

BIORREMEDIACION DE AGUAS PROVENIENTES DE ANALISIS DE
MUESTRAS DE FUENTES RESIDUALES E INDUSTRIALES Y
APORTES DEL MEJORAMIENTO DEL PGIRSH DEL CENTRO MEDICO
54 Y CIA LTDA.

Trabajo de grado para optar por el título de INGENIERIA AMBIENTAL.

Camila Uribe Vásquez

Rafael Mesa

UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS
INDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
BOGOTA
2013

RESUMEN

En las últimas décadas, a medida que hay un desarrollo más eficiente en la prestación de los servicios de salud, ha aumentado la contaminación de aguas, ocasionando problemas en los sistemas de alcantarillado de la ciudad de Bogotá, D.C.

El vertimiento de mediano y largo plazo de aguas residuales sin ningún tratamiento antes de la disposición puede darse de manera natural o no, puesto que la eliminación natural puede tardar muchos años y más con aguas residuales provenientes de estudios clínicos a diverso personal, donde las floras bacterianas de cada cual, son muy diversas; es por esto que para acelerar los debidos procesos naturales y lograr la mitigación de problemáticas en el sistema de alcantarillado y recuperar los ecosistemas intervenidos, se emplean técnicas de biorremediación, que se basan en el empleo de metabolismos microbianos entre los cuales encontramos las bacterias, como la *Pseudomonas fluorescens* para eliminar malos olores, y degradar bacterias patógenas, que puedan contribuir a la generación de enfermedades.

Su aplicación tiene diversos propósitos; ya que sin un estudio fisicoquímico y microbiológico de las aguas, y su composición bacteriana la utilización de estas técnicas de biorremediación no serían necesarias, por lo cual es de vital importancia conocer la cantidad de UFC (Unidades formadoras de colonias) de organismos patógenos, para que por medio del uso de *Pseudomonas fluorescens* el recuento o cantidad de organismos patógenos decrezca, así como también se debe tener en cuenta al contaminante y las condiciones medioambientales a estudiar.

En el desarrollo de este estudio se uso un producto comercial con el nombre de Pseudobiol que funciona como un agente promotor de crecimiento, es decir que este producto al estimular la población microbiana va a conseguir eliminar la generación de malos olores como también va a lograr mitigar colonias patógenas.

Palabras clave: Vertimiento, Aguas residuales, Biorremediación, Metabolismos microbianos, *Pseudomonas fluorescens*, UFC (Unidades formadoras de colonias), Pseudobiol, Tratamiento biológico de aguas residuales.

ABSTRACT

In recent decades, as there is a more efficient in the delivery of health services has increased water pollution, causing problems in the sewer systems of the city of Bogotá, DC

The dumping of medium and long term sewage without any treatment before disposal can occur naturally or not, since attrition may take many years and wastewater from clinical studies to different staff, where floras bacterial each are very different, which is why that rapid natural due process and achieve mitigation of problems in the sewer system and restore the ecosystems involved, bioremediation techniques are used, which are based on the use of metabolisms among which are microbial bacteria, such as *Pseudomonas fluorescens* to eliminate odors, and degrade bacterial pathogens, which may contribute to the generation of diseases.

Your application has different purposes; since without a physicochemical and microbiological study of water and its bacterial composition using these bioremediation techniques would not be necessary, so it is vital to know the number of CFU (colony forming units) of pathogens, so that through the use of *Pseudomonas fluorescens* counts or decreases amount of pathogenic organisms, and also consider the contaminant and environmental conditions to study.

In the course of this study was used a commercial product with the name of Pseudobiol which functions as a growth promoting agent, which means that the product to stimulate the microbial population will be able to eliminate the generation of odors and will also mitigate achieve pathogenic colonies.

Keywords: Dumping, Waste Bioremediation, microbial Metabolisms, *Pseudomonas fluorescens*, CFU (colony forming units), Pseudobiol, Biological Wastewater Treatment.

TABLA DE CONTENIDO

Generalidades del Proyecto	
Introducción.....	
Planteamiento del Problema.....	
Formulación del Problema.....	
Pregunta Problema	
Justificación	
Objetivos General.....	
Objetivos Específicos	
Marcos de Referencia	
Marco Teórico.....	
Origen y composición de las aguas Residuales.....	
Agua Residual Hospitalaria.....	
Aguas Residuales Generales y sus características.....	
Generalidades del Pseudobiol.....	
Propiedades Físicas, químicas y biológicas de Pseudobiol.....	
Ventajas del Pseudobiol.....	
Metabolismo o vía de Entner–Doudoroff.....	
Generalidades de Biorremediacion.....	
Técnicas de Biorremediacion.....	
Marco Conceptual	
Polución del Agua.....	
Contaminación del Agua.....	
AnálisisFísicoquímico del Agua.....	
AnálisisBacteriológico del Agua.....	
Numero mas Probable.....	
Muestra Instantánea del Agua.....	
Muestra compuesta del Agua.....	
ÍndiceColiforme.....	
EscherichiaColi.....	

Norma de Calidad del agua.....	
Criterio de Calidad del Agua.....	
Tratamiento.....	
Consecuencia Nociva.....	
Limites permisibles de vertimiento.....	
Punto de captación.....	
Punto de descarga.....	
Usuario.....	
Vertimiento.....	
Tasa retributiva por vertimientos puntuales.....	
Unidades formadoras de colonias.....	
Biorremediacion.....	
Tratamiento Biológico de aguas residuales.....	
Pseudobiol.....	
PseudomonaFluorescens.....	
Metabolismo Microbiano.....	
Microorganismo.....	
Biotransformacion.....	
Xenobioticos.....	
Marco legal	
Decreto –Ley 2811 de 1974.....	
Ley 9 de 1979.....	
Decreto 1594 de 1984.....	
ConstituciónPolítica Colombiana de 1991.....	
Ley 99 de 1993.....	
Decreto 901 de 1997.....	
Resolución 1096 del 2000.....	
Conpes 3177 de 2002.....	
Decreto 3100 de 2003.....	
Decreto 3440 de 2004.....	
Resolución 1433 del 2004.....	

Decreto 1594 de 1984.....

Decreto 3930 del 2010.....

Norma Ambiental ISO 14001.....

Política de producción y consumo sostenible.....

Marco Geográfico

Metodología.....

Procedimiento.....

Análisis e Interpretación de resultados.....

Conclusiones.....

Bibliografía.....

Anexos.....

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Características del agua Residual	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Concentraciones máximas permisibles para verter a un cuerpo de agua y/o red de alcantarillado publico.	40
Tabla 3 .Actividades de las instituciones prestadoras de servicios de salud, con internación.....	41
Tabla 4. Eliminación de desperdicios y Aguas Residuales, saneamiento y actividades similares.	42
Tabla 5. Resultados de analisis: Biorremediacion de Aguas Residuales	58

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Materiales y/o Prácticas microbiológicas para siembras	5
Ilustración 2. Recuento Total de Coliformes Medio VRB Agar T° 35-37°C*48 Horas	51
Ilustración 3. Recuento Total de Pseudomona Fluorescens en medio King B. T° DE 35-37°C*48 horas.....	51
Ilustración 4. Recuento Total de Coliformes+ Pseudomona Fluorescens Medio VRB Agar T° 35-37°C*48 horas-Tiempo 0.....	52
Ilustración 5. Recuento Total de Pseudomona Fluorescens. Tiempo 24 horas. ..	52
Ilustración 6. Recuento Total de Coliformes+ Pseudomona Fluorescens. Tiempo 48 horas.....	53
Ilustración 7. Recuento Total de Coliformes Medio VRB Agar. T° 35-37°C*48 horas. Tiempo 48 horas	54
Ilustración 8. Recuento Total de Pseudomonas Fluorescens en Medio King B. T° 37°C*24 horas.	55
Ilustración 9. Recuento Total de Coliformes Medio VRB Agar T° de 35-37°C. Tiempo 72 horas.	56

TABLA DE REPORTES MICROBIOLÓGICOS

Ficha 1. Reporte Microbiológico de Agua residual+ Inoculo.

Ficha 2. Reporte Microbiológico de PseudomonaFluorescens (inoculo)

Ficha 3. Reporte Microbiológico de agua contaminada+ PseudomonaFluorescens en Tiempo 0.

Ficha 4. Reporte Microbiológico de Agua residual+ Inoculo de PseudomonaFluorescens en Tiempo 24 Horas dado en un recuento de Coliformes y PseudomonaFluorescens.

Ficha 5. Reporte Microbiológico de Agua Residual+ Inoculo de PseudomonaFluorescens en Tiempo 48 Horas dado en un recuento de Coliformes y pseudomonaFluorescens

Ficha 6. Reporte Microbiológico de Agua Residual+ Inoculo PseudomonaFluorescens en Tiempo 72 horas dado en un recuento de coliformes y PseudomonaFluorescens

Ficha N°7. Ficha Técnica de PseudomonaFluorescens perteneciente a la colección de Microorganismos de la Pontificia Universidad Javeriana.

Ficha N°8. Ficha Técnica de Producto Pseudobiol correspondiente a la empresa Biocontrol.

Ficha N°9. Ficha Técnica de Medio de Cultivo Selectivo Agar King B.

GENERALIDADES DEL PROYECTO

En este capítulo se pretende mostrar aspectos generales de la pasantía tales como: Objetivo General del proyecto donde se describe lo que se pretende lograr con el proyecto y su justificación, un planteamiento del problema, antecedentes nacionales e internacionales, un marco referencial donde se delimita el proyecto, un marco legal en el cual se mencionan los aspectos legales para la conformación del proyecto.

INTRODUCCION

En este documento se podrá apreciar la presentación del proyecto de estudio de factibilidad para el uso de la Biorremediación en aguas residuales provenientes de análisis de muestras hospitalarias. Los centros médicos y hospitales son considerados como la mayor fuente de contaminantes por las actividades que en estos establecimientos se generan como residuos de laboratorio, entre los cuales se encuentran los residuos líquidos provenientes del material de lavado, excreción de los pacientes. Una de las problemáticas causadas por los efluentes hospitalarios es por su descarga en los sistemas de alcantarillado urbano¹. Dentro de los componentes que se encuentran presentes en este tipo de aguas se encuentran los antibióticos de baja biodegradabilidad que no son metabolizados y se excretan en heces u orina². Los cuales no son removidos por métodos convencionales, y son encontrados en fuentes de agua potable y posteriormente ocasionan un riesgo a la salud humana. Por ende los estudios deben estar orientados a determinar la capacidad de remoción de material biológico utilizando diversos procesos de tratamiento.

En las plantas de tratamiento se emplean procesos biológicos que no pueden contrarrestar o degradar vertimientos hospitalarios, pues contienen propiedades recalcitrantes, las cuales son muy resistentes a la degradación biológica y usualmente permanecen intactos al tratamiento de plantas convencionales³; razón por la cual se hace necesario el uso de tecnologías de biorremediación bacteriana, la cual se considera una alternativa viable para la remoción de toxicidad y la reducción de la concentración de unidades formadoras de colonias (UFC) de origen patógeno ya que se basa en la estimulación artificial de una o

¹Kumar,A.G., Kumarb,S.andSabumon., Preliminary study of physic-chemical Treatment options for hospital wastewater. *Journal of Environmental Management*,83, pp.298-306,2007.

²Akmehmet, I.B.andOtker, M.,Treatment of pharmaceutical wastewater containing antibiotics by O3 and O3/H2O2 processes. *Chemosphere*, 50,pp 85-95,2003.

³Oller, I., Malato, S.and Sanchez-Perez,J., Combination of advanced oxidation processes and biological treatments for wastewater decontamination a review. *Science of the Total Environment*,409,pp 4141-4166,2011

más actividades biológicas en el ecosistema contaminado por enzimas y microorganismos (bacterias)⁴.

La *Pseudomonas fluorescens* es una bacteria capaz de degradar numerosos compuestos xenobioticos de origen sintético⁵, por lo cual es un agente biorremediador de alto impacto, esta *Pseudomonas fluorescens* se encuentra en el producto llamado "Pseudobiol" el cual tiene diversos modos de acción como Solubilizador de Fosforo, como estimulador de crecimiento, como biocontrolador, como inductor de resistencia sistémica y como biorremediador.

El problema de las bacterias de origen patógeno presentes en el agua residual debe ser abordado no solo usando herramientas analíticas, sino también ensayos biológicos, los cuales determinan si el procedimiento resulta adecuado por medio de una comparación entre la composición inicial y final del agua residual a tratar, y así determinar si al final del proceso la patogenicidad del agua ha generado disminución en las UFC patógenas o ha inhibido su crecimiento; la *Pseudomonas fluorescens* (Pseudobiol), puede inhibir su crecimiento en condiciones patógenas o de toxicidad, por lo cual se utiliza como bioindicador de Patogenicidad total.

En ese sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de la aplicación del producto pseudobiol en aguas residuales hospitalarias del Centro Medico 54 y CIA LTDA, variando los valores y cantidades del producto pseudobiol, teniendo en cuenta las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua residual.

La información compilada generada a partir de esta revisión se hace explícita en la escritura del presente escrito, el cual está compuesto por tres capítulos.

- En el primer capítulo se hace una descripción detallada del contacto espacial, el proceso que genera la contaminación y los efectos de la misma sobre el ambiente, concluyendo con un marco legal que ofrece una visión sobre la situación actual.
- En el segundo capítulo se presenta una breve descripción de la Biorremediación como aplicación y se hace énfasis en las potencialidades de ciertos microorganismos para la remediación de la contaminación previamente descrita.

⁴Técnicas del Agua y Medio Ambiente [itp-depuracion.com](http://depuracion.com)

⁵Biología de Microorganismos- MADIGAN Editorial Prentice Hall, pp,458.

- En el tercer capítulo se da un conocimiento biológico mediante el planteamiento de una metodología específica para el caso en estudio, los lineamientos para realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica detallada de las aguas residuales, la siembra y cultivo en medios de cultivo que guían la comprobación experimental de los análisis realizados, mediante la búsqueda de un sistema o técnica de tratamiento idóneo para este tipo de agua

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta las características físicas, químicas y microbiológicas de los vertimientos de agua realizados en el Centro Medico 54 y CIA LTDA, las cuales contienen cargas de microorganismos patógenos con altas concentraciones y un riesgo potencial para elementos del medio; es imprescindible la realización de un bio tratamiento previo a dichos vertimientos.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con el uso de estas técnicas de Biorremediación se pretende solucionar y generar operatividad, efectividad y eficiencia en los resultados para remediar un agua con características de vertimientos hospitalarios, y de esta manera recuperar los ecosistemas y/o componentes ambientales intervenidos antropicamente en el sector ambiental.

PREGUNTA PROBLEMA

En el marco global del presente estudio, se plantea como pregunta de investigación:

¿QUE DATOS Y EXPERIMENTOS REPORTADOS EN LA LITERATURA CIENTIFICA SON RELEVANTES PARA EL PLANTEAMIENTO DE UN EXPERIMENTO DE BIORREMEDIACION CON MIRAS A TRATAR LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL CENTRO MEDICO 54 Y CIA LTDA?

JUSTIFICACIÓN

Se ha observado que durante los últimos años el tema de Biorremediación es una de las áreas que ha venido en aumento a nivel global a través del tiempo, donde se busca restaurar o regresar a su estado natural ecosistemas alterados por la actividad humana.

Lo que se quiere lograr con este proyecto es incursionar en el uso de técnicas de Biorremediación en aguas residuales provenientes de centros hospitalarios; para satisfacer las necesidades ambientales y mitigar la presencia de enfermedades de origen bacteriano.

En Colombia es muy poco lo que se conoce del uso de microorganismos en actividades de Biorremediación de aguas residuales, pero si se conoce sobre la Biorremediación en aguas con residuos de petróleo. Una de las ventajas de la Biorremediación, es el uso de microorganismos provenientes del entorno para eliminar compuestos contaminantes debido a que son utilizados procesos biológicos más amigables ambientalmente; además de lo cual estos procesos al ser orgánicos son menos activos químicamente⁶ Dado que en el caso a trabajar se utilizaron inóculos, por la falencia de comunidades bacterianas, por cuanto es muy importante reconocer que el uso de microorganismos ayuda en muchos casos a desarrollar alternativas en la asepsia de lugares hospitalarios

El uso de esta herramienta de Biorremediación tiene un gran impacto en la restauración de ecosistemas y componentes ambientales; ya que al no reaccionar químicamente, no generan obstrucciones en el sistema de alcantarillado urbano, se mitigan los olores ofensivos, y se elimina el contenido patógeno de las aguas residuales hospitalarias por ser estas procedentes de distintas floras intestinales y/o pruebas clínicas.

Además de lo ya antes mencionado permite cualificar los vertimientos del Centro Medico 54 y CIA LTDA, dejándolo en condiciones óptimas para la obtención de la certificación ambiental en ISO 14001, disminuyendo así los riesgos potenciales de las aguas servidas en cuanto a la población de posibles patógenos presentes.

