

UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE MÉTODOS DE SEPARACIÓN DE AZÚCAR Y AGUA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GOMA DE MASCAR.

**Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para
obtener el título de Ingeniero Agroindustrial**

Autor: David Betancourt Guzmán

2007

UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE MÉTODOS DE SEPARACIÓN DE
AZÚCAR Y AGUA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE GOMA DE
MASCAR.**

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agroindustrial

Profesor Guía: Ingeniera Lucía Toledo

Autor: David Betancourt Guzmán

2007

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial agradezco a la Ing. Jenny Viracocha quien siempre estuvo dispuesta a ayudarme cuando mas lo necesité en el transcurso de mi estancia en la Universidad de las Américas.

También agradezco al Ing. Tomás Villón por su ayuda, comprensión, confianza y seguridad que siempre me proyectó

Con respeto a la Ing. Lucía Toledo por haber sido guía y testigo fiel del esfuerzo puesto en éste trabajo.

Con mucho cariño a mi familia que con su esfuerzo moral y económico, hicieron posible cursar y terminar con éxito la Universidad.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a toda mi familia, en especial a mis padres Luis Gabriel y María Magdalena por su esfuerzo y apoyo incondicional.

A mis hermanos Werner, María, Gabriela y Nathaly.

A mi hermano Marco Andrés (+) quién desde el cielo iluminó mi camino junto a mis abuelos Luis Enrique (+), María Lucila (+) y María Rosario (+).

A la Familia Piñeiros por su incentivo, entusiasmo y calor familiar que permanentemente me brindó.

A mis amigos y casi hermanos Paúl Dueñas y Marlon Piñeiros por su inigualable amistad.

A quien se convirtió en mi compañera, amiga y futura esposa Sara Piñeiros por su amor, su apoyo, dedicación y sobre todo porque siempre confió en mí.

Y finalmente a la Sra. Elizabeth Bone con mucho cariño por su amistad.

RESUMEN

Una de las ramas importantes de la agroindustria es la elaboración de confites; uno de sus productos estrella es la goma de mascar o chicles.

La producción de gomas de mascar en el Ecuador es aproximadamente 300.000 kilos a la semana, la mayor parte de los productores comercializan las gomas de mascar dentro del país, pero también lo exportan.

Algunas de las empresas de confites tienen problemas en el proceso de elaboración, por ejemplo, en chicles en el área de recubrimiento existe un desperdicio del 6 % de azúcar que queda incrustada en los bombos utilizados.

Actualmente esta azúcar es eliminada a la alcantarilla lo que genera pérdidas y contaminación. En algunos casos la cantidad de azúcar asciende a una tonelada diaria de desperdicio, misma que pudiera ser recuperada mediante diferentes métodos. La dirección de medio ambiente en su control anual ha observado el exceso de sólidos encontrados en las aguas residuales, generado en el proceso. La cual puede traer complicaciones a futuro.

El método que cumplió con las expectativas entre los grupos evaluados para la separación de azúcar y agua en el proceso de elaboración de goma de mascar se encuentra dentro del Grupo N° 1 y es el MÉTODO HUBER VRM® (BIORREACTOR)

Este método está en la capacidad de filtrar Macromoléculas, Proteínas, Polisacáridos, Virus, Partículas y Bacterias cumpliendo muy por encima los Límites Máximo Permitidos dentro del Distrito Metropolitano de Quito, a la vez

que retiene en las membranas de filtración el azúcar de las aguas residuales logrando su separación.

INDICE TEMÁTICO

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades	1
1.2 Gomas de Mascar	2
- Composición de la Goma de Mascar	2
- Extracción de la Goma Base	4
- Composición Química de la Goma Base	5
- Materia Prima	6
- Goma Base	7
- Sabores	7
- Azúcar y sustitutos del azúcar	8
- Glucosa y sustitutos de la glucosa	8
- Otros ingredientes	9
- Descripción del Proceso	9
- Diagrama de Flujo del Proceso para la Produc. de gomas de mascar	10
- Producción y Comercialización de Gomas de Mascar	11
- Producción Nacional	11
- Exportación de chicle y gomas de mascar	12
- Comercialización de Gomas de Mascar	13
- Consumo de Gomas de Mascar	13
- Segmentos	14
- Negocios	14
- Clientes	14
1.3. Aguas Residuales	15
- Aspectos Jurídicos	15
- Marco Legal Nacional	16
1.3.1. Dirección Metropolitana de Medio Ambiente (DMMA)	16
- a) Normas Técnicas de Calidad Ambiental -Norma Técnica que Regula los Contaminantes Asociados a Descargas – Resolución N° 0003	17

- Alcance de la Norma Técnica que regula los Contaminantes Asociados a Descargas	17
- Disposiciones Generales para la Norma Técnica que Regula los Contaminantes Asociados a Descargas	18
- Límites Máximos Permitidos para las descargas líquidas de actividades industriales, comerciales y de servicios por cuerpo receptor	19
- Para todos los sectores productivos, exceptuando al sector textil y al sector de bebidas gaseosas, embotelladoras y cervecería.	20
- b) Instructivo de aplicación del capítulo "VI" para la prevención y control de la contaminación ambiental en el D.M.Q. – Resolución N° 0088 – 18 octubre del 2 005	21
- c) Ordenanza Metropolitana N° 0213	21
1.4. Descripción del problema que existe la ciudad de Quito	22

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Introducción	23
2.2. Materiales de oficina	24
2.3. Métodos	24
2.3.1. Fuentes primarias	25
2.3.2. Fuentes secundarias	26
2.4. Factores de evaluación	26
PARTE I	
- Membranas	26
- Grueso	27
- Tamaño de poro	27
- Rechazos	27

- Diagrama del sistema HUBER VRM®	45
- Funcionamiento del Sistema HUBER VRM® con la numeración del Diagrama anterior	45
- Diseño estándar del sistema HUBER VRM®	47
- Biorreactores con membranas	49
3.2. Métodos Químicos (Grupo N° 2)	49
3.3. Métodos Biológicos y Mixtos (Grupo N° 3)	50
- Tratamiento del efluente	51
3.3.1. Tratamiento Primario	51
3.3.2. Tratamiento Secundario	52
a) Tratamiento Secundario Aerobio	52
- Gráfico del tratamiento secundario aerobio	53
b) Tratamiento secundario mediante bioaumentación	54
- Productos	55
- Remoción mejorada del DBO	56
- Degradación preferencial de compuestos específicos	56
3.4. Métodos Mixtos	56
- Distribución de una planta con la aplicación de un Método mixto	58
 PARTE II	
3.5. Laboratorio de bioaumentación	59
- Marco metodológico	59
- Métodos Generales de Análisis	59
- Métodos Específicos de Análisis	59
- Adaptación de bacterias degradadoras de glucosa, sacarosa y jarabe	60
- Preservación	61
- Diagrama de flujo de técnicas: Bacterias degradadoras de jarabe de glucosa / sacarosa aislamiento selectivo	62
- Adaptación	63
- Preservación	63
- Diagrama de flujo del bioproceso	64

- Resultados y discusión	65
- Aislamiento selectivo	65
- Aislamiento selectivo 1 (AS1) Glucosa	65
- Aislamiento selectivo 2 (AS2) Jarabe	67
- Aislamiento selectivo 3 (AS3) Sacarosa	68
- Interpretación	69
- Adaptación Parte A	70
- Adaptación Parte B	70
Parte A	
- Microorganismos de Glucosa en Glucosa	71
- Interpretación	71
- Microorganismos de Jarabe en Jarabe	72
- Interpretación	72
- Microorganismos de Sacarosa en Sacarosa	73
- Interpretación	73
Parte B	
- Microorganismos de Glucosa en Jarabe	74
- Interpretación	74
- Microorganismos de Sacarosa en Jarabe	75
- Interpretación	75
- Microorganismos de Glucosa en Sacarosa	76
- Interpretación	76
- Microorganismos de Jarabe en Sacarosa	77
- Interpretación	77
Microorganismos de sacarosa en glucosa	78
- Interpretación	78
- Microorganismos G1 y S2 en medio de glucosa, sacarosa y jarabe	79
- Interpretación	79
3.6 FERRERO del Ecuador S.A.	80
- Metodología aplicada en el tratamiento de aguas residuales en Ferrero	80

- Diagrama de flujo de la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa Ferrero del Ecuador S.A.	82
3.7 Análisis dentro de los grupos: Métodos Físicos	83
- Gráfico: Calificación del análisis dentro de los grupos: Métodos Físicos	84
- Parámetros tomados en cuenta en la calificación para el grupo N° 1	85
- Tipo de partículas factibles filtrar tomadas en cuenta en el grupo N° 1 para la calificación	87
3.8 Análisis dentro de los grupos: Métodos Biológicos	88
- Gráfico: Calificación del análisis dentro de los grupos: Métodos Biológicos	89
3.9 Análisis entre los grupos: Métodos Físicos - Químicos - Biológicos	90
- Gráfico: Calificación del análisis entre los grupos: Métodos Físicos - Químicos – Biológicos	91

CAPITULO IV

COSTOS

4.1. Evaluación económica	93
4.2. MÉTODO F – Biológico	94
- Presupuesto de construcción y cantidades de obra	94
- Presupuesto de las obras civiles	95
- Cálculo de gastos por salario de operadores de la planta en operación	95
- Desglose de gastos obligatorios necesarios en la planta de tratamiento de agua	96
4.3. MÉTODO E – Huber VRM (Biorreactor)	97
- Presupuesto de construcción y cantidades de obra	97
- Cálculo de gastos por salario de operador de la planta en operación	97
- Desglose de gastos obligatorios necesarios en la planta que utilice un biorreactor para tratar aguas residuales	98

4.4. Desperdicios actuales	99
4.5. Costo / Beneficio	101
- Método financieramente atractivo	102

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	103
5.2. Recomendaciones	106

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

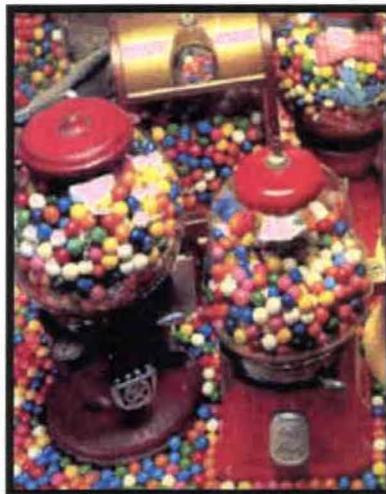
Fuentes bibliográficas	108
------------------------	-----

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. GENERALIDADES

La goma de mascar es uno de los dulces más antiguos de nuestra era, ya que, desde el año 7000 A.C. se mascaba esta deliciosa golosina. Parece que los seres humanos han tenido siempre un impulso no sólo de comer y de beber, sino también masticar algo entre las comidas.



(Gomas de Mascar [2007-12-07] disponible en: wikipedia.org/wiki/Chicle)

Sabemos que los extractos, las hojas, las frutas y las raíces de las plantas fueron masticados para el placer, en diferentes culturas y civilizaciones sacaban la resina de los árboles con el fin de mascarla, con el tiempo las gomas de mascar han cambiado mucho, ya que en ese tiempo no era como la conocemos en la actualidad.

1.2. GOMAS DE MASCAR

La goma de mascar está compuesta por dos porciones: la parte soluble y la parte insoluble, cada una de ellas formada por: sabores, azúcar, jarabe de glucosa, intensivos de sabor, que son solubles en agua, y en consecuencia solubles en la saliva y la parte insoluble está formada por la "Goma Base", que permanece en la boca en forma de masa, la misma que se puede soplar y hasta formar una burbuja grande.

(Goma de mascar, Goma Base [2007-03-02] disponible en:

<http://www.dlh.lahora.com.ec/paginas/judicial/PAGINAS/RegistrosOficiales.htm>)

Composición de la Goma de Mascar.

La composición estándar por la que se encuentra conformada una goma de mascar es: goma base 20%, azúcar pulverizada 60%, jarabe 18%, sabores 1%, otros materiales 1%.

La goma base empleada en la elaboración pueden ser gomas naturales o sintéticas. Entre ellos puede citarse la goma *jelutong* o *pontianak* (obtenida del *Dyera costulata*, familia de las apocináceas), productos de colofonia y diversas resinas sintéticas.

(RAYMOND, E. Kirk; "Enciclopedia de Tecnología Química" Tomo VIII, Primera Edición Unión Tipográfica, Editorial Hispano-americana, México, 1962, Pág. 918)

La goma base natural es una goma o látex, una resina lechosa que se extrae del árbol zapotillo o chico zapote, cuyo nombre científico es *Manikara zapota*, que es originario de los bosques tropicales de la península de Yucatán, Belice y el norte de Guatemala.



(Ejemplar adulto de Manikara Zapote [2007-03-02] disponible en:

<http://www.dlh.lahora.com.ec/paginas/judicial/PAGINAS/RegistrosOficiales.htm>)

Este líquido es muy parecido a algunos pegamentos líquidos o goma de pegar. En su estado natural, el chicle casi no tiene sabor y es muy difícil de masticar.

Algunas gomas bases sintéticas de alta calidad poseen muchas ventajas sobre las gomas bases que contienen los elastómeros naturales.

Estas bases sintéticas consisten de polímeros sintéticos, sobre todo el acetato, el poli-isobutileno, el polietileno, caucho como estireno-butadieno y el isobutileno-isopreno, copolímeros de polivinilos.

(Goma de Mascar [2007-04-19] disponible en:

<http://lenguadeliceo.blogspot.com/2006/10/investigacin.html>)

Extracción de la Goma Base

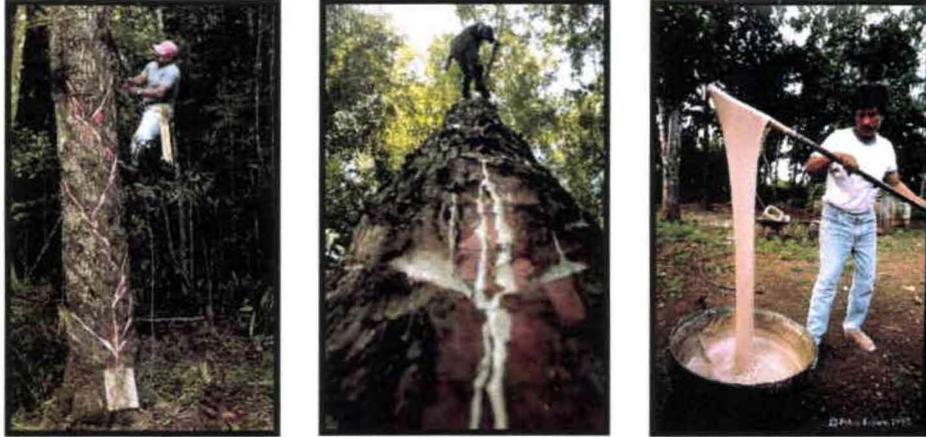
Los nativos solían recoger el látex mediante incisiones en el árbol, convirtiéndolos ellos mismos en forma de pasta, que es como se ha comercializado desde entonces y que sirvió de base para la preparación del chicle moderno.

Para el aprovechamiento y extracción del látex de chicozapote, existen tres métodos conocidos:

- a) Picado en forma de espiral,
- b) Picado con incisiones en forma de "V", abarcando solo una cara del tronco, y
- c) Picado en forma de zigzag o lengüeta.

(Chicozapote, Aspectos Botánicos [2007-04-09] disponible en:

<http://www.prodigyweb.net.mx/upchn/chicozapote1.html>)



(Extracción del látex de chicozapote [2007-04-09] disponible en:

<http://www.prodigyweb.net.mx/upchn/chicozapote1.html>)

Composición Química de la Goma Base.

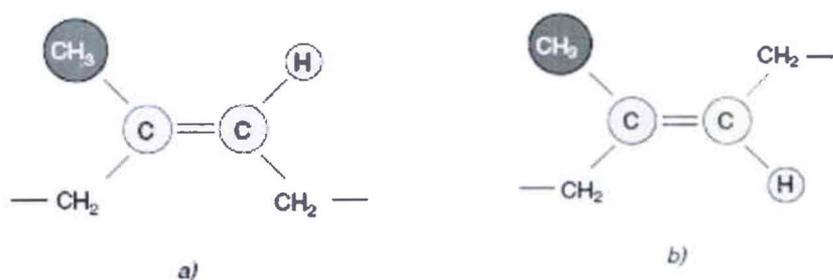
Los componentes más importantes en una goma base son elastómeros, resinas, plastificantes, coadyuvantes, antioxidantes, esta goma es un producto no nutritivo, inerte e insoluble, que se utiliza para que forme parte de la porción comestible y soluble de la goma de mascar, además estos ingredientes le confieren la elasticidad apropiada para expandirse y contraerse a voluntad, como si se tratara de un elástico o globo de aire.

(Goma de mascar, Goma Base [2007-03-02] disponible en:

<http://www.dlh.lahora.com.ec/paginas/judicial/PAGINAS/RegistrosOficiales.htm>)

La goma base contiene dos *poli-isoprenos*: uno es el polímero de la gutapercha (que se cree es la forma *trans*) y el otro el polímero del caucho natural (que se supone tiene la forma *cis*).

(RAYMOND, E. Kirk; "Enciclopedia de Tecnología Química" Tomo VIII, Primera Edición Unión Tipográfica, Editorial Hispano-americana, México, 1962, Pág. 918)



Isomería geométrica: a) Cis-isopreno (caucho natural) b) trans-isopreno (gutapercha). RAYMOND, E. Kirk; "Enciclopedia de Tecnología Química" Tomo VIII, Primera Edición Unión Tipográfica, Editorial Hispano-americana, México, 1962, Pág. 918)

Materia Prima

Dentro de las materias primas empleadas en la elaboración de gomas de mascar se encuentran sus componentes con determinadas propiedades que se describen a continuación:

Goma Base

Solamente el 10% de los fabricantes de goma de mascar emplea una goma base que se produzca en sus propias plantas. La fabricación de la goma base es un proceso muy costoso y altamente técnico, además hay solamente un número muy limitado de fabricantes de goma base.

