de que se produzca un contacto con el agua y que las burbujas de aire capten los contaminantes. El vapor contaminado sale a través de los pozos de extracción y éste puede ser tratado.

En algunos casos, se ha demostrado que el flujo de aire ayuda a estimular la bioremediación en los suelos donde se aplica. Si el aire que se inyecta contiene ozono éste actúa oxidando contaminantes y aumentando el rendimiento de la remediación. Para facilitar el arrastre de los

gases contaminantes, en vez de inyectar aire desde la superficie del suelo lo que se hace es que se fuerza su recirculación excavando pozos que se encuentran conectados a un equipo de vacío. Si se usa vapor en vez de aire, se aumenta la volatilidad de los contaminantes.

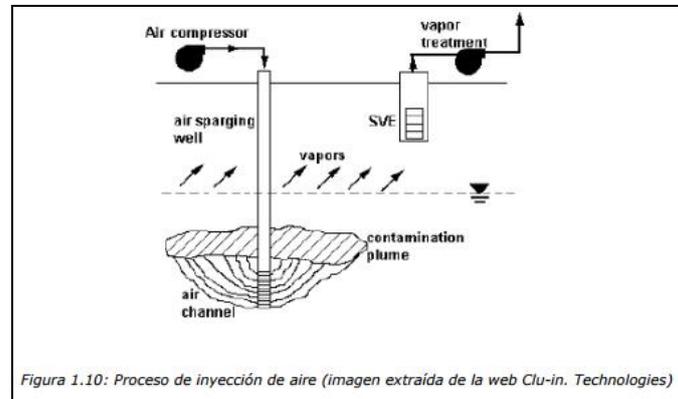


FIGURA 14: Proceso de inyección de aire

Fuente: Extraída de la web Clu-in Technologies

3. Oxidación química

Oxidación ultravioleta.- Representa una de las tecnologías emergentes más importantes para recuperar suelos y agua subterránea contaminados. Se trata de un proceso de destrucción a través de la oxidación de los contaminantes utilizando para este proceso compuestos de oxígeno muy oxidantes como el peróxido de hidrógeno o el ozono, en conjunción con luz ultravioleta. Este tratamiento se lleva a cabo en un reactor, donde la oxidación de los contaminantes se produce por contacto directo con los oxidantes, por fotólisis ultravioleta (rompiendo enlaces químicos) y a través de la acción sinérgica de la luz ultravioleta y el ozono (Asante-Duah, 1996).

Si se alcanza la mineralización completa, los productos finales de la oxidación serán agua, dióxido de carbono y sales. La principal ventaja de este proceso es que se trata de un tratamiento de descontaminación destructivo, pero presenta limitaciones. Entre otros, la elevada turbidez puede interferir en la transmisión de la luz ultravioleta, también puede haber problemas con la emisión de compuestos orgánicos volátiles cuando se utiliza ozono, se debe manejar con

precaución los compuestos oxidantes y los costes pueden ser mayores que en otros tratamientos por el gasto energético.

Hay un amplio espectro de contaminantes orgánicos que son susceptibles de ser destruidos por oxidación ultravioleta, incluidos los hidrocarburos del petróleo, hidrocarburos clorados, compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, alcoholes, cetonas, aldehidos, fenoles, éteres, pesticidas, dioxinas, PCBs, TNT, RDX y HMX (Li et al., 1998; Safarzadeh-Amiri, 2001; Alaton and Balcioglu, 2002; Brillas et al., 2003; Liang et al., 2003a; Wu et al., 2004; Tiburtius et al., 2005).

Remediación química.- La tecnología de oxidación química está basada en el poder oxidante de los compuestos químicos específicos. A través de los procesos de oxidación los contaminantes de aguas subterráneas son degradados a dióxido de carbono y agua. Algunos oxidantes son más fuertes que otros y es común calcular la fuerza relativa para todos los oxidantes teniendo como referencia al cloruro.

En la Tabla 13 se presenta la lista de las fuerzas relativas de los oxidantes más comunes y que son utilizados en la remediación de suelos.

TABLA 13: Fuerza de los oxidantes

Especies químicas	Potencial de oxidación estándar (Volts)	Fuerza relativa (Cloruro= 1)
Radical hidroxilo (OH [•] *)	2,8	2,0
Radical sulfato (SO ₄ ^{•-})	2,5	1,8
Persulfato de sodio	2,0	1,5
Peróxido de hidrógeno	1,8	1,3
Permanganato (Na/K)	1,7	1,2
Cloruro	1,4	1,0

Fuente: Technical and Regulatory guidance for In Situ Chemical Oxidation of Contaminated Soil an Groundwater, 2005. (*) Este Este radical puede ser formado cuando el H₂O₂ se descompone

Todos los oxidantes que se listan en la Tabla 13 tienen suficiente poder oxidante para remediar la mayoría de los contaminantes orgánicos. El potencial estándar es una referencia general útil de la fuerza de un oxidante, pero estos valores no indican como estos oxidantes se comportarán

en las condiciones de campo. Los factores que juegan un rol importante a la hora de determinar si un oxidante reaccionará o no con cierto contaminante en el campo son: la estequiometría, la cinética y la termodinámica. Sin embargo, a micro escala, la cinética o la velocidad de reacción es la más importante. En realidad las reacciones deberían ser consideradas termodinámicamente favorables si se parte como base de los valores del potencial de oxidación estándar que podrían no ser prácticos en las condiciones de campo.

