

ÍNDICE

Pág.

Interés del Proceso.....	3
Esquema de la planta de fabricación y descripción del proceso.....	4
Almacén de materias primas.....	5
Molienda.....	5
Conversión y Sacarificación del Almidón.....	6
Fermentación.....	6
Destilación y Deshidratación.....	7
Preparaciones Auxiliares.....	9
Almacén de Etanol.....	10
Programa Productivo.....	10
Materia Prima (Trigo).....	10
Materias Auxiliares.....	11
Productos.....	12
Maquinaria y Equipos de Proceso.....	14
Control de la Calidad del Etanol.....	20
Abastecimiento de la planta (35.000.000 litros de etanol / año).....	21

I. INTERÉS DEL PROCESO

El gobierno de Estados Unidos ha reconocido que algunas industrias necesitan alcohol que pueda utilizarse en procesos de manufactura especiales sin las sustancias que se emplean para desnaturalizar el alcohol, pues éstas pueden interferir en el proceso, pero estas cuestiones se pueden extrapolar sin ninguna demora a la Unión Europea, y hallarnos inmersos en una nueva situación ya no tan dependiente del petróleo.

El alcohol se utiliza en casi todas las industrias y sólo el agua es el mejor disolvente. Además, el alcohol es la materia prima para fabricar cientos de productos químicos, como acetaldehído, acetato de etilo, ácido acético, dibromuro de etilo, los glicoles, el cloruro de etilo y todos los éteres etílicos.

El empleo del alcohol de fermentación en combustibles para motores es materia muy controvertida. Hay quienes argumentan que el alcohol elaborado con materias biológicas renovables puede ser utilizado para ayudar a que Estados Unidos sea menos dependiente de fuentes externas de petróleo. También aseguran que

puede servir para utilizar muchos sobrantes de granos y biomasa de desperdicio. En 1.980 el gobierno estadounidense anunció un ambicioso programa para cuadruplicar el uso de alcoholes para la producción de combustibles para llegar a $1,9 \cdot 10^9$ litros por año a fines de 1.981 y 42×10^9 litros por año en 1.990. La meta es desplazar el 10% de la gasolina de la nación con combustibles de gasolina- alcohol (gashol).

Los opositores aseguran que para producir esa cantidad de alcohol se necesitaría no sólo todos los granos sobrantes disponibles sino también tecnología radicalmente nueva para lograr la conversión económica de madera, celulosa y otros desperdicios almidonados en alcohol. Una de las principales dificultades para alcohol en la gasolina es que el etanol común de 95% no es miscible con gasolina. Sólo el alcohol absoluto o de 99.5% se mezcla con gasolina para producir gashol; esto requiere un procesamiento adicional costoso, porque mediante destilación siempre es imposible producir etanol con más de 95% de concentración. Se han propuesto muchos métodos nuevos para reducir el costo de destilación y otras formas de eliminar el agua del alcohol, pero hasta la fecha cuesta más producir alcohol absoluto que gasolina.

En 1.982 el etanol se utilizaba para elevar el octanaje de la gasolina y una pequeña cantidad se consumía como gashol. Sin embargo, debido a subsidios del gobierno, el costo del alcohol de fermentación es actualmente competitivo con alcohol sintético derivado de petróleo. En 1.983, la capacidad del alcohol sintético en Estados Unidos era de $8.1 \cdot 10^8$ kg. y se produjeron solamente $4.5 \cdot 10^8$ kg. El precio del etanol sintético era de 61 a 65 centavos por kilogramo, prácticamente igual al del etanol por fermentación utilizados como disolvente.

En nuestra región, dada la situación económica actual, en la que los tipos de interés están bajos y se prevé que sigan en esta dinámica en los próximos años, la realización de esta planta de bioetanol será rentable.

