



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**Tesis:**

**"INSTALACIÓN DE UNA MINI-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE  
WHISKY TIPO BOURBON A PARTIR DE MAIZ (Zea mays)"**

**Presentada para optar el Grado Académico de Ingeniero Químico**

**PRESENTADO POR:**

**Bachiller: Silva Cotrina Larry William**

**ASESORADO POR:**

**MsC., Ing. CORONADO ZULOETA IVAN PEDRO**

**LAMBAYEQUE - PERÚ**

**2014**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**Tesis:**

**"INSTALACIÓN DE UNA MINI-PLANTA DE PRODUCCION DE  
WHISKY TIPO BOURBON A PARTIR DE MAIZ (*Zea mays*)"**

**Presentada para optar el Grado Académico de ingeniero Químico**

**PRESENTADO POR:**

**Bachiller: Silva Cotrina Larry William**

**ASESORADO POR:**

**MsC., Ing. CORONADO ZULOETA IVAN PEDRO**

**LAMBAYEQUE – PERU**

**2014**

**"INSTALACIÓN DE UNA MINI-PLANTA DE PRODUCCION DE WHISKY  
TIPO BOURBON A PARTIR DE MAIZ (*Zea mays*)**



-----  
**Bachiller: Silva Cotrina Larry William**

**Autor**

Presentada a la escuela de ingeniería química de la facultad de ingeniería  
Química e industrias alimentarias, para optar el grado de ingeniero químico.



-----  
**MsC., Ing. CORONADO ZULOETA IVAN PEDRO**

**Asesor**

**APROBADO POR :**



-----  
**MsC., Ing. Juan Carlos Díaz Visitación**  
**Presidente del Jurado**



-----  
**MsC., Ing. Enrique Hernández Ore**  
**Secretario del Jurado**



-----  
**Ing. Rodolfo Tineo Huancas**  
**Vocal del Jurado**

**LAMBAYEQUE – PERU**  
**2014**



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
OFICINA CENTRAL DE BIBLIOTECA PROCESOS TECNICOS
Nº DE INGRESO:
COD. DE CLASIFICACION:



## Índice

### INTRODUCCION

CAPÍTULO I .....	9
ESTUDIO DE MERCADO .....	9
1.1 DEFINICION DEL PRODUCTO .....	9
1.2 HISTORIA DEL WHISKY BOURBON.....	11
1.3 TIPOS DE WHISKY.....	13
1.3.1 Otros tipos de whisky .....	15
1.4 CARACTERISTICAS DEL WHISKY BOURBON .....	17
1.4.1 Sabores de la destilación .....	17
1.4.2 Sabores del roble .....	18
1.4.3 Características de cata del whisky .....	19
1.5 USOS DEL WHISKY .....	21
1.6 MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN LA ELABORACION WHISKY TIPO BOURBON .....	22
1.6.1 Maíz .....	23
1.6.1.1 Propiedades del maíz amarillo duro .....	25
1.6.1.2 Usos del maíz .....	28
1.6.1.3 Producción y rendimiento en el Perú .....	29
1.6.1.4 Precios del maíz amarillo duro .....	30
1.6.2 Trigo.....	31
1.6.3 Malta de cebada .....	38
1.6.4 Levadura.....	40
1.6.5 Agua de dilución.....	44
1.6.6 Barriles de roble .....	45
1.7 ANALISIS DEL MERCADO DE WHISKY.....	47
1.7.1 Importaciones de whisky .....	47
1.7.2 Demanda real de whisky .....	48
1.8 MERCADO DE OTROS LICORES DESTILADOS .....	48
1.8.1 Producción nacional de licores destilados .....	49
1.8.2 Importación de otros licores destilados .....	50
1.9 PROYECCION DE LA DEMANDA FUTURA .....	52
1.10 OFERTA Y PROYECCION DE LA OFERTA.....	53

1.11	ANALISIS DE LA COMPETENCIA.....	55
1.12	COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO.....	55
1.13	PRECIO ACTUALY PROYECCION.....	56
1.14	DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA.....	57
1.15	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO .....	58
CAPÍTULO II.....		62
INGENIERIA DEL PROYECTO .....		62
2.1	SELECCIÓN DEL PROCESO.....	62
2.1.1	Proceso seleccionado.....	63
2.2	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO .....	63
2.2.1	Mezcla de granos.....	63
2.2.2	Molienda.....	64
2.2.3	Preparación del mosto.....	66
2.2.4	Preparación de la levadura madre.....	67
2.2.5	Prefermentación .....	67
2.2.6	Fermentación.....	68
2.2.7	Destilación de la cerveza o primera destilación .....	71
2.2.8	Almacenamiento en cisternas.....	71
2.2.9	Llenado de barriles.....	72
2.2.10	Maduración.....	72
2.2.11	Dilución y Embotellado.....	73
2.2.12	Recuperación de los subproductos.....	74
2.3	FORMA DE PRODUCCION .....	74
2.4	DIAGRAMA DE FLUJO Y DIAGRAMA DE BLOQUES.....	75
2.5	BALANCE DE MASA Y ENERGIA .....	76
CAPITULO III .....		78
SELECCIÓN Y DISEÑO DE EQUIPOS .....		78
3.1	SILOS DE ALMACENAMIENTO.....	78
3.2	SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMATICO.....	78
3.3	MOLINO DE GRANOS .....	79
3.4	SILOS DOSIFICADORES DE GRANOS MOLIDOS .....	79
3.4.1	Silo para maiz.....	79
3.4.2	Silos para trigo y malta.....	79
3.5	CUBAS DE COCIMIENTO .....	80
3.6	PRE-FERMENTADORES.....	80

---

<b>3.7 FERMENTADORES .....</b>	<b>81</b>
<b>3.8 CUBA VOLANTE.....</b>	<b>81</b>
<b>3.9 DESTILADOR DE COLUMNA (diseñado con Chemcad) .....</b>	<b>81</b>
<b>3.10 DESTILADOR DE ALAMBIQUE.....</b>	<b>82</b>
<b>3.11 CALDERA.....</b>	<b>83</b>
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>84</b>
<b>IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>84</b>
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>86</b>
<b>EVALUACION ECONOMICA.....</b>	<b>86</b>
<b>5.1 ESTIMACION DE INVERSION TOTAL .....</b>	<b>86</b>
<b>5.1.1 Inversión de capital fijo.....</b>	<b>86</b>
<b>5.1.2 Capital de trabajo.....</b>	<b>89</b>
<b>5.1.3 Estimación del costo total de fabricación.....</b>	<b>89</b>
<b>5.1.4 Balance económico y rentabilidad.....</b>	<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>99</b>
<b>WEBGRAFIA .....</b>	<b>102</b>
<b>APÉNDICE .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>120</b>

---

## Dedicatoria

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar.

---

## **Agradecimiento**

Doy gracias a Dios por darme la vida, a mis padres y hermanas por su apoyo constante, también agradezco a todas aquellas personas que de alguna forma son parte de la realización y culminación de este trabajo.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

---



## **RESUMEN**

El Whisky es una bebida destilada principalmente de malta fermentada de origen escocés; en la actualidad los hay de distintos lugares como el whisky americano o bourbon, que se caracteriza por ser ligeramente aromático y de sabor acaramelado; según la ley estadounidense, el whisky bourbon debe ser elaborado a base de maíz por lo menos en una concentración del 50%. Para este proyecto se consideró 70% maíz, 20% malta de cebada y 10% trigo, con una maduración de 3 años en barriles nuevos de roble con el interior carbonizado. El grado alcohólico del producto es de 45°GL.

Del estudio de mercado se deduce que para el 2018 habrá una demanda proyectada de cerca de 12 millones de litros de whisky. La capacidad de la planta se estima en 2 millones de litros por año. La planta estará ubicada en el distrito de Pucará, provincia de Jaén.

Se realizó el estudio de ingeniería en el cual se concluye que se producirá 2000 galones de producto por día, para lo cual se realizara 10 cocimientos de 200 galones de producto. Para cada cocimiento se va emplear 697.71 kg de maíz, 199.35 kg de malta y 99.67 kg de trigo. El impacto ambiental es mínimo, debido a que los subproductos se pueden procesar para alimento balanceado de animales vacunos.

Del estudio económico se deduce que la inversión total será de \$4540824, para el análisis de rentabilidad se consideró que el costo total de fabricación llega a ser cerca de tres veces lo normal, debido a que el producto se empieza a vender después del tercer año de maduración. Con esa consideración, el costo de producción por botella de 750 ml y 45 °GL es de 6.005 dólares. Para la simulación de la rentabilidad se asume la venta total del producto en el primer año y de esta manera se obtuvo que la tasa de recuperación fue de 92.83%, el tiempo de recuperación sería de 0.94 años.

---

## **ABSTRACT**

Whiskey is a distilled fermented malt beverage mainly of Scottish origin; at present there from different places like American whiskey or bourbon, which is characterized as aromatic and slightly caramel flavor; under U.S. law, bourbon whiskey must be made from corn at least in a concentration of 50%. For this project it was considered 70% corn, 20% barley malt and 10% wheat, matured for three years in new oak barrels with charred inside. The alcoholic strength of the product is 45 ° GL.

Market study shows that by 2018 there will be a projected about 12 million liters of whiskey demand. The capacity of the plant is estimated at 2 million liters per year. The plant will be located in the district of Pucara province of Jaén.

Engineering study which concludes that 2000 gallons of product per day, for which 10 brews 200 gallons of product was performed conduct will occur. For each cooking will employ 697.71 kg of corn, malt and 199.35 kg 99.67 kg of wheat. The environmental impact is few; because the products can be processed to balanced cattle feed animals.

Economic study shows that the total investment will \$4540824, for profitability analysis considered the total manufacturing cost becomes about three times normal, because the product begins to sell after the third year of maturation . With this consideration, the production cost per bottle of 750 ml and 45 ° GL is \$ 6,005. To simulate the performance of total sales of the product is assumed in the first year and in this way it was found that the recovery rate was 92.83%, the recovery time would be 0.94 years.

---

## **INTRODUCCION**

En la actualidad la demanda de bebidas alcohólicas destiladas (whisky, ron, pisco, vodka, entre otros) va en aumento, por lo que este proyecto de instalación de una mini planta de producción de whisky tipo bourbon a partir de maíz, se basara en cubrir parte de la demanda de estas bebidas importadas como nacionales; habiendo encontrado en nuestro estudio de mercado una demanda insatisfecha cercana a 12 millones de litros de whisky para el año 2018 y tener asegurado nuestras materias primas tanto del mercado nacional como internacional y con un excelente agua en el lugar donde se ubicara la planta.