La goma base es una mezcla altamente compleja de los siguientes ingredientes:

- elastómeros
- resinas
- ceras y grasas,
- rellenos inorgánicos y antioxidantes.

(AXEL H. SUCK; "H&R Edition Chewing Gum", History and Development, Raw materials, Production, Packaging, Second, revised and updated edition. Pág. 15)

Sabores

A pesar de que los sabores constituyen solamente 0.4% a 0.8% de la fórmula final de la goma, ellos sólo son segundos a la goma base en importancia. La mezcla correcta de la goma base y de los sabores de la goma producirá una buena goma masticable que ofrezca la consistencia adecuada y el sabor duradero.

Azúcar y sustitutos del azúcar

El promedio de la masa de la goma de mascar contiene cerca del 60% azúcar, para la producción es necesario convertirle a azúcar pulverizada cumpliendo los siguientes valores:

Polarización mínima:	99.7%
Contenido máximo de agua	0.06%
Azúcar invertida máxima	0.04%

Para obtener una goma de la alta calidad, el 90% de los partículas del azúcar deben ser de un tamaño entre la gama de 45 - 60 micrones. Éste es el tamaño que es necesario para asegurar una buena masa del chicle.

(IBID, Pág. 23)

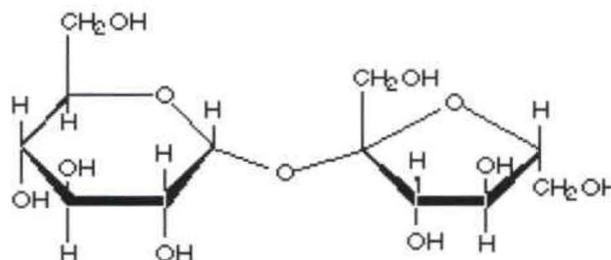


Figura Sacarosa (glucosa (α 1,2) fructosa) (IBID, Pág. 23)

Glucosa y sustitutos de la glucosa

La glucosa que se usa en la producción de goma de mascar normalmente difiere de la glucosa normal usada en la fabricación de la confitería.

Las normas para la glucosa de la goma son:

Sólidos:	82.5-83.5%
Contenido de sulfuro máximo:	20 ppm
Contenido de ceniza máximo:	0.3%
pH:	4.8 - 5.2%

Si este jarabe especial de glucosa es inasequible, un jarabe de confitería estándar que tenía un contenido de sólidos entre el 78% y el 80% se podría utilizar en lugar de otro.

(IBID, Pág. 24)

Otros ingredientes

Entre otros ingredientes tenemos: los antioxidantes, conforme las regulaciones del alimento permitido para prevenir la oxidación, lecitina depende del tipo de goma que se producirá, glicerina que realzará la maleabilidad y la flexibilidad de la goma, el uso de lecitina es preferible que la glicerina si el producto final se guarda bajo las condiciones de temperatura alta y humedad baja, entre otros.

Descripción del Proceso

En este punto se describe brevemente el proceso de elaboración de la goma de mascar, mediante el diagrama de flujo del proceso. Dicho proceso normalmente está constituido de las siguientes etapas: fundición de la base, mezclado e incorporación de los ingredientes, extrusión, formado, enfriado, acondicionamiento para finalmente ser recubierta y empacada.

Producción y Comercialización de Gomas de Mascar.

La información necesaria proporcionada de la producción y comercialización de gomas de mascar, se relaciona conjuntamente con el consumo de estos productos, por tal motivo se detalla cada punto a continuación:

Producción Nacional.

La producción de gomas de mascar en el Ecuador es aproximadamente 300.00 kilos, la mayor parte de los productores comercializan las gomas de mascar dentro del país, pero también lo exportan.

En la siguiente tabla se presenta la cantidad de gomas de mascar exportada por producto y país de destino conforme los datos de exportación de los meses de Enero -Agosto del año 2007.

EXPORTACIÓN DE CHICLE Y GOMAS DE MASCAR

País de destino	Kilos (Peso en Miles)	FOB-Dólar	% Total FOB-Dólar
Colombia	3.970.197	7.546.274	57,80
Perú	1.513.520	2.680.413	20,53
México	9.679	19.419	0,15
Nicaragua	263.154	777.315	5,95
Venezuela	16.080	24.441	0,19
Panamá	94.925	165.479	1,27
Emiratos Árabes Unidos	162.236	453.251	3,47
Bolivia	179.124	386.230	2,96
República Dominicana	24.542	77.850	0,60
Estados Unidos	406	1.190	0,01
Guatemala	10.501	25.660	0,20
Arabia Saudita	6.684	9.900	0,08
Otros Países	365069	887953	6,80
Total	6.616.117	13.055.375	100

(Comercialización de chicles y gomas de mascar, [2007-10-29] disponible en:
http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/comercio/consultaTotXNandinapausConGráfico.jsp)

Comercialización de Gomas de Mascar.

Un informe del 2005, de IPSA Group Latin América, firma que realiza investigaciones del mercado ecuatoriano, tiene identificados a los actuales líderes, por volúmenes de ventas, en este negocio.

De acuerdo al estudio efectuado en tiendas, panaderías, puestos de golosinas, de abarrotes, minimarkets, farmacias, quioscos y bazares; las empresas Confiteca y Adams ocupan alrededor del 30%, cada una, de las ventas totales de caramelos duros. La participación que han logrado los productos de estas empresas ha sido notoria en los últimos cinco años.

(Más marcas en mercado de golosinas y chocolates [2007-03-02] disponible en: <http://www.eluniverso.com/2006/04/02/0001/9/economia.aspx>)

Consumo de Gomas de Mascar

Un estudio de mercado del negocio del chicle, realizado por las empresas confiteras, señala que el mercado está saturado, que los consumidores en Latinoamérica cada vez tienen menos dinero para gastar y que pueden empezar a cansarse de ofertas repetidas.

El mercado de la confitería, que incluye caramelos, chicles, chupetes, bombones, barras de chocolates ha movido en Ecuador unos 50 millones de dólares, durante los últimos tres años. De ese valor, el 60 por ciento son chicles. Los principales actores del negocio son las empresas Confiteca, Nestlé, Cardbury Adams, Ferrero y Colombina.

Cada ecuatoriano consume aproximadamente tres dólares en estos productos, en Perú el consumo per cápita no supera los 1,5 dólares. Según Pineda, esto evidencia que el mercado ecuatoriano es más atractivo para las empresas multinacionales, ya que, los precios por unidad promedian los 5 centavos, mientras que en Perú, llega a dos centavos.

Segmentos

Según Ipsa Group Latin América, las ventas de caramelos y chupetes son mayores (43%) en las tiendas y negocios tradicionales. Le siguen las de gomas de mascar (30%) y chocolates (27%).

Negocios

Existen unos 125 mil negocios detallistas (bazares, abarrotes, panaderías, quioscos, farmacias y otros) en 62 ciudades del país, señala el estudio de IPSA del 2005. De estos el 40% de los locales son tiendas que comercializan sus productos en diferentes barrios.

Clientes

Estos negocios atienden a un estimado de 7'490.000 habitantes. El mayor número de tiendas se asienta en las ciudades de las provincias de la costa.

(Ecuador: el mercado de goma de mascar y confites [2007-09-15] disponible en:

<http://www.prompex.gob.pe/alertagim/09-05-06/dm8090506.htm#top>)

1.3. AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o de procesos industriales como en la confitería y chocolatería, los cuales por razones de salud pública, contaminación medio ambiental y por consideraciones de recreación económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en ríos, lagos o corrientes convencionales como es el alcantarillado.

(Aguas residuales [2008-01-12] disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos11/agres/agres.shtml#tra>)

Aspectos Jurídicos

Desde un punto de vista genérico, se puede decir que la Legislación Ambiental Ecuatoriana está constituida por una gran cantidad de ordenamientos e instrumentos regulatorios de tipo general, tanto a manera de Convenios y Acuerdos Internacionales, como a nivel de Leyes y Códigos Nacionales; los cuales considera, de algún modo, uno o varios de los diferentes aspectos ambientales, que por lo general son incluidos en ordenamientos jurídicos sectoriales, como son el suelo, el agua, el aire, los recursos naturales, la flora, la fauna y los recursos minerales.

Dentro de este contexto, se establecen a continuación los instrumentos jurídicos más relevantes en cuanto a la gestión de residuos industriales se refiere:

Marco Legal Nacional

El Artículo No. 23, numeral 6 de la Constitución Política de la República del Ecuador señala la responsabilidad que tiene el Estado de garantizar a la ciudadanía el derecho de vivir en un ambiente ecológicamente sano y libre de contaminación, para lo cual establecerá las restricciones que sean necesarias para el ejercicio de determinados derechos y libertades.

Por tanto, es evidente que se requiere establecer un control adecuado de residuos industriales para dar total cumplimiento a este mandato.

Ley de Gestión Ambiental: establece que "(...) la gestión ambiental se sujetará a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos (...)" (Art. 2).

("Estructuración del Esquema de Manejo y control de los Residuos Tóxicos y Peligrosos, del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito" – Informe Final, Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental, Quito - Ecuador, 2001).

1.3.1. DIRECCIÓN METROPOLITANA DE MEDIO AMBIENTE (DMMA)

El Municipio del Distrito Metropolitano cuenta con el apoyo de la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente (DMMA) la que es encargada del cumplimiento de Ordenanzas y ciertas Normas Técnicas.

Actualmente la DMMA se está rigiendo de acuerdo a:

- a. NORMAS TÉCNICAS DE CALIDAD AMBIENTAL - RESOLUCIÓN N° 0003 – 12 OCTUBRE DEL 2 005
- b. INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN DEL CAPÍTULO “VI” PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN EL D.M.Q. – RESOLUCIÓN N° 0088 – 18 OCTUBRE DEL 2 005
- c. ORDENANZA METROPOLITANA N° 0213

a. Normas Técnicas de Calidad Ambiental -Norma Técnica que Regula los Contaminantes Asociados a Descargas -Resolución N° 0003

Dentro de la Normas Técnicas de Calidad consta la “NORMA TÉCNICA QUE REGULA LOS CONTAMINANTES ASOCIADOS A DESCARGAS” que tiene por objeto limitar la concentración de contaminantes en los efluentes líquidos de origen industrial, comercial y de servicios, vertidos hacia cuerpos receptores o al sistema de alcantarillado

Alcance de la Norma Técnica que regula los Contaminantes Asociados a Descargas

Toda descarga de líquido residual de actividades industriales, comerciales y de servicios, público o privadas está sujeta a la aplicación a ésta Norma Técnica

Disposiciones Generales para la Norma Técnica que Regula los Contaminantes Asociados a Descargas

Toda descarga líquida proveniente de actividades en plantas o bodegas industriales, emplazamientos agropecuarios o agroindustriales, locales de comercio o de prestación de servicios, actividades de almacenamiento o comercialización de sustancias químicas en general, deberá ser vertida en la red pública de alcantarillado o cauce de agua, cuando se haya verificado el cumplimiento de los valores máximos permisibles de los parámetros aplicables a cada tipo de actividad enlistados en la Norma Técnica

Se prohíbe la infiltración en el suelo y la dilución de descargas líquidas no depuradas.

**Límites Máximos Permitidos para las descargas líquidas de actividades
industriales, comerciales y de servicios por cuerpo receptor**

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES POR CUERPO RECEPTOR

Parámetros	Expresado	Unidad	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			Alcantarillado	Cauce de agua
Aceites y grasas	A y G	mg/l	50	30
Aluminio	Al	mg/l	5,0	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02	0,02
Caudal máximo	-	l/s	1.5 veces el caudal (1)	4,5 dato referencial.
Cianuro	CN-	mg/l	1,0	0,1
Coliformes fecales	MNP/100ml		-	Remoción > 99% (2)
Cobre	Cu	mg/l	1,0	1,0
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5	0,5
Compuestos	Expresado	mg/l	0,2	0,2
Color real	Color real	unidade s de		Inapreciable en dilución: 1/20 (3)
Fósforo Total	P	mg/l	15	10
Hidrocarburos	TPH	mg/l	20	20
Materia flotante	Visible	-	Ausencia	Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	10,0	2,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01	0,005
Niquel	Ni	mg/l	2,0	2,0
Organoclorados	Concentración	mg/l	0,05	0,05
Organofosfora-	Concentración	mg/l	0,1	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5	0,2
Potencial de	PH		5-9	5-9
Sólidos	-	ml/l	10	1,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0	0,5
Sulfatos	S04	mg/l	400	1000
Temperatura	-	°C	<40	<35
Tensoactivos	MBAS (4)	mg/l	0,5	0,5
Zinc	Zn	mg/l	2,0	2,0

- (1) Caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
- (2) Los regulados con descargas de coliformes fecales menores de 3000 quedan exentos de tratamiento.
- (3) La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.
- (4) Sustancias activas al azul de metileno.

**PARA TODOS LOS SECTORES PRODUCTIVOS, EXCEPTUANDO AL SECTOR
TEXTIL Y AL SECTOR DE BEBIDAS GASEOSAS, EMBOTELLADORAS Y
CERVECERIA.**

Parámetros	Expresado como	Unidad	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE			
			Junio 2004	Junio 2006	Junio 2008	Junio 2010 I
Demanda Bioquímica	D.B.Os	mg/l	198(A) 148 (C)	172(A) 122 (C)	146(A) 96(C)	120(A) 70 (C)
Demanda Química de Sólidos	D.Q.O	mg/l	396(A) 259 (C)	344(A) 214 (C)	292(A) 168 (C)	240(A)
suspendidos	SS	mg/l	158(A) 111 (C)	137(A) 92(C)	116(A) 72(C)	95(A) 53(C)
Caudal	Q	l/s	4,5	4,5	4,5	4,5

Nota. (A) Alcantarillado y (C) Cauce de agua.

("Normas Técnicas de Calidad Ambiental" – Norma Técnica que regula los contaminantes asociados a descargas. Resolución N° 0003 del Distrito Metropolitano de Quito. 12 de Octubre del 2 005)

b. Instructivo de aplicación del capítulo “VI” para la prevención y control de la contaminación ambiental en el D.M.Q. – Resolución N° 0088 – 18 octubre del 2 005

Tiene por objetivo describir los procedimientos necesarios que se deben seguir para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Capítulo VI para la Prevención y Control de la Contaminación en el Distrito Metropolitano de Quito, de la Ordenanza Sustitutiva del Título V del Libro Segundo del Código Municipal

(Instructivo de Aplicación del Capítulo VI para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el D.M.Q.)

c. Ordenanza Metropolitana N° 0213

En esta Ordenanza se citan ciertas cláusulas, en donde se mencionan a las empresas que pudieran ocasionar daño medio ambiental y dice:

Art. II.381.13.- SUJETOS DE CUMPLIMIENTO.- Sin perjuicio de la existencia de otras actividades, obras o proyectos que ocasionen un impacto ambiental significativo y entrañen un riesgo ambiental, son sujetos de cumplimiento y presentación de Auditorias Ambientales, de manera específica e ineludible, los siguientes casos:

- Alimenticias, en cuyo proceso se generen residuos sólidos, líquidos o gaseosos.
- Agroindustriales.

(Ordenanza Metropolitana N° 0213 - 18 de Abril del 2 007)

1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA QUE EXISTE EN LA CIUDAD DE QUITO

En el Distrito Metropolitano de Quito se hallan asentadas varias empresas dedicadas a la producción de confites y a la producción de chocolates por lo que algunas de estas empresas tienen problemas en el proceso de elaboración, por ejemplo, en chicles en el área de recubrimiento existe un desperdicio del 6 % de azúcar que queda incrustada en los bombos utilizados. Actualmente esta azúcar es eliminada a la alcantarilla lo que genera pérdidas y contaminación. En algunos casos la cantidad de azúcar asciende a una tonelada diaria de desperdicio, misma que pudiera ser recuperada o degradada mediante diferentes métodos. La dirección de medio ambiente en su control anual ha observado el exceso de sólidos encontrados en las aguas residuales, generado en el proceso. La cual puede traer complicaciones a futuro tanto económicas como medio ambientales.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consta de dos partes (I y II):

La primera parte (I) es una recopilación bibliográfica, evaluativa y comparativa de “métodos de separación de azúcar y agua” en el proceso de elaboración de goma de mascar y,

La segunda parte (II) fue la experimentación en laboratorio de la “degradación” del azúcar, sacarosa y jarabe glucosa-sacarosa con el empleo del método de “Bioaumentación” usando un muestreo único y no probabilístico .para obtener bacterias específicas para degradar los elementos mencionados, presentes, en las aguas residuales de la planta de confites.

Se vio la necesidad de buscar alternativas para solucionar el problema de las aguas residuales ya que es muy frecuente la contaminación ambiental dentro del Distrito Metropolitano de Quito y además que sería muy rentable para cualquier empresa reutilizar éstos componentes de las aguas residuales, ya que, bajaría el costo por unidad de producto

2.2. MATERIALES DE OFICINA

- Computador
- Pen drive 2.0 GB
- Impresora
- Hojas de papel
- Cuaderno de anotaciones
- Esferos
- Marcadores
- Cd's

2.3. MÉTODOS

En el desarrollo del presente trabajo se utilizó de manera práctica varios conocimientos y técnicas como: Investigación, Estadísticas.

- **Según su finalidad:** La investigación a realizar es de tipo teórico-práctico, ya que, se desarrollará un análisis de la situación actual de los efluentes líquidos emitidos por el lavado de los bombos de recubrimiento.
- **Según el nivel de conocimiento a obtener la investigación:** Esta investigación es descriptiva, ya que, se pretende registrar, analizar e interpretar los factores que permiten el cumplimiento de las normas ambientales actuales.

En la Primera Parte se clasificaron los métodos en tres grupos: Físicos, Químicos y Biológicos.

Se analizaron dentro de los grupos y entre grupos. Según resultados proyectados posibles se calificó y se consideró como testigos tanto los resultados actuales como los niveles permisibles por las leyes ambientales para poder decidir las mejores opciones recomendables para la industria.