Las velocidades de las reacciones de oxidación son dependientes de varias variables que deben ser consideradas simultáneamente, incluyendo la temperatura, el pH, concentración de los reactivos, catalizadores, reacción de los subproductos y las impurezas de los sistemas (como por ejemplo: la materia orgánica natural que puede actuar como “desactivador” de los oxidantes, ya que el oxidante reacciona con ésta en lugar de hacerlo con el contaminante). Para degradar efectivamente un contaminante el oxidante debe entrar en contacto con la molécula del mismo. Idealmente la técnica de distribución debería asegurar que el oxidante sea uniformemente dispersado a través del área a ser tratada. Algunas de las formas más estables del contaminante pueden ser oxidadas sólo por los oxidantes fuertes, pero estos también son consumidos rápidamente en la superficie limitando de esta manera la distancia a la que el oxidante pueda viajar. Los oxidantes menos reactivos son más estables y pueden ser transportados a más grandes distancias en la superficie.

Peróxido de hidrógeno (Reactivo Fenton).- Los procesos de remediación química en los que se emplea al peróxido de hidrógeno (H_2O_2) como agente oxidante involucran la generación de radical libre hidroxilo ($OH\bullet$) y la oxidación directa con peróxido de hidrogeno. Este compuesto químico es un efectivo agente oxidante, el cual puede ser distribuido a profundidad usando un cilindro de permeabilidad, técnicas de mezclado de suelos o la inyección de agua. El hierro es el más frecuentemente utilizado y cuando este es mezclado con peróxido de hidrogeno la

mezcla se conoce como reactivo Fenton; el cual es empleado debido a la producción de radicales hidroxilos. La reacción básica es la siguiente:



Estos radicales sirven como un agente oxidante no específico, efectivo y muy poderoso. Varias reacciones ocurren durante la oxidación de un contaminante y tanto el hierro ferroso (Fe^{2+}) como el hierro férrico (Fe^{3+}) pueden reaccionar con el peróxido para producir radicales oxidantes. El proceso Fenton es de actuación relativamente rápida tomando solo horas o días. Los contaminantes son tratados in situ y convertidos en compuestos inocuos y/o en compuestos de origen natural como por ejemplo: H_2O , CO_2 , O_2 e iones haluros (cuando entre las sustancias contaminantes se encuentran presentes compuestos halogenados).

El lado beneficioso de esta tecnología es que la biodegradación aeróbica de contaminantes puede beneficiarse por la presencia de O_2 generado durante la descomposición de H_2O_2 en el caso de que la aplicación de grandes cantidades de oxidante es necesaria. La utilidad del reactivo Fenton puede estar limitada por la baja permeabilidad del suelo, trazado incompleto del sitio a tratar, superficies heterogéneas y suelos fuertemente alcalinos donde los iones carbonato pueden actuar como desactivadores de los radicales libres (ITCR, 2001).

En un estudio realizado por Bavel (2006) se demostró que la degradación de PAH más efectiva se obtuvo al utilizar el reactivo Fenton, con el cual se alcanzó una eficiencia de degradación del 40 al 86%, mientras que empleando como oxidante químico al ozono se logró una eficiencia de degradación del 10 al 70%. El proceso Fenton está limitado por el valor óptimo de pH (~ 3) requerido para inhibir la precipitación del Fe^{2+} y por la producción de grandes cantidades de sedimento de hidróxido férrico.

En los sistemas del suelo tales valores de pH resultan en un impacto negativo sobre las propiedades del suelo, en la cualidad del mismo y en la subsecuente incompatibilidad con la vegetación o la biodegradación. Se está estudiando como extender el rango de aplicabilidad al

valor de pH natural del suelo y de esta forma producir radicales hidroxilos para lograr una degradación eficiente de contaminantes orgánicos a valores de pH cercanos a la neutralidad. Las alternativas que están siendo probadas son utilizando minerales de hierro o agentes complejantes (Usman et al, 2012). Estos últimos, por ejemplo: ácido cítrico, ciclodextrinas, EDTA, catecol, pueden ser utilizados para incrementar la disponibilidad del Fe^{2+} .