Nuestro producto de buena calidad, anejado tres años (whisky tipo bourbon) tiene como referencia la composición del whisky bourbon Markers Mark ,71% maíz, 14% malta de cebada, 16% trigo; pero con una ligera variación.

El presente trabajo se divide en:

Capítulo I: Estudio de mercado,

Capitulo II: ingeniería del proyecto,

Capitulo III: Selección y diseño de equipos,

Capitulo IV: Impacto ambiental y

Capítulo V: Evaluación económica.

El precio de venta sugerido es de 8.2 dólares americanos la botella de 750ml y el tiempo de recuperación de la inversión después de impuestos es de 0.94 años.

---

## **CAPÍTULO I**

### **ESTUDIO DE MERCADO**

Uno de los objetivos específicos importantes en este capítulo es el análisis del estudio del mercado, el cual permite analizar todos los elementos para sustentar la factibilidad de colocar en el mercado de licores de nuestro país el whisky tipo Bourbon a partir de principalmente maíz y un porcentaje bajo de trigo y malta de cebada.

El análisis, se realiza estudiando la demanda real del whisky en nuestro país considerando las importaciones de whisky y otras bebidas destiladas, sus proyecciones, su distribución y fluctuaciones del precio de venta en el mercado, teniendo en consideración que actualmente se importa en gran cantidad. Así mismo se hace un análisis de la producción de bebidas destiladas en nuestro país.

Con este proyecto se pretende reemplazar en parte la importación de whisky escocés y americano y también competir con los licores destilados producidos en nuestro país como son los rones, aguardientes, piscos y otros.

Al final del capítulo se hace un análisis sobre la ubicación y tamaño de la planta motivo del proyecto.

#### **1.1 DEFINICION DEL PRODUCTO**

Whisky o Whiskey se refiere a una gran gama de bebidas destiladas principalmente de malta fermentada, aunque también existe el whisky de grano el cual es destilado directamente sin maltearse, con una graduación de más de 40° hasta 62°. Entre los distintos tipos de whiskeys (como comúnmente es escrito en Irlanda) encontramos el escocés o Scotch, americano o Bourbon, Irlandés y Canadiense. Actualmente se reconoce el whisky japonés, galés, indio, francés (Armorik), alemán (Slyrs), inglés y español. También se conoce que para el año 2009, Argentina produjo 12 millones de litros de whisky que es del tipo blend elaborado sobre la base de

---

maltas escocesas y alcohol neutro de sorgo; es una industria en franco crecimiento.

Su densidad ha de estar comprendida entre 0.93 y 0.97 g/cm<sup>3</sup>, el residuo seco de 100 cm<sup>3</sup> no debe superar los 0.25 g y no ha de tener sabor dulce ni gusto especial.

**Whisky Bourbon** es una denominación de origen y corresponde al whisky americano. Hay que tomar en cuenta que a veces se usa la palabra whiskey para referirse al producido fuera de Escocia de donde proviene el verdadero whisky.

El **whisky americano o bourbon** es una bebida destilada de la familia de los whiskys, se caracteriza por ser ligeramente aromático y de sabor acaramelado. El bourbon whisky, según la ley estadounidense, debe ser elaborado a base de maíz por lo menos en una concentración del 50%, aunque generalmente es del 70%. Otros ingredientes añadidos son, típicamente: el trigo, centeno o cebada malteada. Su período de envejecimiento suele ser como mínimo dos años, pero no existen requerimientos legales para que el producto de este periodo mínimo se denomine "bourbon" pero si existen requerimientos para denominarlo straight bourbon. Por regla general el bourbon se madura durante un periodo de 5 años en barricas de roble que pueden ser nuevas y/o tostadas.

El nombre de la bebida destilada proviene del lugar de Estados Unidos donde se originó esta manera de producir originaria: Bourbon County (Kentucky), aunque esto no constituye una "denominación de origen", ya que puede ser elaborado de forma legal en cualquier parte del país americano. Sin embargo, está muy asociada a las comunidades destilerías de esta zona del Sur.

De acuerdo a los distintos fabricantes se utiliza distintas mezclas de granos. Algunos son de maíz y centeno, otros de maíz y trigo (Maker's Mark), también de maíz, malta de cebada y trigo (W.L. Weller), otros de maíz, centeno y trigo (Jim Beam) y de maíz y malta de cebada. También

---

existen whiskys de puro maíz, o el whisky canadiense de solo centeno. Los porcentajes de cada uno son variados.

Para el presente proyecto se considera que el **whisky tipo bourbon** que se desea producir en nuestro país se hará con maíz (70%), trigo (10%) y malta de cebada (20%); y tendrá una maduración mínima de dos años y hará en barriles nuevos de roble blanco con el interior carbonizado. En la etapa de destilación el producto no debe sobrepasar los 160 ° proof (80° GL). Para la maduración se debe almacenar el destilado a no más de 125° proof (62.5° GL) y se embotellara con una graduación de 45° GL. No se debe agregar aditivos al momento de embotellar para mejorar el sabor, la dulzura o alterar el color.

## 1.2 HISTORIA DEL WHISKY BOURBON

Fort Harrod (el denominado modernamente como Harrodsburg, Kentucky), se estableció en el año 1774. Los residentes plantaron maíz y con el devenir de los años pronto pudieron recolectar grandes cantidades de cosechas de mazorcas. La producción fue tan inmensa que tuvieron grandes excedentes de este alimento. De esta forma empezaron a elaborar whiskey, debido en parte a la dificultad orográfica de su transporte.

Cuando los pioneros americanos se dirigieron hacia Oeste hacia las montañas Allegheny siguiendo los pasos de la Revolución norteamericana, los primeros condados se fundaron cubriendo vastas regiones de terreno. Una de estas vastas áreas originales fue **Bourbon**, establecida en 1785 y nombrada posteriormente con el nombre de *French roya family*. Mientras tanto unos años después el condado fue fragmentándose en pequeños territorios hasta que en el siglo XIX los lugareños continuaron denominando a la zona el *Old Bourbon*. En el *Old Bourbon* pasa el río denominado Ohio River con el puerto que permite hacer circular las mercancías a la región, incluido el *wyskyport* desde el cual se embarcan tanto el whiskey como otras mercancías a los mercados del interior. "Old Bourbon" es la sentencia que aparece en las etiquetas de los whiskeys, que se denomina así para indicar su origen (no quiere decir nada sobre la maduración del whiskey). El *Old*

---

*Bourbon* whiskey era diferente a las gentes del lugar debido a que era uno de los primeros whiskeys elaborados con maíz. En aquellos tiempos, la denominación *bourbon* ya empezaba a ser sinónimo de whiskey elaborado con maíz (Cowdery, 2004).

Se ha escrito a menudo que muchas de las destilerías originales de bourbon estuvieron ubicadas en los alrededores de Pennsylvania y que éstas se vieron obligadas a migrar debido a la presión fiscal y los impuestos y que este evento ocurrió durante y tras la *Whiskey Rebellion*, pero este detalle hoy en día está controvertido entre los expertos estudiosos.

Un refinamiento en la elaboración del bourbon se concede por regla general a James C. Crow como el primero en emplear el proceso de mosto ácido (*sour mash*), por el que cada nueva fermentación está condicionada por la cantidad de mosto de maíz empleada, lo que permite un grado de control alto sobre la producción del whisky. El ácido introducido mediante el mosto ácido controla el crecimiento de las bacterias y crea un pH de equilibrio que permite a las levaduras trabajar. Ya en el año 2005, todos los *straight bourbons* empleaban el proceso de mosto ácido (*sour mash process*). El Dr. Crow desarrolló su invento mientras trabajaba con la *Old Oscar Pepper Distillery* (hoy en día el Woodford Reserve Distillery) en Woodford County, Kentucky. El sobrante del mosto ácido empleado acaba siendo alimento para animales.

Una resolución del Congreso de EEUU realizada en el año 1964 declaró al bourbon como un "producto distintivo de los Estados Unidos". La resolución hizo delegar en la justicia que "se indagaran las agencias apropiadas del Gobierno de Estados Unidos... para que se tomaran las acciones apropiadas para prohibir la importación a Estados Unidos de whiskey designado como "Bourbon Whiskey."". La designación federal ahora define al "bourbon whiskey" de tal forma que no sólo incluye al "bourbon" producido en los Estados Unidos (CFR, 2013).

---

### 1.3 TIPOS DE WHISKY

Para ubicar el tipo de whisky que se va producir en proyecto y al no disponer de una normatividad peruana de producción de whisky se ha considerado tomar los estándares de identidad de licores destilados del Código de Regulaciones Federales (CFR) de Estados Unidos (Code of Federal Regulations, 2013).

**Whisky:** es un destilado alcohólico de una masa fermentada de grano molido producido al menos de 190° proof (95°GL) de tal manera que el destilado posee el gusto, aroma, y características generalmente atribuidas al whisky, almacenado en barricas de roble (excepto el whisky de maíz que no necesita ser almacenado), y embotellado a no menos de 80° proof (40° GL), y también incluye mezclas de tales destilados para los cuales no se han prescrito ninguna norma específica.

**a) Whisky bourbon:** Es un whisky producido sin que el destilado exceda 160° proof (80° GL) a partir de una masa fermentada a partir de granos de no menos de 51% de maíz, y almacenado a no más de 125° proof en barriles de roble carbonizados nuevos; y también incluye mezclas de whiskies del mismo tipo y diferente edades de maduración. Está prohibido agregar ingredientes al momento de embotellar para mejorar el sabor, la dulzura o alterar el color.

**b) “Whisky de centeno”, “whisky de trigo”, “whisky de malta” o “whisky de malta de centeno”** Es el whisky producido sin que el destilado exceda 160° proof (80° GL) a partir de una masa fermentada a partir de granos de no menos de 51% de centeno, trigo, malta de cebada, o malta de centeno, respectivamente, y almacenado a no más de 125° proof en barriles de roble carbonizados; y también incluye mezclas de whiskies del mismo tipo y diferente edades de maduración.

**c) Whisky de maíz (Corn whisky):** Es un whisky producido a partir de un destilado que no exceda 160° proof a partir de una masa fermentada que

---

contiene no menos de 80% de grano de maíz, y no necesita maduración. Si se almacena en barriles de roble se debe almacenar a no más de 125 ° proof en barriles de roble sin carbonizar nuevos o usados y no se deben someter a un tratamiento con madera carbonizada; y también incluye mezclas de este whisky.

Respecto a los whiskies mencionados en (a), (b) y (c) de esta sección, los cuales han sido almacenados en los barriles de roble prescritos, por un periodo de 2 años o más serán designados como "straight"; por ejemplo "straight bourbon whisky".