A la Segunda Parte en cambio se le dio otra visión del problema porque se realizó el tratamiento de aguas residuales a escala de laboratorio mas conveniente y factible que logre que los efluentes de la empresa confitera sean eliminados “únicamente” con los parámetros físico – químico y biológicos establecidos por la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente, entidad encargada del control de la contaminación producida por descargas líquidas. Es decir que el agua residual tan solo cumpla con los Límites Máximos Permisibles y sea apta para ser desechada en el sistema de alcantarillado sin que ocasione posteriores daños al medio ambiente.

2.3.1. FUENTES PRIMARIAS

Se realizó entrevistas y visitas a empresas dedicadas a la producción de confites y chocolates.

Además se realizaron varias prácticas en el laboratorio referentes al crecimiento de biomasa (bacterias)

2.3.2. FUENTES SECUNDARIAS

Para desarrollar el presente trabajo se consideró:

- Folletos y libros específicos de tratamientos de aguas.
- Bibliografía básica
- Internet

2.4. FACTORES DE EVALUACIÓN

PARTE I

Membranas.- Una membrana se puede considerar que es una barrera o película permeoselectiva entre dos medios fluidos, que permite la transferencia de determinados componentes de un medio al otro a través de ella y evita o restringe el paso de otros componentes. El transporte de componentes a través de la membrana se realiza siempre aplicando una fuerza impulsora. Esta fuerza impulsora puede ser debida a gradientes de concentración, presión, temperatura o potencial eléctrico. La permeabilidad selectiva viene determinada por la medida de la partícula, la afinidad química con el material de la membrana y/o la movilidad de los componentes a través de la membrana (movimiento difusivo o convectivo). Las membranas, para ser efectivas en los procesos de separación y filtración, han de ser resistentes químicamente (tanto con el alimento como con los productos de limpieza), mecánica y térmicamente estables, y tener una permeabilidad elevada, alta selectividad y resistencia a las operaciones.

Grueso.- Se refiere al grosor de la membrana a utilizar de acuerdo al método a emplear.

Tamaño de poro.- Se relaciona a la dimensión del espacio u orificio que poseen las membranas. El orificio, por su pequeñez es invisible a simple vista.

Rechazos.- Son los materiales que quedan en el filtro es decir las partículas indeseables que están mezcladas con el agua.

Materiales de las Membranas.- Elemento que entra como ingrediente en la fabricación de membranas.

Módulo de membrana.- Es la forma que debe tomar la membrana para los diferentes métodos de filtración

Presión.- Es la magnitud física que expresa la fuerza ejercida por un el agua residual sobre la membrana. La unidad en el Sistema Internacional empleada es "bars".

PARTE II

Fase A (Adaptación)

- 1.- Variación creciente de concentraciones de glucosa, sacarosa y jarabe.
- 2.- Crecimiento de microorganismos en el mismo sustrato donde fueron aislados.
- 3.- El tiempo de crecimiento a 24 y 48 horas.
- 4.- Temperatura de incubación

Fase B (Adaptación)

- 1.- Variación creciente de concentraciones de glucosa, sacarosa y jarabe.
- 2.- Capacidad de degradación de los tres sustratos
- 3.- Crecimiento de microorganismos en los tres sustratos.
- 4.- El tiempo de crecimiento a 24 y 48 horas
- 5.- Temperatura de incubación

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PARTE I

Para un mejor estudio de los diferentes métodos de separación de azúcar y agua en el proceso de elaboración de goma de mascar se ha visto necesario separarlos en tres grupos y estos son:

<u>Número de Grupo</u>	<u>Métodos</u>
GRUPO N° 1	FÍSICOS
GRUPO N° 2	QUÍMICOS
GRUPO N° 3	BIOLÓGICOS Y MIXTOS

3.1. MÉTODOS FÍSICOS (Grupo N° 1)

Son separaciones mecánicas mediante cribas de diferente apertura que retienen cuerpos. Estos separadores tienen en forma complementaria mecanismos que retiran los cuerpos retenidos y evitar así la saturación y obstrucción del elemento separador.

Separación por membrana para tratamiento de agua residual

La filtración por membranas está ganando aceptación en un gran número de aplicaciones. La tecnología ha sido aplicada en campos desde biotecnología y electrónica hasta en procesos de comida y papel.

Paradójicamente la filtración por membrana ha encontrado su uso más amplio en las aplicaciones más demandantes, procesos como desalinización, que requiere el poro de membrana más pequeño y la mayor diferencial de presión. Aún así en los 20 años pasados se ha visto un aumento lento pero constante en el uso de membranas.

Esta aceptación se debe a un número de factores.

- Primero a diferencia de los sistemas mecánicos de separación como la centrifugación, mallas o filtración tradicional. Las membranas pueden trabajar en continuo, ahorrar energía, son fácilmente escalables y combinables con otros procesos.
- Además las unidades trabajan en condiciones medias de proceso sin aditivos, mientras que sus propiedades pueden acercarse a las especificaciones de los usuarios finales.

La filtración por membranas demostró un gran potencial en lo que se conoce como descarga cero y al ir minimizando el desperdicio en las compañías de la rama química.

3.1.1. ÓSMOSIS INVERSA

La tecnología de ósmosis inversa se basa en la aplicación de una presión sobre una disolución concentrada para forzar el paso de la misma a través de unas membranas semipermeables. Con ello, vamos a provocar la retención de la mayor parte de las sales disueltas obteniendo un agua con una concentración de sólidos muy inferior a la disolución de partida.

(Ósmosis Inversa [2007-12-07] disponible en: <http://www.hidritec.com/tec-osmosis.htm>)



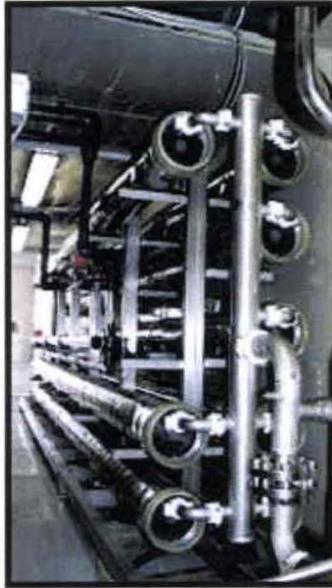
(Foto Ósmosis Inversa [2007-12-07] disponible en: <http://www.hidritec.com/tec-osmosis.htm>)

Aplicaciones de la Ósmosis Inversa

Industria alimentaria

- *Industria del pescado:* Tratamiento de aguas residuales, recuperación de proteínas, procesado de productos bioquímicos.
- *Concentración de zumos de frutas:* zumos de manzana, tomate, naranja, recuperación de aceites esenciales procedentes del tratamiento de cítricos.
- *Industria vinícola:* aumento del contenido en alcohol, evitando la adición de azúcar. Adecuación de agua potable con bajo contenido en sodio y sales minerales.
- *Industria del café:* tratamientos de aguas residuales con fines anticontaminantes.
- *Industria cervecera:* eliminación de alcohol en cervezas de bajo contenido alcohólico o sin alcohol.
- *Industria del chocolate:* tratamiento de aguas residuales procedentes del envasado de jarabe de chocolate.
- ***Industria del caramelo:* tratamiento del agua residual procedente de la lubricación de las cuchillas para el corte del producto, bombos, pisos, etc.**

PLANTA CON LA APLICACIÓN DE ÓSMOSIS INVERSA



(Foto Ósmosis Inversa [2007-12-07] disponible en: <http://www.hidritec.com/tec-osmosis.htm>)

3.1.2. NANOFILTRACIÓN

La nanofiltración es un proceso de filtración mediante el uso de membranas. Este proceso se realiza mediante la aplicación de presión al agua a tratar. Los solutos de bajo peso molecular son retenidos en la membrana, pero ésta deja pasar sales de forma parcial o total.

Las membranas de nanofiltración permiten un paso prácticamente libre de los iones monovalentes, reduciendo el incremento del gradiente de presión osmótica, con lo que el caudal de permeado aumenta.

La eliminación de colores en aguas salobres.

Como ventaja frente a otros sistemas, la nanofiltración presenta un ahorro energético al trabajar a bajas presiones.

Nanofiltración es un proceso de filtración por membranas operadas bajo presión en la que solutos de bajo peso molecular (1000 daltons) son retenidos, pero las sales pasan, total o parcialmente, a través de la membrana con el filtrado. Esto provee un rango de selectividad entre las membranas de Ultrafiltración y Osmosis Inversa, permitiendo simultáneamente concentración y separación de solutos orgánicos. La membrana Nanofiltración (NF) retiene solutos que la Ultrafiltración (UF) pasaría, y deja pasar sales que la Osmosis Inversa (OI) retendría. En algunas aplicaciones, su selectividad entre moléculas de tamaños similares es la clave del éxito del proceso de separación con membrana.

Permitiendo un paso, prácticamente libre, de iones monovalentes, la membrana de nanofiltración reduce el incremento del gradiente de presión osmótica, a la que contribuyen las sales monovalentes. Como resultado, una mayor cantidad de producto (permeado) es posible.

Las membranas de Nanofiltración pueden ser membranas tubulares o espirales, hechas especialmente para la recuperación de cáusticos y ácidos.

Estas membranas poseen una excelente estabilidad a largo plazo, en soluciones tales como Hidróxido de Sodio, Hidróxido de Potasio, Ácido Fosfórico y Ácido Nítrico en concentraciones del 10 % o mayor.

Todos los materiales de construcción de esta membrana han sido cuidadosamente seleccionados para alcanzar:

95%	Recuperación de Cáustico
90%	Reducción de DQO
95%	Ahorro Energía (calor) y Agua
80 al 90%	Reducción de Calcio
Temperatura	Operación hasta 70° C
pH	Rangos entre 1 a 14

Aplicaciones de la Nanofiltración

- Lavado Evaporador (CIP) Lácteos
- Alimentos, Lácteos y Bebidas
- Lavada Tubería (CIP) Lácteos
- Lavado Caústico en Cerveza y Bebidas
- Columna de Resina PVPP
- Reciclado de regeneración de Intercambio Iónico
- Reciclado de Agua de Lavados en Alimentos
- Desmineralización de Suero
- Desmineralización de Jugo, Decolorado
- **Recuperación de Azúcares**
- Color Natural, Desazucarado

- Vitaminas, Desazucarado

(Nanofiltración [2008-01-07] disponible en:

<http://www.aquapurificacion.com/nanofiltracion.htm>)

PLANTA CON LA APLICACIÓN DE LA NANOFILTRACIÓN



(Foto Nanofiltración [2008-01-07] disponible en:

<http://www.aquapurificacion.com/nanofiltracion.htm>)

3.1.3. ULTRAFILTRACIÓN

La ultrafiltración (UF) es definida como un método de filtración de flujo transversal, similar a la ósmosis inversa (OI) pero con presiones más bajas, que utiliza una membrana para separar partículas coloidales pequeñas y moléculas grandes del agua y otros líquidos. Situada entre la OI y la microfiltración en lo que se refiere al tamaño de partículas que se eliminan, la UF típicamente filtra partículas entre 0.002 a 0.1 micras (μm) y rechaza sustancias orgánicas de peso molecular mayor que 1,000 mientras que deja pasar iones y sustancias orgánicas menores.

Ultrafiltración (UF) y aguas residuales industriales

En un sistema de tratamiento de aguas residuales basado en membranas, los residuos en son inicialmente transferidos de varias fuentes y sumideros a un tanque de equalización. Diseñado para ser un tanque "pasivo", el tanque de equalización es típicamente de un volumen tal que el tiempo de retención sea de un día.

Alimentación fresca

Del centro del tanque de equalización se extrae agua residual relativamente estable, sin aceites no emulsionados ni sólidos muy grandes y pesados (bolas de azúcar). Esta corriente se conoce como alimentación "fresca" o "1X". La alimentación se bombea del tanque de equalización al tanque de proceso a un caudal igual al de permeado de la UF. Cuando se utilizan membranas UF de fibra hueca (HF*) y enrolladas en espiral (SW*), de pasajes más finos, los

residuos que se extraen del tanque de ecualización pueden ser bombeados a través de filtros de bolsa de 200 μm en camino al tanque de proceso (los filtros de bolsa no se requieren para la configuración de membrana tubular abierta). El tanque de proceso (o tanque de operación) es de un tamaño que puede capturar el volumen de medio día y se mantiene bien mezclado a través de todo el proceso. El nivel del tanque de proceso se mantiene al máximo durante la operación por lote modificado para mantener los sólidos del concentrado a un mínimo, maximizando la productividad de la U F.

El ajuste de pH se lleva a cabo entre el tanque de ecualización y el tanque de proceso según sea necesario. El ajuste de pH entre 8 y 10 utilizando NaOH estabilizará las emulsiones de aceite a medida que se concentran. Se obtendrá también una separación y concentración de metales pesados. Los metales pesados serán retenidos por la membrana de UF una vez que ocurra la precipitación de hidróxidos.

Concentración de coloides

Desde el lateral del tanque de proceso (al igual que con el tanque de ecualización, la alimentación de la membrana se toma del lateral del tanque, no del fondo, para evitar someter a la membrana al lodo asentado que pueda acumularse en este tanque) el agua residual es represurizada y bombeada hacia el sistema de U F. En sistemas de ultrafiltración HF y SW, en este punto se envía a un segundo grupo de filtros de bolsa. La mayor parte de esta alimentación de UF es dirigida a través del banco de membranas y luego recirculada al tanque de proceso. Las membranas son diseñadas como

tangenciales, o de flujo transversal, y la alimentación barre a lo largo de la superficie de la membrana, manteniendo la membrana limpia y productiva (al contrario de la filtración convencional de punto final donde los sólidos son impulsados hacia el filtro causando la acumulación de sólidos y endurecimiento, y una rápida reducción en productividad). La filtración de flujo transversal permite una operación continua de UF las 24 horas del día, sin apagado ni limpieza por un período de hasta tres semanas (los periodos normales de duración continua del proceso son de 5 a 7 días). Al eliminarse el permeado, lo que regresa al tanque de proceso tendrá una concentración levemente mayor que la alimentación del sistema. Con la eliminación del permeado también se reducirá el nivel del tanque de proceso. Los sensores controlan el reabastecimiento de alimentación 1X al tanque de proceso desde el tanque de ecualización para mantener un nivel alto de tanque. El permeado puede ser dirigido al desagüe, o a una OI para su pulido, recuperación de agua y reciclaje de agua.

Sin embargo, el sistema de membranas continúa su operación, y "reduce el volumen del lote" tanto como sea posible con el objetivo de minimizar el volumen del concentrado de UF (y por consiguiente el costo de transporte del concentrado). La concentración del lote continúa hasta que se logra un concentrado final con 20% a 65% de sólidos en el tanque de proceso donde la concentración final de sólidos depende nuevamente de la configuración de las membranas.

Limpieza de la membrana

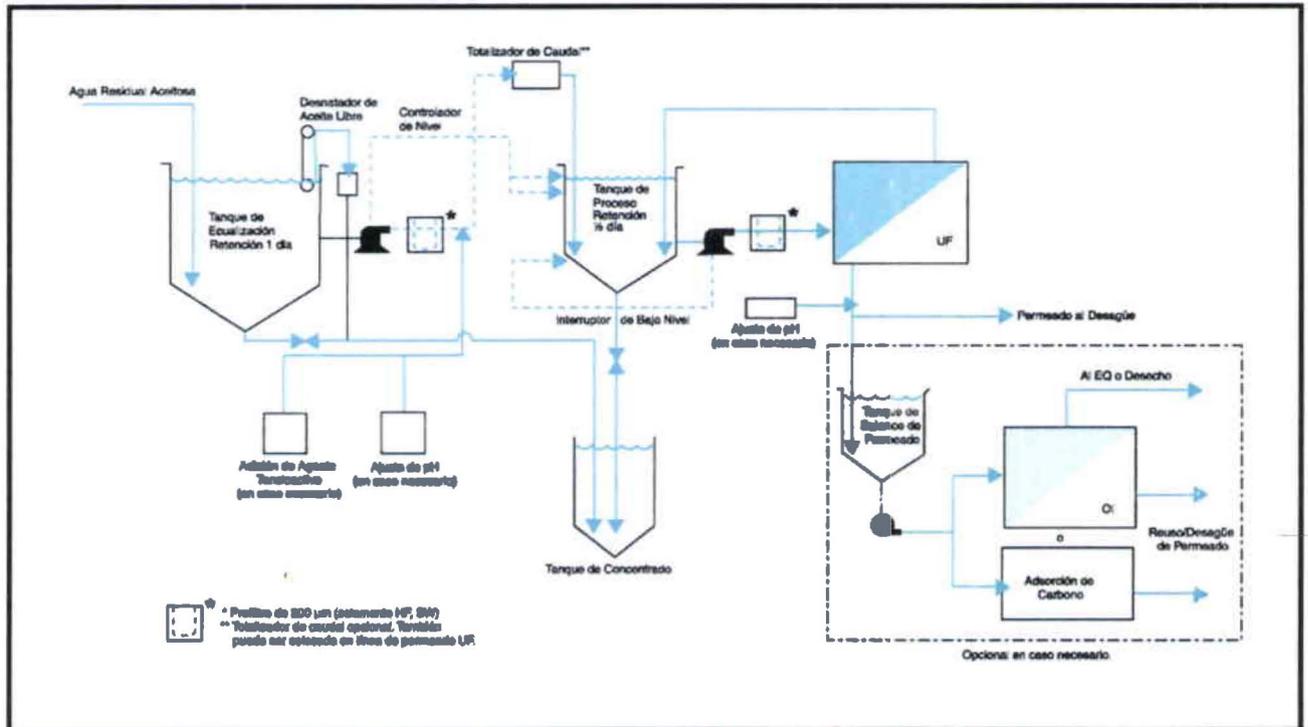
Una vez alcanzada la concentración final, se da por terminado el ciclo del proceso. El concentrado es transferido al tanque de almacenamiento de concentrado mientras se limpia el sistema de U F. Cuando el concentrado está fuera del tanque de proceso de U F, se llena nuevamente el tanque de proceso con alimentación fresca 1X del tanque de equalización. El concentrado es típicamente transportado a un lugar donde puede desecharse de manera adecuada, donde puede reciclarse, o se quema como combustible suplementario.

