

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE
PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA ELABORACIÓN
DE ETANOL HIDRATADO A PARTIR DE LA
MELAZA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

PRESENTADO POR:

ORLANDO JAVIER SIESQUEN LOPEZ

**LIMA-PERU
2006**

RESUMEN

El presente informe tiene como objetivo la implementación de un Programa de Producción Más Limpia (PML), en la elaboración de etanol hidratado a partir de la melaza, desarrollado en la Empresa Azucarera Andahuasi.

Para lograr este objetivo, se utiliza como herramienta el manual del CONAM, referido a la metodología a desarrollar en la implementación de un programa de Producción Más Limpia.

Durante la evaluación realizada, se pudo identificar las principales ineficiencias que se presentan en el proceso productivo, y los flujos contaminantes que se producen, siendo éstos de alto volúmenes de descarga.

En este sentido, se generó opciones de Producción Más Limpia, y para su evaluación se tomo base el método de la suma ponderada, la cual permite seleccionar aquellas que tienen un alto índice de participación en la solución de los problemas ambientales identificados. Al seleccionar las opciones más representativas, se elaboró un cronograma de actividades para lograr la implementación del programa, y realizar su seguimiento en los avances que se vayan presentando.

INDICE

	Pág.
RESUMEN	2
INDICE	3
I. INTRODUCCION	5
II. DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TECNICAS	
2.1. CORPORACION ANDAHUASI	
2.1.1. ANTECEDENTES	6
2.1.2. ORGANIZACION	7
2.1.3. OBJETIVOS	9
2.1.4. MISION	9
2.1.5. VISION	9
2.1.6. PRODUCTOS DE LA EMPRESA	10
2.2. CADENA DE CAÑA DE AZUCAR	
2.2.1. INTRODUCCION	10
2.2.2. CARACTERIZACION DE LA CADENA PRODUCTIVA	12
2.2.3. POTENCIAL DE LA CADENA PRODUCTIVA	13
2.3. PRODUCCION MAS LIMPIA	
2.3.1. DEFINICION	14
2.3.2. ESTRATEGIAS	15
2.3.3. RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL	17
2.3.4. METODOLOGIA PARA DESARROLLAR UN PROGRAMA DE PRODUCCION MAS LIMPIA	24
III. DESARROLLO DEL TEMA	
3.1. ETAPAS DEL PROGRAMA DE PRODUCCION MAS LIMPIA	
3.1.1. PLANEAMIENTO Y ORGANIZACION	
3.1.1.1. COMPROMISO GERENCIAL	25
3.1.1.2. EQUIPO CONDUCTOR DEL PROYECTO	26
3.1.1.3. OBJETIVOS GENERALES	26
3.1.1.4. ELABORACION DEL PLAN DE TRABAJO	27
3.1.1.5. IDENTIFICACION DE BARRERAS Y SOLUCIONES	28

	Pág.
3.1.2. AUDITORIA DE PRODUCCION MAS LIMPIA	
3.1.2.1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION	31
3.1.2.2. ANALISIS DE RESULTADOS	41
3.1.2.3. OPCIONES DE PRODUCCION MAS LIMPIA	46
3.1.3. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	
3.1.3.1. EVALUACION DE OPCIONES : METODO DE LA SUMA PONDERADA	49
3.1.3.2. EVALUACION ECONOMICA	51
3.1.3.3. EVALUACION AMBIENTAL	56
3. 1.4. IMPLEMENTACION Y SEGUIMIENTO	
3.1.4.1. OBTENCION DE FONDOS	58
3.1.4.2. IMPLEMENTACION DE LAS OPCIONES DE PRODUCCION MAS LIMPIA	60
3.1.4.3. SUPERVISION Y EVALUACION DEL AVANCE	61
3.1.4.4. MANTENIMIENTO	61
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1. CONCLUSIONES	62
4.2. RECOMENDACIONES	63
V. BIBLIOGRAFIA	64
VI. ANEXOS	
6.1. INFORME DE AUDITORIA DE PRODUCCION MAS LIMPIA	65
6.2. GLOSARIO DE TERMINOS	71

I. INTRODUCCION

' En el desarrollo de los conceptos y técnicas, se presenta a la Empresa Azucarera ANDAHUASI, describiendo sus antecedentes, organización empresarial, misión y visión, y sus productos de venta. Siendo la caña de azúcar la materia prima a utilizar para la obtención de la melaza, se detalla sus principales características, su caracterización y potencialidad en la cadena productiva.

Luego, se incorpora el concepto de Producción Más Limpia, mostrando sus características, estrategias y metodología para su implementación. Paralelamente se describe el concepto de Responsabilidad Social Empresarial.

En el desarrollo del tema, se presenta la metodología para desarrollar el programa de PML, describiendo cada etapa y ejecutando sus procedimientos. Así comenzamos con el planeamiento y la organización, es decir, contactándonos con los representantes de la empresa y su compromiso de llevar a cabo el programa; la auditoría en la planta, levantando la información in situ y proponiendo las mejores opciones de PML; la evaluación de factibilidad de las opciones generadas, mediante un estudio técnico, económico y ambiental; la implementación y seguimiento del programa de PML, analizando el financiamiento a realizar, el periodo de implementación, así como su seguimiento y mantenimiento.

Finalmente, se presenta las conclusiones y recomendaciones recogidas del estudio realizado del programa de PML, así como la bibliografía utilizada y los anexos respectivos.

II. DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TECNICAS

2.1. CORPORACION ANDAHUASI

2.1.1. ANTECEDENTES

El nombre de Andahuasi proviene del vocablo Yunga “ AMAHUASHA” que significa “ NO IR MAS ALLA “ , esto posiblemente por la ausencia de un puente sobre el río.

Sus orígenes se remontan al imperio de los Incas, y las tierras estaban administradas dentro del dominio del Inca Pachacamac; gobernante de un pueblo agricultor y guerrero.

Años después la Corona Española cedió las tierras a los religiosos Frailes Agustinos, quienes en 1846 venden las mismas a Martín Majan y en 1896 se inicio la transferencia del fundo de manos nacionales a extranjeras.

El norteamericano Sigmundo Jacoby y el ingles Edgardo Luckie, con el aval económico del banco del Perú y Londres, representado por Salvador Labery asumen la administración de la Hacienda Andahuasi ; luego en 1923 con las aportaciones del Capital Social de la Sociedad Frazer Luckie e Hijos, constituyen Andahuasi State Company Limited.

Dedicados al cultivo de la caña de Azúcar; instalan por primera vez el Ingenio de 600 Ton. de caña diaria (TCD), que en la actualidad es una moderna Planta Industrial con una capacidad de molienda de aproximadamente 2500 TCD.

Se encuentra situada a la altura del kilómetro 40,5 de la carretera Huaura-Sayán, provincia de Huaura, Lima-Perú (Figura N°1).



**Figura N°1 : Altura del kilómetro 40,5 de la carretera Huaura-Sayán
Provincia de Huaura**

2.1.2. ORGANIZACIÓN

CORPORACION ANDAHUASI, esta constituida a través de tres empresas:

- 1) EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.
- 2) EMPRESA INDUSTRIAL ANDAHUASI S.A.C.
- 3) EMPRESA AGRARIA ANDAHUASI – MANCO CAPAC.

EL DIRECTORIO, que es la suprema autoridad de la Organización, está integrada por representantes de nivel.

Es, asimismo, la instancia que establece las políticas generales de la empresa; estudia, evalúa y aprueba el Plan de Actividades de la Organización, el Programa y Presupuesto global y fija las cuotas anuales; además es responsable de llevar a cabo la Junta General para nombrar el Directorio por el período correspondiente.

1) EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.

Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. se transformó en Sociedad Anónima por mandato del Decreto Legislativo No. 802 y el reglamento D.S. No. 005 96 AG, según acta de acuerdo de cambio de modelo empresarial de fechas 13 de agosto y 19 de diciembre de 1996 inscrita en la ficha No. 0001 y estatutos, el 10 de febrero y 14 de marzo de 1997. Así consta en las copias certificadas, otorgadas por el notario Angel R. Flores Lanegra.

Tiene la condición de Sociedad Anónima Abierta, cotizando en la Bolsa de Valores de Lima y su duración es indefinida.

Desarrolla actividades agrarias de cultivo de caña de azúcar, frutales, actividades pecuarias, entre otros.

También la fabricación de licores, así como su comercialización.

2) EMPRESA INDUSTRIAL ANDAHUASI S.A.C.

Empresa Industrial Andahuasi S.A.C., se constituyó por escrituras públicas del 03 y 14 de Julio como del 18/11/98, otorgadas ante el Notario Angel Flores Lanegra y Junta General de Accionistas del 28/06/98. Fue inscrita en Registro Públicos, en la ficha electrónica No. 50002001, el 22 de diciembre de 1998 en Huacho. Inició sus operaciones desde el día 30 de junio de 1998.

Subsidiaria de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. En un 99.99% se dedica a la industrialización de la caña de azúcar, produciendo y comercializando azúcar blanca, azúcar rubia, alcohol, melaza, bagazo y otros derivados.

3) EMPRESA AGRARIA ANDAHUASI - MANCO CAPAC S.A.

Empresa Agraria Andahuasi Manco Cápac S.A., se transformó en Sociedad Anónima por mandato del D. S. N° 024-92-AG y D.S. N° 030-92-AG, según acta de acuerdo de cambio de modelo empresarial de fecha 20 de Abril de 1997. Así consta en las copias certificadas otorgadas por el Notario Angel Flores Lanegra.

Desarrolla actividades agrícolas del cultivo de la caña de azúcar, actividades pecuarias, prestación de servicios diversos y su comercialización.

2.1.3. OBJETIVOS

- a) Promover la participación de los sembradores , agroindustriales, en la bolsa de productos, para abastecer al mercado nacional.
- b) Articular el sector azucarero peruano con proveedores de maquinarias y equipos de Brasil, USA y otros, para reconvertir los ingenios, mejorando la eficiencia y reducir los costos de fabricación de planta.
- c) Establecer la política comercial consensuada del sector azucarero, a partir de sus potencialidades en el exterior.
- d) Desarrollar un sistema de información del mercado azucarero de actualización constante.
- e) Aprovechar que la caña tiene múltiples derivados para la elaboración de estudios en productos alternativos al azúcar, evitando la saturación de este mercado.
- f) Mejorar la gestión de las empresas agroindustriales para mejorar la competitividad del sector azucarero peruano en el exterior.
- g) Promover la importación directa de insumos de la agroindustria y sembradores organizados, para reducir los costos y mejorar la competitividad del sector.

2.1.4. MISIÓN

Ser empresa líder en la actividad azucarera en general y en las unidades de negocio de diversificación agrícola e industrial, a través de la excelencia de sus procesos de producción y de dirección; que le permita competir exitosamente en el mercado global.

2.1.5. VISIÓN

Producir azúcar , sus derivados, así como sus productos agropecuarios e industriales, con estándares de calidad cada vez más altos, para satisfacer a los consumidores, sobre la base de la modernización de los equipos, innovación, tecnología y el mejoramiento continuo. Todo hecho al menor costo posible, para

aumentar el valor de las acciones y obtener un adecuado posicionamiento en el mercado.

2.1.6. PRODUCTOS DE LA EMPRESA

Son los siguientes

- Azúcar Rubia 50 Kg
- Azúcar Blanca 50 Kg
- Azúcar Dulce Vida Blanca
- Azúcar Dulce Vida Rubia
- Alcohol Cilindro
- Alcohol 2 litros
- Alcohol 1 litro
- Alcohol ½ litro
- Melaza
- Bagazo

2.2. CADENA DE CAÑA DE AZUCAR

2.2.1. INTRODUCCION

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es uno de los cultivos más viejos en el mundo, tanto como el proceso por el cual se extrae el azúcar. Se cree que el cultivo empezó hace unos tres mil años como un tipo de césped en la isla de Nueva Guinea y de allí se extendió a Borneo, Sumatra e India.

Cristobal Colón trajo plantas de caña de azúcar en su segundo viaje, en 1493, a la Isla La Española, sin que éstas prosperaran. Ocho años más tarde, en 1501, fueron introducidas plantas que sí crecieron. El éxito de las plantaciones de caña de azúcar en Santo Domingo expandió el cultivo a lo largo del Caribe y de América del Sur. La caña de azúcar se siembra en la costa del Perú desde la época colonial y tuvo su máximo apogeo en 1870, durante el denominado “boom del guano”, cuando la mayor parte de los capitales se orientaron a este cultivo (Figura N°2).



Figura N°2 : Sembríos de Caña de Azúcar

A finales del siglo XIX, la Guerra del Pacífico, la deuda externa y la caída del precio internacional del azúcar debido al inicio de la producción con remolacha, generaron la crisis del sector azucarero en el país, que a su vez dio inicio a la concentración de la agroindustria azucarera, con los Larco en la hacienda “Roma”, los Gildemeister en “Casa Grande” y Grace en “Cartavio” y “Paramonga”.

Durante la Reforma Agraria de los años 70 se crearon las cooperativas agrarias, ocupando las áreas pertenecientes a las empresas agroindustriales. Las políticas de intervención estatal y los malos manejos en las cooperativas ocasionaron su quiebra. Posteriormente, en los años 90, el Estado interviene y propicia la conversión de las cooperativas en empresas agrarias.

En la actualidad, estas empresas están ubicadas en los departamentos de Lambayeque (Pomalca, Pucalá y Tumán), La Libertad (Cartavio, Casa Grande y

Laredo), Ancash (San Jacinto), Lima (**Andahuasi** y Paramonga) y Arequipa (Chucarapi) y son las que producen la mayor parte del azúcar que se oferta en el mercado nacional (aproximadamente el 90%).