⁶Extraído de Suelos Contaminados por metales y metaloides: Muestreo y Alternativas para su remediación de Tania VolkeSepulveda, Juan A. Velasco Trejo y David A. de la Rosa (Secretaria de Medio Ambiente y recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología).books.google.com.co/books?isbn=9688174920

OBJETIVO GENERAL

Remediar las aguas procedentes del Laboratorio del Centro Medico 54 y CIA LTDA, para satisfacer las necesidades de la recuperación ecológica y funcionamiento del Sistema de Alcantarillado urbano de la ciudad de Bogotá.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cualificar las condiciones microbiológicas de las aguas residuales provenientes del Centro Medico 54 y CIA LTDA entregadas a la red urbana de alcantarillado.
- Implementar técnicas de biorremediación de pre tratamiento a nivel de aguas residuales hospitalarias para mejorar los vertimientos por parte del Centro Medico 54 y CIA LTDA, y de esta manera mejorar los índices de contaminación a nivel microbiológico y fisicoquímico de las aguas vertidas por el Centro Medico 54 y CIA LTDA.
- Evaluar la población de microorganismos, patógenos y no patógenos, después de la administración de la Bacteria *Pseudomonas Fluorescens*.
- Medir eficacia-eficiencia y efectividad de la bacteria *PSEUDOMONA FLUORESCENS*.
- Reducir y/o eliminar los olores ofensivos
- Controlar el crecimiento y reducir la presencia de bacterias patógenas o coliformes fecales como *Escherichia Coli*, a niveles permitidos por las normas nacionales.

MARCOS DE REFERENCIA

MARCO TEORICO

ORIGEN Y COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua residual de cada centro urbano varía de acuerdo con los factores externos, como localización, temperatura, origen del agua captada, entre otros; y a factores internos como la población, el desarrollo económico, el nivel industrial, la dieta, el tipo de aparatos sanitarios.

Igualmente los vertimientos varían en su caudal en el tiempo, presentando a nivel doméstico mayores volúmenes especialmente en horas de quehaceres domésticos, y a nivel industrial de acuerdo con las descargas en los procesos de producción.

El principal contaminador de las aguas residuales domésticas son las heces y la orina humana, seguido de los residuos orgánicos de la cocina; estas presentan un alto contenido de materia orgánica biodegradable y de microorganismos que por lo general son patógenos⁷.

La composición típica de un agua residual municipal se presenta en la Tabla N^o1.

La materia orgánica presente en las aguas residuales domésticas es biodegradable por los microorganismos, en condiciones aerobias, cuando los cuerpos de agua no están altamente contaminados o en condiciones anaerobias, agotando el oxígeno disuelto limitando la vida acuática y generando malos olores producto de los procesos de descontaminación.

⁷Ibid

CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales se clasifican en dos tipos: industriales y municipales, donde las aguas residuales industriales necesitan de tratamiento antes de ser descargadas en el sistema de alcantarillado para no promover y aumentar la carga contaminante de las aguas, dado que las aguas residuales industriales cambian de una industria a otra, también cambian las formas de tratamiento de acuerdo a la industria, además de esto también poseemos aguas residuales mixtas es decir industriales y municipales que al ser compatibles en características, se descargan directamente en los sistemas públicos de alcantarillado.

El agua residual municipal fresca y aerobia tiene olor a queroseno y color gris. El agua proveniente o que encontramos en “caños” es séptica; y su olor característico es sulfhídrico, similar al de los huevos podridos, y su color es negro.(Antecedentes del tratamiento de aguas residuales).

La temperatura del agua residual es mayor a la del agua potable, por cuanto es necesario tomar indicación o tener en cuenta indicaciones como la lluvia, que diluye los contaminantes, el ambiente que hay en la toma de la muestra es decir, si nos encontramos con tiempo soleado o frío, así como también tomar en cuenta las industrias que se encuentran cerca al punto de vertimiento o de descarga de las aguas residuales, ya que esto influye en la composición y características de las aguas a tratar.

Se han identificado una gran variedad de contaminantes en el agua, que involucran prácticamente cualquier tipo de sustancia toxica, es por esto que se hace necesario conocer la susceptibilidad o fragilidad del sistema, para contrarrestar la actividad del contaminante y la importancia de conocer la naturaleza fisicoquímica y bacteriológica, es decir su persistencia y/o estabilidad en diversos ambientes(Calidad de aguas para estudiantes de ciencias ambientales, Facultad de Medio Ambiente y recursos naturales Universidad Francisco José de Caldas)

AGUA RESIDUAL DEL CENTRO MEDICO 54 & CIA LTDA.

El agua residual se obtuvo del Centro Medico 54 y CIA LTDA, ubicado en la ciudad de Bogotá Colombia.

El Centro Medico 54 y CIA LTDA cuenta con alrededor de 4 consultorios con 4 camas, en el que son atendidas cerca de 150 personas por día con un porcentaje de más de 200 consultas médicas en salud ocupacional. El agua residual proviene de diferentes procesos como laboratorio Clínico, lavado de material quirúrgico, y servicios generales como limpieza y desinfección.

Las muestras colectadas en el punto final de la red de recolección de las aguas residuales que se generan de todas las actividades ya anteriormente descritas.

Se realizaron 3 colectas durante este tiempo , con intervalos de semana, donde el agua residual se sometió a una caracterización microbiológica donde se evaluaron parámetros aspectos como Salmonella, PseudomonaAeruginosa, EscherichiaColi, Coliformes Totales, hongos, levadura y mesofilos.

AGUAS RESIDUALES GENERALES Y SUS CARACTERISTICAS

Las aguas residuales son aquellas que contienen sustancias de desecho, orgánicas que resultan ser diversas a las actividades que realiza el hombre, por lo cual presentan un estado alterado en su composición original ya que presentan grandes concentraciones de sustancias orgánicas y químicas; también poseen bajo contenido de oxígeno disuelto, además también presentan características corrosivas, mal sabor y proliferación de enfermedades que conllevan a la muerte de seres vivos que la ingieren sin un tratamiento adecuado y procedente a la actividad realizada, lo cual puede verse relacionado al no manejo adecuado y racional del recurso hídrico, causando un deterioro general en el ambiente, y por ende hace que el ecosistema se encuentre frágil e

indefenso para combatir enfermedades como: La amibiasis, la diarrea, entre otras.⁸

GENERALIDADES DE PSEUDOBIOLO

PSEUDOBIOLO SL es un inoculo y fungicida microbial elaborado en cepas del microorganismo *Pseudomonas Fluorescens*, bacteria Gram-negativa saprofito aerobio facultativa que se puede encontrar en el suelo y en el agua, es incapaz de formar esporas y crece aeróticamente. La temperatura óptima para su funcionamiento es de 25 a 30 grados Celsius, pero puede crecer desde los 5 hasta los 42 grados Celsius. No crece en medios con Ph menores o iguales a 4.5 y prefiere Ph neutros y tiene flagelos polares, lo que le permite moverse activamente en medios líquidos. Su pigmento fluorescente, la hace reaccionar frente a la luz ultravioleta. Puede crecer en un medio mineral con iones de amonio o nitrato y un solo compuesto orgánico que funciona como única fuente de carbono y energía, dando un crecimiento rápido.

Entre las características más destacadas de *Pseudomonas Fluorescens* es su capacidad para solubilizar fósforo, y producir sustancias estimuladoras de crecimiento, que inducen la iniciación radicular e incrementan la formación de raíces y pelos absorbentes. También secuestra hierro y produce antibiosis lo que le brinda la capacidad de controlar el ataque de algunas enfermedades de carácter fungoso y/o bacteriano, “las pseudomonas son organismos ecológicamente importantes tanto en el agua como en los suelos y son probablemente responsables de la degradación de numerosos compuestos xenobioticos de origen sintético como pesticidas y otros productos químicos tóxicos y son por tanto importantes agentes medioambientales de biorremediación.

La mayoría de las pseudomonas metabolizan glucosa por la ruta de Entner-Doudoroff, una variante de la glicolisis en la cual los primeros pasos para el catabolismo de la glucosa difieren del sistema glicolítico”⁹

Otro de los modos de acción es como estimulador de crecimiento, ya que la *Pseudomonas Fluorescens* pertenece a un grupo de microorganismos llamado “estimuladores del crecimiento vegetal”, dado que tienen la virtud

⁸ Superintendencia de servicios públicos. Comisión Nacional del agua. Secretaría de Salud

⁹ Biología de Microorganismos- MADIGAN Editorial Prentice Hall, pp,458.

de producir unas sustancias de tipo hormonal como auxinas, giberelinas y citoquininas, que estimulan la germinación de semillas, inducen la formación y el crecimiento de raíces y pelos absorbentes, aceleran el crecimiento de las plantas especialmente en sus etapas iniciales.

Como biocontrolador por su capacidad para producir sustancias antibióticas difusibles o volátiles que inhiben el crecimiento del microorganismo patógeno y metabolitos llamados sideroforos que los privan de elementos esenciales, esta bacteria limita sensiblemente la acción de algunos hongos y bacterias indeseables. Dentro de los antibióticos producidos por esta bacteria, se conocen las fenacinas, pioleutorinas.

En Chile, en una prueba de campo realizada en dos tipos de suelos diferentes con Ph 5.2 y 7.0, infestados con *Rhizoctonia* spp., se obtuvo una sobrevivencia de plantas de algodón tratadas con una cepa de *Pseudomonas fluorescens*, de 89.5 y 45.6%, contra 15.4 y 17.2% de los testigo que fueron tratadas con células muertas de la cepa en mención.

Otro de los estudios realizados es el del "ANTAGONISMO DE *PSEUDOMONA FLUORESCENS* MIGULA FRENTE A *FUSARIUM OXYSPORUM* FSP. psisiSchtdl EN ARVEJA *Pisum sativum* L. En el que se pretendía disminuir el amarillamiento de los tallos y raíces contaminadas con *F. Oxysporum* en condiciones de Laboratorio específicas, mediante técnicas de pruebas bioquímicas y siembra en medios de cultivo cetrimide y Agar nutriente, donde la cepa controlada mostro un mayor crecimiento vegetal de *F. Oxysporum* bajo condiciones *in vitro*. En las pruebas de invernadero, la incidencia de la enfermedad contraste de un 90.31% a 6.55% con la bacteria, con respecto al testigo, mostrando la eficiencia antagónica de la cepa de *P. Fluorescens* en el control de *F. Oxysporum* bajo condiciones controladas" ¹⁰.

Como inductor de Resistencia Sistémica en las plantas, es la capacidad que tiene una planta para retardar el desarrollo de una enfermedad, siendo un concepto relativo, ya que todas las plantas tienen esa resistencia, o de lo contrario se habrían extinguido.

Pseudomonas Fluorescens es capaz de inducir resistencia al incrementar la velocidad y los niveles de síntesis de compuestos fenólicos en el tallo, llamados fitoalexinas. La señal responsable de la inducción de resistencia y del aumento de acumulación de fitoalexina esta inducida por los

¹⁰ Guerra, G.A.; Betancourth, C.A.; Salazar, C.E.: Antagonismos *Pseudomonas* versus *Fusarium*.

lipopolisacaridos de la bacteria. Otro mecanismo de acción para reducir la actividad patogénica de hongos es la detoxificación del ácido fusarico.

Ahora como biorremediador actúa sobre lodos y suelos contaminados por hidrocarburos mayormente en consorcio con otros microorganismos del suelo. Se ha estimado que la cantidad suficiente de microorganismos para efectuar en buenas condiciones un proceso de biodegradación es de 10^3 a 10^4 UFC/g de suelo y de heterótrofos totales de 10^5 a 10^6 UFC/g de suelo, capaces de metabolizar y mineralizar el contaminante a CO_2 y H_2O . Para que los microorganismos biorremediadores actúen es necesario disponer de una humedad de 25 a 75 % y un Ph óptimo de 6.0 a 8.0. Por su capacidad de adaptación a condiciones o cambios bruscos de temperatura, *Pseudomonas* spp, está considerada como la bacteria mejor aliada para la remediación de suelos contaminados por hidrocarburos en diferentes condiciones ambientales de temperatura.

PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DE PSEUDOBIOLO

Nombre comercial: Pseudobiol SL

Ingrediente activo: cepa natural de la bacteria *Pseudomonas fluorescens*

Origen: Derivado de Cultivos de la bacteria

Formulado por: Laboratorio BIOCONTROL (Palmira, Valle del Cauca).

PROPIEDADES BIOLOGICAS

Clasificación taxonómica:

Reino: Bacteria

Phylum: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Pseudomonadales

Familia: Pseudomonadaceae

Género y Especie: PseudomonaFluorescens.

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Composición garantizada: 1×10^8 de UFC/cm³.

Tipo de Formulación: Líquido

Porcentaje de pureza microbiológica: 95% mínimo

Ph: 5.0-7.5

Estabilidad: 10 a 15 días a temperatura ambiente (20 grados Celsius).
Cuatro meses a 4 grados Celsius

Presentación: Frasco plástico de un litro.

COMPATIBILIDAD.

Es compatible con la mayoría de productos de tipo microbial como hongos, entomopatogenos y mycoparasitos, micorrizas, bacterias nitrificantes y preparados microbiales, incompatible con productos de síntesis química como fungicidas, bactericidas y herbicidas.

TOXICOLOGIA.

PseudomonaFluorescens no presenta toxicidad en mamíferos. Se considera un producto no toxico ni alérgico y es inocuo para artrópodos útiles, abejas, avispas y abejorros.

PRECAUCIONES

- Consérvelo en un lugar fresco y a la sombra.
- Si se va a almacenar por periodos prolongados no mas de 6 meses, se recomienda conservarlo refrigerado de 4 grados Celsius
- No congelar

VENTAJAS DE USAR PSEUDOBIO SL

- Previene el ataque de algunos patógenos del suelo y en caso de ataque reduce significativamente el daño.
- Es inocuo y amigable con el medio ambiente, el agua o los alimentos. No afecta la salud del hombre o los animales
- No genera resistencia en los organismos patógenos y permanece en el medio como parte integral. ¹¹

Entre las cepas de *Pseudomonas* encontramos *Pseudomonas* patógenas como la *pseudomonaaeruginosa* que se asocia frecuentemente a infecciones del tracto respiratorio en humanos. Las infecciones de *P. aeruginosa* también son habituales en pacientes bajo tratamiento por quemaduras y otros tipos de daño traumático de la piel.

La *pseudomonaaeruginosa* es un organismo oportunista que afecta a individuos con poca resistencia. Además de las enfermedades de tracto urinario también causa infecciones sistémicas, es resistente a muchos de los antibióticos más utilizados por lo que su tratamiento es complicado, esta resistencia se debe a un plásmido transferible, un plásmido portador de genes que codifican proteínas capaces de detoxificar varios antibióticos y a la presencia de sistemas que bombean los antibióticos fuera de la célula, la *pseudomonaaeruginosa* se encuentra principalmente en ambientes hospitalarios y que pueden infectar fácilmente a pacientes que pueden estar sufriendo de enfermedades nosocomiales.

Algunas especies de *Pseudomonas*, *Ralstonia* y *Burkholderia*, además del género *Xanthomonas* son reconocidos patógenos de plantas, los fitopatógenos residen frecuentemente en plantas no hospedadoras de las cuales se transmiten a sus plantas hospedadoras donde la producen la infección.

Luego para consolidar la información aquí presente se hace uso del “Informe Ejecutivo de la prueba de tratamiento de biosólidos con tres biorremediadores de biocontrol en la PTAR “EL SALITRE” de Bogotá D.C” cuyo objetivo fue evaluar los efectos de los tres microorganismos biorremediadores sobre los coliformes fecales, *Escherichia Coli*, huevos de

¹¹ PSEUDOBIO SL *Pseudomonas fluorescens*. Agente microbiano de uso agrícola. Registro de producción ICA N° 000414.

helmintos y olores ofensivos que se encontraban en los biosólidos producidos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “ El Salitre “ de la ciudad de Bogotá D.C, donde a partir de diluciones se probó la efectividad específica de 3 biorremediadores como el *Trichoderma lignorum*, y las bacterias *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus subtilis*, donde lo que se llevó a cabo fue una solución de los organismos ya anteriormente mencionados en un tanque de fibra de vidrio de 1m³ de capacidad y se utilizó agua proveniente del proceso de la planta que se encontraba con grandes cantidades de cloro, por lo cual se hizo necesario realizar por un periodo de 10 días el vertimiento de la solución del producto pseudobiol en los lodos de manera fraccionada, lo cual quiere decir que de la totalidad aplicada del producto fueron de cada uno de los microorganismos la siguiente cantidad 300 litros de *Pseudomonas fluorescens*, 140 litros de Subtilin y 7 kilos de Trichobiol, y se requirieron 2 muestras de biosólido sin producto para ser analizadas en el laboratorio y posteriormente una muestra con producto y una sin producto a los 7,14,21 y 28 días de iniciada la prueba, y donde se obtuvieron resultados microbiológicos en coliformes en el día 28 se dieron resultados de 67 UFC/g, para la muestra con producto, contra 168.750 UFC/g para la muestra sin producto y una reducción del 99.95% con relación al nivel encontrado en el día 7 y para *Escherichia coli* se obtuvo en día 28 un conteo de 210 UFC/g para la muestra con producto, contra 171.094 UFC/g en la muestra sin producto y una reducción de 99.86% de este microorganismo con relación a los niveles encontrados en el día 7, por lo cual se evidencia que en las muestras sin producto hay una tendencia creciente inicialmente hasta el día 21, pero descendente para la muestra con producto¹² y teniendo en cuenta este estudio la presente investigación lo tomo como base e hizo las implementaciones necesarias para lograr el alcance de los objetivos propuestos.