II. ESQUEMA DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Obtención de alcohol anhidro por deshidratación de etanol 96% por destilación azeotrópica con benceno a una presión de 101 kPa. Se alimenta alcohol de 95%. La mezcla ternaria azeotrópica sale por arriba y se obtiene alcohol absoluto como producto por el fondo. Los vapores que salen por arriba se condensan y se llevan a un separador (decantador), en donde se separan dos capas líquidas. La capa superior, rica en benceno, se devuelve como reflujo, y la capa inferior se alimenta, donde se produce la mezcla ternaria azeotrópica que sale por la parte superior y alcohol acuoso libre de benceno que sale por el fondo. En este último producto por destilación ordinaria, se obtiene alcohol de 95% que sale por la parte superior; por la parte inferior sale agua casi pura. El benceno se recircula en forma continua en esta sistema, y solamente es necesario añadir benceno para cubrir las pérdidas. El agente extractor, benceno, se emplea una vez tras otra con una pérdida que no debe ser mayor de 0.5% del volumen del alcohol anhidro producido.

El proceso detallado es el siguiente:

1.- ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS

La materia prima, trigo, será transportada hasta la planta por medio de camiones y de remolques agrícolas. Además para la recepción por vía férrea de mercancías se usarán las instalaciones. Para el control de la mercancía que entra y sale de la planta vamos a tener una báscula electrónica con capacidad para que puedan entrar en ella sin problemas camiones.

Como máximo vamos a considerar un ritmo de afluencia de camiones de 35 al día lo que supone unas 800 t al día, este será el caudal para el que se dimensionarán los equipos de transporte de la materia prima.

El trigo recibido será recogido en tolvas de recepción desde las que se llevará por medio de transportes de cadena a los silos de almacenamiento.

La capacidad de almacenamiento de los silos será la que nos permita una capacidad de almacenamiento para 45 días de procesado. De los silos de almacenamiento la materia prima será llevada a la planta de molienda.

2.- MOLIENDA

La materia prima llega a la planta de molienda donde primero se le somete a un proceso de limpieza, después pasa a los molinos de martillos, donde se obtiene la harina que va a ser empleada en las siguientes etapas. El proceso de molienda es el de molienda seca; está caracterizada por la división brusca del cereal, seguida de un calentamiento y licuefacción en agua caliente.

Esta es la solución más simple, la que menor costo de inversión, de mantenimiento y de operación necesaria, además hay un rendimiento un poco más alto en etanol que en la molienda húmeda.

El grano será molido de manera que sólo un 10% de las partículas será mayor a 1 mm.

3.- CONVERSIÓN Y SACARIFICACIÓN DEL ALMIDÓN

El flujo de harina proveniente de la zona de molienda se mezcla con el agua de proceso, vapor condensado en el proceso de evaporación, vinazas recirculadas de la columna de destilación y agua residual. De este modo se aprovechan al máximo las aguas y vinazas, se calienta a 75 °C, menor que la temperatura de gelatinización del conjunto, y se corrige el pH añadiendo a continuación enzimas hidrolizantes (amilasa); la función de estas enzimas hidrolizantes es romper los enlaces de almidón.

Transcurridas dos horas se pasa a la fase de sacarificación disminuyendo la temperatura a 60 °C e incorporando una nueva enzima (amiloglucosidasa). Se corrige de nuevo el pH mediante la adición del H₂SO₄. Transcurridas Ocho horas el mosto así obtenido se enfría a 30–35 °C y se procede a su fermentación. El proceso se efectúa en tanques de acero inoxidable, con agitadores y calorifugados.

4.- FERMENTACIÓN

El mosto enfriado proveniente de la sacarificación, se introduce en tanques para su fermentación mediante la adición de levaduras específicas. Primero vamos a llevar el mosto a un prefermentador en el que permanecerá unos 17 minutos. Es necesario añadir al mosto inoculado elementos nutrientes (proteínas) para favorecer el crecimiento de las levaduras así como airearlos, y la temperatura debe ser mantenida por debajo de los 32°C por lo que los tanques deberán ir provistos de equipos refrigerantes exteriores.

El proceso es realizado con flujo en cascada pasando primero por un prefermentador y después por cinco fermentadores conectados en serie.

El proceso se efectúa de forma continuada durante treinta y ocho horas, hasta que las levaduras hayan transformado el azúcar disponible en alcohol. Así se obtiene una cerveza de contenido alcohólico aproximado del 10% la cual pasa a la fase de destilación y deshidratación.