2.2.2. CARACTERIZACION DE LA CADENA PRODUCTIVA

La cadena productiva de caña de azúcar en el Perú, se define como el conjunto de agentes que participan en la producción, transformación y comercialización de ésta en sus diferentes derivados, que generan sub-cadenas, siendo la principal la que corresponde a la cadena productiva del azúcar. Se considera la siguiente estructura básica y se describen los principales agentes (Figura N°3).

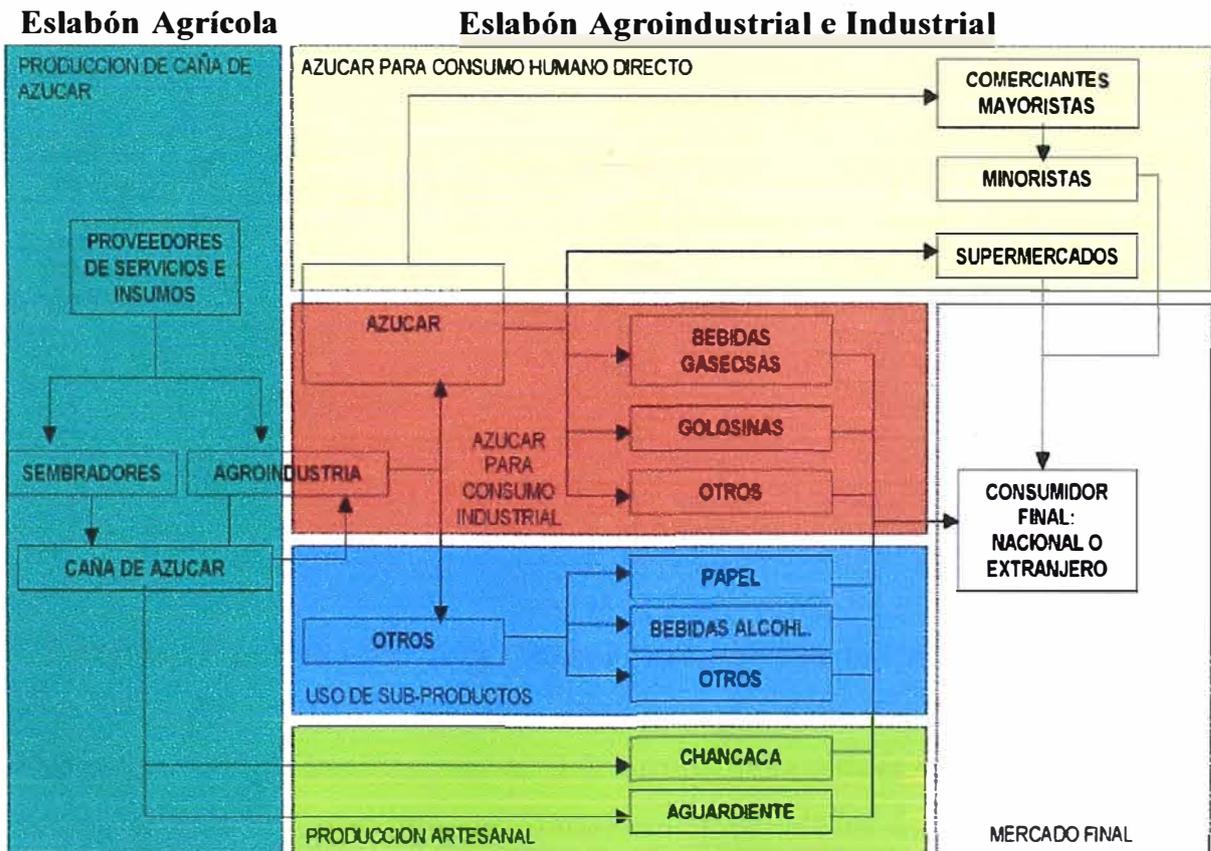


Figura N° 3 :Cadena Productiva de la Caña de Azúcar

2.3. PRODUCCION MAS LIMPIA

2.3.1. DEFINICION

Producción Más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada para los procesos, productos y servicios, con el objetivo de incrementar la eficiencia y reducir los riesgos sobre la población humana y el ambiente.

En los procesos se orienta a:

- La conservación y ahorro de materias primas, agua y energía, entre otros insumos.
- La reducción y minimización de la cantidad y peligrosidad de residuos (sólidos, líquidos y gaseosos).
- La sustitución de materias primas peligrosas y la reducción de los impactos negativos que acompañan su extracción, almacenamiento, uso o transformación.

En los productos se orienta a:

- La reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final.

En los servicios se orienta a:

- La incorporación de la dimensión ambiental tanto en el diseño como en la prestación de los servicios.

FUENTE: (PNUMA)

Esto implica cambios de actitud, gestión responsable, evaluar nuevas tecnologías, crear políticas e incrementar el valor a los clientes. Los beneficios para las empresas que implementan prácticas de Producción Más Limpia incluyen:

- **Mejoras en la productividad y la rentabilidad:** los cambios a efectuarse en la producción conllevan a un aumento en la rentabilidad, debido a un mejor aprovechamiento de los recursos y a una mayor eficiencia en los procesos, entre otros.
- **Mejoras en el desempeño ambiental:** un mejor uso de los recursos reduce la generación de residuos, los cuales pueden, en algunos casos, reciclarse, reutilizarse o recuperarse. Consiguientemente, se reducen los costos y se simplifican las técnicas requeridas para el tratamiento al final del proceso y para la disposición final de los residuos.
- **Mejoras en la imagen:** por ser amigables con el medio ambiente.
- **Mejoras en el entorno laboral:** contribuye a la seguridad industrial, higiene, relaciones laborales, motivación, etc.
- **Adelantarse a gestiones futuras inevitables:** a corto o mediano plazo, las empresas deberán adecuarse a la reglamentación ambiental. Ante esta realidad, es preferible ser parte de la gestión del cambio antes de que se imponga por la reglamentación o por las exigencias del mercado, tomando en cuenta que los recursos son limitados y, en el largo plazo, las empresas no tendrán derecho a “derrochar” recursos, que a otros les pueden faltar, aunque paguen por ellos.

2.3.2. ESTRATEGIAS

El enfoque de Producción Más Limpia requiere la aplicación de un criterio jerárquico en las prácticas de gestión ambiental . El orden de preferencias en la toma de decisiones sobre diseño y explotación es como sigue:

Prevencción de la generación de residuos y emisiones
 Reciclaje
 Tratamiento
 Eliminación segura

Entre las prácticas de Producción Más Limpia tenemos

1. Buenas prácticas operativas

- Procedimientos de Organización y Métodos.
- Prácticas de gestión.
- Segregación de residuos.
- Cronograma de producción.
- Control de inventario.

2. Substitución de insumos

- Insumos menos tóxicos.
- Materiales renovables.
- Materiales auxiliares que aporten un tiempo de vida más largo en producción.

3. Mejor control de los procesos

- Procedimientos operativos e instrucciones de los equipos disponibles y redactados en forma clara de manera que los procesos se ejecuten más eficientemente y produzcan menos residuos y emisiones.
- Registro de las operaciones para verificar cumplimientos de especificaciones de procesos.

4. Modificación del equipo

- Mejor equipo.
- Mejores condiciones de operación.
- Equipo de producción e instalaciones de manera que los procesos se hagan con mayor eficiencia y se generen menores residuos y emisiones.

5. Cambio de tecnología

- Cambios en la planta.
- Mayor automatización.

- Mejores condiciones de operación.
- Tecnología nueva.

6. Reutilización, recuperación y reciclaje in situ

- Reutilización de materiales residuales dentro del mismo proceso para otra aplicación en beneficio de la empresa.

7. Producción de sub-productos útiles

- Transformación del residuo en un subproducto que puede ser vendido como insumo para empresas en diferentes sectores del negocio.

8. Reformulación /rediseño del producto

- Diseño con menor impacto ambiental durante o después de su uso.
- Diseño con menor impacto ambiental durante su producción.
- Incremento de la vida útil del producto.

2.3.3. RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL (RSE)

¿Qué se entiende por Responsabilidad Social Empresarial?

El principal objetivo de una empresa es generar riqueza y crear empleo. Pero también se señala que la responsabilidad social conlleva servir bien a los clientes, ofrecer productos de calidad, ofrecer buenas condiciones laborales a los trabajadores como a los accionistas.

Una mirada diferente plantea que existen diversas responsabilidades sociales que son compartidas por diferentes actores de la sociedad. Sin embargo, se reconoce que la discusión sobre RSE en Perú es incipiente, aunque es posible identificar un cúmulo de experiencias realizadas por las empresas en diferentes ámbitos como educación, capacitación, salud y vivienda. Una mirada complementaria señala que en el ámbito de la RSE el sector privado ha realizado un aporte en estas materias mayor que las realizadas por el Estado y las organizaciones de la sociedad civil dedicadas a dichos temas.

Se reconoce también que los cambios de paradigma ocurridos en los últimos años han ejercido un impacto en los actores tradicionalmente vinculados a la responsabilidad social, como el Estado, los partidos políticos y sindicatos, quienes han ido perdiendo terreno en la búsqueda de soluciones a los problemas que aquejan a la sociedad. Mientras que la empresa por su capacidad, prestigio y contribución a temas sociales ha ido conquistando espacios que antes le estaban vedados.

Al tenor de estas apreciaciones y cambios de escenario en las sociedades contemporáneas la RSE aparece como un concepto multidimensional y no por lo tanto carece de precisión terminológica. Sin embargo, es posible aglutinar las diferentes visiones, orientaciones y percepciones ofrecidas por un grupo de representantes del mundo empresarial peruanos, respecto a lo que significa RSE en los siguientes argumentos:

a) Acción social y Responsabilidad Social Empresarial: alcances y límites.

En la actualidad es preciso definir cuáles son las fronteras o límites de las acciones sociales que llevan a cabo las empresas, es decir, cuál es la responsabilidad realmente empresarial. Una respuesta que surge es que una empresa realiza acción social cuando realiza su actividad económica, como por ejemplo comprar, vender, generar empleos, pagar sueldos e impuestos. Por la naturaleza de la organización empresarial cualquier acción social debería también ser rentable para ésta. Por lo tanto, si se acepta esta premisa se debe distinguir cuál es el sujeto depositario de la responsabilidad social empresarial: la empresa o el empresario.

Debido a lo anterior, es preciso identificar cuál es la función principal de los sujetos que promueven la RSE, en este sentido se identifican dos: el empresario (en tanto individuo que actúa por diferentes motivaciones) y la empresa (en tanto organización orientada a la producción de bienes y servicios), siendo dos piezas fundamentales para el desarrollo de la RSE.

En tanto *empresario*, la RSE se manifiesta en el desafío de colaborar en la consecución del bien común, crear riqueza, organizar los factores de la producción para generar bienes y servicios que la comunidad requiere y crear fuentes de empleo. Esta visión se fundamenta en la idea que lleva a señalar que el sector privado debe asumir un rol protagónico en materias de bienestar social, especialmente en la disminución de la pobreza a través del mejoramiento de la salud, educación, capacitación, vivienda, empleo, recreación, deporte y cultura.

Una mirada diferente plantea que, en primer lugar, es el empresario o ejecutivo son quienes toman las decisiones; en segundo lugar, si se quiere llegar a ser empresario con vocación social tiene que haber sido educado en esos valores.

Una idea que complementa lo anterior señala que la denominación socialmente responsable es para quien desarrolla la RSE en su empresa pagando bien a los trabajadores, pagando las imposiciones y siendo un buen ciudadano, mientras que, las empresas socialmente responsables son principalmente las más grandes. La empresa, en tanto una persona jurídica, promueve la RSE a través de los empresarios y los ejecutivos encargados de crear el clima al interior de la empresa para que los empleados y demás personas de ésta se involucren.

Respecto a la *empresa*, existe un amplio acuerdo al señalar que existen diferentes tipos de RSE según la ubicación, tamaño y sector productivo donde se desenvuelve cada empresa. Se reconoce también que existe diferencia entre aquellas empresas que desarrollan planes de RSE y de aquellas que no lo hacen.

La RSE significa que la empresa debe adoptar un compromiso con los desafíos que tiene el país, en este sentido se señala que dicha RSE va a depender del nivel de desarrollo que tiene el entorno donde se inserta la empresa. Si se considera a Perú como un país con un índice de desarrollo humano de tipo medio, una empresa tiene que velar, en primer lugar, por la rentabilidad, pero también debe apostar a crear un entorno que ofrezca estabilidad y bienestar social en aquellos ámbitos o áreas que el Estado o las ONG's no han podido asumir debidamente.

Por lo tanto, es esta última mirada de la RSE la que significa trascender a las prioridades propiamente económicas e involucrarse con algunos problemas o desafíos que existen en la sociedad peruana.

Aquellas acciones que llevan a cabo las organizaciones gremiales de empresario, en el ámbito de la “pobreza dura” son signos de RSE. En efecto, quienes no tienen muchas posibilidades de subsistir sólo disponen de la limosna y del tiempo que dedican las personas para apoyarlos. Sin embargo, existen otros que sí cuentan con potencial de desarrollo para reinsertarse a la sociedad y que, a diferencia de los anteriores, no requieren de dádivas personales sino “socios” que los acompañen en este proceso.

b) La empresa ciudadana como sujeto de RSE.

Una mirada diferente, entre los participantes, señala que se debe entender el concepto de RSE más allá de la función de productor de bienes y servicio. En este sentido se argumenta que si bien el objetivo de una empresa es generar rentabilidad para la sociedad donde está inserta significa también que debe reconocerse como un actor que ejerce su ciudadanía al igual que los demás. Es lo que se reconoce también con el nombre de “empresa ciudadana”.

c) La RSE responde a una mirada nueva y sistémica de las relaciones empresa-sociedad.