METABOLISMO O VIA DE ENTNER- DOUDOROFF

Es una vía ampliamente distribuida para el catabolismo de los azúcares en las bacterias, especialmente entre las especies del grupo de las *Pseudomonas*. En esta vía, la glucosa-6-fosfato se oxida a ácido 6-fosfogluconico y NADPH; el ácido 6-fosfogluconico se deshidrata y se

¹²Informe Ejecutivo de la prueba de Tratamiento de Biosólidos con tres biorremediadores de Biocontrol en la PTAR “El Salitre” de Bogotá D.C extraído de la empresa Biocontrol

escinde en piruvato y gliceraldehido-3-fosfato, un intermediario clave de la vía glucolítica. A continuación, el G 3-P se cataboliza como en la glucólisis, lo que genera NADH Y 2 ATP, y se utiliza como un aceptor de electrones para equilibrar las reacciones redox .

Resulta interesante que como el piruvato se forma directamente en la vía Entner- Doudoroff y no puede producir ATP de la forma que lo hace el G-3-P, la vía de EntnerDoudoroff produce solo la mitad de ATP que la vía glucolítica. Por lo tanto, los organismos que utilizan la vía de Entner-Doudoroff comparten esta característica fisiológica con las bacterias hetero fermentativas del ácido láctico que también utilizan una variante de la vía glucolítica. (Biología de microorganismos-Madigan Editorial Prentice Hall PP., 458-459-681-682).

GENERALIDADES DE LA BIORREMEDIACION

Las tecnologías de biorremediación se basan o sustentan en la optimización, intensificación y direccionamiento del ciclaje de nutrientes, los cuales son catalizados principalmente por la actividad metabólica de diferentes grupos de microorganismos (Bollag&Bollag 1992), así al contemplar y hacer remembranza en la cadena trófica, el eslabón de los descomponedores están básicamente constituidos por microorganismos en cuyo metabolismo se procesan compuestos orgánicos complejos y algunos compuestos inorgánicos poco complejos produciendo formas minerales aprovechables por los productores primarios de dicho modelo, que hacen referencia a organismos autótrofos fotosintéticos fundamentales para la vida (Madigan et al.1997) .

A partir de la creciente actividad industrial y a los procesos industriales, todos los acercamientos, actividades y propuestas para minimizar, estancar, degradar o mineralizar contaminantes se conocen como remediación ambiental y las que se basan en fundamentos biológicos como simbiosis, o comunidades de organismos vivos se denomina como biorremediación, esto es según Azcón & Barea (2001) y Rittman y McCarty (2001).

Estas explicaciones y/ o teorías son en muchas ocasiones limitadas pues en el caso de los autores como Azcón & Barea que piensan que las prácticas de biorremediación son prácticas de recuperación en las que intervienen microorganismos bacterianos y/o fúngicos, mientras que para McCarty&Rittman la remediación ambiental es un tema más amplio en el

sentido de que para ellos se trata de una rama de la biotecnología, la cual está enfocada a la restauración de ambientes y recursos naturales.

Dicho esto, la definición que se tomo en cuenta para el desarrollo del presente escrito es que el tema de la biorremediacion abarca tratamientos biológicos que se aplican a los materiales de desecho como el uso sustancias contaminantes aun antes que hayan sido dispuestas en el recurso natural como los tratamientos que son aplicados en aguas residuales.

La biodegradación en contexto de este trabajo es la destrucción simplificada y/o parcial de la estructura molecular de contaminantes ambientales (Madsen, 1997)¹³, los cuales están estrechamente relacionados con los procesos de mineralización y/o biotransformacion, dado que en el primero de estos procesos la degradación completa de un compuesto está dada por sus constituyentes inorgánicos simples, mientras que la biotransformacion es un proceso de alteración de la molécula inicial debido a su inclusión dentro de las rutas metabólicas, dado que estos pueden terminar como sustratos; el producto de la reacción metabólica no es un compuesto inorgánico sino un compuesto derivado del sustrato inicial, el cual puede producir estructuras químicas y por ende activar las funciones de toxicidad y vida en el medio, por decremento en su biodegradabilidad (Litchfield,1997; Madsen,1997)¹⁴.

Aspectos Históricos

El reconocimiento histórico a técnicas como la biorremediacion se origino por estudios de mineralización de compuestos orgánicos complejos mediante especies del genero *Pseudomonas* reportada por Doren de Jong, desde el cual se han tomado a los microorganismos como degradadores o que poseen la capacidad de degradar alcanos ramificados, alcanos e hidrocarburos tanto en ambientes favorables para el establecimiento de microorganismos mesofilos, como ambientes extremos (Margesin y Schinner2001)

Ahora bien la capacidad de biodegradación de los microorganismos no se discute, así como el uso de los microorganismos bacterianos y fúngicos de mineralizar y transformar complejos compuestos se le llama infalibilidad, término que se refiere a la complejidad de algunos compuestos que sean

¹³Madigan et al.1997, Alexander 1999. Eweis et al 2000).

¹⁴La mineralización es sinónimo de biodegradación total en la que los productos del metabolismo son las formas inorgánicas de elementos o macro elementos como carbono, nitrógeno, fosforo y azufre.

realmente no biodegradables, haciéndose preferible el uso de tecnologías de remediación química, térmica o física, antes que biológica (Bollag&Bollag- McCarty&Rittman 2001).

Otros autores mencionan que el interés por las técnicas de biorremediación radican en la recuperación de terrenos y/o recursos naturales, que como en el caso del suelo, se encuentran encapsulados lo cual hace más fácil operativamente la manipulación y tratamiento de recursos, que si se encuentran los contaminantes de manera libre (Rittman y McCarty 2001).

TECNICAS DE BIORREMEDIACION

Las herramientas que conocemos manejan la biorremediación trabajando ambientes sólidos, gaseosos y acuosos de manera in situ y exsitu.

BIOESTIMULACION: Implica la circulación o aspersion de soluciones acuosas a través del suelo o material contaminado, para de esta manera estimular la actividad microbiana autóctona y mejorar la biodegradación de contaminantes orgánicos. (Atlas 1997).

BIOVENTEO: Es una técnica usada en ambientes sólidos, líquidos y gaseosos, la cual consiste en la biodegradación natural asistida con oxígeno, ya que el aire entra o es suministrado a través de pozos de extracción con movimiento forzado, con velocidades bajas que van a permitir la entrada de oxígeno a las bacterias u agentes degradadores; esta técnica ha sido aplicada en ambientes contaminados con COVs, hidrocarburos del petróleo, solventes no clorados, y sus factores limitantes son el tipo y la concentración del contaminante, falta de nutrientes, los niveles de humedad y la dificultad para alcanzar el flujo de aire necesario (Eweis et al 1998).

BIOAUMENTACION: Consiste en la adición de microorganismos vivos, que tengan la capacidad para degradar un contaminante y promover la remediación del recurso; esta técnica se usa cuando la zona contaminada no posee una microflora autóctona suficiente y se hace necesaria la adición de microorganismos, el cual va a depender del tamaño de la zona contaminada, de la velocidad de crecimiento de los microorganismos degradadores, en esta técnica es necesaria la siembra de cultivos de enriquecimiento, para aislar microorganismos capaces de cometabolizar el contaminante como sustrato o fuente de carbono. (Alexander 1999).

FITORREMEDIACION: Es una técnica que utiliza flora, para de alguna manera estabilizar, remover, transferir o destruir contaminantes; esta técnica compendia mecanismos como la fitoextracción, en la cual los contaminantes son captados por las raíces (fitoacumulación) y posteriormente son reubicados acumulándose de esta manera en tallos y hojas (Fitoextracción).

En la fitoestabilización, las plantas limitan la disponibilidad y movilidad de los contaminantes, debido a la producción en las raíces de compuestos químicos (Sellers, 1999) y por último encontramos la fitodegradación que consiste en el metabolismo de contaminantes dentro de los tejidos de la planta, a través de enzimas que catalizan su degradación.

MARCO CONCEPTUAL

De acuerdo al Decreto 2105 del 26 de Julio de 1983 las definiciones a aclarar en este escrito son:

Polución del agua: Es la alteración de sus características físicas, químicas o bacteriológicas como resultado de las actividades humanas o procesos naturales

Contaminación del agua: Es la polución de esta que produce o puede producir enfermedades y aun la muerte.

AnálisisFísico-químico del agua: Es aquel que se efectua para determinar sus características físicas, químicas o ambas.

AnalisisBacteriologico del Agua: Es aquel que se efectua para determinar la presencia, tipo y cantidad de bacterias.

Numero mas probable (NMP): Es el numero de bacterias que mas probablemente que cualquier otro, expresaría los resultados mostrados por examen de laboratorio al analizar una muestras de agua y se expresa como cantidad de organismos por cien (100) centímetros cúbicos.

Muestra Instantanea del agua: Es la tomada de un lugar representativo, en un determinado momento.

Muestra compuesta de agua: Es la integración de muestras instantáneas tomadas a intervalos programados y por periodos determinados, estas muestras pueden tener volúmenes iguales o ser proporcionales al flujo durante el periodo de toma de muestras.

IndiceColiforme: Es la cantidad estimada de microorganismos de grupo coliforme en cien centímetros cúbicos (100 cm³) de agua, cuyos resultados se expresan en NMP en el método de los tubos multiples y por el numero de microorganismosen el método del filtro de membrana.

EscherichiaColi: Es el bacilo gram negativo que no forma esporas, que fermenta la lactosa con producción de acido y de gas a 44.5 grados Celsius en 24 +-2 horas.

Norma de Calidad del agua:Es el valor admisible o deseable para algunas características presentes en el agua, con el fin de determinar su calidad y contribuir a preservar y mantener la salud humana.

Criterio de Calidad del agua: Es el valor establecido para algunas características presentes en el agua, con el fin de conceptuar sobre su calidad e iniciar investigación sanitaria cuando las circunstancias lo ameriten.

Tratamiento. Es el conjunto de operaciones y procesos sanitarios que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas para obtener agua potable que cumpla con las normas de calidad establecidas.

Ahora bien con respecto al Decreto 901 del 1 de abril de 1997 se entiende como carga contaminante diaria al resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de la sustancia contaminante, por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas, es decir:

$$Cc = Q \times C \times 0.0864 \times \left(\frac{t}{24}\right)$$

Donde:

Cc: Carga contaminante en Kg por día (Kg/día)

Q: Caudal promedio en litros por segundo (Lts/s)

C: Concentración de la sustancia contaminante, en miligramos por litro (mg/l).

0.0864: Es el factor de conversión de unidades.

t: Tiempo de vertimiento del usuario en horas por día.

Consecuencia nociva: Es el resultado de incorporar al recurso hídrico una o varias sustancias contaminantes, cuya concentración y caudal sean potencialmente capaces de degradar el recurso..

Inversiones en sistemas de tratamiento de aguas residuales: Son todas aquellas inversiones cuya finalidad exclusiva sea mejorar la calidad física-química y bacteriológica de los vertimientos de aguas servidas.

Límites permisibles de vertimiento: En los vertimientos, es el contenido permisible de un elemento, sustancia, compuesto o factor ambiental, solos o en combinación, o sus productos de metabolismo.

Punto de captación: Es el lugar en el que el usuario toma el recurso hídrico para cualquier uso.

Punto de descarga: Sitio o lugar donde se realiza un vertimiento en el cual se deben llevar a cabo los muestreos y se encuentra ubicado antes de su incorporación a un cuerpo de agua, aun canal, al suelo o subsuelo.

Usuario: Es toda persona natural o jurídica, de derecho público o privado cuya actividad produzca vertimientos.

Vertimiento: Es cualquier descarga final de un elemento, sustancia o compuesto que este contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios, aguas negras o servidas, a un cuerpo de agua, a un canal, al suelo o al subsuelo.

Tasa retributiva por vertimientos puntuales: Es aquella que cobrara la autoridad ambiental competente a las personas naturales o jurídicas, por la utilización directa o indirecta del recurso como receptor de vertimientos puntuales y sus consecuencias nocivas, originados en actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, actividades económicas o se servicios, sean o no lucrativas.

UFC (Unidades Formadoras de Colonias):UFC es el número mínimo de células separables sobre la superficie, o dentro, de un medio de agar semi-sólido que da lugar al desarrollo de una colonia visible del orden de decenas de millones de células descendientes. Las UFC pueden ser pares, cadena o racimos, así como células individuales Unidad formadora de colonias e indica el grado de contaminación microbiológica de un ambiente¹⁵.

Biorremediación: Es la eliminación de la carga contaminante, mediante la estimulación de una o mas actividades biológicas en el ecosistema contaminado por enzimas y microorganismos (bacterias)¹⁶.

Tratamiento biológico de aguas residuales:El tratamiento biológico del agua residual se utiliza para bajar la carga orgánica de compuestos orgánicos solubles. Hay dos categorías principales: Tratamiento aerobio y Tratamiento anaerobio¹⁷.

Pseudobiol: Es un agente microbial biorremediador elaborado con la bacteria Pseudomona Fluorescens, utilizado para el control de olores, reducción de coliformes y metales pesados y descomponedor de materia

¹⁵http://es.wikipedia.org/wiki/Formaci%C3%B3n_de_colonias_%28Unidad%29

¹⁶ ltp-depuracion.com. Tecnicos del agua y medio ambiente.

¹⁷<http://www.lenntech.es/tratamiento-biologico.htm#ixzz2UuVMMoRi>

organica en biosolidos, lodos, lixiviados, aguas residuales y elementos organicos usados en los procesos de compostaje.¹⁸

PseudomonaFluorescens:Es un bacilo Gram-negativo, recto o ligeramente curvado que posean la virtud de producir sustancias estimuladoras del crecimiento, ya que las Pseudomonas en general pertenecen a un grupo llamado “estimuladores del crecimiento vegetal (MECV)” que poseen la propiedad de producir estas sustancias, cuyas principales ventajas son las de estimular la germinación de las semillas, acelerar el crecimiento de las plantas especialmente en sus primeros estadios, inducir la iniciación radicular e incrementar la formación de raíces y pelos radiculares. Las principales sustancias estimuladoras producidas son de tipo hormonal como auxinas, giberelinas y citoquininas, pero también producen sustancias de otro tipo como aminoácidos y promotores específicos del crecimiento, estas bacterias también poseen una propiedad complementaria de la Pseudomonas fluorescens que es la de producir ciertas sustancias -antibióticos y sideróforos- que actúan limitando el crecimiento y desarrollo de los patógenos fúngicos que pueden afectar al cultivo, además de metabolizar o degradar naftalenos y asfaltenos.¹⁹

Metabolismo Microbiano: Es el conjunto de procesos por los cuales un microorganismo obtiene la energía y los nutrientes (carbono, por ejemplo) que necesita para vivir y reproducirse. Los microorganismos utilizan numerosos tipos de estrategias metabólicas distintas y las especies pueden a menudo distinguirse en base a estas estrategias. Las características metabólicas específicas de un microorganismo constituyen el principal criterio para determinar su papel ecológico, y su utilidad en los procesos industriales.²⁰

Microorganismo:Proceso de descomposición de la materia orgánica del suelo en el cual se libera nitrógeno inorgánico. La mineralización es la transformación del nitrógeno orgánico en amonio, mediante la acción de microorganismos del suelo.²¹

Biotransformacion: Cualquier reacción bioquímica que opere sobre un XB a cargo de los sistemas enzimáticos de un organismo. Se entenderá como BIODEGRADACIÓN el conjunto de transformaciones metabólicas que sufra un XB a lo largo de su paso

¹⁸ Ficha TecnicaPseudobiol. Empresa fabricante: Biocontrol

¹⁹http://es.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas_fluorescens

²⁰http://es.wikipedia.org/wiki/Metabolismo_microbiano

²¹<http://www.manualdelombricultura.com/glosario/pal/137.html>

por un organismo, especialmente cuando el XB se degrade y ha sido el proceso mas estudiado para muchos xenobióticos en muchos tipos diferentes de organismos (fundamentalmente morganismos).²²

Xenobioticos: Es toda sustancia extraña o ajena a las que proceden de la composición o metabolismo de los organismos vivos. Se solapa con los conceptos de tóxico y de contaminante ambiental, porque suelen ser contaminantes y tóxicos.

Tóxico o veneno: es cualquier sustancia que causa efectos adversos a los organismos vivos y ejerce ese efecto con una relación dosis-respuesta.

Contaminante: es un concepto muy amplio y se considera como tal cualquier agente que tiende a modificar el equilibrio natural del medio ambiente y además puede incidir sobre la biosfera.²³

²²http://www2.uah.es/tejedor_bio/bioquimica_ambiental/BA-RES-6.pdf

²³http://www2.uah.es/tejedor_bio/bioquimica_ambiental/T2.htm

MARCO LEGAL

El marco institucional y/o legal se fundamenta en la necesidad por conservar los recursos naturales y controlar la contaminación generada por las diferentes industrias, que usan los recursos para sus diferentes actividades económicas.