Datos geológicos y químicos necesarios.- Los parámetros que necesitan ser conocidos son:

Masa del contaminante. Estimación de la masa del contaminante incluyen la presencia en la fase libre (disponible). Hay que tratar de estimar con precisión la masa del contaminante en fase acuosa y en fase no acuosa. Tal estimación es esencial para determinar la dosis química necesaria y para la elección de los puntos de distribución del oxidante.

Materia orgánica natural. La materia orgánica natural en el suelo y en aguas subterráneas podría consumir el oxidante y por lo tanto pueden ser utilizados para estimar la dosificación química. Para los suelos con altos volúmenes de materia orgánica, la oxidación química sola podría no ser una tecnología económica.

El pH del suelo y de aguas superficiales. Los valores de pH son necesarios para verificar la conveniencia del uso de un oxidante, específicamente si la zona contaminada se altera por el agregado de un oxidante químico para adaptarse a una tecnología de oxidación. El pH debería ser medido para establecer las condiciones de referencia.

Clasificación del suelo. Una evaluación cualitativa del suelo, incluyendo la heterogeneidad, es necesaria para evaluar la aplicabilidad de un oxidante. Por ejemplo para los suelos arcillosos la mayoría de las tecnologías de tratamiento podrían ser desfavorables ya que el contacto de los oxidantes con el contaminante estaría limitado por difusión. Basado en la evaluación cualitativa del suelo, el valor de la porosidad del mismo se debe tener en cuenta y utilizarlo para la estimación de velocidad en aguas subterráneas. El grado de heterogeneidad del medio influencia sobre el modo de aplicación del oxidante.

Conductividad. Este parámetro es importante para establecer las condiciones de referencia para luego monitorear y cartografiar la extensión de la “zona de reacción”.

Contenido de hierro en suelos y aguas superficiales. El contenido inicial de hierro en el suelo y aguas superficiales deberían ser medidas para estimar la dosis requeridas de hierro. Si la presencia inicial del hierro es ignorada, existe un potencial de sobredosificación de hierro y entonces se reduce la permeabilidad debido a la formación de óxidos de hierro después del tratamiento.

También la presencia de elevadas concentraciones de hierro (específicamente en forma de hierro ferroso) actúa como “desactivador de los radicales hidroxilos” formados a partir de la descomposición del H₂O₂, ocurriendo así las reacciones indeseables que pueden no oxidar a los compuestos orgánicos que se quieren degradar. Los iones hierro deberían ser determinados junto con otros metales.

Trabajos complementarios de la propuesta

Como conclusión de este análisis al amparo de un análisis geológico e hidrogeológico detallada, se ha elegido como las soluciones técnicas más adecuadas en relación con los flujos subterráneos, entre otras cosas inherentes a las mareas:

- La creación de un muro impermeable de lechada de cemento mezclado con bentonita. En la parte este, alado del parque central, se podría cambiar el cemento con lodo para optimizar gasto, pero esta solución necesitaría ensayos en laboratorio. (longitud de 500 metros estimada sobre los 1900 metros lineales según el esquema siguiente).
- En la parte oeste, adicionalmente, un sistema de drenaje con cadena de piezómetro que pudiera construirse independientemente para el control de calidad de agua o por su recolección y tratamiento.