Saccharomyces cerevisiae ha sido el microorganismo más ampliamente estudiado y es el que vamos a usar, se va a usar una cepa tolerante al etanol que será suministrada por la empresa que instala la planta. Esta cepa va a tener una alta tolerancia a la concentración de etanol. La levadura va a ser propagada sólo por el primer tanque, ya que al inicio del proceso irán pasando a los sucesivos tanques a medida que vaya discurriendo el flujo por los distintos fermentadores.

Una de las claves principales para el éxito del proceso va a ser mantener un nivel de células de *Saccharomyces* es alto para tener una rápida fermentación.

Para mantener la concentración de *Saccharomyces*, debido a las características autocatalíticas del proceso, se va a realizar un reciclado de las vinazas después de su destilación lo que hará que se mantenga biocatalizador dentro del sistema reactor. Una nueva levadura es propagada y cambiada en el primer fermentador en aproximadamente un mes.

El riesgo de contaminación en el proceso existe ya que las bacterias acidolácticas están siempre en la naturaleza, debido a que el proceso industrial de fermentación no es aséptico, por esta razón nos encontramos en los tanques de fermentación bacterias acidolácticas. Para mantener un control sobre la población bacteriana se deberá tener el pH en un rango de 4 a 6, siempre con unos buenos niveles de oxígeno lo que asegurará un rápido crecimiento de la población de levaduras.

El CO₂ de la fermentación se recoge en una columna, se lava con ducha de agua y este agua se recicla a la licuefacción, y el CO₂ se pone a disposición de una empresa consumidora a pie de planta.

El tiempo del ciclo de fermentación puede ser de 40 a 72 horas.

Se la llama *cerveza* a los licores que están en los fermentadores al concluir el ciclo.

5.- DESTILACIÓN Y DESHIDRATACIÓN

El mosto se destila en dos etapas. En ambas se utiliza además de vapor el calor residual de otras zonas. El número recomendado de platos para la separación agua etanol es de 60 platos separados distancias que van desde los 600 mm a los 500 mm.

La primera etapa es en una columna de destilación y una columna destrozadora que produce vapores de alcohol con un contenido del 45% de alcohol y el bagazo más las vinazas que serán objeto de proceso de obtención del pienso.

La columna de destilación tiene 22 platos separados a una distancia de 600 mm. A esta columna es a la que entra el flujo de cerveza proveniente de la fermentación. Los flujos de salida que vamos a tener van a ser:

- Cerveza con un grado alcohólico entorno al 25%, parte de este flujo se recirculará y se condensará para provocar una lluvia en la torre de destilación.
- Vinazas que irán al proceso de secado y evaporación.
- Parte del condensado que tenemos en la parte baja de la torre pasará a través de un hervidor que lo convertirá en gas por medio de un aporte de vapor de agua.

La columna destrozadora cuenta con 16 platos separados a 500 mm. A esta columna llega el flujo de cerveza proveniente de la columna de destilación. Los flujos de salida que vamos a tener van a ser:

- Cerveza con un grado alcohólico entorno al 45%, parte de este flujo se recirculará y se condensará para provocar una lluvia en la columna destrozadora.
- Vinazas que irán al proceso de secado y evaporación.
- Parte del condensado que tenemos en la parte baja de la torre pasará a través de un hervidor que lo convertirá en gas por medio de un aporte de vapor de agua.
- Los vapores producidos van a pasar a través de una ducha de vahos con compacto, el condensado se va a recircular.

La segunda etapa eleva el grado de la solución alcohólica a 95% mediante su paso por una columna rectificadora. El número de platos es de 22 y la separación entre ellos es de 500 mm.

En la columna rectificadora vamos a tener también el rehervidor en la base de la columna y la recirculación de

parte del alcohol húmedo que tenemos en la parte superior de la columna.

Estos vapores con contenido alcohólico de 95–96% se recalientan de nuevo y se introducen en el tamiz molecular. Estas, tienen en su interior un lecho de zeolitas específicamente configurado muy absorbente capaz de absorber, a la temperatura y presión del proceso, el agua de los vapores alcohólicos elevando la concentración a más del 99,75%.