En el caso del recurso hídrico se tiene bastante información; la cual se basa en muchas ocasiones en los planes de ordenamiento territorial como lo es el Decreto 3100 del 2003 por lo cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales"; estos planes llevan consigo variables en cuanto a elementos, sustancias y/o compuestos, que en muchos casos son considerados indicadores ambientales, que van a ser la base para conseguir las metas en reducción de la contaminación del agua en un periodo de 5 años determinado por los POT; este decreto también dispone del Programa de Monitoreo de las fuentes hídricas en las cuales se hace necesario evaluar parámetros de calidad como DBO,DQO,OD,SST, coliformes fecales y Ph.

Ahora siguiendo lo estipulado por el Ministerio de Ambiente, al reorganizarse el Sistema Nacional Ambiental con la ley 99/1993 se abrió el camino legal en cuanto a la gestión del recurso hídrico, en donde se requiere conocer y manejar la problemática hídrica, para llegar a un diagnóstico y garantizar el logro de metas en el desarrollo de manera sostenible tanto para las comunidades rurales como urbanas, ya que como el recurso agua tiene muchas disposiciones en lo referente a los compuestos xenobioticos producto de los diversas actividades, se presenta como una prioridad la implementación de caracterizaciones mas detalladas de los vertimientos líquidos por el hecho de que los vertimientos vienen a alimentar y/o abastecer de manera permanente los yacimientos y fuentes de alimento tanto para las comunidades rurales como urbanas.

La normatividad ambiental referente al recurso hídrico en Colombia todavía tiene falencias desde lo que es considerado un evento contaminante traducido como la adición de sustancias en diversas cantidades para causar daños en la flora y fauna existente, por cuanto los organismos, sustancias y microorganismos, así como las condiciones fisicoquímicas del agua causan efectos cuantificables u efectos como cáncer por sustancias antropogenicas generadas y/o manipuladas por la industria, hace referencia al no uso de pre tratamientos a residuos

líquidos antes de ser vertidos, así como las deficiencias en los procesos de potabilización.

En materia de descontaminación, el Conpes 3177 del 2002 define las acciones y lineamientos para la formulación del plan Nacional de manejo de Aguas residuales Municipales (PMAR).

El manejo normativo en el tratamiento de aguas residuales, se ha basado principalmente en el manejo y regulación del recurso agua llevado al nivel de vertimientos, basándose en instrumentos económicos, administrativos e institucionales para la ejecución de políticas; logrando así desarrollar procesos de descontaminación y fortalecimiento de las autoridades ambientales competentes regionales (AAR)

Por otro lado el control de la contaminación hídrica en Colombia, cuenta con dos herramientas complementarias como son el permiso de vertimientos y las tasas retributivas; medidas que van correlacionadas con los estándares de calidad que la autoridad ambiental competente determine para el vertimiento y uso del recurso hídrico.

Los vertimientos en aguas residuales están fundamentados en las normas específicas dispuestas a continuación:

Decreto-Ley 2811 de 1974. Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de protección y manejo de los recursos naturales renovables, además de las condiciones bajo las cuales se debe manejar el recurso hídrico, por lo cual aparecen las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta de los recursos para introducir o generar desperdicios, aguas negras, o servidas, humos, vapores y sustancias nocivas en general, sin embargo este decreto en su artículo 18 produjo una falencia como requisito para aplicar las tasas, era necesario que la contaminación fuera causada por actividades lucrativas, lo cual produjo o significó la imposibilidad de la aplicación inmediata, pues se requería de reglamentación para actividades lucrativas, así como su campo de aplicación y parámetros para establecer dichas industrias lucrativas.

Ley 9 de 1979 Código Sanitario Nacional, en la que se especifican los aspectos generales referentes a residuos líquidos.

Decreto 1594 de 1984 Usos del agua y residuos líquidos. Ministerio de Salud.

Mediante este decreto se conoció o se dio el código nacional de los Recursos Naturales y el Código Sanitario Nacional, mediante artículos

como el 142, en el que se definieron los factores para su cálculo, se especificó la forma de pago y la periodicidad, además se establecieron los límites de vertimiento de agua (artículo 72) y al alcantarillado público (Artículo 73), y determinaron los límites de vertimiento de sustancias de interés sanitario y ambiental (Artículo 74), los permisos de vertimiento, estudios de impacto ambiental y procesos sancionatorios.

Constitución Política de la Republica de Colombia de 1991 respecto al tema de saneamiento hídrico, en su artículo 401, determino que tanto la atención en salud como en saneamiento ambiental eran servicios públicos a cargo del estado.

En el artículo 79 se señala el derecho a todas las personas de gozar de un ambiente sano y entrega a la comunidad la decisión sobre el ambiente que pueda afectarla, así mismo en el artículo 366 se consideró que el mejoramiento de la calidad de vida era responsabilidad del Estado, y que por tal motivo era prioritaria la solución a necesidades básicas insatisfechas como educación, saneamiento ambiental y agua potable, por lo cual se hizo necesario incentivar a la población a alcanzar los comportamientos adecuados en torno al medio ambiente como el saneamiento hídrico.

Ley 99 de 1993- Ley del Medio Ambiente: Se produce la reorganización del sector Público que se debe encargar de la gestión y conservación del Medio Ambiente y los recursos naturales renovables, y se organiza el sistema nacional ambiental (SINA), en la cual se realizan modificaciones y ajustes; como la incorporación de conceptos de costos y daños ambientales implícitos en su fijación.

Decreto 901 de 1997 Reglamenta la ley 99 de 1993 (artículos 42 y 43) respecto a la implementación de tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a un cuerpo de agua. La tasa es planteada como el costo que debe asumir el Estado, en recuperar la calidad del recurso hídrico, por permitir utilizar el medio ambiente, como receptor de los parámetros, y plantea el cobro por la descarga de dos parámetros indicadores de contaminación: La demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y los sólidos suspendidos (SST), los cuales son el reflejo de la más generalizada contaminación de los cuerpos de agua en el país.

Resolución 1096 del 2000. Reglamento técnico del Sector de Agua potable y Saneamiento RAS. Es la resolución que fija los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los diferentes procesos

involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y tratamiento de aguas residuales, entre otras obras de agua potable y saneamiento básico.

Conpes 3177 del 2002 Define las acciones prioritarias y los lineamientos para la formulación del plan nacional de Manejo de Aguas residuales con el fin de promover el mejoramiento de la calidad del Recurso Hídrico de la Nación.

Este documento establece cinco acciones prioritarias enmarcadas en la necesidad de priorizar la gestión como son: Desarrollar estrategias de gestión regional, revisar y actualizar la normatividad del Sector, articular las fuentes de financiación y fortalecer una estrategia institucional para la implementación del plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales.

Decreto 3100 de 2003: Reglamenta el artículo 42 de la ley 99 de 1993 y modifica el decreto 901 de 1997, que implemento las tasas retributivas. Cobra por el aporte directo de carga contaminante de cada uno de los usuarios; pero se evalúa globalmente por cuenca o tramo el cumplimiento de la meta concertada.

Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones. El decreto contempla lo relacionado con el establecimiento de la tarifa mínima y su ajuste regional; define los sujetos pasivos de la tasa, los mecanismos de recaudo, fiscalización y control.

Priorización de cuencas: Las autoridades ambientales competentes cobrarán la tasa retributiva por vertimientos puntuales en aquellas cuencas que se identifiquen como prioritarias por sus condiciones de calidad, de acuerdo con los planes de Ordenamiento de Recurso establecidas en el decreto 1594 de 1984 o en aquellas normas que lo modifiquen o sustituyan.

Decreto 3440 de 2004. Deroga al Decreto 901 de 1997, la cual determina que el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial fijara anualmente el monto tarifario mínimo y la metodología de ajuste regional. La autoridad ambiental iniciara cobrando el monto mínimo de la tasa retributiva y evaluara su modificación a partir del segundo año según el cumplimiento de la meta global (Artículo 16). En el decreto en mención se establece que el cobro de la tasa retributiva se realizara en aquellas cuencas que se identifiquen como prioritarias por sus condiciones de

calidad, y se establece que la meta global de reducción de carga contaminante se definirá cada 5 años para cada cuerpo de agua, y que esta será definida para cada uno de los agentes contaminantes objeto de la tasa.

Resolución 1433 de 2004 PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS.

Reglamento el artículo 12 del decreto 3100 de 2003 en lo concerniente a los planes de saneamiento y manejo de vertimientos. Los planes de saneamiento y manejo de vertimientos son un instrumento de planificación dirigido a las personas prestadoras del servicio de alcantarillado y sus actividades complementarias, para que definan con un horizonte de 10 años sus programas, proyectos o actividades dirigidos a lograr objetivos y metas de calidad de los cuerpos de agua receptores de los vertimientos de aguas residuales.

Los objetivos y metas de calidad deben responder al ordenamiento del recurso hídrico que defina la autoridad ambiental.

Decreto 1594 de 1984- Bogotá. Departamento administrativo del Medio Ambiente Decreto 1074 de 1997.

Establece que todo vertimiento además de las disposiciones contempladas en el artículo 82 Decreto 1594 del 84 deberá cumplir con las normas que sobre estos se establezcan.

De acuerdo al análisis estadístico de la información obtenida mediante muestreo continuo de los efluentes para los diferentes sectores productivos localizados dentro del DAMA, se determinaron los estándares máximos permisibles rangos óptimos a verter en la red matriz de alcantarillado público y en cuerpos de agua.

Tabla 1. Concentraciones máximas permisibles para verter a un cuerpo de agua y/o red de alcantarillado publico.

PARAMETRO	EXPRESADA	NORMA (mg/l)
DBO ₅	mg/l	1000
DQO	mg/l	2000
Grasas y aceites	mg/l	100
pH	Unidades	5-9
Solidos sedimentables	SS(mg/l)	2.0
Solidos suspendidos totales	SST(mg/l)	800
Temperatura	Grados Celsius	< 30

Decreto 3930 de 2010. En el que se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a sistemas de alcantarillado público, en el artículo 29 del Decreto 3930 del 2010, la autoridad ambiental con fundamento en el plan de Ordenamiento del Recurso hídrico en el que se fijan valores más restrictivos a las normas de vertimiento que deben cumplir los vertimientos al cuerpo de agua o al suelo asociado a un acuífero.

En el artículo 55 se implementan parámetros a monitorear en los vertimientos puntuales de aguas residuales de generadores que desarrollen actividades relacionadas a servicios de salud; como son las actividades de las instituciones prestadoras de servicios de salud con internación (Tabla 3).

Tabla 2 .Actividades de las instituciones prestadoras de servicios de salud, con internación.

PARAMETRO	UNIDADES	VALORES LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES	
		AGUA SUPERFICIAL	ALCANTARILLADO PUBLICO
Demanda química de Oxígeno.	mg/l	800.0	1.200.0
Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	8.0	10.0
Cianuro (CN)	mg/l	0,5	1,0
Cadmio (Cd)	mg/l	0,002	0,02
Cromo (Cr)	mg/l	0,5	1,0
Mercurio (Hg)	mg/l	0,001	0,02
Plata (Ag)	mg/l	0,05	0,1
Plomo (Pb)	mg/l	0,03	0,1

Como también está la clase correspondiente a la eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares (Tabla 3).

Tabla 3. Eliminación de desperdicios y Aguas Residuales, saneamiento y actividades similares.

PARAMETRO	UNIDADES	VALORES LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES	
		AGUA SUPERFICIAL	ALCANTARILLADO PUBLICO
Demanda química de Oxígeno	mg/l O ₂	2000,0	2000.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l O ₂	200,0	200.0
Solidos suspendidos Totales	mg/l	200,0	600.0
Solidos Sedimentables	mg/l	2.0	2.0
Material Flotante	mg/l	0.5	0.5
Grasas y aceites	mg/l	20.0	20.0
Fenoles	mg/l	0.2	0.2
Sustancias activas al azul de Metileno	mg/l	5.0	5.0
Hidrocarburos Totales	mg/l	5.0	5.0
Hidrocarburos aromáticos polinucleares	mg/l	0.1	0.1
BETX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno).	mg/l	20.0	20.0
Fosforo Total	mg/l	15.0	15.0
Nitrógeno amoniacal	mg/l	200.0	200.0
Nitrógeno Total	mg/l	500.0	500.0
Cianuro	mg/l	0.5	0.5
Cloruros	mg/l	500.0	500.0
Sulfatos	mg/l	500.0	500.0
Aluminio	mg/l	1.5	5.0
Arsénico	mg/l	0.3	0.3
Bario	mg/l	2.0	2.0
Boro	mg/l	2.0	2.0
Cadmio	mg/l	0.002	0.02
Cinc	mg/l	0.2	1.0
Cobalto	mg/l	0.5	0.5
Cobre	mg/l	1.5	1.5

Cromo	mg/l	0.5	0.5
Estaño	mg/l	2.0	2.0
Hierro	mg/l	3.0	3.0
Manganeso	mg/l	2.0	2.0
Mercurio	mg/l	0.001	0.02
Molibdeno	mg/l	0.5	0.5
Niquel	mg/l	0.02	2.0
Plata	mg/l	0.05	0.1

Norma Ambiental ISO 14001

Es considerada una directriz para controlar y mejorar el rendimiento medioambiental de una organización; que establece el cómo se debe de implementar el Sistema de Gestión Ambiental, el cual se concibió para gestionar el delicado equilibrio entre el mantenimiento de la rentabilidad y la reducción del impacto ambiental

Política de Producción y Consumo Sostenible

Busca orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad Colombiana hacia la sostenibilidad Ambiental, contribuyendo a la competitividad de las empresas y al bienestar de la población.

MARCO GEOGRAFICO



El Centro Medico 54 y CIA LTDA, se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, Colombia en la carrera 13 Nª 49-15 Piso 2, localidad de Chapinero, el centro médico es reconocido a nivel nacional por la prestación de servicios y especialidad en salud ocupacional, su representante legal y gerente es el Doctor Juan José Reatiga y su subgerente es la Doctora Nubia Stella Urrea Orrego, esta razón social se encuentra ubicada en las ciudades de Barranquilla, Pereira, Cali y Medellín; sus inicios fueron en la ciudad de Barranquilla hace treinta años aproximadamente en la calle 54 con carrera 54, es una empresa privada que atiende personal de otras empresas como Coltemp- Granservicios, Asear Pluriservicios – Empleos S.A entre otras empresas de construcción, las cuales tienen una matriz de selección acorde al puesto de trabajo necesario o requerido por la empresa.

El Centro Medico 54 y CIA LTDA, cuenta aproximadamente con 30 empleados, en la sede de Bogotá, ubicación principal de la empresa, dispuestos en diversas áreas como recepción, digitación, laboratorio Clínico, Consultorios de Consulta Externa, óptica, fonoaudiología, Optometría, Fisioterapia, Administración, Gerencia -area de Telecomunicaciones y Servicios Generales, el area física se encuentra completa y tiene la reglamentación legal en normatividad de salud ocupacional y algunas falencias en el sistema Ambiental, por lo cual se viabilizaron las rutas de material residual sólido y liquido específicamente, el cual el personal puede revisar cuando guste ya que se encuentra en lugar visible, para que tanto los empleados como los usuarios dispongan y

conozcan sobre la RUTA SANITARIA llevada a cabo como agregado de pasantía, por medio de técnicas de cuarteo de material correspondiente entre los cuales se incluyeron los RAEE (Residuos electrónicos y eléctricos), así como también se realizó un programa de reciclaje correspondiente a la documentación , como también el reciclaje de baterías y pilas procedentes de los instrumentos de recarga, para de esta manera disponerlos de manera adecuada y amigable con el medio ambiente , para hacer más eficiente y sostenible ambientalmente los procedimientos del Centro Medico 54 y CIA LTDA.

METODOLOGIA

Para el logro de los objetivos propuestos se efectuó una revisión de literatura informativa y científica disponible en:

- Las bibliotecas de los departamentos de Biología y Química de la Universidad Nacional de Colombia.
- Las colecciones generales y de publicaciones institucionales de las bibliotecas abiertas de la Pontificia Universidad Javeriana, y el centro de investigaciones y laboratorio de Microbiología.
- El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM.
- El centro de Información del Ministerio de Ambiente.
- La empresa BIOCONTROL con la ayuda del Ingeniero Agrónomo Juan Manuel Reyes Navia
- El laboratorio de diagnóstico microbiológico CEDIMI, bajo la tutoría de la microbióloga Teresa de Jesús López Martínez, y su personal.
- El Laboratorio de la Universidad ECCI, con la ayuda de la laboratorista de la Facultad de Ingeniería Ambiental.

Adicionalmente se consultaron bases de datos en línea de editores especializados en Microbiología Ambiental, principalmente Springerlink y la ASM (American Society for Microbiology), cuyas palabras claves fueron basadas en artículos científicos, en términos como industrial wastewater, biorremediation, wáter treatment entre otras.

Por otra parte las fuentes secundarias que se consultaron como base investigativa a nivel bibliográfico y jurídico fueron:

- Revisión Bibliográfica sobre la legislación ambiental en Colombia, normas internacionales.
- Revisión Bibliográfica respecto al tema de incumplimiento de las normas ambientales en el cuidado de las fuentes y recursos hídricos.

