

UCH-FC
Q. Ambiental
B153
C.1



**Universidad de Chile
Facultad de Ciencias
Química Ambiental**

**“Análisis de Factibilidad de Implementación de Medidas de
Producción Limpia y Propuesta de Diseño de una Planta de
Tratamiento de RILES en Viña Chateau Los Boldos”.**

Seminario de Título

entregado a la

Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile

en cumplimiento parcial de los requisitos

para optar al título de

QUÍMICO AMBIENTAL

Marcelo Enrique Galeno Egumfeldt-Jorgensen

Director Seminario de Título: Sra. Mariana Corrial Martinez

Profesor Patrocinante: Sr. Julio Hidalgo Carvajal

Octubre, 2003



**Universidad de Chile
Facultad de Ciencias
Química Ambiental**

**“Análisis de Factibilidad de Implementación de
Medidas de Producción Limpia y Propuesta de Diseño
de una Planta de Tratamiento de RILES en Viña
Chateau Los Boldos”.**

Marcelo Enrique Galeno Egumfeldt-Jorgensen

2003

FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

INFORME DE APROBACIÓN
SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile que el Seminario de Título presentado por el alumno

Marcelo Enrique Galeno Egumfeldt-Jorgensen

Ha sido aprobado por la comisión de Evaluación del Seminario de Título como requisito para optar al título de Químico Ambiental

Director del Seminario: Sra. Mariana Corrial Martínez

Comisión de Evaluación:

Profesor Patrocinante: Sr. Julio Hidalgo Carvajal

M. Cs. Sra. Sylvia Copaja Castillo

M. Cs. Sra. Ximena Molina Paredes



A mi esposa y padres,
por su diario apoyo y aliento
gracias por todo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I, INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivos Generales	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	4

CAPÍTULO II, DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

2.1 PRODUCCIÓN	6
2.2 PRODUCCIÓN DE VINOS	7
2.2.1 Composición de la Uva	7
2.2.2 Composición química del Mosto	8
2.2.3 Obtención del Mosto	9
2.2.4 Fermentación	10
2.2.5 Trabajos en Bodega	11
2.2.5.1 Descube	11
2.2.5.2 Filtración	11
2.2.6 Embotellado	12
2.2.7 Bodega de Productos Terminados	12
2.3 PRODUCCIÓN DE LICORES	13
2.4 RESIDUOS INDUSTRIALES	14

CAPÍTULO III, PRODUCCIÓN LIMPIA.

3.1 CONCEPTOS	15
3.1.1 ¿Qué es la Producción Limpia?	15
3.1.2 Beneficios	15
3.1.3 Barreras y Motivaciones	17

3.1.4 Implementación	17
3.2 MARCO LEGAL	28
3.3 MEDIDAS SUGERIDAS	19
3.3.1 Gestión Ambiental y de Seguridad	19
3.3.1.1 Programa de Minimización de Desechos y Emisiones	19
3.3.1.2 Manejo de Sustancias Peligrosas	23
3.3.1.3 Programa de Reciclaje	25
3.3.1.4 Plan de Contingencia	25
3.3.2 Lavado de Equipos y Depósitos	27
3.3.2.1 Montaje de Pitones y Sistemas de Corte Automático de Agua	27
3.3.2.2 Diseño de Pisos para Facilitar el Lavado	28
3.3.2.3 Separación de Desechos Sólidos de las Aguas Residuales	28
3.3.2.4 Canalizar y Separar las Aguas Lluvia de las de Lavado	28
3.3.2.5 Recomendaciones Generales para el Ahorro de Agua	28
3.3.3 Trabajo en Campo	29
3.3.3.1 Manejo de Pesticidas	29
3.3.3.2 Utilización de los Residuos de la Destilación	29
 CAPÍTULO IV, RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS	
4.1 CONOCIMIENTO DE LOS PROCESOS	30
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS RILES	30
4.2.1 Origen	30
4.2.2 Régimen de Emisión	30
4.2.3 Caracterización de RILES	31
4.3 MARCO LEGAL	38
4.4 ALTERNATIVAS PARA MANEJO DE RILES	40

CAPÍTULO V, PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE RILES

5.1 NECESIDADES DE LA EMPRESA.	42
5.2 PLANTA DE TRATAMIENTO PROPUESTA, REACTOR U.A.S.B.	43
5.3 FUNCIONAMIENTO DEL REACTOR U.A.S.B.	44

CAPÍTULO VI, DISEÑO DE UN REACTOR U.A.S.B.

6.1 ESTRUCTURAS GENERALES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO U.A.S.B.	47
6.2 DISEÑO DE LA CÁMARA DE INSPECCIÓN DEL REACTOR	48
6.3 DISEÑO DEL REACTOR U.A.S.B.	49
6.3.1 Temperatura Ambiente versus Funcionamiento.	49
6.3.2 Forma del Reactor.	50
6.3.3 Volumen del Reactor	51
6.3.4 Altura del Reactor	51
6.3.5 Diseño del Separador Gas-Sólido-Líquido (GSL)	52
6.3.6 Alimentación del Reactor.	55
6.4 PUESTA EN MARCHA DEL REACTOR.	56

CAPÍTULO VII, CONCLUSIONES

7.1 PRODUCCIÓN LIMPIA	58
7.1.1 Programa de minimización de desechos y emisiones.	58
7.1.2 Manejo de Sustancias Peligrosas y Plan de Contingencia.	59
7.1.3 Programa de Reciclaje	59
7.1.4 Ahorro de Agua	59
7.2 RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS.	60
7.2.1 Tratamiento por medio de un Reactor U.A.S.B.	61

BIBLIOGRAFÍA

63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación de la Viña Chateau Los Boldos	5
Figura 2.1 Diagrama del proceso	6
Figura 3.1 Esquema de la implicancia de la Producción Limpia	16
Figura 3.2 Ingresos y egresos de materia	21
Figura 4.1 Distribución de caudales de RILES	31
Figura 4.2 Oxígeno disuelto en RILES	34
Figura 4.3 pH medido en RILES	35
Figura 4.4 Conductividad medida en RILES	35
Figura 4.5 Parámetros de RILES medidos en laboratorio	36
Figura 5.1 Esquema de un reactor U.A.S.B.	45
Figura 6.1 Vista lateral de la cámara de inspección	48
Figura 6.2 Vista de planta de la cámara de inspección	49
Figura 6.3 Distribución de la temperatura promedio en la VI Región	50
Figura 6.4 Ubicación del separador GSL dentro del reactor	53
Figura 6.5 Dimensiones del separador GSL	55
Figura 6.6 Esquema general del reactor U.A.S.B.	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Uva según sus componentes	9
Tabla 2.2 Composición del mosto	10
Tabla 3.1 Abreviaturas propuestas	25
Tabla 4.1 Análisis de RILES realizados el 27 de Marzo de 2002	35
Tabla 4.2 Análisis de RILES realizados en Abril y Mayo de 2003	35
Tabla 4.3 Blanco medido en aguas de alimentación	36
Tabla 4.4 Resultados de las mediciones realizadas en laboratorio	37

Tabla 4.5 Riles analizados en 1996	41
Tabla 5.1 Comparación entre sistemas de tratamiento aeróbicos y anaeróbicos	48

GLOSARIO

- Alambique: Equipo destilador de licores.
- Barrica: Barriles de roble francés o americano de unos 220 litros de capacidad usados para envejecer el vino.
- Bin: contenedores plásticos o de madera, diseñado para almacenar y transportar insumos o productos terminados a granel.
- Borra: Sedimento espeso del vino.
- Bouquet: se refiere a un conjunto de aromas complejos y se asocia directamente al envejecimiento de los vinos.
- Cepa: Variedades de vides.
- Cuba: Recipiente de madera, acero inoxidable u hormigón de entre 20.000 a 40.000 litros de capacidad, utilizados al comienzo el proceso de vinificación.
- Descube: Proceso de la vinificación en el cual el vino es trasvasiado a otro contenedor, con lo que se logra extraer los sólidos decantados, aireándose el líquido.
- end-of-pipe: Término que hace referencia a las medidas de control de la contaminación aplicadas al final de un proceso productivo.
- Escobajo: Tallos que quedan de un racimo luego de quitarle las uvas.
- Grano: Uva como unidad.
- Hollejo: Piel del la uva.
- Morbilidad: Proporción de personas que enferman en un sitio y tiempo.
- Mosto: Zumo de uva antes de fermentar.
- Orujo: Hollejo de la uva, después de exprimida y sacado todo su contenido
- Remontaje: Proceso de la vinificación por el cual se mezcla el mosto.
- Tanino: Compuestos fenólicos responsables del color y sabor de los vinos aportados por el hollejo y las semillas
- Vendimia: Tiempo en que se realiza la cosecha y recolección de la uva

Vinificación: Proceso de generación del vino que comienza con la obtención del mosto y termina en la embotellación.

RESUMEN.

En los últimos años, el Estado ha intentado conciliar dos aspectos fundamentales para el país, como son el desarrollo económico y el medio ambiente. Es así como ha estimulado el “desarrollo sustentable” con el fin de satisfacer ambas necesidades. Una clara muestra de ello son las nuevas exigencias que han impuesto a toda industria que está en funcionamiento previo a la entrada en vigencia de la Ley Bases del Medio Ambiente y que por ende no se han sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Así se generó el Decreto Supremo N° 90/2000 y la Resolución N° 1841 de 24 de Julio de 2002 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, que obligan a estas industrias a comprometerse con un cronograma de trabajo para mejorar sus deficiencias ambientales, el que debe abordar los siguientes puntos:

1. Análisis de factibilidad de implementar medidas de Producción Limpia.
2. Aplicación de medidas de Producción Limpia, si corresponde.
3. Aplicación del Procedimiento para la Calificación de Establecimiento Industrial ó Caracterización de residuos líquidos.
4. Ingreso al SEIA y obtención de Permisos Ambientales (Resolución de Calificación Ambiental) y otros.
5. Construcción y Puesta en servicio del Sistema de Tratamiento.
6. Solicitud y proposición de Resolución de Monitoreo.
7. Monitoreo de las descargas.

Debido a esto y la competencia por mercados cada día más exigentes, es que la Viña Chateau Los Boldos, de capitales franceses, se quiere comprometer con el desarrollo sustentable de nuestro país, dando cumplimiento a estas medidas de protección, con miras también a futuras certificaciones internacionales de índole ambiental, calidad y de seguridad.

El presente trabajo abordó en parte dos de los puntos expuestos con anterioridad, como: 1.- Análisis de factibilidad de implementar medidas de Producción Limpia, y 2.- Diseño teórico de un sistema de tratamiento de RILES adecuado a las necesidades de la Viña. Logrando con él fomentar la prevención de la contaminación, estimulando una utilización más eficiente de los recursos naturales, materiales y energéticos y ofrecer una alternativa de tratamiento de residuos líquidos enfocada a la realidad específica de Chateau Los Boldos.

Abstract

The State, in the last years has been intending conciliate two basic aspects for the country such as the economical development and the environment. In such way a “sustain development” has been stimulated in order of satisfying both necessities. New requirements

as a clear sign of this are now demanded to all industries before the validity of new “Environment Basis Law” and the “Evaluation System of Environment Impact”.

So, the industries are obliged to establish a work-chronology to improve their environmental deficiencies as requested in new “Decreto Supremo N° 90/2000” and Resolution N° 1841 dated July 24, 2002 to be broached in the following points:

1. Possibility Analysis for obtaining a Clean Production.
2. Applying of Clean Production measures when corresponds.
3. Apply of a Qualification Procedure for Industrial Establishments or Characterization of liquids waste.
4. Becoming member of Evaluation System of Environment Impact and obtaining Environment Authorizations (Environmental Qualification Resolution) and others.
5. Execution and Initiation of Treatment System.
6. Application and proposal of Monitoring Resolution.
7. Clearing monitoring.

Because of the above, and the increasing market demands, Chateau Los Boldos vineyard, of French capitals, is committed to sustainable development looking also to future international certifications not only in the environment but quality and security aspects.

This study is related partially to two of the points above mentioned such as:

1.- Possibility Analysis for obtaining a Clean Production, and 2.- Theoretical design for industrial liquid waste treatment system according to vineyard requirements both in order to prevent contamination and to increase the benefits of an efficient use of the natural resources, materials and energy and offering a choice for the treatment of liquid waste focused to the specific reality of Chateau Los Boldos vineyard.

CAPÍTULO I, INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

1.1 INTRODUCCIÓN.

Nuestro país es poseedor de una gran diversidad geográfica y climática, lo que ha creado espacios aptos para el desarrollo de actividades agropecuarias que exigen condiciones ambientales muy específicas y poco comunes en el planeta. Este es el caso de la industria vitivinícola, la que requiere de microclimas con condiciones especiales de temperatura, humedad, sol, riego y calidad del suelo, lo que se da en, al menos, quince valles de la zona central del país, entre la cuarta y la octava región, cada uno de los cuales posee una combinación única de factores que acentúan las características de cada cepa. Por esto, y por la aplicación de las mejores tecnologías, con cuantiosas inversiones de capitales nacionales y extranjeros, Chile es un creciente productor de vinos que consiguen los estándares de calidad más diversos, siendo reconocido internacionalmente por esto.

En el año 1978 Chile realizaba exportaciones de vino por poco más de 9 millones de dólares, mientras que en el 2001 alcanzaron 592 millones de dólares. A este gran aumento en las ventas se agrega un notable cambio de mercado, ya que en 1980 el 88% de las exportaciones tenían como destino los países latinoamericanos, mientras que en el año 2000 el 48% de los envíos fue a Europa y el 33% a Norte América. Esta variación en el mercado se ve influida por los numerosos acuerdos de libre comercio que Chile ha suscrito en estos últimos años, con diversos países o agrupaciones de éstos como: MERCOSUR, Canadá y México, países de Centroamérica, la Unión Europea entre otros. Este cambio de escenario, junto con la fuerte competencia de España, Francia, Australia y California obliga a ofrecer productos más atractivos para los exigentes mercados internacionales.

La creciente preocupación estatal en los últimos años por el medio ambiente, junto con la apertura de mercados de gran diversidad de exigencias y muy estrictos en calidad, han gestado la creación de nuevas normativas ambientales cada vez más estrictas, esto con el fin de conseguir un desarrollo sustentable para el país y así poder competir internacionalmente con productos con los mejores estándares de calidad.

Debido a esto y la competencia por mercados cada día más exigentes, es que la Viña Chateau Los Boldos, de capitales franceses, ha decidido comprometerse con el desarrollo sustentable, dando cumplimiento a estas medidas de protección con miras también, a futuras certificaciones internacionales de índole ambiental, calidad y de seguridad.

Las medidas ambientales tomadas por el estado distan mucho de ser sólo restricciones a la productividad, ya que además de cuidar nuestro entorno nos dejan las puertas abiertas para incursionar en mercados que exigen alta calidad, y por sobre todo una historia de fabricación de los productos, que garantice que hayan sido generados con las mejores materias primas y en un ambiente libre de contaminación.

Es así como nacen normas que intentan estimular la Producción Limpia y controlar las emisiones de contaminantes al ambiente por parte del sector industrial. Por ejemplo, aquellas industrias que funcionan previo a la entrada en vigencia de la ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente en gran número no se han sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y por ende no conocen con claridad cuáles son los impactos ambientales que generan producto de su operación, e incluso muchas de ellas vierten sus residuos industriales líquidos directamente a los cursos de agua o alcantarillado. Un ejemplo claro de las medidas gubernamentales tomadas para regular el tema es el D.S. N° 90/00, el que tiene como objetivo la protección ambiental, previniendo la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos industriales (RILES) que se descargan a cuerpos receptores. Con lo anterior, se logra mejorar sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que éstas

mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación. Este decreto supremo no sólo restringe la carga máxima de contaminantes que se pueden verter a los cursos superficiales de agua, sino que también obliga a las industrias a implementar medidas de Producción Limpia. Estas ayudan a minimizar la generación de residuos de cualquier tipo junto con favorecer el uso eficiente de los recursos. Junto a esto, el decreto 90 obliga a las industrias, en su mayoría Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) a someterse SEIA, todo esto dentro de plazos que son impuestos por los mismos empresarios.