Si el debate respecto a la RSE se sitúa en el año 2000 hay que reconocer que los criterios que están predominando se vinculan a una época donde la empresa actúa dentro de un sistema mayor como un país o dentro de las dinámicas de la economía global. Sin embargo, es preciso detectar algunos matices para evitar confusiones. Uno de ellos se refiere a que los empresarios no están llamados a desempeñar un papel de “personas buenas”, esto puede sólo suceder en el ámbito de la acción privada, que en definitiva es la llamada filantropía, diferente de la RSE. Por lo tanto, es necesario comprender este fenómeno desde una mirada

sistémica e integrada a los profundos cambios de esta “nueva era con predominio de lo femenino” y, a partir de aquí, entonces, conocer cómo se inserta la labor de la empresa en el ámbito nacional, regional o planetario.

d) La RSE comprendida sólo hacia el interior de la empresa.

Entre los argumentos ofrecidos se desprende que la RSE tiene dos dimensiones muy nítidas:

Para el caso de una empresa privada la *RSE interna* se basaría en: a) obtención de utilidades, en tanto indicador de eficacia y eficiencia en la administración de recursos; b) responsabilidad con los trabajadores de la empresa, mejorando su bienestar, medio ambiente laboral interno, participación, seguridad, higiene, capacitación.

e) La RSE comprendida en el ámbito externo de la empresa.

Existen tres dimensiones nítidas:

- ***Desarrollo económico:*** En este primer nivel el papel preponderante lo lleva a cabo la empresa y todos los actores que la sostienen (accionistas, ejecutivos, trabajadores, proveedores y clientes).

- ***Protección y Preservación del Medio Ambiente:*** En el segundo nivel, existe una tendencia creciente en la última década en el ámbito mundial, que plantea que tanto la protección como preservación debe ser comprendida como una tarea que deben realizar de manera compartida la empresa privada, el Estado y las organizaciones de la Sociedad Civil, y donde los ciudadanos se sientan parte de los procesos de decisión existentes para canalizar e interpretar sus demandas medioambientales.

- ***Desarrollo Social:*** Si bien se reconoce que la actividad preponderante es llevada por las instituciones del Estado y más recientemente por las ONG's no se

desconoce el rol que están desarrollando muchas empresas en diversas materias de interés social (capacitación, educación, apoyo al arte y a la cultura, entre otras). Existe una visión que plantea que, si se acepta la idea de que el desarrollo empieza por el propio desarrollo de las personas, es conveniente canalizar el aporte por la vía de la educación, y sólo de esa forma se estará contribuyendo al desarrollo de la comunidad y del país. Esta primera definición temática es un paso importante para poder canalizar los esfuerzos que en la actualidad están dispersos y así poco a poco se pueden ir cubriendo otras áreas y otras necesidades con la colaboración del sector privado y del Estado.

En efecto, se señala un aumento en la conciencia de las empresas para superar los niveles de pobreza que afectan actualmente a Perú. Esta situación las lleva a desplegar esfuerzos y desarrollar iniciativas en el ámbito de la RSE. Dicha preocupación aumenta cuando se analizan las consecuencias que se derivan de las condiciones de inseguridad ciudadana y de riesgo social. Al respecto, se advierte que esto puede originar una situación de inestabilidad en la sociedad peruana si las empresas no asumen la RSE como un compromiso efectivo y real.

f) La RSE según diferentes sectores productivos.

En el ámbito de una empresa vinculada al sector forestal y la relación con la RSE, se traduce en cómo internalizar y combinar la creación de riqueza, la protección al medio ambiente y el desarrollo social, los pilares en los cuales se sostiene el desarrollo sustentable. Además, existen otras preocupaciones en este tipo de empresas como son la prevención de riesgo, capacitación y formación del personal, así como los programas de salud para los empleados que en ocasiones son utilizados por la comunidad circundante, especialmente en el sector rural donde la atención estatal en este ámbito no llega. Otro aspecto importante donde se manifiesta la RSE es en los campamentos, los cuales deben estar adecuados al trabajo que se realiza en términos de higiene, recreación y capacitación. Existe una brecha importante entre lo que encuentran en dichos campamentos y la vida cotidiana del trabajador; por ejemplo, allí disponen de agua, luz y otras

comodidades mínimas de las cuales carecen en sus propios hogares. Entonces, toda esta experiencia la transportan y se va irradiando a otros sectores de la comunidad, y esto debe ser comprendido como un resultado positivo de lo anterior.

En efecto, en los últimos años se ha ido extendiendo la idea de que cualquier actividad que desarrolle una empresa tiene un efecto en el entorno, ya sea en el ámbito local, regional, nacional o mundial. Se observa que en países del hemisferio norte, especialmente Estados Unidos de América, esto ha llevado a que muchas empresas, desde hace muchas décadas, hayan desarrollado planes de RSE. Al igual que las personas, las empresas tienen diversas motivaciones e intereses que las llevan a diseñar e implementar dichos planes. Al respecto, se agrega que una de las modalidades más extendida han sido la creación de fundaciones que han contribuido por la vía de la cooperación privada internacional a la superación de problemas sociales de diferente tipo.

g) La dimensión ética como un elemento transversal en la RSE.

Existe coincidencia entre algunos participantes que en la actualidad la ética, al igual que los temas económicos y legales, ocupa un lugar determinante en la implementación de planes de RSE por parte de la empresa. Lo anterior permite mejorar los niveles de confianza entre los diferentes actores públicos y privados, como también conduce a afianzar la legitimidad social en los consumidores y en los diferentes sectores de la sociedad. Se reconoce que sólo así la empresa podrá alcanzar mayores niveles de sustentabilidad económica y social.

En este mismo sentido, se agrega, para que una empresa sea sostenible en el tiempo debe incluir en su visión y misión esta dimensión ética, especialmente por quienes las dirigen. Sólo de esta manera es posible ejecutar planes de responsabilidad social de largo plazo, y comprometer tanto al empresario como al trabajador.

2.3.4. METODOLOGIA PARA DESARROLLAR UN PROGRAMA DE PRODUCCION MAS LIMPIA

La implementación de un programa de Producción Más Limpia en una empresa es un proceso compuesto de 5 etapas (Figura N°5).

- 1.- Planeamiento y organización.
- 2.- Auditoría de Producción Más Limpia.
- 3.- Estudio de Factibilidad.
- 4.- Implementación y seguimiento de las opciones de PML.
- 5.- Mantenimiento.

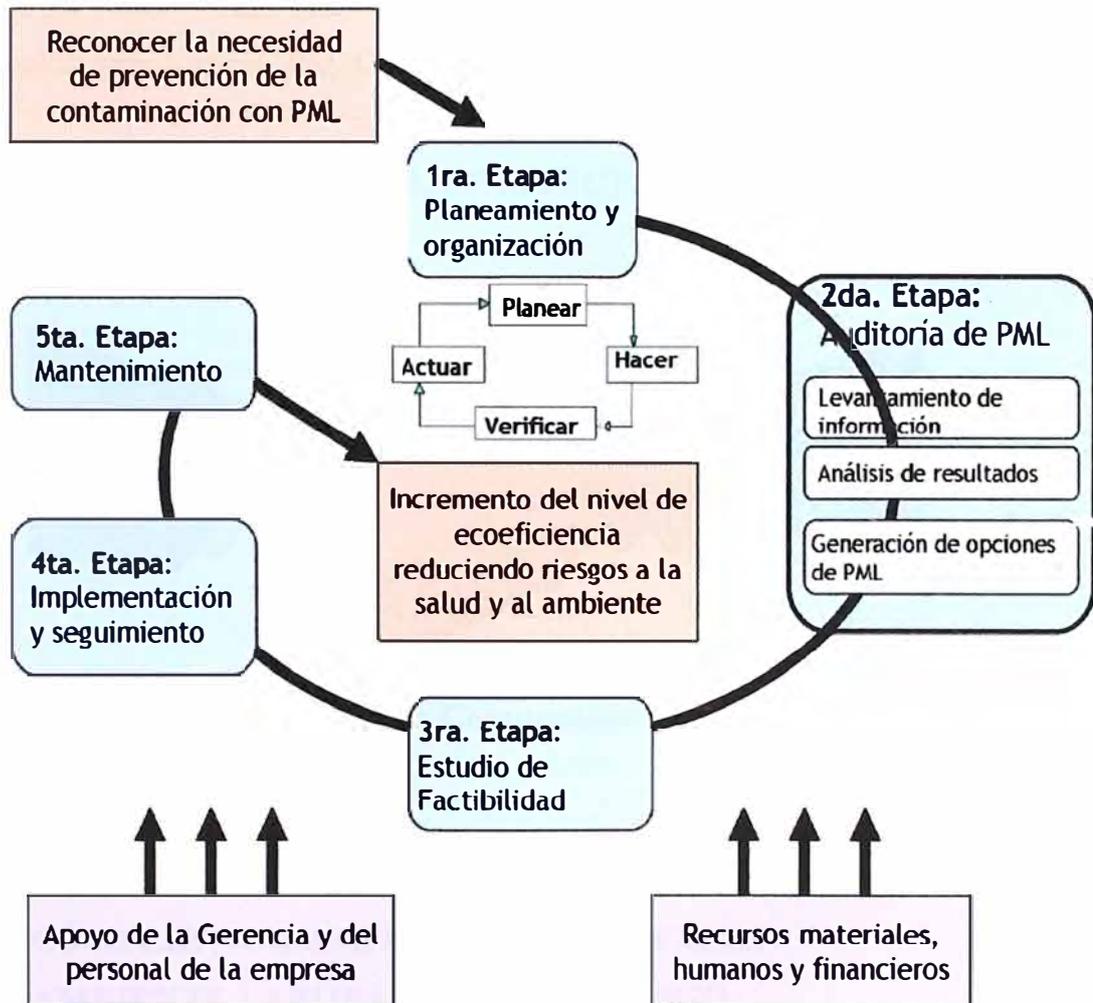


Figura N°5: Etapas para la implementación de un programa de Producción Más Limpia

III. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. ETAPAS DEL PROGRAMA DE PRODUCCION MAS LIMPIA

3.1.1. PLANEAMIENTO Y ORGANIZACIÓN

3.1.1.1. COMPROMISO GERENCIAL

Se crea el proyecto “**PRODUCCION MAS LIMPIA EN LA ELABORACION DEL ETANOL HIDRATADO A PARTIR DE LA MELAZA**”, entre el Gerente de Fábrica, Ing. Marco Polo Fuentes, y el representante del Programa de Producción Más Limpia, Ing. Orlando Siesquén López (Figura N°6).

CREAN PROYECTO

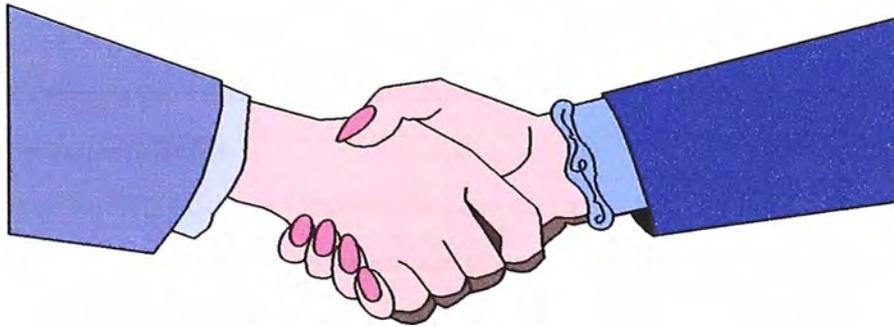


Figura N°6 : Compromiso Gerencial

Siendo responsabilidades de la Gerencia de Fábrica:

- CUMPLIR NORMAS GUBERNAMENTALES**
- AMBIENTE LABORAL DE BAJO RIESGO**
- IMPLEMENTACION DE PRACTICAS LIMPIAS**
- MEJORES PRACTICAS OPERATIVAS**

3.1.1.2. EQUIPO CONDUCTOR DEL PROYECTO

El equipo conductor está conformado por:

1. Ing. Eduardo Núñez Cámara, Gerente General

2. Ing. Marco Polo Fuentes, Gerente de Fábrica

Responsabilidades

- Demostrar el compromiso de la empresa.
- Tener autoridad para implementar cambios.
- Mantener planes de continuidad del Programa de Producción Más Limpia.

3. Ing. Orlando Siesquén López, Representante del Programa de Producción Más Limpia.

Responsabilidades

- Ofrecer informaciones sobre los procesos actuales.
- Contribuir con ideas para los cambios de los procesos y productos.
- Identificar parámetros para mejorar operación.

4. Trabajadores de la producción

Responsabilidades

- Proporcionar descripciones exactas de las prácticas de producción.
- Dar apoyo para implantación de los cambios en la línea de producción.
- Realizar las mediciones necesarias y mantener el plan de monitoreo.
- Auxiliar en el mantenimiento de los planes de continuidad.

3.1.1.3. OBJETIVOS GENERALES

a) Promover la introducción integral y sistemática de prácticas de producción más limpia en el sector productivo, orientando su gestión hacia el uso sostenible de los recursos naturales, materias primas y energía, la adopción de tecnologías más limpias, optimización de los procesos y disminución de las cargas contaminantes que emiten al medio.

b) Brindar alternativas de aprovechamiento económico de los residuales generados en los sectores productivos prioritarios, teniendo en cuenta la experiencia nacional e internacional y las potencialidades existentes en el país.

c) Toma de medidas internas que no provocan cambios en los procedimientos de fabricación, sino que mejoran aspectos tales como la organización de la producción, el control de las fuentes de contaminación y el adecuado manejo del agua, materias primas y productos.

d) La toma de medidas internas puede ir acompañada por cambios tecnológicos en el proceso de producción, que van a promover el reuso del agua, la sustitución de algunos materiales usados en el proceso y la recuperación de determinadas sustancias que previamente se vertían en los efluentes y que a partir de los cambios se pueden utilizar dentro del mismo proceso tecnológico.