La información obtenida fue depurada y procesada para la redacción del escrito presente, que guardan relación con los resultados, los cuales son la base para el análisis del presente documento.

Luego entonces la presencia de las diversas metodologías ayudan a dar una imagen más clara del proceso investigativo (pasantía),

cuyametodología aplicada es experimental con grado de correlacion entre la variable independiente consistente en la cepa PseudomonaFluorescens, y la variable dependiente representada por las UFC (Unidades Formadoras de Colonias) que fueron determinadas por la mayor cantidad antes de la intervención con el producto Pseudobiol; como también en los controles finales.

La Investigación explicativa deja en claro las causas del problema planteado y las soluciones encontradas con la cepa utilizada.

A nivel cualitativo se pudo encontrar que la presencia de UFC presento cambios hasta llegar a niveles permitidos por las normas sanitarias, correspondientes a los parámetros microbiológicos de agua residuales.

PROCEDIMIENTO

Se tomaron 3 frascos o replicas de muestras de 70ml cada uno.

Luego de lo cual se sembro en caldo Casoy las bacterias, Enterobacter y EscherichiaColi y se incubaron a 37 grados Celsius por veinticuatro horas.

Posteriormente se inoculo 1ml de las bacterias antes mencionadas (E. Coli y Enterobacter) e inmediatamente a cada replica se le realizo una dilución de hasta 10^{-3} , la cual se sembro en medio VRBA por profundidad.

Tambien se sembro PseudomonaFluorescens en caldo Casoy en una cantidad de 9ml por 37 grados Celsius en un periodo de 24 horas, cumplidas las 24 horas se tomo 1 ml del caldo de las Pseudomonas y se inoculo en cada replica 1ml, y además al caldo Casoy se le hizo un recuento con Pseudomonas del inoculo correspondiente y seguido a esto se realizo un nuevo recuento en medio VRBA que corresponde al tiempo 0; este ultimo proceso se realizo de manera repetitiva en tres ocasiones que corresponden al Tiempo 24horas, 48 horas y 72 horas respectivamente.



Cuenta colonias



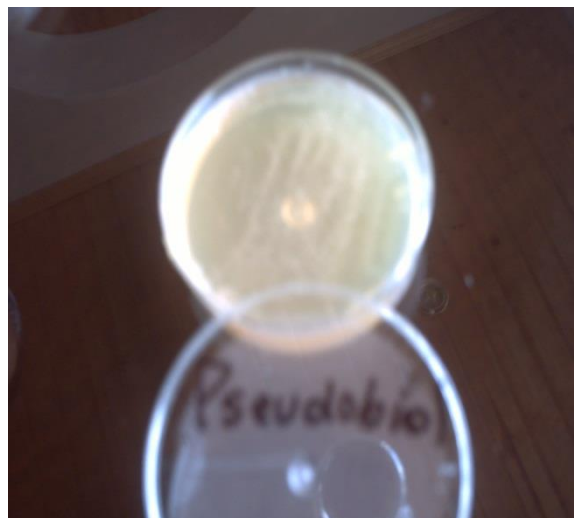
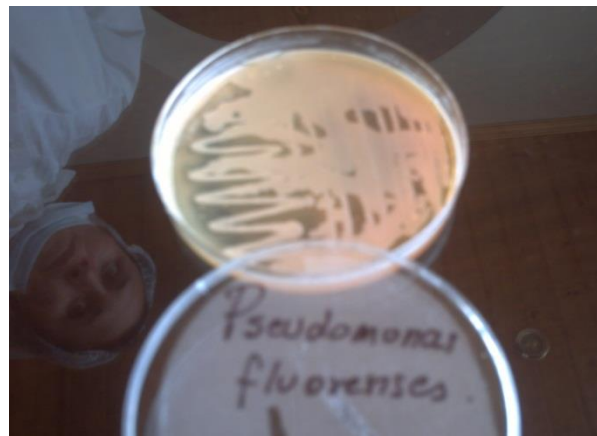
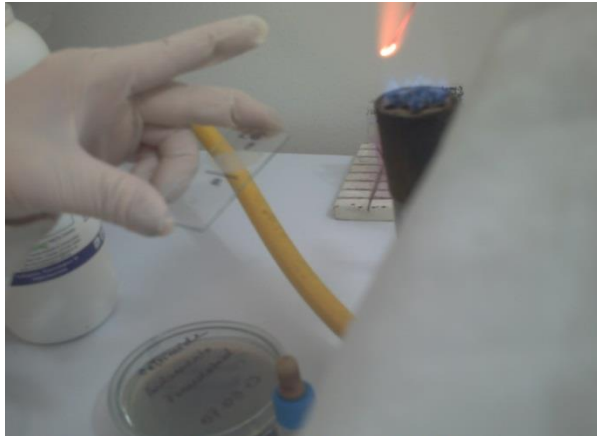


Ilustración 1. Materiales y/o Prácticas microbiológicas para siembras

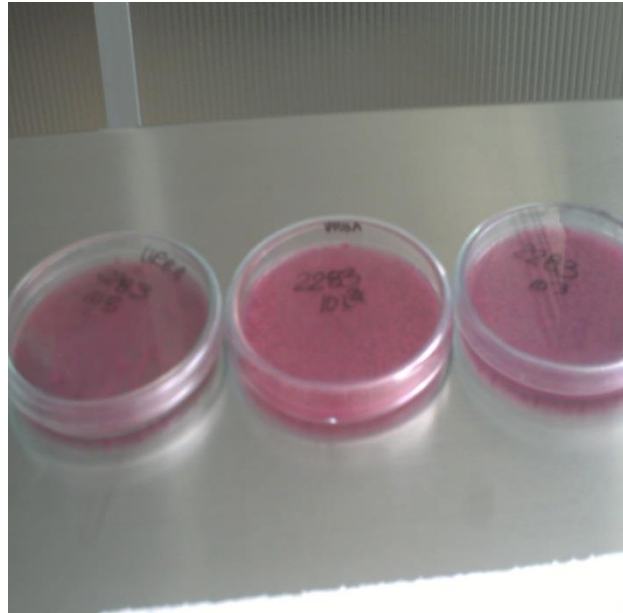


Ilustración 2. Recuento Total de Coliformes Medio VRB Agar T° 35-37°C*48 Horas

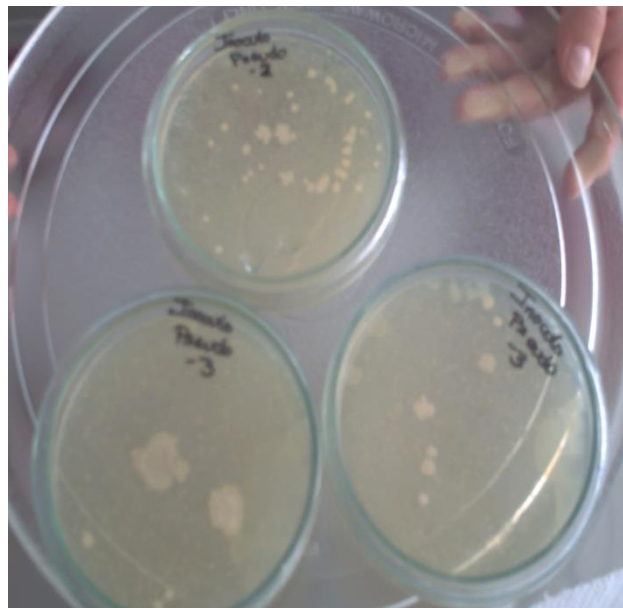


Ilustración 3. Recuento Total de PseudomonaFluorescens en medio King B. T° DE 35-37°C*48 horas

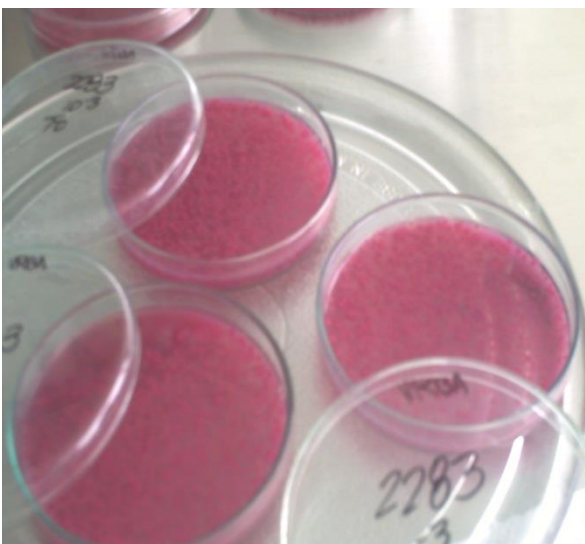


Ilustración 4. Recuento Total de Coliformes+ PseudomonaFluorescens Medio VRB Agar T° 35-37°C*48 horas- Tiempo 0



Ilustración 5. Recuento Total de PseudomonaFluorescens. Tiempo 24 horas.

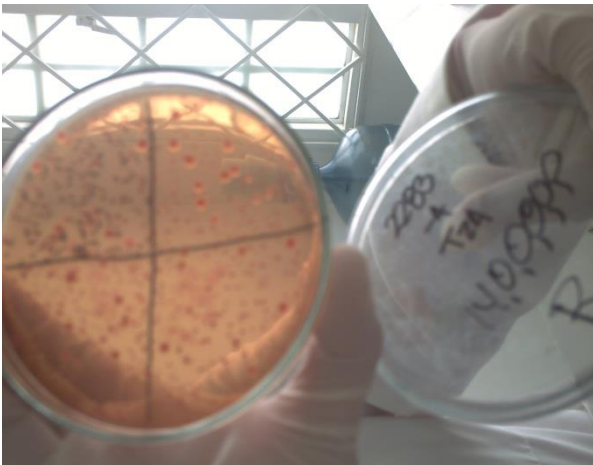


Ilustración 6. Recuento Total de Coliformes+ PseudomonaFluorescens. Tiempo 48 horas.

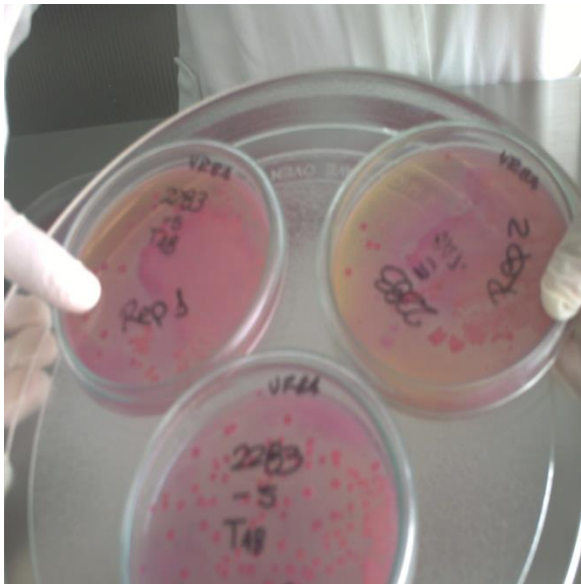




Ilustración 7. Recuento Total de Coliformes Medio VRB Agar. T° 35-37°C*48 horas. Tiempo 48 horas

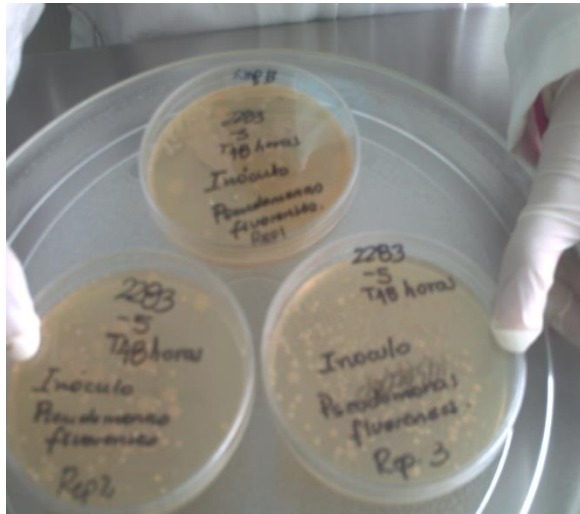




Ilustración 8. Recuento Total de Pseudomonas Fluorescens en Medio King B. T° 37°C*24 horas.

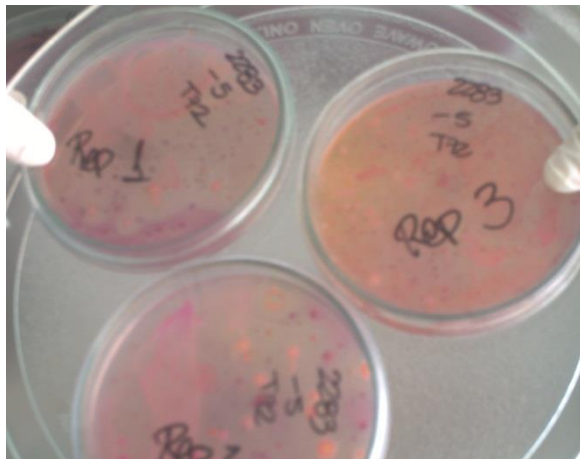
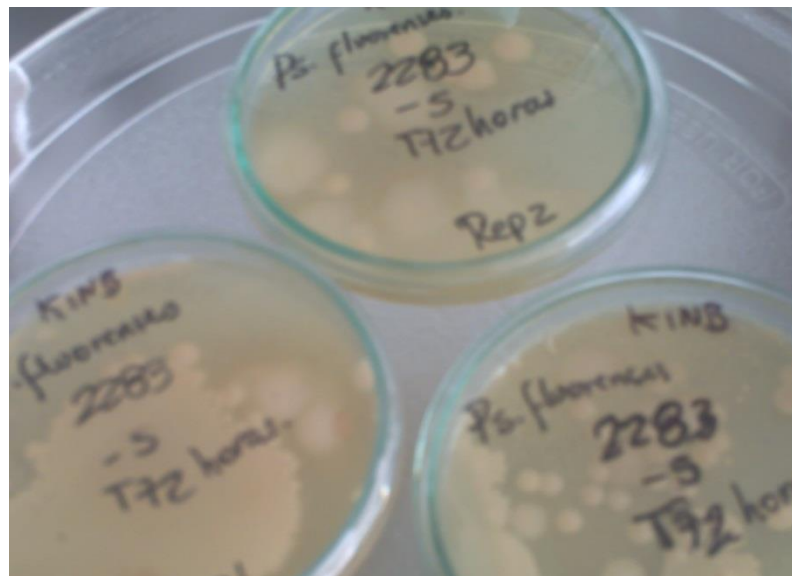




Ilustración 9. Recuento Total de Coliformes Medio VRB Agar T° de 35-37°C. Tiempo 72 horas.



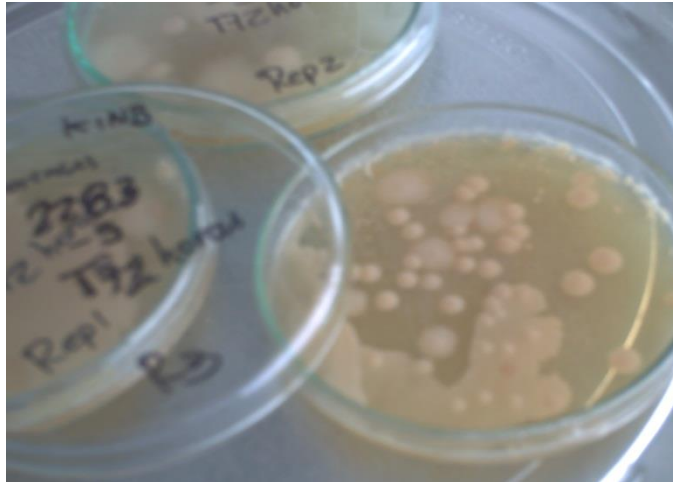
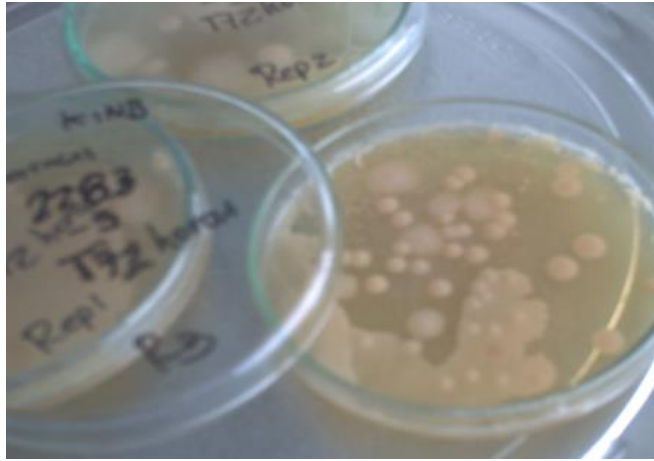


Ilustración 10. Recuento Total de *Pseudomonas fluorescens* en King B. T° 37°C*24 horas. Tiempo de 72 horas.