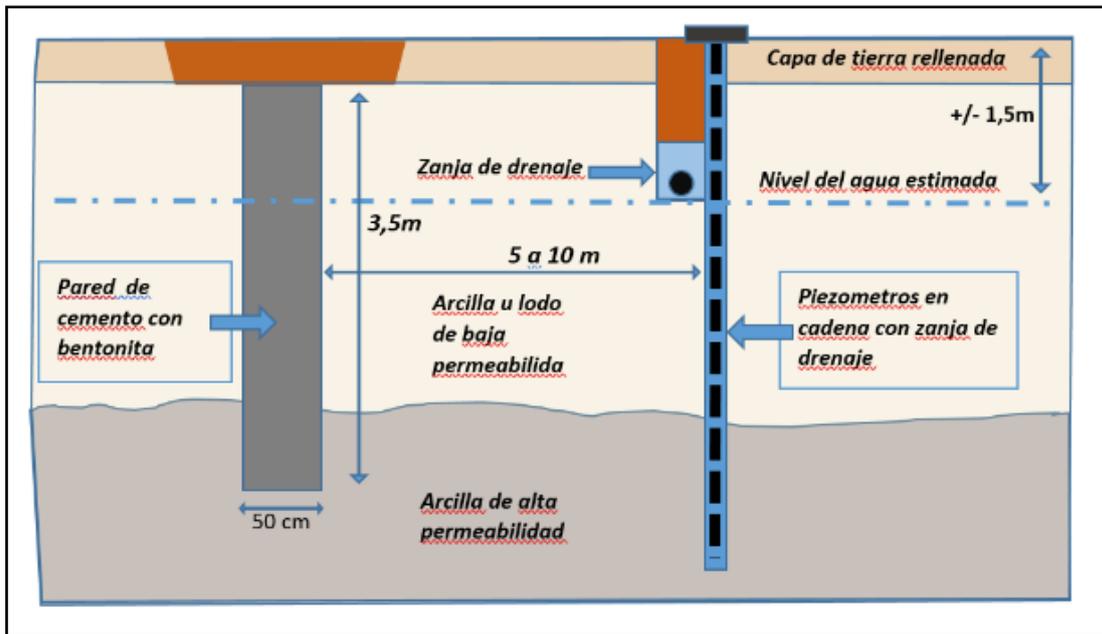


FIGURA 15: Esquema de la solución sugerida

Fuente: Elaboración personal municipio de Durán

El desaguadero situado cerca de los piezómetros y que los relacionan unos a otros, funciona como un sistema de descompresión. En caso de una elevación del nivel de agua en el recinto de la pared hecha en molde, este desaguadero permitirá la evacuación de los excedentes hacia un tanque de bombeo. Bombas permitirán la transferencia de las aguas residuales hacia lagunas de oxidación



FIGURA 16: Estación de bombeo de aguas residuales

Fuente: <http://www.fzingenieros.es/servicios/aguas/aguas-residuales/>

La estación de bombeo necesitará de una conexión eléctrica. Está previsto aquí de reservar un transformador que permite librar un poder de 50 KVA. Este presupuesto está previsto pero podrá hacerse cargo por CNEL.



FIGURA 17: Límite de la barrera y línea de piezómetros

Fuente: Elaboración personal con herramienta Google Earth

El muro de contención debe permitir encerrar la zona identificada como el vertido principal de basuras hasta la transversal 11 (donde se sitúa el parque central de la Cooperativa). La figura 17, indica el posicionamiento del muro de contención, en función de las corrientes de agua subterránea y del perímetro del vertedero identificado.

El drenaje puede resumirse como unos piezómetros de diámetro de 110 mm para bombear o analizar el agua. Si se necesita un drenaje de volumen más grande, las tuberías de drenaje horizontal conectadas a cada piezómetro como una red hidráulica. Hay que considerar este aumento de volumen en la opción del mejoramiento de la laguna de oxidación.

Vías y drenaje de aguas pluviales o aguas lluvias.

La instalación de una red de aguas pluviales en la Cooperativa puede ser optimizada. Así, hemos considerado la altimetría de la zona de estudio para dividir, aproximadamente, el

parcelamiento en dos zonas. El siguiente esquema (Ilustración 11) ilustra un ejemplo aproximado de un posible funcionamiento de las aguas pluviales en la Cooperativa. En color verde: zona 1, en color rojo: zona 2, en color azul: vías principales.

La altimetría natural permite colocar el agua en las vías hacia las tuberías principales. Hemos propuesto, teniendo en cuenta esta posibilidad, la realización de una cuneta central o periférica que permite la circulación de las aguas hacia la canalización principal, solución económica y de concepción simple.

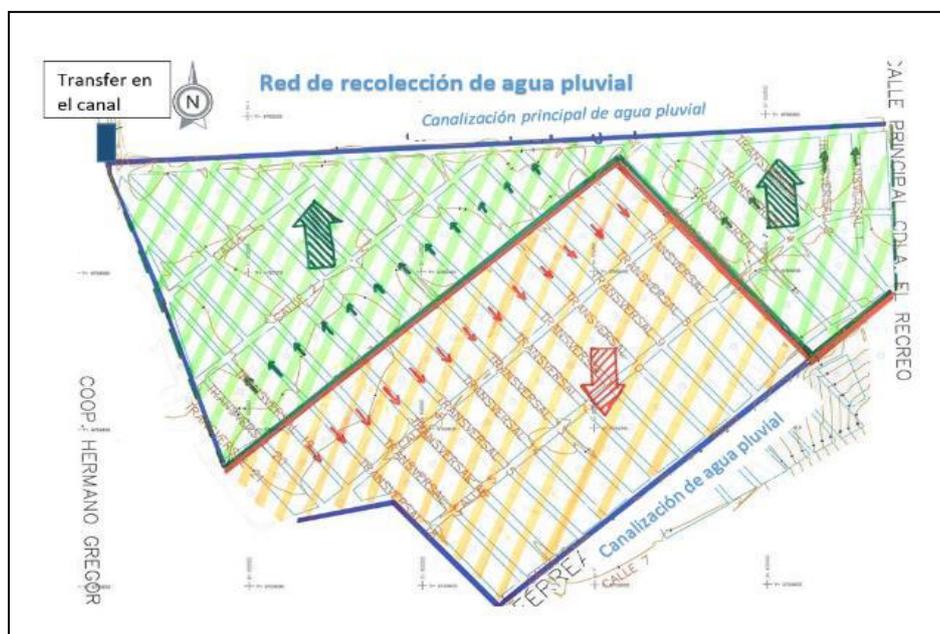


FIGURA 18: Ejemplo de Gestión de las aguas pluviales

Fuente: Elaboración personal, porgrama Argis.