**d) Whisky destilado de masa bourbon:** Es el whisky producido en Estados Unidos de un destilado que no excede 160° proof de una masa fermentada de no menos que 51% de maíz, y almacenado en barriles de roble usados; y también incluye mezclas de tales whiskies del mismo tipo.

**e) Light whisky:** Es el whisky producido en los Estados Unidos a no más de 160° proof, a partir o después del 26 enero de 1968, y almacenado en barriles de roble sin carbonizar nuevos o usados; y también incluye mezclas de tales whiskies.

**f) Blended whisky:** Es una mezcla la cual contiene straight whisky o una mezcla de straight whiskies en una proporción no menor que 20% en una base de galón proof. Aquí está excluido el uso de material colorante, saborizante o materiales de mezclado.

**g) Spirit whisky:** Es una mezcla de bebidas espirituosas neutras y no menos que 5% en base a un galón proof de whisky, o straight whisky.

**h) Scotch whisky:** Es una whisky es un producto distintivo de Escocia, fabricado en Escocia de acuerdo con las leyes del Reino Unido que regula la fabricación del Scotch whisky par el consumo en Reino Unido: a condición

---

de que, si tal producto es una mezcla de whiskies, tal mezcla se llamará "blended Scotch whisky".

**i) Irish whisky:** Es un whisky el cual es un producto distintivo de Irlanda, fabricado en la República de Irlanda o en Irlanda del Norte, en cumplimiento con sus leyes que regulan la fabricación de Irish whisky para consumo de casa: a condición de que, si tal producto es una mezcla de whiskies, tal mezcla se denominará "blended Irish whisky".

**j) Canadian whisky:** Es un whisky el cual es un producto distintivo de Canadá, producido en Canadá bajo el cumplimiento de las leyes de Canadá que regulan la manufactura de Canadian whisky para el consumo en Canadá: de modo que, si tal producto es una mezcla de whiskies, tal mezcla se denomina "blended Canadian whisky".

Por lo tanto el whisky que se pretende producir en base al proyecto es un whisky tipo bourbon, cuya calidad es reconocida en el mercado americano.

### 1.3.1 OTROS TIPOS DE WHISKY

En la actualidad la producción y denominación de whisky ya no es exclusividad de Reino Unido o de Estados Unidos. A continuación se definen otros tipos de whiskies.

#### **Whisky galés**

En el año 2000, la Destilería Penderyn comenzó la producción en Gales del Penderyn, single malt whisky (whisky proveniente de una única destilería). Las primeras botellas se pusieron en venta el 1 de marzo de 2004, el Día de San David (en memoria del patrón de Gales David). Actualmente es vendido en todo el mundo. La destilería Penderyn utiliza un método de destilación único en el mundo, con un alambique creado y patentado por David Faraday, descendiente directo del físico Británico Sir Michael Faraday.

---



### **Whisky japonés**

El modelo del whisky japonés es el single malt escocés, aunque haya ejemplos de whiskies japoneses mezclados (blended). El sistema de producción es prácticamente idéntico al de los escoceses; el whisky de malta está destilado dos veces en pot still a partir de una base de cebada malteada y el whisky de grano en coffee still. Cabe destacar que casi el 15% del whisky de malta empleado por los japoneses es importado de Escocia. Es uno de los más respetados del mundo.

### **Whisky indio**

El whisky indio es una bebida alcohólica etiquetada como "whisky" en la India. La mayoría del whisky indio es destilado de melazas fermentadas, por lo que es considerado una especie de ron fuera del subcontinente indio. El 90% del "whisky" consumido en la India procede de melazas, aunque el país haya comenzado la destilación de whisky de malta y otros granos.

### **Otros whiskies europeos**

Tanto en Francia (Armorik) como en Alemania (Slyrs), los whiskies están destilados usando técnicas similares a las de los escoceses. Manx Spirit de la Isla de Man es, como algún whisky de Virginia en Estados Unidos, destilado en otro lugar y re-destilado en su país de origen. En Inglaterra, una nueva destilería (St. George's Distillery) comenzó a operar a finales de 2006.

En España, en el municipio segoviano de Palazuelos de Eresma existe una destilería propiedad de la empresa Destilería y Crianza del Whisky, S.A desde la que se destila y comercializa el whisky DYC. La empresa se creó en 1959 por D. Nicomedes García y comenzó a comercializar su whisky en el mercado nacional en 1963.

---

## **1.4 CARACTERISTICAS DEL WHISKY BOURBON**

Whisky y otras bebidas destiladas por ejemplo coñac y ron son las bebidas complejas que contienen una gama extensa de los compuestos de condimentación, de los cuales algunos 200 a 300 se pueden detectar fácilmente por análisis químico. Los productos químicos de la condimentación incluyen compuestos carbonilos, alcoholes, ácidos carboxílicos y sus ésteres, compuestos del nitrógeno y con azufre, taninos y otros compuestos polifenólicos, terpenos, compuestos heterocíclicos que contienen oxígeno y ésteres de ácidos grasos. Los compuestos del nitrógeno incluyen piridinas, picolinas y pirazinas.

### **1.4.1 Sabores de la destilación**

La condimentación del whisky es determinada parcialmente por la presencia de congéneres y aceites de fusel. Los aceites de Fusel son alcoholes más altos que etanol, son suavemente tóxicos y tienen un olor y un gusto fuertes y desagradables. Un exceso de los aceites de fusel en whisky se considera un defecto. Una variedad de métodos se emplea en el proceso destilador para quitar los aceites de fusel indeseados. Tradicionalmente, los destiladores americanos se centraron en usar una filtración secundaria con carbón de leña, grava, arena, o lino para restar los destilados indeseados. Los destiladores canadienses han empleado tradicionalmente alambiques de columna los cuales se pueden controlar para producir un etanol casi puro (y menos sabor) conocido como alcohol neutral del grano (GNS). El sabor es restaurado mezclando los alcoholes neutrales del grano con los whisky de la condimentación (Maarse, H; 1991).

Los acetales se forman rápidamente en los destilados y una gran cantidad se encuentran en bebidas destiladas, siendo el más prominente el acetal dietil de acetaldehído (1,1-dietoxietano).

El diacetil diacetona (2,3-butanodiona) tiene una aroma a mantequilla y está presente en la mayoría de bebidas destiladas. Los whiskies y coñacs típicamente contienen más que los vodkas, pero significativamente menos que los rones o brandis.

---

### 1.4.2 Sabores del roble

La lactona de roble o whisky lactona se encuentra en todos los tipos de roble. Esta lactona tiene un fuerte aroma a coco.

Los robles comercialmente socarrados son ricos en compuestos fenólicos. Un estudio discriminó 40 diversos compuestos fenólicos. Las cumarinas especialmente el escopoletol están presentes el whisky, con el del más alto nivel reportado en los whiskies bourbon (Wine-Pages.com, 2007).

En la Tabla 1.1 se presenta un análisis promedio de whisky bourbon americano mostrando la comparación de cuando entra a maduración hasta que alcanza tres años de maduración.

Tabla 1.1. Composición del Whiskey Bourbon Americano

<b>Edad (años)</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<b>Constituyentes</b>	<b>Concentración g/100L</b>	
alcohol	77,5	75,5
Sólidos totales (extracto)	0	136
Ácidos fijos	0	12
Ácidos volátiles	3,2	50
Ácidos totales	(3,2)	(62)
Esters	9,6	42,0
Aldehídos	0,6	5,6
Aceites fusel (alcoholes superiores)	250	298
Furfural	0,12	1,42
Taninos	0	62

Referencia: Baldwin y Andreasen; 1974.

### 1.4.3 Características de cata del whisky

El whisky que se ha considerado producir en este proyecto contiene 70% de maíz, 10% de trigo, 20% de malta de cebada semejante al whisky bourbon Makers Mark (71% maíz; 14% malta cebada y 16% de trigo), por lo que sus características de cata son las siguientes:

**Color:** Brillante –ambarino traslúcido, pero con un ligero resplandor naranja que indica la calidez que sentirá al saborear.

**Aroma:** Intenso, pero delicado; bien balanceado; característico aroma de caramelo debido al roble chamuscado con un toque de vainilla; grato y atractivo.

**Sabor:** Sabor intenso, pero suave al paladar. Característico y complejo, pero con el refinamiento y equilibrio de coñac o una malta de fina elaboración. Refrescante y agradable

(<http://www.makersmark.com/m-173/HowItsMade/tastingnotes.aspx>).

Es importante reconocer algunos **rasgos de imperfección** que tendrán que ser muy cuidados antes de embotellar el whisky:

**Color:** Aspecto pálido y pajizo, color ámbar claro (indica inadecuado o insuficiente añejamiento en el almacén o demasiada filtración con carbón activado inmediatamente antes de embotellar para tratar de eliminar características indeseadas debido a fermentación o destilación deficiente). Color ámbar oscuro e intenso (indica añejamiento en barrica demasiado prolongado).

**Aroma:** Burdo y algo áspero, poco refinado, no muy diferente al alcohol desnaturalizado. Cierta fragancia dulce impartida por los granos cocidos (indica pobre añejamiento en el almacén). Fragancia perfumada. Insípido y aguado; poco interesante y sin aroma (indica inadecuado o insuficiente añejamiento en el almacén o demasiada filtración con carbón activado inmediatamente antes de embotellar para tratar de eliminar características indeseadas debido a fermentación o destilación deficiente). Sobresale un fuerte olor a

---

caramelo; no balanceado y ligero aroma de virutas de madera quemada (indica añejamiento en barrica demasiado prolongado).



En la Figura 1.1 se muestra la rueda de sabor para los probadores de whisky donde se destaca los distintos sabores básicos que puede tener este tipo de licor.