1.2 OBJETIVOS.

1.2.1 Objetivos Generales:

- Colaborar con Viña Chateau Los Boldos en dar cumplimiento a parte de las exigencias impuestas por el D.S. N° 90/00 en los puntos concernientes al análisis de factibilidad de implementar medidas de Producción Limpia, y al diseño teórico de un sistema de tratamiento de RILES.

1.2.2 Objetivos Específicos:

Producción Limpia.

- Fomentar la prevención de la contaminación estimulando la utilización eficiente de los recursos materiales y energéticos con el fin de incrementar la productividad y competitividad, disminuyendo al mismo tiempo la producción de residuos sólidos y líquidos.

Tratamiento de RILES.

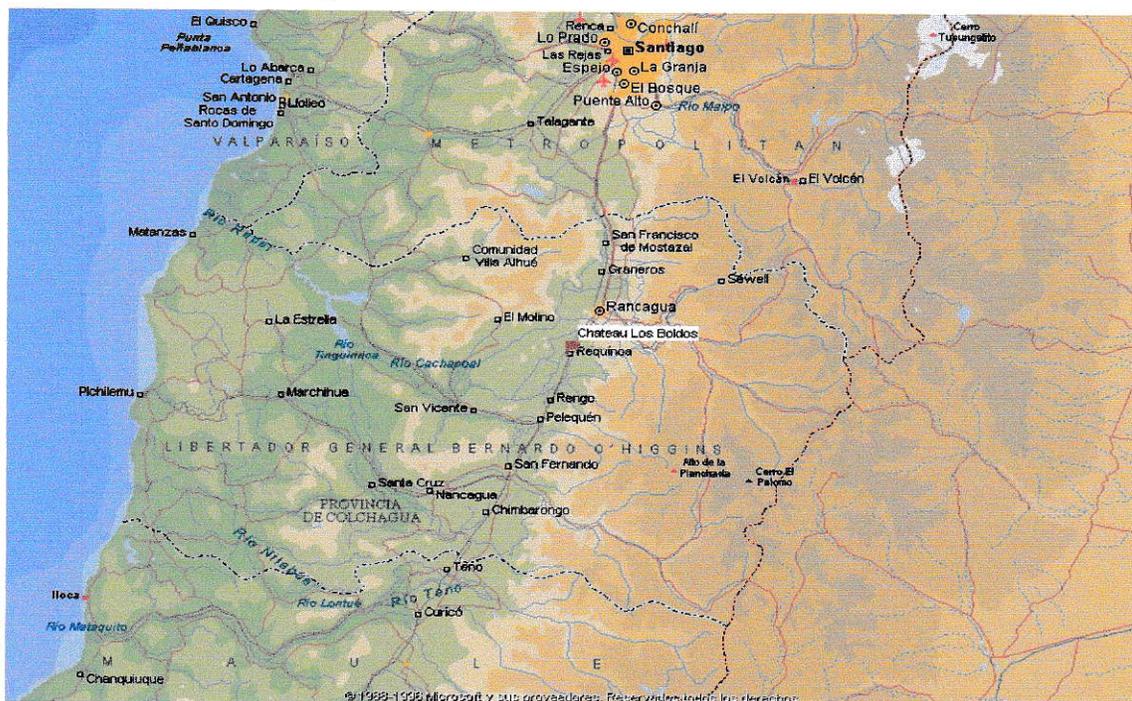
- Elaborar de una propuesta de manejo de RILES, incluido el diseño teórico de una planta de tratamiento de estos, de acuerdo con sus volúmenes de generación, de su estacionalidad, características físico-químicas, disponibilidad de espacio y recursos disponibles.

1.3 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.

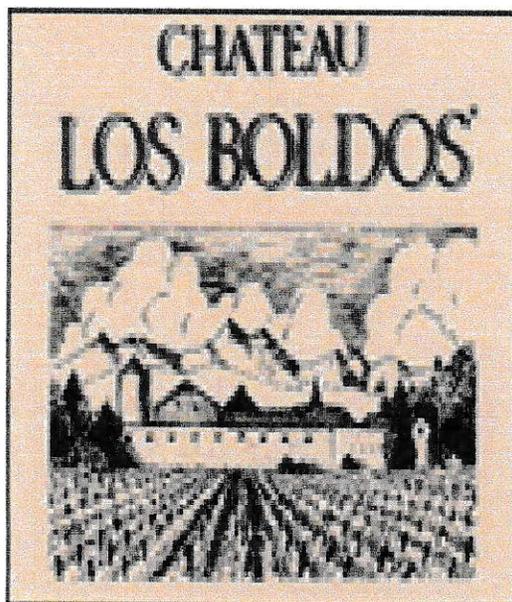
Chateau Los Boldos nació de un sueño de la familia Massenez de Alsace, Francia, quienes tras ser líderes mundiales en la fabricación de licores de frutas, deseaban diversificarse en el mundo del vino. Para ello, encontraron en Chile una propiedad vinícola con 150 años de historia, ubicada en el Valle de Rapel, a unos 100 kilómetros al sur de Santiago. Los viñedos de Chateau Los Boldos surgen del antiguo lecho del río Cachapoal. Su suelo totalmente pedregoso permite un mayor drenaje y permite obtener colores y sabores excepcionalmente concentrados, que dan origen a los vinos de categoría superior o Premium, destinados en su mayoría al mercado extranjero y en menor escala a exclusivos restaurantes y hoteles de nuestro país.

Chateau Los Boldos está ubicada en Camino Los Boldos s/n Requínoa, VI Región, 34° 17' latitud Sur 70° 49' longitud Oeste (ver figura 1.1). Teléfono: (72) 551230, fax: (72) 552002. Web site: www.chateaulosboldos.com. Dispone de aproximadamente 285 hectáreas de viñedos con las variedades Cabernet Sauvignon, Merlot, Chardonnay y Sauvignon Blanc, llegando a producir 1.200.000 litros de vino por año.

Figura 1.1 Ubicación de Viña Chateau Los Boldos



Su razón social es Chateau Los Boldos Ltda., y cuenta con dos marcas comerciales creadas para satisfacer distintos mercados, estas son Chateau Los Boldos y Santa Amalia.



Gerente General, Gerente de Exportaciones: Sr. Dominique Massenez.

Gerente Administrativo y Finanzas: Sr. Orlayo Ibáñez Marchant.

Enólogo: Sr. Stephane Geneste.

Jefa de Producción y Aseguramiento de la Calidad:

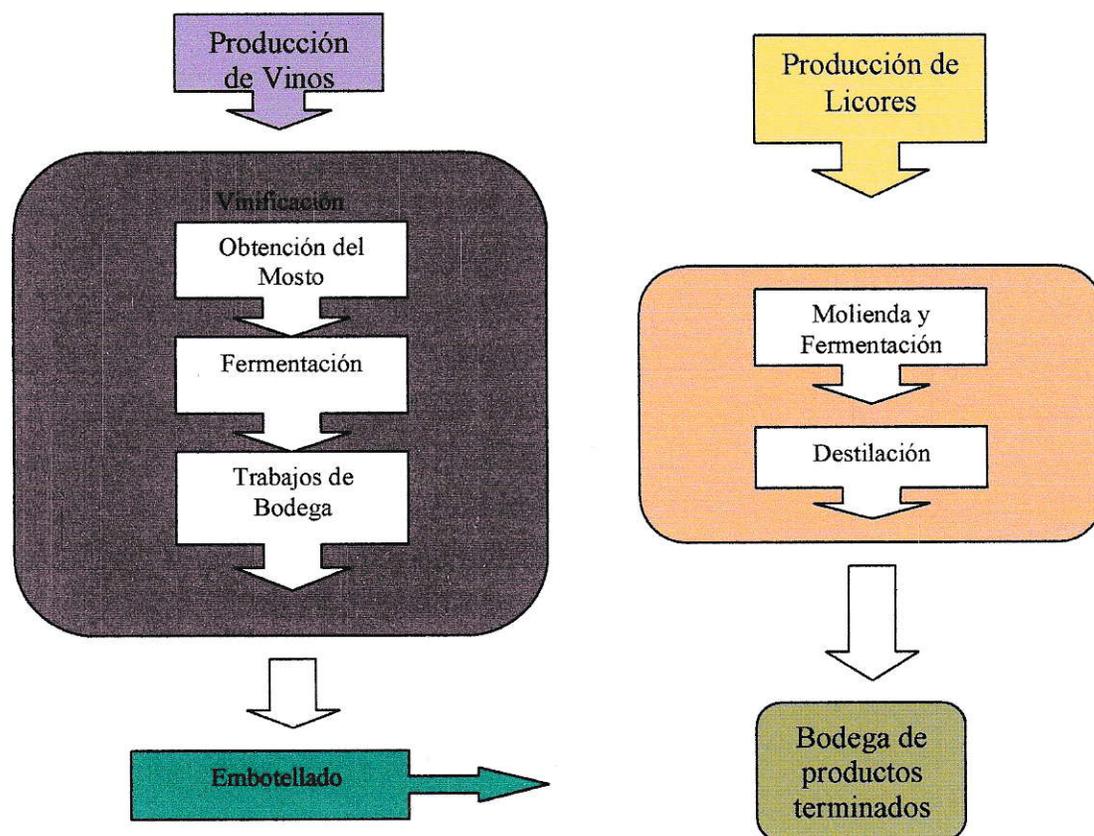
Sra. Mariana Corrial Martínez.

CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS.

2.1 PRODUCCIÓN.

Viña Chateau Los Boldos tiene dos grandes áreas de producción (Figura 2.1). Una es la elaboración de vinos finos a partir de viñedos en su gran mayoría propios, y por otro lado la destilación de licores de excelente calidad a partir de pera y ciruela.

Figura 2.1
Diagrama del Proceso



2.2 PRODUCCIÓN DE VINOS

2.2.1 Composición de la Uva.

Estructuralmente los racimos están compuestos por dos estructuras principales: el *grano* y el *escobajo* (Tabla 2.1).

El **grano**, una vez que consigue la madurez adecuada para la cosecha, aporta entre el 95 y 98% del peso total del racimo. Este se puede subdividir en *hollejo*, *semillas* y *pulpa*.

Tabla 2.1
Uva según sus componentes

Composición del Grano	
Componentes	Rango (%)
Hollejo	6 - 12
Semilla	2 - 5
Pulpa	82- 83

El **hollejo** contiene los aromas característicos de cada variedad y la mayor cantidad de taninos y colorantes. Su composición es principalmente parafinas, alcoholes, aldehídos, ésteres y principalmente ácido aleánico. Los pigmentos que el hollejo contiene generan en su mayoría las diferencias entre las cepas blancas y tintas.

Las **semillas** que contienen los granos tienen un número variable, existiendo una relación directa entre el número de estas y el peso del grano. Su composición mayoritaria es agua, de 25 a 45% en peso.

La **pulpa** de los granos no tiene una estructura ni composición uniforme. La zona externa es la más rica en taninos, pobre en ácidos y de riqueza media en azúcares. La zona intermedia es poco ácida, rica en azúcares y pobre en sustancias tánicas. En cambio

el corazón que envuelve a las semillas es la más pobre en azúcares y la más rica en ácidos.

2.2.2 Composición química del Mosto.

El *mosto*, o jugo de la uva producto de su molienda, tiene una composición química compleja, con compuestos en solución y en suspensión coloidal (Tabla 2.2).

Tabla 2.2
Composición del Mosto

Composición Química del Mosto		
Componente	Rango (%)	Media
Agua	70 - 85	80
Azúcar	17 - 25	20
Ácidos Orgánicos	0,3 - 1,5	0,6
Extracto Seco	0,3 - 1,0	0,5

- El **extracto seco** contiene proteínas, aminoácidos, ésteres, alcoholes, polifenoles, minerales y componentes aromáticos, composición de los cuales depende de la variedad, clima, suelo y madurez de la uva.
- Los **ácidos orgánicos** del mosto son en su mayoría cítrico, málico y tartárico. El primero es el menos abundante, mientras que la cantidad de ácido málico depende del grado de madurez de la uva, siendo menos abundante a medida que más madura el fruto.
- Las **sustancias minerales** son fosfatos de potasio, calcio y magnesio, existiendo también cloruros, sulfatos y silicatos.
- El **nitrógeno** presente en el mosto está en su mayoría en forma de albúmina y globulina, y como producto de la degradación de ellas (albumosas, peptinas, aminoácidos), materia prima indispensable para el desarrollo de las levaduras.

- **Los taninos, flavonoides y materias colorantes** son aportadas principalmente por el hollejo, escobajo y las semillas. Por esto es que las condiciones de fermentación y prensado aumentan su contenido en el mosto.
- **Los aceites, grasas y ceras** son aportados por el hollejo y las semillas, estando presentes en pequeñas cantidades, del orden de 10 ppm.
- **Las vitaminas** son de gran importancia para el crecimiento de microorganismos, llegando a estar, como es el caso del ácido ascórbico, en cantidades de 18 miligramos por cada 100 gramos de uva. Además se encuentra tiamina (B1), Riboflavina (B2), pyridoxina (B6), ácido pantoténico, ácido para-aminobenzóico, calina, ácido fólico, mesoinositol y cobalamina (B12).
- Las sustancias responsables del aroma y el sabor son aceites esenciales como metilantranilato y 2-metil-1-propanol, entre otros, o los ésteres acetato de metilo o acetato de isoamilo.
- La presencia de fermentos o enzimas favorecen la formación del bouquet.

2.2.3 Obtención del Mosto.

Para obtener el mosto del grano es necesario romperlo con el cuidado adecuado para poder conseguir resultados óptimos. Esto antiguamente se realizaba con los pies, sistema que es el que ha dado históricamente los mejores resultados. En la actualidad se han desarrollado sistemas automatizados para esta labor. Para el caso de cepas blancas los racimos enteros son conducidos a prensas teniendo el cuidado de no romper en exceso el hollejo, ya que el escobajo tiene un alto contenido de tanino y contribuye al sabor vegetal o verde de los vinos. En las cepas tintas, primero se realiza la extracción del escobajo y luego se envía sólo los granos a molienda, donde el hollejo es también triturado.

Una vez obtenido el mosto, este es transportado por medio de mangueras y bombeo a las cubas seleccionadas para ello por el enólogo, las cuales pueden ser de acero inoxidable, hormigón impermeabilizado con pintura epóxica o de roble francés.

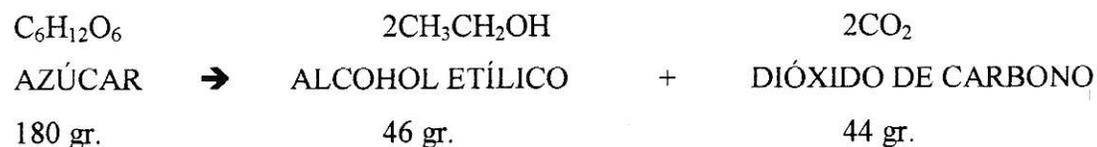
En este momento el enólogo tiene la opción de someterlo a maceración junto con el hollejo, el que influye sobre el carácter y calidad del vino, ya que la extracción de

color y taninos depende del tiempo que está en contacto el mosto con los sólidos. Cuando esta maceración se ha completado, el vino es filtrado y sometido a fermentación.

2.2.4 Fermentación.

La fermentación es generalmente ayudada con la adición de levaduras, las que son organismos unicelulares, siendo la más importante la *saccharomyces cerevisiae*, sin embargo constituyen solo una parte del total de la flora microbiana contenida en el vino.

El propósito principal de la fermentación es convertir el azúcar en alcohol. Desde un punto de vista químico, la fermentación alcohólica consiste en la degradación de una molécula azúcar para dar dos moléculas de alcohol etílico y dos de anhídrido carbónico. La mitad de la energía liberada en este proceso es captada por la flora microbiana y utilizada en su desarrollo y el resto es disipada como calor de fermentación. Teóricamente, la masa del alcohol producido es el 51% de la del azúcar consumida en el proceso.



En la práctica, esta reacción tiene un rendimiento de entre un 90 y 95%, dependiendo de las condiciones ambientales, quedando una fracción de azúcar en el vino si reaccionar, llamada *azúcar residual*, la que le da el dulzor al vino.

En el proceso de fermentación, el mosto no se encuentra completamente en reposo ya que esta condición favorece que en la superficie se sitúen importantes sólidos denominados *sombrero*, sostenidos por el gas carbónico, el que aporta al color y sabor, por lo que se realiza un *remontaje* para humedecerlo, rociándolo con el mismo mosto.

