

Elaboración de Alcohol Etílico

El proceso de obtención de alcohol etílico, se puede dividir en dos partes, las cuales hemos de describir a continuación:

1) Proceso de fermentación por Batch:

Mediante la utilización de una cepa de levaduras denominadas *sacharomices cereviseae* (más comúnmente conocida como "levadura de pan"), se procede a fermentar mostos azucarados, los cuales tienen como materia prima la melaza tipo "C" (o miel agotada después de un tercer cocimiento para obtención de azúcar) mezclada con jugo mixto de caña de azúcar. La relación de mezcla es la suficiente como para que la suma de los azúcares reductores totales puedan ser transformados en alcoholes con una concentración cercana a 8 – 8,5 % (v/v) de alcohol en vino.

Los azúcares reductores totales contemplan tanto los azúcares simples conocidos como glucosa y fructosa (monosacáridos) como así también la sacarosa (disacárido), azúcar este último compuesto por los dos anteriores monosacáridos.

La levadura tiene la particularidad de ser un microorganismo facultativo, es decir, que puede vivir con o sin aire, teniendo desde ya funciones distintas según sea el proceso:

A) Con aire, proceso aeróbico: los azúcares presentes son utilizados por las levaduras para nutrición y reproducción. Esto implica que en estas condiciones, los azúcares son transformados en biomasa.

B) Sin aire, proceso anaeróbico: los azúcares presentes son sometidos a un proceso de fermentación mediante un proceso de glicólisis, en donde participan una serie de enzimas que han de llevar al monosacárido glucosa y/o fructosa a aldehído pirúvico y una oxidación final lo transforma en alcohol etílico, con un desprendimiento de calor, y de CO₂, los cuales deben ser retirados del medio para que la reacción continúe.

Se debe señalar que los azúcares que esta levadura ha de procesar son sólo los monosacáridos glucosa/fructosa y posee la enzima invertasa para "desdoblarse" o hidrolizar a la sacarosa convirtiéndola en sus azúcares simples que la constituyen: glucosa y fructosa.

Para iniciar el proceso de fermentación, se parte de una cantidad de levadura prensada, la cual se hace reproducir en unos tanques denominados "prefermentadores", tanques en que se han de agregar además de los azúcares antes mencionados, aire y nutrientes que proveerán los elementos básicos tanto para la nutrición como para la reproducción: fósforo (como ácido fosfórico) y una fuente de nitrógeno (sulfato de amonio, urea). El resto de los elementos que la levadura necesita para esta etapa la encuentra en la solución azucarada formada a partir de la melaza, la cual conlleva una serie de elementos tales como sodio, potasio, magnesio, aminoácidos, etc, que son muy útiles para aquella.

El proceso de reproducción lleva su tiempo, según cuánta levadura inicial se utilice, ya que podemos partir de una levadura, reproducirla en Laboratorio hasta alcanzar un volumen suficiente como para continuar en los prefermentadores, o bien partir de una cantidad de levaduras como para obviar el tiempo que lleva lo anterior, o por último utilizar la cantidad de levaduras que cada cuba de fermentación necesita para el proceso de fermentación. En nuestro caso, lo hacemos utilizando una cantidad de 100 kg de levadura por cada cuba fermentación, cantidad ésta que se hace reproducir en el prefermentador siguiendo una técnica determinada que resguarda a las mismas de la presión osmótica excesiva, como así también de evitar reproducciones bacterianas indeseables. Una vez que la levadura alcanza un volumen determinado en el prefermentador, se pasa a la cuba de fermentación, en donde ahora sí, comenzará el proceso de fermentación, aunque la reproducción no se detendrá debido a que siempre habrá algo de aire disuelto en los mostos, como causa de agitaciones, o por el mismo

bombeo. Este aire mínimo es requerido para que la reproducción continúe en la cuba de fermentación, más allá de que se esté fermentando, proceso que lleva luego a disponer de una cantidad de levaduras del orden del 7 – 10% v/v del volumen de vino fermentado, condición básica para que los tiempos de fermentación sean los mínimos posibles y además para que “por presencia”, la levadura evite la reproducción de otras colonias no deseadas para este proceso. Las levaduras se han de reproducir hasta alcanzar un número determinado y que está en función del volumen disponible y se lo conoce como “Número de Brown” y está en el orden de 100 millones de células por ml, células cuyo tamaño varía entre 5 a 10 micrones.

Una vez que la levadura está en la cuba de fermentación, se cuida que el pH del medio se mantenga en 5,0 – 5,5 utilizando para ello ácido sulfúrico que se agrega en el prefermentador. La alimentación del mosto azucarado se hace inicialmente con una concentración de azúcares reductores totales mínimos para que paulatinamente a través de cada ciclo, la levadura se vaya acostumbrando a la concentración del alcohol etílico que se forma en el medio fermentativo (el alcohol etílico es un producto de desecho de la misma). Por otro lado, la alimentación se hace cuidadosamente, tratando de ir restituyendo los azúcares en la medida que son consumidos en el medio, además de cuidar la temperatura del medio manteniéndola en 30 – 32 °C mediante distintitos sistemas de refrigeración, en nuestro caso mediante el uso de intercambiadores de calor a placas. Esto hace que la concentración del medio se cuide de no sobrepasar un valor determinado para evitar un estrés por la presión osmótica excesiva. De esta manera la cuba de fermentación se lleva hasta completar su capacidad, tras lo cual se ha de esperar un tiempo hasta que la fermentación consuma todos los azúcares presentes, momento en que la cuba “atenúa” y entonces está lista para procesarla.