Al final de la etapa de limpieza de la membrana, con el tanque de proceso lleno de alimentación fresca, se pone en marcha el sistema, se establecen las condiciones de presión, y se repite el ciclo de lote modificado-a concentración de lote-a limpieza.

(Ultrafiltración [2007-12-23] disponible en:

<http://www.ingenieroambiental.com/4014/ultrafiltracion.pdf>)

DIAGRAMA DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR ULTRAFILTRACIÓN



(Ultrafiltración [2007-12-23] disponible en:

<http://www.ingenieroambiental.com/4014/ultrafiltracion.pdf>)

PLANTA CON LA APLICACIÓN DE LA ULTRAFILTRACIÓN



(Foto Ultrafiltración [2007-12-24] disponible en:

<http://www.ingenieroambiental.com/4014/ultrafiltracion.pdf>)

3.1.4. NUEVAS TECNOLOGÍAS DE “ULTRAFILTRACIÓN” +

“MICROFILTRACIÓN” SIN PREVIOS TRATAMIENTOS

La situación

Los avances técnicos en los procesos de tratamiento de las aguas residuales han hecho posible mejoras significativas en el rendimiento de las depuradoras de aguas residuales, especialmente en lo que se refiere a la eliminación de nutrientes y cargas contaminantes que producen la eutrofización de las aguas receptoras.

Sin embargo, se le ha prestado poca atención al elevado número de gérmenes patógenos presentes en la corriente de salida de las plantas. Para evitar riesgos sanitarios, las tecnologías de micro y ultrafiltración en combinación con los procesos de fangos activados se le han perfilado como método idóneo para minimizar la carga del efluente y retener al mismo tiempo los gérmenes patógenos. De este modo se pueden cumplir cada vez las mayores exigencias relativas a la descarga de efluentes sin necesidad de recurrir al método "clásico" de construir nuevos tanques de aireación y decantación secundaria seguidos de instalaciones de filtración y desinfección.

La solución

El proceso HUBER VRM[®] es un sistema de ultrafiltración con membranas sumergidas en reactores biológicos. La elevada calidad del efluente permite cumplir con las normativas más exigentes, optimizando a la vez los costes de inversión y operación.

El sistema HUBER VRM[®] es una combinación de un tratamiento biológico y una separación sólido-líquido de alta eficacia. El agua residual previamente tamizada se somete a aireación y tratamiento biológico y todos los sólidos que contiene (partículas, bacterias, gran parte de los virus) son separados mediante membranas de ultrafiltración operando a baja presión.

La posibilidad de aumentar la concentración de biomasa activa en los reactores biológicos hasta 12-16 g/l permite mejorar la eficacia de las plantas de tratamiento convencionales sin necesidad de construir nuevos tanques.

Para llevar a cabo el tratamiento avanzado del agua residual no son necesarios decantadores secundarios, filtros de arena o sistemas de desinfección. La calidad del efluente es incluso superior a la de un tratamiento terciario convencional. Los tanques de sedimentación secundaria pueden utilizarse de manera alternativa para la optimización del proceso.

MÉTODOS UTILIZADOS ACTUALMENTE VS. MÉTODO HUBER VRM®

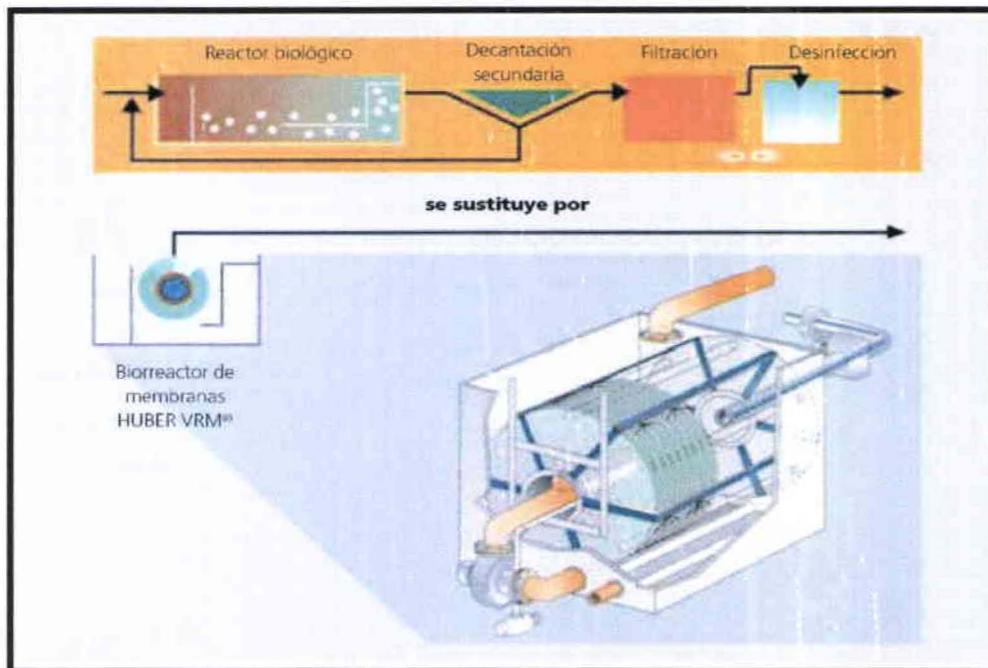
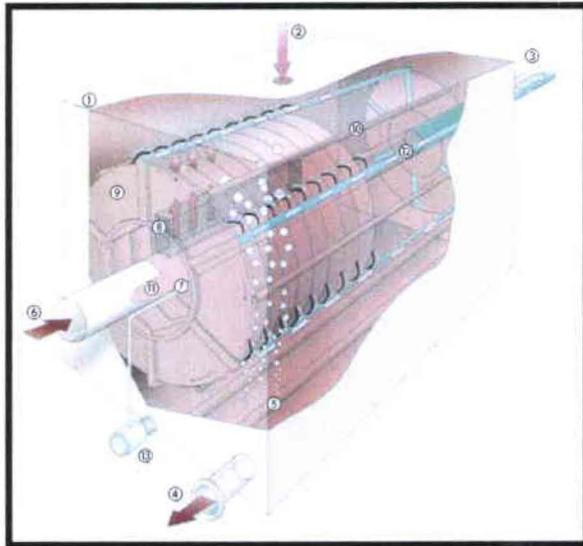


Diagrama del sistema HUBER VRM®



1. Tanque de filtración
2. Entrada de agua residual
3. Salida de permeado
4. Purga de fango
5. Aireación del reactor (burbuja fina)
6. Entrada de fango activado para lavado
7. Entrada de aire de lavado
8. Chorro de lavado
9. Membranas
10. Segmento de membrana
11. Eje hueco giratorio
12. Tubería de recogida de permeado
13. Soplante de aire de lavado

Funcionamiento del Sistema HUBER VRM® con la numeración del Diagrama anterior

La unidad HUBER VRM® se integra en un bastidor soporte y se sumerge directamente en el tanque de aireación (1).

El sistema consiste en módulos de ultrafiltración dispuestos alrededor un eje rotativo (11).

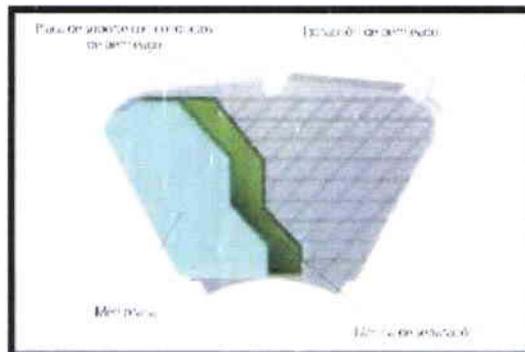
El agua tratada biológicamente se succiona a través de las membranas, creando la diferencia de presión transmembrana requerida mediante una bomba. El tamaño molecular de separación es de 150 kDa (38 nm). El permeado se conduce por tuberías de recogida **(12)** hasta la descarga **(3)**.

Para evitar la formación de una capa de sólidos sobre las membranas que podría causar una reducción del flujo que pasa a través de ellas, se genera un flujo cruzado en la superficie de las membranas.

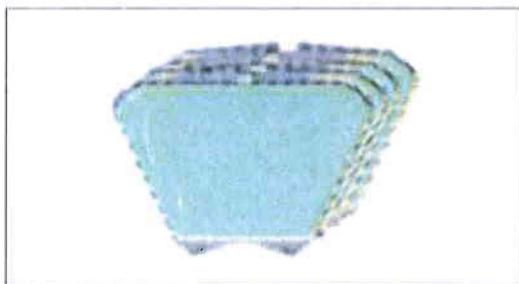
La innovación del sistema HUBER VRM® consiste en emplear un método de limpieza flexible y muy efectivo que genera elevadas velocidades de flujo en la superficie de las membranas, prescindiendo completamente del lavado a contracorriente. Ello se consigue generando flujos dirigidos de aire y fango en la superficie de las membranas **(8)**, utilizando al mismo tiempo la aceleración radial de las membranas rotativas **(9)** en el interior del reactor.

En el sistema HUBER VRM® solamente un segmento de membranas **(10)** es sometido a esta limpieza de alta intensidad en cada momento, lo que supone una reducción importante del consumo energético. La unidad HUBER VRM® puede instalarse en tanques de hormigón, acero inoxidable o en un contenedor.

Diseño estándar del sistema HUBER VRM®

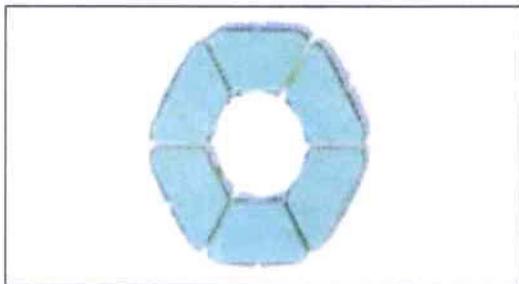


Módulo VRM®



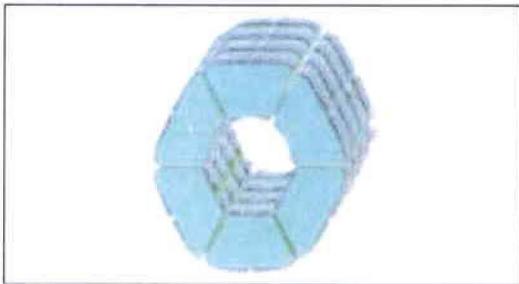
Un módulo VRM® está formado por 4 placas de membrana

Elemento VRM®

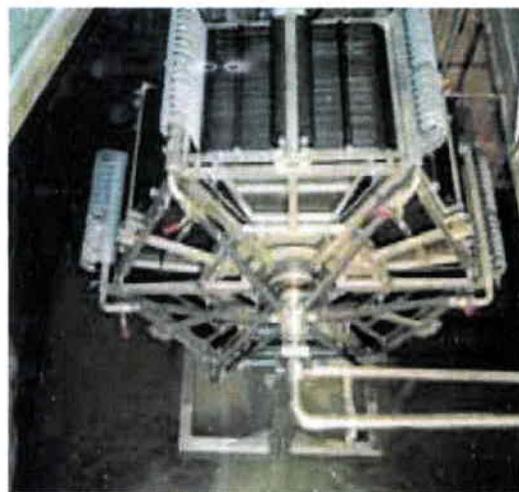


Un elemento VRM® se compone de 6 u 8 módulos dispuestos circularmente

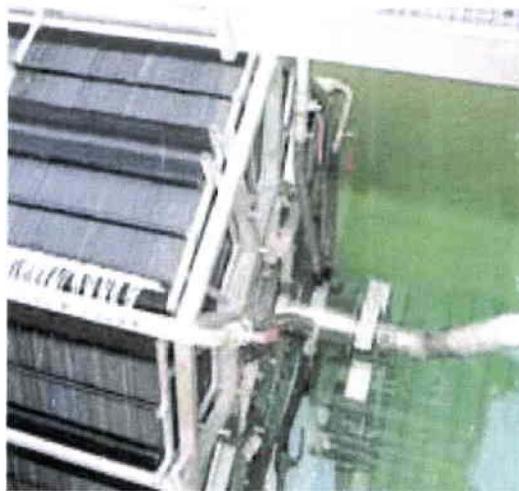
Unidad VRM®



Una unidad VRM® comprende un máximo de 60 elementos



Planta con una unidad VRM® 20/90 para 780 hab. eq. en Schwägalp (Suiza)



EDAR con una unidad VRM® 20/252 para 900 hab. eq. en Knautnaundorf (Alemania)

ULTRAFILTRACIÓN Y MICROFILTRACIÓN

Tamaño VRM® 20	Unidad	VRM® 20/60	VRM® 20/90	VRM® 20/120	VRM® 20/150	VRM® 20/180	VRM® 20/252	VRM® 20/300
Superficie total de membrana	m ²	180	270	360	450	540	756	900
Numero de placas	Unid	240	360	480	600	720	1008	1200
Número de módulos	Unid	60	90	120	150	180	252	300
Número de elementos	Unid	10	15	20	25	30	42	50

Tamaño VRM® 30	Unidad	VRM® 30/160	VRM® 30/240	VRM® 30/280	VRM® 30/320	VRM® 30/360	VRM® 30/400	VRM® 30/480
Superficie total de membrana	m ²	960	1440	1680	1920	2160	2400	2880
Numero de placas	Unid	640	960	1120	1280	1440	1600	1920
Número de módulos	Unid	160	240	280	320	360	400	480
Número de elementos	Unid	20	30	35	40	45	50	60

(Membranas de Ultrafiltración HUBER VRM® [2007-12-25] disponible en:

<http://www.construnario.com/diccionario/swf/27799/Filtraci%C3%B3n/Tecnolog%C3%ADa%20de%20membranas/VRM%20Membranas%20de%20ultrafiltraci%C3%B3n%20para%20biorreactores.pdf>

Biorreactores de Membranas

El proceso MBR consiste en la combinación de un reactor biológico activo y un sistema de membranas de ultrafiltración. Esencialmente, el sistema de membranas sustituye la función de “separación de sólidos” del “**CLARIFICADOR SECUNDARIO**” y de los “**FILTROS DE ARENA**” en los procesos convencionales.

3.2. MÉTODOS QUÍMICOS (Grupo N° 2)

El término “Método Químico” bibliográficamente se refiere exclusivamente a los procedimientos para remover sólidos como son:

- Eliminación del hierro del agua potable,
- Eliminación del oxígeno del agua de las centrales térmicas y la
- Eliminación de los fosfatos de las aguas residuales domésticas.

Por lo tanto los “Métodos Químicos” no se pueden aplicar para la investigación de los métodos de separación de azúcar y agua en el proceso de elaboración de goma de mascar.

Adicionalmente de un sin número de investigaciones se ha tenido como resultado que no existe hasta el momento un *PRODUCTO QUÍMICO* que sea inofensivo y que logre la separación del agua y azúcar ya sea para reutilizar éstos dos elementos o para bajar los niveles de contaminación desde un enfoque medioambiental.

3.3. MÉTODOS BIOLÓGICOS (Grupo N° 3)

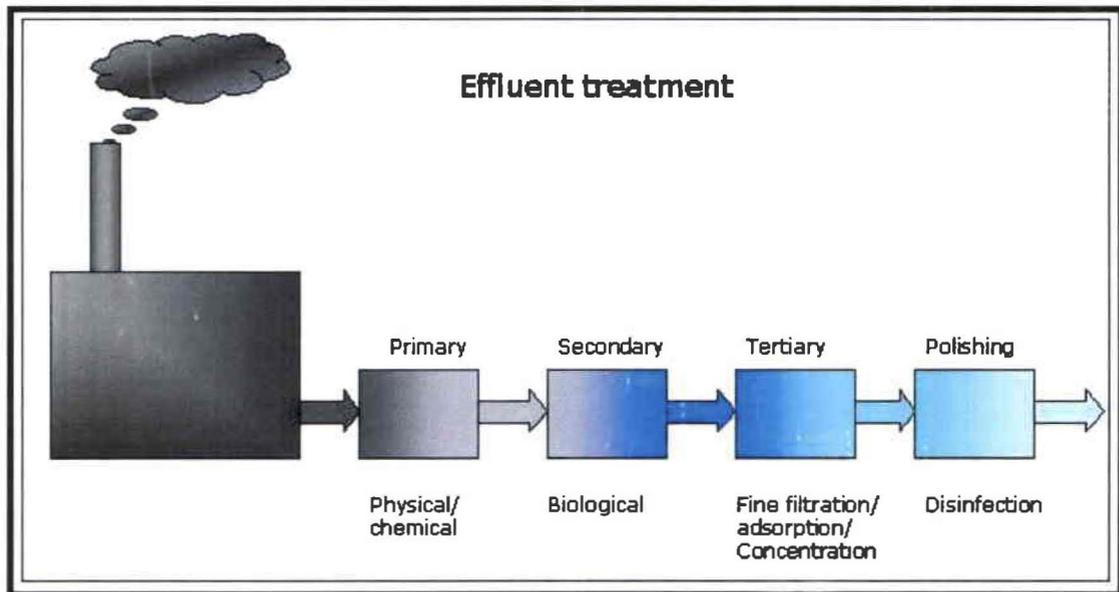
Las instalaciones de tratamiento biológico de aguas residuales, tanto urbanas como industriales, suelen estar formadas por una sucesión de procesos físico-químicos y biológicos tanto aerobios como anóxicos (vía anaerobia) complementarios entre sí que permiten realizar una depuración integral en las mejores condiciones técnicas y económicas posibles.

La eficacia de un proceso de tratamiento se expresa en términos de tanto por ciento (%) de disminución de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), una medida de la cantidad de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos para la oxidación de materia orgánica e inorgánica. Cuanto mayor es el nivel de materiales oxidables orgánicos e inorgánicos, más elevada es la DBO y peor es la calidad del agua. Una planta de tratamiento de aguas residuales que funcione bien, puede eliminar el 95% o más de la DBO inicial.

El tratamiento de aguas consta de:

- Tratamiento primario,
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario.