La temperatura de esta etapa debe ser muy bien controlada, ya que las bacterias realizan su trabajo en forma eficiente entre los 10°C y 35°C. Esta también influye sobre el cuerpo, frutuosidad, aroma y acidez del vino final.

El control de la temperatura está determinado por la reacción de fermentación (exotérmica) y por la eficiencia de los sistemas de refrigeración con que se disponga. En el caso de Chateau Los Boldos se cuenta con un intercambiador de calor cerrado móvil que se ubica al exterior de las cubas por el cual se hace pasar el mosto con la ayuda de bombas. Todo este proceso dura entre 8 y 10 días, tras lo cual el mosto es extraído y exprimido nuevamente con el fin de extraer el orujo, y vuelto a poner en reposo por algunas semanas.

2.2.5 Trabajos en Bodega.

2.2.5.1 Descube.

El *descube* es un tipo de clarificación del vino, ya que al estar este en reposo luego de la fermentación se decantan los sólidos que no han sido extraídos con anterioridad, en ocasiones con ayuda de gelatina. A estos se les denominan *borras* y están compuestos por células de levadura, pulpa, cristales de tartrato, partículas finas, proteínas y taninos, constituyendo aproximadamente un 1% del mosto.

Una vez realizado esto se selecciona el vino de mejores características y es llevado a envejecimiento en barricas de roble francés con el objeto de que se produzca una oxidación lenta del vino donde los compuestos fenólicos se polimerizan parcialmente y precipitan y al mismo tiempo la madera adiciona fenoles al vino, lo que le agrega complejidad y bouquet. Por otro lado el vino destinado a varietales se mantiene en cubas de acero inoxidable.

2.2.5.2 Filtración.

A pesar de que un vino puede verse claro, posee en suspensión gran cantidad de partículas finas, del orden de los micrones, las que pueden ser células de levadura, bacterias, pigmentos, cristales de tartratos, pulpas, proteínas y otros compuestos, que pueden perjudicar su la presentación.

Los mecanismos de filtrado más empleados para retirar estos sólidos son dos: *membranas filtrantes*, elaboradas en su mayoría por polímeros sintéticos que son

capaces de filtrar desde levaduras hasta bacterias. El otro método utilizado, como es en el caso de Chateau Los Boldos, es la filtración por medio de *placas filtrantes* elaboradas en papel prensado intercaladas en marcos de acero inoxidable.

2.2.6 Embotellado.

La etapa de embotellado es la última en la producción de vinos, y una de las más importantes porque involucra la imagen final del producto.

Este subproceso comienza con la ubicación de botellas vacías en una línea continua y automatizada, que en primer lugar lava las botellas con agua a alta presión desinfectada por medio de una lámpara UV, luego de lo cual recibe el vino el que es bombeado desde una cuba de acero inoxidable hacia un filtro de placas. El llenado de las botellas se realiza hasta unos 10 a 20mm del corcho, nivel que es regulado con la adición de gas CO₂ a presión con lo que también se logra evacuar el oxígeno de la botella. A continuación son encorchadas y llevadas a una mesa de pausa o pulmón, donde se les dá a las botellas un tiempo para que se dilate el corcho, se codifican, se pone las cápsulas de PVC a las que se le aplica calor para que tomen la forma del gollete y se les colocan las etiquetas y contraetiquetas, finalmente se embalan en cajas de 6 o 12 unidades.

Alternativamente se puede interrumpir el proceso antes de la codificación para almacenar las botellas en “bins” para su posterior etiquetado y embalado según las necesidades del mercado.

2.2.7 Bodega de Productos Terminados.

Todos los productos elaborados por Chateau Los Boldos son almacenados en la bodega de productos terminados en diferentes presentaciones. Estos son 18 tipos de vinos, más algunos licores elaborados en Francia a partir de los destilados producidos aquí, en total unas 215.000 botellas.

2.3 PRODUCCIÓN DE LICORES.

Chateau Los Boldos cuenta con producción propia de peras y ciruelas destinada en su mayoría a la producción de licores finos y en menor cantidad a venta de fruta para jugo a grandes empresas del rubro.

La fruta es cosechada a fines del verano para ser llevada a frigorífico, en espera del momento adecuado en cuanto a madurez y disposición de recursos humanos en bodega para ser sometida al proceso de fermentación. Una vez que la fruta está en condiciones, es transportada en "bins" a una tolva de molienda accionada por un tractor para ser llevada a cubas de fermentación con doble pared con temperatura controlada entre 18 y 22°C y se le aplica remontaje por 4 días. Luego de esto se enriquece con fruta fresca y completa la cuba con agua para dejar reposar por 40 a 45 días más.

Una vez que el enólogo estima que con el proceso de fermentación el jugo ha conseguido el grado alcohólico adecuado, estimado por la densidad del líquido, se traspasa este a una cuba de menor tamaño que cuenta con un intercambiador de calor para precalentarlo y homogenizarlo.

La etapa siguiente es el traspaso del jugo fermentado a los alambiques que reciben vapor de una caldera alimentada por combustible diesel, para ser sometido a una primera destilación, obteniéndose un alcohol de unos 75°, el que luego se somete a una segunda destilación enriquecida con un poco de jugo para otorgar más carácter de fruta al licor. Esta última destilación o *rectificación*, tiene por objeto remover el metanol producido en la fermentación, que corresponde a aproximadamente un 5% del alcohol producido.

Aproximadamente se recupera un 10% de alcohol de la fermentación, lo que representa unos 100.000 litros al año, de unos 69° o 70°, el que se exporta a Francia en container especialmente acondicionados, de 25.000 litros, desde el mes de abril en adelante.

2.4 RESIDUOS INDUSTRIALES.

Los residuos generados por esta industria se pueden clasificar básicamente en tres tipos:

- *Residuos Líquidos*, que tienen como origen fundamentalmente los lavados de cubas, pisos y mangueras, procedimiento que se lleva a cabo con un uso indiscriminado de agua, lo que trae como consecuencia una cantidad desmedida de RILES cuyo principal elemento contaminante son la carga orgánica, medida como sólidos suspendidos (SS) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Los caudales registrados no son constantes en cuanto a composición y temporalidad, siendo mayores en épocas de vendimia, esto es de febrero a abril, y con cargas orgánicas que pueden cambiar radicalmente en unas horas, llegando casi a desaparecer en invierno y primavera.

Las aguas de alcantarillado son dispuestas en una fosa séptica especialmente diseñada y autorizada por la superintendencia de servicios sanitarios.

- *Residuos Sólidos Inertes*. Estos se generan durante todo el año, principalmente por las labores de embotellado y embalaje. Están compuestos por restos de huinchas de embalaje, vidrios rotos, papeles, maderas, nylon, cartón, papel filtro, basura de oficina, etc. Actualmente no existe un programa organizado de reciclaje que permita recuperar y aprovechar estos residuos.

Los envases de pesticidas vacíos son sometidos a un triple lavado, destruidos y enterrados según lo sugieren los fabricantes.

- *Residuos Sólidos Orgánicos*, son los más abundantes y en la actualidad parcialmente reciclados por la viña. Aquellos que actualmente son en cierta medida aprovechados, son restos de podas, escobajo, orujo y residuos de filtrado, los que son llevados a los viñedos y dispuestos en los suelos a modo de abono y solo ocasionalmente se someten a compostación donde generalmente no se estabilizan completamente. Los residuos de la destilería, que están compuestos por una gran cantidad de sólidos inmersos en los líquidos provenientes de los alambiques, se llevan al campo en un camión cisterna para su disposición en pozos de drenaje que a su vez filtran estos sólidos.

CAPÍTULO III, PRODUCCIÓN LIMPIA.

3.1 CONCEPTOS.

3.1.1 ¿Qué es la Producción Limpia?

La Producción Limpia es la aplicación permanente de una estrategia ambiental preventiva e integrada para los procesos, productos y servicios, a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos sobre la población humana y el ambiente, buscando hacer un uso eficiente de los recursos, tales como energía y agua. La metodología, incluye la modificación de los procesos, la sustitución de materias primas, el desarrollo de los productos minimizando el uso de los recursos, la cantidad de residuos generados y su contenido de sustancias que dañan el medio ambiente. También, la adaptación de los productos y residuos para favorecer la recirculación.

3.1.2 Beneficios.

Los beneficios de la implementación de medidas de Producción Limpia (figura 3.1) favorecen principalmente a las industrias en tres aspectos, estos son:

Financiero,

- Reducción de costos a través de un mejor manejo energético.
- Reducción de costos a través de un mejor manejo de desechos.
- Aumento de las ganancias.
- Ayuda en evaluación de riesgo.
- Minimización de la inversión “end-of pipe” o al final del proceso.

Comercial,

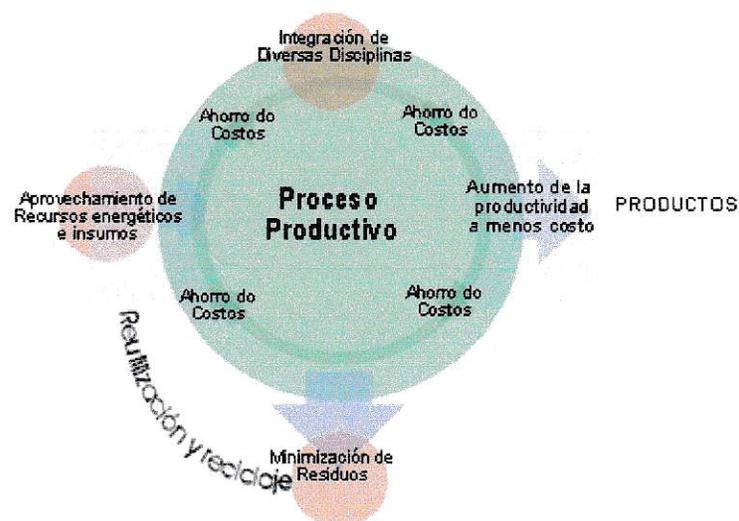
- Diversificación de la oferta con nuevos productos.
- Mejora de la imagen corporativa.
- Acceso a nuevos mercados más exigentes.
- Aumento de las ventas.

Operacional,

- Mejora las condiciones de seguridad y salud ocupacional.
- Mejora las relaciones con la comunidad y las autoridades.
- Reduce los costos concernientes a la disposición de los desechos.
- Genera nuevos conocimientos de los procesos al interior de la empresa.
- Aumenta la eficiencia de los procesos.
- Tiene un efecto positivo sobre el personal.

Figura 3.1

Esquema de la Implicancia de la Producción Limpia.



3.1.3 Barreras y Motivaciones.

Ante un plan de Producción Limpia, se presentan diferentes barreras. La primera y quizás más importantes son las que poseen las empresas en forma interna, entre ellas la falta de información y experiencia, poco conocimiento de los temas ambientales, falta de regulaciones, limitada racionalidad en la toma de decisiones en los procesos, obstáculos financieros, falta de comunicación, inercia de los mandos medios en la gestión, obstáculos de la fuerza laboral y dificultades para implementar tecnologías más limpias.

En cuanto a las barreras externas que puede enfrentar una determinada empresa, estas pueden presentarse como dificultades para acceder a tecnologías más limpias, a financiamiento externo, incentivos económicos inadecuados y a la ausencia de mercado para productos reciclados.

La otra cara de la moneda la constituyen las motivaciones que llevan a la industria a trabajar en Producción Limpia. Desde el ámbito interno se presentan sistemas de gestión ambiental y mejoramiento continuo, iniciativas voluntarias, liderazgo ambiental y mejoramientos en productividad.

Respecto a las externas, éstas pueden ser regulaciones innovadoras y prevención de la contaminación, incentivos económicos, códigos de práctica industriales (como los códigos de buenas prácticas agrícolas), educación y entrenamiento, relaciones usuario / proveedor, financiamiento de la institución, percepciones e involucramiento de la comunidad, auditores ambientales, e incentivos de comercio internacional.

3.1.4 Implementación.

Para llevar a cabo la implementación de medidas de Producción Limpia correctas y adaptadas a cada realidad, es necesario seguir las etapas que se enumeran a continuación:

I.- En primer lugar es necesario realizar un diagnóstico completo del contexto con que se trabaja en la empresa, con el fin de conocer a cabalidad todos los procesos y conocer así las posibles modificaciones a estos.

II.- A continuación se debe realizar la evaluación de los problemas identificados con la consiguiente priorización de ellos.

III.- Identificación de las posibles soluciones y evaluación técnico-económica de su implementación.

IV.- Implementación de las mejores soluciones.

V.- Monitoreo y evaluación del impacto de las medidas aplicadas.

3.2 MARCO LEGAL.

El estado no ha establecido ninguna norma que imponga en forma directa alguna forma de trabajo en función de lo que es la Producción Limpia, en cuanto a la forma de abordar los problemas de gestión que prevengan la contaminación, para que así los industriales generen productos más “limpios” con una visión más amigable con el medio ambiente. Es decir, más que una norma, la producción limpia es una estrategia de gestión ambiental y empresarial, aplicable tanto a los productos como los procesos. Tiene como objetivo la utilización eficiente de las materias primas, la reducción de emisiones y descargas, la reducción de riesgos para la salud humana y el medio ambiente, elevando simultáneamente la eficiencia y la rentabilidad de las empresas.

Existe sí una resolución de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), que obliga a las empresas, incluidas las que se gestaron con anterioridad a la entrada en vigencia de la ley bases de medio ambiente, y que por ende no se han sometido al SEIA, que para cumplir con el D. S. SEGPRES 90/00 se debe presentar un cronograma de actividades a realizar por las empresas en el que se compromete, entre otros a: Realizar un análisis de factibilidad de implementar medidas de Producción Limpia y a la aplicación de estas si corresponde, dentro de plazos auto impuestos que no excedan al 03 de septiembre de 2006.

3.3 MEDIDAS SUGERIDAS.

Las siguientes sugerencias están basadas en observaciones hechas en los distintos lugares en que se realiza la producción de los vinos de Chateau Los Boldos y en sus viñedos, como también son fruto de la información que ha sido recopilada por conversación con sus trabajadores.

3.3.1 Gestión Ambiental y de Seguridad.

Los puntos que a continuación se tocan están destinados a mejorar la eficiencia de la producción de vinos y licores de Chateau Los Boldos, minimizando el impacto ambiental de su operación junto con mejorar la seguridad de sus empleados e instalaciones. Paralelamente los documentos propuestos deben formar parte esencial de la futura documentación del Manual de Gestión Ambiental de la viña elaborado con mira a posibles certificaciones de carácter ambiental, calidad y seguridad.

3.3.1.1 Programa de Minimización de Desechos y Emisiones.

Es indispensable llevar un control de la cantidad de residuos que se generan en función de la producción, con lo que se puede mejorar la eficiencia del sistema y por lo tanto bajar los costos.

Objetivo: llevar un registro claro de la eficiencia del sistema productivo desde el punto de vista de generación de residuos, con respecto al consumo de materias primas, insumos y recursos como agua y energía.

Este registro requiere más que nada de un esfuerzo administrativo ya que los costos de inversión son prácticamente despreciables.

Es necesaria la implementación de una **Base de Datos** con actualización continua, que contenga relaciones de cantidades de productos generados por la viña, en relación con la cantidad de insumos, recursos y residuos, con el fin de generar un mejoramiento continuo de la eficiencia de la producción junto con la disminución del impacto ambiental generado en cada una de las etapas productivas. Esto se puede lograr manteniendo un **Balance de Masas** (Figura 3.2) donde se incluyan relaciones entre

variables ambientales y de producción como lo son los desechos y emisiones, el consumo de agua, insumos, energía y materias primas.