El sistema utilizado de fermentación es el denominado Melle Boinot, o sistema de recuperación de levaduras. Este sistema contempla el hecho de que las levaduras deben ser recuperadas, y así se lo hace utilizando unas máquinas denominadas centrífugas, que en virtud de que las levaduras son las de mayor peso en el líquido que las contiene, pueden ser separadas del mismo mediante la fuerza centrífuga. Así de este modo, la máquina ha de separar por un lado el vino (mosto fermentado, pero ahora sin levadura) y la levadura que retorna a los prefermentadores.

El vino sigue el proceso para la etapa siguiente y que es la destilación, en tanto la levadura se envía a los prefermentadores en dónde ahora ya no hará falta que se reproduzca, sino que se hará un tratamiento tendiente a eliminar cualquier otro microorganismo que esté presente, aprovechando otra de las cualidades de la levadura y que es la alta resistencia a bajos pH. Por lo tanto en el prefermentador se agregará ácido sulfúrico hasta alcanzar un pH entre 2,0 a 2,5 por espacio de una hora a hora media, tras lo cual vuelve a la cuba de fermentación para iniciar un nuevo ciclo de fermentación.

Los cálculos que se deben tener en cuenta son siguiendo la estequiometría de la reacción, en dónde:



Tomando como base esta ecuación, y llevando a 100 unidades de glucosa, vemos que:

100 gramos de glucosa: producirán 51,11 grs de alcohol etílico

Si consideramos la densidad el etílico puro a 20°C: 0,7893 g/cm³

100 grs de glucosa producirán: 64,753 ml de alcohol, valor este que se conoce como el “Factor de Gay Lussac” y que se ha de utilizar en todos los cálculos de conversión de azúcares simples (hexosas) a volumen de alcohol etílico.

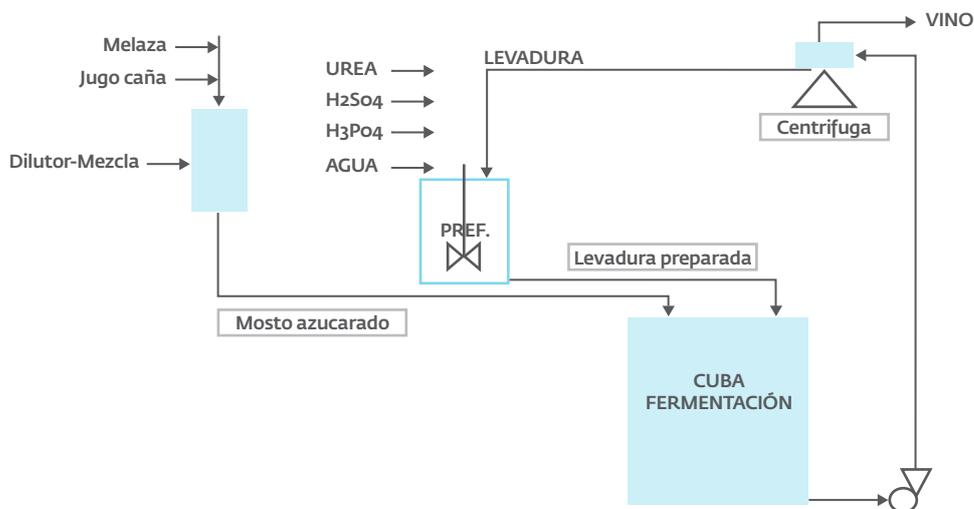
Desde ya, que el proceso de fermentación está afectado por un rendimiento y que tendrá que ver con varios factores, pero que podemos mencionar como los más importantes:

A) Biomasa: si la misma se recupera cercano al 100%, entonces los azúcares reductores serán utilizados para hacer alcohol, caso contrario, se producirá biomasa.

B) Atenuación: si la atenuación no es completa, entonces quedarán azúcares sin fermentar.

Un valor de rendimiento fermentativo normal está en el orden del 90%, valor que puede ser incrementado, dando a la fermentación la capacidad volumétrica suficiente, como así también de la refrigeración óptima, y recuperando el alcohol etílico que el CO₂ se lleva consigo como micro gotas (un 1,2 – 1,5 % del peso del CO₂ liberado, valor que se puede calcular de la ecuación estequiométrica).

El proceso de fermentación no prevé desechos, ya que todo el contenido de la cuba se transforma o en vino que se destila o en biomasa que vuelve al proceso fermentativo.



La capacidad instalada en Ingenio Tabacal prevé la producción de 300 m³/día de alcohol en distintas calidades, que más adelante se han de describir. Para esta capacidad la fermentación cuenta con ocho cubas de 400 m³ cada una, con una capacidad útil de 350 m³. Los prefermentadores son cuatro y su capacidad es de 90 m³ cada uno.

El proceso de separación de las levaduras se lleva a cabo en seis centrifugas marca Alfa Laval, las que han de descargar a través de colectores a tal fin, el vino a las cubas volantes para la destilación y la levadura a los prefermentadores, como se indica anteriormente.

El jugo utilizado en la mezcla azucarada que se ha de procesar conjuntamente con la melaza, tiene un proceso de purificación basado únicamente en el calor, es decir, que no se agrega ningún componente químico ni para inducir a la precipitación ni para ayudar a precipitar. El jugo obtenido desde la sección de molienda, luego de pasar por la balanza correspondiente, se toma con una bomba que ha de enviar al mismo a través de un sistema de calentamiento que lleva al jugo a 105 °C, a 5 kg/cm² de presión. Luego de este proceso de calentamiento, el jugo se envía a un tanque flash para despresurizar y que, por efecto de la misma despresurización y en función de la temperatura a que el mismo está, se produce una auto evaporación hasta alcanzar la temperatura de ebullición correspondiente a la presión atmosférica.