Una columna trabaja en modo deshidratación mientras la otra regenera. La regeneración del lecho se efectúa por inmersión en alcohol deshidratado, obteniéndose una solución alcohólica de 60°C de concentración que se envía a la columna rectificadora.

El alcohol así obtenido, se enfría y se manda a los tanques del almacén de alcohol para su expedición.

6.- PREPARACIONES AUXILIARES

En esta etapa se preparan las sustancias necesarias para ajuste del pH, reacciones bioquímicas y limpieza de los equipos par su uso en conversión, sacarificación y fermentación.

Estas preparaciones auxiliares incluyen:

- El almacenamiento y dilución del ácido sulfúrico par la sacarificación y fermentación.
- Almacenamiento y dilución de la sosa cáustica concentrada para conversión y limpieza.
- Dosificación de enzimas
- Dilución del Cl_2Ca y dosificación para conversión.
- Dilución de nutrientes y dosificación para fermentación.
- Preparación de agua caliente de proceso o condensados para limpieza.
- Preparación de la solución CIP para la limpieza.
- Dosificación de agente antiespumante, etc...

7.- ALMACÉN DE ETANOL:

La producción diaria proveniente de la columna deshidratadora se recoge en una tanque de diario para su chequeo y control, caso de aceptación pasa al almacén general de alcohol. Los tanques estarán provistos de cabeza flotante interna para evitar la contaminación acuosa y dispondrán del sistema contra incendios.

III. PROGRAMA PRODUCTIVO

1.- MATERIA PRIMA: (TRIGO)

El trigo es utilizado en el proceso como materia prima. En el trigo no habrá diferencias por ningún tipo de ciclo aceptándose cualquier clase de ciclo que sea entregado por los agricultores.

La composición tipo del trigo recogido será:

Materia orgánica: 973 g/kgMS

Materias nitrogenadas totales: 125 g/kgMS

Fibra bruta: 27 g/kgMS

Materia grasa: 20 g/kgMS

Paredes: 139 g/kgMS

LC: 36 g/kgMS

Li: 12 g/kgMS

Cenizas: 27 g/kgMS

Hidratos de carbono: 641 g/kgMS

La humedad del trigo estará en torno al 13 %, teniendo que empezar a tomar medidas de precaución si la humedad sube por encima del 14–15 % de humedad.

El rendimiento en alcohol de un kg de trigo de estas características es de **0,386** litros de etanol.

2.- MATERIAS AUXILIARES

ÁCIDO SULFÚRICO

Se necesita H₂SO₄ para regular el pH durante la sacarificación del almidón. Se dispondrá de un tanque con H₂SO₄. Se diluirá para rebajar su concentración e introducirlo así en el proceso de sacarificación.

SOSA CAÚSTICA

Tendremos sosa cáustica (CaO) concentrada al 50% en un tanque para sosa concentrada, después la diluiremos para introducirla dentro del proceso para realizar la conversión y también en el proceso de limpieza.

CLORURO CÁLCICO

El Cl₂Ca tendrá una concentración del 78%. Va a ser introducido en el proceso de sacarificación.

ÁCIDO FOSFÓRICO

Tendremos un tanque con fosfórico en una concentración del 75% que será introducido dentro del proceso para suministrar el P necesario para las enzimas.

AGENTES ANTIESPUMANTES

Van a ser introducidos dentro del proceso para que no se produzca la formación de espuma que impediría el correcto funcionamiento de las reacciones biológicas.

SOLUCIONES NUTRIENTES

Va a existir una solución que contiene todos los nutrientes y micronutrientes necesarios para que se desarrollen correctamente las enzimas que participan tanto en la sacarificación del almidón como las que lo hacen en la fermentación.

ENZIMA ALFA-AMILASA

Va a existir un tanque con el cultivo puro de alfa-amilasa que por medio de una bomba va a ser introducido en el proceso, para proceder a la conversión y sacarificación del almidón.

ENZIMA AMILOGLUCOSIDASA

Va a existir un tanque con amiloglucosidasa en cultivo puro que va a ser introducida en el proceso para proceder a la sacarificación y conversión del almidón.