3.1.1.4. ELABORACION DEL PLAN DE TRABAJO

El programa de actividades para el desarrollo del proyecto de Producción Más Limpia, tiene una duración de 6 meses, desde el 6 de Octubre del 2006 hasta Marzo del 2007, comprendiendo actividades de sensibilización en Producción Más Limpia, Auditoria de Producción Más Limpia, elaboración y presentación del informe final, implementación de medidas, seguimiento de medidas de Producción Más Limpia adoptadas, y la elaboración y presentación de informe de seguimiento.

A continuación se detalla el programa de actividades para el desarrollo del proyecto : **“PRODUCCION MAS LIMPIA EN LA ELABORACION DEL ETANOL HIDRATADO A PARTIR DE LA MELAZA”** , donde se indica la actividad, el mes de trabajo y los productos obtenidos (Tabla N°1).

Tabla N°1: Programa de actividades para el desarrollo del proyecto de Producción Más Limpia

ACTIVIDAD	MES						PRODUCTOS
	Oct 06	Nov 06	Dic 06	Ene 07	Feb 07	Mar 07	
1. Sensibilización en “Producción Más Limpia” (mín. 2 horas de duración).	x						Capacitación del personal
2. Auditoria de Producción Más Limpia- recopilación de información (1-3 días en total).	x						Plan de Auditoria
3. Auditoria de Producción Más Limpia- trabajo de campo (1-3 días en total).	x						Informe de Auditoria
4. Elaboración y presentación del Informe Final (3-4 semanas).	x						Informe Final
5. Implementación de medidas (2-6 meses).	x	x	x	x	x	x	---
6. Seguimiento de Medidas de Producción Más Limpia adoptadas.	Al año de haber implantado las oportunidades.						Reporte de Seguimiento
7. Elaboración y presentación de Informe de Seguimiento							

3.1.1.5. IDENTIFICACION DE BARRERAS Y SOLUCIONES

Entre las principales barreras y líneas de acción recomendadas al implementar el Programa de Producción Más Limpia tenemos

BARRERAS

A) SENSIBILIZACIÓN, DIFUSIÓN, CAPACITACIÓN

- ❑ Poco interés de los empresarios para implementar PML.
- ❑ Falta y/o escasa difusión entre los empresarios de los beneficios de implementar PML.
- ❑ Falta capacitación en PML de los grupos interesados.

B) TECNOLOGIA

- ❑ Escasa introducción de tecnologías limpias en el país.
- ❑ Falta investigación para desarrollar tecnologías limpias.
- ❑ Falta desarrollar mayor cantidad de proyectos demostrativos.

C) GESTION

- ❑ La visión empresarial en el Perú es generalmente de corto plazo.
- ❑ Mayor importancia al beneficio inmediato en el productor.
- ❑ Resistencia al cambio en la empresa.

D) LEGISLACION

- ❑ Limitada incorporación de criterios de PML en las normas legales.
- ❑ Diferentes niveles de aplicación de PML en proceso/ producto/servicio.

E) FINANCIAMIENTO

- ❑ Falta y/o escasez de recursos económicos y financieros para implementar PML.

LINEAS DE ACCION

A) SENSIBILIZACIÓN, DIFUSIÓN, CAPACITACIÓN

- ❑ Desarrollar Programas de Capacitación a gremios.
- ❑ Elaborar e implementar Programas de Capacitación en PML para instituciones financieras.
- ❑ Identificar y difundir casos nacionales exitosos de PML.
- ❑ Identificar perfiles (ámbito empresarial) para preparar videos de difusión de PML.

B) TECNOLOGIA

- ❑ Identificar tecnologías que se usan actualmente en sectores priorizados.
- ❑ Identificar instituciones encargadas de desarrollar ID: universidades, CONCYTEC, etc.
- ❑ Promover acuerdos institucionales para desarrollar programas conjuntos.
- ❑ Identificar posibles áreas para desarrollar proyectos demostrativos.

C) GESTION

- ❑ Desarrollar planes estratégicos público-privados por sectores.
- ❑ Formular y difundir los instrumentos específicos de gestión para PML.

D) LEGISLACION

- ❑ Elaborar diagnóstico de la normatividad a nivel de gobierno nacional, regional y local (provincial).

- Formar Grupos Técnicos.
- Formular normas técnicas.
- Desarrollar Guías.

E) FINANCIAMIENTO

- Identificar posibles fuentes de financiamiento para proyectos PML: Banca local, internacional, organismos internacionales, cooperación técnica, entre otros.
- Establecer mecanismos de coordinación entre la oferta y demanda de recursos financieros.

3.1.2. AUDITORIA DE PRODUCCION MAS LIMPIA

3.1.2.1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION

A) MAPA DE PROCESOS

Los procesos se clasifican en

ESTRATEGICOS : Procesos destinados a definir y controlar las metas de la empresa, sus políticas y estrategias. Estos procesos son gestionados directamente por la Alta Dirección en conjunto.

OEPRATIVOS : Procesos destinados a llevar a cabo las acciones que permiten

Desarrollar las políticas y estrategias definidas para la empresa, dando servicio a los clientes. De estos procesos se encargan los directores funcionales, que deben contar con la cooperación de los otros directores y de sus equipos humanos.

DE APOYO O SOPORTE : Procesos no directamente ligados a las acciones de desarrollo de políticas, pero cuyo rendimiento influye directamente en el nivel de los procesos operativos.

En base a los conceptos dados, el esquema general del MAPA DE PROCESOS de la empresa CORPORACION ANDAHUASI, es como se presenta a continuación (Figura N°7).

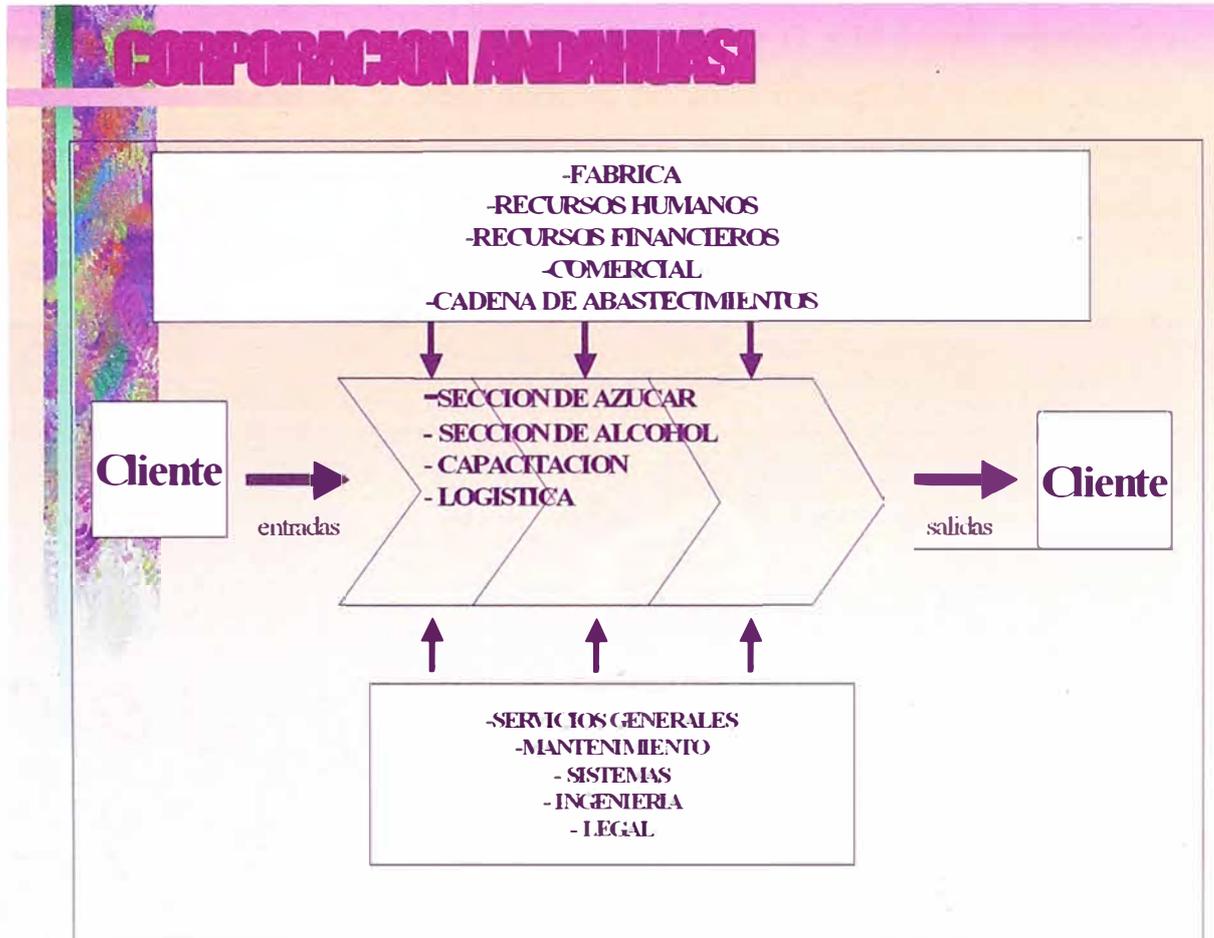


Figura N°7 : Mapa de Procesos de la Corporación Andahuasi

B) DESCRIPCION DEL PROCESO

PROCESO DE PRODUCCION DE ETANOL HIDRATADO

MELLE-BOIMET

El proceso productivo se inicia en el área de Campo con la preparación de los terrenos, trazado y construcción de vías de riego, drenaje y elaboración de surcos, labores previas a la siembra de la caña. Una vez concluida esta etapa, continúa la

selección de la semilla y se procede a la siembra y riego de germinación, actividades que se complementan con la aplicación de abonos, control de plagas y de malezas.

Una vez tiene lugar la maduración de la caña entre los 12 y 14 meses, se procede a su cosecha, involucrando la labor agrícola del corte manual de la caña. Se alza mecánicamente y se conduce a la fábrica por medio de modernos y eficientes equipos de transporte, para dar comienzo al proceso de elaboración de alcohol (Figura N°8).



Figura N°8 : Transporte de la Caña de Azúcar a la Planta

En la Fábrica, tiene como fase inicial, el muestreo, pesaje y lavado de la caña. De ahí, el material pasa a las picadoras y los molinos. El bagazo resultante en la molienda, se emplea en las calderas para la producción del vapor utilizado en el proceso, y la generación eléctrica para atender las necesidades de la planta, y generándose excedentes para su venta. Para el desarrollo de la ingeniería del proceso, la planta de producción de etanol hidratado se divide en 6 secciones :

1. *Sección de Almacenamiento.*
2. *Sección de Dilución.*
3. *Sección de Pre-fermentación.*
4. *Sección de Fermentación.*
5. *Sección de Centrifugado*
6. *Sección de Destilación, Rectificación y Repase.*

1. Sección de Almacenamiento.

La melaza obtenida desde la fábrica de azúcar es transportada vía transferencia de tuberías o carros de almacenamiento a la planta de alcohol etílico. La melaza es colocada en un tanque de almacenamiento de concreto, bajo tierra, por bombeo de la melaza, con una capacidad de 700 Tn. La melaza contiene una concentración de 85° Brix (Figura N°9).



Figura N°9 : Tanque de Almacenamiento de la Melaza

2. Sección de Dilución.

Cuando el proceso ha comenzado, la melaza almacenada será bombeada al tanque de dilución, para ajustarlo a una concentración de 24° Brix, utilizando agua fría.

El mosto obtenido presenta los carbohidratos listos para la inoculación o vacunación de los cultivos de semillas. La melaza utilizada en este proceso no necesita ser esterilizada por un proceso diseñado especialmente.

Después que la melaza es diluida a la concentración deseada, una mezcladora automática ayudará a darle una concentración homogénea para el proceso de fermentación, antes de que sea bombeado a una serie de fermentadores de acero.

(Figura N°10).



Figura N°10 : Tanque de Dilución

3. Sección de Pre-fermentación.

El tanque de pre-fermentación, con una capacidad de 10 m³, es equipada en conjunto con el equipo de cultivo de granos y los instrumentos de cultivo diseñados especialmente. Este proceso es realizado bajo una exacta supervisión de laboratorio, incluyendo la selección de la inoculación de los granos de levadura (*saccharomyces*), la adición de nutrientes, el ajuste del pH a 4,5 mediante la adición de ácido sulfúrico, el control de la temperatura, y finalmente, la limpieza y esterilización de la máquina de cultivo de levadura para la realización del siguiente lote (Figura N°11).