El siguiente paso, es el enviar este jugo a un tanque decantador, en donde por efectos del calor, se habrán aglutinado los coloides presentes en el jugo, además de eliminar resto de bagacillo. El jugo se decanta y se envía a fermentación, para lo cual previamente se enfría en dos intercambiadores de placa Alfa Laval, modelo AM 20.

El agua de refrigeración está en un circuito cerrado, a través de una torre de enfriamiento, la cual proveerá también de agua

a los intercambiadores de calor de cada una de las cubas de fermentación, las cuales poseen equipos Edelflex – GEA. El caudal de agua solicitado para esta etapa es de 1500 m³/hora, que se recirculan entre la torre de enfriamiento y los equipos de refrigeración afectados a la fermentación.

Cada cuba de fermentación está provista de:

- A) Una bomba de recirculación que hará pasar el mosto fermentado a través del intercambiador de placas.
- B) Un sistema de lavado de cubas spray ball, utilizando un sistema de toberas y planetario para girar en todos sentidos lavando exhaustivamente cada resquicio de la cuba, con un mínimo de agua, calculado en un caudal de 15 m³/h durante 5 minutos, lo cual nos da 1250 litros de agua utilizada por cada cuba lavada. El agua utilizada proviene de la Planta de Agua de Tabacal y es de calidad potable, para preservar las toberas.
- C) Válvulas de presión – vacío.
- D) Sistema de dosificación de antiespumante, para combatir la espuma propia formada por el proceso de fermentación.
- E) Todo el sistema es monitoreado y accionado desde un panel electrónico a través de un sistema de PLC. Todos los motores y válvulas son accionadas desde este panel, como así también las lecturas de temperaturas, presión, etc.
- F) Intercambiador de placas, con transmisores de temperatura en entrada y salida del mosto, las cuales han de formar parte del lazo de control automático para regular el agua de refrigeración.

2) Proceso de Destilación Fraccionada:

El vino que se ha separado en las centrífugas, se recibe en tanques denominados “cubas volantes”, que no son otra cosa que un “pulmón”. Desde estas cubas volantes, el vino se envía hacia una de las columnas destiladoras de cada equipo de destilación.

Si bien todas las columnas son destiladoras, recibe este nombre siempre la primera columna que es la que recibe el vino. También se las conoce como “destrozadora”, agotamiento.

Par el caso de Tabacal, se poseen dos esquemas distintos de destilación, distribuidos de la siguiente manera:

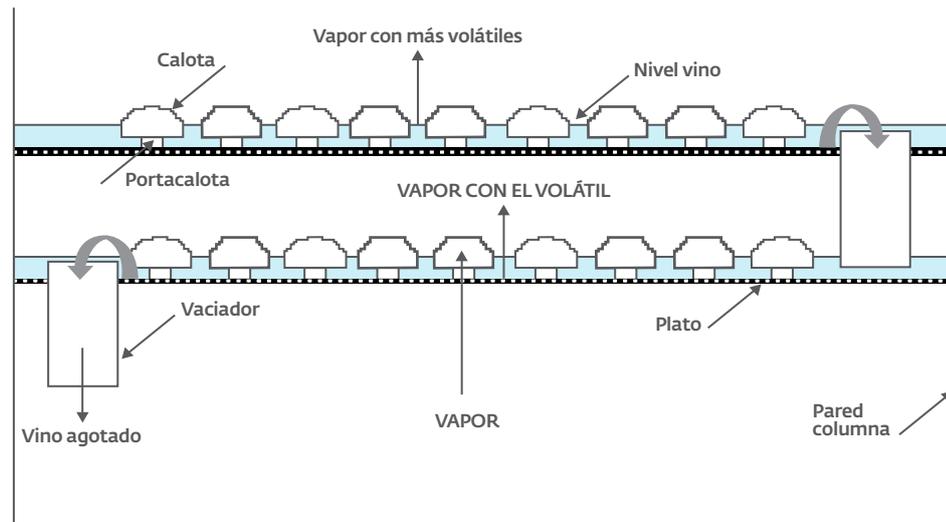
- A) Dos equipos de tres efectos, Barbet modificados, de 50 m³/día cada uno.
- B) Un equipo 4 efectos, Di Bacco, para 200 m³/día de alcohol Neutro.

2 A) Equipos Barbet modificados:

Estos equipo son prácticamente de cobre, excepto por sus columnas destiladoras. El vino entra en la columna destiladora, la cual está calefaccionada por medio de vapor escape de 1,5 kg/cm² y en contacto directo. El principio básico de la destilación es que el “vapor arrastra hacia arriba siempre al más volátil”. Siguiendo este concepto, el vapor lleva hacia el tope de la columna a los más volátiles, en este caso el alcohol etílico y otros compuestos también volátiles, que se forman en el proceso de la fermentación, yendo en sentido contrario (hacia el fondo de la columna) el vino que cada vez se agota más, hasta llegar al pie de la columna totalmente agotado con trazas de alcohol que no sobrepasan el 0,05% v/v (por ciento volumen de vino), y en dónde se transforma ese vino en “vinaza” (vino exento de alcohol). La transferencia del alcohol al vapor se lleva a cabo por una serie de platos que para el caso de una columna destiladora está en el orden de los 18, cantidad esta que asegura que el vino llegará al fondo de la columna totalmente agotado, siempre y cuando se respete el caudal para el cual esta columna se ha diseñado.