Las relaciones más importantes son:

Agua utilizada / producción de vino y licores

Agua utilizada / uva ingresada

Producción de vino / residuos de vidrio y cartón

Producción de licores / consumo de combustible

Producción de licores / residuos de estos (sólidos en suspensión y metanol)

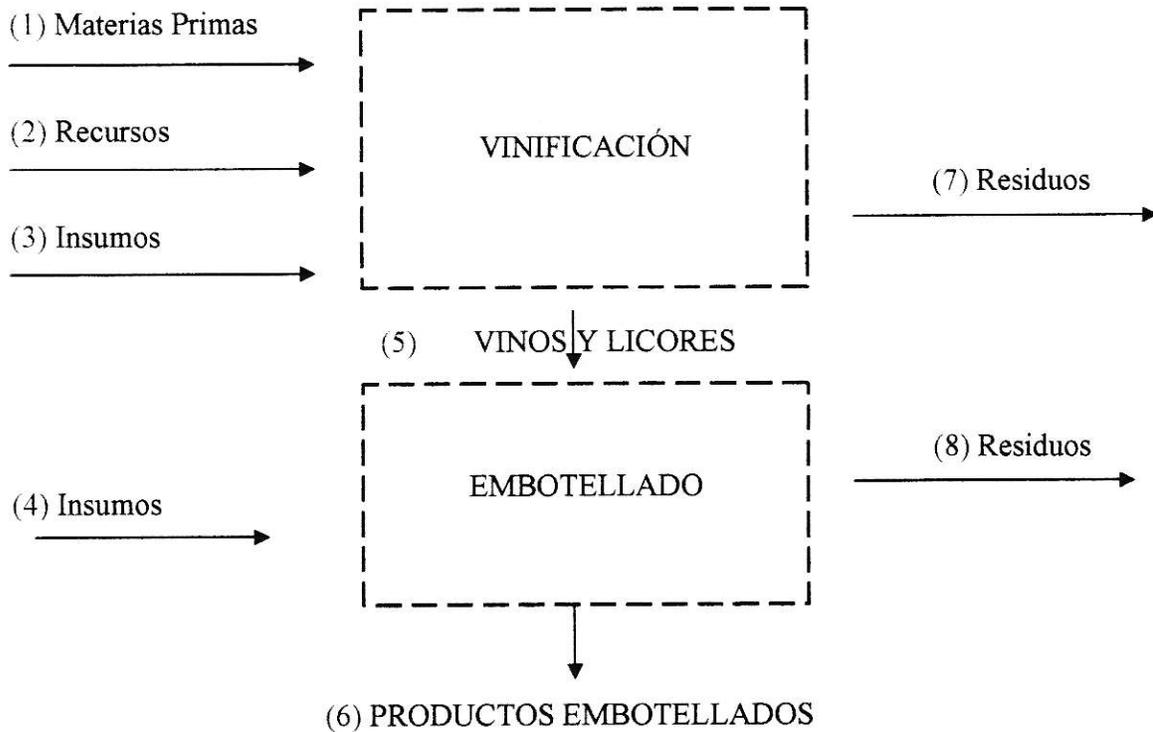
Agua de riego en bodega / agua potable en bodega

Insumos usados (SO₂, ác. Cítrico, Soda, etc.) / producto terminado.

Nota: Para llevar esto a cabo es necesario registrar los consumos de agua, que hasta la fecha no son contabilizados, mediante medidores de paso acumulativos, de preferencia en las alimentaciones de cada bodega, para agua potable y de riego de jardines.

Balance de Masa del Proceso:

Figura 3.2
Ingresos y Egresos de Materia



Donde:

- (1) Materias prima como uva sin considerar las cepas, ciruela y pera.
- (2) Recursos: Agua Potable, agua de riego empleada en bodega, combustible diesel y electricidad.
- (3) Insumos empleados en la vinificación: Ácido cítrico, soda, SO₂, etc.
- (4) Insumos empleados en el embotellado: Botellas, cartones, etc.
- (5) Vinos y licores producidos en ese año.
- (6) Vinos embotellados.
- (7) Residuos sólidos y líquidos generados en este proceso.
- (8) Residuos sólidos y líquidos generados en este proceso.

Tabla 3.1
Abreviaturas Propuestas

Factores a controlar:	Abreviatura
Uva procesada	U
Agua potable	AP
Agua de riego	AR
Combustible diesel	D
Electricidad	E
Ácido Cítrico	Ac. C
Soda	S
Anhidrido Sulfuroso	Anh
Vinos generados en el año	V
Licores generados por año	L
Residuos sólidos de la vendimia	R ven.
Residuos sólidos de embotellación	R em.

Relaciones a calcular:

$$\frac{AP}{V} \quad \frac{AP}{U} \quad \frac{AP + AR}{V} \quad \frac{AR}{V} \quad \frac{AP}{AR} \quad \frac{L}{D}$$

$$\frac{VE}{R_{em}} \quad \frac{V}{R_{ven}} \quad \frac{Anh}{V} \quad \frac{Ac.C}{V} \quad \frac{S}{V} \quad \frac{E}{V}$$

Estos cuocientes apuntan a llevar un control adecuado en cuanto al manejo de varios aspectos de producción y generación de residuos. Así toman importancia factores como los consumos de agua potable y riego, los que al contrastarse con los niveles de producción en las distintas etapas de fabricación de vinos y licores pueden ser indicadores de la eficiencia con que son empleados dichos recursos. De igual manera

son comparables la energía eléctrica, petróleo diesel, insumos de limpieza y mantenimiento de cubas y residuos sólidos con la producción anual de la viña.

Las relaciones propuestas deben ser seguidas en el tiempo de acuerdo con la estacionalidad de cada parámetro y luego graficadas para examinar los avances obtenidos en el tiempo y visualizar también las posibles falencias en los procesos controlados.

3.3.1.2 Manejo de Sustancias Peligrosas

Para mantener la seguridad de los trabajadores, de las instalaciones y la protección del medio ambiente es indispensable la elaboración de un **Manual de Manejo de las Sustancias Peligrosas** y un posterior control estricto de su pleno funcionamiento, desde el almacenamiento hasta su uso y disposición final, ya que es en el empleador donde recae la responsabilidad de algún accidente laboral.

Objetivo: Garantizar la seguridad de las personas, de la infraestructura y del medio ambiente.

Las sustancias peligrosas o que revisten alguna precaución en su manejo y que son empleadas por la viña, junto con algunas precauciones a tomar son:

- Combustibles como gas licuado y diesel.

Estos deben tener un manejo adecuado y en ambientes ventilados para evitar fugas o derrames e inflamaciones, considerando elementos que control de emergencias como extintores y arena dispuestos en lugares adecuados y visibles, tal como lo exige la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

- Gases peligrosos como anhídrido sulfuroso.

Este debe ser usado con máxima precaución ya que su uso irresponsable puede causar, fuera de irritación de las vías aéreas y los ojos y aumento en la morbilidad. Evitar esto es básico y sencillo, el uso de una campana de extracción de gases al momento de preparar soluciones de SO₂ y de mascarillas en **forma permanente** frente al manejo de estas reduce considerablemente los riesgos a la salud.

- Agroquímicos.

El almacenamiento de estos debe seguir un estricto orden, separados por función y peligrosidad, para evitar y mantener controlado cualquier posible derrame de líquidos y sólidos. El suelo de la bodega debe ser fácil de lavar en forma periódica, con buena ventilación y con sistema de control de incendios debidamente señalado. En lo que respecta a su uso, es también fundamental que los trabajadores encargados de la preparación y posterior aplicación de estos productos tomen todas las medidas de seguridad e higiene sugeridas por los fabricantes, debiendo el empleador velar por su cumplimiento, ya que la responsabilidad legal de algún accidente recae sobre él. Para ello este debe disponer de instalaciones adecuadas para este proceso, como lo son salas de preparación de soluciones de agroquímicos con pisos lavables, ventilación adecuada, equipadas con mascarillas acordes con los productos usados, guantes, trajes de fumigación, camarines, lavamanos y duchas. Es recomendable que todas estas medidas sean tomadas previa consulta a las sugerencias elaboradas al respecto por la Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA en la “Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial. Almacenamiento, Transporte y Aplicación de Plaguicidas, Insecticidas, Plaguicidas y Fungicidas”.

Toda persona que tenga contacto con este tipo de productos, desde su compra y almacenaje hasta la disposición de sus residuos debe estar debidamente capacitada para ello y por lo tanto conocer claramente los procedimientos de manejo de estos productos, debiéndose considerar a todos los trabajadores involucrados con el manejo de este tipo de sustancias y a sus posibles reemplazantes en caso de que alguno falte al trabajo.

Este Manual de Manejo de Sustancias Peligrosas debe ser un documento claro y preciso, que contenga los manejos adecuados de toda sustancia considerada dentro de este ítem, redactado en forma didáctica y con un lenguaje apto para cualquier lector con el fin de que esté disponible para consulta de todos los empleados de la viña. Este documento debe ser revisado y mejorado cada vez que se adquiera un producto que no esté

registrado o simplemente para mejorarlo en función de la experiencia ganada en la práctica, es decir debe ser sometido a un mejoramiento continuo.

3.3.1.3 Programa de Reciclaje.

Gran cantidad de los residuos sólidos son potencialmente reutilizados en alguna etapa del proceso distinta a la donde se generó.

Objetivo: aprovechar al máximo la materia utilizada en los procesos y disminuir la cantidad de residuos generados.

Es factible la implementación de planes de reciclaje de elementos como lo son:

Residuos de destilado de licores de pera y ciruela, que son potencialmente compostables habiendo perdido previamente el exceso de agua mezclándolos con residuos verdes o frescos provenientes de las podas o del orujo y utilizándolos para la mejora de los suelos.

También el reciclaje de vidrio y cartón es posible de implementar estimulando a los empleados a colaborar a cambio de beneficios dirigidos como por ejemplo hacia la agrupación de trabajadores, empleando los ingresos que por este aspecto se generen.

Este programa debe quedar registrado dentro de las actividades de la empresa en forma escrita para que cualquier persona pueda acudir a él cuando lo necesite.

3.3.1.4 Plan de Contingencia.

Las situaciones de riesgo de accidentes no son muchas, pero debe ser de pleno conocimiento de los trabajadores cuál es el proceder en caso de que ocurra una emergencia. La seguridad de cada persona al presentarse una emergencia, está directamente relacionada con las formas de reacción de estas.

Objetivo: ofrecer la máxima seguridad a las personas y a las instalaciones en caso de que se produzca algún imprevisto que involucre riesgo.

Un plan de Contingencia involucra la creación de un documento que contenga la forma de operación de las medidas de seguridad, el proceder del personal en caso de generarse un accidente que puede ser químico (ej.: derrame de una solución de anhídrido sulfuroso o algún pesticida), incendio, terremoto, etc.

Este plan debe ser elaborado en forma sencilla, con instrucciones claras, en lo posible acompañada de simbología adecuada y de público conocimiento entre los empleados. Su elaboración debe ser en función de algunas medidas estratégicas de seguridad como lo son:

- La asignación de personas que tomen las responsabilidades de administrar el plan de emergencia, divididas en tres grupos principales: Comité de emergencia compuesta por el nivel jerárquico superior de la empresa, que evalúa , controla, asesora y asiste los procedimientos del plan; coordinador general de emergencias, quien administra el plan, propone la implementación de equipos, entrenamientos y otros factores que aseguren la actualización de los conocimientos; coordinador de área encargado de comunicar las estrategias y el proceder al personal en caso de ocurrir una emergencia.
- La persona quién dirija las acciones en caso de un accidente, junto con al menos un reemplazante, deben ser elegidos entre aquellas que estén mayor tiempo en el recinto de viña, esto con el fin de asegurar la presencia de al menos uno de ellos frente alguna situación de emergencia.
- Elaboración de un plano que contenga en forma clara la ubicación de las vías de escape, duchas de emergencia, extintores, entradas y salidas de la red seca y otros elementos para el control de incendios, cuyas copias se encuentren ubicadas en lugares que regularmente sean ocupados por los empleados.
- Señalización de las vías de escape para el personal en caso de que ocurra algún siniestro, cuidando que no sean obstruidas con ningún obstáculo que impida su fácil acceso.

- Ubicación y señalización de extintores adecuados a los tipos de fuego que potencialmente se pueden generar, es decir eléctrico o de combustión de oxígeno.
- Es recomendable también la instalación de una alarma acústica de incendio que pueda ser activada en forma manual desde distintos puntos de las instalaciones.
- Es fundamental que Bomberos esté en conocimiento de este plan y que maneje información lo más completa posible de los insumos que se manipulan y almacenan en la viña y bodegas, explicitando su ubicación.
- Revisión de la red seca y mangueras en forma periódica por parte de Bomberos.

Es indispensable dar a conocer a todos los empleados el plan de contingencia de la viña mediante capacitación continua, manteniendo en el tiempo evaluaciones periódicas del manejo de ellos sobre el tema, con el fin además de mantener informados del plan de contingencia a los empleados nuevos y temporeros.

3.3.2 Lavado de Equipos y Depósitos.

3.3.2.1 Montaje de Pitones y Sistemas de Corte Automático de Agua.

En el uso actual de las aguas de lavado existe pérdida del recurso por un manejo inadecuado de este, ya que es común que el lugar de lavado esté alejado de la fuente de agua y esta queda fluyendo por largo tiempo sin ser utilizada. Una solución al tema es disponer de pitones y coplas de corte automático en las mangueras con lo que se evita la pérdida del recurso y mejora la presión de salida facilitando el lavado y disminuyendo el tiempo de realización de este.

3.3.2.2 Diseño de Pisos para Facilitar el Lavado.

Algunos de los pisos actuales son de hormigón en bruto, los que son muy irregulares y por ende requieren de un mayor esfuerzo para limpiarlos. Los pisos más lisos permiten un aseo más fácil y con un menor gasto de agua.

3.3.2.3 Separación de Desechos Sólidos de las Aguas Residuales.

Actualmente no existen implementos eficientes en todos los desagües que detengan los sólidos que son arrastrados por las aguas de lavado, los que tienen como destino la futura planta de tratamiento de RILES. Esto tiene una simple solución ubicando rejillas, tamices y filtros que retengan estos sólidos antes de salir de las bodegas.

3.3.2.4 Canalizar y Separar las Aguas Lluvia de las de Lavado.

Por la antigüedad de las bodegas no existe una separación entre las aguas lluvia, que no requieren tratamiento, y las provenientes de los procesos de lavado. La construcción de un sistema separado de recolección de aguas permitirá tratar una menor cantidad de residuos líquidos y así dimensionar en forma correcta y eficiente el diseño del tratamiento.

3.3.2.5 Recomendaciones Generales para el Ahorro de Agua.

El iniciar las faenas de limpieza en seco mediante barrido de los sólidos en forma previa al uso de los equipos de agua a alta presión es un aporte muy importante a la economía de agua y por lo tanto disminuye la cantidad de RILES generados. Revisar constantemente el buen funcionamiento de mangueras, cañerías, coplas y válvulas evitará la pérdida innecesaria del recurso. Un control permanente de las formas de realizar las prácticas de lavado por parte de los empleados a modo de fiscalización evitará el derroche del agua.

3.3.3 Trabajo en Campo

3.3.3.1 Manejo de Pesticidas.

Existe actualmente la intención de transformar los actuales cultivos en orgánicos, proceso que toma varios años y que se debe realizar en forma paulatina. Una forma de acercarse a esto es cambiar el uso actual de pesticidas por otros menos persistentes y de menor toxicidad, como por ejemplo los permitidos en la norma NCh 2439.Of 1999 de Producción, Elaboración, Etiquetado y Comercialización de Alimentos Producidos Orgánicamente.

Por otro lado es útil considerar factores agroclimáticos para la aplicación de estos productos.

3.3.3.2 Utilización de los Residuos de la Destilación.

Los residuos provenientes de la destilación de licores de pera y ciruela pueden ser usados para enriquecer los suelos, siendo aplicados a filtros de arena para luego recuperar los sólidos, los que pueden ser mezclados junto con los restos de poda al momento de su chipeo, para así facilitar su compostación.

CAPÍTULO IV, RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS.

4.1 CONOCIMIENTO DE LOS PROCESOS.

Para desarrollar un conocimiento cabal de los residuos líquidos que genera una industria, cualquiera sea su rubro, es necesario interiorizarse de los procesos que esta desarrolla, ya que incluso entre empresas que elaboran un mismo producto, la forma de hacerlo puede diferir, y por ende los insumos, procedimientos y por supuesto los residuos pueden ser muy diferentes, cualitativa y cuantitativamente hablando. La descripción de los procesos, realizada con este fin, se encuentra redactada en el Capítulo II.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS RILES.

4.2.1 Origen.

El origen de los RILES generados por Chateau Los Boldos son su mayoría producto de el lavado de pisos, cubas y mangueras, con lo que se disuelven o suspenden en el agua grandes cantidades de materia orgánica degradable y sólidos suspendidos. Ya en menor medida se eliminan soluciones de SO₂, Soda, ácido cítrico y detergentes desinfectantes.