Esta solución tiene múltiples ventajas:

- Su coste de inversión: mucho menor que una canalización enterrada.
- Su conservación / limpieza: muy fácil por canalización abierta en las calles.

La tubería puede ser enterrada o ser un canal abierto según la elección de la Municipalidad. En vista de la gran cantidad de lluvia, su diámetro puede estar comprendida entre 600 y 1 000mm.



FIGURA 19: Ejemplos de tubería de hormigón circular diámetro grande, enterrada (izquierda) o canal rectangular abierto (derecha)

Fuente: Tubería de hormigón en masa HM de PREFABRICADOS ALBERDI S.A.

Esta tubería principal o canal abierto podrá ser conectada a las redes existentes Norte Oriental y Meridional / Sur de la Cooperativa 28 de Agosto 2.

La red de agua potable es constituida por una malla de red primaria / red secundaria y conexiones:

- Red primaria (conjunto de las necesidades): columna vertebral de la red de abastecimiento. La elección del material se realiza en función del diámetro requerido, el precio de coste de la canalización (costes de suministro y aplicación), las limitaciones de la obra (presión interna, cargas externas, naturaleza del suelo, parámetros físico-químicas del agua).
- Red secundaria (cada tramo permite la conexión de 25 a 50 casas): intermedio antes de la conexión con las diferentes viviendas.
- Conexión: de la red secundaria en cada vivienda.

Esta red prevista está conectado a las tuberías de traídas existentes de “El Recreo”. Una conexión parece posible, cerca de la vía de ferrocarril, a partir de allí donde la distribución manual actual está hecha, pero es posible que existan otros puntos de conexiones disponibles en la parte oriental y en las proximidades del castillo de agua. Algunos habitantes nos han

confiado en que la presión de la red era insuficiente. Esta información tiene que ser verificada con EMAPAD. Si la falta de presión es confirmada, será necesario integrar la refacción del/los supresores acerca del castillo de agua, por ejemplo. No se incluye este presupuesto.

Saneamiento de aguas residuales

Red de saneamiento a crear: Como en la red de abastecimiento de agua, la red de aguas residuales puede estar diseñado en tres niveles; los expertos en este tema podrán validar la sugerencia referida. La red puede funcionar de manera gravitacional; la pendiente mínima considerada es del 1% (es decir, 1m para 100m). En el punto bajo de esta red situada en el Nordeste de la Cooperativa, hemos previsto una estación de bombeo de elevación. La estación elevadora para aguas residuales permitirá el trasiego de las aguas hasta las lagunas de oxidación.

Restricciones para la población de la Cooperativa 28 de Agosto 2

Se describen las limitaciones que recomienda que la Municipalidad establezca para las construcciones existentes, ampliaciones o futuras construcciones:

1. Limitación de trabajos dentro del subsuelo ó de la construcción

La presencia de residuos en el subsuelo impone limitaciones a la construcción. Es importante precisar las responsabilidades de propietarios en cuanto a la verificación de la resistencia del suelo para construir una vivienda. Todos los trabajos serán objeto, en principio, de una declaración ante la Municipalidad de Durán, de las obras a realizar, y todas las construcciones de más de dos pisos deberán ser objeto de una validación de la Dirección de Planeamiento Urbano del Municipio de Durán, además del permiso de construcción normalmente solicitado. La elaboración de una ordenanza municipal se recomienda para ponerlo en práctica.

Limitación asociada al uso del agua

Debe ser prohibido la realización de pozos para bombeo de agua subterránea. Una vez más, esta prohibición podrá ser provisional porque el agua subterránea podría en el futuro no resultar afectada en función del tiempo que transcurra. En general, todos los trabajos en profundidad, que se realicen en terrenos privados o en zona pública, deberán ser objeto de una declaración previa a los servicios del municipio. Todo este tipo de trabajos serán supervisados por la normativa local generada.

Medios de monitoreo y seguimiento (principio de vigilancia)

La presencia de residuos requiere un seguimiento a largo plazo. Los piezómetros y el acceso a los puntos de medida deberán mantenerse en buen estado y accesibles.