Cada plato está formado por una cantidad de portacalotas y calotas que lo que hacen es obligar a que el vapor haga un camino más amplio por entre el vino que está en un volumen fijo contenido en el plato.

Para poder afianzar el concepto, el siguiente gráfico mostraría el plato y sus componentes:



Una vez que el alcohol ha sido retirado del vino, éste sale del tope de la columna destiladora a una concentración del 45- 50% v/v y se denomina a esta mezcla hidroalcohólica: Flema de Mal Gusto; dado que si bien contiene al alcohol etílico, éste está mezclado con otros compuestos que la fermentación a producido y que deben ser separados de aquél, para ello es que se disponen de las columnas siguientes.

El vino que se ha agotado, sale por el fondo de la columna convertido en vinaza, la cual es altamente contaminante, por el gran DBO y DQO, y por ello se envía a terrenos de sacrificio en dónde se concentra por autoevaporación y se mezcla luego con cenizas, cachaza, bagacillo, escoria, formando un Compost de nutrientes que luego se envía nuevamente al campo, devolviendo en gran parte lo que se ha sacado con la caña.

La flema de Mal Gusto contiene productos que tienen mayor o menor volatilidad que el etílico (etanol), por lo tanto utilizando este parámetro físico, se procederá a separar al etanol del resto de los componentes.

En este sistema de Barbet modificado, la flema de Mal Gusto se envía a una columna denominada "depuradora", en la cual utilizando vapor también, en contacto directo, se "enriquecerá" en los más volátiles que el etanol y los llevará al tope de la columna y en dónde previa condensación serán separados del sistema formando lo que se conoce como Alcohol Mal Gusto, el cual está primordialmente conformado por: etanol (es imposible evitar que algo se vaya hacia el tope), aldehído acético, ésteres (acetato de etilo). La columna "depuradora" consta de 40 platos, todo en cobre, material que entra en la reacción de depuración formando productos que retienen esencialmente al azufre, presente en los vinos porque lo trae la melaza o porque las células de las levaduras se rompen (lisis) y su conformación celular contiene azufre. El azufre es el principal elemento formador de compuestos de olores desagradables tales como el mercaptano (C_2H_5SH : etil mercaptano). En conclusión: la flema de Mal Gusto entró a la columna depuradora y, por la parte superior se retiraron los más

volátiles que el etanol, quedando en la parte inferior todo el etanol y los menos volátiles que éste. De todas maneras, a este producto que se tiene en la base de la columna depuradora se conoce como "flema de Buen Gusto".

Esta flema de de Buen Gusto, con una graduación entre 30 – 40 % v/v, se envía a una tercera y última columna denominada "rectificadora". En esta columna, la cual consta de 60 platos, se han de producir los siguientes eventos:

A) Concentrar al etanol hasta el 96% v/v

B) Extraer de platos intermedios, según su punto de ebullición, distintos componentes tales como: alcoholes superiores como el propanol, butanol, isoamílico, pentanol, furfural y sus isómeros. El alcohol amílico e isoamílico tienen la particularidad de conformar soluciones inmiscibles con el agua cuando se encuentran en concentraciones por debajo del 60%, y que es lo que ocurre en el lugar en que estos alcoholes se localizan de acuerdo a su punto de ebullición, y que por lo tanto deben ser retirados del sistema y se los conoce como "aceite fúsel". La extracción de estos componentes es vital si es que deseamos que los mismos luego aparezcan en las cantidades máximas permitidas para un buen alcohol.

C) Un componente que se forma en el proceso y que acompaña al etanol hasta el final es el Metanol, el cual sólo se separa del etanol cuando éste último está en altas concentraciones y ello ocurre en el tope de la columna rectificadora en donde el etanol alcanza el 96% de concentración. En esas condiciones, el metanol se convierte en más volátil, y por lo tanto va al tope de la columna. Para poder retirarlo, se hace entonces una extracción de uno de los condensadores de cabeza, en tanto del alcohol etanol de 96% se extrae unos platos más abajo del tope, como dando lugar a que se separe completamente de la presencia de metanol.

Conclusión: la flema de Buen Gusto, se introdujo a la columna rectificadora de 60 platos extrayendo de la misma, mediante la acción del vapor en contacto directo:

A) Por la parte superior, en los condensadores: metanol

B) Por la parte media de la columna, altura de 85% de concentración: alcoholes superiores