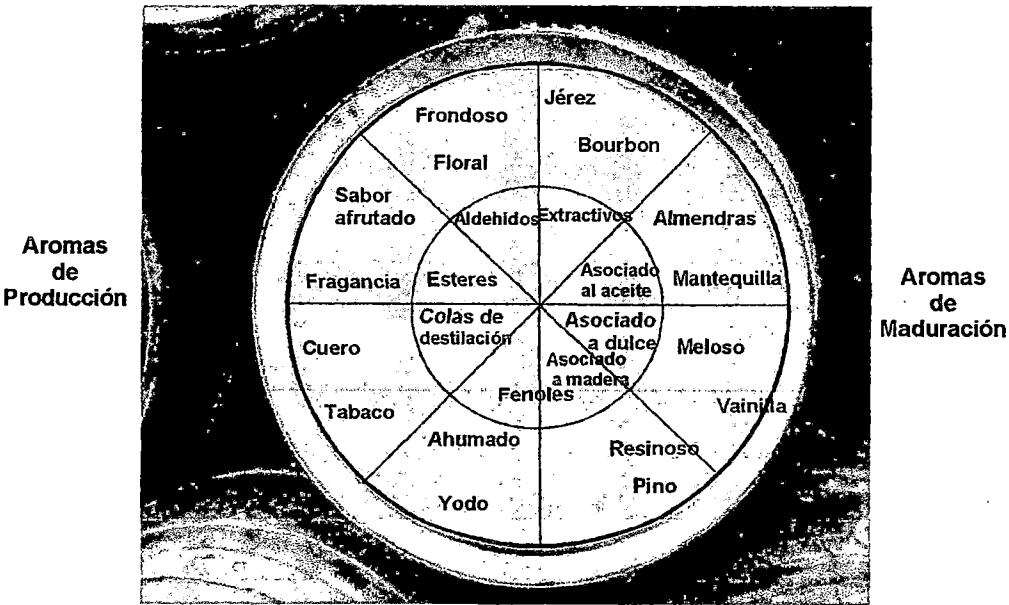


Figura 1.1 Rueda de sabor para catadores de whisky

### 1.5 USOS DEL WHISKY

El whisky como bebida alcohólica se usa para consumo directo. Esta bebida debido a su contenido de alcohol debe tomarse con moderación.

El whisky es una bebida versátil, se combina con diferentes comidas; los hay para diferentes momentos y hay que saber elegir cuál va con cada plato. En todos los casos es importante tener agua o hielo para que sea más fresco y ligero para que la graduación alcohólica no afecte el gusto

El whisky se encuentra entre los alimentos bajos en sodio. Entre las propiedades nutricionales del whisky cabe destacar que tiene los siguientes nutrientes: 0,02 mg de hierro, trazas de calcio, 2,80 mg de potasio, 0,10 mg de yodo, 0,10 mg de zinc, 0,11 g de carbohidratos, trazas de magnesio, 0,01 mg de vitamina B1, trazas de vitamina B2, 0,05 mg de vitamina B3, 5 mg de fósforo, 247 kcal de calorías y 0,11 g. de azúcar. Los valores son referidos a 100 mL de whisky.

Debido a que tiene un bajo nivel de sodio, el tomar el whisky es beneficioso para quienes padecen hipertensión o tienen exceso de colesterol.

Los benéficos para la salud por el consumo moderado de alcohol (mejor salud y longevidad) asociada comúnmente al vino parece aplicarse también al whisky. Muchos investigadores ahora sospechan que la sustancia beneficiosa es el alcohol por sí mismo - aunque la investigación no ha eliminado otros componentes en las bebidas como también siendo responsable de efectos beneficiosos. Sin embargo, el consumo excesivo de alcohol puede dañar muchos órganos esenciales del cuerpo, particularmente hígado. Además, el consumo frecuente de alcoholes fuertes, tales como whisky, aumenta perceptiblemente la ocasión de una persona de desarrollar cánceres de la cabeza y del cuello ([virtualcancercentre.com](http://virtualcancercentre.com), 2007).

Un estudio llevado a cabo por el periódico europeo *Nutrition Clinic* en 1998 afirmaba que el whisky envejecido impulsa significativamente los niveles fenólicos o antioxidantes en la sangre. El informe concluye que el consumo de whisky aumenta el índice global de polifenoles y la capacidad

---

antioxidante del plasma y asimismo advierte de que el consumo moderado de alcohol puede reducir el riesgo de desarrollar una enfermedad cardiaca.

Actualmente se está incentivando su **uso gastronómico**. El uso del whisky como bebida con la que cocinar carne, pescado o incluso con la que preparar sopas y postres está siendo promovida desde Escocia para popularizar su implantación en los fogones y conseguir así el «estatus» alcanzado por otras bebidas en el ámbito culinario como el vino, el pisco, o la cerveza.

**1.6 MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN LA ELABORACION WHISKY  
TIPO BOURBON**

Para el proyecto se ha considerado tomar como referencia la composición del whisky bourbon **Makers Mark** (71% maíz; 14% malta cebada y 16% de trigo) pero con una ligera variación. El whisky tipo bourbon, motivo del presente proyecto, se hará en base a una mezcla de 70% de maíz, 20% de malta de cebada y 10% de trigo. En base a esta composición se describe las principales materias primas para la producción de whisky tipo bourbon.

La fécula que en gran cantidad contienen los granos o semillas de los cereales recibe el nombre de almidón, por lo cual, y desde este solo punto de vista, son considerados como excelentes materias primas para la fabricación de alcohol. En la Tabla 1.2 se presenta el rendimiento de algunos cereales.

Tabla 1.2. Rendimiento alcohólico de algunos cereales

CEREALES	Materia Seca (%)	Carbohidratos	Producción de etanol (litros/kg de biomasa seca)
Arroz	88.6	87.50	0.48
Trigo	89.1	35.85	0.40
Cebada	88.7	67.10	0.41
Maíz	86.2	73.70	0.46
Avena	89.1	65.69	0.41

Fuente: Baeza, Jaime, 2006.

---

Otros insumos importantes y decisivos en la producción de whisky son el agua y la levadura, las cuales también serán analizadas en esta sección.

### 1.6.1 MAIZ

La gran mayoría de whiskies bourbon se producen en base al maíz blanco dentado (*Zea mays indenata Sturt*) pero el whisky bourbon **Makers Mark** se elabora en base al maíz amarillo cristalino (*Zea mayz indurata Sturt*). Teniendo en cuenta que el mencionado whisky sirve como referencia para el desarrollo del proyecto a continuación se describe las características principales de este maíz cultivado en nuestro país.

#### Morfología del maíz

Nombre común: maíz

Nombre científico: *Zea mays*

Familia: Gramíneas

Género: *Zea*

El maíz es originario de América, donde era el alimento básico de las culturas americanas muchos siglos antes de que los europeos llegaran al Nuevo Mundo. El origen de esta planta sigue siendo un misterio. Hay pruebas concluyentes, aportadas por los hallazgos arqueológicos y paleobotánicas, de que en el valle de Tehuacan, al sur de México ya se cultivaba maíz hace aproximadamente 4.600 años. El maíz silvestre primitivo no se diferenciaba mucho de la planta moderna en sus características botánicas fundamentales. En España empezó a cultivarse en 1604, introducido en Asturias por el gobernador de la Florida. Durante el siglo XVIII, el cultivo se difundió de forma gradual por el resto de Europa. Las numerosas variedades de maíz presentan características muy diversas: unas maduran en dos meses, mientras que otras necesitan hasta once. El follaje varía entre el verde claro y el oscuro, y puede verse modificado por pigmentos de color marrón, rojo o púrpura. La longitud de la mazorca madura oscila entre 7,5 cm y hasta 50 cm, con un número de filas de granos que puede ir desde 8 hasta 36 o más. En el maíz de harina

---

predomina el almidón blando o menos compacto, que facilita la molienda del grano. Se cultiva mucho en los Andes sudamericanos, en los territorios que ocupaba el antiguo Imperio inca.

### **Tipos de Maíz**

**Maíz Tunicado** (*Zea mays tunicata Sturt*): Es un tipo escaso de maíz, cuyos granos están encerrados en una vaina. La mazorca está cubierta por una envoltura foliar como las de otros tipo de maíz. Normalmente no se cultiva en forma comercial

**Maíz Reventón** (*Zea mays evertata Sturt*): Los granos son pequeños, redondeados, amarillo intenso o anaranjado, o aguzados y blanquecinos. Este maíz es una forma extrema del maíz duro, cuyo endosperma sólo contiene una pequeña parte de almidón blando. Se usa para Pop corn e industria contera.

**Maíz Cristalino** (*Zea mayz indurata Sturt*) Sus granos son córneos y duros, vítreos de forma redondeada o puntuda. El color del grano es amarillento o anaranjado y su velocidad de secado comparativamente más lenta

**Maíz Dentado** (*Zea mays indenata Sturt*): Es el tipo más extensamente cultivado. Se caracteriza por una depresión en la corona del grano. El almidón corneo está acumulado en la periferia del grano, mientras que el blanco o harinoso llega hasta la corona, produciendo el indentado a la madurez.

**Maíz amilaceo** (*Zea mays amilacea Sturt*): Maíz harinoso o amiláceo, algo parecido al maíz cristalino en las características de las planta y de la mazorca. Los granos están constituidos principalmente por almidón blando y son escasamente o no dentados. Es uno de los tipos más antiguos de maíz. Es usado en la fabricación de harinas porque le confiere un color más blanco

---

**Maíz dulce** (*Zea mays saccharata Sturt*): Granos con alto contenido de azúcar, de aspecto transparente y consistencia cornea cuando inmaduros. Al madurar la superficie se arruga. El maíz dulce difiere del dentado por un gen que permite la conversión de parte del almidón en azúcar. Se consume fresco, congelado o enlatado.

**Maíz Cereo o ceroso** (*Zea mays ceritina Kulesh*): Granos de aspecto ceroso. El almidón está constituido exclusivamente por amilo pectina, mientras que en los otros tipos el almidón es 73% amilo pectina, 27 % amilasa. Se cultiva para producir almidón semejante a la tapioca.

#### **1.6.1.1 Propiedades del maíz amarillo duro**

El grano de maíz maduro está compuesto por 3 partes principales:

- **Pericarpio:** Capa exterior de cubierta protectora dura y fibrosa que encierra al grano. Comprende el pericarpio la testa y la cofia, en un pequeño casquete que cubre la punta del grano y protege al embrión. En el cereal ya maduro, tiene la función de impedir el ingreso de hongos y bacterias
  - **Endosperma** Reserva energética, representa el 80-84% de peso total del grano. Compuesta por 90% de almidón y 7% proteínas, acompañadas de aceites, minerales y otros compuestos. Funciona como dador de energía a la planta en su desarrollo.
  - **Germen:** En el extremo más bajo del grano ocupando el 9,5 al 12 % del volumen total de grano. Posee dos partes destacables, el eje embrionario (planta nueva) y el escúdelo que constituye una gran reserva de alimento. En el grano maduro el germen contiene alto porcentaje de aceites (35 - 40%).
-

En la Figura 1.2 se muestra la estructura básica de un grano de maíz.