AGUA

El agua de proceso y el necesario para las reposiciones en refrigeración procederá de aguas subterráneas. El agua de proceso será sometida a un proceso de filtración y cloración para que tenga la calidad adecuada para ser introducida en el proceso.

Posteriormente se la somete a un proceso de cloración para eliminar los microorganismos que pueda llevar.

VAPOR

Se trata de vapor saturado a 6 bar, que va a ser producido en el proceso de cogeneración y va a ser utilizado en los procesos de licuefacción, sacarificación, fermentación, destilación, decantación y concentración.

GASES CALIENTES

De la cogeneración también vamos a obtener gases calientes a una temperatura de 214°C que van a ser utilizados en el proceso de secado de las D.D.G.S.

3.- PRODUCTOS

Como producto principal del proceso obtenemos alcohol deshidratado del 99,75% de pureza. En algún caso especial podríamos llegar a obtener alcoholes de otras características.

ALCOHOL DESHIDRATADO

Con las siguientes características:

Pureza: 99.75%

Contenido no alcohólico inferior a 90mg/l.

Contenido en derivados bencénicos inferior a 60 r.p.m.

Extracto seco: ninguno.

ALCOHOL DE REACCIÓN

- ◊ Poder verdadero: 96,3 GL (15°C)
- ◊ Extracto seco: ninguno.
- ◊ Acidez expresada en gramos de acético por Hl de alcohol 100%: menor a 1,8.
- ◊ Contenido en esteres expresado en gramos de acetato de etilo por Hl de alcohol 100%: menor a 6,0.
- ◊ Contenido en aldehídos expresado en gramos de acetaldehído por Hl. de alcohol 100%: menor 1.

- ◊ Contenido en alcoholes superiores expresado en gramos de alcohol isobutílico por Hl de alcohol 100%: menor de 0,4.
- ◊ Contenido en amoniaco y bases nitrogenadas volátiles expresado en gramos de nitrógeno por Hl de alcohol 100%: menor de 0,2.
- ◊ Impurezas totales en gramos por Hl de alcohol 100%: menor de 9,0.

ALCOHOL DE SEGUNDA CALIDAD

Este alcohol está constituido por una mezcla de los flujos procedentes de la cabeza de la columna de purificación (muy cargado con acetatos), el flujo procedente de la cabeza de la columna de rectificación (muy cargado con aldehídos) y el alcohol superior procedente de la columna de rectificación (muy cargado con isopropanol).

Sus características son:

- ◊ Pureza real: mínimo 90.5 GL (15°C)
- ◊ Extracto seco: máximo 6 g/Hl, alcohol 100%.
- ◊ Acidez expresada en gramos de ácido acético por Hl de alcohol 100%: menor de 10.
- ◊ Contenido en alcoholes superiores expresado en gramos de alcohol isobutílico por Hl de alcohol 100%.
- ◊ Contenido en derivados sulfurosos: ninguno.

IV. MAQUINARIA Y EQUIPOS DE PROCESO

Recepción de materias primas

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – Báscula – Tomamuestras – Elevador de cangilones |
|---|

Almacén de materias primas

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – Transportador de cadena para cargas silos – Silos de almacenamiento – Ventilador – Extractor rotativo – Sinfines de extracción – Transportador de cadena |
|---|

Planta de molienda

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – Depósito pulmón para grano con vibrador – Tornillo de alimentación con control de revoluciones |
|---|

- Trampa metálica
- Estación de limpieza
- Tanque de alimentación de suministro a molinos.
- Molino de martillos con sistema de alimentación.
- Filtro autolimpiante.
- Tanque de recepción.
- Elevador de harina.
- Tornillo alimentador a conversión.

Conversión y sacarificación

- Tanque intermedio.
- Cinta pesadora.
- Tanque de conversión con agitador e inyección.
- Extractor de vapores.
- Bomba sustrato convertido.
- Intercambiador espiral de sustrato convertido.
- Tanque de sacarificación.
- Bombas para sustrato sacarificado.
- Enfriador espiral para sustrato sacarificado.

Fermentación

- Tanque de cultivo puro.
- Prefermentador con agitador.
- Bombas para prefermentador.
- Fermentadores principales.
- Agitadores.
- Bombas para fermentador.
- Tanque de cerveza intermedio.