TRATAMIENTO DEL EFLUENTE



3.3.1. TRATAMIENTO PRIMARIO

El tratamiento de las aguas residuales consiste solamente en separaciones físicas el agua que entra en la plante de tratamiento se pasa a través de una serie de cribas y filtros que eliminan los objetos de gran tamaño. El líquido resultante se deja que se asiente durante unas horas para permitir la sedimentación de sólido.

El tratamiento primario permite eliminar en un agua residual urbana aproximadamente el 90% de las materias decantables y el 65% de las materias en suspensión. Se consigue también una disminución de la DBO de alrededor del 35%.

3.3.2. TRATAMIENTO SECUNDARIO

a) TRATAMIENTO SECUNDARIO AEROBIO

En general el agua residual puede ser eficientemente tratada empleando un proceso secundario aeróbico. Múltiples tipos de proceso de composición aeróbica se usan en el tratamiento de aguas residuales pero los más comunes son el filtro trampa y el fango activado.

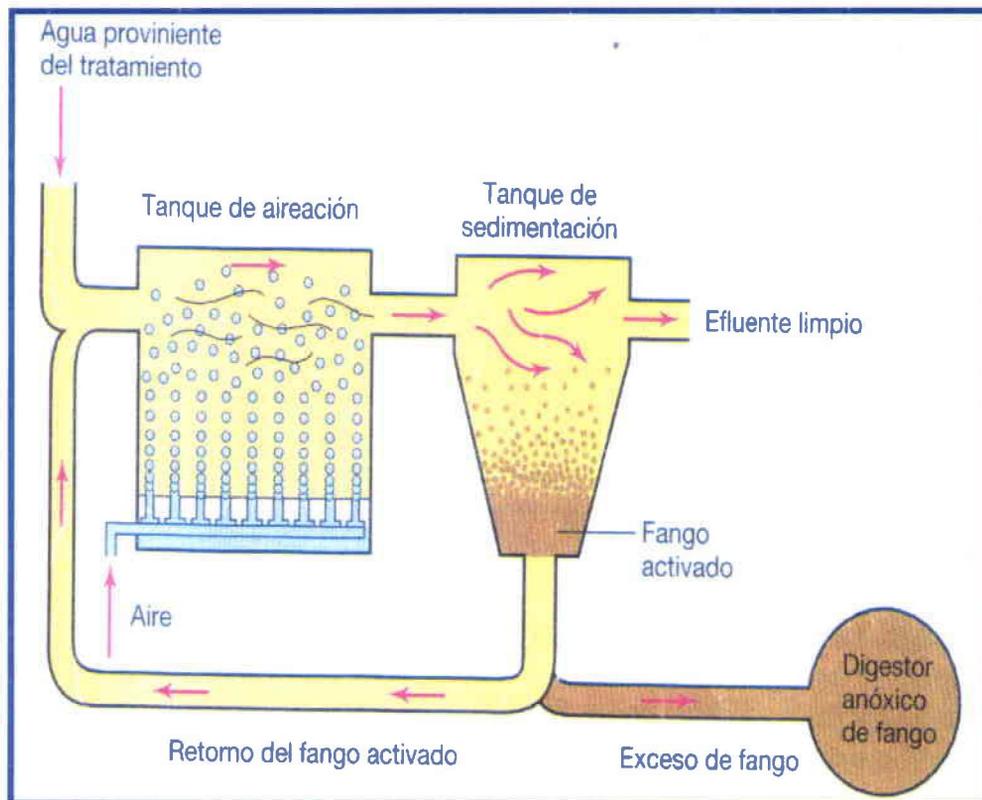
Un filtro trampa es un lecho de rocas aplastadas, de alrededor de 2 m de ancho en cuya parte superior se añade el agua residual (Ver gráfico de Tratamiento Secundario Aerobio). El líquido pasa lentamente a través del lecho y la materia orgánica se adhiere a las rocas, en cuya superficie tiene lugar el crecimiento microbiano. La completa mineralización de la sustancia orgánica hasta dióxido de carbono, amoníaco, nitrato, sulfato y fosfato tiene lugar en el biofilm microbiano que se ha formado en la superficie de las rocas.

El tratamiento más común de este tipo es el fango activado. El agua que va a ser tratada es mezclada y aireada en un gran tanque (Ver gráfico de Tratamiento Secundario Aerobio). Las bacterias formadoras de limo, donde se incluyen entre otras a *Zoogloea ramigera*, crecen y forman flóculos (grandes masas de agregados), siendo estos flóculos los sustratos para el ataque de protozoos y otros pequeños animales.



Ocasionalmente también se encuentran hongos y bacterias filamentosas. El proceso básico de oxidación es similar al filtro trampa. El efluente que contiene los flocúlos es bombeado a un tanque de mantenimiento o *clarificador* donde los flocúlos se depositan. Algunos de los Flóculos (llamados *fango activado*) son devueltos al aireador donde se emplean como inóculo, y el resto es enviado al digestor anóxico de fango o es retirado, secado y quemado o usado como fertilizante.

GRÁFICO DEL TRATAMIENTO SECUNDARIO AEROBIO



La mayoría de los sistemas aerobios de tratamiento de aguas residuales operan en temperaturas de entre 10-40° C y por lo tanto contienen principalmente bacterias mesófilas.

El agua residual normalmente se mantiene, entre 5 y 10 h, en el tanque de fango, tiempo insuficiente para la completa oxidación de la materia orgánica. No obstante, durante ese tiempo la mayoría de la materia orgánica soluble es adsorbida en los flóculos e incorporada en las células microbianas. La DBO del líquido efluente es considerablemente reducida (más del 95%) gracias a este proceso, con la mayoría de la DBO depositada ahora en los flóculos y, por tanto, se consigue la deseada reducción de la DBO en el agua.

Prácticamente la total reducción de la DBO tiene lugar si los flóculos son entonces llevados al digestor anóxico de fango.

La mayoría de las plantas de procesamiento cloran el efluente (para evitar la posibilidad de posteriores contaminaciones biológicas) y liberan el agua tratada a ríos o lagos.

b) TRATAMIENTO SECUNDARIO MEDIANTE BIOAUMENTACIÓN

BIOAUMENTACIÓN

La Bioaumentación es una técnica usada para aumentar la tasa de degradación del compuesto a tratar mediante la adición de un nuevo tipo de microorganismos seleccionado que faciliten el desarrollo de la población autóctona.

Se pueden seleccionar microorganismos que metabolicen un sustrato o gama de sustratos necesarios para que el autóctono pueda realizar la biodegradación, también pueden facilitar la fuente de carbono o degradar

compuestos poco solubles, algún tipo de ácido dañino para la población nativa, etc.

Sin la bioaumentación, la población nativa debe ser de numerosos tipos de organismos. Algunos de estos organismos son más eficientes y efectivos que otros para degradar los diferentes compuestos y producir una biomasa asentable. En una población simple con tres tipos de organismos:

- ***A (organismos deseados),***
- ***B (otros organismos nativos) y***
- ***C (organismos bioaumentados seleccionados),***

El objetivo del programa de bioaumentación consiste en aumentar el crecimiento de la población A, establecer la selección de organismos de la población C y minimizar la población B.

Productos

Los productos típicos de bioaumentación consisten en mezclas de varias cepas de microorganismos, usualmente bacterias u hongos. Los organismos se aíslan de la naturaleza y no se alteran genéticamente de ninguna manera. Son seleccionados en base a tasas de reproducción aceleradas y a su habilidad de realizar ciertas funciones, tales como buenas habilidades de formación de flóculos para realzar el asentamiento o la habilidad de degradar compuestos específicos. Los productos se venden en variedad de formas, siendo las más comunes en organismos secos sobre un portador de salvado o en líquidos.

Remoción mejorada del DBO

Al aumentar las cantidades y diversidad microbiológica por medio de la bioaumentación se pueden conseguir los resultados deseados. En la industria papelera y de pulpa en el sureste de los Estados Unidos se han documentado mejoramientos de hasta un 30% en los niveles de BODs de los efluentes.

Degradación preferencial de compuestos específicos

Al adicionar organismos seleccionados, se pueden lograr niveles bajos de ciertos compuestos que no sería posible con poblaciones nativas. Los compuestos tales como los fenoles, aromáticos clorinados o hidrocarburos aromáticos son solo algunos de los compuestos que pueden ser reducidos con la bioaumentación.

3.4. MÉTODOS MIXTOS

Los métodos mixtos en nuestro caso serían los que incluyen a los Métodos Físicos y a otros Métodos como los biológicos.

Desde hace años, el diseño de las plantas ha incorporado la eliminación de nutrientes junto con etapas de **FILTRACIÓN** y **DESINFECCIÓN**.

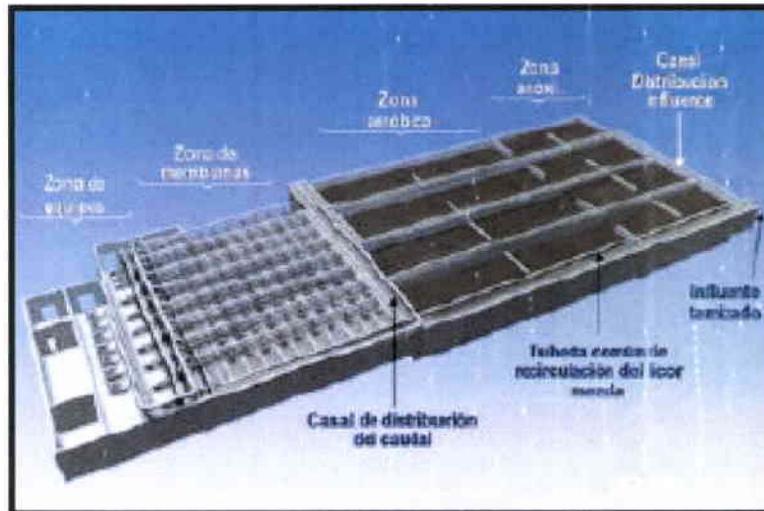
Sin embargo, cada vez son más exigentes los requisitos que deben cumplir las aguas regeneradas para ser reutilizadas. Los procesos convencionales difícilmente alcanzan estas calidades y, sobre todo, son incapaces de garantizar

los valores exigidos cuando se refieren a eliminación de virus o bacterias o si es necesaria una posterior desalación.

Los avances en la tecnología de membranas de ultrafiltración han dado con la solución a este problema. Con membranas de ultrafiltración después del tratamiento biológico se puede garantizar una calidad estable del agua filtrada y la eliminación de un 99,99% de las bacterias presentes en el agua.

Un paso mas allá suponen los biorreactores de membrana (BRM ó MBR en terminología inglesa), proceso que unifique en un solo paso, un tratamiento biológico por fangos activos y una etapa de separación líquido - sólido haciendo uso de membranas de ultrafiltración, consiguiendo una excepcional calidad y estabilidad de los efluentes tratados, muy superior a la que se consigue con un tratamiento biológico seguido por un tratamiento terciario convencional.

DISTRIBUCIÓN DE UNA PLANTA CON LA APLICACIÓN DE UN MÉTODO MIXTO



(Planta piloto de ultrafiltración en la E.R.A.R. La China (Madrid) [2007-12-25]
disponible en <http://www.flygt.es/2045598.pdf>)

PARTE II

3.5 LABORATORIO DE BIOAUMENTACIÓN

MARCO METODOLÓGICO

Al realizar la bioaumentación se obtuvo bacterias específicas para degradar glucosa, sacarosa y jarabe de glucosa - sacarosa propios de la industria de confites CONFITECA.

Métodos Generales de Análisis

MUETREO

Se realizó un muestreo único y no probabilístico de los lugares donde se pueden encontrar las bacterias que puedan degradar jarabe glucosa –sacarosa de las aguas residuales de planta de caramelos.

Métodos Específicos de Análisis

TÉCNICAS UTILIZADAS y FUNDAMENTOS

AISLAMIENTO SELECTIVO DE BACTERIAS DEGRADADORAS DE GLUCOSA, SACAROSA Y JARABE.

El aislamiento y selección se realizó en un solo paso utilizando los siguientes factores de selección:

1. Nutrientes: glucosa, sacarosa y jarabe utilizando medios diseñados basados en medios de cultivo sintético propuesto por Stayner para bacterias quimioheterótrofas y se varió la fuente de carbono:
 - Primer medio (AS1) Fuente de carbono *Glucosa*
 - Segundo medio (AS2) Fuente de carbono Jarabe *glucosa-sacarosa en una relación 38/62*
 - Tercer medio (AS3) fuente de carbono *Sacarosa*
2. Temperaturas: 10°C y 30 °C puesto que el tratamiento de aguas residuales aerobio se realiza a estas temperaturas

ADAPTACIÓN DE BACTERIAS DEGRADADORAS DE GLUCOSA, SACAROSA Y JARABE.

La adaptación pretende como su nombre lo indica adaptar a los microorganismos seleccionadas a las condiciones adversas que presente el tratamiento de aguas como; concentraciones elevadas de azúcar, temperaturas, además encontrar el microorganismo que se capaz de degradar los tres sustratos.

Al final de la adaptación sobrevivirán solo los microorganismos capaces de resistir a las condiciones adversas del tratamiento de efluentes, por lo que solo estos serán utilizados en la bioaumentación.

PRESERVACIÓN

Métodos de preservación:

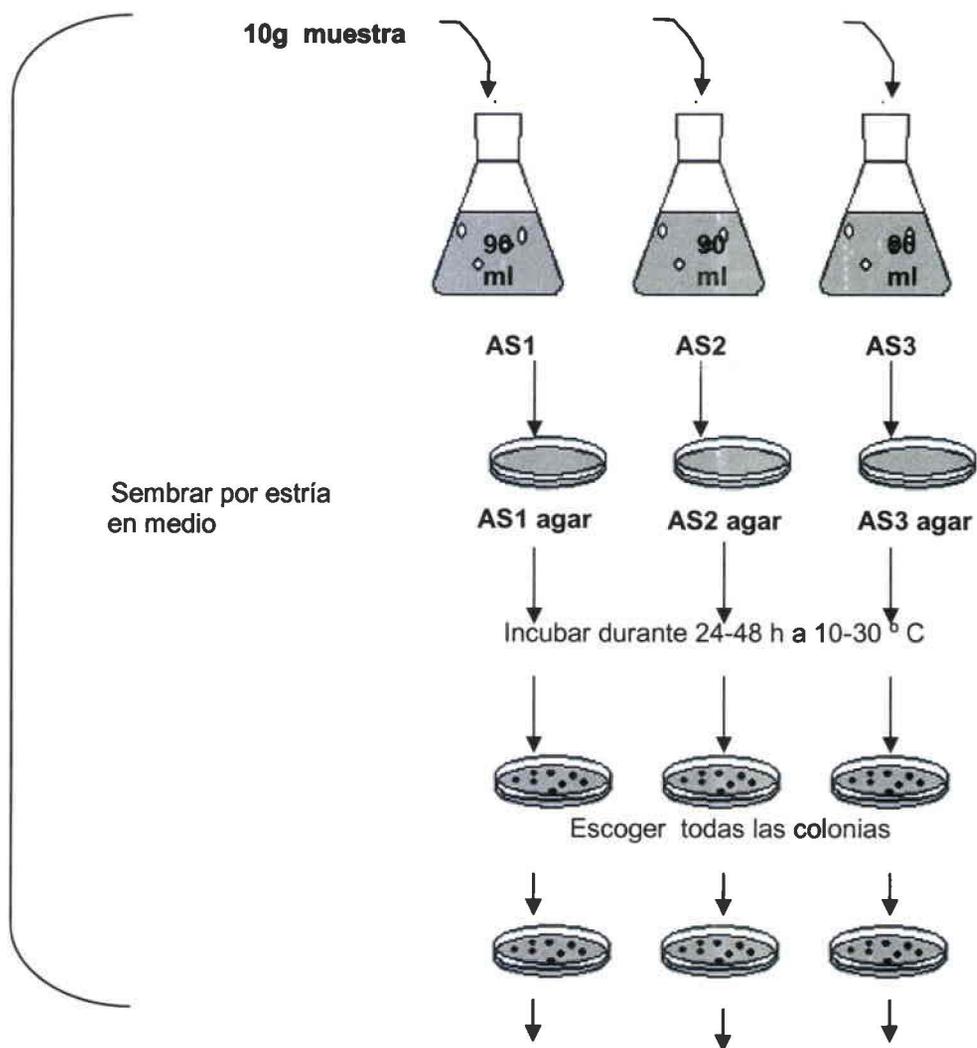
- *Congelación a bajas temperaturas.*

Lo que se busca con la preservación es conservar al microorganismo por un periodo largo de tiempo, en las mejores condiciones preservando la pureza genética del cultivo sin pérdida de ninguna de sus propiedades bioquímicas y los niveles de su productividad inicial, además lograr que el cultivo pueda ser transportado y manejado con facilidad por esta razón se escogió la congelación

DIAGRAMA DE FLUJO DE TÉCNICAS

BACTERIAS DEGRADADORAS DE JARABE DE GLUCOSA / SACAROSA

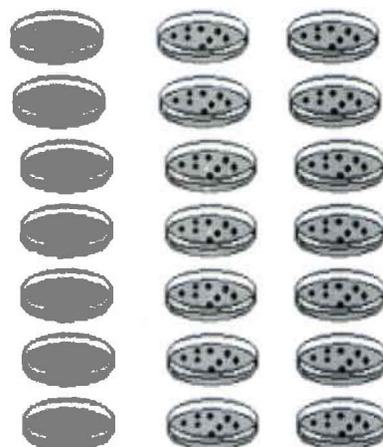
AISLAMIENTO SELECTIVO



ADAPTACIÓN

Sembrar colonias bien individualizadas de bacterias degradadoras de glucosa, jarabe y sacarosa

MEDIOS	GLUCOSA (g/l)	JARABE (g/l)	SACAROSA (g/l)
1	5	13.16	5
2	6	15.79	6
3	7	18.42	7
4	8	21.05	8
5	9	23.68	9
6	10	26.32	10
7	11	28.95	11