Tabla 4. Resultados de analisis: Biorremediacion de Aguas Residuales

Recuento Agua Residual. (Ver Grafica N°1 Reporte microbiológico)		Recuento de Inoculo de Pseudomonas. (Ver Grafica N°2 Reporte microbiológico PseudomonaFluorescens)	
Replica 1	80*10 ⁴ ufc/ml	Replica 1	59*10 ³ ufc/ml
Replica 2	12*10 ⁵ ufc/ml	Replica 2	87*10 ³ ufc/ml
Replica 3	25*10 ⁴ ufc/ml	Replica 3	45*10 ³ ufc/ml
Recuento de Coliformes. (Ver Grafica N°3. Reporte Microbiologico Inoculo contaminante E.Coli+Enterobacteraerogenes).		Tiempo 0	Promedio
Replica 1		59*10 ³ ufc/ml	
Replica 2		87*10 ³ ufc/ml	66*10 ³ ufc/ml
Replica 3		45*10 ³ ufc/ml	
Recuento de Coliformes. (Ver Grafica N°4. Reporte Microbiologico: Inoculo contaminante + PseudomonaFluorescens en tiempo 24horas).		Tiempo 24 horas	Promedio
Replica 1		17*10 ⁵ ufc/ml	
Replica 2		23*10 ⁵ ufc/ml	18*10 ⁵ ufc/ml
Replica 3		14*10 ⁵ ufc/ml	
Recuento de Coliformes (Ver Grafica N°5. Reporte microbiológico: Inoculo contaminate + PseudomonaFluorescens en tiempo 48 horas)		Tiempo 48 horas	Promedio

Replica 1	$12 \cdot 10^6$ ufc/ml	
Replica 2	$78 \cdot 10^5$ ufc/ml	$11 \cdot 10^6$ ufc/ml
Replica 3	$14 \cdot 10^6$ ufc/ml	
Recuento de Coliformes. (Ver Grafica N°6. Reporte Microbiologico de Inoculo contaminante+PseudomonaFluorescens en tiempo de 72 horas)	Tiempo 72 horas	Promedio
Replica 1	$15 \cdot 10^6$ ufc/ml	
Replica 2	$35 \cdot 10^6$ ufc/ml	$34 \cdot 10^6$ ufc/ml
Replica 3	$52 \cdot 10^6$ ufc/ml	
Recuento de PseudomonaFluorescens. (Ver Grafica N°5)	Tiempo 48 horas	Promedio
Replica 1	$74 \cdot 10^5$ ufc/ml	
Replica 2	$14 \cdot 10^6$ ufc/ml	$92 \cdot 10^5$ ufc/ml
Replica 3	$62 \cdot 10^5$ ufc/ml	
Recuento de PseudomonaFluorescens. (Ver Grafica N°6)	Tiempo 72 horas	Promedio
Replica 1	$18 \cdot 10^6$ ufc/ml	
Replica 2	$24 \cdot 10^6$ ufc/ml	$16 \cdot 10^6$ ufc/ml
Replica 3	$49 \cdot 10^6$ ufc/ml	

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

1. Se partió de una muestra de agua que presentaba un recuento de coliformes totales de $80 \cdot 10^4$ ufc/ml.
2. El primer control demostró la acción de la enzima extracelular de la *Pseudomonas fluorescens* que condujo a un recuento de patógenos equivalente a $72 \cdot 10^4$ ufc/ml y un crecimiento mayoritario de las *Pseudomonas* igual a un recuento de $59 \cdot 10^3$ ufc/ml.
3. En los controles de la segunda y tercera siembra se evidenció el decrecimiento de coliformes totales en $17 \cdot 10^5$, $12 \cdot 10^6$ y $15 \cdot 10^6$ ufc/ml.

Los resultados anteriores permiten demostrar la acción biorremediadora de la cepa bacteriana utilizada y el mejoramiento de los parámetros microbiológicos de los vertimientos.

El sustrato utilizado para el sostenimiento nutricional de la cepa depredadora, King B reunió las condiciones nitrogenadas carbonadas e hidrogenadas; como nivel de equilibrio para que la bacteria realizara su acción metabólica depredadora.

APORTES AL MEJORAMIENTO DEL PGIRSH DEL CENTRO MEDICO 54 & CIA LTDA.

PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL-CENTRO MEDICO 54& CIA LTDA, SEDE BOGOTA.

El Centro Medico 54, Sede Bogotá- con el fin de mitigar la problemática existente en el país, ha basado su subprograma de gestión en residuos hospitalarios mediante el contexto de la Guía de la política Nacional Ambiental, para la posterior consecución de un Sistema de Gestión Ambiental que permita elaborar un control de los residuos generados por el centro Médico 54, para de esta manera cumplir con la ley 99 de 1993 por el cual se reordena el servicio público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y/o recursos naturales, por los que en su defensa se crea el sistema nacional ambiental (SINA) que basa su contenido en la gestión ambiental

Con la puesta en marcha del siguiente subprograma de Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y similares se pretende no solo cumplir con la normatividad vigente sino lograr una gestión integral en cada etapa u fase generadora para así minimizar los impactos que puedan generar sobre la salud y el medio Ambiente.

Este subprograma de Gestión Integral de residuos hospitalarios y similares, busca facilitar la comunicación eficiente y eficaz con las autoridades correspondientes al area ambiental, para constituir un trabajo mancomunado y con metas que permitan de esta forma establecer un manejo integral de residuos.

El Programa de gestión Integral de Residuos Hospitalarios pretende dar parte a la minimización de impactos negativos, y contribuir a un cambio de perspectiva cultural y ambiental en las formas convencionales del manejo de los residuos generados por el Centro Medico 54, Sede Bogotá, para lo cual se necesitara del conocimiento de estos procesos y procedimientos en todo el personal laboral del Centro Medico 54, así como su sentido de pertenencia por el lugar donde se labora.

Para la construcción de este programa se conto con la realización de un diagnostico detallado al interior del establecimiento del Centro Medico 54, para observar las dependencias en las cuales se generan residuos.

- Para su estructuración y puesta en marcha se tuvo en cuenta: El manual de procedimientos para la Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares en Colombia MPGIRH del Ministerio de Protección Social.
- La norma ISO 14001 EMS: Manual de sistema de gestión Ambiental.
- Los protocolos de manejo de Residuos infecciosos, químicos, ordinarios, reciclables, biodegradables y especiales.

Y continuando con la gestión a realizar se seguirá lo establecido por la resolución 1164 del 2002 que consta básicamente de un diagnóstico- Programas de educación y formación-segregación en la fuente-clasificación y movimiento interno- almacenamiento central de residuos-selección, tratamiento y disposición final de residuos, indicadores de gestión interna, programas de tecnologías limpias- cronograma de actividades y por supuesto un mejoramiento continuo por medio de las revisiones periódicas al sistema

1. ALCANCE

1.1 Campo de acción del subprograma de gestión integral de residuos sólidos hospitalarios

Este documento tendrá una relación implícita en cada una de las áreas que compone el centro médico 54, sede Bogotá, en el que se encuentran residuos de cualquier índole sanitaria y que puede afectar el medio u entorno ambiental.

Ahora bien estas normas y/o disposiciones aplican para aquellos que desactivan, manipulan, transportan, almacenan y entregan para su disposición final, así como para el personal de limpieza, ya que son los primeros en la línea o eslabón en la cadena de control y/o limpieza del centro médico 54.

1.2 Campo de aplicación del subprograma de gestión integral de residuos sólidos hospitalarios y similares

Las rutas sanitarias, de recolección así como los protocolos y normas establecidas para tratar el problema ambiental se efectuarán de manera mancomunada e interna con el personal médico existente, así como administrativos, contables y usuarios internos o externos que se verán apoyados por medio del conocimiento profesional en el área ambiental

llevado a cabo por subprogramas y /o programas que sustenten el prosequir ambiental en la búsqueda de lograr las metas ambientales ya antes mencionadas.

El PGIRSH aplica desde la generación de los residuos como resultado de las actividades de prestación de servicios en los que se especializa el centro medico 54 hasta la verificación de su adecuada disposición final, pasando por las etapas de inactividad por parte del personal laboral desde manipulación hasta almacenamiento a cargo del personal de aseo.

2. OBJETIVOS DEL SUBPROGRAMA

2.1 Generales:

- Generar trazabilidad y cumplimiento al Decreto 2676 del 2000 en el que se resalta la importancia que tiene un generador de residuos frente a la gestión integral de estos en el centro Medico 54.
- Formular estrategias generales para el manejo adecuado, seguro y eficiente de los residuos hospitalarios y similares generados en el centro medico 54- Sede Bogotá.

2.2 Específicos:

- Implementar la legislación Ambiental vigente para la gestión integral de residuos solidos hospitalarios.
- Identificar los procedimientos, procesos y actividades a seguir durante las diferentes etapas del manejo de los residuos tanto solidos como líquidos.
- Determinar las responsabilidades de cada uno de los actores involucrados en el manejo de los residuos.
- Estructurar o rediseñar formatos y/o procedimientos para el manejo de los residuos sólidos y líquidos-

3. DEFINICIONES

Para la ejecución de PGIRS-H fue necesaria una recopilación de documentos entre los cuales tenemos el Manual de Procedimientos para la Gestión de Residuos Hospitalarios y similares del 2002, así como una serie de normativas como el Decreto 1713 del 2002, el Decreto 1669 del 2002, así como el Reglamento de Agua y Saneamiento básico RAS 2000, y mediante los cuales se realizo un compendio entre términos para realizar una mejor comprensión de este tema.

ALMACENAMIENTO: Deposito temporal, en recipientes o lugares de los residuos solidos de un generador, para su posterior recolección, aprovechamiento, transformación, comercialización o disposición final.

APROVECHAMIENTO: Proceso mediante el cual los residuos o materiales recuperados se incorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización con propósitos de generación de energía, compostaje o cualquier otra actividad que conlleven beneficios sanitarios, ambientales o económicos.

BIOSEGURIDAD: Practicas que tiene como objeto minimizar el factor de riesgo que pueda llevar a afectar la salud humana o salud del ambiente.

CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS: Fase en la que se determinara las características, de un residuo solido, identificando componentes y/o propiedades con una finalidad especifica.

CARGA CONTAMINANTE: Cantidad de un determinado agente adverso al medio contenido en un residuo solido.

CLASIFICACION: Acción de separar el material recuperado de acuerdo con las normas técnicas y exigencias del mercado.

COMPACTACION: Proceso implementado para incrementar el peso especifico de materiales residuales para que puedan ser almacenados y transportados mas eficazmente.

CONTAMINANTE: Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos o formas, que al incorporarse o actuar en la atmosfera, agua, suelo, flora o fauna, o cualquier elemento ambiental, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad.

CONTENEDORES PRESURIZADOS: Son los empaques presurizados de gases anestésicos, medicamentos, oxidos de etileno y otros que tengan esta presentación llenos o vacios.

DESECHO: Termino oral para residuos sólidos excluyendo residuos de comida y de viviendas, u establecimientos comerciales e instituciones.

DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS: Proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en forma definitiva, efectuado por las personas prestadoras de servicio, disponiéndolos en lugares especialmente diseñados para recibirlos y eliminarlos, obviando su contaminación y

favoreciendo la transformación biológica de los materiales fermentables de modo que no generen daños.

FARMACOS: Son medicamentos consumidos, vencidos y/o deteriorados. Son excedentes de sustancias que han sido empleadas en cualquier tipo de procedimiento.

GENERADOR: Persona natural o jurídica que produce residuos hospitalarios y similares en el desarrollo de sus actividades de producción o por su razón social, incluidas las acciones de promoción de la salud, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de enfermedades entre otras.

GESTION: Conjunto de métodos, procedimientos y acciones desarrollados por la Gerencia, Dirección o Administrador del generador o residuos hospitalarios y similares, sean estas personas naturales o jurídicas y por los prestadores del servicio de desactivación y del servicio público especial de aseo, para garantizar el cumplimiento de la normatividad vigente sobre residuos hospitalarios y similares.

GESTION INTEGRAL: Planeación de todas las actividades relacionadas con la gestión de los residuos hospitalarios y similares, desde su generación hasta su disposición final.

INCOMPATIBILIDAD: Reacciones violentas y negativas para el equilibrio ecológico y el ambiente, que se producen con motivo de la mezcla de dos o más residuos peligrosos.

LIXIVIADO: Líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de las basuras bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas.

MANEJO: Acciones relacionadas con la manipulación de los residuos durante las etapas de generación, recolección, transporte, recuperación y transformación de los residuos sólidos.

METALES PESADOS: Restos en desuso contaminados o que contengan metales pesados como: Plomo, Cromo, Cadmio, Antimonio, Bario, Níquel, Estaño, Vanadio, Zinc. Incluyen líquidos de revelado y fijado de laboratorios, medios de contraste, reactivos de diagnóstico in vitro y de bancos de sangre.

MICROORGANISMO: Cualquier organismo vivo de tamaño microscópico, incluyendo bacterias, virus, levaduras, hongos, actinomicetes, algunas algas y protozoos.

MONITOREO: Seguimiento consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones continuas en un sitio y periodo determinado con el objetivo de identificar los impactos y riesgos potenciales hacia el ambiente y la salud pública o para evaluar la efectividad de un sistema de control.

PLASTICOS: Corresponden a una parte de los polímeros existentes, los cuales tienen la propiedad de poder ser molde a formas particulares ante la aplicación de calor y de fuerzas mecánicas sin que se altere su naturaleza química.

PROCESO: Actividad de transformación o modificación de las propiedades físicas y químicas de los materiales.

RECICLAJE: Procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y devuelven a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos.

El reciclaje consta de varias etapas: Procesos de Tecnologías limpias (PML)

- Reversión Industrial
- Segregación
- Acopio
- Reutilización
- Transformación
- Comercialización

RECOLECCION: Acción y efecto de retirar y recoger las basuras y residuos sólidos de uno o varios generadores por la entidad prestadora de Servicio Público.

RECUPERACION: Acción que permite recuperar y retirar de las basuras aquellos materiales que pueden someterse a un nuevo proceso de

aprovechamiento, para convertirlos en materia útil para la fabricación de nuevos productos.

REDUCCION EN LA FUENTE: Forma mas eficaz de reducir la cantidad y toxicidad de los residuos, así como el costo asociado a su manipulación y los impactos ambientales.

RELLENO DE SEGURIDAD: Rellenos con características especiales para el confinamiento y aislamiento temporal de residuos solidos peligrosos, hasta tanto se desarrollen tecnologías, que permitan su disposición final.

RELLENO SANITARIO: Lugar técnicamente diseñado para la disposición final controlada de los residuos solidos.

RESIDUOS ANATOMOPATOLOGICOS: Son los provenientes de restos humanos, como muestras para análisis, que incluyen procedimientos ambulatorios como biopsias, y otros producto de cirugías entre los que se encuentran tejidos orgánicos amputados, partes o fluidos corporales, que se remueven durante necropsias y otros procedimientos como placentas y restos de exhumaciones, entre otros.

RESIDUOS BIOSANITARIOS: Son instrumentos utilizados durante la ejecución de los procedimientos asistenciales que tienen contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales del paciente humano o animal, entre los cuales encontramos las gasas, apósitos, aplicadores, algodones, vendajes, guantes, bolsas para transfusiones, entre otros.

RESIDUOS CORTOPUNZANTES: Son aquellos que por sus características punzantes o cortantes que pueden dar origen a un accidente percutáneo infeccioso. Dentro de estos encontramos agujas, restos de ampollas, pipetas, láminas de bisturí o vidrio, y cualquier otro elemento que por sus características corto-punzantes pueda lesionar y ocasionar un riesgo infeccioso.

RESIDUOS INERTES: No se descomponen ni se transforman en materia prima y su degradación natural requiere grandes periodos de tiempo.

RESIDUOS NO PELIGROSOS: Aquellos producidos por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad, que no presentan riesgos para la salud humana y/o medio ambiente.

RESIDUOS NO PELIGROSOS BIODEGRADABLES: Aquellos restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente.

RESIDUOS NO PELIGROSOS ORDINARIOS O COMUNES: Aquellos generados en el desempeño normal de las actividades. Estos residuos se generan en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, sales de espera, y en todos los sitios del establecimiento del generador.

RESIDUOS NO PELIGROSOS RECICLABLES: Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima. Entre estos residuos se encuentran algunos papeles y plásticos, chatarra, vidrio, telas, partes y equipos obsoletos en desuso.

RESIDUOS PELIGROSOS: Aquellos que por sus características infecciosas, combustibles, inflamables, explosivas, radioactivas, volátiles, corrosivas, reactivas o tóxicas pueden causar daño a la salud humana o al medio ambiente. Así mismo se consideran residuos peligrosos, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

RESIDUOS QUÍMICOS: Son los restos de sustancias químicas y sus empaques o cualquier otro residuo contaminado, los cuales dependiendo de su concentración y tiempo de exposición tienen el potencial para causar la muerte.

RESIDUOS SÓLIDOS: Cualquier objeto material o sustancia que se abandona y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien con valor económico.

RESIDUO SÓLIDO ESPECIAL: Aquellos que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso, no pueden ser manejados, tratados o dispuestos normalmente.

REUTILIZACIÓN: Prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante tratamientos devuelvan a los materiales su posibilidad de utilización en función original.

RIESGO: Medida de probabilidad de que un daño a la vida, a la salud, a alguna propiedad y/o ambiente pueda ocurrir como resultado de un peligro dado.