Preparación de auxiliares

- Tanque almacén para sulfúrico concentrado.
- Tanque de dilución para sulfúrico.
- Bomba para sulfúrico diluido.
- Bomba de sulfúrico concentrado.
- Tanque de sosa concentrada.
- Bomba de sosa concentrada.
- Tanque para dilución de sosa concentrada con agitador.
- Tanque intermedio para sosa concentrada a conversión.
- Bomba para sosa concentrada a conversión.
- Bomba para limpieza.
- Tanque de agua caliente con inyección de vapor.
- Bomba de agua caliente.
- Tanque de dosificación de cloruro cálcico.
- Bomba para solución de cloruro cálcico.
- Tanque dosificador de amilasa.
- Bomba dosificadora de amilasa.
- Tanque almacén de AMG.
- Bomba de AMG.
- Tanque de fosfórico.
- Bombas de fosfórico.
- Tanque para solución nutriente con agitador.
- Tanque intermedio para nutrientes con agitador.
- Bomba para solución nutriente.
- Bomba de agente despumante.
- Tanque de despumante.

- Bomba para despumante.

Destilación

- Columna de destilación BC.
- Lecho molecular completo.
- Columna destrozadora.
- Columna de rectificación.
- Ducha de vahos con compacto.
- Hervidor.
- Bomba de circulación del calentador.
- Condensador de cola.
- Tanque de expansión.
- Bomba de recirculación de condensado.
- Bomba de alcohol húmedo a columna destrozadora.
- Bomba de circulación del sobrecalentador de la columna destrozadora.
- Sobrecalentador de la columna destrozadora.
- Condensador de cola de la columna destrozadora.
- Tanque de expansión de columna destrozadora.
- Bomba de recirculación de condensados de columna destrozadora.
- Bomba de alcohol húmedo a columna rectificadora.
- Enfriador de vahos de la columna destrozadora.
- Bomba de vacío.
- Separador de descarga de la bomba de vacío.
- Bomba de condensados de vapor.
- Bomba de circulación de sobrecalentador de columna rectificadora.
- Sobrecalentador de la columna rectificadora.

- Condensador de cola de la columna rectificadora.
- Tanque de expansión de la columna rectificadora.
- Bomba de recirculación de la columna de rectificadora.
- Bomba de alcohol húmedo a lecho molecular completo.
- Sobrecalentador de alcohol húmedo.
- Intercambiador alcohol deshidratado–cerveza que entra al proceso.
- Enfriador de alcohol deshidratado.
- Tanque de alcohol deshidratado.
- Bomba de alcohol deshidratado a almacén de etanol.
- Bomba de vinaza.
- Bomba de agua residual de columna de rectificación.
- Intercambiadores de calor.

Secado y evaporación

- Tanques de vinaza con agitador.
- Bombas de vinaza.
- Decantadores de vinaza.
- Tornillos de descarga para pasta decantada.
- Mezcladora para pasta decantada, vinaza y recirculación.
- Mezcladora de alta velocidad.
- Tornillo de alimentación a secaderos.
- Bombas de alimentación a secadero de vinaza.
- Secadero de vapor tubular.
- Tornillo de descarga.
- Molino de martillos.
- Ventilador para cinta enfriadora.
- Cinta enfriadora.

Evaporación

Intercambiadores:

- Evaporadores.
- Condensador.
- Intercambiador de placas para calentar la vinaza que entra a evaporación.

Tanques:

- de vinaza con agitador.
- de expansión.
- para condensados de vapor.

Almacén de etanol

- Tanque de diario con cabeza flotante.
- Bombas de llenado de tanques de guardia.
- Tanques de guardia con cabeza flotante.
- Bomba de llenado de tanque de producto terminado.
- Tanque de producto terminado con cabeza flotando.
- Bombas de expedición del alcohol.

Torres de refrigeración

- Torres de enfriamiento.

V. CONTROL DE LA CALIDAD DEL ETANOL

El control de la calidad del etanol se llevará a cabo en el Laboratorio Regional de Análisis de combustibles.