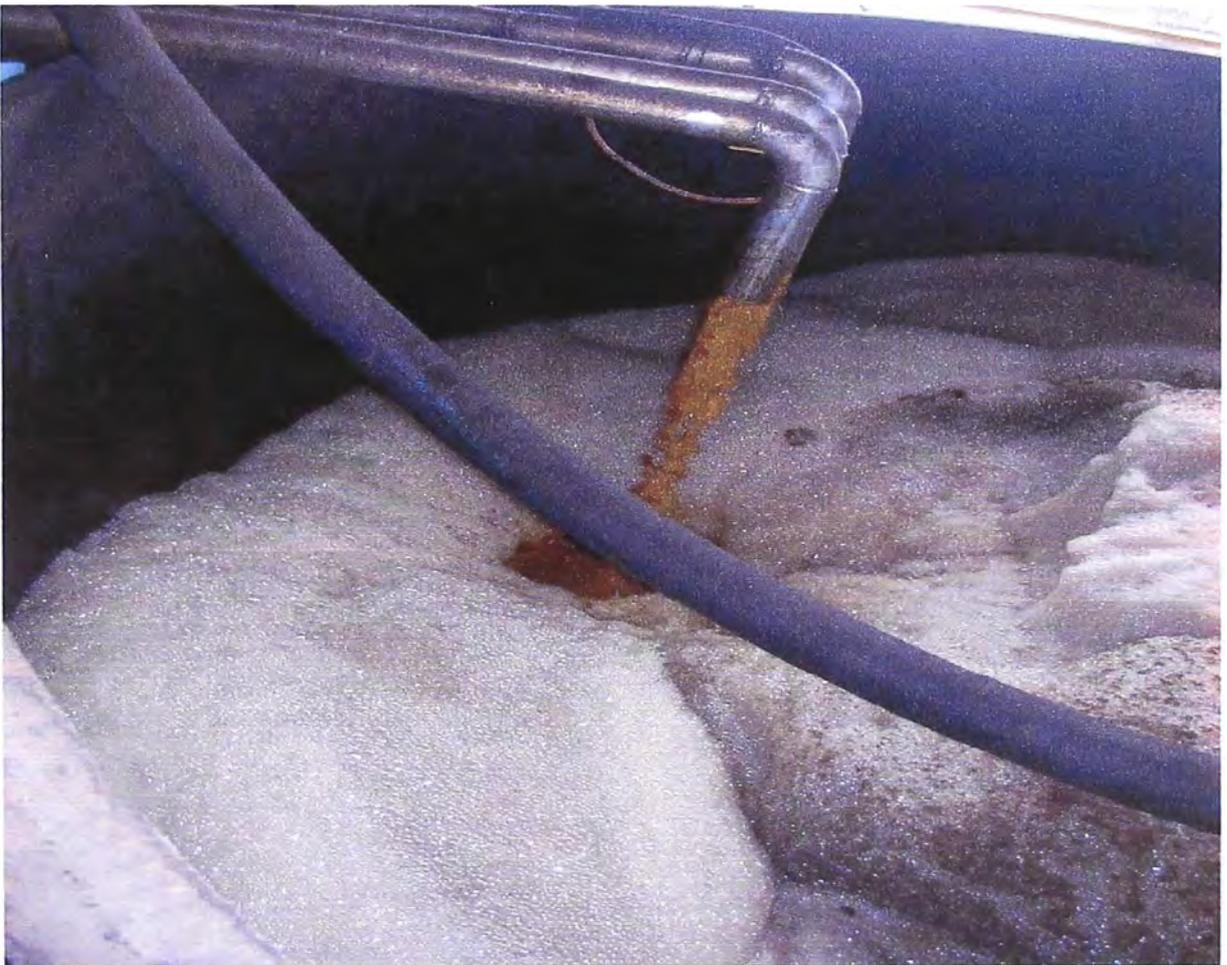


Figura N°11 : Tanque de Pre-fermentación

4. Sección de Fermentación.

Existen 5 cubas de fermentadores, cada una con una capacidad de 30 m³.

En estas unidades se efectúan, por acción biológica de la levadura, la transformación de los azúcares fermentables contenidos en el mosto, en alcohol etílico y gas carbónico.

El mosto es mezclado, en el paso hacia la fermentación, con la crema de levadura proveniente del sistema de pre-fermentación, transfiriéndose secuencialmente a través de los fermentadores. El proceso dura 9 horas, a una temperatura de operación de 33°C, bombeándose la masa fermentada a una centrífuga.

El calor de fermentación se elimina mediante un sistema de duchas de enfriamiento, circulando externamente a las cubas de fermentación, utilizando agua de acequia (Figura N°12).



Figura N°12 : Tanques de Fermentación

5. Sección de Centrifugado

La centrífuga tiene como objetivo separar la levadura y enviarla al tanque de pre-fermentación, en donde el pH es ajustado a 4,5; después del cual se recircula la crema de levadura directamente a los fermentadores.

El gas carbónico procedente de los fermentadores se ventea a la atmósfera. La masa fermentada, con un contenido de alcohol de 8°GL, sigue por gravedad desde la centrífuga hasta un tanque, desde donde se bombea a la destilería, conformada por tres columnas de destilación (Figura N°13).



Figura N°13 : Centrífuga

6. Sección de Destilación, Rectificación y Repase.

El vino obtenido con 8% de etanol en peso es bombeado hacia las destiladoras a través de una serie de intercambiadores, utilizando el calor de los vapores de la columna rectificadora y el de la vinaza, obtenida de los fondos de la columna mostera; para llevarla hasta 78°C. Esta mezcla entra a la sección de despojo de la columna mostera, la cual permite que el dióxido de carbono escape. En esta columna el etanol es removido de las sustancias que no fermentaron y del agua. El etanol y vapor de agua dejan la parte superior de la columna con un 75% en peso y entran a la rectificadora. Los líquidos y sólidos residuales conocidos como vinaza, salen por el fondo de la columna, siendo utilizada como abono fertilizante; previamente circulando por un sistema de intercambiadores de calor, sin recibir tratamiento alguno.

La producción de vinaza representa 13 veces la producción de alcohol etílico. En la rectificadora el alcohol es llevado a un 92% en peso y entra a la columna de repase. Desde la base de la columna rectificadora se extrae la vinaza restante, no recuperada en la columna anterior.

En la columna de repase, el alcohol es llevado a su punto azeotrópico (96%V). Los productos más volátiles, los cuales todavía pueden contener rastros de aldehídos y alcohol, son condensados completamente y transportados detrás de la parte superior del destilador. Cerca de la parte superior de la columna, el 96%V del alcohol es absorbido a través del condensador para su almacenamiento.

En todo el sistema de destilación se utiliza 5 Kg de vapor/l de alcohol producido. El producto final es denominado Alcohol Rectificado Fino, obteniéndose una producción diaria de 12 000 l diarios, el cual se le daría un mayor valor agregado si pasaría por un sistema de deshidratación y desnaturalización, para utilizarlo como biocombustible (Figura N°14).

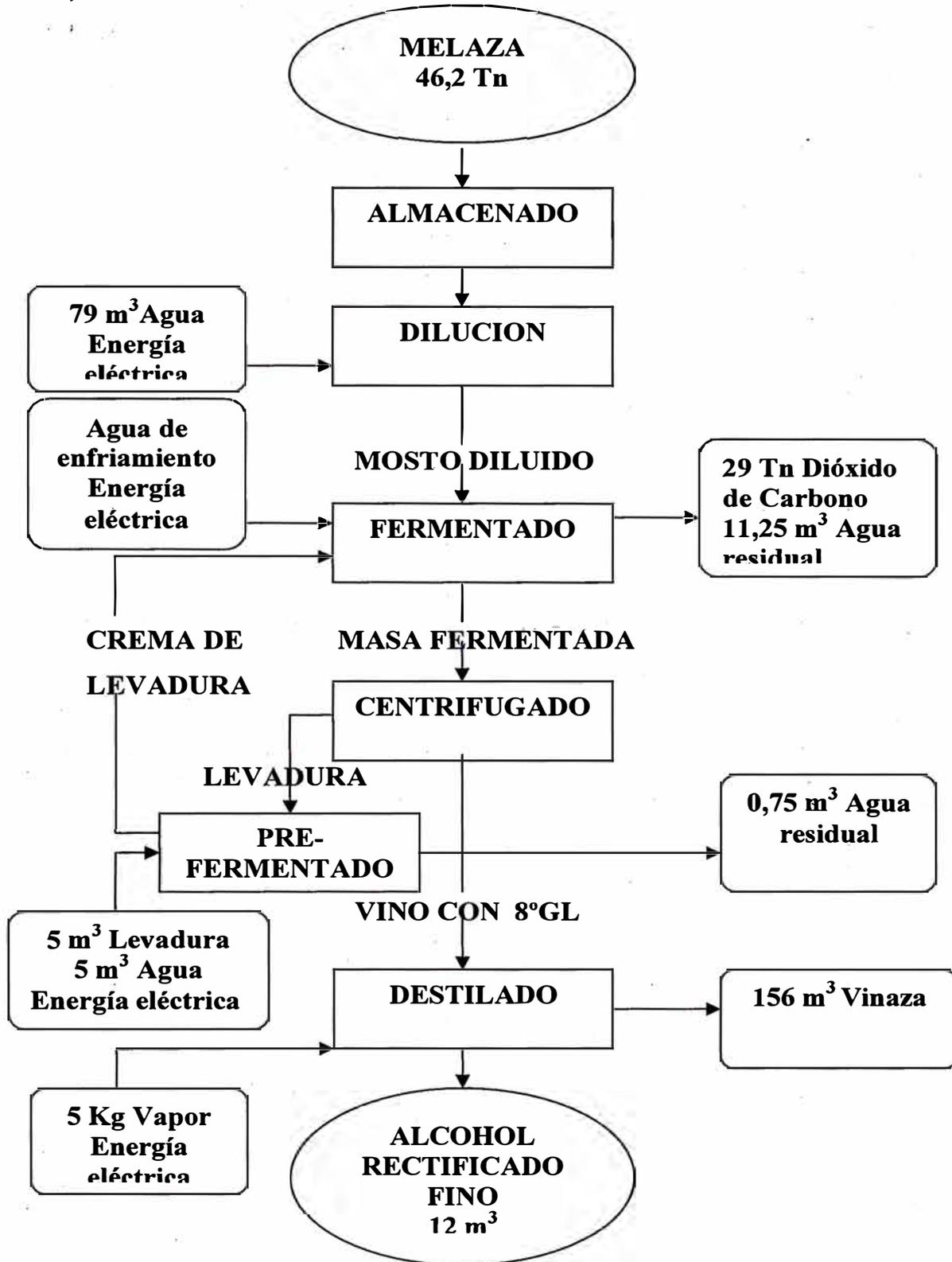


Figura N°14 : Sección de Destilación

El balance de material de los procesos productivos descritos anteriormente, se muestra en el siguiente diagrama de flujo, donde los datos tomados se refieren a la producción de un día.

3.1.2.2. ANALISIS DE RESULTADOS

A) DIAGRAMA DE FLUJO



B) FLUJOS DE CONTAMINANTES

1. IDENTIFICACION DE CONTAMINANTES

Contaminante, es todo elemento compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o periodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.

Del diagrama de flujo se puede mencionar los efluentes producidos en la industria del alcohol:

- ✓ Vinazas
- ✓ Dióxido de carbono
- ✓ Aguas residuales

Vinazas

Entre todas las corrientes líquidas que se producen durante el proceso de destilación por medios fermentativos, destacan por su alto poder contaminante las llamadas vinazas, que no son otra cosa que los productos de fondo de la columna mostera, con un pH que varía entre 3,5-4,0.

Es un subproducto del proceso de destilación, posee una alta carga contaminante, pero también sustancias atractivas para el campo, es por eso que se puede utilizar previo tratamiento como fertilizante.

La composición de las vinazas pueden variar de lugar en lugar, de acuerdo a la materia prima usada, los terrenos donde se cultive la caña, los nutrientes empleados, los aditivos que se utilicen en el proceso de fermentación y otra serie de factores.

Dióxido de Carbono

Es el principal causante del calentamiento global de la Tierra. El dióxido de carbono, también conocido como bióxido de carbono, óxido de carbono y anhídrido carbónico, es uno de los gases más abundantes en la atmósfera. Y juega un papel importante en los procesos vitales de plantas, animales y, en definitiva, para el ser humano, como en la fotosíntesis, la respiración o en diversas actividades internas del cuerpo humano. El CO₂, en cantidades adecuadas, es uno de los gases de efecto invernadero que contribuye a que la Tierra tenga una temperatura habitable, ya que impide la salida de calor de la atmósfera. Y es que sin CO₂, la Tierra sería un bloque de hielo.

Sin embargo, un exceso de CO₂ provoca una subida de la temperatura excesiva, dando lugar al calentamiento global, del que se sospecha que puede provocar un aumento de la actividad de las tormentas o el derretimiento de las placas de hielo de los polos, lo que provocará diversos problemas ambientales, como inundaciones en los continentes habitados.

Aguas residuales

Están conformadas por las aguas de enfriamiento, lavado de fermentadores y tanque de crema de levadura, y las aguas de limpieza en general.

Estos efluentes se caracterizan por tener un alto contenido de sólidos disueltos biodegradables, alto contenido de cenizas, alta temperatura y bajo pH.

Las aguas residuales producidas son muy concentradas y esto significa un alto peligro para el medio ambiente.

En caso de no recuperarse la levadura producida la contaminación puede incrementarse en un 40%.

Estas cifras demuestran la importancia de encontrar sistemas eficientes de depuración de estos residuales líquidos, antes de ser vertidos a cualquier cuerpo receptor.

2. CONCENTRACION Y CARGA DE CONTAMINANTES

La siguiente información está en función al nivel de producción de la planta, el cual se analizará en función a datos reales de la empresa.

La tabla N° 2 muestra los índices de caudal así como la concentración de DBO.

A través de esta tabla se nota que las aguas de limpieza de los fermentadores y tanque de crema presentan una DBO de 24,72 Kg/m³ y al mezclarse con los mostos o residuales procedentes del área de destilación, cuya DBO es 14,045 Kg/m³, produce residuales líquidos combinados cuya DBO es aproximadamente 16,29 Kg/m³, con una descarga específica de 1,4 m³/hl de alcohol y 0,407 kg DBO/l de alcohol.

Tabla N°2 : Volumen y carga orgánica de las aguas residuales

Clasificación	Volumen m3/hl de alcohol	Carga Orgánica Kg DBO/l de alcohol	Con DBO mg/l
Vinaza	1,3	0,328	14 045
Limpieza de fermentadores y tanque de crema	0,1	0,044	24 720
Residuales Combinados	1,4	0,407	16 290

Fuente: Corporación Andahuasi

3. LIMITES PERMISIBLES Y ASPECTOS LEGALES

Se utilizará los datos del sector Hidrocarburos, para ello utilizaremos las tablas N°3 y N°4, para determinar los límites permisibles para cada contaminante identificado.

Los efluentes orgánicos de las destilerías, se considerará al cuerpo receptor como clase III.

Tabla Nro. 3 : Límites de demanda bioquímica de oxígeno (5 días, 20°C y de oxígeno disuelto (OD)). Valores en mg/l

Parámetro	I	II	III	IV	V	VI
DBO	5	5	15	10	10	10
OD	3	3	3	3	5	4

Fuente: PERU LNG S.R.L.