4.2.2 Régimen de Emisión.

En general, la distribución en el tiempo de emisión de RILES es más o menos similar en todo el sector vitivinícola, difiriendo sólo en unas pocas semanas según el valle de donde provengan las uvas empleadas en el proceso.

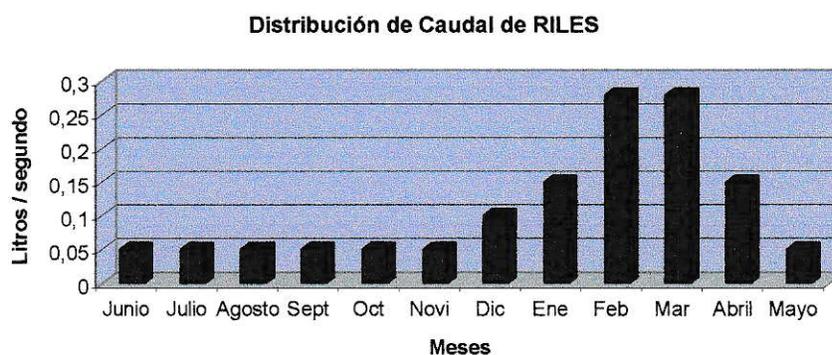
Esta distribución está determinada por la estacionalidad de la producción de uva, pera y ciruela, la cual madura entre los meses de febrero y marzo, siendo estos meses los de mayor actividad en el rubro.

Es por esto que los RILES de esta industria tienen su mayor caudal desde el mes de febrero y hasta el mes de abril, período en el cual se acentúa el trabajo de vendimia y manejo de bodega, abocándose la gran mayoría de los trabajadores a estas tareas y postergando otras menos importantes.

Una vez que este período ha terminado, el caudal de aguas residuales disminuye notablemente hasta casi desaparecer en meses de invierno y primavera.

La figura 4.1 representa una estimación de los caudales promedio mensual de aguas residuales producidas por Chateau Los Boldos, ya que solo se cuenta con dicha información correspondiente a los meses de vendimia.

Figura 4.1



4.2.3 Caracterización de RILES.

No existe un historial de la caracterización de los RILES de Chateau Los Boldos, ya que si bien la empresa está en funcionamiento desde 1990, sólo en el año 2000 se logró llegar a una producción ideal en cuanto a calidad y cantidad, gracias a variaciones en los procesos. Por esto es que los datos anteriores no representan a cabalidad a los residuos actuales.

Ya con los procedimientos de trabajo actuales, existen dos análisis de los residuos líquidos, ambos realizados en los días de vendimia.

El primero de ellos fue realizado por el laboratorio de la Empresa de Servicios Sanitarios de la sexta región, ESSEL, el que consistió en una sesión de toma de muestras

que representa el RIL emitido en ese momento, el día 27 de marzo de 2002. Sus resultados se observan en la tabla 4.1, donde se contrastan con los decretos supremos D.S 609 y D.S 90 que regulan las descargas de aguas industriales al alcantarillado y a aguas superficiales respectivamente.

Tabla 4.1

Análisis de RILES realizados el 27 de marzo de 2002.

Parámetro	Unidad	Valor	DS 609	DS90
Conductividad	µS/cm	609	-	-
DBO5	mg/L	1620	-	35
DQO	mg/L	2550	-	-
pH		5,7	5,5-9	6-8,5
Sólidos Disueltos	mg/L	803,33	-	-
Sólidos sedimentables	mg/L	7	-	-
Sólidos suspendidos totales	mg/L	364	300	80
Caudal medio	L/s	0,28	-	-

El segundo análisis lo realizó el laboratorio Hidrolab S.A., los días 13 de abril y 29 de mayo de 2003, los que consistieron en monitoreos de 24 horas con muestras tomadas cada una hora con un muestreador portátil automático, por ende representa un promedio de los RILES emitidos durante 24 horas. Valores en tabla 4.2.

Tabla 4.2.

Análisis de RILES realizados en abril y mayo de 2003.

Fecha muestreo:		13-Abril-2003	29-Mayo-2003		
Parámetro	Unidad	Valor	Valor	DS 609	DS 90
DBO5	mg/l	13600	6100	-	35
DBO5 Soluble	mg/l	12400	5300	-	-
DQO	mg/l	15880	11430	-	-
DQO Soluble	mg/l	14090	9430	-	-
Nitrogeno Kjeldahl	mg/l	39,2	58,1	10	50
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	1020	1385	300	80
Sólidos Suspendidos Volátiles	mg/l	560	1220	-	-
pH medio		6,36	4,93	5,5-9	6-8,5
Volumen diario	m3	29	15	-	-
Caudal medio	l/s	0,33	0,17	-	-

Como se aprecia en las tablas 4.1 y 4.2, los valores informados por dichos laboratorios no dan una idea clara de la oscilación diaria de la carga contaminante ya que

un análisis representa solo una muestra y el otro un promedio de 24 horas. Con el fin de cubrir esta falta de información, se diseñó un plan de monitoreo que abarcara los días de mayor generación de RILES, en los cuales se midieron parámetros sencillos que en combinación pueden entregar información valiosa acerca de la variación de la calidad de los residuos líquidos dentro de unos pocos minutos. Este monitoreo midió variables como pH, Conductividad y Oxígeno disuelto, desde el 10 de marzo al 2 de abril, totalizando 21 muestras con sus respectivas contramuestras, las que se tomaron en terreno para ser luego conservadas en frío a 6°C aproximadamente y trasladadas a Santiago para su medición con un Peachímetro (WTW pH 323-A/set-2), un Conductivímetro (WTW LF 320/set) y un Oxímetro (WTW Oxi 320/set), en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. Los resultados obtenidos son expuestos en la tabla 4.4. Paralelamente se analizaron los mismos parámetros en muestras de agua fresca que entraba a las instalaciones, con el objeto de contrastar los valores encontrados en el monitoreo con un valor de referencia o blanco, para así visualizar mejor el efecto del proceso sobre la calidad del agua utilizada en él (tabla 4.3). Esta información, complementada con la de la tabla 4.4, está detallada en las siguientes figuras (4.4, 4.3, 4.4, y 4.5).

Tabla 4.3

Blanco medido en las aguas de alimentación.

Blanco de las aguas utilizadas en el proceso			
	O₂ (mg/L)	pH	Cond (µS/cm)
Promedio	8,6 ± 0,1	6,59 ± 0,15	349 ± 44

Tabla 4.4
Resultados de las mediciones
realizadas en laboratorio tras la preservación en frío.

Análisis de RILES Durante la Vendimia				
Fecha	Hora	O ₂ mg/L	pH	Cond μS/cm
Lunes 10 de Marzo	11:35	4,5	4,27	557
Lunes 10 de Marzo	11:45	5,1	4,58	546
Lunes 10 de Marzo	14:00	0,7	2,01	1638
Lunes 10 de Marzo	14:35	0,7	2,16	1542
Jueves 13 de Marzo	10:35	7,3	4,14	1141
Jueves 13 de Marzo	10:45	7,2	4,18	1125
Jueves 13 de Marzo	11:20	6,2	6,18	663
Jueves 13 de Marzo	11:25	6,5	6,22	651
Miércoles 19 de Marzo	11:10	2,1	6,1	603
Miércoles 19 de Marzo	11:15	2,1	6,11	612
Viernes 21 de Marzo	10:15	6,3	6,75	457
Viernes 21 de Marzo	10:20	6	6,69	441
Viernes 21 de Marzo	11:20	6,1	4,46	707
Viernes 21 de Marzo	11:25	5,4	4,32	821
Lunes 31 de Marzo	11:00	5,6	3,45	1780
Lunes 31 de Marzo	11:15	6,5	7,37	425
Lunes 31 de Marzo	11:25	1	3,94	1173
Lunes 31 de Marzo	11:40	4	3,92	830
Miércoles 2 de Abril	10:40	3,4	6,37	446
Miércoles 2 de Abril	10:55	5	4,24	762
Miércoles 2 de Abril	11:30	1,5	5,85	606

Figura 4.2
Oxígeno disuelto de RILES medido en laboratorio

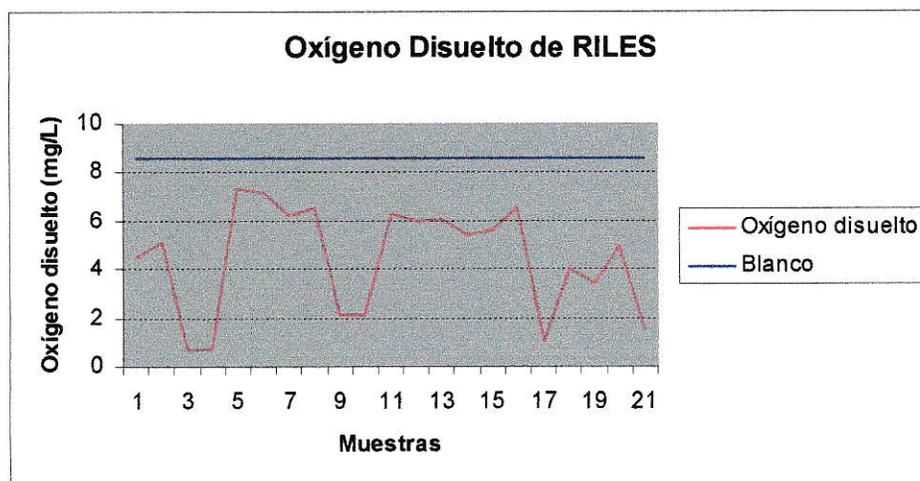


Figura 4.3
pH de Riles medido en laboratorio.

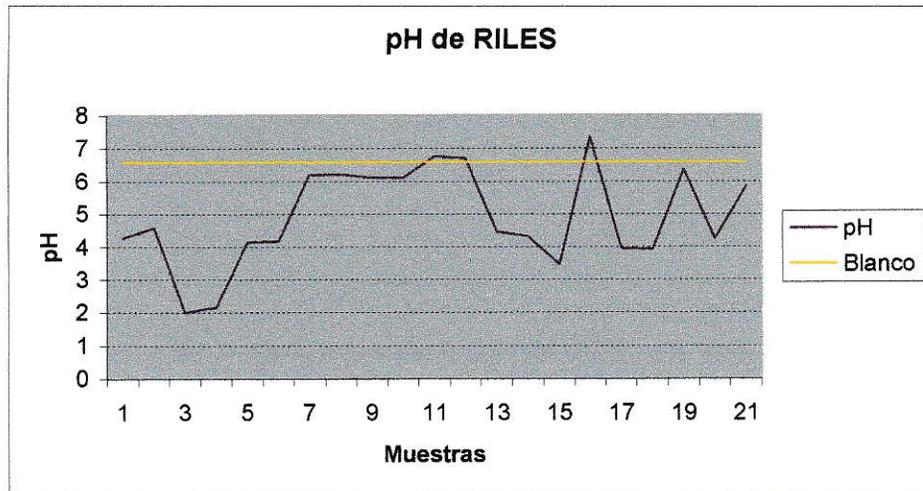


Figura 4.4
Conductividad de RILES medido en laboratorio

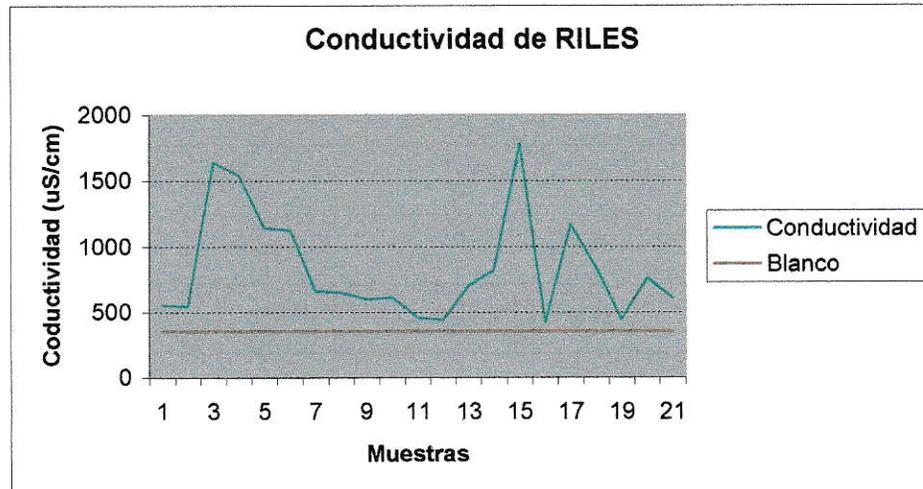
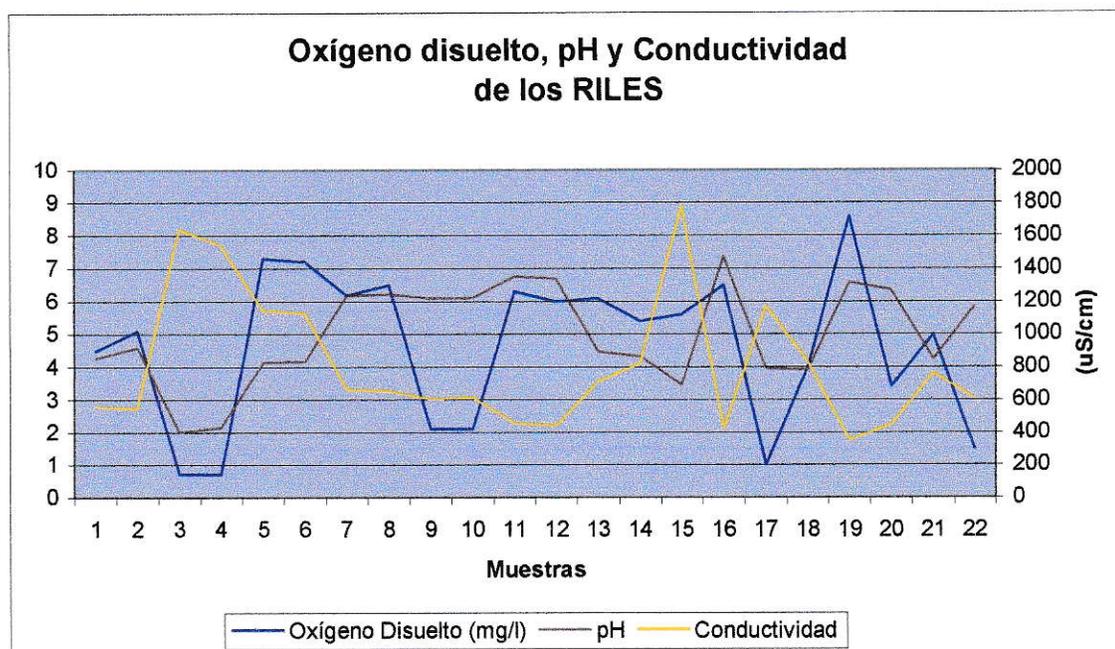


Figura 4.5
Parámetros de RILES medidos en
laboratorio.



En la figura 4.2, se aprecia la que gran variación en la concentración de oxígeno disuelto incluso se manifiesta en el transcurso de unos minutos y casi siempre con valores bastante alejados del blanco. Esta gran disminución violenta del oxígeno disuelto puede explicarse por la alta carga orgánica que recibe el RIL y por el empleo de levaduras en el proceso de elaboración del vino, las que crean con rapidez un ambiente reductor en torno a ellas.

La figura 4.3, aporta información acerca de la variación de pH de los residuos líquidos con respecto al blanco, lo que se puede deber principalmente a dos motivos: Primero, la acidificación del RIL en los primeros días de muestreo y vendimia, coincidieron con el prensado y posterior lavado de residuos de uva Chardonnay, la cual no había conseguido la madurez total y por ende su grado de acidez era más alto de lo normal, aportando a un menor pH en el agua residual. Segundo, en los procesos de lavado de cubas se emplea productos químicos ácidos, como el ácido tartárico, en solución, los que tienen como

destino final los RILES. La combinación de estos factores generan la alta variedad de pH registrado en el monitoreo.

La conductividad, expuesta en la figura 4.4, al igual que el oxígeno disuelto y pH, no tiene un patrón definido de comportamiento, cambiando constantemente su valor, influenciado por el lavado de pisos, reactivos químicos solubles empleados en el lavado de cubas, con el ácido tartárico y soda.

En términos generales, los componentes del RIL no tienen una variación que se pueda predecir, ni tampoco es posible encontrar una relación entre los distintos factores medidos y su oscilación en el transcurso de la temporada de vendimia y menos diaria (Figura 4.5).