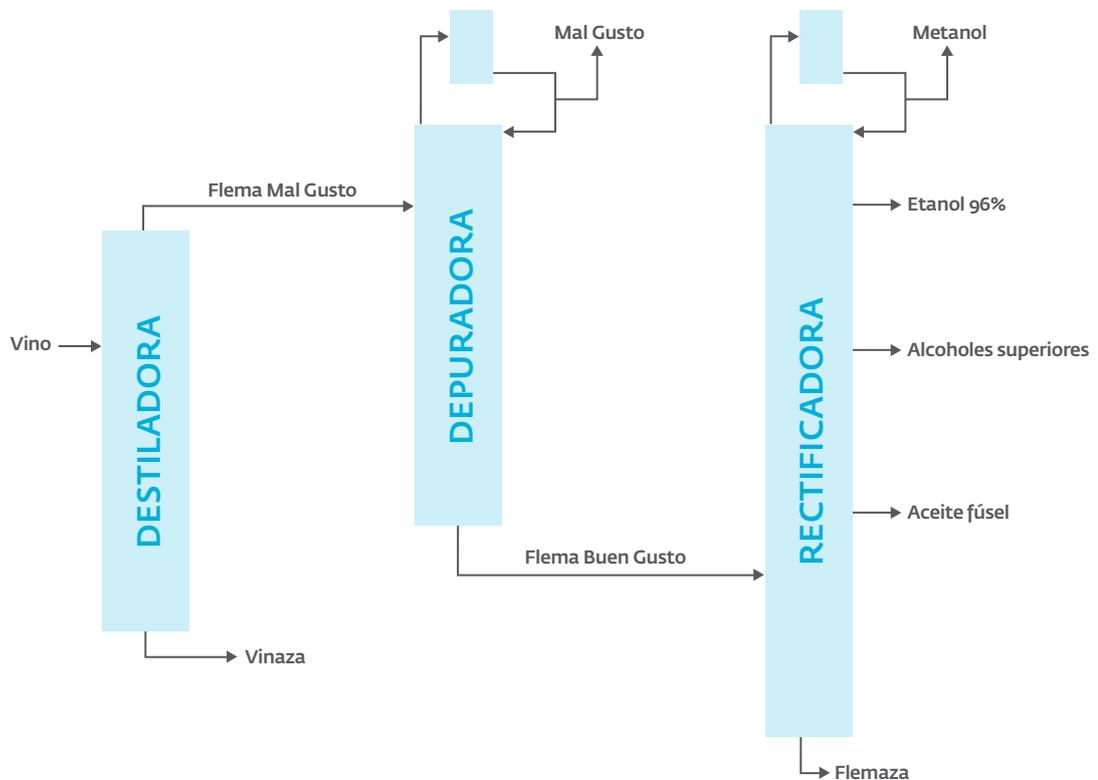
C) Por la parte inferior, altura del 60% de concentración: aceite fúsel

D) Por el fondo de la columna rectificadora: saldrá agua con algunos ácidos orgánicos en concentraciones del orden de ppm, inoocuos y que se envían al efluente, y que se conoce como flemaza

E) A cinco platos del tope, se extrae el alcohol Buen Gusto de 96 % v/v, se enfría y se envía a receptores para su control y posterior almacenaje.

Los equipos ubicados en esto que denominamos Destilería Vieja", producirán alcoholes cuya calidad es manejada según la demanda del mercado, utilizando para mejorar la calidad un oxidante como el permanganato de potasio, ubicado en puntos estratégicos de las columnas y que han de permitir eliminar resto de aldehídos, pasando finalmente si las circunstancias así lo requieren por columnas de carbón activado para mejorar la calidad olfativa, parámetro esencial cuando se va a destinar el alcohol para la conformación de perfumes, aerosoles, bebidas, etc.

Para dejar en claro el circuito que esta Destilería utiliza para extraer el alcohol del vino y transformarlo en un alcohol Mal Gusto y otro Buen Gusto, vemos el siguiente croquis:



2 B) Equipo Di Bacco:

El presente equipo tiene una capacidad nominal de 200 m³/día de alcohol Neutro y 30 m³/día alcohol Mal Gusto. El sistema está compuesto por cuatro efectos (columnas), mediante las cuales se pueden obtener un alcohol de calidad alta denominado Neutro.

En este equipo, se pone en práctica el concepto de que el más volátil se va al tope, lo cual no coincide con que sean los de menores puntos de ebullición, dado que se aprovecha una condición físico – químico entre los alcoholes , volátiles y el etanol de acuerdo a la concentración de este último.

Tan es así que está comprobado que para concentraciones por debajo del 40 % de etanol, los alcoholes superiores son más volátiles que el etanol, a pesar de tener mayores punto de ebullición, por ello existe una columna que se ha de encargar de aprovechar esa circunstancia para separarlos tempranamente del sistema tanto a los volátiles por menores punto de ebullición como a los volátiles por cuestiones de concentraciones del etanol.

El circuito comienza como con el equipo antes descripto, es decir, el vino entra a la primera columna, la destiladora, en dónde esta consta ahora de un par de columnas adicionales denominadas: columna depuradora de vino y una concentradora de flema de Mal Gusto. La idea en esta columna es la de extraer los más volátiles antes de que entren al proceso de depuración, para que la eficiencia de la columna encargada de hacerlo, sea óptima. Así la columna destiladora ha de proveer de una flema de Mal Gusto, con gran parte de los volátiles ya extraídos. Por la base de la columna, lógicamente se ha de extraer la vinaza, que también se envía para su concentración.

Esta flema de Mal Gusto, salida de la columna anterior, se dirige a la segunda columna, conocida en este caso como "hidroselectora", en la cual se ha de agregar agua o flemaza para alcanzar una concentración por debajo del 40% de etanol, de modo que todos los más volátiles que el etanol se extraigan por el tope de esta columna: alcoholes superiores, fúsel, aldehídos, ésteres, etc. Debido a que los aldehídos son muy difíciles de separar del etanol, entonces se intenta disminuir la concentración de la flema dentro de esta columna a lo máximo posible, de modo de establecer un rango de gran diferencia de puntos de ebullición entre los más volátiles y el etanol, alcanzando una concentración entre 15 – 20% v/v en la parte inferior de la columna hidroselectora.

Por la parte superior de la columna hidroselectora se han de extraer los más volátiles que han de incluir a todos los productos indeseables de la fermentación y que han de conformar el Alcohol Mal Gusto, en tanto por la parte inferior tendremos una flema totalmente depurada, lista para ser concentrada en la siguiente columna rectificadora.