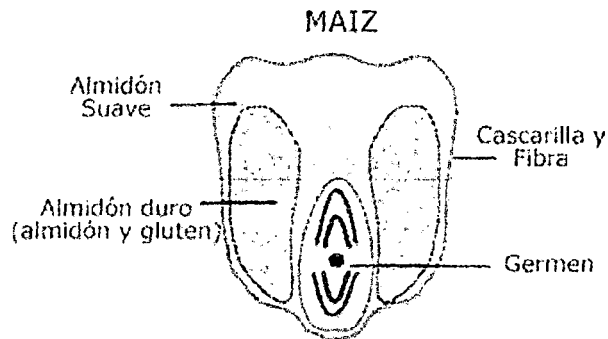


Figura 1.2. Estructura en corte del maíz

### Elementos nutritivos

La semilla es una cariósida. Sus constituyentes en promedio son:

- Agua 13,5 %
- Proteína 10%
- Aceite 4,5 %
- Almidón 61,0 %
- Azúcares 1,4 %
- Otras sustancias 9,6 %

Dentro de los **carbohidratos** se encuentra el almidón en un 61%, azúcares 1,4%, pentosanos 6,0% y fibra cruda 2,3 %. El almidón presente está compuesto en un 27% por amilosa y un 73% por amilopectina. Otros autores indican 25% de amilosa y 75% de amilopectina, composición semejante al almidón del trigo, según la Tabla 3.3.

---

Tabla 1.3. Contenido de amilosa y amilo pectina de los almidones

	Amilosa	Amilo pectina
Maíz	25%	75%
Yuca	17%	83%
Papa	20%	80%
Alfa amilosa	55-70%	45-30%
Trigo	25%	75%
Arroz	19%	81%

Fuente: Quiroga Tapias G, 2004 – univirtual.

El contenido de **proteína** representa un 10% y es biológicamente balanceada. La zeína que es la principal proteína del endosperma, es muy deficiente en lisina (2%), triptofano (0.5%). Para el crecimiento y mantención de tejidos del cuerpo humano, estos niveles deben duplicarse a 4 y a 1% respectivamente.

Respecto a las **grasas**, existe aproximadamente 4,5 % en el grano entero, encontrándose los ácidos linoleicos, palmítico y araquidónico entre otros. El 80% de lípidos se hallan en el germen.

Las **sustancias minerales** reconocido por un análisis de cenizas que están constituidas por P (0.43%), K (0.40%), Mg (0.16%), S (0.14%) y otros minerales 0.27%.

Dentro de la **vitaminas** existen cantidades significativas de caroteno 4,85 mg/kg, vitamina A 4188,71 mg/kg, tiamina 4.54 mg/kg, riboflavina 1.32 mg/kg, niacina 14.11mg/Kg., ácido pantoteico 7,41 mg/kg y vitamina E 24,71 mg/kg. La cantidad de vitamina A varía con el color amarillo del grano, al punto que el maíz de granos blancos prácticamente carece de vitamina A.

---

### **1.6.1.2 Usos del Maíz**

El maíz tiene muchos usos y sus productos secundarios son más numerosos aún. Es básico en la alimentación de varios países y se consume como tortillas, tamales, roscas y otras formas. La bebida indígena en los Andes, y fuera de ellos, es la chicha, bebida espirituosa semejante a la cerveza que se elabora con maíz fermentado. El maíz es rico en almidón, que se utiliza en el lavado de ropa y en la cocina. Con cierto tratamiento químico se hace un jarabe del almidón del maíz. De parte de este jarabe se obtiene azúcar de maíz o glucosa. El almidón calentado y pulverizado se convierte en dextrina. En esta forma se emplea para preparar pastas adherentes y mucílagos. De los granos germinados se separan los gérmenes, los cuales se secan, trituran y se extrae de ellos, por presión, aceite de maíz. Dicho aceite se utiliza como alimento y también en la fabricación de los barnices, pinturas, cauchos artificiales, y jabones. El residuo sirve aún como forraje. El alcohol del maíz se emplea en grandes cantidades en la fabricación del caucho sintético. De las tusas se extrae también la sustancia química furfural, importante en la elaboración de resinas, disolventes e insecticidas. Las tusas se utilizan también como combustible. Los tallos y vainas se emplean para hacer colchones baratos. La médula de los tallos sirve para elaborar algodón pólvora. La pulpa de las cañas del maíz se emplea cada día más para fabricar papel.

Según los procesos de molienda se obtiene diferentes productos y subproductos. En la molienda por vía seca, el grano de maíz se separa en etanol y en un ingrediente altamente proteico para forraje animal denominado grano destilado seco (DDG). En la molienda de maíz por vía húmeda, el grano se separa en germen, fibra, gluten húmedo y almidón.

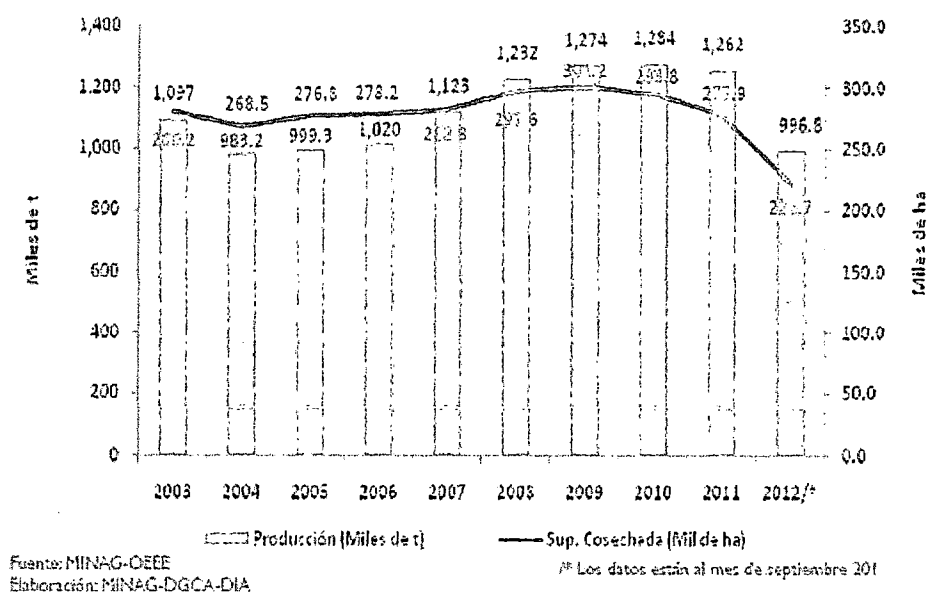
---

### 1.6.1.3 Producción y Rendimiento en el Perú

El maíz amarillo duro es el tercer cultivo en importancia a nivel nacional. La producción de maíz amarillo duro (MAD) ha venido creciendo a una tasa promedio de 1.8% en los últimos nueve años, el mismo que viene sustentado por una mayor área cosechada en el año 2009 de 301.2 miles de hectáreas (Figura 3.3).

Para el año 2011 la producción nacional fue de 1262 miles de toneladas. Los tres principales productores son Lima, La Libertad y San Martín concentrando un total de 51% de la producción nacional.

Figura 1.3. Comportamiento de la Producción y Superficie Cosechada de maíz amarillo duro (MAD)



El rendimiento promedio nacional a septiembre del año 2012 es alrededor de 4496 kg/ha. Las regiones con mejores productividades por encima del promedio nacional son Lima (9298 kg/ha), Ica (9057 kg/ha), La Libertad (8643 kg/ha), Lambayeque (5989 kg/ha), cabe mencionar que todas estas regiones se encuentran situadas en la costa, en contrapartida de las demás

regiones con rendimientos inferiores al promedio nacional por lo general se encuentran en las regiones de la sierra y selva del Perú.

Sin embargo a nivel nacional, desde octubre del 2012 se está promoviendo el uso de un híbrido de MAD denominado "INIA 619 – Megahíbrido", que rinde hasta 14 toneladas por hectárea y tiene una amplia adaptación en la Costa y la Selva del país. Entre sus características resaltan su alta productividad, tolerancia a las enfermedades fungosas y plagas de la Costa Norte y resistencia a climas cálidos, lo cual permite a los productores obtener una rentabilidad promedio de 82% (Ministerio de Agricultura, 2012). Con esto se triplicaría la producción nacional lo cual aseguraría el abastecimiento para nuestro proyecto

#### **1.6.1.4 Precios del maíz amarillo duro**

Existen tres precios que rigen en el mercado del maíz amarillo duro, el precio en chacra, el precio del distribuidor mayorista y el precio de importación.

Los precios pagados al productor han tenido un crecimiento de 22.0% en el año 2011, con respecto al año 2010, siendo en el año 2010, el precio promedio pagado de S/. 0.75 por kilo, para terminar cotizándose a un precio de S/. 0.92 por kilo. El precio del distribuidor mayorista desde el año 2007 se viene registrando disminuciones considerables y manteniéndose en precios no superiores a S/. 1.20 por kilo, para terminar en el año 2011 a un precio de S/. 1.18 por kilo. En el Mercado Mayorista Santa Anita, en el año 2012 el precio promedio de maíz amarillo duro, registró variaciones en el precio, siendo en enero S/. 1.02 por kilo y en noviembre a un precio de S/. 1.17 por kilo, con un crecimiento del 14.7% entre el periodo enero a noviembre 2012.

Las importaciones de maíz amarillo duro en los últimos tres años tienen a Argentina como principal país proveedor de este producto, con importaciones superiores 1,894 mil toneladas en el año 2011. En cuanto a los precios CIF US\$, se registró a septiembre del

---

2012 un precio CIF de US\$ 311.6 por tonelada de maíz amarillo duro importado, en comparación con el mes de enero cuyo precio CIF fue de US\$ 288.6 por tonelada. Esto representa un incremento del 8.0% con respecto a enero del año 2012; Para el proyecto se considera un precio promedio de 0.35 dólares el kilogramo.

### **1.6.2 TRIGO**

El trigo empleado en la producción de whisky bourbon **Makers Mark** es el trigo rojo de invierno que le da al whisky una característica de suavidad y dulzura, a diferencia del clásico centeno de otros whiskies bourbon que le da un sabor amargo y áspero. Este tipo de trigo se debe traer de importación de Estados Unidos, Argentina, Canadá o Rusia.

#### **Origen del trigo**

El origen del actual trigo cultivado se encuentra en la región asiática comprendida entre los ríos Tigris y Eufrates, habiendo numerosas gramíneas silvestres comprendidas en este área y están emparentadas con el trigo. Desde Oriente Medio el cultivo del trigo se difundió en todas las direcciones.

Las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre hace más de doce mil años eran del tipo *Triticum monococcum* y *T. dicocccum*, caracterizadas fundamentalmente por tener espigas frágiles que se disgregan al madurar.

#### **Clasificación científica**

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Triticum*.

Especies: *Triticum aestivum*, *Triticum aethiopicum*, *Triticum araraticum*, *Triticum boeoticum*, *Triticum dicoccoides*, *Triticum dicoccum*, *Triticum durum*, *Triticum monococcum*, etc.