El programa de análisis será definido por la Municipalidad de Duran, con una discusión o concertación previa con el Ministerio del Ambiente. Podrá estar constituido por análisis trimestrales que se ajusten a la Acuerdo 031 de las siguientes instalaciones:

1. Respecto a medida aguas abajo de los drenajes lixiviados.
2. Piezómetros: 3 piezómetros fueron instalados.

Un estudio hidrogeológico detallado permitirá validar su posicionamiento y completar su número, con el fin de definir 2 a 4 piezómetros de referencia para analizar la evolución de las concentraciones en el agua subterránea bajo la Cooperativa. Esta comparación (actual y futuro) permitirá definir el impacto de la gestión ambiental y su evolución. La duración de estas campañas de análisis es variable. Depende, en efecto, los resultados de análisis: como la ausencia de impacto de la Gestión ambiental no está probada, es necesario continuar el análisis que permita identificar claramente la evolución de la situación. En función de los resultados, los análisis podrían ser espaciados en el tiempo y no efectuarse anualmente.

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones.

En este trabajo de investigación se efectuó el diagnóstico pertinente de las causas sustantivas y secundarias, mediante el uso del diagrama de Ishikawa, de los potenciales riesgos y enfermedades a los que estaban expuestos los habitantes de los asentamientos de este populoso sector perteneciente al cantón Durán. Para aplicar el diagrama referido, este fue clasificado en cinco categorías a saber: Recurso humano, método, entorno, materiales y maquinaria; en cada categoría se identificaron las posibles causas importantes que originaban el problema.

La investigación fue diseñada de acuerdo a la fuente: de campo y documental; según el diseño: no experimental debido a que durante todo el proceso de la indagación no se manipuló ninguna de las variables referidas. En cuanto al nivel, esta fue descriptiva y analítica, buscando justificar y explicar el origen de las causas que generaban el problema. Por último, se colige que según la temporalidad esta indagación fue considerada transeccional porque fue ejecutada por primera vez, en un periodo corto comprendido desde noviembre del 2015 hasta el mes de octubre del 2016.

Se analizaron los resultados de los datos e información recogidos en las treinta y siete encuestas a familias que habitaban en la Cooperativa 28 de agosto. El instrumento de recolección de datos estaba estructurada con doce preguntas, de tipos abiertas y cerradas, con el propósito de recabar información suficiente y valiosa con la intención de identificar, evidenciar, entender y analizar la las necesidades y problemática que se suscita en estos asentamientos; además, que sirva de ayuda para diseñar una propuesta coherente, convincente y realizable.

Finalmente, mediante el análisis de informes de documentos de puesta en marcha de soluciones exitosas de remediación de suelos y, en base a la realidad de este asentamiento, se analizó y seleccionó la técnica más idónea para ayudar a solucionar este problema social y mitigar las

condiciones actuales de vida de los moradores de este populoso sector, perteneciente al Cantón Durán, sin considerar el presupuesto de una posible implementación.

Recomendaciones.

Debido a la situación evidenciada en el asentamiento, es recomendable que se realice la propuesta de remediación seleccionada, ya que esta va a mejorar las condiciones de vida de los moradores.

Se recomienda realizar las gestiones pertinentes ante las autoridades respectivas para solicitar el apoyo en la implementación de esta técnica de remediación.

Se recomienda realizar campañas de concientización a los moradores respecto de cómo realizar una correcta disposición de los desechos sólidos a fin de no acrecentar más el problema.

Una vez que se aplique la técnica de remediación, es conveniente continuar con el tratamiento de los lixiviados, para de esta manera culminar con el proceso y no afectar otras áreas.

Bibliografía

- Adams Schroeder, R. &. (1999). Potencial de la biorremediación de suelo y agua impactados por petróleo en el trópico mexicano. *Terra Latinoamericana: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 159-174.
- Alcalde San Miguel. P. (2008). *Calidad*. Madrid: Paraninfo.
- Bautista, M. (2009). *Manual de Metodología de la Investigación*. Caracas: Talitip s.r.l.
- BRGM. (1999). *Procesos de confinamiento aplicadas a los lugares contaminados*. Francia.
- Cartaya, O.E., & Reynaldo, I., & Peniche, C. (Febrero 2011). Empleo de polímeros naturales como alternativa para la remediación de suelos contaminados por metales pesados. *Revista Internacional de contaminación ambiental*, 41 - 46.
- Colegio de Contadores, d. G. (24 de abril de 2015). *Boletín Tributario N° 20*. Obtenido de <http://www.contadoresguayas.org/tributario/Boletin%20Tributario.pdf>
- Constitución Nacional del Ecuador. (s.f.). *Asamblea Nacional*. Obtenido de http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf.
- De la Puente, C. V. (2009). *Estadística Descriptiva e inferencial y una introducción al método científico*. Complutense.
- De la Rosa-Pérez, D.-L.-I. (julio-septiembre 2017). Electro remediación de suelos contaminados; una revisión técnica para su aplicación en campo. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 129-138.
- Ecoestrategia. (2017). *Foro Económico y Ambiental*. Obtenido de www.ecoestrategia.com
- Escalante, A. (1978). *La construcción de una escala tipo likert: procedimientos técnicos*. (pág. 17). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Sociología, Sección de metodología y técnicas.
- FAO. (2015). El reciclaje en América Latina y el Caribe. *Agronoticias América Latina y El Caribe*.
- Gómez, L. &. (2013). *Diseño de un Sistema de Gestión en Control Operacional Basado en la Norma 18001:2007 para una empresa constructora en el área de edificación*. Ecuador.
- Guzmán, M. (27 de Marzo de 2000). *TGrajales*. Obtenido de <http://tgrajales.net/investipos.pdf>
- Guzmán, M. (Junio de 2012). *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx>
- Marcillo Tipán, E. (Abril de 2014). *Evaluación de la eficiencia de un inóculo enzimático como acelerador del proceso landfarm en biorremediación de suelos contaminados con diésel y bunker a escala piloto*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8541>
- Mason, R. &. (2010). *Estadística para Administración y Economía*. Mexico: Alfaomega.
- Mendoca, S. R. (2000). *Sistema de Lagunas de estabilización, como utilizar aguas residuales tratadas en sistema de regadío*. Colombia: Copyright.
- Metcalf & Eddy, I. (2000). *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*. Madrid: Tercera edición. Ed McGraw-Hill.