SEGREGACIÓN EN LA FUENTE: Esta actividad tiene el nombre de cuarteo, es una actividad que se realiza con ayuda de la clasificación o reparto de basuras y residuos sólidos en el mismo sitio, para lograr el objetivo el cual es separar los residuos que tienen un valor de uso directo o indirecto, de aquellos que no lo tienen, mejorando así las posibilidades de recuperación.

TRATAMIENTO: Conjunto de operaciones, procesos o técnicas encaminadas a la eliminación, la disminución de la concentración o el volumen de los residuos sólidos o basuras, o su conversión en formas neutras.

UNIDAD GENERADORA DE RESIDUOS HOSPITALARIOS Y SIMILARES (UGRHS): Laboratorios, o dependencias de la Universidad, donde se generen residuos hospitalarios y similares.

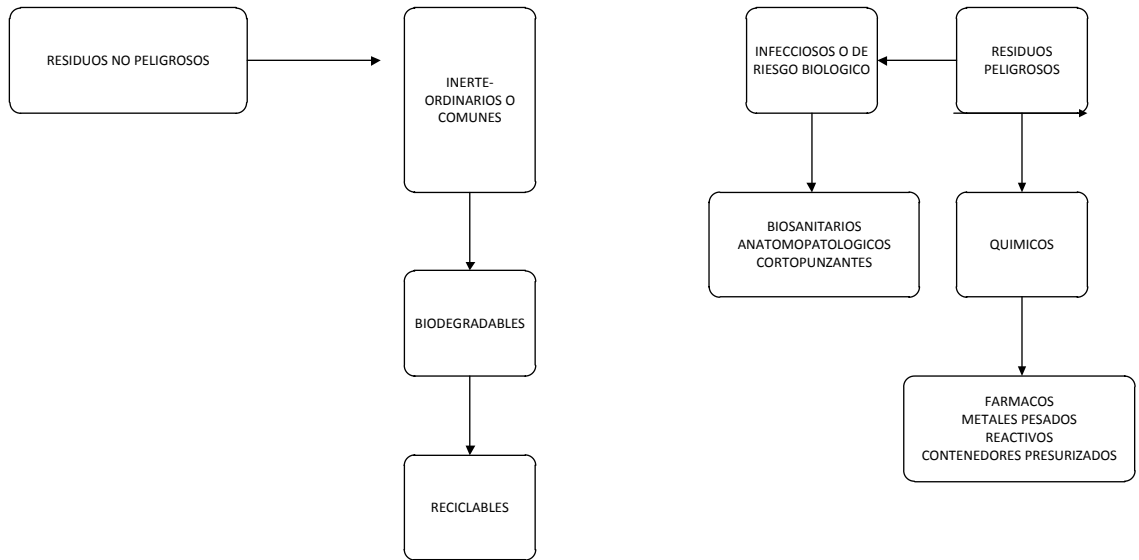
USUARIO: Persona natural o jurídica beneficiada de la prestación de servicio Público de aseo, en calidad de propietario y/o receptor del servicio.

VECTORES: Organismos que generalmente producen enfermedades.

4. CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS HOSPITALARIOS Y SIMILARES

La clasificación de los residuos generados se realiza por requisito que se encuentra manifiesto en el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares¹ y como parte del diagnóstico general de la empresa, determinando complementos para una gestión adecuada con las características de los residuos que se manejan o se generan en el Centro Médico 54.

Grafico 1: Clasificación de los residuos generados en el centro medico 54- Sede Bogotá.



4.1 Residuos no peligrosos

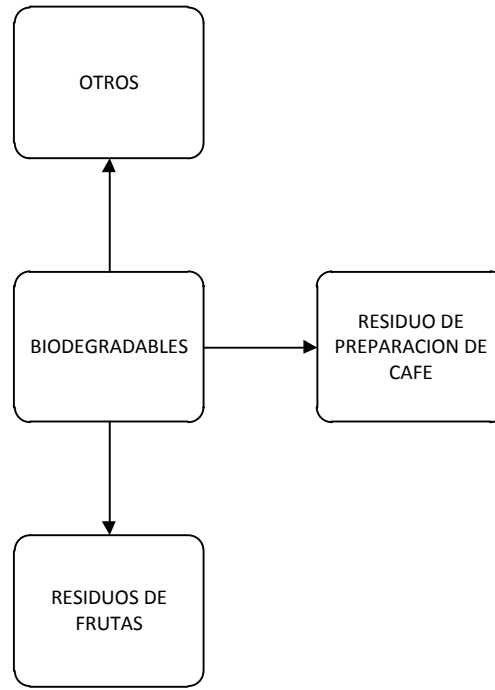
4.1.1 Biodegradables: Son residuos que se descomponen fácilmente en el ambiente y pueden ser transformados en materia orgánica.

En estos se encuentran los vegetales, residuos alimenticios, jabones biodegradables, madera, papeles no aptos para reciclaje.²⁴

- Restos de frutas y verduras: Hortalizas, cascara, granos entre otros, restos de alimentos preparados. Degradables hasta en un 77.2%.
- Cuncho de café: Es el residuo de la preparación de café. Tienen una degradabilidad del 62.12%.

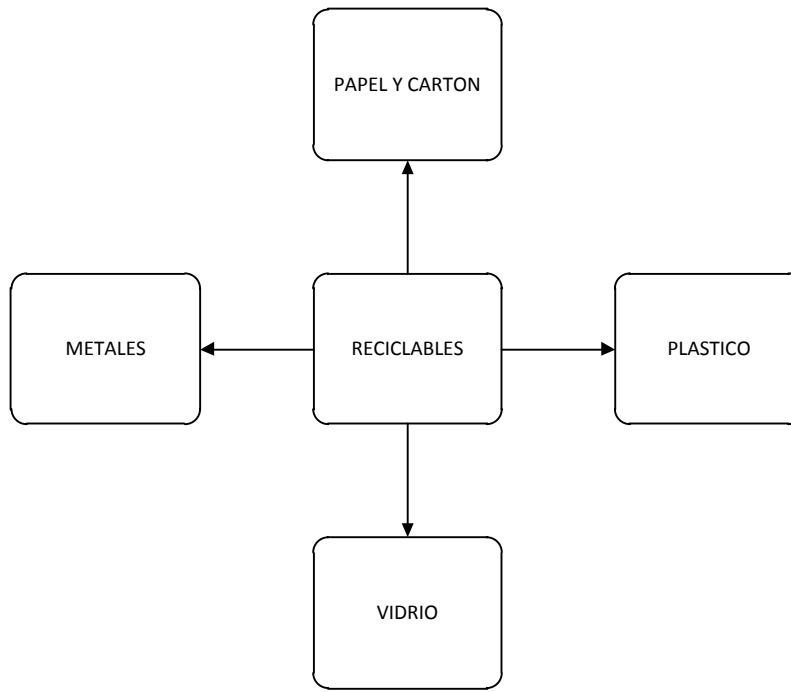
²⁴.Manual de procedimientos para la Gestión Integral de residuos Hospitalarios y similares-MPGIRHS, Ministerio de Medio Ambiente, Bogotá D.C, Colombia, 2002.

Grafico 2: Clasificación de los residuos biodegradables en el centro medico 54.



4.1.2 Reciclables: Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima, entre estos se encuentran papel libre de grasa, y cartón- plástico, chatarra, telas, vidrio, partes y equipos obsoletos.

Grafica 3: Clasificación de los residuos reciclables generados en el Centro Medico 54.



- Papel y cartón: Material hecho con pasta vegetal molida y blanqueada que se dispone en finas láminas y se usa para escribir, dibujar entre otros.

Por ejemplo: Papel periódico, papel de archivo (papel impreso o escrito) y todo tipo de derivados del papel que no se encuentren mezclados con otro tipo de residuos.

- Vidrio: Es un material totalmente reciclable y no hay limite en la cantidad de veces que puede ser reprocesado, en el centro medico 54, se distinguen 2 tipos de vidrio, el blando(que hace referencia a botellas, frascos, vidrios de ventana) y el vidrio duro(que corresponde a material refractario, es decir de laboratorio).

- Metales: En esta categoría están metales como: Hierro, acero, plata, zinc, o cualquier otro tipo de metal reciclable, generalmente provenientes de elementos dados de baja.

- Plástico: Existen muchas clases de plásticos, los cuales deben estar identificados en puntos visibles para el personal laboral y externo del centro medico, con el símbolo o anagrama internacional de reciclaje, lo

cual permitirá una fácil clasificación y segregación para su posterior reutilización.

Ahora bien la reutilización de este plástico o tipos de plásticos se basara en el código utilizado por la empresa estadounidense THE SOCIETY OF THE PLASTICS INDUSTRY INC.

Tabla Nª1 Código de Clasificación para envases y recipientes plásticos producidos por el Centro Medico 54.

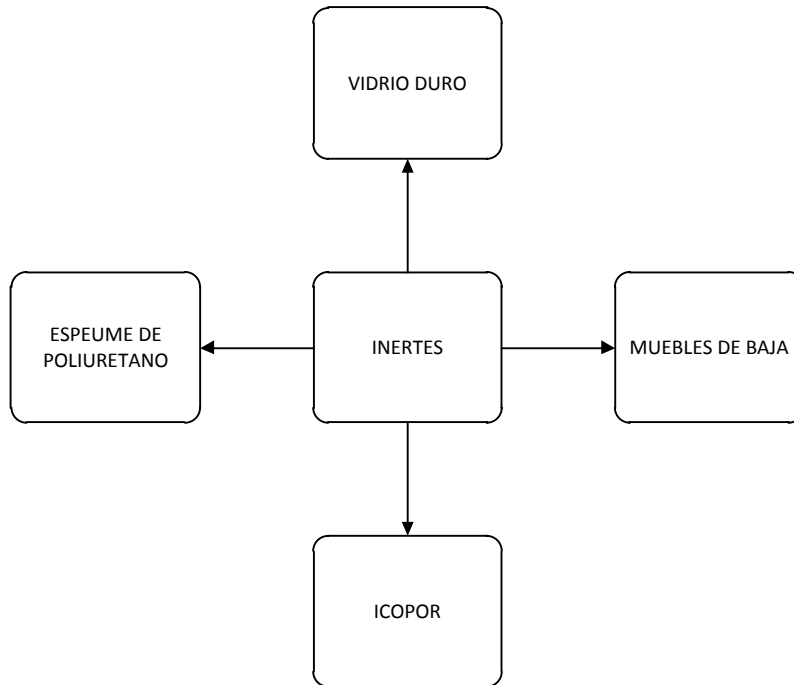
PLASTICO	EJEMPLOS DE USO
1. PEAD (Polietileno de alta densidad)	Envases para: Detergentes, Aceites, bolsas de supermercado, canastillas para gaseosas, baldes, drenaje y uso sanitario, etc.
2. PVC(Cloruro de polivinilo)	Envases para agua mineral, jugos, tarjetas de transmilenio.
3. PP(Polipropileno)	Empaques para comida de frituras
4. PS(Poliestireno)	Envases para lácteos, anaqueles, utensilios plásticos, platos, cubiertos y bandejas de supermercado

Esta clasificación se da para un mejor y adecuado manejo de estos residuos de plástico y para su posible reutilización dentro del centro medico 54.

4.1.3 Inertes

Son aquellos residuos que no permiten su descomposición, ni su transformación en materia prima y requiere grandes periodos de tiempo para su degradación natural, entre los cuales tenemos al Icopor, papel carbón, algunos plásticos entre otros.

Grafica Nª4. Esquema de clasificación de los residuos inertes.



4.1.4 Ordinarios o comunes

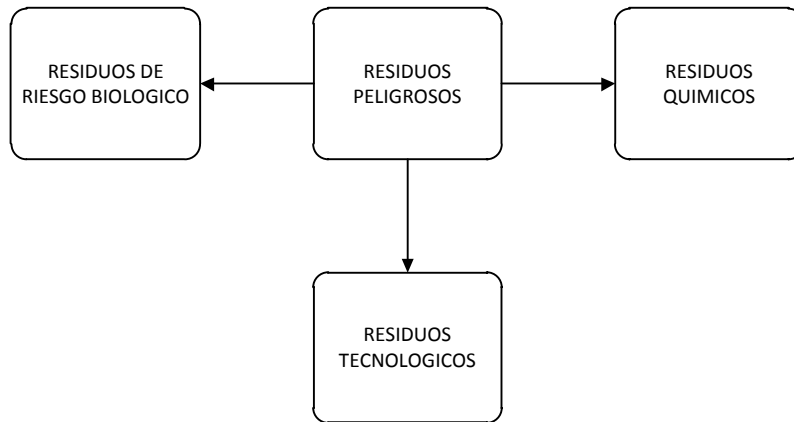
Son los producidos en la actividad diaria, los cuales se producen en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías y en general en todas las áreas del Centro Medico 54.2

4.2 Residuos peligrosos

Son aquellos residuos con características inflamables, infecciosas, combustibles, inflamables, explosivos, reactivas, corrosivas y/o tóxicas que pueden causar daño al medio ambiente o a la salud humana. ²⁵

²⁵ Manual de procedimientos para la Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares-MPGIRHS Ministerio de Ambiente de Bogotá, 2002.

Grafico 5: Clasificación de residuos peligrosos de acuerdo a la Normatividad Colombiana



4.2.1 Residuos hospitalarios y similares: Son sustancias, materiales sólidos, líquidos o gaseosos; producidos en los hospitales, clínicas, laboratorios clínicos, consultorios médicos u odontológicos, clínicas veterinarias, centrales de beneficio, funerarias, entre otros; que contienen microorganismos patógenos, por lo cual, son muy peligrosos y que por ningún motivo los debemos coger o utilizar; su mal manejo puede provocar amenaza a la salud por tener residuos de sangre o materiales que nos transmiten enfermedades. A este grupo pertenecen: Los residuos por Riesgo Biológico e infeccioso y los residuos químicos.²⁶



²⁶Cartilla Residuos Peligrosos, CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL QUINDIO, CRQ

Teniendo en cuenta lo anteriormente consignado es de vital importancia disponer de un conducto regular que nos permita manejar adecuadamente estos residuos, mediante actividades que van desde generación o disposición final.



4.2.2 Residuos infecciosos o de riesgo biológico

Son aquellos que pueden contener virus, parásitos, o recombinantes que con el suficiente grado de virulencia y concentración pueden producir enfermedades en huéspedes susceptibles.

Los residuos infecciosos o de riesgo biológico se clasifican en biosanitarios, cortopunzantes, anatomopatológicos humanos.

- Biosanitarios: Son todos aquellos elementos usados durante las pruebas asistenciales y que tienen contacto directo con la sangre y/o fluidos corporales del paciente.
- Corto punzantes: Son aquellos que por sus características corto punzantes pueden generar accidentes infecto- contagiosos
- Anatomopatológicos humanos: Son aquellos provenientes de restos de humanos, muestra para análisis y/o de humanos portadores de enfermedades.



4.2.3 Residuos químicos: Son los restos de sustancias químicas y sus empaques o cualquier otro residuo contaminado con estos, los cuales dependiendo de su concentración y tiempo de exposición pueden causar la muerte.

En la siguiente tabla se encuentra los tipos de residuos químicos y/o equivalencias adoptadas a la normatividad vigente como es el MPGIRH, y decretos como el 4741 del 2005 y el decreto 2676 del 2000, en el Centro Medico 54.

Tabla 2: Clasificación de residuos químicos tipo Hospitalarios y Similares en el Centro Medico 54.

Centro Medico 54	Decreto 2676/2000**	Decreto 4741/2005*
Tipo 1	Reactivos	RA1-RB2
Tipo 2	Metales Pesados	RAP
Solidos	Fármacos parcialmente consumidos-vencidos y/o deteriorados-Contenedores presurizados	RMV

*Lleva la lista de residuos o desechos peligrosos por procesos o actividades, establecida en el Decreto 4741 del 2005 que reglamenta parcialmente la prevención y/o manejo de los residuos peligrosos.

**Esta de acuerdo al artículo 5 de la normativa colombiana perteneciente al Decreto 2676 del 2000, en el que se establece la Gestión Integral de los residuos Hospitalarios y Similares.

Esta clasificación es adoptada por el Centro Medico para generar un traslado eficiente de los residuos químicos desde las áreas generadoras hasta el almacenamiento temporal:

Tipo 1: Residuos acuosos sin metales pesados, haciendo referencia a los residuos ácidos (RA1) y los residuos básicos se denominan o se distinguirán por la sigla usada (RB2).

Tipo 2: Residuos acuosos con metales pesados, dentro de los cuales tenemos al (RAP) que corresponden a los que poseen componentes de plomo en las laminas.

También encontramos los solidos que se da de acuerdo al volumen y peso aproximado de los residuos, y a la cantidad obtenida de residuos de medicamentos vencidos y a los cuales se les denominara (RMV)

5. Enfermedades asociadas a la inadecuada gestión y manipulación de los residuos solidos hospitalarios y similares.

Las enfermedades que se generan por la inadecuada manipulación y gestión de los residuos hospitalarios se divide en las causadas por microorganismos patógenos y las ocasionadas o generadas por el contacto con los residuos químicos.⁵²⁷



⁵ Tomado del Trabajo “Manejo Integral de los Residuos Solidos Hospitalarios en el Hospital Universitario de Sincelejo, Seccional Unidad Materno Infantil. Autor: IVAN DARIO ACEVEDO MACHADO”

Grafico 6: Origen de las enfermedades por inadecuada gestión y manipulación de residuos solidos hospitalarios y similares.