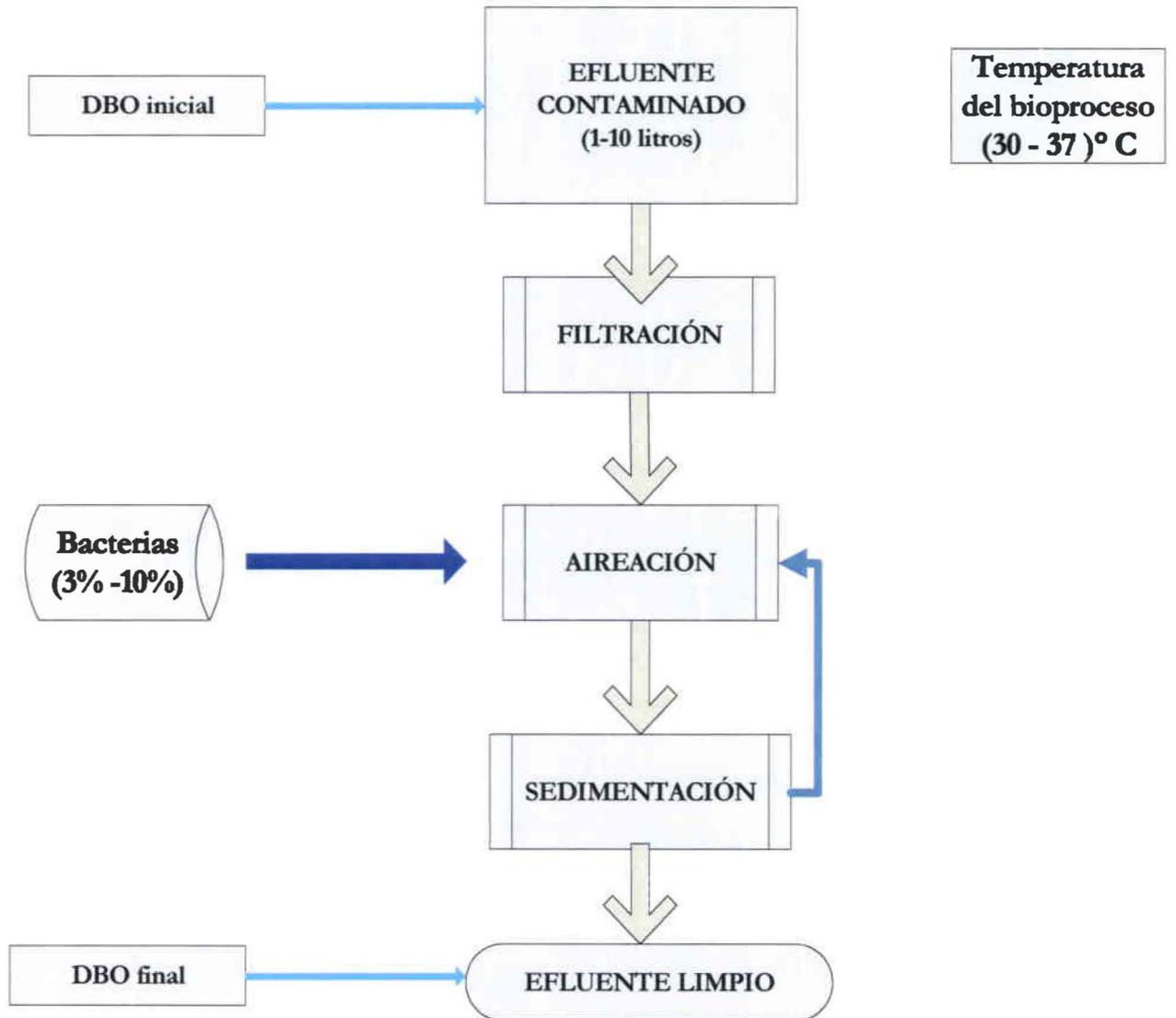
Incubar 24 - 48 h a 30 ± 0.1 ° C

PRESERVACION

Congelación a bajas temperaturas



DIAGRAMA DE FLUJO DEL BIOPROCESO



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

AISLAMIENTO SELECTIVO

Aislamiento selectivo 1 (AS1) Glucosa

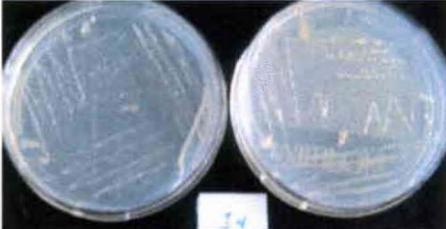
Cuadro de resultados

Sitio de muestreo	Código del microorganismo	MO aislado	Características morfológicas en placa
Máquina	G1 	Levadura	Colonias blancas secas, redondas y grandes
Maquina	G2 	Coco bacilo Gram. (-)	Colonias Amarillas redondas y pequeñas
Mesa	G3 	Levadura	Colonias algo amarillentas, redondas y pequeñas

Mesa	<p style="text-align: center;">G4</p> 	Levadura	Colonias rosadas, secas, redondas y pequeñas
Máquina	<p style="text-align: center;">G5</p> 	Cocobacilo gram(-)	Colonias amarillas, redondas y pequeñas
Maquina	<p style="text-align: center;">G6</p> 	Levadura	Colonias rosadas, redondas y pequeñas
Mesa	<p style="text-align: center;">G7</p> 	Levadura	Colonias rosadas, redondas y pequeñas

Aislamiento selectivo 2 (AS2) Jarabe

Cuadro de resultados

Sitio de muestreo	Código del microorganismo	MO aislado	Características morfológicas en placa
Maquina	J1 	Coco gram(-)	Colonias rosadas, cremosas
Maquina	J2 	Levadura	Colonias blancas, secas, redondas y grandes
Mesa	J3 	Levadura	Colonias blanquesinas, secas, redondas y diminutas
Maquina	J4 	Coco gram(-)	Colonias blanquesinas, cremosas e irregulares
Mesa	J5 	Coco gram(-)	Colonias rosadas, secas redondas y pequeñas

Aislamiento selectivo 3 (AS3) Sacarosa

Cuadro de resultados

Sitio de muestreo	Código del microorganismo	MO aislado	Características morfológicas en placa
Mesa	S1 	Levadura	Colonias rosadas, secas, redondas y pequeñas
Maquina	S2 	Levadura	Colonias rosadas, redondas y diminutas
Maquina	S3 	Cocobacilo gram(-)	Colonias algo amarillentas, secas, redondas y diminutas
Mesa	S4 	Levadura	Colonias rosadas, irregulares

Mesa	 <p>S5</p>	Levadura	Colonias rosadas, semi-secas redondas y grandes
Máquina	 <p>S6</p>	Levadura	Colonias pequeñas, Blancas, redondas

Interpretación:

Los microorganismos fueron incubados a 30 °C y 10 °C por 24 y 48 horas, se realizó a estas temperaturas debido a que en el tratamiento de aguas residuales aeróbicos se realizan a estos intervalos de temperaturas.

Obtuvimos mayor cantidad de levaduras que bacterias y estas microscópicamente no mostraban las típicas características de las colonias de levaduras que se describen en los libros, esto lo podríamos interpretar como una adaptación de las mismas al medio minimal que no es el usual para el aislamiento de levaduras.

ADAPTACIÓN

Nota: El número de cruces indica el grado de crecimiento

+++ Mucho	++ moderado	+ poco	– sin crecimiento
-----------	-------------	--------	-------------------

A esta etapa se la ha dividido en dos partes:

PARTE A:

Se tomaron en cuenta cuatro factores:

- 1.- Variación creciente de concentraciones de glucosa, sacarosa y jarabe.
- 2.- Crecimiento de microorganismos en el mismo sustrato donde fueron aislados.
- 3.- El tiempo de crecimiento a 24 y 48 horas.
- 4.- Temperatura de incubación

PARTE B:

Se tomaron en cuenta cinco factores:

- 1.- Variación creciente de concentraciones de glucosa, sacarosa y jarabe.
- 2.- Capacidad de degradación de los tres sustratos
- 3.- Crecimiento de microorganismos en los tres sustratos.
- 4.- El tiempo de crecimiento a 24 y 48 horas
- 5.- Temperatura de incubación

PARTE A:

Microorganismos de Glucosa en Glucosa

MO Conc	G1		G2		G3		G4		G5		G6		G7	
	Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)	
	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
1	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+++	+++	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+
4	+++	+++	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+
5	+++	+++	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+
6	+++	+++	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
7	+++	+++	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+

Interpretación:

Se preparó el medio minimal para quimioheterótrofos con fuente de carbono glucosa y se fue aumentando las concentraciones de glucosa de dos hasta siete veces la concentración inicial, los siete microorganismos de glucosa inoculados fueron sometidos a una temperatura de 30°C y 10°C por 24 y 48 horas.

De los resultados observados en la tabla podemos interpretar que el microorganismo que mayor eficiencia presenta es el G1, que corresponde a una levadura.

Microorganismos de Jarabe en Jarabe

MO Conc.	J1		J2		J3		J4		J5	
	Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)	
	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
1	+	+	++	+++	+	++	+	+	+	++
2	+	+	++	++	+	++	+	+	+	++
3	+	+	+	++	+	++	+	+	+	++
4	-	+	+	++	+	++	+	+	+	++
5	-	+	+	++	+	++	+	+	+	++
6	-	+	+	++	+	++	+	+	+	++
7	-	+	+	++	+	++	-	+	+	+

Interpretación:

De los resultados en el cuadro, podemos interpretar que los microorganismos que presentan una relativamente mayor eficiencia son las que tienen los códigos J2 (levadura), J3 (levadura) y J5 (coco Gram -).

Microorganismos de Sacarosa en sacarosa

MO Conc.	S1		S2		S3		S4		S5		S6	
	Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)	
	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
1	+	++	+	++	+	+	+	++	+	++	+	+
2	+	++	+	++	+	+	+	++	+	+	+	+
3	-	+	+	++	-	+	-	++	-	+	-	+
4	-	+	+	++	-	+	-	+	-	+	-	-
5	-	-	-	++	-	+	-	-	-	+	-	-
6	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Interpretación:

De los resultados en el cuadro, podemos interpretar que los microorganismos que presentan algo de eficiencia es la S2, que corresponde a una levadura.

PARTE B:

Se toma en cuenta los resultados anteriores para realizar esta segunda parte, hicimos combinación de los primeros tres factores: crecimiento a 24 y 48 horas a temperaturas de 30°C y 10°C, Los microorganismos de glucosa, sacarosa y jarabe los sometemos a siete concentraciones de glucosa, sacarosa y jarabe.

En primer lugar vamos a someter a los microorganismos de glucosa y sacarosa en concentraciones crecientes de jarabe para saber si también logran degradarlo.

Microorganismos de Glucosa en Jarabe

MO Conc.	G1		G3		G4		G5		G6		G7	
	Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)	
	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
1	+++	+++	+	+	+	+	+	+	++	++	++	++
2	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	++	++	++
3	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++
4	+++	+++	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	+++	+++	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	+++	+++	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+
7	+++	+++	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+

G2 no resistió la adaptación

Interpretación:

De los resultados observados en la tabla podemos interpretar que el microorganismo que mayor eficiencia presenta es nuevamente el G1, que corresponde a una levadura.

Microorganismos de Sacarosa en Jarabe

MO Conc.	S1		S2		S3		S4		S5		S6	
	Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)	
	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
1	+	+	++	+++	+	++	++	++	+	+	+	+
2	+	+	++	+++	+	++	++	++	+	+	+	+
3	+	+	++	+++	-	+	++	++	+	+	+	+
4	+	+	+	++	-	+	++	++	+	+	+	+
5	+	+	+	++	-	+	++	++	+	+	+	+
6	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
7	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-

Interpretación:

De los resultados en el cuadro, podemos interpretar que los microorganismos que presentan algo de eficiencia son la S2 y S4, que corresponden a levaduras.

En segundo lugar vamos a someter a los microorganismos de glucosa y jarabe en concentraciones crecientes sacarosa de para saber si también logran degradarla.

Microorganismos de Glucosa en Sacarosa

MO Conc.	G1		G3		G4		G5		G6		G7	
	Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)	
	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
1	+	+++	-	-	-	-	+	++	-	-	-	-
2	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Interpretación:

De los resultados en el cuadro, podemos interpretar que los microorganismos que presentan mayor eficiencia es la G1, que corresponde a una levadura.

Microorganismos de Jarabe en Sacarosa

MO Conc.	J1		J2		J3		J4		J5	
	Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)	
	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
1	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
2	-	-	+	+	-	-	-	-	-	++
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Interpretación:

En este cuadro observamos que no existe un crecimiento visible, por lo tanto podemos interpretar como que ninguno de los microorganismos de jarabe fue capaz de degradar la sacarosa.

Y finalmente vamos a someter a los microorganismos de sacarosa en concentraciones crecientes glucosa de para saber si también logran degradarla. No se sometió a los microorganismos de jarabe a este tratamiento puesto que es obvio que la va a degradar.

Microorganismos de sacarosa en glucosa

MO Conc.	S1		S2		S3		S4		S5		S6	
	Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)	
	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
1	-	+	+	++	+	+	+	++	-	+	+	+
2	-	+	+	++	-	+	-	+	-	+	-	+
3	-	+	+	++	-	+	-	+	-	+	-	+
4	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
5	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
6	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
7	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+

Interpretación:

En este cuadro observamos la levadura S2 es la que presenta mayor eficiencia.

Microorganismos G1 y S2 en medio de glucosa, sacarosa y jarabe.

MO Conc.	G1						S2					
	Glucosa		Sacarosa		Jarabe		Glucosa		Sacarosa		Jarabe	
	Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)		Tiempo (h)	
	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
1	+++	+++	+	++	+++	+++	+	++	+	++	++	+++
2	+++	+++	-	++	+++	+++	+	++	+	++	++	+++
3	+++	+++	-	++	+++	+++	+	++	+	++	++	+++
4	+++	+++	-	+	+++	+++	-	+	+	++	+	++
5	+++	+++	-	+	+++	+++	-	+	-	++	+	++
6	+++	+++	-	+	+++	+++	-	+	-	+	+	+
7	+++	+++	-	+	+++	+++	-	+	-	+	-	+

INTERPRETACIÓN FINAL

Finalmente después de observar los resultados anteriores tenemos que las levaduras G1 y S2 son capaces de degradar los tres sustratos en las concentraciones establecidas, al las temperaturas requeridas de 10 °C y 30°C y al en el menor tiempo posible que es en un periodo de 24 a 48 horas. Esto indica que estas son los microorganismos idóneos para realizar la bioaumentación en el tratamiento de efluentes de la industria de confites porque además de las características antes mencionadas presentan un crecimiento diaúxico por ser capaces de degradar dos sustratos alternativos.



Foto: Laboratorio de Microbiología de la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

Fuente: Autor

*** LA PARTE II se basó en documentación perteneciente y facilitada por la Dra. Blanca Estela Bravo que son el resultado de una investigación realizada en la Universidad Central.**

3.6 FERRERO DEL ECUADOR S.A.



*Empresa FERRERO DEL ECUADOR S.A.
Fuente: Autor*

METODOLOGÍA APLICADA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN FERRERO.

En la visita que se realizó a la planta de tratamiento de efluentes en la Empresa FERRERO ubicada en el Valle de Tumbaco en la ciudad de Quito se pudo verificar que los métodos empleados para el tratamiento de aguas residuales son primarios, secundarios y terciarios; que en conjunto tienen un eficiencia promedio de 78%, el cual cumple con los límites requeridos por la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente (DMMA) para evitar la contaminación ambiental, es decir que el agua residual pueda ser evacuada vía alcantarillado.

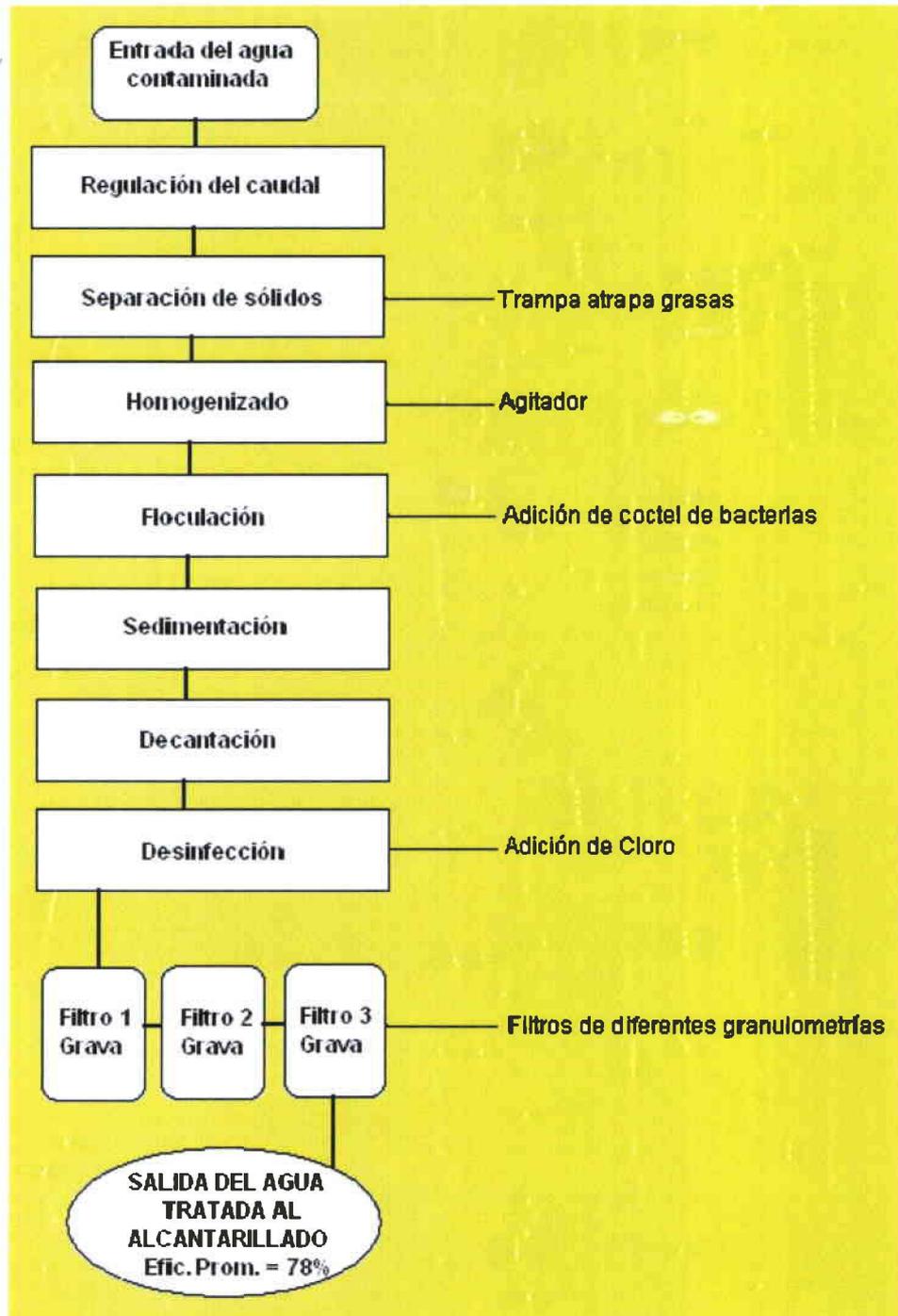
Otro punto muy importante es que los métodos que se utilizan únicamente sirven para degradar el azúcar y no para recuperar ya sea el agua o el azúcar.