- Mihelcic R, J. &. (2012). *Ingeniería Ambiental*. México: Alfaomegas.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2015). *Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria*. Guayaquil: Ministerio del Ambiente de Ecuador.
- Moreno J., & Casco. (2007). *Compostaje*. Madrid: Ediciones Mundi Prensa.
- Naresh, M. (2004). *Investigación de Mercados Un Enfoque Aplicado*. México: 4ta. Edición. Pearson Educación de México, S.A.
- ONU. (15 de enero de 2017). *Organizacion de las Naciones Unidas*. Obtenido de http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml
- Pearson, J. M. (2007). *Tratamiento de Aguas Residuales mediante sistema de lagunaje*. Barranquilla: Ediciones Uninorte.
- Peinado, J. I. (2015). *Métodos, técnicas e instrumentos de investigación criminológica*. Madrid: DYKINSON, S.L.
- Pértegas, D. P., & Díaz Pita Fernández & Pértegas, D. (2002).
- Puga, S. S. (2006). *Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera*. Obtenido de Ecología Aplicada: www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162006000100020&lng=es&tlng=es.
- Ramalho, R. S. (2003). *Tratamiento de aguas residuales* .
- Rojas, J. R. (1999). *Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y Principios de Diseño*. Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Souza, V. D. (15 de Mayo de 2007). *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.br/pdf/rlae/v15n3/es_v15n3a22.pdf
- Tchabanoglous, G. C. (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*.
- Villalba Villalba, N. (Junio de 2013). *Remediación de suelos contaminados con fenantreno por oxidación química. Asunción, Paraguay*. Obtenido de www.conacyt.gov.py/sites/default/files/TES-BN-004.pdf
- Villalba, N. (Junio de 2013). *Introducción a la ingeniería ambiental*. Obtenido de Conacyt.gov.py:: <http://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/TES-BN-004.pdf>

ANEXOS

Anexo A

Diagrama de Ishikawa

Easykawa v1.1 - Calidad Total

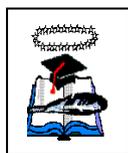
Denominación	Diagrama de Ishikawa		
Problema a analizar	Riesgos potenciales de seguridad y afectación de la salud de los habitantes de la Cooperativa 28 de Agosto		
Organización	Cooperativa 28 de Agosto	Sector	Almacén
Integrantes	Ing. César Carreño		

Realizar Diagrama

	Hombre	Orden	Máquina	Orden	Entorno	Orden	Material	Orden	Método	Orden	Medida	Orden
Causa 1	Enfermedades de la piel	1	Circulación de vehículos en áreas inapropiadas	1	Acumulación de basura	1	Desechos sólidos enterrados	1	Deficiente manejo de desechos sólidos	1	No aplica	N
Causa 2	Enfermedades respiratorias	2	Muy poca presencia de maquinaria y equipo pesado	2	Acumulación de gases peligrosos	2	Descomposición biológica de desechos sólidos	2	Clasificación inapropiada de desechos sólidos	2		N
Causa 3	Enfermedades del estómago	3		3	Generación de lixiviados	3	Acumulación de desechos sólidos	3	Horarios no definidos de recolección de basura	3		N
Causa 4	Deficiente recolección de basura	4		4	Falta de red de distribución de agua potable	4	Acumulación de desechos sólidos	4	Rutas inapropiadas de recolección de basura	4		N
Causa 5	Consumo inapropiado de agua	5		5	Exceso de calor de áreas involucradas	N		N	Escasos controles de descomposición de desechos	5		N

Anexo B

Formato de encuesta



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL



1. ¿Cuántos son los miembros que integran la familia? Clasifíquelos por edad y sexo.