Las industrias productoras de vinos, en general no generan RILES con otros contaminantes normados que no se encuentran presentes en las tablas 4.1 y 4.2, esto por la ausencia de, por ejemplo, metales pesados en los insumos usados en los procesos. En el año 1996, el laboratorio certificado Carlos Latorre S.A. realizó un análisis de todos los parámetros normados en elementos inorgánicos, orgánicos, nutrientes, fisico-químicos y otros, cuyo resultado se presenta en la tabla 4.4, donde se comparan con normativas como el D. S. MOP N° 609 que regula las descargas de aguas industriales a sistemas de alcantarillado y con el D. S. SEGPRES N° 90 que regula todo tipo de descargas a aguas marinas y continentales superficiales. Es posible suponer que estos resultados se aproximan a la realidad actual de Chateau Los Boldos, ya que si bien existen cambios en los procesos, los insumos utilizados en el presente son los mismos que los empleados en la vendimia de 1996.

Tabla 4.5 RILES analizados en 1996

Parámetro	Unidad	Resultado	DS 609	DS 90
pH		6,2	5,5-9	6-8,5
T°	°C	18	35	35
S.Susp.	mg / L	530	300	80
S.Sed.	mg / L (1hr)	9,0	20	-
Aceites y Grasas	mg / L	24	150	20
Hidrocarburos	mg / L	<3	20	10
As	mg / L	<0,001	0,5	0,5
Cd	mg / L	0,008	0,5	0,01
CN	mg / L	0,01	1	0,2
Cu	mg / L	0,35	3	1
Cr	mg / L	0,06	0,5	0,05
P	mg / L	0,2	10	10
Fe	mg / L	1,05	10	5
Hg	mg / L	<0,001	0,02	0,01
Mo	mg / L	<0,01	0,5	1
Ni	mg / L	0,01	4	0,2
N	mg / L	40	10	50
Pb	mg / L	0,28	1	0,05
SO4	mg / L	136	1000	1000
Sulfuros S	mg / L	1,7	5	1
Zn	mg / L	1,27	5	3
Conductividad	microhms	500	-	-
D.B.O.5	mg / L	1730	-	35
D.Q.O.	mg / L	3130	-	-
Oxígeno Disuelto	mg / L	0,8	-	-

Cabe destacar que los resultados informados en la tabla 4.5, en su mayoría cumplen con una o ambas normas expuestas en ella, lo que lleva a confirmar que el problema de los RILES emitidos por Chateau Los Boldos está centrado principalmente en la carga orgánica que este contiene, lo que se refleja en los valores de pH, DBO₅, DQO y Nitrógeno total (tabla 4.2).

4.3 Marco Legal.

El estado se ha preocupado de regular el manejo de los residuos industriales líquidos según el destino que se les dé, esto es el vertido al alcantarillado, a aguas superficiales continentales y marinas, e infiltración directa a las napas subterráneas.

Estas normas establecen los valores máximos de emisión de varios parámetros comprendidos en aspectos físico-químicos, contaminantes orgánicos, inorgánicos, aceites y grasas, nutrientes y metales. Estos son:

D. S. N° 609/98 del Ministerio de Obras Públicas, "*Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado*", cuyos objetivos son mejorar la calidad ambiental de las aguas servidas crudas mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial que se descargan en los alcantarillados. Se busca lograr que los servicios públicos de disposición de aguas servidas viertan aguas residuales con un bajo nivel de contaminación, protegiendo así los cuerpos de agua receptores. Asimismo la presente norma está orientada a proteger y preservar los servicios públicos de recolección y disposición de aguas servidas mediante el control de las descargas de residuos industriales líquidos, que puedan producir interferencias con los sistemas de tratamiento de aguas servidas, o dar lugar a perjuicios sobre las redes de alcantarillado. Esta norma, al proteger los sistemas de recolección de aguas servidas, evita que los contaminantes transportados por éstos puedan eventualmente ser liberados sin tratamiento, al medio ambiente urbano (calles, suelo, aire entre otros), por efecto de roturas u obstrucciones del sistema, pudiendo afectar la calidad de éste, y la salud de las personas

D.S. N° 90/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia "*Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales*". Esta norma tiene como objetivo de protección ambiental prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores, con lo que se logra mejorar sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que éstas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación.

D.S. N° 46/02 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, "*Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas*", tiene como objeto de protección prevenir la contaminación de las aguas subterráneas, mediante el control de la disposición de los residuos líquidos que se infiltran a través del subsuelo al acuífero, contribuyendo así a mantener la calidad ambiental de las aguas subterráneas.

4.4 Alternativas para el Manejo de RILES.

Una vez analizados los puntos anteriores de este capítulo, se visualiza la necesidad de Chateau Los Boldos de desarrollar alguna solución al tema de manejo y disposición de sus desechos industriales líquidos, mediante una gestión que se adapte a las características de sus RILES.

Las posibles soluciones al problema pasan principalmente por tres alternativas concretas:

- Comprar una planta de tratamiento a alguna empresa especializada en el tema RILES, situación que tiene las ventajas de que esta se preocupa del diseño, construcción, puesta en marcha y permisos legales para su funcionamiento, pero sin embargo son de un elevado costo para el cliente y la oferta no considera alternativas que se adapten completamente a las necesidades de Chateau Los Boldos en cuanto a espacio y estacionalidad.
- La empresa de servicios sanitarios de la Sexta Región ESSEL S.A. es la encargada de proveer de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas a gran parte de la región, teniendo entre sus servicios el tratamiento de RILES a las empresas que así lo soliciten. Esta alternativa de externalizar este problema puede ser muy atractiva ya que implica conservar la situación paisajística de las instalaciones, la que juega un rol importantísimo al momento de vender la imagen corporativa de la empresa. No obstante involucra un gasto importante mensual que se calcula en función del caudal emitido por la viña y su carga contaminante en promedio, ofreciendo ESSAL tratar los RILES generados por Chateau Los Boldos dentro de ciertos rangos de DBO, DQO, Sólidos

Suspendidos, pH y volumen, a un valor determinado, con la salvedad de que si eventualmente las características de los RILES emitidos se escapan fuera de los márgenes establecidos, se debe considerar un cobro extra.

Debido a las oscilaciones en la carga contaminante de los residuos líquidos captadas en el monitoreo realizados en vendimia y graficadas en la tabla 4.3 y gráfico 4.2, es muy factible de que los márgenes impuestos en un eventual contrato con ESSEL sean superados en muchas ocasiones, generando así gastos no programados que pueden llegar a ser de montos importantes.

- Una tercera alternativa para el manejo de RILES y la que adquiere mayor importancia en este trabajo es la implementación de una planta de tratamiento de residuos líquidos que se adapte lo mejor posible a las emisiones de Chateau Los Boldos. Esta propuesta es un reactor "U.A.S.B.", el que tiene como principal característica el estar diseñado para este tipo de residuo, obteniendo su mejor rendimiento en los días más cálidos, como lo son los meses de verano. En períodos que su eficiencia es menor, que corresponden a los meses más fríos y de menor emisión de RILES, este sistema debe ser complementado con un tratamiento posterior externo realizado por ESSEL, cuya ventaja sobre el punto anterior es que estos residuos serían mucho más homogéneos en cuanto a composición en el tiempo.

CAPÍTULO V, PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE RILES

5.1 NECESIDADES DE LA EMPRESA.

Toda industria que se encuentra en la obligación de tratar sus residuos industriales, debe tener muy en claro cuáles son sus reales necesidades, considerando esto como los caudales manejados, su temporalidad, carga contaminante del residuo y calidad con que se pretende devolver el efluente al medio ambiente, junto con considerar los recursos humanos, materiales y monetarios disponibles.

En el caso de Chateau Los Boldos, estas necesidades no son muy comunes, ya que si bien la calidad de sus RILES pueden semejarse a otros productores de vino, no cuenta con el espacio físico suficiente como para instalar una planta de tratamiento convencional compuesta por piscinas de decantación y estabilización, y a su vez el espacio disponible es normalmente visitado por grupos de turistas y compradores mayoristas, por lo que la imagen de la viña no se debe ver perjudicada.

En resumen Chateau Los Boldos necesita una solución al problema de los RILES o plana de tratamiento que cumpla con los siguientes requisitos:

- Remover eficientemente varios contaminantes como materia orgánica biodegradable (DBO), sólidos suspendidos (SS) y compuestos orgánicos nitrogenados, fosfatos y sulfurados.
- Estabilizar el pH dentro de un rango más neutro, esto es dentro de lo que exija la norma correspondiente.
- Disponer de la mano de obra posible necesaria en la operación, mantenimiento y control de una eventual planta de tratamiento de RILES, ya que una buena operación no debe depender de la presencia de ingenieros u operadores experimentados.
- Tener un costo de construcción y operación lo más bajo posible.

- Ser adaptable a las fluctuaciones en la concentración de contaminantes y a las interrupciones de la fuente de energía y la alimentación.
- No se debe perjudicar con la variación en el caudal incluso en el caso de la ausencia de este.
- Ocupar un mínimo de espacio ya que se dispone de poca superficie factible de ser ocupada por una planta de tratamiento.
- Debe tener un mínimo impacto paisajístico y su funcionamiento no debe estar acompañado con mal olor y problemas de malestar en la gente.

5.2 PLANTA DE TRATAMIENTO PROPUESTA, REACTOR U.A.S.B.

Quizás la solución que mejor se adapta, al menos en su teoría, a las necesidades de Chateau Los Boldos es el reactor U.A.S.B. (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), o Reactor Anaeróbico de Manto de Lodos con Flujo Ascendente. Este fue desarrollado conceptualmente y en forma de piloto en la década del '70 por el Prof. Lettinga y su equipo de la Universidad Agrícola de Wageningen, Holanda, mientras que durante los años 1980 y siguientes se desarrolló como una opción comercial en Europa para el tratamiento de efluentes industriales, cuyas temperaturas normalmente son tibias, propias de las fermentaciones anaerobias, y en concentraciones de DBO superiores a 1.000 ppm. A mayor concentración en DBO, mayor competitividad económica, versus las tecnologías tradicionales de lodos activados.

La motivación de este grupo de trabajo era poder disponer de un sistema de tratamiento de aguas residuales con características definidas, que sea de bajo costo, bajos requerimientos de personal para su mantención y una eficiencia lo más alta posible.

Así es como se logró crear un reactor anaeróbico que tratara aguas residuales con grandes cargas de DBO y DQO en ausencia de elementos inhibidores tóxicos para los microorganismos que realizan la degradación, que tiene como principal cualidad el

mantener un mayor tiempo a los microorganismos que habitan en los lodos, en contacto con el sustrato o caudal de alimentación, junto con la producción de biogas.

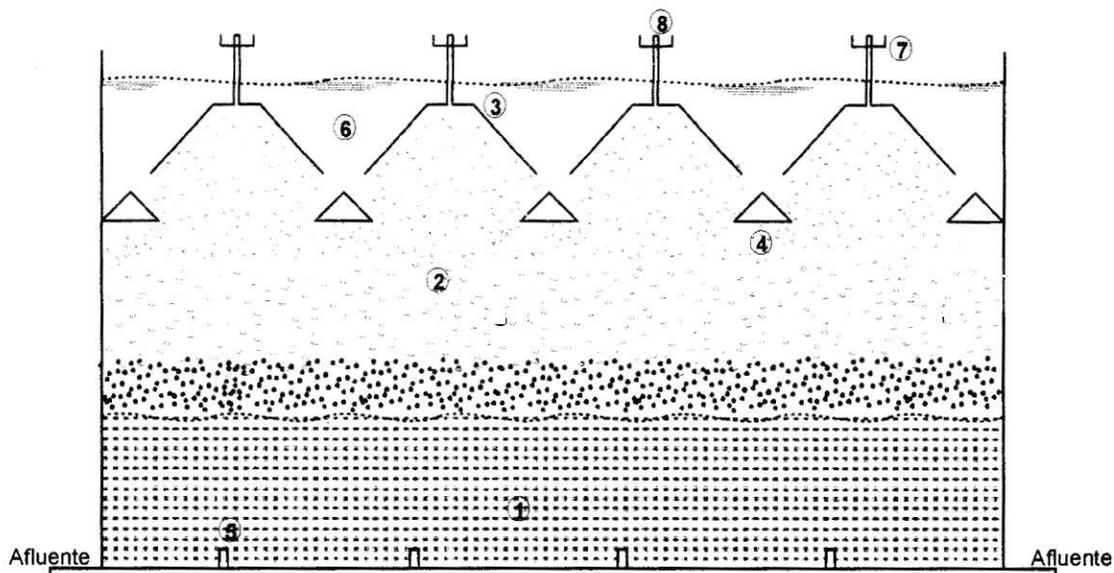
Por el éxito de los resultados obtenidos por Lettinga, en 1982 se quiso probar la factibilidad del sistema UASB para el tratamiento directo de las aguas domésticas en América Latina, dado que presenta regiones tropicales, subtropicales y templadas que cumplen con los requisitos teóricos para funcionamiento eficiente. Así se lograron concebir Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales compactas y totalmente cerradas, para un mejor control de olores y con baja producción de lodos digeridos.

5.3 FUNCIONAMIENTO DEL REACTOR U.A.S.B.

El U.A.S.B. es una planta compacta dispuesta en forma vertical, en donde el afluente a tratar es ingresado por la parte inferior del reactor por medio de uno o varios difusores, dependiendo del tamaño del reactor, entrando las aguas residuales en contacto de forma inmediata con el manto de lodos, lugar donde se generan la mayoría de los procesos de degradación de la materia orgánica y nutrientes. Luego el líquido fluye hacia arriba a una velocidad determinada y calculada al momento del diseño del reactor, pasando por una sección donde convive una fase líquido-gas. Dicha velocidad juega un importante rol ya que si fuese excesivamente alta arrastraría los flocos de lodo fuera del manto pudiendo llegar a ser transportados fuera del reactor. Los gases generados por la descomposición de la materia orgánica son captados en la parte superior del reactor por un elemento que se puede considerar clave en el diseño, llamado separador Gas Sólido Líquido (GSL), para ser transportado fuera del reactor. Figura 5.1.

Figura 5.1.

Esquema de un reactor UASB con sus principales dispositivos.



- | | | | |
|---|-----------------------|---|---------------------------------|
| ① | Manto de lodos | ⑤ | Sistema de alimentación |
| ② | Fase líquido - gas | ⑥ | Compartimiento de sedimentación |
| ③ | Colector de gas | ⑦ | Salida del efluente |
| ④ | Deflector para el gas | ⑧ | Recolección del biogas |

Debido a la forma del separador, el área disponible para la ascensión aumenta a medida que el líquido se aproxima a la superficie del agua, por tanto su velocidad tiende a disminuir. De ese modo los flóculos de lodo que eventualmente sean arrastrados y pasen por las aberturas del separador encuentran una zona tranquila. En esa es posible que la velocidad de sedimentación de una partícula se torne mayor que la velocidad de arrastre del líquido a una determinada altura. Una vez que se acumula una cantidad suficientemente grande de sólidos, el peso aparente de ellos se tornará mayor que la fuerza de adherencia, de modo que estos se deslizarán, entrando nuevamente en la zona de digestión en la parte inferior del reactor. De esta manera la presencia de una zona de sedimentación encima del separador GSL resulta en la retención de lodos, permitiendo la

presencia de una gran masa en la zona de digestión, en tanto que se descarga un efluente libre de sólidos sedimentables.

CAPÍTULO VI, DISEÑO DEL REACTOR U.A.S.B.

6.1 ESTRUCTURAS GENERALES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO U.A.S.B.

El tratamiento de los residuos líquidos implica la instalación de infraestructura auxiliar al cuerpo principal que es el reactor. Estas unidades complementarias forman parte esencial del funcionamiento y mantención del sistema de tratamiento ayudando a la correcta reducción o eliminación de los elementos contaminantes.

En forma global, la planta depuradora se puede dividir en tres cuerpos distintos vinculados entre sí:

- Cámara desarenadora y homogenizadora, cuya función es, como lo dice su nombre, retirar de la suspensión los sólidos más grandes que solo pueden provocar una disminución en la eficiencia del reactor o taponamiento de alguna de sus válvulas o cañerías. Dichos sólidos están compuestos en su mayoría por materia mineral como arenisca proveniente del desgaste de suelos de hormigón producto del lavado de pisos. A su vez, esta cámara cumple la función de homogenizar en cierta medida el RIL que va a entrar al reactor.