Además que, la mencionada planta de tratamiento se encuentra construida en un área de 5 000m².



*Fotos de la planta de tratamiento de aguas de la Empresa FERRERO
Fuente: Autor*

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA FERRERO DEL ECUADOR S.A.



Elaborado por el autor

3.7 ANÁLISIS DENTRO DE LOS GRUPOS

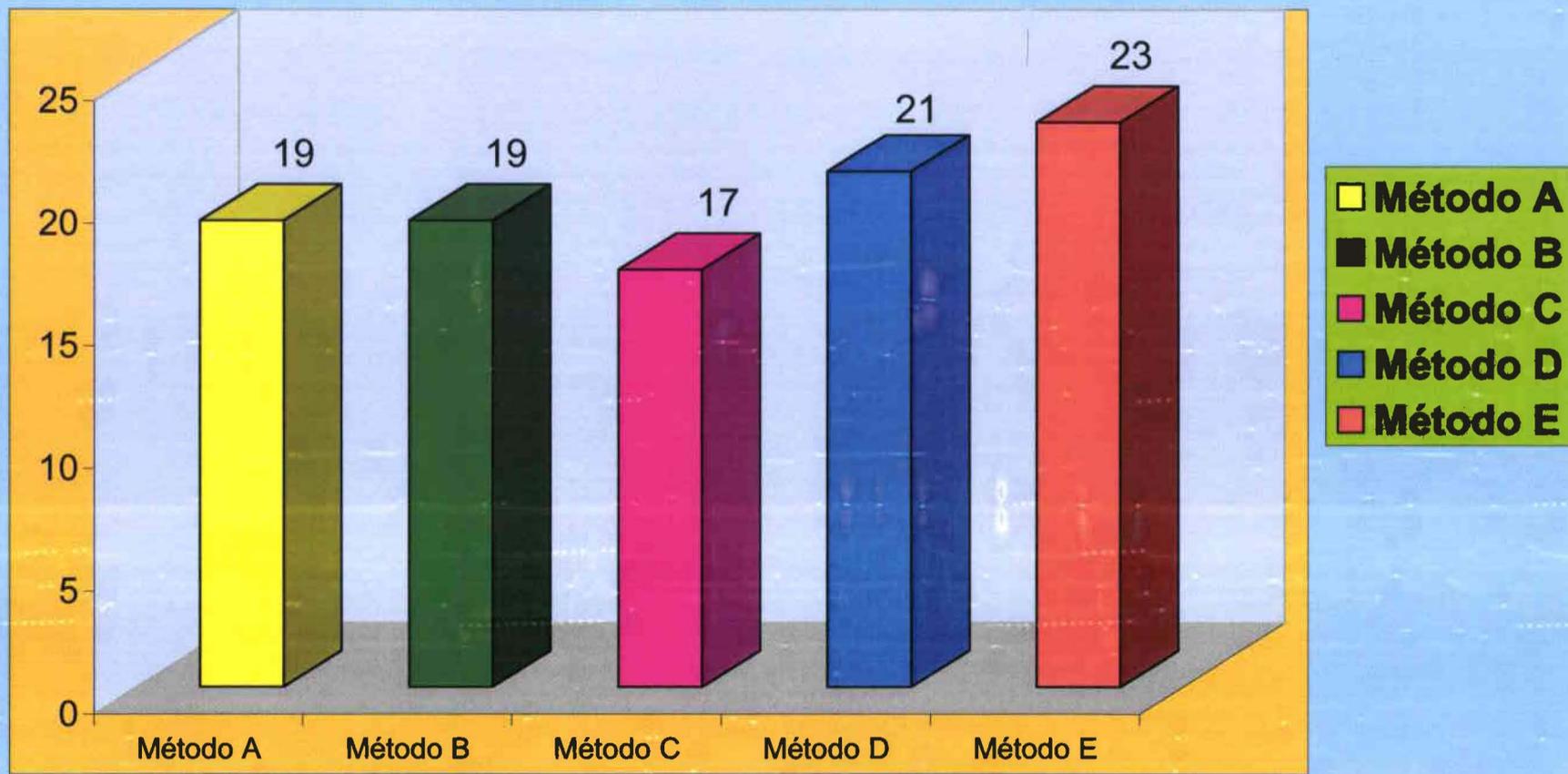
MÉTODOS FÍSICOS

	COSTOS		RECUPERACIÓN DE AGUA Y AZÚCAR (EFICIENCIA)		SUPERFICIE REQUERIDA		VIDA ÚTIL		PERSONAL REQUERIDO		TOTAL DE CALIF.
	\$	Calif.	%	Calif.	m ²	Calif.	Años	Calif.	Nº	Calif.	
Método A	100 000	1	97	5	25	4	(+)30	5	2	4	19
Método B	85 000	1	95	5	20	4	(+)30	5	2	4	19
Método C	78 000	1	70	3	20	4	30	5	2	4	17
Método D	40 000	5	70	3	20	4	30	5	2	4	21
Método E	65 000	3	93	5	(-)10	5	(+)30	5	1	5	23

METODO A = Ósmosis Inversa
METODO B = Nanofiltración
METODO C = Ultrafiltración
METODO D = Microfiltración
MÉTODO E = HUBER VRM (Biorreactor)

CALIFICACIÓN
5 = Excelente
4 = Muy Bueno
3 = Bueno
2 = Regular
1 = Malo

CALIFICACIÓN DEL ANÁLISIS DENTRO DE LOS GRUPOS (Métodos Físicos)



**PARÁMETROS TOMADOS EN CUENTA EN LA CALIFICACIÓN PARA EL
GRUPO N° 1: CORRELACION DE PROPIEDADES DE MEMBRANAS CON
RANGOS DE SEPARACION**

	Osmosis Inversa	Nanofiltración	HUBER VRM®	Ultrafiltración	Microfiltración
Membranas	Asimétrica	Asimétrica	Simétrica Asimétrica	Asimétrica	Simétrica Asimétrica
Grueso	150 um	150 um	10 - 250	150 - 250 um	10 - 150 um
Capa Superficial	1um	1um	1 um	1 um	1 um
Tamaño de Poro	0.002 um	0.002 um	0.05 – 5 um	0.05 - 0.2 um	0.2-5 um
Rechazos	HMWC* LMWC Cloruro Sodio, glucosa Aminoácidos Proteínas	HMWC, mono, di y oligo-sacáridos, aniones polivalentes	Macromoléculas* Proteínas, polisacáridos, virus Partículas, bacterias	Macromoléculas* Proteínas, polisacáridos, virus	Partículas barro, bacterias
Materiales de membranas	CA* capa delgada	CA* capa delgada	Cerámica, PSO* CA* PVDF, capa delgada Cerámica Pp*, PSO* PVDF*	Cerámica, PSO* CA* PVDF, capa delgada	Cerámica Pp*, PSO* PVDF*
Módulo de membrana	Tubular, spiral wound, plate and frame	Tubular, spiral-wound, plate and frame	Tubular, hollow fiber spiral-wound, plate and frame	Tubular, hollow fiber spiral-wound, plate and frame	Tubular, hollow fiber, plate and frame
Presión	15-150 bars	5.35 bars	1-10 bars	1-10 bars	2 bars

En donde:

***CA** = acetato de celulosa;

***PSO** = fluoruto de polivinil diseño,

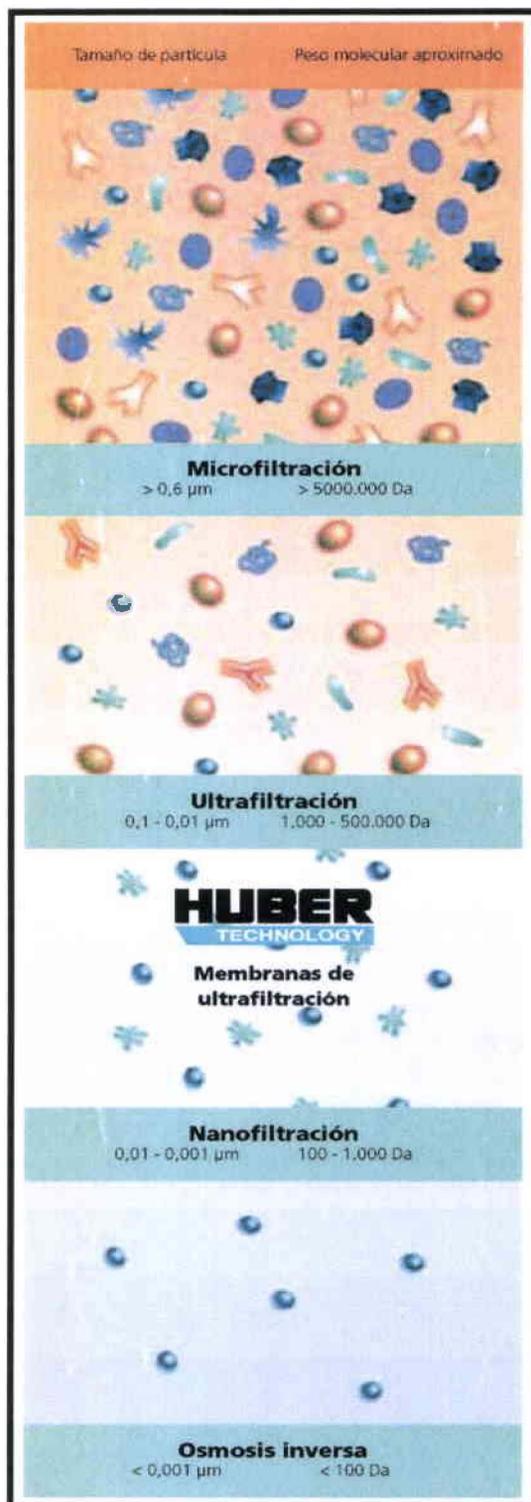
***PP** = polipropileno;

***HMWC** = (compuestos de alto peso molecular); 100,000 a 1 millones de moles/g;

LMWC = (compuestos de bajo peso molecular): 1,000 a 100,000 moles/g;

Macromoléculas: 1 millón moles/g

TIPO DE PARTÍCULAS FACTIBLES FILTRAR TOMADAS EN CUENTA EN EL GRUPO N° 1 PARA LA CALIFICACIÓN



	Partículas en suspensión
	Bacterias, células
	Emulsiones de aceites
	Macromoléculas
	Coloides, turbidez
	Virus
	Proteínas
	Compuestos orgánicos de bajo peso molecular
	Iones

3.8 ANÁLISIS DENTRO DE LOS GRUPOS

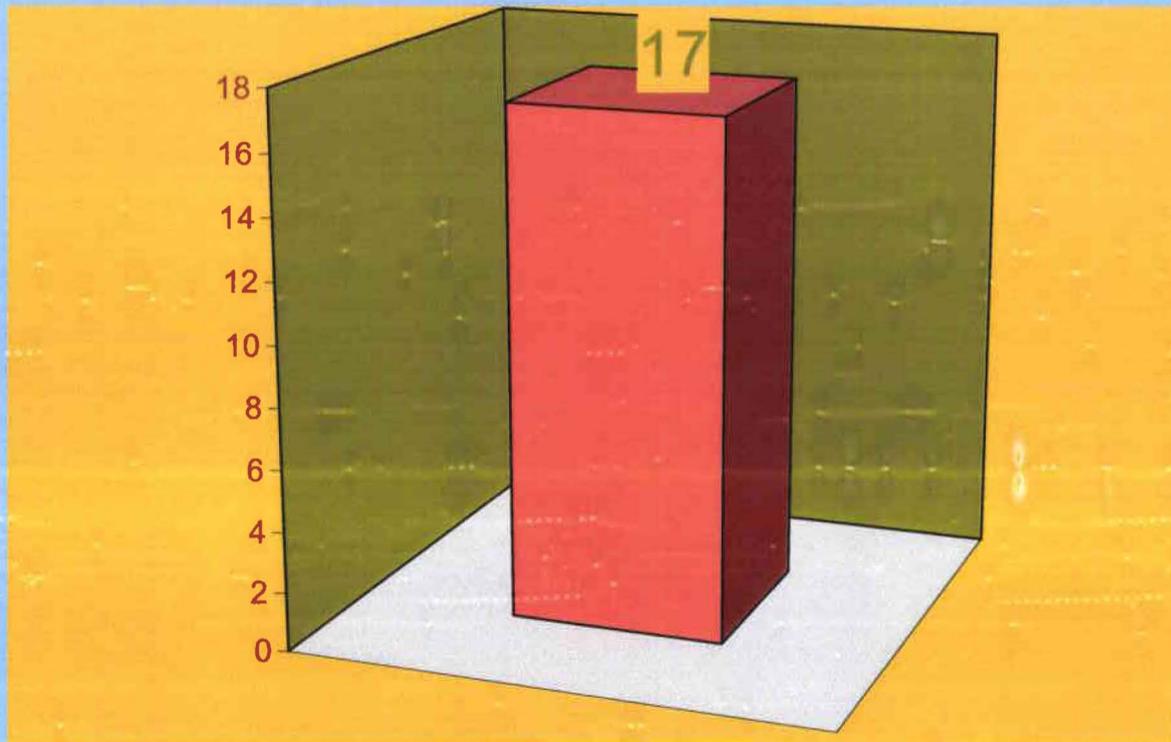
MÉTODOS BIOLÓGICOS

	COSTOS		RECUPERACIÓN DE AGUA Y AZÚCAR (EFICIENCIA)		SUPERFICIE REQUERIDA		VIDA ÚTIL		PERSONAL REQUERIDO		TOTAL DE CALIF.
	\$	Calif.	%	Calif.	m ²	Calif.	Años	Calif.	Nº	Calif.	
Método F T.P. T.S T.T	40 000	5	78	3	2 000	2	(+) 15	5	3	2	17

METODO F = Ósmosis Inversa
 Tratamiento Primario
 Tratamiento Secundario
 Tratamiento Terciario

CALIFICACIÓN
5 = Excelente
4 = Muy Bueno
3 = Bueno
2 = Regular
1 = Malo

CALIFICACIÓN DEL ANÁLISIS DENTRO DE LOS GRUPOS (Métodos Biológicos)



■ Método F

3.9 ANÁLISIS ENTRE LOS GRUPOS

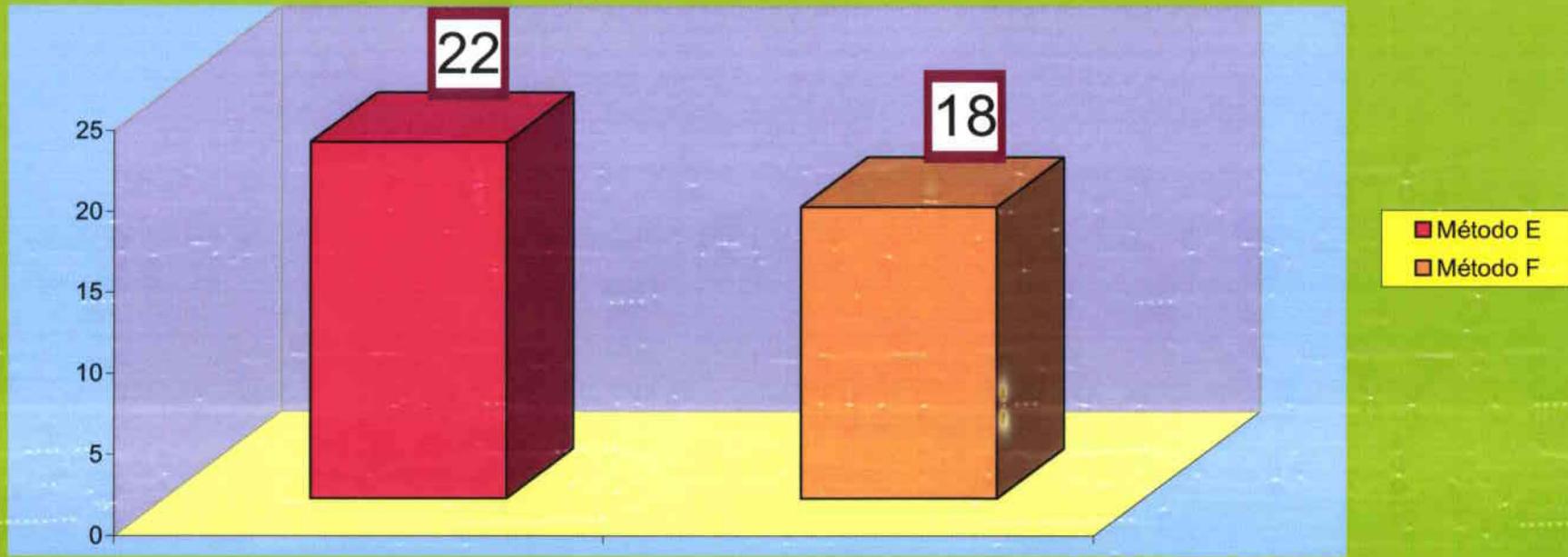
MÉTODOS FÍSICOS - QUÍMICOS - BIOLÓGICOS

	COSTOS		RECUPERACIÓN DE AGUA Y AZÚCAR (EFICIENCIA)		SUPERFICIE REQUERIDA		VIDA ÚTIL		PERSONAL REQUERIDO		TOTAL DE CALIF.
	\$	Calif.	%	Calif.	m ²	Calif.	Años	Calif.	Nº	Calif.	
Método E	65 000	2	95	5	(-)10	5	(+)30	5	1	5	22
Método F	40 000	5	85	4	2 000	2	(+) 15	5	3	2	18

MÉTODO E = HUBER VRM (Biorreactor)
METODO F = BIOLÓGICO (Bioaumentación / Cóctel de bacterias)

CALIFICACIÓN
5 = Excelente
4 = Muy Bueno
3 = Bueno
2 = Regular
1 = Malo

CALIFICACIÓN DEL ANÁLISIS ENTRE LOS GRUPOS (Métodos Físicos - Químicos - Biológicos)



Luego de realizar el análisis dentro de los grupos se llegó a tener una visión mucho más clara de todos los métodos estudiados, el método que obtuvo el puntaje más alto y cumplió con las expectativas entre los grupos para la separación de azúcar y agua en el proceso de elaboración de goma de mascar se encuentra dentro del Grupo N° 1 y es el MÉTODO HUBER VRM® ya que éste método está en la capacidad de filtrar Macromoléculas, Proteínas, Polisacáridos, Virus, Partículas y Bacterias cumpliendo muy por encima los Límites Máximo Permitidos requeridos por la Dirección de Medio Ambiente, a la vez que retiene el azúcar en las membranas de las aguas residuales logrando su separación y reutilización.