Tabla 1

Miembros que componen la familia

Rango de edad	Hombre	Mujer	Total
0-10 años			
10 -20 años			
20-30 años			
30-40 años			
40 o más			
Suma			

2. ¿Cuál es el tipo de su actividad económica?

Tabla 2

Tipo de actividad económica

Opción	Total	Porcentaje %
Dependiente		
Propia		
Suma		

3. El tipo de vivienda que usted habita es...

Tabla 3

El tipo de vivienda

Opción	Total	Porcentaje %
Propia		
Alquilada		
Prestada		
Suma		

4. Elija el tipo de vivienda en que habita su familia

Tabla 4

Tipo de vivienda en que habita la familia

Opción	Total	Porcentaje %
Casa de cemento		
Casa mixta		
Casa de madera		
Casa de caña		
Suma		

5. Su casa recibe los siguientes servicios básicos:

Tabla 5

Servicios básicos con los que se cuentan en el sector.

Servicio	Si	Porcentaje %	No	Porcentaje %
Agua				
Luz				
Teléfono				
Otro				
Suma				

6. ¿Cómo descarta los desechos domiciliarios generados en su vivienda?

Tabla 6

Disposición de desechos

Opción	Total	Porcentaje %
Recolector de basura		
Quema		
Entierra		
Suman		

7. ¿Cuáles son los servicios complementarios con que cuenta la Cooperativa?

Tabla 7

Servicios complementarios

Opción	Total	Porcentaje %
Educación		
Salud		
Casa comunal		
Seguridad publica		
Canchas deportivas		
Parque		
Iglesias		
Suman		

8. ¿Cuántos años tiene viviendo en la cooperativa?

Tabla 8

Tiempo viviendo en la cooperativa.

Opción	Total	Porcentaje %
De 0 a 5 años		
De 5 a 10 años		
De 10 a más años		
Suman		

9. ¿Conoce que el sector en el habita era un botadero de basura antiguo?

Tabla 9

Conocimiento del sector en que habita

Opción	Total	Porcentaje %
Si		
No		
Suman		

10. ¿Cuáles son las enfermedades más comunes de salud que usted y/o su familia han tenido en los últimos 12 meses?

Tabla 10

Las enfermedades más comunes que han padecido los integrantes de su familia en el último año.

Opción	Total	Porcentaje %
Respiratorias		
Laceraciones de la piel		
Dengue		
Hepáticas		
Estomacales		
Otras		
N/R		
Suman		

11. ¿Se han realizados actividades preventivas, por parte de las autoridades locales, acerca del cuidado de la salud?

Tabla 11

Actividades preventivas realizadas por autoridades locales.

Opción	Total	Porcentaje %
Si		
No		
Suman		

12. ¿Existe alguna organización social o comité en la cooperativa que velen por los intereses sus habitantes?

Tabla 12

Existencia de una organización social o comité

Opción	Total	Porcentaje %
Si		
No		
No sabe		
Suman		

Anexo C

Fotografías de terrenos y alrededores de la Cooperativa 28 de agosto:



Presencia de desechos de construcción



Presencia de personas recolectoras de desechos



Áreas pobladas de la cooperativa cubiertas de malezas



Construcción de obras civiles complementarias.



Habitantes de la Cooperativa en reuniones con la Alcaldesa de Durán.



Presencia de residuos líquidos en canales de evacuación de líquidos



Visita de autoridades del Municipio de Durán a los terrenos baldíos.



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL
CANTÓN DURÁN
DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN AMBIENTAL

Oficio N° GADMCD-DGGA-2016-135
Durán, 16 de octubre de 2016

Ing. Luis Carreño
Guayaquil.-

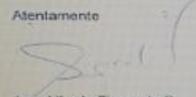
Asunto: *Propuesta de Implementación de un Sistema de Remediación
Remediación en la Coop. 28 de Agosto 2 en el cantón Durán*

De mis consideraciones:

Tengo a bien comunicarle a usted, que durante el periodo comprendido entre noviembre de 2015 a octubre de 2016 la Dirección General de Gestión Ambiental avaló su tema de investigación basado "*Propuesta de Implementación de un Sistema de Remediación en la Coop. 28 de Agosto 2 en el cantón Durán*", por lo que a la fecha dichos estudios han culminado, dando paso a la fase de sistematización de la información levantada y recopilada para la elaboración de su propuesta.

Lo que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente


Ing. Alfredo Florencio P.
Director General de Gestión Ambiental
Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Durán

c.c. Archivo

Carta de aceptación del Municipio de Duran para el desarrollo del proyecto.