Tabla Nro. 4 : Niveles máximos permisibles de emisión de efluentes líquidos para las actividades de hidrocarburos

Parámetro Promedio	Valor en cualquier momento	Valor anual
pH	Mayor que 5.5 y menor que 9	
Aceites y grasas (mg/l) Para vertimientos en el mar	50	30
Aceites y grasas (mg/l) Para vertimientos en aguas continentales	30	20
Bario (mg/l)	5.0	3.0
Plomo	0.4	0.2

Fuente: PERU LNG S.R.L.

Comparando la Tabla N°2 con las tablas N°3 y N°4, se concluye que la concentración de DBO (mg/l) en las aguas residuales, es 1086 veces la concentración que pide la ley de aguas, establecida para el cuerpo receptor.

Además, se tiene que regular el pH (ácida), ya que se encuentra fuera del rango permisible establecido por la norma del sector.

En base a los resultados obtenidos, se genera las opciones de producción más limpia.

3.1.2.3. OPCIONES DE PRODUCCION MAS LIMPIA

1. MATERIA PRIMA E INSUMOS

- ✓ Utilización de melaza clarificada o de gran calidad, la que está hecha en base al jugo de caña de azúcar clarificado y filtrado, para eliminar las impurezas.

La melaza clarificada presenta 30% de azúcares totales y 70% de azúcares reductores, la cual permitiría aumentar la eficiencia del proceso de fermentación

- ✓ Evaluar el tipo de levadura a utilizar, la cual debe reunir las siguientes condiciones
 - Ser capaz de fermentar el mosto eficientemente, ya que los monosacáridos no son todos igualmente fermentables y, por ejemplo, las hexosas, glucosa, fructosa y manosa, son fácilmente fermentables por numerosas levaduras, mientras que la galactosa solo lo hacen algunas especies.
 - Producir altas concentraciones de alcohol.
 - Tolerar altas concentraciones de alcohol.
 - Poseer características estables y uniformes, pues si varían las mismas durante el proceso industrial (por cambios, variaciones o mutaciones), no se garantiza un eficiente proceso.

- Mantener su eficiencia a valores de pH alrededor de 4, permitiendo eliminar la posibilidad de una contaminación bacteriana.
- Mantener su eficiencia a valores de temperatura alrededor de 35°C, ya que en el proceso fermentativo se genera calor, que eleva la temperatura a valores que pueden pasar de 40°C. Las temperaturas óptimas de producción de alcohol, para la mayoría de las levaduras, está alrededor de 30°C. Contar con cepas que puedan ser eficientes a 35°C es muy conveniente.

2. TECNOLOGIAS

- ✓ Lograr mayores rendimientos en la fermentación alcoholera, evitando altas concentraciones de materia prima en los residuos líquidos. Esto puede cambiarse mediante la introducción de la fermentación semicontinua con recirculación de la levadura.
- ✓ Instalar una “piscina” de enfriamiento, la cual almacene las corrientes de condensados de todo el sistema productivo, y sean utilizados como corrientes de agua de enfriamiento.
- ✓ Implementar la tecnología FABCON, que consiste en mezclar la vinaza, obtenida de los fondos de la columna mostera, con las cenizas de la caldera y la cachaza, sub-producto de la sección de azúcar; utilizando enzimas biodegradables, permitiendo que el efluente resultante sea utilizado como abono en el cultivo de la caña de azúcar (BIOEARTH).
La incorporación del efluente resultante al campo, aunque sea viable técnica y económicamente, debe ser monitoreada muy cuidadosamente, considerando los tipos de suelo, la época de aplicación, la dosis y la mezcla con otros fertilizantes.
- ✓ El CO₂ liberado en los procesos de fermentación y destilación, se puede procesar en planta, instalando una torre lavadora de gases tipo “SCRUBBER”, donde los gases, una vez inyectados en su interior por medio del ventilador centrífugo, son tratados en contracorriente con agua fría, la cual va arrastrar residuales de alcohol recuperable, y enviado al

tanque de dilución. El efluente gaseoso depurado se ventea a la atmósfera o se distribuye en botellones para uso en diferentes ramas industriales.

3. BUENAS PRACTICAS OPERATIVAS

- ✓ Programar adecuadamente los períodos de limpieza de los equipos y maquinarias
- ✓ Utilizar el menor volumen de agua posible en la limpieza de equipos y locales.
- ✓ Mantenimiento adecuado de sistemas distribuidores de vapor.
- ✓ Mantenimiento preventivo y correctivo.
- ✓ Inventario, almacenamiento y manejo adecuado de los materiales utilizados en el proceso productivo, el cual incluye la compra de materiales cuando se necesite y en las cantidades necesarias, el registro de las fechas de caducidad para el establecimiento de prioridades en el uso, la utilización de contenciones alrededor de tanques, contenedores y equipos del proceso, para evitar derrames o fugas, el manejo cuidadoso de los materiales peligrosos, y el establecimiento de los procedimientos de eliminación de materiales contaminados o caducados.
- ✓ Implementación del principio de almacenamiento FIFO “First-in-first-out” (lo que primero entra, primero sale).
- ✓ Programas de entrenamiento en la operación de equipos de alto consumo energético (Ej. Sistema de Destilación).
- ✓ Mayor control de procesos de calentamiento y enfriamiento.
- ✓ Acondicionamiento de lugares seguros de trabajo.
- ✓ Disminución de los ruidos molestos.

4. REUSO Y RECICLAJE EN PLANTA

- ✓ **Implementar** la tecnología PRAJ, que permite realizar un reciclaje interno de las vinazas hacia el tanque de dilución, el cual permitiría
 - Reducir el consumo de agua en la fábrica.

- Disminuye el consumo de vapor en el proceso de destilación en un 15%.
- La carga contaminante (l de vinaza/l de etanol) puede llegar a valores menores que la unidad.

3.1.3. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

3.1.3.1 EVALUACION DE OPCIONES : METODO DE LA SUMA PONDERADA

A continuación se describe la tabla ponderativa de las opciones de Producción Más Limpia (Tabla N°5), y los puntajes totales de cada opción (Tabla N°6).

Tabla N° 5 : Ponderaciones de las opciones de Producción Más Limpia

Criterios de clasificación	Peso	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Reducción de la cantidad de residuos.	10	3	2	4	1	2	2	1	1	3	9
Reducción de la responsabilidad.	4	1	1	2	2	5	5	4	3	3	5
Reducción del peligro de los residuos.	8	3	2	4	1	4	7	2	1	3	7
Bajos costos de capital.	6	7	6	6	7	4	3	7	7	5	4
Bajos costos de operación y mantenimiento.	5	6	7	5	6	3	2	6	6	4	3
Facilidad de implementación.	7	8	6	6	8	3	3	8	8	6	5

Tabla N°6: Puntajes totales de las opciones de Producción Más Limpia

Opción de Producción Más Limpia	Puntaje Total
A	186
B	153
C	183
D	154
E	132
F	145
G	170
H	158
I	158
J	240

OPCION DE PRODUCCION MAS LIMPIA**A: MELAZA CLARIFICADA****B: LEVADURA****C: FERMENTACION SEMICONTINUA****D: PISCINA DE ENFRIAMIENTO****E: TECNOLOGIA FABCON****F: SCRUBBER****G: MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO****H: INVENTARIO, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES****I: CONTROL DE PROCESOS****J: TECNOLGIA PRAJ**

De la Tabla N°6, se elige las opciones con mayor puntaje, es decir, las opciones seleccionadas son

A: MELAZA CLARIFICADA

C: FERMENTACION SEMICONTINUA

G: MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

J: TECNOLGIA PRAJ

3.1.3.2 EVALUACION ECONOMICA

1. MATERIA PRIMA : USO DE LA MELAZA CLARIFICADA

Recomendaciones :

- La melaza almacenada se bombea a un sistema de filtración, añadiéndole un floculante, con el fin de favorecer la formación de flóculos, que son nocivos en la fermentación, y aumentan los problemas de incrustaciones en la destilación.
- El jugo filtrado pasarlo a un recipiente de acidificación, donde se adiciona ácido sulfúrico para mantener el pH entre 4,0-5,0. Este jugo clarificado se esteriliza calentándolo a 110°C por un tiempo de 10 minutos, enfriándose intercambiando calor en el proceso, y luego enfriándolo con agua hasta 33°C, que es la temperatura apropiada para pasar a la sección de fermentación.

Resultados esperados (Tabla N°7) :

- Reducción del 16,6% del consumo actual de melaza (debido a la mayor cantidad de azúcares reductores que presenta).
- Estos cálculos se basan en el nivel de producción alcanzado, es decir, de 12 000 l de etanol/día.
- Consumo de melaza = 46,2 Tn/día
- Costo de melaza = US\$ 12/Tn
- Consumo anual de melaza = 15 246 Tn/año
- Costo anual de melaza = US\$182 952

- **Reducción en el uso de melaza**
16,6% x 46,2 Tn/día x 330 días/año = 2531 Tn/año
- **Ahorro económico correspondiente**
2531 Tn/año x US\$12/Tn = US\$ 30 372 /año

Tabla N°7 : Beneficios económicos en el uso de melaza clarificada

Ahorro en melaza	2531 Tn/año	Al utilizar la melaza clarificada en el proceso
Ahorro en costos	US\$ 30 372 /año	
Inversión	US\$ 20 000	- Instalación y montaje del sistema de filtración y clarificación. - Insumos y auxiliares.

2. TECNOLOGIA : FERMENTACION SEMICONTINUA

Recomendaciones :

- Instalar el sistema de fermentación semicontinua a las 5 cubas de fermentación , el cual permitirá la limpieza de cada fermentador a la finalización de cada ciclo, flexibilidad en la operación, eliminación del desecho de agua de lavado.
- Permitirá flexibilidad de operación, referido a los cambios en concentración de levadura, grado alcohólico del vino, tiempo de fermentación, etc.

Resultados esperados (Tabla N°8) :

- Reducción del 20% de la descarga contaminante de vinaza.
- Estos cálculos se basan en el nivel de producción alcanzado, es decir, de 12 000 l de etanol/día.
- Descarga de vinaza = 156 m³/día
- Costo de vinaza = US\$ 3,4/ m³

- Descarga anual de vinaza = 51 480 m³/año
- Costo anual de vinaza = US\$ 175 mil
- **Reducción en la descarga de vinaza**
20% x 156 m³/día x 330 días/año = 10 296 m³/año
- **Ahorro económico correspondiente**
- 10 296 m³/año x US\$ 3,4/ m³ = US\$ 35 mil/año

Tabla N°8 : Beneficios económicos en la fermentación semicontinua

Ahorro en vinaza	10 296 m³/año	Modificar el sistema actual de fermentación (Batch) al sistema semicontinua.
Ahorro en costos	US\$ 35 mil/año	
Inversión	US\$ 15 000	- Instalación y montaje del sistema de fermentación semicontinua.

3. BUENAS PRACTICAS OPERATIVAS

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

Recomendaciones :

- Realizar inspecciones regulares, limpiezas, pruebas, y sustitución de partes gastadas o descompuestas, a fin de limitar las posibilidades de fugas o derrames , debido al mal funcionamiento y las fallas de equipos y accesorios, o en la solución inmediata cuando éstos se produzcan, evitando que las sustancias tóxicas lleguen a los sistemas de alcantarillado, o se produzcan contaminaciones cruzadas.

Resultados esperados (Tabla N°9) :**Tabla N°9 : Inversión en el mantenimiento preventivo y correctivo**

Inversión	US\$ 2500	- Repuestos y accesorios en stock. - Capacitación del personal.
------------------	------------------	--

4. REUSO Y RECICLAJE EN PLANTA : TECNOLOGIA PRAJ**Proceso de Dilución****Recomendaciones :**

- Al realizar el reciclaje interno, se tiene que rediseñar el sistema de tuberías y accesorios a utilizar, el consumo de agua y energía; a sí como las construcciones civiles necesarias para la instalación y montaje (realizar un estudio de ingeniería).

Resultados esperados (Tabla N°10) :

- Reducción del 30% del consumo de agua industrial (al momento de recircular la vinaza, ésta contiene un 15% de agua).
- Estos cálculos se basan en el nivel de producción alcanzado, es decir, de 12 000 l de etanol/día.
- Consumo de agua industrial = 79 m³/día
- Costo de agua industrial = US\$ 0,83/ m³
- Consumo anual de agua industrial = 26 070 m³/año
- Costo anual de agua industrial = US\$ 21 638/año
- **Reducción en el uso de agua industrial**
30% x 79 m³/día x 330 días/año = 7821 m³/año
- **Ahorro económico correspondiente**
7821 m³/año x US\$ 0,83/m³ = US\$ 6491,43/año

Proceso de Destilación

Recomendaciones :

- □ Al realizar el reciclaje interno, se tiene que rediseñar el sistema de tuberías y accesorios a utilizar, el consumo de agua y energía; a sí como las construcciones civiles necesarias para la instalación y montaje (realizar un estudio de ingeniería).