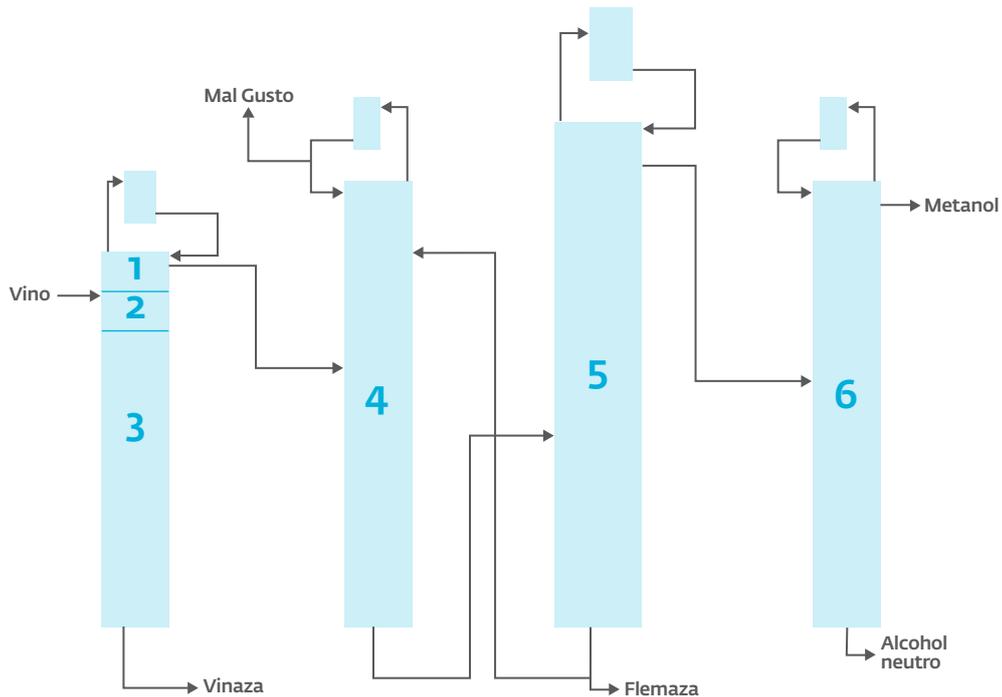
La flema depurada de Buen Gusto, entonces se envía a la tercera columna denominada rectificadora, en dónde se han de hacer un "pulido" de extracciones similares a lo ya descrito anteriormente, pero en cantidades mínimas (todo el "grosso" se extrajo en la hidroselectora), salido a cinco platos del tope el alcohol Buen Gusto altamente depurado, pero...con el metanol (no olvidar que este acompaña al etanol hasta el final), que si bien se ha extraído algo del tope, lo que ahora se desea es eliminarlo completamente del alcohol Buen Gusto, con lo cual obtendremos sí, el alcohol Neutro: exento de impurezas y de metanol, con una calidad olfativa altísima (sin olor). Por la parte inferior de esta columna, saldrá flema que se retorna a la hidroselectora y el sobrante al efluente.

El alcohol Buen Gusto salido de la rectificadora, se envía a una cuarta columna, denominada "demetilizadora", en dónde se ha de extraer el metanol. En esta columna, el único componente distinto al etanol es el metanol, y éste se encuentra en presencia una alta concentración del etanol (96,2%), por lo tanto, el metanol pasará a ser un volátil que se ha de extraer del tope de esta cuarta columna, quedando en el fondo de la misma, el alcohol etanol de 96,2% v/v sin aldehídos, sin ésteres, sin alcoholes superiores, sin fúsel, sin metanol y sin olor.

Excepto la columna destiladora, las otras tres columnas, poseen un sistema de vapor en contacto indirecto, esto es, por medio de un calefactor, lo cual permite al sistema "recuperar" condensados que se envían de vuelta a Calderas.

Para poder mantener la refrigeración en todas las columnas, esencialmente en sus condensadores que establecen los reflujos necesarios en cada caso, se utiliza agua que proviene de un circuito cerrado, y que se enfría a través de una torre de enfriamiento. La capacidad de esta torre de enfriamiento es de 2000 m³/hora, con una evaporación de agua del orden de los 70 m³/h, que debe reponerse y que debe ser agua ablandada (sin Calcio ni Magnesio) o flemaza.

El circuito del equipo antes descrito, sería según el siguiente croquis:



Referencias:

- 1: Columna concentradora de flemma Mal Gusto
- 2: Columna depuradora de vino
- 3: Columna destiladora de vino
- 4: Columna hidroselectora
- 5: Columna rectificadora
- 6: Columna demetilizadora

2 C) Sistema Alcohol Anhidro:

Con la apertura del nuevo plan de biocombustibles, el sistema de columnas Di Bacco, se adaptó para poder deshidratar el alcohol, utilizando el método de mezclas ternarias con ciclo hexano.

El ciclo hexano forma una mezcla ternaria con el agua y el alcohol, mezcla que al ser evaporada y posteriormente condensada, se separa en dos fases:

1. Una fase liviana que contiene un gran porcentaje de ciclo hexano, algo de alcohol y nada de agua prácticamente.
2. Una fase más pesada, que contiene una gran cantidad de agua, algo menos de ciclo hexano y algo de alcohol.