### **Morfología**

**-Raíz:** suelen alcanzar más de un metro, situándose la mayoría de ellas en los primeros 25 cm. de suelo.

**-Tallo:** es hueco (caña), con 6 nudos. Su altura y solidez determinan la resistencia al encamado.

**-Hojas:** las hojas son cintiformes, paralelinervias y terminadas en forma de punta.

**-Inflorescencia:** es una espiga compuesta de un tallo central de entrenudos cortos, llamado raquis, en cada uno de cuyos nudos se asienta una espiguilla, protegida por dos brácteas más o menos coriáceas o glumas, a ambos lados. Cada espiguilla presenta nueve flores, de las cuales aborta la mayor parte, quedando dos, tres, cuatro y a veces hasta seis flores.

**-Flor:** consta de un pistilo y tres estambres. Está protegida por dos brácteas verdes o glumillas, de la cual la exterior se prolonga en una arista en los trigos barbados.

**-Fruto:** es una cariopsis con el pericarpo soldado al tegumento seminal. El endosperma contiene las sustancias de reserva, constituyendo la masa principal del grano.

### **Variedades de trigo**

Debido a la diversidad de usos del trigo existe una gran diversidad de variedades, actualmente se comercializan variedades de paja corta y de alto rendimiento, así como variedades de verano e invierno, pero la resistencia al frío de esta última debe mejorarse.

Los trigos de invierno suelen cultivarse en las zonas templadas, y los de verano predominan en zonas con inviernos fríos (altas latitudes) o con inviernos demasiado suaves (bajas latitudes).

---



En general puede distinguirse tres variedades en función de su ciclo:

- Variedades de otoño o de ciclo largo.
- Variedades de primavera o de ciclo cortó.
- Variedades alternativas.

La diferencia entre ellas se basa en la duración del periodo vegetativo. Las variedades de otoño y las de primavera se diferencian en la integral térmica, tomando como cifras medias las siguientes (infoAgro.com):

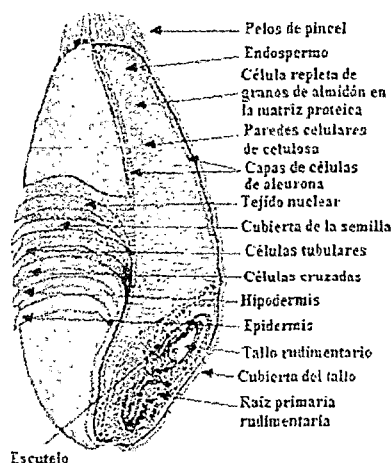
- Trigos de otoño: 1.900-2.400 °C.
- Trigos de primavera: 1.250-1.550 °C.

### **Propiedades del trigo en forma general**

El fruto es monospermo, seco e indehisciente, del tipo llamado científicamente cariopsis, en la práctica denominado semilla; el embrión tiene un cotiledón transformado en órgano absorbente, el escutelo, aplicado estrechamente al endosperma, que está bien desarrollado y es amiláceo; la plúmula y el punto vegetativo de la radícula están cubiertos por vainas cerradas, denominadas coleóptilo y coleoriza respectivamente. En la germinación, que en condiciones adecuadas tiene lugar a los tres o cuatro días de sembrado, se rompe el pericarpio y aparecen al exterior el coleóptilo y la coleoriza; ésta crece unos 2 cm. y luego aparece a través suyo la raíz primaria, que se desarrolla al mismo tiempo que se alarga el coleóptilo y se forman las hojas (Figura 1.5).

---

Figura 1.5. Estructura del grano de trigo



Fuente: <http://cytoreales.com>; 2009.

La **composición media** del grano de trigo, variable según la especie y las características del suelo y clima de donde procede, es para 100 gramos: 69,7 g de **carbohidratos**, además de 2,1 de fibras; 12,2 de proteínas, 2,3 de lípidos, 1,2 de minerales y 12 de agua, así como vitamina E (2,2 mg.), tiamina (0,56 mg.), nicotinamida (0,50 mg.) y riboflavina (0,12 mg.). Los minerales contenidos son: fósforo (385 mg.), potasio (324 mg.), cloro (177 mg.), azufre (124 mg.), magnesio (122 mg.), calcio (38 mg.) y pequeñas cantidades de manganeso, hierro y cobre. La harina blanca, por estar desprovista del salvado, tiene una composición algo diferente, más pobre en proteínas y más abundante en glúcidos, con notable reducción de vitaminas y minerales.

### Propiedades del trigo blando rojo de invierno

El trigo rojo suave del invierno (SRW) es similar en uso, contenido proteínico (< de los 10%), y aspecto a las harinas blancas suaves comunes. El trigo rojo blando de invierno se utiliza típicamente para producir los panes, las tortas, los pasteles, las galletas y alcohol. Los núcleos poco proteínicos del SRW son naranja-rojos en color y

tienen un aspecto embotado, cretáceo cuando corte abierto. Los núcleos tienen una textura suave y los núcleos machacados producen partículas harinosas.

Tiene las siguientes características y especificaciones comerciales:

- Proteína: mínimo 12%
- Gluten: 20-22%, mínimo
- Humedad: 14.5% máximo
- Peso específico: 750 g/L, mínimo
- Materias extrañas: 2% máximo
- Núcleos brotados: 0.5%, máximo
- Núcleos encogidos/rotos: el 4% máximo

### **Usos del trigo**

El trigo se utiliza principalmente en la elaboración de harinas para hacer pan, pastas de sopa y pastelería. En la molienda del grano se practica la selección, limpieza, acondicionamiento, trituration, cribado, cernido, purificación, reducción, clasificación y operaciones complementarias (blanqueo, enriquecimiento, etc.). La molienda simple proporciona harina integral, que luego de purificada y blanqueada se transforma en refinada. De 100 Kg. de grano se obtienen 72 de harina y 28 de salvado. Éste se emplea como alimento del ganado, y el almidón en el apresto de tejidos; la paja sirve de alimento pobre y cama del ganado, y también para fabricar papel y en la manufactura de cestas, sombreros, etc. El trigo segado verde sirve como forraje o heno. El grano también se usa tostado y molido como sucedáneo del café, o fermentado para fabricar alcohol, whisky y, secundariamente, cerveza.

---

### **Producción y demanda de trigo en el Perú**

Según Alejandro Daly, presidente del Comité de Molinos de la Sociedad Nacional de Industrias hasta el 2010 la producción de trigo en el Perú creció de 170 mil a 240 mil toneladas métricas en cinco años.

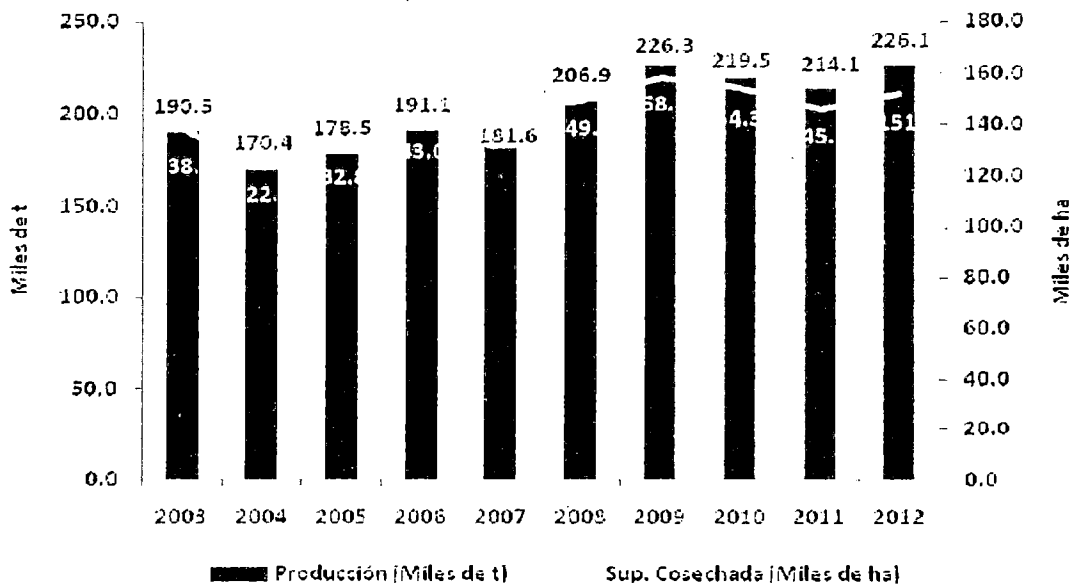
Se esta están obteniendo aumentos del rendimiento de 15% por hectárea, a lo que se suma que el mayor precio internacional está favoreciendo a los agricultores.

Sin embargo, de trigo durum, para fideos, el que tiene más demanda, solo se cosecharon 3640 toneladas durante el 2010 de los cuales el 80% provino de Arequipa. El 20% restante se cultivó en Cajamarca y La Libertad, en otros. La productividad en el 2010 llegó a 9 toneladas por hectárea, 20% más que el promedio del 2009 que fue de 7.5 toneladas por hectárea (NotiAgro-CEPES; 2011).

Según el Ministro de Agricultura, Ismael Benavides, con el lanzamiento de la Cadena Productiva del Trigo Durum, se espera alcanzar una meta de 540 mil toneladas para el 2015. Alcanzando los niveles de calidad requeridos para atender la demanda de la industria nacional. La demanda nacional de trigo es de aproximadamente 1.7 millones de toneladas (ANDINA, abril 2010).

---

**Figura 1.6 Evolución Superficie Cosechada (miles de ha) y Producción (miles de t) de trigo en el Perú**



ministerio de Agricultura, 2013.

En la Figura 1.6 se puede apreciar la evolución tanto de la superficie cosechada que ha venido creciendo anualmente a una tasa promedio en los últimos diez años de .1% y la producción a una tasa de 1.9%.

### **Precios del trigo de invierno rojo suave**

El precio promedio en chacra a diciembre del año 2012, fue de S/. 1.32 por kilo, representando un incremento de 5.1% con respecto al mismo periodo del año 2011. Es importante señalar que la variación en los precios en chacra se ven fuertemente influenciadas por la demanda de harina de trigo, que a su vez está estrechamente relacionado con la demanda y consumo de pan.

De acuerdo al mercado internacional, el Trigo US Nº 2 Hard Red Winter FOB Golfo de EE.UU. al 28 de enero del año 2013, la cotización internacional de Trigo Duro registró un monto de 348 US\$/t con un incremento del 17.3% y el precio CIF de 377.0 US\$/t con una

disminución del -16.3% con respecto a enero del año 2012. Los precios CIF de trigo duro han venido disminuyendo desde enero del año 2012, principalmente por una mayor oferta en el mercado internacional; Para el proyecto se considera un precio promedio proyectado de 400 dólares la tonelada métrica.