Los parámetros que se van a controlar van a ser:

- Densidad: Su valor normal es de 0,749 kg/l.
- Contenido en agua: El contenido en agua no debería nunca ser superior al 0,25%, ya que el proceso de deshidratación eleva su pureza a más de 99,75%.
- Temperatura de ebullición: La temperatura de ebullición característica del etanol son los 78°C.

- Contenido en oxígeno: El contenido en oxígeno del etanol está en torno al 34,8% en peso.
- Residuo seco: El etanol comercial no deberá tener ningún residuo seco apreciable.

VI. ABASTACIMIENTO DE LA PLANTA

(35.000.000 LITROS DE ETANOL / año)

Según los datos obtenidos del proceso industrial de la planta de producción de bioetanol, y teniendo en cuenta la ingeniería asociada a la estación se llega a la conclusión de que cada **0,386 litros de etanol** producido debe consumir en la ingeniería del proceso **1 kilogramo de trigo**, además de las materias auxiliares comentadas, la energía, mano de obra y otros gastos.

Centraremos el estudio para la producción de trigo, para ver la zona de producción de la principal materia prima, el trigo.

La localización de la planta será en plena comarca Torozos, junto a la Nacional 601 (Valladolid-León), más en concreto a 20 Km de Valladolid, entre los municipios de Villanubla y La Mudarra.

Suponemos un rendimiento medio asegurado en la zona de 2.500 Kg/ha para el cálculo de la superficie necesaria para el abastecimiento de la instalación.

De acuerdo con las necesidades de la planta se precisarán 90.673.575 Kg de trigo, lo que supone 36.269,43 ha de trigo sembradas cada año.

Dada la estimulación de la planta hacia el cultivo de trigo (buen precio, buenas condiciones de comercialización en general,...), consideramos que se podría hacer una rotación en la que como mínimo se podría sembrar trigo un año sí y otro no, es decir 1/2 de los años, por lo que el número de hectáreas necesarias para abastecer la planta ascendería a **72.539 has.**

Después de hacer la relación de la superficie posible suministradora de trigo, el resultado ha sido de **118.523 has**, por lo que es un numero de has mas que suficiente para alimentar a la planta de bioetanol, superando las hectáreas necesarias con un índice de 1,634.

En la comarca se encuentran los siguientes términos municipales, posibles suministradores de trigo. Consideraremos únicamente la superficie de cultivo:

MUNICIPIO	Hectáreas
Peñaflor de Hornija	6.135
Villanubla	4.454
Castrodeza	1.321
Wamba	3.478
Castromonte	7.331
La Mudarra	1.774
Zaratán	1.578
Fuensaldaña	2.134
Mucientes	4.140
Villalba de los Alcores	6.653
Montealegre	2.920

Valdenebro de los Valles	3.099
Medina de Rioseco	9.500
Valverde de Campos	1.853
Villabrágima	5.362
Morales de Campos	1.564
Tordehumos	5.260
Villagarcía	3.260
Villanueva de los Caballeros	2.225
Urueña	2.441
San Cebrián del Mazote	2.654
Barruelo	1.231
Mota del Marqués	2.700
Adalia	1.543
Villasexmir	1.292
San Salvador	917
Torrelobatón	5.395
MUNICIPIO	Hectáreas
Torrecilla de la Torre	557
Bercero	3.701
Vega de Valdetronco	1.523
Berceruelo	1.183
Velilla	1.808
Matilla de los Caños	1.065
Velliza	2.027
Villán de Tordesillas	1.010
Robladillo	955
Geria	1.448
Ciguñuela	2.781
Valladolid	7.900
TOTAL	118.523

VII. BIBLIOGRAFÍA

- "Optimización de la conversión de biomasa en alcohol"

T. Benitez y J. Jiménez

- "Biocombustibles: Utilización de los aceites vegetales como energía renovable"

Luís Ángel Agejas Domínguez. Ed. Mapa.

- "Monografías técnicas de energías renovables"

Manuel-Alonso Castro Gil

- "Tecnologías para la combustión de biomasa y residuos"

Rafael González Sánchez

- Revista Laboreo, Tierras, Cámara Agraria, Campo y mecánica.
- Anuario Estadístico de Castilla y León.

Planta de Bioalcohol

7