La composición porcentual en masa (peso), sería la siguiente:

	ETANOL	AGUA	CICLO	%
TERNARIO	24.2	5.8	70	100
FASE LIVIANA	5.1	0.2	94.7	100
FASE PESADA	63	17	20	100

Por lo tanto, en virtud de que el agua forma la fase más pesada, se retira esta fase por la parte inferior de un decantador construido a tal fin y se envía a otra columna para que se separen el ciclo hexano, del alcohol y agua, estos dos últimos regresan al proceso de rectificación, en tanto el ciclo hexano regresa a la columna de deshidratación.

Utilizando este sistema de extracción, con el cual se puede alcanzar una producción de 200 m³/día de alcohol anhidro, con una graduación de 99,7% v/v, es decir con sólo 0,3 % de agua.

Para alcanzar este cometido, de obtener alcohol anhidro, se dispuso modificar al equipo Di Bacco.

Las modificaciones tienen que ver con que para alcanzar la calidad de anhidro para mezcla con las naftas, el sistema puede deshidratar todo el alcohol que se produce en las cubas de fermentación, es decir, en este caso, no se separa el alcohol Mal Gusto del Buen Gusto, sino que todo se pasa a rectificación y posterior deshidratación. Sólo se debe extraer el aceite fúsel, que por sus características (no se mezcla con el agua) debe ser retirado de los platos para evitar su acumulación y efecto "tapón" al paso del vapor.

El esquema de deshidratación queda entonces conformado de la siguiente manera.

2C1: Columna destiladora: en este caso, el vino entrará a la destiladora, pero sin importar el trabajo de la columna depuradora de vino que antes se mencionara para obtener el alcohol Neutro, lo mismo que la columna concentradora de flemas de Mal Gusto tampoco ha de trabajar, ya que necesitamos flemas que contengan alcohol no más de 50%, ya que estas serán enviadas directamente a la columna de rectificación para llevarlas a 96 % v/v de concentración.

2C2: La flema directa desde la columna destiladora se envía a la columna rectificadora, entrando al plato N° 14. Esta columna llevará a una concentración de 96%, extrayendo sólo de los platos correspondientes al aceite fúsel, el cual se retira del sistema por las razones antes apuntadas. El alcohol de 96 % pasa a la siguiente columna que será la encargada de "deshidratar", y que en este caso sería la "ex demetilizadora. La columna rectificadora, eliminará por la base de la columna, flemaza como se indicara anteriormente.

2C3: El alcohol proveniente de la columna rectificadora se recibe en la ex demetilizadora, en dónde ya se ha agregado una cantidad de ciclo hexano, suficiente como para que trabaje al régimen que deseamos establecer de 200 m³/día. Esa cantidad de ciclo hexano está alrededor de los 15000 litros. El alcohol se mezcla con el ciclo hexano, y se evapora por acción del vapor, el cual ya se indicó está en contacto indirecto, yendo hacia los condensadores en dónde se condensa toda la mezcla de alcohol – ciclo hexano – agua. Este condensado se envía a un tanque denominado "decantador", en el cual como ya señalamos, se produce una separación de fases: la liviana, es tomada por la bomba de reflujo de la columna ex demetilizadora y la regresa a esta columna en el tope de la misma, en tanto la fase inferior, es tomada por otra bomba que la enviará a la columna "ex hidroselectora", en la cual se producirá la separación del ciclo hexano.

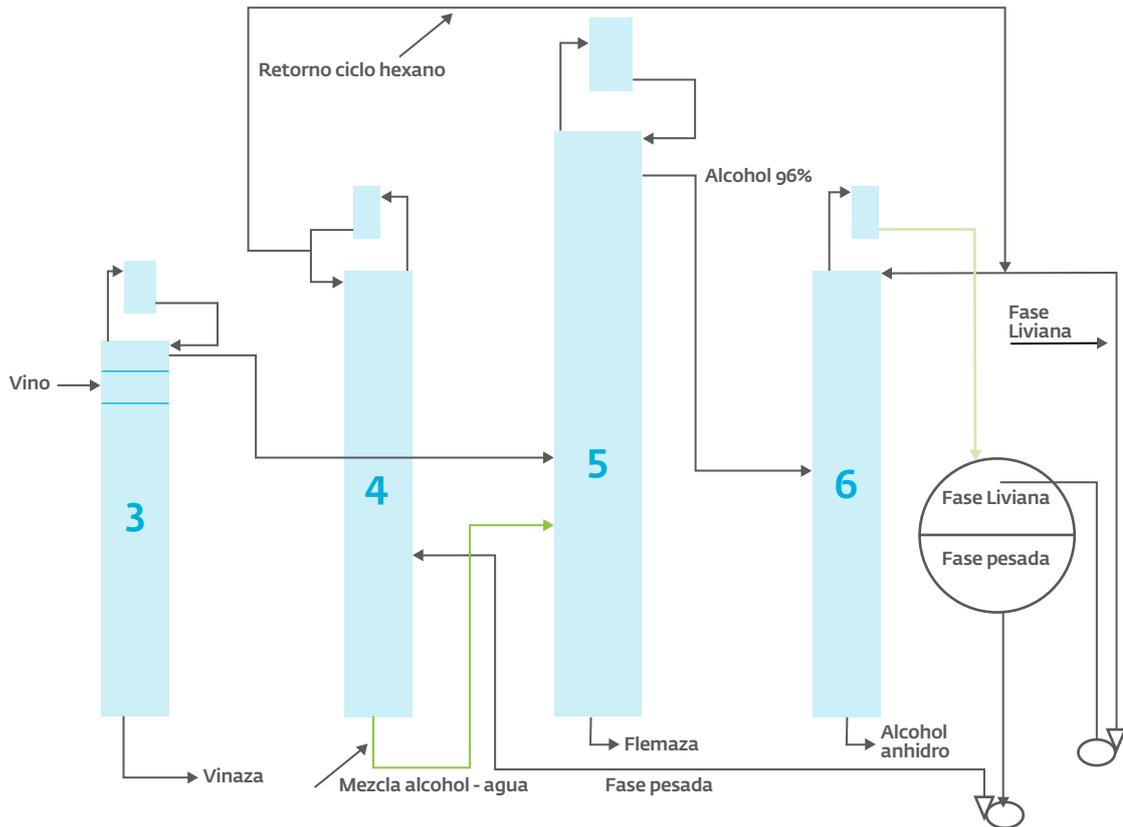
De esta manera, dentro de la columna deshidratadora, se produce una permanente extracción de agua, la cual es llevada al tope de la columna, condensada y posteriormente separada en el decantador. Mientras tanto, el alcohol sin agua, con mayor punto de ebullición, se convierte en este caso, como "cola" del proceso de destilación llegando al fondo de la deshidratadora desde dónde es retirado y enviado a medición y posterior almacenaje.