### **1.6.3 MALTA DE CEBADA**

La cebada malteada es el principal cereal malteado usado en la producción de whisky. Semejante al cervecero, el destilador de whisky utiliza cultivos de cebada de las especies *Hordeum vulgare L.* y *Hordeum distichon*. La malta de cebada es empleada como una fuente de enzimas (principalmente amilolíticas) que catalizan la hidrólisis de los almidones y en algunos casos sirve como una fuente de almidón que es convertida finalmente en etanol. Estas dos demandas deben ser finamente balanceadas. Para la producción de whiskies de granos (maíz, centeno, trigo, y otros) la actividad enzimática de la malta de cebada debe ser mayor que el que tiene una malta para producción de whisky tipo Scotch.

Las maltas de cebada para la producción de whiskies de granos no se secan con gases de combustión de turba. Estas tienen generalmente mayor actividad enzimática, de modo que relativamente pequeñas cantidades de malta convierten los almidones de los granos sin maltear en azúcares fermentables. La mayor actividad enzimática de estas maltas de cebada se refleja en el contenido de nitrógeno (El contenido de nitrógeno de una malta de cebada para whiskies de granos es de 1.8% o más, ligeramente mayor que la malta para whisky Scotch con menos de 1.5% (Hough et al., 1971).

A continuación en la Tabla 1.4 se presenta en forma de comparación las especificaciones y análisis típicos de la malta de cebada, maíz y trigo para una destilería de whisky bourbon.

---

**Tabla 1.4. Especificaciones y análisis del maíz, trigo y malta para whisky Bourbon**

	<b>Especificación</b>	<b>Análisis típico</b>
<b>MAIZ AMARILLO # 2</b>		
Olor del grano	Ningún olor rancio, agrio u olor extraño	Reúne características
Humedad, %	14.0 (máximo)	12 – 14
Granos rotos y material extraño, %	2.0 (máximo)	1 – 2
Granos dañados, %	3.0 (máximo)	0 – 1.5
Granos dañados por el calor, %	0.2 (máximo)	0 – 0.1
Peso de un bushel, lbs	55.0 (mínimo)	55 -60
Aflotoxinas, ppb	20 (máximo)	5
<b>MALTA DE CEBADA</b>		
Peso de un bushel, lbs	35.0 (mínimo)	35 - 38
Humedad, %	6.0 (máximo)	4 – 6
$\alpha$ -amilasa	60.0 (mínimo)	60 – 64
Poder diastásico	22.0 (mínimo)	22 – 26
Conteo de bacterias, CFU/g	1,000,000.0 (máximo)	400 – 500,000
<b>TRIGO DE INVIERNO</b>		
Olor	Ninguno	Cumple
Humedad, %	14 (máximo)	10 – 14
Trigos muy delgados, %	2.0 (máximo)	1 – 2
Materia extraña (dockage), %	2.0 (máximo)	1 – 2
Peso de un bushel, lbs	56.0 (mínimo)	56 - 60

Fuente: R. Ralph; 2004.



### **Precio de Malta de cebada**

De acuerdo al proyecto que se plantea el whisky será tipo bourbon y necesitará maltas de alto contenido enzimático que no hayan sido secadas con gases de combustión de turba. Este tipo de malta se dispone en Estados Unidos, Canadá, Argentina, Chile y Uruguay; estos últimos son grandes proveedores de la industria cervecera peruana.

Se va a tomar como referencia el precio CIF del mayor importador de malta sin tostar (Chile) de los últimos cuatro años, publicado en el Anuario de Importaciones de la SUNAT:

2009:	0.439 dólares el kilogramo
2010:	0.356 dólares el kilogramo
2011:	0.465 dólares el kilogramo
2012:	0.478 dólares el kilogramo

El precio CIF de la malta sin tostar procedente de Estados Unidos, el 2008 alcanzo 0.663 dólares el kilogramo, algo menor que el precio CIF de procedencia chilena. Para el proyecto se va considerar el precio promedio de los dos últimos años, es decir 0.50 dólares el kilogramo.

### **1.6.4 LEVADURA**

La levadura es un ser vivo infinitamente pequeño con una capacidad fermentativa muy alta. En un gramo de levadura, encontramos más de 10 mil millones de células vivas, una concentración de vida particularmente rica y poderosa.

El cultivo de levadura, desde la Célula Madre, requiere un gran conocimiento de la biología, es decir la ciencia de la vida. La selección, la manipulación y la propagación de la levadura constituyen etapas claves en el desarrollo de este microorganismo.

La ingeniería química juega un papel determinante en la reproducción de levadura. Desde algunas células seleccionadas, empieza la multiplicación

---

celular en laboratorio para luego proceder a la propagación industrial. Su medio nutritivo se compone principalmente de oxígeno, agua y melaza.

El control sistematizado de los ciclos de producción así como la óptima calidad de insumos determinan el alto poder fermentativo y la calidad uniforme de las levaduras para whisky.

Además, la automatización de los procesos permite conservar excelentes condiciones de higiene y seguridad en las diferentes etapas de propagación de la levadura.

### **Características morfológicas**

Los caracteres morfológicos de las levaduras se determinan mediante su observación microscópica. Además, los criterios morfológicos se basan en el modo de reproducción vegetativa de la morfología celular, de la formación de pseudomicelio y de micelio. La forma de la levadura puede ser desde esférica a ovoide, en forma de limón, piriforme, cilíndrica, triangular, e incluso alargada formando un verdadero micelio o un falso micelio. También se diferencian en cuanto a su tamaño, miden de 1-10  $\mu\text{m}$  ancho por 2-3  $\mu\text{m}$  de longitud. Son partes observables de su estructura, la pared celular, el citoplasma, las vacuolas, los glóbulos de grasa, y los gránulos, los cuales pueden ser metacromáticos, de albúmina o de almidón. Para poder observar el núcleo es preciso utilizar tinciones especiales. La estructura celular es de tipo eucariótico, pero sin sistema fotosintético. La pared rígida, se caracteriza por la presencia, en su composición, de dos polisacáridos: manano y glucano. Algunas levaduras producen una cápsula constituida por fosfomanos. El núcleo está rodeado de una membrana que persiste durante la división celular. El número de cromosomas es variable de unas a otras. Las levaduras en ningún caso son móviles.

---

### **Propiedades fisiológicas**

Las distintas especies de levaduras pueden ser muy diferentes en cuanto a su fisiología, la mayoría necesitan más humedad para crecer y desarrollarse. El intervalo de temperatura de crecimiento de las levaduras es en general, parecido al de los hongos, con una temperatura óptima en torno a los 25 a 30°C y una temperatura máxima en torno a los 35 a 47°C. Una reacción ácida del medio, próxima a un pH de 4 a 4.5, estimula el crecimiento de la mayoría de las levaduras, mientras que en medios básicos, no crecen bien a no ser que se hayan adaptado a los mismos, crecen mejor en aerobiosis, aunque las especies de tipo fermentativo son capaces de crecer, aunque lentamente, en anaerobiosis. En general, los azúcares son la fuente energética más apropiada para las levaduras, aunque en las oxidativas, por ejemplo, las formadoras de película oxidan los ácidos orgánicos y el alcohol, y también contribuyen en la producción de los sabores o "bouquet" de los vinos.

### **Propagación de la levadura**

Todos los productores de whisky usan *Saccharomyces cerevisiae*, sin embargo la técnicas de propagación de levadura varían mucho entre los destiladores "modernos" y los "tradicionales". Los destiladores modernos tienen laboratorios de levadura bien diseñados y propagarán una nueva levadura a partir de un cultivo puro en agar inclinado cada semana. Los destiladores "tradicionales" usan levadura almacenada en jarras (contienen levaduras naturales de árboles frutales del ambiente); y sin bien se hace un stock en forma semanal, el potencial para cambios y contaminación gradual del cultivo de levadura puede conducir a cambios en el sabor del whisky. Estos destiladores toman un esfuerzo extra y mucho cuidado para asegurar que su propagación de levadura no cause variaciones en el contenido de esteres, aldehídos y aceite fusel en el destilado.

---

Los granos más comunes usados para la propagación de levadura son granos pequeños de malta de cebada y centeno. Estos granos son cocinados en una cocina separada a cerca de 63°C, y el pH es ajustado a 3.8 con bacterias que producen ácido láctico y crecen en la masa. La producción de ácido láctico es detenida aumentando la temperatura a 100°C por 30 minutos para eliminar las bacterias. Esta masa estéril, aséptica esta entonces lista para el desarrollo de la levadura en tanque más grande (dona tub) en el laboratorio – Ver Figura 3.7. La temperatura de propagación de la levadura es controlada a 27-30°C; y la levadura se propaga hasta que Brix disminuya a la mitad del Brix original de 22°. Esta masa de levadura tendrá una concentración de 400 millones de células/mL. Tanto los destiladores modernos y tradicionales tienen levaduras estériles y limpias, libres de contaminación de bacterias que pueden causar fermentaciones laterales y congéneres no usuales en el destilado. La ventaja de usar granos pequeños son: la preservación de enzimas para la conversión secundaria, bajos requerimientos de vapor y tiempos de procesamiento más cortos. También, debido a su valor nutritivo, la malta de cebada es el más principal constituyente de las mostos para propagar levadura. El maíz no es usado en un mosto para propagar levadura debido a que no contiene los factores de crecimiento para el crecimiento de levadura y bacterias lácticas.

### **Especificaciones y precios de levadura**

Para que la levadura pueda ser empleada en la fabricación de whisky por fermentación debería poseer las siguientes características:

- Rápida y apropiada habilidad para la fermentación de carbohidratos.
  - Estabilidad genética.
  - Osmotolerancia, capacidad de fermentar soluciones saturadas de carbohidratos.
-

- Tolerancia al etanol.
- Alta viabilidad celular para reciclajes repetidos.
- Tolerancia a incrementos de temperatura.

El costo de la levadura se considera insignificante toda vez que su selección se hará en forma directa. Recipientes con una mezcla nutriente serán colocados bajo un árbol frutal y se dejara que pequeñas cantidades de levaduras naturales de la fruta reciban la mezcla nutriente. Pequeñas cantidades de la mezcla nutriente se colocan en placas Petri y se deja que se propague en una autoclave a temperatura moderada. Una sola célula de levadura puede ser la semilla para una corrida completa de producción de whisky en la destilería. Una pequeña cantidad de levadura pura y colocada en una nueva mezcla nutriente la cual normalmente es extracto de malta. Se desarrollara a un pH adecuado. Una vez que se producido medio litro de levadura, esta se llevara en el laboratorio a una tanque más grande (Dona Tub) donde se seguirá propagando. El Dona Tub sirve como un tanque de almacenamiento para la fermentación.