CAPITULO IV

COSTOS

4.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Es recomendable, cuando se planea hacer una inversión a largo plazo, realizar un estudio técnico para demostrar la factibilidad o viabilidad del proyecto.

Existen muchas clasificaciones de las inversiones, como inversiones no lucrativas, proyectos de reemplazo, de expansión, etc. Las inversiones para evitar la contaminación ambiental, o bien, mejorar ciertas instalaciones para prevenir riesgos pueden considerarse como inversiones obligatorias.

(“EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN”, García Mendoza Alberto, 1 998, Pág. 2, 3,4)

Para evaluar económicamente el presente proyecto se realizó una comparación entre los métodos finalistas de la evaluación entre grupos como son:

MÉTODO E = HUBER VRM (Biorreactor)
METODO F = BIOLÓGICO (Bioaumentación / Cóctel de bacterias)

Y de una manera práctica comprobar el método económicamente rentable.

4.2. MÉTODO F - Biológico

Para su evaluación económica primero se realizó un presupuesto con costos iniciales y periódicos, es decir, cantidades de obra y presupuesto de construcción como inversión inicial y gastos de administración, operación mantenimiento y servicios como pagos periódicos.

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN Y CANTIDADES DE OBRA

Un presupuesto es un plan de acción futura de carácter cuantitativo que ayuda a la toma de decisiones. Debe siempre tomarse en cuenta que el hecho de que un proyecto de inversión sea considerado factible o rentable dentro de un presupuesto de capital, no implica que se asignen recursos para tal fin. Para generar un presupuesto se utilizó precios del mercado, obtenidos de constructoras que realizan proyectos similares.

*(EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN, García Mendoza Alberto.
1 998 Pág. 2)*

PRESUPUESTO DE LAS OBRAS CIVILES

DETALLE	COSTO (\$)
Canal de acceso	571,5
Desarenador	300,0
Tanque ecualizador	2046,1
Sedimentador primario	3063,1
Tanque de aireación	4995,1
Sedimentador secundario	4547,3
Tanque clorinador	1048,5
Espesador de lodos	818,7
Digestor de lodos	3152,2
Lecho de secado	3092,3
Extraordinarios y banquetas	7090,4

Obteniendo un total de **USD \$ 30 725,1** necesarios para la implementación

(Fuente: Elaborado por el autor)

CÁLCULO DE GASTOS POR SALARIO DE OPERADORES DE LA PLANTA EN OPERACIÓN

Puesto	Nº empleados/día	Salario Mensual	Salario Anual
Empleado de control	2	\$ 492,31	\$ 5907,70
Operador de equipo	2	\$ 492,31	\$ 5907,70
Técnico en sistemas de tratamiento de agua residual	1	\$ 642,46	\$ 7709,52
Total	5	\$ 1 627,08	\$ 19 524,91

(Fuente: Elaborado por el autor)

**DESGLOSE DE GASTOS OBLIGATORIOS NECESARIOS EN LA PLANTA
DE TRATAMIENTO DE AGUA**

Concepto	Descripción	% de Costo	Costo Mensual promedio (\$)	Costo Anual (\$)
Energía eléctrica	Tanques de aireación y elevación de agua residual	20%	233,37	2800,40
Personal, prestaciones sociales y beneficios	Personal requerido mas personal de apoyo	47%	1627,08	19524,96
Materiales de tratamiento	Consumo de productos químicos: desinfectante y condicionamiento de lodos (cloruro férrico, cal, NaOCl)	19%	221,70	2660,38
Materiales	Materiales de mnto. mecánico, papelería, laboratorio, lubricantes, etc	2%	23,34	280,04
Servicios	Mantenimiento de equipo, transporte de lodo, conservación	12%	140,02	1680,24
TOTAL		100%	\$ 2 245,50	\$ 26 946,02

(Fuente: Elaborado por el autor)

4.3. MÉTODO E – Huber VRM (Biorreactor)

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN Y CANTIDADES DE OBRA

DETALLE	COSTOS (\$)
Cubierta 6m ²	500
Biorreactor	65 000

Obteniendo un total de **USD \$ 65 500** necesarios para la implementación

(Fuente: Huber VRM)

CÁLCULO DE GASTOS POR SALARIO DE OPERADOR DE LA PLANTA EN OPERACIÓN

Puesto	Nº empleados	Salario Mensual (trabajo x h)	Salario Anual
Técnico operador de biorreactores para el tratamiento de agua residual	1	\$ 400	\$ 4800
Total	1	\$ 400	\$ 4800

(Fuente: Elaborado por el autor)

**DESGLOSE DE GASTOS OBLIGATORIOS NECESARIOS EN LA PLANTA
QUE UTILICE UN BIORREACTOR PARA TRATAR AGUAS RESIDUALES**

Concepto	Descripción	% de Costo	Costo Mensual promedio (\$)	Costo Anual (\$)
Energía eléctrica	Biorreactor	56.34%	800	9600
Personal, prestaciones sociales y beneficios	Personal requerido mas personal de apoyo	28.2%	400	4800
Materiales	Materiales de mnto. mecánico, papelería, laboratorio, lubricantes, etc	7%	100	1200
Servicios	Mantenimiento de equipo, transporte de lodo, conservación, filtros (membranas)	8.45%	120	1440
TOTAL		100%	\$ 1 420.	\$ 17 040

(Fuente: Elaborado por el autor)

4.4. DESPERDICIOS ACTUALES

DESPERDICIOS DIARIOS

Desperdicio de agua	10 000 lt.
Desperdicio de azúcar	1 000 lb. (1 ton)

(Fuente: Empresa confitera)

DESPERDICIOS ESPECÍFICOS DIARIOS PARA LA EMPRESA.

Ingrediente	Valor unitario	Valor total
Azúcar	1 lb. -----\$0.30	1 000 lb.-----\$300
Agua	(*) 1 m3-----\$1	10 m3 -----\$20

- Por el consumo de hasta 25 m³ de agua se deberá cancelar \$ 8,2075 USD + el 38,60 % del valor del consumo del agua por concepto de alcantarillado.
- (*) El consumo que sobrepase los 25 m³ de agua deberá cancelar realizado la multiplicación de: (m³ consumidos) multiplicado por el factor (0,7085) + el 38,60 % del valor del consumo del agua por concepto de alcantarillado.

(Fuente: EMAAP y Distribuidora INGENIO SAN CARLOS)

Resumen de las pérdidas

	Pérdida promedio por día de trabajo	Pérdida Mensual	Pérdida Anual
AZÚCAR	\$ 300	\$ 9 000	\$ 108 000
AGUA	\$ 20	\$ 600	\$ 7200

(Fuente: Elaborado por el autor)

4.5. COSTO / BENEFICIO

1.- MÉTODO BIOLÓGICO (COSTO BENEFICIO)

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
A Disminución de costo (azúcar+agua)	\$ 115 200	\$ 115 200	\$ 115 200	\$ 115 200
B Implementación del método	\$30 725,1			
C Gastos obligatorios necesarios en la planta	\$26 946,02	\$26 946,02	\$26 946,02	\$26 946,02
Beneficio → $A - (B + C)$	H = \$ 57 528,88	F = \$ 88 253,98	F = \$ 88 253,98	F = \$ 88 253,98

2.- MÉTODO Huber VRM ®, biorreactor (membranas) (COSTO BENEFICIO)

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
A Disminución de costo (azúcar+agua)	\$ 115 200	\$ 115 200	\$ 115 200	\$ 115 200
D Implementación del método Huber VRM ®, biorreactor (membranas)	\$ 65 500			
E Gastos obligatorios necesarios en la planta	\$ 17 040	\$ 17 040	\$ 17 040	\$ 17 040
Beneficio → $A - (D + E)$	I = \$ 32 660	G = \$ 98 160	G = \$ 98 160	G = \$ 98 160

Diferencia Método 1 - Método 2		Ñ = (F-G) \$ -9906,02	Ñ = \$ -9906,02	Ñ = \$ -9906,02
	J = (H-I) \$ 24 868,88	K = (J-K) \$ 14 962,86	L = (K-Ñ) \$ 5 056,84	M = (L-Ñ) \$ -4849,18

MÉTODO FINANCIERAMENTE ATRACTIVO

Se concluyó que utilizando cualquiera de los dos métodos evaluados, económicamente es difícil cuantificar los beneficios ya que no existe inversión que cubra por los daños ocasionados al medio ambiente.

Finalmente se confirmó los resultados del análisis comparativo entre grupos que se realizó a los métodos, puesto que, el método económicamente más rentable es el Huber VRM que se basa en el empleo de un biorreactor.

La inversión del método Huber VRM tendría un beneficio al cuarto año en comparación con el método biológico, pero que se justifica con:

	Vida Útil (años)	Eficiencia (%)
Método Huber VRM®	30	98
Método Biológico	15	65-75 (*)

(*) Dependiendo de las bacterias utilizadas.

Además que utilizando cualquier método se podrán ahorrar pagos de multas por concepto de incumplimiento con los límites permisibles de descarga incluido que se recuperaría el agua al poder ser reutilizada,

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1.- Al culminar con la investigación se pudo detectar dos rutas diferentes para el tratamiento de agua residual azucarada.

La primera con una perspectiva Empresarial la que consiste en el “NO” desperdicio de los elementos que son parte de ésta agua; es decir la reutilización del azúcar y la reutilización del líquido vital, evitando así una fuga innecesaria de recursos económicos y a la vez poder reducir el valor por producto.

Y segundo, con una perspectiva Medio Ambiental que implica tratar el agua residual azucarada vigilando los Límites Máximos Permitidos vigentes en el Distrito Metropolitano de Quito que son controlados por la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente (DMMA) para posteriormente ser desechados por el sistema de alcantarillado, ya que el valor del agua y la glucosa desperdiciada ya estarían dentro de los costos de producción.

2.- Se propuso alternativas para realizar el tratamiento de efluentes de la industria de confites en la empresa “X”, planteando tratamiento primario , tratamiento secundario por vía aerobia, por vía anaerobia, con bioestimulación, con bioaumentación y se llegó a la conclusión que el tratamiento más conveniente es el Tratamiento Primario y el tratamiento secundario anaerobio,

puesto que dicha industria no tiene el espacio suficiente para que se pueda realizar tratamiento aerobio y la bioestimulación y bioaumentación no tiene razón de ser, porque la población nativa es capaz de degradar glucosa, sacarosa y jarabe.

3.- Se realizó la bioaumentación con fines de aprendizaje, para ello se aisló selectivamente los microorganismos capaces de degradar glucosa, sacarosa y jarabe a temperaturas de entre 10 y 30 °C en un periodo de 24 a 48 Horas y se adaptó a los microorganismos seleccionados en las mismas condiciones a diferentes concentraciones de sustratos, asegurándonos de que cada microorganismo sea inoculado en los tres medios.

4.- Al final de la adaptación llegamos a la conclusión de que los microorganismos aptos para realizar la bioaumentación en la industria de confites son las levaduras con código G1 Y S2 puesto que son las que son capaces de degradar los tres sustratos en las condiciones medioambientales requeridas en un tratamiento de efluentes de este tipo.

5.- Según las investigaciones se conocen como buenos productos de bioaumentación en aguas residuales, aquellos que degradan rápidamente la materia y que formen buenos flóculos, según estas especificaciones favorece a nuestra investigación que los microorganismos encontrados sean levaduras, ya que estas tienen una mayor facilidad de aglomerarse, y sedimentar más rápidamente, que las bacterias.

6.- La tecnología con membranas está entrando rápidamente al mercado como una opción para que las plantas de tratamiento de aguas residuales aborden los nuevos problemas de falta de agua, salud y contaminación ambiental que en la actualidad ya se comienzan a sentir.

7.- El valor inicial de inversión de una planta de tratamiento de agua con el Método HUBER VRM®, tecnología de membranas (biorreactor), para una empresa ya sea pequeña, mediana o grande puede ser elevado pero “recuperable” a mediano y largo plazo tomando en cuenta que se contribuye con el ambiente y con el mejoramiento de la calidad de vida de todos los habitantes de Quito.

8.- La vida útil de las membranas filtros es de más de cinco años incluyendo que operan los 365 días del año.

9.- Con el Método HUBER VRM® tecnología de membranas (biorreactor), se consigue cumplir con las mas exigentes normativas de vertido actuales y dispone aun de capacidad para cumplir las que vengan en un futuro próximo, representando desde este punto de vista una inversión inteligente.

10.- La inversión del método HUBER VRM® tendría un beneficio al cuarto año en comparación con el método biológico, pero que se justifica con la vida útil del método Huber VRM® que es de 30 años con 98% de eficiencia frente a 15 años del método biológico con 65-75% de eficiencia (dependiendo del las bacterias utilizadas).

11.- El método Huber VRM® no tiene excesivos gastos en personal debido a que se requiere de una sola persona que trabaja por horas, el mantenimiento no implica la demanda de mucho tiempo, no requiere de un espacio físico grande, y serían nulos los gastos en insumos químicos,

5.2. RECOMENDACIONES

1.- En el laboratorio: Para un mejor aislamiento, es conveniente determinar todos los parámetros que afectan o promueven el crecimiento de los microorganismos que se desea aislar, ya que como pudimos comprobar en la parte práctica de este proyecto, el tiempo óptimo de crecimiento de ellos fue de 48 horas y no de 24 horas como se planteó inicialmente.

2.- La práctica de laboratorio que se realizó en el laboratorio no se encuentra ligado a la infraestructura y otras condiciones de la empresa, si no más bien a un estudio específicamente biológico en donde el tratamiento aerobio es el más conveniente debido a la eficiencia, sin embargo no es el más adecuado por el espacio físico reducido que presenta la misma.

3.- Para poder definir cual de las dos levaduras, G1 o S2, es la más eficiente para realizar la degradación, se recomienda en un estudio posterior, realizar la cinética de las mismas, pues estas se enfrentan a un fenómeno diaúxico, esto nos proporcionará la información necesaria en cuanto a su rapidez de degradación con respecto al consumo del siguiente sustrato.

4.- Para implementar una planta de tratamiento de aguas residuales con filtración de membranas se debe tomar las sugerencias de diferentes empresas proveedoras y distintos técnicos.

5.- Revisar el capital disponible de la empresa o la capacidad de endeudamiento que ésta tenga para poder implementar la planta sugerida de biorreactor.

6.- Para la elección del tamaño del biorreactor (número de filtros) es necesario verificar el caudal de los desechos líquidos.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. Arboleda Valencia J. 2000. Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. Editorial Nomos S.A.- Mc. Graw Hill Tomo I. Tercera Edición. Colombia.
2. Corbitt Robert A. 2003. Manual de Referencia de la Ingeniería Ambiental, Editorial Mc. Graw Hill, España.
3. García Mendoza A. 1 998. Evaluación de Proyectos de Inversión.
4. Greene, R. 1 990. Compresores, Selección, Uso y Mantenimiento. Ed. Mc Graw Hill. Primera edición. México.
5. Kirk, Raymond E. 1 962. Enciclopedia de Tecnología Química. Ed. Hispanoamericana. Primera Edición. México.
6. Letterman, Raymond D. 2 002. Calidad y Tratamiento del Agua - Manual de Suministros de Agua Comunitaria. Editorial Mc. Graw Hill. Quinta Edición Profesional. España.
7. Mataix, Claudio. 1 982. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. Ed. Harper & Row Latinoamericana. Segunda Edición. México.
8. Warren, Mc Cabe. 1 981. Operaciones Básicas de Ingeniería Química. Ed. Mc Graw Hill. Primera Edición México.

9. Chicle [2007-12-07] disponible en:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Chicle>

10. Membranas de Ultrafiltración HUBER VRM® [2007-12-25] disponible en:

<http://www.construnario.com/diccionario/...../biorreactores.pdf>

11. Nanofiltración [2008-01-07] disponible en:

<http://www.aquapurificacion.com/nanofiltracion.htm>.

12. Ósmosis Inversa [2007-12-07] disponible en:

<http://www.hidritec.com/tec-osmosis.htm>)

13. Planta piloto de ultrafiltración en la ERAR. La China (Madrid) [2007-12-25]

disponible en:

<http://www.flygt.es/2045598.pdf>

14. Ultrafiltración [2007-12-23] disponible en:

<http://www.ingenieroambiental.com/4014/ultrafiltracion.pdf>)