6. GESTION INTERNA

6.1 GESTION INTERNA DE GESTION AMBIENTAL Y SANITARIA.

La gestión interna consiste en la formulación e implementación de todas y cada una de las actividades que se llevan a cabo dentro del centro medico 54- Sede Bogotá, incluyendo las actividades de generación hasta la disposición final de los residuos generados, teniendo en cuenta criterios sanitarios y ambientales asignando de esta forma responsabilidades, mediante un programa o conducto regular que permita el control y vigilancia del subprograma.

Para la implementación, ejecución, seguimiento y evaluación, se elaboro al interior del Centro Medico 54, brigadas de gestión sanitaria y ambiental, conformadas por el personal de aseo y limpieza, cuyos cargos están relacionados con el manejo de los residuos hospitalarios y Similares.

6.1.1 Constitución o conformación de la Brigada de Gestión Sanitaria y Ambiental

La gestión o conformación de la Brigada de gestión sanitaria y ambiental se encuentra conformada por:

Directivo o delegado quien actuara como jefe del subprograma en Residuos Hospitalarios y similares.

Dos integrantes del personal de aseo con conocimientos básicos en Gestión Ambiental y Sanitaria, quienes serán los responsables del manejo y control del subprograma en Gestión Integral de los Residuos Hospitalarios y Similares.

6.1.2 Aspectos funcionales

Las brigadas de Gestión Sanitaria y Ambiental cumplen con las siguientes funciones:

- Realizar el diagnostico Ambiental y Sanitario del Centro Medico 54.
- Formular el compromiso institucional a nivel sanitario y ambiental orientado a la minimización de riesgos para la salud y el Medio Ambiente.
- Aprobar el Subprograma en Residuos hospitalarios y similares y diseñar la estructura funcional para el cumplimiento y desarrollo del subprograma.
- Establecer mecanismos de coordinación para garantizar la ejecución del subprograma en Residuos hospitalarios y similares.
- Velar por la ejecución del Subprograma en Gestion Integral de Residuos Hospitalarios y Similares.
- Elaborar informes para el manejo y mejoramiento continuo del Centro Medico 54.

Ahora los sistemas o rutas internas para la recolección de residuos contara con las canecas necesarias, tanto en cantidad como en características de color, según el tipo de residuo a generar, con el fin de poder realizar cuarteos y /o segregación optima de los residuos, por medio de un código de colores, establecido para las rutas que se manejen por tipo de residuo.

Tabla N°3: Código de colores según rutas internas del centro medico 54.

CANECA-COLOR	RUTA INTERNA	AREAS
Rojo	Residuos Peligrosos	Laboratorio-area sanitaria y consultorios.
Verde	Residuos no peligrosos	Cafetería
Azul	Residuos reciclables	Digitación-Recepción-Consultorios-Administración-Archivo y contabilidad
Morado	Residuos Electrónicos y Eléctricos	Archivo

7.2 DIAGNOSTICO SANITARIO Y AMBIENTAL

7.2.1 Segregación en la fuente:

Residuos biodegradables: Permite y optimiza una mejor calidad de los materiales, optimizando su aprovechamiento y por ende conservando los recursos naturales, disminuyendo o minimizando los impactos negativos sobre el medio Ambiente.

Restos de frutas y verduras: Deben estar separados de elementos duros y/o elementos cortopunzantes, puesto que los residuos como frutas y verduras tienen un proceso de trituración para disminuir el tamaño de las partículas.

Líquidos biodegradables: Serán depositados en adecuadas cantinas o canecas con tapa.

Reciclables, ordinarios e inertes: La clasificación y segregación en la fuente esta dada por las características del tipo de residuo generado, lo cual se encuentra en la tabla 3 Código de colores según rutas internas del centro medico 54.

Tabla Nª4: Rotulación y código de color por tipo de residuo6

Tipo de residuo	Bolsa	Caneca	Rotulo
No peligrosos	Beige	Beige	NO PELIGROSOS BIODEGRADABLES
Reciclables(plástico)	Gris	Gris	RECICLABLE- PLASTICO
Reciclables(Cartón y similares)	Azul	Azul	RECICLABLES CARTON-PAPEL
Residuos Hospitalarios	Rojo	Rojo	RESIDUOS HOSPITALARIOS BIOLOGICOS
Ordinarios e Inertes	Verde	Verde	NO PELIGROSOS ORDINARIOS E INERTES

Se hace de vital importancia que en áreas comunes se dispongan de canecas para material reciclable, así como verde para residuos ordinarios.

En áreas de cafetería se debe contar con todo el código de colores.

Condiciones de uso para el código de colores.

➤ Reciclables:

-No mezclar con residuos peligrosos, ya que se convierten en residuos peligrosos, disminuyendo el ciclo productivo de reuso.

- No mezclar con restos de alimentos, para que estos no pierdan calidad y puedan entrar al proceso de reciclaje.

- Los envases de vidrio deben estar limpios para garantizar su uso en el proceso productivo.

- El empaque de la comida en paquete será manejado como un residuo reciclable plástico.

➤ Ordinarios: Son generados y descartados en bolsa verde identificada con el nombre de residuos ordinarios e inertes y como no pueden ser recuperados se emplean para su destino final.

➤ Riesgo Biológico: Ubicar la caneca en un lugar visible e identificarla según las características de los residuos a desechar. Teniendo en cuenta que los materiales que tengan componentes químicos deben ser marcados como biosanitarios y tener el logo del residuos toxico.

-Mantener la caneca cerrada en todo momento. La bolsa debe estar marcada con el anagrama de riesgo biológico y el nombre del tipo de residuo contenido.

-Disponer de los materiales cortopunzantes, directamente en el guardian.

-Descartar los residuos infecciosos líquidos dentro de un recipiente plástico que no contenga en su composición cloro. Si la cantidad generada de residuo líquido es limitada, los fluidos se deben inactivar con solución de hipoclorito de sodio al 0.5% y descartarse por el desagüe con agua abundante.

➤ Químicos: - Usar para los residuos de fase acuosa(RA1) recipientes de plástico, y para los residuos en fase orgánica (RB2) recipientes de vidrio resistentes a solventes orgánicos.

-Llenarse solo hasta el 80% de su capacidad.

-Deben estar correctamente rotulados, indicando el tipo de residuo, datos de referencia de la unidad generadora, fecha en la que se genera el

residuo y fecha de entrega, concentración aproximada del residuo, sustancias químicas en altas proporciones.

-El rotulo debe ser claro y estar bien adherido al recipiente.

-Este rotulo es suministrado por el area ambiental del centro medico 54.

Los recipientes para residuos cortopunzantes son desechables y deben tener las siguientes características:

- Rigidos de alta densidad, que no tenga cloro como el caso del policloruro de vinilo, PVC

- Tapa ajustable o de rosca angosta, para que de esta manera quede completamente hermético.

- Livianos y de capacidad máxima de 3 litros.

- Todos los recipientes que contengan residuos cortopunzantes deben identificarse como residuos cortopunzantes y rotularse de la siguiente forma:

-

Area de generación:_____

Desactivación realizada:_____

Fecha:_____

Responsable del cierre:_____

7.2.2 METODOS DE DESACTIVACION DE BAJA EFICIENCIA

Cortopunzantes: Deben ser sometidos en procesos de inactivación mediante peróxido de hidrogeno, y ya que los residuos se destinan a incineración al hacer contacto con el peróxido de hidrogeno con la incineración se generan dioxinas y furanos durante el proceso de incineración.

Debido a esto se hace necesario conocer los protocolos de inactivación para su posterior uso.

Protocolo 1: Una vez el recipiente (guardián) de cortopunzantes se encuentre lleno hasta en un 70% se aplica una solución de agua

oxigenada en una concentración de 20-30 %7 , asegurándonos que esta solución cubra todos los residuos del guardián.

- Dejar actuar la solución por 20 o 30 minutos.
- Botar el contenido por el desagüe con abundante agua, tapar el recipiente, marcado con la fecha y el nombre de la unidad.
- Poner un nuevo guardián en el soporte y depositar el utilizado en una bolsa roja, marcada como residuo cortopunzante, la fecha y el nombre de la persona responsable.

Protocolo 2: Mantener junto al guardián un recipiente atomizador con peróxido de hidrogeno del 20 a 30 %8. Asegurándose de que todos los elementos depositados por el guardián sean rociados con la solución de agua oxigenada, cubriendo todo el residuo, y posteriormente seguir los pasos ya antes mencionados en el protocolo 1.

De acuerdo a lo antes mencionado el centro medico 54 realizara la inactivación por medio del protocolo 2, y se hace necesario ya que estos residuos son manipulados por mas de una persona y por la seguridad de las mismas se determino usar el protocolo 2, dado que es mucho mas eficiente y practico para el personal.

Anatomopatologicos líquidos: Deben ser manejados de acuerdo a su volumen de generación en el Centro Medico 54, que es una producción o generación baja, y con esta connotación la inactivación se debe realizar con una solución de hipoclorito de sodio en proporción 1:1

- Dejar actuar durante 30 minutos y descartarla por el desagüe con abundante agua.

Biosanitarios: Se inactivan con una solución de peróxido de hidrogeno del 20 a 30%, durante 20 minutos en elementos como capuchadores de jeringas, bolsas de dextrosa y suero, debido a su alto riesgo de contaminación.

7.2.3 MOVIMIENTO IINTERNO DE RESIDUOS

7.2.3.1 RUTAS INTERNAS: Estas rutas internas de recolección y movimiento de residuos se da con base al funcionamiento y generación interna del tipo de residuo.

En la actualidad los planos se encuentran en proceso dado que las áreas y movimiento de personal externo en la mañana es de amplio trafico, por

orden el personal de aseo y limpieza realiza el orden de las áreas a las 6:00 am, para de esta manera no obstaculizar el proceso de recolección y /o movimiento del personal.

Se dispusieron 4 rutas internas de acuerdo al tipo de residuo que se encuentran establecidas en el Código de colores del Centro Medico 54.

7.2.4.1 Almacenamiento central: Dicho almacenamiento es a nivel general es decir que el Centro Medico solo dispone de un residuo o bodega para los residuos peligrosos de índole biológica, cortopunzante y demás, cuyas características son: Acceso restringido, con elementos de señalización- Pisos duros y lavables con una ligera pendiente al interior.

- Equipo de extinción de incendios
- Acometida de agua y drenajes para lavado
- Elementos que impiden el acceso de vectores y roedores.

7.2.4.2 Almacenamiento de residuos químicos: Se requiere realizar una segregación porque algunos residuos químicos peligrosos, pueden ser realmente reactivos si se mezclan con residuos peligrosos incompatibles.

El residuo químico debe ser manejado, etiquetado y almacenado mediante una asignación y rotulación de los recipientes apropiados para la separación de los residuos según la clasificación descrita anteriormente en el documento.

Tabla N^o5 Rotulado y recipiente de almacenamiento de los Residuos Químicos del centro medico 54.

Tipo	Descripción	Recipiente
RA1	Residuos acuosos sin metales pesados	Plástico
RB2	Compuestos orgánicos que no tengan halógenos ni nitrógenos	Vidrio
RAM	Fase acuosa que incluye metal pesado	Plástico/vidrio
RMV	Residuos que incluyen reactivos vencidos y/o recipientes contaminados	Plástico

1. Depositar en el recipiente adecuado
2. Registrar el acta de entrega RH1 (ver anexo 1): Unidad generadora, concentración, composición y volumen
3. Cuando el recipiente alcanza un 80% de su volumen, cierre el envase y revise nuevamente la rotulación.

7.2.5.1 PLAN DE CONTINGENCIA

a.) Carencia en el Suministro de Bolsas

Se debe contar con un stock de material plástico(bolsas) para garantizar el suministro y/o reserva, para la recolección de los residuos generados.

b.) Incapacidad por motivo de enfermedad de miembros de la Brigada Sanitaria y Ambiental.

Se realizara capacitación al personal de aseo, para que pueda suplir en esta actividad a la persona incapacitada, mientras regresa de su incapacidad.

c.) Rompimiento de bolsas por el recorrido al sitio de almacenamiento central, la cual debe realizarse de manera inmediata mediante la limpieza y desinfección del area con solución de hipoclorito de sodio en concentración del 5%.Si el derrame o rompimiento sobrepasa la capacidad de la unidad generadora, se debe acordonar el area con cintas de seguridad y dar aviso inmediato a la coordinación del sistema de Gestión Ambiental Subprograma de Residuos Hospitalarios y Similares.

d.) L a ruta externa no realizo recolección de residuos

- Se debe avisar al interventor

De la firma encargada de recoger los residuos hospitalarios, para programar una nueva visita de recolección

e.) Sobreproducción de residuos: Se informa a la sección de mantenimiento y aseo para crear un recurso regular entre el Centro Medico y la entidad encargada de la recolección de residuos.

7.2.6.1 INDICADORES AMBIENTALES DE GESTION

Diariamente se diligenciará el formato RH1 con el tipo y cantidad de residuos, si se realiza desactivación para calcular los siguientes indicadores.

Indicadores de destinación para reciclaje

$$\text{IDR} = \text{RR} / \text{RT} \times 100$$

Indicadores de destinación para relleno Sanitario

$$\text{IDRS} = \text{RRS} / \text{RT} \times 100$$

Tabla N°6 Siglas utilizadas para indicadores ambientales de Gestion

SIGLAS	DESCRIPCION
IDD	Indicadores de destinación-desactivación Kg/mes
IDR	Indicadores de destinación para reciclaje
RR	Cantidad de residuos reciclados en Kg/mes
IDRS	Indicadores de destinación de relleno sanitario Kg/mes
RD	Residuos de desactivación Kg/mes
RT	Residuos Totales

Indicador de capacitación: De forma mensual disponer de los siguientes datos:

Numero de personas entrenadas al mes

Jornadas de capacitación al mes

Jornadas de capacitación tema/totales.

7.2.7.1 INFORMES.

Tienen como finalidad verificar resultados y establecer medidas correctivas mediante subtemas como protocolos de bioseguridad, desarrollo del plan integral para residuos infecciosos, para su posterior presentación a las entidades correspondientes.

CONCLUSIONES

- Se logró la disminución de unidades formadoras de colonias (UFC) en las coliformes totales mediante la Biorremediación realizada con la cepa depredadora.
- Se alcanzó una cantidad inferior exponencial, de patógenos totales igual a $34 \cdot 10^6$ ufc/ml en relación a lo obtenido inicialmente con un valor de $66 \cdot 10^3$ ufc/ml.
- El crecimiento poblacional de la cepa depredadora, alcanzó un recuento de $16 \cdot 10^6$ ufc/ml en relación a lo obtenido inicialmente con un valor de $92 \cdot 10^5$ ufc/ml.
- Se logró incursionar en técnicas de Biorremediación de pretratamiento a nivel de aguas residuales hospitalarias para mejorar los vertimientos por medio de la cepa depredadora y de esta manera mejorar los índices de contaminación a nivel microbiológico de las aguas vertidas.

BIBLIOGRAFIA

Alexander,M.1999. Biodegradation and biorremediation. Second Edition, Academic Press.

Arboleda,C.1987. En : Villegas,B.1987. Recursos minerales de Colombia: Minerales preciosos, rocas y minerales no metálicos, recursos energéticos. Tomo II. Segunda Edicion.PublicacionesGeologicas Especiales del INGEOMINAS.Bogota D.C p.1028.

Atlas, R.M.1997. Bioestimulacion para mejorar la Biorrecuperacion Microbiana. En: Levin, M.&M. Gealt Eds.1997. Biotratamiento de residuos toxicos y peligrosos-Primera edición en español. Mc Graw Hill Interamericana de España-Madrid.

Azcon,C. & J.M. Barea.2001 Uso de micorrizas para la deroxificacion de metales pesados en suelos. En: Memorias del III Congreso Internacional de Microbiologia Ambiental.

Bollag,W.& J-M Bollag.1992. Biodegradation En: Academic Press.1992 Encyclopedia of Microbiology. Vol 1. Academic Press Inc.p.269-276

Brook,T.D., T. Madigan,J.MMartinko& Parker.1994. Biologia de los microorganismos, 7ma edicion. Prentice Hall, EnglewoodCliffs, N.J

Ministerio de Ambiente , vivienda y Desarrollo Territorial. Republica de Colombia-2003. Decreto 3100 de 2003. Por medio del cual se regalmentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales.

Madigan et al.1997, Alexander 1999. Eweis et al 2000).

Informe Ejecutivo de la prueba de Tratamiento de Biosolidos con tres biorremediadores de Biocontrol en la PTAR "El Salitre" de Bogota D.C extraido de la empresa Biocontrol.

Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Departamento Nacional de planeación. Plan Nacional de Aguas Residuales municipales en COLOMBIA. Op.cit

PSEUDOBIOL SL PseudomonaFluorescens. Agente microbiano de uso agrícola. Registro de producción ICA Nª 000414.