Resultados esperados (Tabla N°10) :

- Estos cálculos se basan en el nivel de producción alcanzado, es decir, de 12 000 l de etanol/día.
- Reducción del consumo de vapor en un 15%.
- Consumo de energía térmica = 2257 KJ/día
- Costo de energía térmica = US\$ 0,02 /KJ
- Consumo anual de energía térmica = 744,8 MJ/año
- Costo anual de energía térmica = US\$ 14 896
- **Reducción en el uso de energía térmica**
15% x 2257 KJ/día x 330 días/año = 111,72 MJ/año
- **Ahorro económico correspondiente**
- 111 720 KJ/año x US\$ 0,02 /KJ = US\$ 2234/año

- Reducción del 90% de la descarga contaminante de vinaza
(la descarga específica llega a una valor de la unidad: 1 vinaza/l etanol =1).
- Descarga de vinaza = 156 m³/día
- Costo de vinaza = US\$ 3,4 /m³
- Descarga anual de vinaza = 51 480 m³/año
- Costo anual de vinaza = US\$ 175 mil
- **Reducción en la descarga de vinaza**
90% x 156 m³/día x 330 días/año = 46 332 m³/año

- **Ahorro económico correspondiente**

$$46\,332\text{ m}^3/\text{año} \times \text{US\$ } 3,4/\text{m}^3 = \text{US\$ } 157,5\text{ mil /año}$$

Tabla N°10 : Beneficios económicos con la tecnología PRAJ

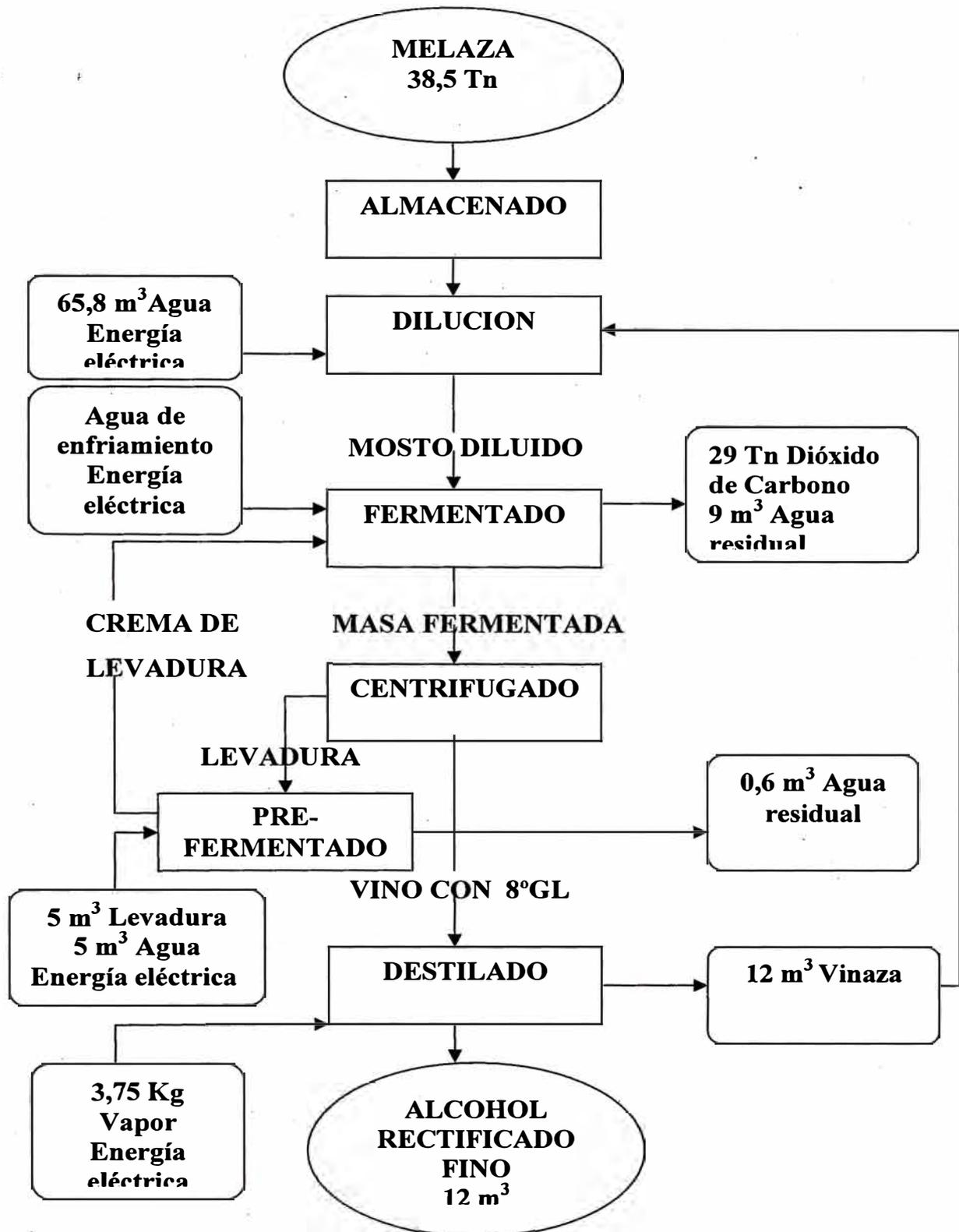
Ahorro en energía térmica	111,72 MJ/año	Tecnología PRAJ
Ahorro en costos	US\$ 2234/año	
Ahorro en vinaza	46 332 m³/año	Tecnología PRAJ
Ahorro en costos	US\$ 157,5 mil/año	
Inversión	US\$ 250 mil	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de ingeniería. - Construcciones civiles. - Sistema de tuberías, accesorios. - Instalación y montaje. - Monitoreo

3.1.3.3 EVALUACION AMBIENTAL

La implementación de las opciones de PML, permiten un ahorro de materia prima, de agua industrial, de energía térmica, una disminución significativa en la descarga específica de vinaza, y de las aguas residuales en general.

A continuación se presenta el diagrama de flujo después del proyecto, al implementar la tecnología PRAJ., notándose los ahorros significativos en costos y mano de obra, siendo los datos calculados para la producción de un día.

DIAGRAMA DE FLUJO



3.1.4. IMPLEMENTACION Y SEGUIMIENTO

3.1.4.1 OBTENCION DE FONDOS

La inversión total requerida deberá ser cubierta en un 50% con capital propio, y el otro 50% con préstamos.. Estos préstamos o deudas para la empresa pueden ser cubiertas por entidades financieras estatales, privadas y/o entidades internacionales.

Las fuentes de financiamiento para la inversión fija y para el capital de trabajo son :

- Programa de Garantía del USAID DCA.
- Línea de Crédito Ambiental

La línea de crédito a utilizarse para financiar el presente programa de Producción Más Limpia, partirá del Programa de Garantía del USAID DCA.

Principales objetivos del Programa de Garantía:

Promocionar las inversiones en tecnologías más limpias.

Permite a la pequeña y mediana empresa que no cuenta con garantías suficientes, acceder a un financiamiento a mediano plazo.

Lograr que las empresas sean más competitivas en el mercado local y exterior.

Características del Programa:

Monto máximo por proyecto: US\$400 mil o su equivalente en Nuevos Soles.

Cobertura: 50%.

Plazo: hasta el 01/07/2007.

La cobertura NO podrá ser utilizada para financiar la adquisición de:

- Bienes o servicios destinados a las fuerzas militares, policiales o similares.
- Equipos de supervivencia.
- Equipos o servicios relacionados con métodos de esterilización involuntaria, planificación familiar, abortos.
- Equipos para casinos, juegos de azar.
- Actividades que dañen o perjudiquen las zonas protegidas, parques nacionales, reservas.

¿Quiénes pueden acceder a este Programa?

- Empresas privadas peruanas del sector comercial, industrial y servicios.
- Empresas con un promedio anual de ventas entre US\$50 mil y US\$10 millones.
- Número de empleados entre 11 y 250 (en planilla).
- Empresas en funcionamiento. No se garantizarán proyectos de nuevas empresas.

Proyectos elegibles:

- Inversiones en tecnología moderna o servicios que impliquen un cambio de procesos importante, un incremento de la productividad, calidad; reducción de mermas. La maquinaria nueva deberá reemplazar a la antigua.
- Los ahorros de los procesos deben poder cuantificarse en energía, agua, materias primas.
- Los Proyectos deberán contar con la aprobación del Centro de Eficiencia Tecnológica, CET- Perú.

Costo de la cobertura:

- Comisión de utilización: 0.50% p.a. sobre el monto cubierto, pagadero semestralmente.
- Comisión de inicio: 0.50% flat.

Procedimiento:

1. El cliente presenta el proyecto al Banco de Crédito del Perú (BCP) y al CET-Perú.
2. El CET-Perú aprueba el proyecto e informa al BCP y al USAID.

3.1.4.2 IMPLEMENTACION DE LAS OPCIONES DE PRODUCCION MAS LIMPIA

Se calcula un tiempo aproximado de 6 meses para la implementación, considerando desde los estudios preliminares hasta la puesta en marcha del proyecto (Tabla N°11).

Tabla N°11 : Programa de implementación del proyecto

Actividades	Oct 06	Nov 06	Dic 06	Ene 07	Feb 07	Mar 07
Estudios y proyectos						
Revisión y aprobación						
Desarrollo de la organización						
Financiamiento						
Construcciones civiles						
Adquisición de maquinaria						
Instalación y montaje						
Entrenamiento de personal						
Puesta en marcha						

3.1.4.3 SUPERVISION Y EVALUACION DEL AVANCE

Las razones para dar seguimiento a la implementación del Programa de Producción Más Limpia, son

- Obtener información sobre el impacto de la ejecución de las recomendaciones en el rendimiento de la empresa.
- Compartir información con la industria, ONG's e instituciones gubernamentales, sobre lo que puede alcanzarse mediante la Producción Más Limpia, a través de estudios de caso, seminarios, etc.
- Obtener la información necesaria para informar a la comunidad del impacto del programa.
- Entender mejor las barreras e incentivos que generan las decisiones en la empresa, para asumir o ignorar las recomendaciones, lo que permitirá afinar las estrategias futuras en los proyectos de Producción Más Limpia.

En esta evaluación se deben de considerar los siguientes factores:

- Cambios en las cantidades generadas de emisiones y residuos
- Cambios en el consumo de recursos (materias primas y energía)

Al término de la evaluación, se deberá recopilar y archivar los datos a fin de realizar un informe final a la planta (Informe de Seguimiento), el cual estará destinado a proveer a la empresa de información relevante en materia de mejoras o desventajas acaecidas por la implementación del proyecto.

3.1.4.4 MANTENIMIENTO

La filosofía de Producción Más Limpia, se considera como un programa de mejora continua, el cual tendrá por objetivo primordial reducir constantemente las emisiones, residuos, consumo de materias primas y energía de la empresa. Por ello es que durante las etapas anteriores del programa debe capacitarse a los miembros de la empresa con los conceptos de Producción Más Limpia, a fin que continúen en esta labor una vez que el proyecto finalice.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. La implementación del programa de PML, traerá consigo un proceso de mejoramiento continuo en todas las actividades que conforman la cadena de valor agregado de obtención del etanol rectificado fino.
2. El establecimiento de las políticas del programa de PML, deberá estar precedido o ir acompañado de reglamentos ambientales sólidos, y una definición de las condiciones básicas de implementación.
3. La implementación del programa de PML, generaría como opciones la utilización de melaza clarificada, modificar el sistema BATCH de fermentación al sistema semicontinua, utilizar medidas correctivas y preventivas, y la utilización de la tecnología PRAJ.
4. La puesta en marcha del programa de PML, se realizará con financiamiento del Programa de Garantía del USAID DCA, con un equivalente de US\$ 142 mil.
5. El cronograma de actividades en la implementación del programa de PML, tendrá una duración de 6 meses, desde Octubre del 2006 hasta Marzo del 2007, con un periodo de recuperó de 2 años.
6. Las opciones que no fueron seleccionadas, serán evaluadas y puestas como temas de agenda, luego de finalizar la implementación y puesta en marcha del programa de PML, con la finalidad de seguir con el plan de mejora a nivel de proceso y la conservación del medio ambiente.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Ampliar el concepto de PML hacia los procesos de compras, y en el desarrollo de proveedores y promoción.
2. Diseñar un plan estratégico de concienciación, con la aportación de los ejecutivos de la empresa y miembros del comité del programa de PML, con la participación de todos los trabajadores y las comunidades vecinales circundantes, con la finalidad de mostrar cuáles son los objetivos e implicaciones que se tendría al implementar el programa de PML.
3. Durante el proceso de implementación del programa de PML, se debe tener en cuenta todas las recomendaciones que se hicieron para cada una de las opciones que se eligió, cumpliendo con las normas y especificaciones ambientales estipuladas para el sector.
4. La investigación y desarrollo, a nivel ambiental, complementarían el éxito de la implementación del programa de PML, mediante la capacitación de los profesionales y trabajadores de la empresa.
5. El fomento de la PML puede ser más eficaz, si se vincula a principios básicos de gestión empresarial, involucrando en primer orden a la gerencia general, considerando a la PML, como una estrategia ambiental, generándose beneficios económicos para la empresa.
6. Los equipos de implementación de PML en la empresa, debe ser utilizado por su propio personal de producción, supervisión y dirección, siendo capacitados continuamente en su uso, y en lo que concierne a medidas de seguridad e higiene.

V. BIBLIOGRAFIA

1. CONAM; CET PERU. Guía de Producción Más Limpia.
Lima-Perú. 2005. Pág.: 1-70.
2. Ashton, W.; Luque, A.; Ehrenfeld, J. Mejores prácticas para la Producción Más Limpia, su fomento e implementación en la pequeña empresa.
Connecticut-EE.UU. 2002. Pág.: 44-53.
3. GTZ/P3U. Buenas Prácticas de Gestión Empresarial.
Alemania. 2002. Pág.: 5-8.
4. PNUD; PROHUMANA. Responsabilidad Social Empresarial.
Santiago-Chile. 2000. Pág.: 11-22.
5. CONAM. Estrategia Nacional para la Promoción de la Producción Más Limpia y eficiente.
Lima-Perú. 2005. Pág.: 7-17
6. BANCA DE INVERSION. Proyecto de Alcoholes Carburantes.
Bogotá-Colombia. 2003. Pág.: 59-62.
7. Nova, A.; Peña, L. El Mercado Internacional del Azúcar, Edulcorantes, Alcohol y Melaza.
Lima-Perú. 2004. Pág.: 1-10
8. PRODUCE. Base Estadística de Producción y Capacidad Instalada.
Lima-Perú. 2005. Pág.: 1-70.