Actualmente existe y se encuentra en uso una cámara que recibe las aguas de las distintas áreas de la bodega, cuyas dimensiones, de 1,2 m³, son útiles y están sobredimensionadas para cumplir con la función de retirar los sólidos de mayor calibre y densidad, generando un efluente más homogéneo. Cabe destacar también que la ubicación de esta cámara es junto al único lugar disponible para la construcción de un sistema depurador.

- La cámara de inspección del reactor es un espacio paralelo a este, cuyo objetivo es permitir el fácil accionar de algún operario al momento de realizar un muestreo o retiro de lodos. Diseño en punto 6.2.
- Reactor U.A.S.B. de construcción vertical, y forma cilíndrica, cuyos aspectos generales de diseño se desarrollan en el punto 6.3.

6.2 DISEÑO DE LA CÁMARA DE INSPECCIÓN DEL REACTOR.

La cámara de inspección del reactor U.A.S.B. consiste en un acceso lo suficientemente amplio y seguro que se ubica en forma paralela al reactor y que permite una fácil toma de muestras sin tener que penetrar al interior de este. Consiste en un espacio vertical ubicado junto a reactor, al que se accede por medio de una escalera, la que facilita la toma de muestras desde unas válvulas diseñadas con este fin.

La válvula que está a mayor profundidad tiene la doble función de extraer muestras y drenar los lodos. Figura 6.1. y 6.2.

Figura 6.1 Vista Lateral de la Cámara de Inspección

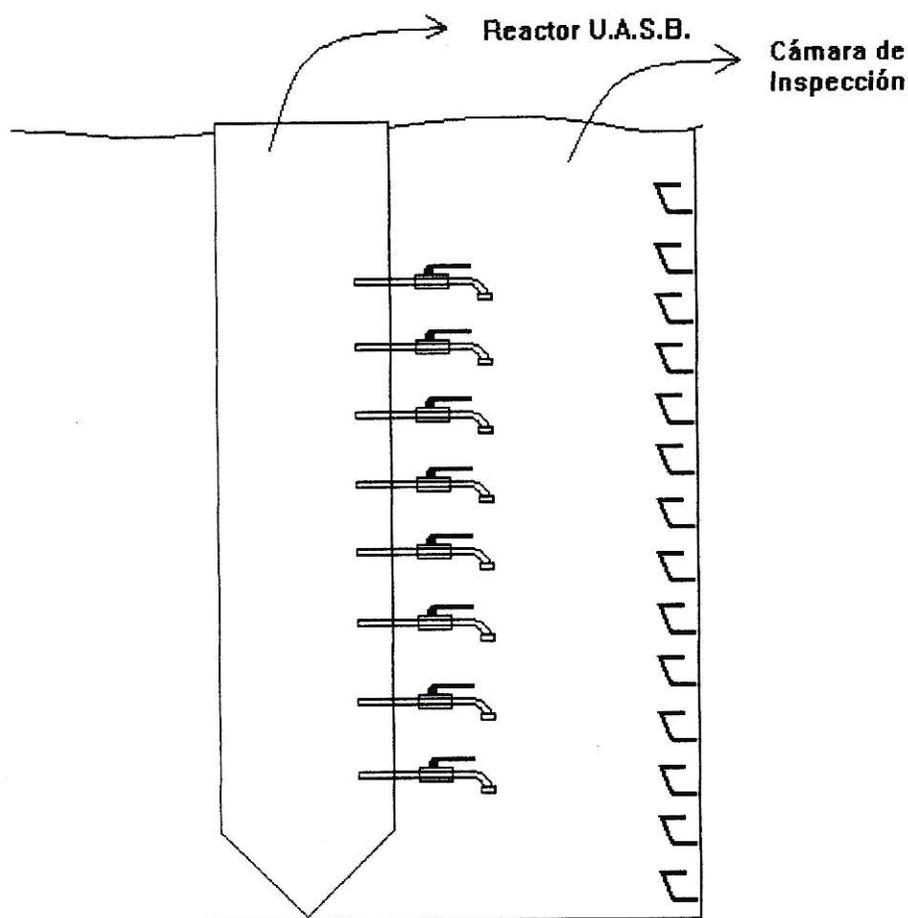
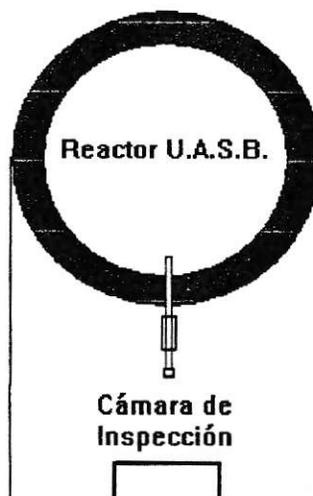


Figura 6.2 Vista de Planta de la Cámara de Inspección.



Se han considerado ocho puntos de muestreo a diferentes profundidades, los que están intercalados cada 0,5 m. Consistentes en cañerías de PVC de 1 pulgada, con llave de globo de igual dimensión ubicada al exterior del reactor, que nacen en el centro de este, es decir a 87 cm del borde interno de la pared. La excepción la constituye la válvula que se encuentra a mayor profundidad, la que debe ser de 2 pulgadas al igual que la cañería que la soporta, esto con el fin de facilitar la evacuación de los lodos.

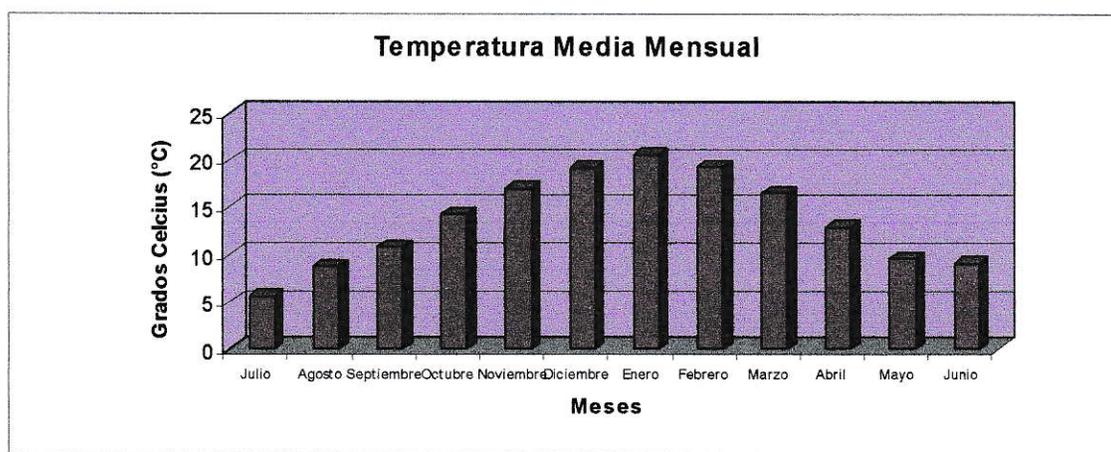
6.3 DISEÑO DEL REACTOR U.A.S.B.

6.3.1 Temperatura Ambiente versus Funcionamiento.

La limitación más importante de este tipo de reactor anaeróbico es la temperatura que requiere para un funcionamiento correcto, que debe ser de preferencia mayor a 15 °C, ya que menos que eso disminuye la actividad microbiana. Debido a la estacionalidad de la emisión de RILES, cuya mayor cantidad de volumen y carga se encuentra en los meses más cálidos del año, el reactor U.A.S.B. se puede considerar apto para esta industria

ubicada en una zona con clima templado con temperaturas promedio en verano de más de 15°C. (figura 6.3)

Figura 6.3. Distribución de la
Temperatura Promedio Anual en la Sexta Región



Con el fin de garantizar una temperatura más uniforme, la mejor forma de instalación del reactor es bajo tierra, con lo que también se evita la instalación de bombas para mover los RILES.

6.3.2 Forma del Reactor.

Según van Haandel A. y Lettinga G. (1994), en cuanto a la forma geométrica del reactor, existen dos opciones: rectangular o circular. La forma circular tiene la ventaja de dar una estabilidad estructural mayor, pero la construcción del separador GSL es más complicada que en uno rectangular. En el caso de la forma rectangular, la sección cuadrada es la más barata. Debido a esto existe una tendencia en los países subtropicales de dar solución a los problemas de tratamientos de aguas residuales construyendo reactores pequeños de forma circular y reactores grandes rectangulares. Por esto es que

en función de las necesidades de Château Los Boldos, la opción elegida es la construcción de un reactor cilíndrico dispuesto en forma vertical.

6.3.3 Volumen del Reactor.

Lettinga recomiendan que para conseguir una buena relación de remoción, es decir del orden de un 80% en cuanto a DBO, en circunstancias de que la temperatura promedio no es la óptima, el tiempo de residencia horaria (TRH) debe ser cercano a las 9 horas. A partir de estos datos el cálculo del volumen del reactor es el siguiente:

$$\text{Volumen del reactor (m}^3\text{)} = \text{TRH medio (h)} * \text{Caudal medio (m}^3\text{/h)} \text{ (ec. 6.1)}$$

Donde TRH = 9 h

 Caudal medio = 1,2 m³/h

Volumen del reactor = 10,8 m³.

6.3.4 Altura del Reactor.

El parámetro que limita la altura del reactor es la velocidad lineal media del líquido que normalmente no debe exceder el valor de 1 m/h, por tanto adoptando un margen de seguridad se define en 0,50 m/h, valor de la velocidad de ascensión escogido con el criterio de lograr una mayor eficiencia global en el proceso de tratamiento ya que así se evita la pérdida de lodo por arrastre de las partículas sólidas. La siguiente ecuación define la altura ideal del reactor en función de la velocidad de ascensión del RIL.

$$V_L = \frac{V_{\text{reactor}}}{\text{TRH} \times A} = \frac{H}{\text{TRH}} \quad (\text{ec. 6.2})$$

Donde: V_L = Velocidad ascendente del líquido (m/h).

A = área superficial del reactor UASB (m^2).

H = Altura (profundidad) del reactor UASB (m).

TRH = Tiempo de retención horaria (h).

V_{reactor} = Volumen del reactor (m^3).

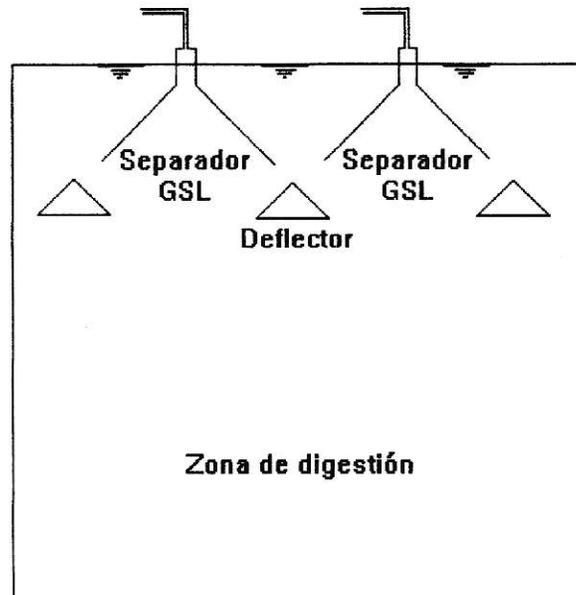
Altura del Reactor = 4,5m

6.3.5 Diseño del Separador Gas-Sólido-Líquido (GSL).

El separador GSL es quizás el dispositivo más importante y que más dedicación necesita en el diseño de un reactor U.A.S.B. (figura 6.4) esto ya que sus objetivos son tan diversos como:

- Separar y descargar el biogas producido en el reactor.
- Prevenir, tan eficientemente como sea posible, la eliminación o lavado de la biomasa encargada de la degradación.
- Permitir que el lodo se deslice dentro del compartimiento de digestión para así aportar a la digestión.
- Servir como una especie de barrera en el caso de que exista una rápida y excesiva expansión del manto de lodos dentro del reactor.
- Prevenir el lavado del lodo granular flotante.

Figura 6.4. Separadores GSL dentro de un reactor U.A.S.B.



Con el fin de satisfacer las necesidades anteriores, van Haandel A. y Lettinga G. (1994) propusieron una serie de parámetros técnicos a seguir al momento de diseñar el GSL:

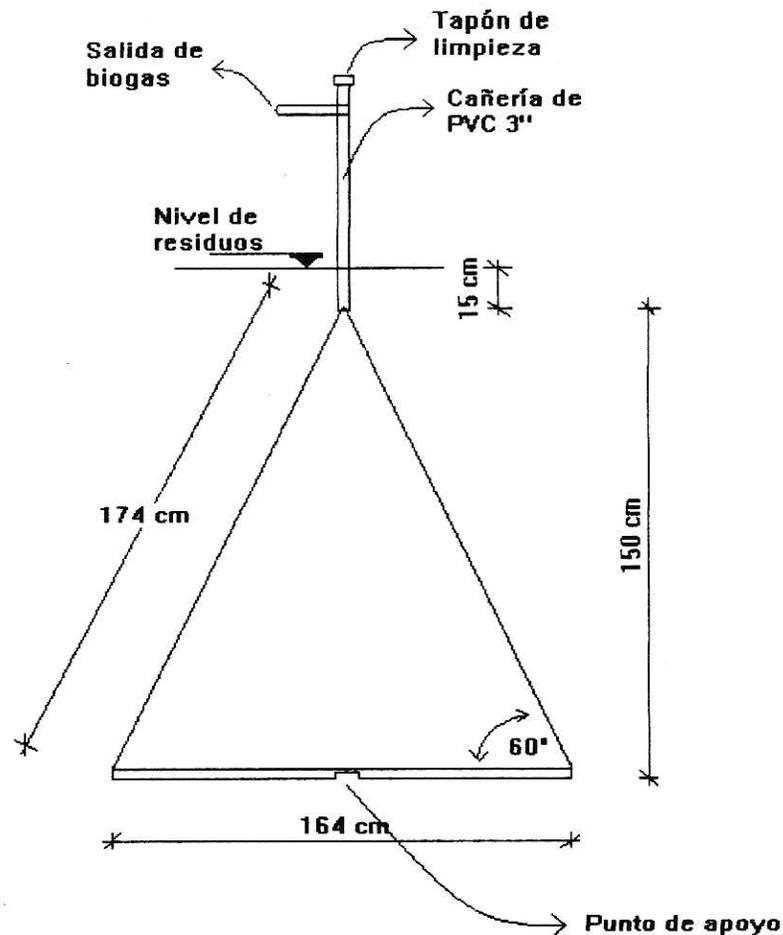
- El ángulo de la parte baja del sedimentador (pared inclinada del colector de gas) debe estar entre 45° y 60° con respecto a la horizontal.
- El área superficial de las aberturas entre los colectores de gas, en el caso de existir más de uno, debe ser de 15-20% del área superficial del reactor.
- La interfase líquido-gas debe ser mantenida en el colector de gas para facilitar la descarga y recolección de las burbujas de gas y así a su vez combatir la formación de una capa espumosa.
- El traslape de los deflectores instalados debajo de la apertura debe ser de 10-20 cm. con el fin de evitar que las burbujas de gas ascendentes entren al compartimiento de sedimentación, ubicado en la parte superior del reactor.

- El diámetro de los conductos de salida de gas deben ser suficientes para garantizar la fácil remoción del biogas de la campana de recolección, particularmente en el caso de formación de espuma.
- En la parte de arriba de la campana de gas, se deben instalar boquillas rociadoras antiespumantes en el caso de tratamiento de aguas residuales con alto contenido de espuma.

El separador GSL, tiene una doble función, que es en primer lugar captar el biogas producido por la degradación de la materia orgánica y por otro lado debe separar o decantar los flóculos de lodo que pueden llegar a ascender dentro del reactor. Esto se consigue creando una zona de decantación determinada por la inclinación de la campana, la cual a medida que el líquido o una partícula se aproxima a la superficie del agua, su velocidad tiende a disminuir. De ese modo los flóculos de lodo que son arrastrados y pasan por las aberturas del separador encuentran esta zona tranquila donde se busca que la velocidad de sedimentación de una partícula se torne mayor que la velocidad de arrastre del líquido a una determinada altura. Cuando se acumula una cantidad suficientemente grande de sólidos el peso aparente de ellos se tornará mayor que la fuerza de adherencia, de modo que estos se deslizarán, entrando nuevamente en la zona de digestión en la parte inferior del reactor. De esta manera la presencia de una zona de sedimentación encima del separador GSL resulta en la retención de lodos, permitiendo la presencia de una gran masa en la zona de digestión, en tanto que se descarga un efluente libre de sólidos sedimentables.