2C4: La fase inferior que se retira con una bomba a tal fin, se envía a la ex hidroselectora, al plato 16. En esta columna el ciclo hexano con menor punto de ebullición se separa del resto como el más volátil yendo al tope de la columna, se condensa y se retorna a la columna deshidratadora (ex demetilizadora) en el tope de la misma. En tanto el resto del alcohol y agua, con mayor punto de ebullición irán hacia el fondo de esta columna, desde dónde se enviará para su concentración nuevamente a la columna rectificadora, conjuntamente con la flema desde la destiladora. Esto implica que el sistema posee una recirculación de alcohol, pero que a la postre no impide alcanzar los 200 m³/día de anhidro.

Esta columna, se conoce en la deshidratación como "columna recuperadora de ciclo hexano".

El sistema de deshidratación prevé una pérdida de ciclo hexano que inevitablemente se va con el alcohol anhidro y quizás algo por evaporación, en una cantidad diaria estimada del 0,1 – 0,2 % de la producción de alcohol anhidro. Por ello el sistema está preparado para hacer una inyección diaria de ciclo hexano según lo demanden las circunstancias.

El circuito de esta operación puede verse en el siguiente croquis:



Como podemos apreciar, el sistema de deshidratación contempla el trabajo de sólo cuatro columnas: destiladora (3), rectificadora (5), deshidratadora (6) y la recuperadora (4), con un tanque decantador en dónde se separan las dos fases antes indicadas.

De esta manera se ha descrito cada una de las opciones de destilación que Ingenio y Refinería San Martín del tabacal tiene, como una descripción de todo el proceso de prefermentación, fermentación y recuperación de levaduras.

Materia Prima y Almacenamiento:

Para llevar a cabo la operación de obtención de alcohol, se ha mencionado la utilización de melazas del tipo "C" mezcladas con agua y con jugo mixto. De estos tres componentes, el que se almacena es la melaza. Luego de ser recibida por una balanza destinada al control de la melaza salida desde el último cocimiento para azúcar en Fábrica, la misma se envía a una pileta que recibe el nombre de "calicanto" cuya capacidad es de unas 300 tn. En este calicanto la melaza se recircula a los efectos de bajar su temperatura y evitar así reacciones que no son favorables a Destilería, tales como la reacción de Maillard.

Luego desde este calicanto la melaza una vez enfriada, se envía a dos tanques de almacenamiento cuyas capacidades son de aproximadamente de 4000 tn. Desde estos tanques mediante bombas especiales (expulsión positiva, a tornillo) se establece también una recirculación con el calicanto para continuar enfriando.

Almacenamiento de Alcoholes:

Los alcoholes producidos, son en cada caso controlados en tanques denominados "receptores" sobre los cuales se mide el volumen y la calidad del alcohol para luego sí, enviar a los correspondientes depósitos. Tabacal cuenta con una gama de alcoholes que incluyen:

1. Alcohol Buen Gusto que se exporta y se distribuye en mercado interno
2. Alcohol Mal Gusto: se distribuye en mercado interno
3. Alcohol anhidro: se distribuye en mercado interno

Por lo tanto, se deben disponer de tanques de almacenamiento para cubrir esas tres calidades, detalle que se puede apreciar en el plano que se adjunta en esta carpeta. Todo el alcohol producido es a granel y se almacena en tanques cuya capacidad va desde los 98 m³ a tanques de 5300 m³, cubriendo una capacidad total (incluyendo el tanque para anhidro que se está terminando de construir) de 38800 m³.

ANEXO:



(Izquierda). Operario en plena función en prefermentador, extrayendo muestra para el control del pH. Entre otros controles, Laboratorio brinda información sobre: cantidad de levaduras, viabilidad, contenido de alcohol en levaduras, hematocrito.
(Derecha). Una vista de las cubas de fermentación.



(Izquierda). Otra vista de las cubas, mostrando que están cerradas y el sistema de recuperación de CO₂. (Derecha). Una vista de las cuatro columnas del nuevo equipo de destilación, capacidad de 230 m³/día. En donde, la primer columna de la derecha es la destiladora – depuradora de vino y concentradora de flema de Mal Gusto. La segunda de la derecha, es la hidroselectora, la tercera desde la derecha es la rectificadora y la primera de la izquierda es la demetilizadora.



(Izquierda). Tándem de centrifugas separadoras de levaduras del mosto fermentado. (Derecha). Operador en Panel de control de todo el sistema de fermentación y destilación.