VI. ANEXOS

6.1. INFORME DE AUDITORIA DE PRODUCCION MAS LIMPIA

La auditoria de Producción Más Limpia consiste en tres etapas

- a) Levantamiento de información
- b) Análisis de resultados
- c) Generación de opciones de Producción Más Limpia

a) Levantamiento de información

De acuerdo a las actividades que realiza la empresa, los procesos se clasifican en :

- ESTRATÉGICOS
- OPERATIVOS
- DE APOYO O SOPORTE

ESTRATEGICOS

Dirección de Fábrica, Recursos Humanos, Recursos Financieros, Comercial, Cadena de Abastecimiento.

OPERATIVOS

Sección de Azúcar, Sección de Alcohol, Capacitación, Logística.

DE APOYO O SOPORTE

Servicios Generales, Mantenimiento, Sistemas, Ingeniería, Legal.

Dentro de los procesos operativos se realiza el estudio de la Sección de Alcohol, describiendo el proceso de producción de etanol hidratado (MELLE-BOIMET).

MELLE-BOIMET

El proceso productivo se inicia en el área de campo con la preparación de los terrenos, trazado y construcción de vías de riego, drenaje y elaboración de surcos,

labores previas a la siembra de la caña. Una vez concluida esta etapa, continúa la selección de la semilla y se procede a la siembra y riego de germinación, actividades que se complementan con la aplicación de abonos, control de plagas y de malezas.

Una vez tiene lugar la maduración de la caña entre los 12 y 14 meses, se procede a su cosecha, involucrando la labor agrícola del corte manual de la caña. Se alza mecánicamente y se conduce a la fábrica por medio de modernos y eficientes equipos de transporte, para dar comienzo al proceso de elaboración de alcohol.

En la Fábrica, tiene como fase inicial, el muestreo, pesaje y lavado de la caña. De ahí, el material pasa a las picadoras y los molinos. El bagazo resultante en la molienda, se emplea en las calderas para la producción del vapor utilizado en el proceso, y la generación eléctrica para atender las necesidades de la planta, y generándose excedentes para su venta.

Para el desarrollo de la ingeniería del proceso, la planta de producción de etanol hidratado se divide en 6 secciones :

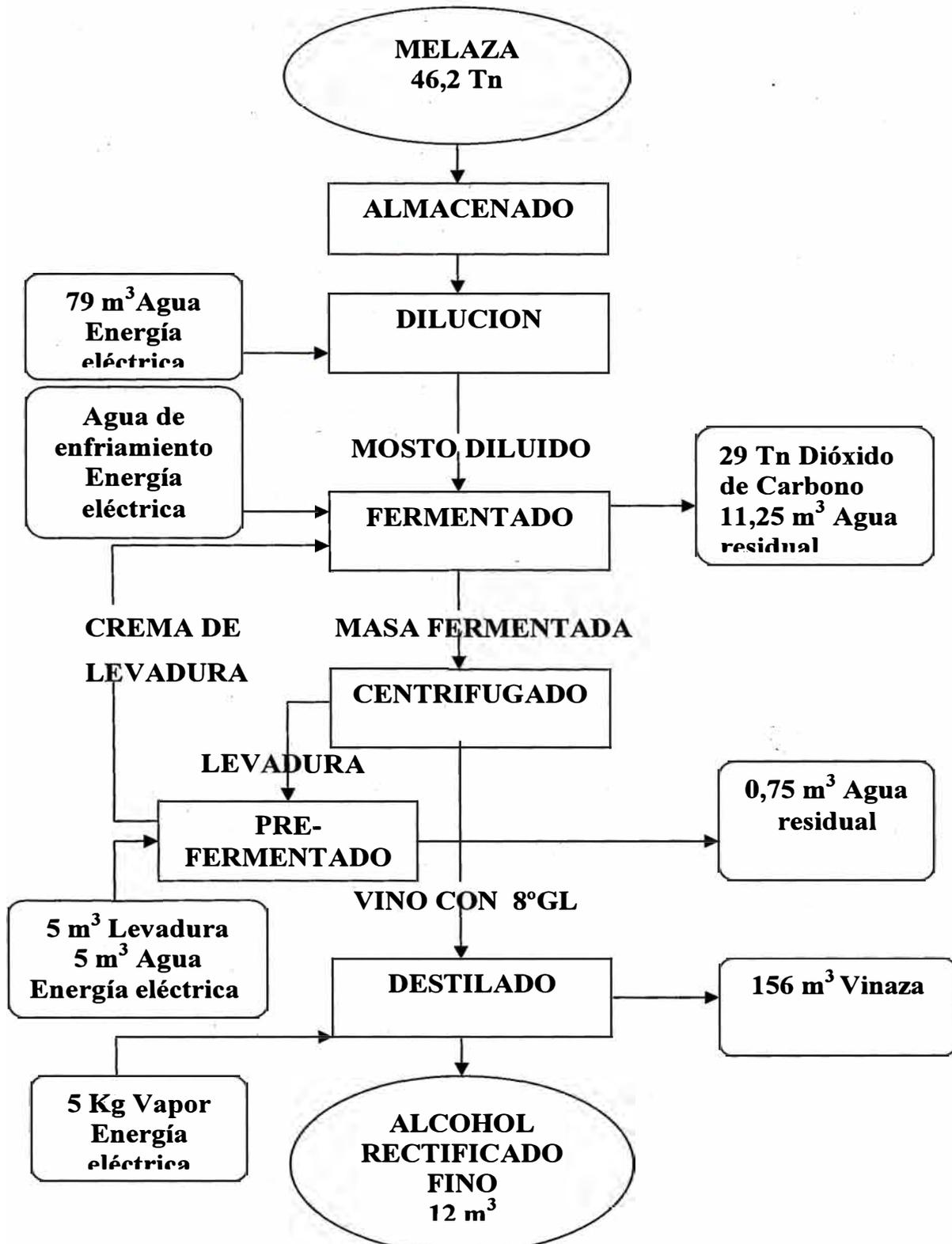
- 1.- Sección de Almacenamiento.**
- 2.- Sección de Dilución.**
- 3.- Sección de Pre-fermentación.**
- 4.- Sección de Fermentación.**
- 5.-Sección de Centrifugado.**
- 6.-Sección de Destilación, Rectificación y Repase.**

El balance de material de los procesos productivos de la planta de producción de etanol hidratado, se muestra en el siguiente diagrama de flujo, donde los datos tomados se refieren a la producción de un día.

b) Análisis de resultados

DIAGRAMA DE FLUJO DEL BALANCE DE MATERIAL

MELLE -BOIMET



A continuación se presenta los productos y residuos que se obtienen en el proceso productivo de MELLE-BOIMET.

Tabla N° 12 : Productos y residuos obtenidos en el proceso productivo de obtención de etanol rectificado fino

Proceso	Producto	Tn/año (Aprox.)	Sub producto	Tn/año (Aprox.)	Residuos	Tn/año (Aprox.)
Almacenamiento	Melaza	15246	-	-	-	-
Dilución	Mosto diluido	15246	-	-	-	-
Pre-fermentación	Crema de levadura	760	-	-	Agua residual	248
Fermentación	Masa fermentada	15246	Dióxido de carbono	9570	Agua residual	3713
Centrifugado	Vino con 8° Gl.	15246	-	-	-	-
Destilación	Alcohol rectificado fino	3960	-	-	Vinaza	51480

En base a la tabla N°12, se describirá las causas de los flujos de contaminantes y de las ineficiencias energéticas.

- Las aguas residuales producidas en el proceso de pre-fermentación y fermentación, están conformadas por las aguas de enfriamiento, lavado de fermentadores y tanque de crema de levadura, y las aguas de limpieza en general.

Son muy concentradas, significando un alto peligro para el medio ambiente; caracterizándose por tener un alto contenido de sólidos disueltos

biodegradables (mosto no fermentado), alto contenido de cenizas, alta temperatura y bajo pH.

En caso de no recuperarse la levadura, la contaminación puede incrementarse en un 40%. Estas cifras demuestran la importancia de encontrar sistemas eficientes de depuración de estos residuales líquidos, antes de ser vertidos a cualquier cuerpo receptor.

- El CO₂ (Dióxido de Carbono), obtenido como sub-producto del proceso de fermentación, en cantidades adecuadas, es uno de los gases de efecto invernadero que contribuye a que la tierra tenga una temperatura habitable, ya que impide la salida de calor de la atmósfera. Y es que sin CO₂, la tierra sería un bloque de hielo.

Sin embargo, al tener un exceso de CO₂, ocasionada por una reacción estequiométrica del mosto en el proceso de fermentación, provocaría indirectamente una subida de la temperatura, dando lugar al calentamiento global de la tierra, del que se sospecha que puede provocar un aumento de la actividad de las tormentas o el derretimiento de las placas de hielo de los polos, surgiendo diversos problemas ambientales, como inundaciones en los continentes habitados.

- Las vinazas, son los residuos líquidos obtenidos del fondo de la columna mostera de destilación, con un pH que varía entre 3,5-4,0.

Estos residuos líquidos, poseen una alta carga contaminante, debido al proceso de destilación por medios fermentativos que se utiliza, aumentando los riesgos de infección; pero también sustancias atractivas para el campo, es por eso que se puede utilizar previo tratamiento como fertilizante.

La composición de las vinazas pueden variar de lugar en lugar, de acuerdo a la materia prima usada, los terrenos donde se cultive la caña, los nutrientes empleados, los aditivos que se utilicen en el proceso de fermentación y otra serie de factores.

La carga contaminante de vinaza, es 13 veces la producción de etanol hidratado, aumentando el consumo de vapor (energía calorífica) en el proceso de destilación. Esta ineficiencia energética se controlaría con la implementación de nuevas tecnologías con respecto a la minimización de descarga contaminante de la vinaza.

b) Generación de opciones de Producción Más Limpia

En base a los resultados obtenidos, se genera las opciones de producción más limpia.

MATERIA PRIMA E INSUMOS

A. MELAZA CLARIFICADA

B. LEVADURA ESTABLE

TECNOLOGIAS

C. FERMENTACION SEMICONTINUA

D. PISCINA DE ENFRIAMIENTO

E. TECNOLOGIA FABCON : BIOEARTH

F. SCRUBBER : TORRE LAVADORA DE CO₂

BUENAS PRACTICAS OPERATIVAS

G. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

H. INVENTARIO, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES

I. CONTROL DE PROCESOS

REUSO Y RECICLAJE EN PLANTA

J. TECNOLGIA PRAJ : AHORRO DE ENERGIA

6.2 GLOSARIO DE TERMINOS

1. **AUDITORIA (AMBIENTAL).** Es una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de una situación ambiental o de un factor organizacional.
La auditoria ambiental, por lo tanto, puede ser un término específico o general, por lo común tiene sinónimos como el de la evaluación de producción más limpia o la evaluación ambiental.
2. **BRIX.** Los grados BRIX (símbolo °Bx), miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25°Bx tiene 25 gramos de azúcar (sacarosa) por 100 gramos de líquido; dicho de otro modo, hay 25 gramos de sacarosa y 75 gramos de agua en los 100 gramos de la solución. Los grados Brix se miden con un sacarímetro, que mide la gravedad específica de un líquido.
3. **CACHAZA.** Está considerada como el subproducto más importante de los ingenios azucareros, con algún valor como fertilizante, producida a una tasa de tres toneladas húmedas, por cada cien toneladas de caña molida.
Es un material marrón oscuro, constituido por una mezcla de fibra de caña, sacarosa, coloides, coagulados, incluyendo la cera, fosfato de calcio y partículas de suelo.
4. **DESECHOS.** Es un término amplio que cubre cualquier descarga de un proceso que no sea un producto. Por lo tanto, describe descargas en fases líquida, gaseosa y sólida.
5. **DISPOSICION.** Ubicación final o destrucción de desechos tóxicos, radioactivos o de otra clase.

6. **EVALUACION DE PRODUCCION MAS LIMPIA.** Un procedimiento para evaluar de manera sistemática un proceso de manufactura o de producción, para identificar opciones de mejoramiento o cambio, con el fin de disminuir las emisiones contaminantes y otros impactos ambientales.
7. **EVALUACION DE TECNOLOGIA AMBIENTAL.** Una evaluación que analiza los efectos de una tecnología en el medio ambiente, especialmente sobre la salud humana, sistemas ecológicos y recursos.
8. **RECICLAJE.** La búsqueda y recuperación de materiales o productos para reutilizarlos en su forma original, o para reprocesarlos en otros productos. El reciclaje se puede llevar al cabo de una planta o proceso, en cuyo caso se convierte en parte del enfoque de producción más limpia, y si se realiza fuera de una planta, es más bien una actividad de manejo de desechos.
9. **RECUPERACION.** La extracción de materiales de los desechos que pueden ser reciclados o reutilizados. La recuperación puede ocurrir en la fuente que produce los desechos, o como un proceso durante su manipulación.
10. **REDUCCION EN LA FUENTE.** Es una parte del enfoque de la producción más limpia. Implica prevenir la generación de desechos desde su origen, en lugar de manejarlos una vez que han sido producidos.
11. **REUTILIZACION.** Recuperación de materiales o productos para su propósito original dentro del mismo sitio.
12. **SACAROSA.** La sacarosa (de mesa), es un disacárido de glucosa y fructosa. Se sintetiza en plantas pero no en animales superiores. No contiene ningún átomo de carbono anomérico libre, puesto que los

carbonos anoméricos de sus dos unidades monosacáridos constituyentes se hallan unidos entre sí covalentemente mediante un enlace O-glucosídico. Por esta razón, la sacarosa no es un azúcar reductor y tampoco posee un extremo reductor.

13. **TECNOLOGIAS MAS LIMPIAS.** Procesos o equipos de producción, con una tasa baja de generación de desechos. Las plantas de tratamiento o reciclaje, no se clasifican como tecnologías limpias.