La altura a la que se instala el separador depende del volumen de zona de sedimentación que se quiere tener, para lo cual la bibliografía sugiere un volumen de sedimentación de 20% del volumen útil del reactor, esto es $2,14\text{m}^3$, por ende el separador GSL debe ser instalado bajo las especificaciones expuestas en la figura 6.5.

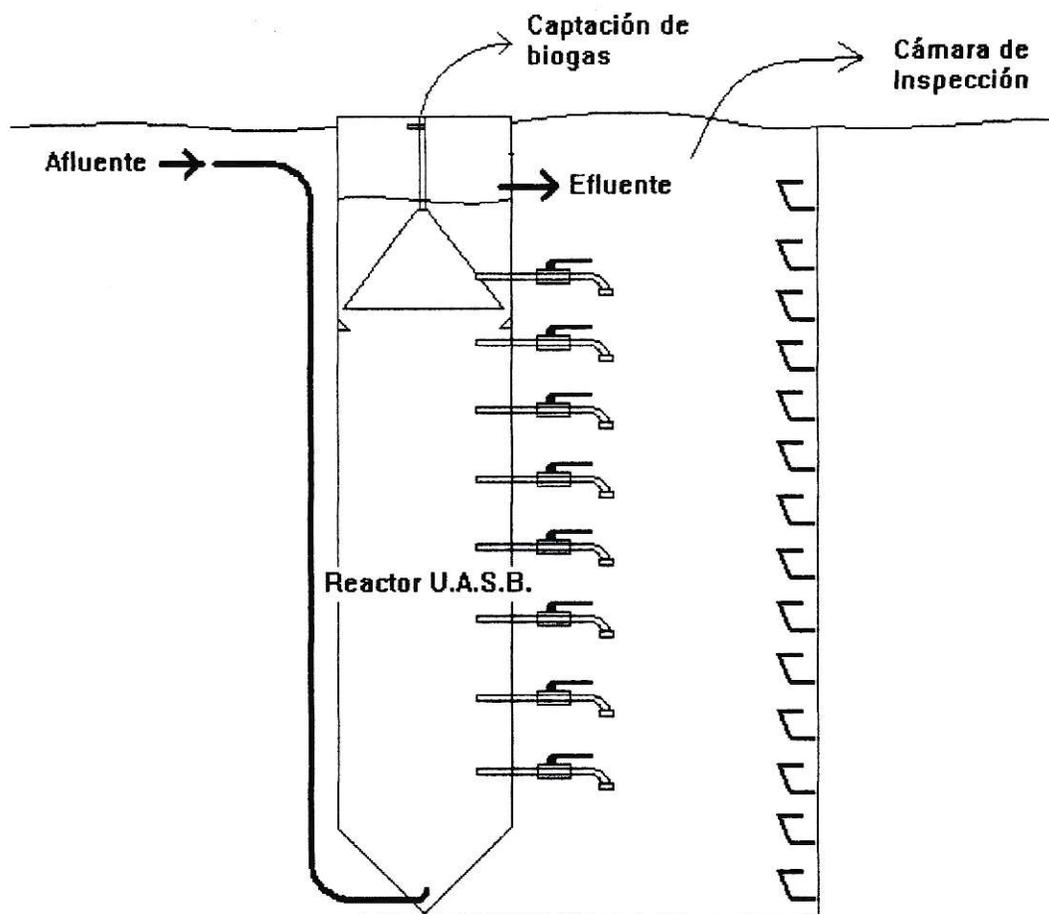
Figura 6.5. Dimensiones del separador GSL.



6.3.6 Alimentación del Reactor.

El reactor debe ser alimentado con los Riles que provienen desde la cámara desarenadora y homogenizadora, transportados en cañerías de PVC de 1", material utilizado para prevenir la corrosión. La inyección de las aguas industriales debe realizarse por la parte inferior del reactor en el centro de este, como se aprecia en la figura 6.6 debe considerarse un sistema de by-pass para prevenir inconvenientes y facilitar mantenciones.

Figura 6.6. Esquema general del Reactor U.A.S.B.



6.4 PUESTA EN MARCHA DEL REACTOR.

Este tipo de reactores anaeróbicos necesita de cierto tiempo de adaptación de los microorganismos para llegar a una digestión eficiente de la materia orgánica contenida en los RILES. Para esto es necesario inocular o sembrar los microorganismos, añadiendo lodos con alto contenido de estos, provenientes de algún sistema de tratamiento de aguas servidas cuyos afluentes se parezcan a los que va a recibir nuestro reactor. El inóculo debe ser a lo menos un 5% en volumen de la capacidad del reactor, es decir unos 530

litros de lodo aproximadamente, el que se puede obtener de la fosa séptica de Viña Chateau Los Boldos, que recibe las aguas servidas provenientes del servicio higiénico de las bodegas.

La adición de dichos lodos se debe efectuar lo más en lo más temprano posible, esto es cuando las temperaturas de la primavera lo permitan, con el objeto de darle el tiempo suficiente a las bacterias para que se aclimaten al nuevo sustrato y a los nutrientes que contenga y así lograr el equilibrio dentro del reactor previo a la época de mayor producción de RILES en los meses de verano.

CAPÍTULO VII, CONCLUSIONES.

7.1 PRODUCCIÓN LIMPIA.

El tema de Producción Limpia en las industrias tiene la falsa imagen de ser un proceso de muy difícil solución que implica la participación de personas altamente capacitadas en el tema e inversiones importantes que no son fáciles de abordar por las PYMES. Esta imagen no es correcta ya que lo más importante es el involucrarse en profundidad en los procesos de cada empresa con una visión abierta, para así formarse la mejor idea de las falencias en los procesos en temas de residuos y emisiones. Esto lo puede conseguir cualquier profesional que logre tener la independencia adecuada de la empresa, en lo posible una persona externa a esta, ya que si no está familiarizada con los procesos es más fácil ver los puntos críticos o errores cometidos periódicamente en los procedimientos y que a través del tiempo han pasado a formar parte de ellos.

Las soluciones, como se puede apreciar en este trabajo, son bastante sencillas en cuanto a su planificación e inversión, especialmente por que en su mayoría generan beneficios externos en cuanto a ahorro de capital en el largo plazo. Siempre es más conveniente, económicamente hablando, el tomar medidas de prevención de la contaminación y no pagar para el tratamiento y la disposición de los residuos generados indiscriminadamente por una industria.

7.1.1 Programa de minimización de desechos y emisiones.

Este programa tiene la gran ventaja de ligar los aspectos ambientales a la administración de Chateau Los Boldos de manera de darle un valor administrativo y hasta económico a estas variables, situación que no es fácil de lograr ya que históricamente los desechos son vistos como perjudiciales para cualquier empresa desde el punto de vista "end of pipe" o al final del proceso, y no con miras de prevención de la contaminación, esencial en Producción Limpia, donde las soluciones son buscadas en las primeras etapas de producción.

Así es como se generará un control sobre el consumo de agua, el que en este momento no es considerado como un gasto importante y que en el futuro sí debe ser apreciado, ya que los residuos generados deben ser tratados por Chateau Los Boldos o por terceros con un costo considerable. Junto con los residuos líquidos y el agua, los insumos en general, así como los residuos que estos generan, también deben ingresados al sistema propuesto, formando así un conocimiento continuo de los procesos que aquí se gesten, facilitando también una comprensión más cabal de todas las áreas, estimulando el “Mejoramiento Continuo”, factor que forma parte importante de la “Política de Calidad y Medio Ambiente” de Chateau Los Boldos.

7.1.2 Manejo de Sustancias Peligrosas y Plan de Contingencia.

Vital es para cualquier empleador, el conseguir que sus empleados trabajen de una forma eficiente y sabiendo que lo que están haciendo es correcto para su seguridad. Esto se logra contando con el respaldo de la gerencia, la que debe informar a todos los de empleados, cuáles son las medidas de seguridad básicas en su accionar y así no exponerse ellos o las instalaciones a peligros innecesarios.

7.1.3 Programa de Reciclaje.

La clave de un programa de reciclaje exitoso es el involucrar activamente a los empleados en su puesta en marcha y mantención. Con esto la empresa gana en ahorro de materias primas, en imagen corporativa y en la estimulación de sus operarios por una conducta ambiental correcta, esto con miras a la implementación de la Política de Calidad y Medio Ambiente.

7.1.4 Ahorro de Agua.

El uso actual del recurso agua no tiene en absoluto diferencia con las conductas antiguas de manejo del recurso, en que no existía ninguna conciencia de su importancia.

El agua es obtenida por medio de una cooperativa que extrae el recurso de un pozo profundo, para luego clorarla y distribuirla a todos los miembros de la comunidad, donde Chateau Los Boldos recibe la mayoría de la producción. El costo de esto es solo

el bombeo y desinfección, el que se puede considerar despreciable. Por esto los cambios en la conducta de los trabajadores y jefes no es fácil, ya que en la mayoría de sus hogares reciben el agua proveniente de la misma fuente.

El tomar medidas en cuanto a infraestructura para el ahorro de agua es básico para comenzar a demostrar a todos los empleados la tendencia que debe tomar Chateau Los Boldos en cuanto al ahorro de agua.

Implementando las medidas propuestas en cuanto a las mejoras de infraestructura y en conducta de lavado, es posible conseguir una economía importante en el recurso y un ahorro aún más significativo en el futuro tratamiento de las aguas residuales.

7.2 RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS.

Los RILES emitidos en la industria vitivinícola pueden llegar a ser muy diversos en cuanto a calidad y cantidad entre distintas empresas del rubro. Esto pasa principalmente por que existe muchas formas de fabricar el vino, determinadas estas por la historia de cada viña. Entre países o incluso entre valles en Chile, Europa y otras regiones productoras, se ha creado diversas tradiciones de cultivo de la vid, cosecha y manejo de bodega, existiendo, por ejemplo viñas productoras de vinos populares, quienes cuidan menos su producto comparadas con viñas de carácter "Premium" para las cuales cada gota de su mosto tienen una alta importancia económica.

Por esto es que los RILES generados por el rubro tienen cargas tan diversas, registrándose incluso para una misma empresa importantes fluctuaciones de caudal y carga en unas pocas horas, esto debido a que el proceso es discontinuo y poco programable en el tiempo, ya que el enólogo está constantemente tomando las decisiones que estima correctas para cumplir sus objetivos, manejando el proceso productivo en cada momento.

Al igual que en el tema de Producción Limpia, la solución del problema de manejo de RILES requiere de un estudio completo del proceso productivo para poder visualizar las características de estos y su régimen de emisión. Para conseguir esto es que planifiqué un período de monitoreo dentro de la vendimia, que consistió en la toma

de una serie de muestras cuyo análisis dio por resultado la gran oscilación de la carga contaminante de los RILES.

La variación horaria en el caudal de los RILES no está registrada científicamente ya que los valores disponibles son promedios de 24 horas, sin embargo es clara esta oscilación al observar las aguas servidas que salen de las bodegas.

7.2.1 Tratamiento por medio de un Reactor U.A.S.B.

La alternativa propuesta de instalar un reactor U.A.S.B. es la más conveniente para Chateau Los Boldos, ya que cumple con las necesidades más importantes de esta viña, como por ejemplo, la construcción de este tipo de reactores requiere un mínimo de espacio para su fabricación y funcionamiento, el cual no está disponible para la empresa y los terrenos aledaños tienen un alto valor comercial. El costo de instalación y operación es mucho menor a plantas de tratamiento alternativas no necesitándose personal con gran dedicación de tiempo ni estar especialmente capacitado en su funcionamiento. Además este reactor puede ser construido bajo tierra con lo que se minimiza el impacto paisajístico, factor que tiene gran valor para los intereses comerciales de Chateau Los Boldos. Por otro lado este sistema es capaz de hibernar con temperaturas bajas, adaptándose a la oscilación estacional de caudal y carga contaminante. Su funcionamiento no requiere de un tratamiento primario que extraiga partículas orgánicas ya que el reactor necesita de ellas para su correcto funcionamiento en la formación de flóculos de lodo. Por último este sistema de tratamiento puede ser combinado con la entrega de RILES a la empresa sanitaria de la zona, ESSEL S.A. en la época de invierno, donde están muy disminuidos los caudales, abaratando así los costos.

Los lodos generados por el reactor son de fácil extracción mediante la válvula dispuesta para ello, siendo de características aptas para ser utilizados directamente en mejorar los suelos de la viña, debido a su baja peligrosidad.

Cabe destacar que el sistema U.A.S.B. no ha sido instalado en climas subtropicales, de comportamiento similar al de Requínoa en época de verano, por lo que el tiempo en que el sistema se demore en adaptarse y que tome en llegar a un funcionamiento óptimo es difícil de calcular. Por esto es que se sugiere buscar las

posibilidades para instalar una planta piloto a escala de bajo costo, que pueda estar en condiciones de funcionar desde que la temperatura ambiental de la zona lo permita, y así conocer el medio adecuado para un funcionamiento eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Aliende F. (1996). Manual de Manejo de Residuos Sólidos Industriales. L. Venegas editor. Pp 26-32; 145-148.
- Arboleda J. (2000). Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. Mc Graw Hill ediciones. Pp 5-20.
- Bermúdez R., Rodríguez S., Martínez M. y Terry A. (1999). Ventajas del Empleo de Reactores UASB en el Tratamiento de Residuos Líquidos para la Obtención de Biogas. Centro de Estudios de Biotecnología Industrial. Editores Universidad de Oriente, Cuba. Pp 3-5.
- Centro de Producción Limpia, INTEC (2002). Documento de Difusión: Opciones de Producción Limpia en Procesos de Frutas y Hortalizas. Editores INTEC. Pp 10-41.
- Dominique Massenez (2002). Política de Calidad y Medio Ambiente de Chateau Los Boldos
- Conama (1998). Manual de Aplicación de la Norma de Emisión de RILES a Sistemas de Alcantarillado. Pp 7-34.
- Conama RM (1998). Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial. Almacenamiento, Transporte y Aplicación de Pesticidas. Pp 15-42.
- Consejo Nacional de Producción Limpia (2001). Política Nacional de Fomento a la Producción. Pp 17-25.
- Consejo Nacional de Producción Limpia (2002). Buenas Prácticas Agrícolas: Una Herramienta de Producción Limpia para el Sector Hortofrutícola. Editado por Consejo Nacional de Producción Limpia. Pp 2-5.
- Crites y Tchobanoglous (2000). Sistemas de Manejo de Aguas Residuales Para Pequeños Núcleos. Mc Graw Hill. Pp 397-515.
- Edwards J. (1995). Industrial Wastewater Treatment. Lewis Publishers. Pp73-97.
- Ganczarczyk J. y Dekker M. (1983). Activated Sludge Process. Marcelo Dekker Publishers. Pp 51-101.

- Gillmore F. y Poblete R. (1999). Manual de Bodegas, el Vino y sus Procesos. R. Poblete editor. Pp 7-9; 28-48; 78-81.
- Gobierno de Costa Rica (1996). 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos. Editado por el Gobierno de Costa Rica. Pp 6-51; 65-76.
- Mejía J. (1999). Diseño, Construcción y Evaluación de un Reactor UASB para en Tratamiento de Aguas Residuales. Tesis de Grado U. de San Simón. Pp 13-37; 39-42; 52-68.
- Metcalf y Eddy (1998). Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización. Mc Graw Hill. Pp 137-166.
- Rolim S. (2001). Sistemas de Lagunas de Estabilización. Mc Graw Hill. Pp 17-94.
- Secretaría Ejecutiva de Producción Limpia, Ministerio de Economía (2000). Uso de Tecnologías Limpias: Experiencias Prácticas en Chile. Editado por el Ministerio de Economía. Pp 5-20.
- Seoáñez M. (2000). Tratado de Reciclado y Recuperación de Productos de los Residuos. Multiprensa Ediciones. Pp 39-60; 209-236.
- van Haandel A. y Lettinga G. (1994). Anaerobic Sewage Treatment. Wiley Publishers. Pp 33-177.