#### **1.6.5 AGUA DE DILUCION**

La mayoría de destilados tienen un contenido de alcohol de más de 40-45% en volumen y tienen que ser reducidos en su concentración después de la maduración, es decir mezclarlos con agua. El agua a ser usada tiene que satisfacer dos principales requerimientos:

- Neutralidad del olor y sabor, de tal forma que el carácter del destilado no deber ser influenciado de ninguna manera.
- Contenido lo más bajo posible de componentes que formen dureza tales como el calcio y magnesio – estos pueden conducir a precipitaciones indeseables.

El uso de agua destilada fresca es lo más recomendable; pero por razones de costo (consumo de energía) se emplean métodos de

---

ablandamiento del agua. En principio, el agua de lluvia es excelentemente adecuada para esta aplicación asumiendo que está libre de cualquier contaminante (contaminación del aire), pero el problema de su recolección hace que sea una alternativa poco práctica. El uso de aguas naturales o primaverales deberá tomarse con cuidado y se debe basar en su contenido de minerales. El tratamiento con intercambiadores iónicos ha probado ser adecuado en la práctica.

### **Obtención y precio del agua**

Se buscará agua de manantial que recorra terrenos con rocas de carbonato de calcio lo cual asegurará la eliminación de fierro, catión perjudicial en la elaboración del whisky. Esta agua para la dilución será ablandada por intercambio iónico.

Entonces el costo del agua será lo que representa su bombeo o transporte del manantial a la planta.

### **1.6.6 BARRILES DE ROBLE**

Los barriles deben hacerse de roble blanco americano. Se utiliza el roble blanco americano, debido a que es lo suficientemente poroso para ayudar a una buena maduración del whisky, pero no tan poroso que permita la fuga del destilado. Para los whiskies bourbon se usa todo el tiempo toneles nuevos. Estos tienen un buen pre-tratamiento. El roble blanco contiene una cantidad de vainilla que le da ese sabor dulce y a vainilla, característico de un whisky bourbon.

Los toneles de roble usados, de los cuales se han extraído la mayor proporción de vainilla son deseados y comprados por la industria de whisky Scotch, por lo tanto tienen un costo de recuperación aceptable.

Los toneles deben ser de menos de 700 litros de capacidad, debido a que mucho de la química de la maduración depende del buen contacto con la madera. Los toneles deben ser quemados hasta carbonizar el interior. La capa resultante de carbón activado en la superficie interior remueve algunos

---

compuestos no deseables, y por otro lado comienza a romper la molécula de lignina de la madera.

Tres tipos de reacciones suceden en el tonel – aditivas, substractivas e interactivas. Dentro de las reacciones substractivas, los compuestos son perdidos a través de la madera – incluyendo compuestos pungentes de azufre, tal como el sulfuro de dimetilo.

Y conforme el oxígeno se difunde dentro del tonel, se llevan a cabo reacciones entre las moléculas del destilado (espíritu) y entre el espíritu y la madera. Los alcoholes y aldehídos son oxidados, y los ácidos reaccionan con el etanol para formar esterres – los cuales son algunos de los componentes más aromáticos del sabor del whisky.

La lignina, que empieza a romperse por contacto con la madera carbonizada del tonel, luego sufre una etanólisis con la presencia del etanol del destilado. Esto da como resultado la formación de importantes componentes del sabor, tal como aldehídos aromáticos. El cedro quemado aumenta la producción de lactonas del whisky (cis- y trans-metilactalactona) – compuestos con sabor a fruta a menudo descritos como que sabe a coco.

Además, es en la maduración en la madera de roble quemado que da al whisky su color dorado. Las melanoidinas – de la hidrólisis de la celulosa – ayudan a dorar el espíritu. (Conner J.M., et al., 2006).

### **Especificaciones y precios**

Se va adquirir barriles de roble americano carbonizados nuevos de una capacidad de 200 litros. Un contenedor de 20 pies de alto transporta 70 barriles. La procedencia será Estados Unidos. El tiempo de vida máximo de una barrica de roble americano es de 7 años. El precio actual es de 300 dólares cada barril. El precio de venta después de usarlo en una maduración (mínimo dos años) es de 150 dólares. Se considera que el precio se mantendrá estable.

---

## 1.7 ANALISIS DEL MERCADO DE WHISKY

Para hacer las proyecciones de la futura demanda del producto de este proyecto (whisky tipo bourbon) se va a considerar las importaciones de whisky, la cual se pretende reemplazar en parte, y también las importaciones de otros licores destilados así como la producción de destilados en nuestro país que en conjunto representa un mercado en el cual se puede competir en una buena proporción dado que el whisky es una bebida de alta calidad.

### 1.7.1 IMPORTACIONES DE WHISKY

Las importaciones de whisky registradas por la SUNAT supera el millón de litros al año. Desde el año 2003 el crecimiento ha sido lento pero continuo pasando de 1.09 millones de litros hasta 1.66 millones de litros en el año 2008. Un aumento de cerca de 10% anual. En el 2009 hay una ligera disminución debido a la crisis económica mundial lo cual también repercutió en nuestro país. Pero luego se viene recuperando al mismo ritmo de crecimiento anual. Ver Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Importación histórica de Whisky, 2003 - 2012

Año	LITROS
2003	1095679
2004	1171325
2005	1079180
2006	1211914
2007	1437545
2008	1663988
2009	1144260
2010	1212915
2011	1850000
2012	3906000

Fuente: SUNAT, 2003-2012. ANUARIOS DE IMPORTACION.

Sin embargo hay que considerar que el valor registrado por la SUNAT es un valor relativo debido a que el contrabando de whisky es muy alto; algunos

calculan que el 40% del total de whisky consumido en nuestro país es de contrabando. La razón principal del contrabando es que el litro de whisky al nacionalizarse ingresa con arancel ad valorem de 9%, ISC de 20%, IGV e IPM de 19% y seguro de 1.75% (CENTRUM Católica, 2008). En opinión del Comité de Importadores y Comerciantes de Vinos, Licores y Otras Bebidas de la Cámara de Comercio de Lima (CCL) el contrabando podría pasar de 40% a un 70% si no se elimina o modifica el Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) por un sistema específico con el cual pagarían una tasa o un monto fijo en nuevos soles calculado sobre la base del grado de alcohol que contienen los licores fuertes como el ron, whisky y vodka, entre otros (Perú 21, 17 mayo 2010).

Para la proyección de la demanda de whisky se a considerar que 40% del consumo nacional proviene del contrabando y el otro 60% es registrado por la SUNAT.

### **1.7.2 DEMANDA REAL DE WHISKY**

De acuerdo a los datos del ítem 1.7.1 el contrabando de whisky se sitúa entre 40% y 70%. Para el proyecto se considera que el 40% del whisky consumido por los peruanos proviene del contrabando, el consumo real es cerca del doble de que lo registra la SUNAT (Tabla 1.5).

Por lo tanto la demanda real para el año 2012, de acuerdo a los datos de la tabla 1.5 debe ser aproximadamente 5.468 millones de litros.

### **1.8 MERCADO DE OTROS LICORES DESTILADOS**

Para la proyección de la demanda futura de whisky también se va a considerar la importación y producción nacional de otros licores destilados como ron, vodka, tequila, pisco; pretendiendo abarcar un porcentaje de este mercado por el whisky del presente proyecto.

De acuerdo a proyecciones de la Cámara de Comercio de Lima (CCL) la venta de bebidas espirituosas crecerá 5% en Perú al cierre de 2010 respecto al año anterior, dentro de las cuales el comercio del whisky

mostrará un incremento de 6%, el de vodka 10%, el de pisco 15% y el de vino 7% (CCL, 2012).

Sin embargo, a la fecha la cifra de consumo de bebidas espirituosas se ha duplicado respecto a los años 2010 y 2011. El whisky ha llegado a abarcar el 55% del consumo de bebidas espirituosas. Así, al 2012, el mercado total de bebidas espirituosas importadas movía 800 mil cajas, y el whisky lideraba el consumo con 434 mil cajas, seguido del ron con 181 mil cajas y el vodka con 80 mil, por destacar a las primeras.

### **1.8.1 PRODUCCION NACIONAL DE LICORES DESTILADOS**

En nuestro país se produce pisco y ron, además de otros en menor cantidad. La producción de ron abastece cerca del 90% del consumo nacional dejando la diferencia para rones importados. La producción de ron en el Perú está en mano de dos grandes productores. Una es Destilería Unidas que opera tres plantas, una ubicada en Trujillo, otra en Lima y una tercera en Tacna. De otro lado, el Grupo Comercial Bari, productor de ron Pomalca cuenta con una planta de producción en Lambayeque.

La producción nacional de ron en el 2005 llegó a 10.7 millones de litros valor que ha cambiado ligeramente para el año 2012 (12 millones de litros). La mayor participación de la producción nacional de ron se debe principalmente a su menor precio respecto al producto importado, sumado a la diversificación de la oferta (sabor a limón, durazno, entre otros) y mejoras en la presentación del empaque del producto que realizan las empresas del ramo. Asimismo, tradicionalmente las empresas nacionales han orientado su producción a los estratos de ingresos bajos y medios de la población, donde los precios oscilan entre S/.7 y S/.13 por la botella de ron de 750ml. Sin embargo, en los últimos años iniciaron su entrada al segmento de ingresos altos, donde principalmente consumen productos importados y los precios por botella de ron de 750 ml se encuentran entre S/.23 y S/. 55. Cartavio, ha presentado recientemente (2012) un ron 18 años, con un precio que supera los S/ 70.

---

Según el Ministerio de La Producción, la elaboración de **pisco** ha crecido más de cinco veces en la última década, pasando de 1.5 millones de litros en el año 2002 a 7.1 millones en el 2012. También se destaca que las exportaciones se han incrementado 11 veces, de 18,338 litros en el 2002 a 213,078 litros al cierre del año 2009. El propio Ministerio de la Producción asegura que la producción de pisco seguirá creciendo en los próximos años y generando a su vez miles de puestos de trabajo (Industrial del Perú, 2012).

Entre ron y pisco la producción llega a cerca de 19.1 millones de litros anuales. En este proyecto se considera reemplazar el 5% de esta producción por el whisky tipo bourbon. Se prevé un crecimiento lento pero continuo de 5.5% anual en la producción de ron y pisco.

### **1.8.2 IMPORTACION DE OTROS LICORES DESTILADOS**

La importación de licores destilados diferentes al whisky también ha ido creciendo en los últimos años como se muestra por los datos de la Tabla 1.6

Según los datos el destilado de mayor importación, además del whisky, es el ron y aguardientes de caña, seguido por el vodka y luego el tequila.

Este se considera un mercado atractivo puesto que la producción de un whisky de origen peruano con excelente calidad puede fácilmente competir con un porcentaje del mercado de estos licores de importación.

---



**Tabla 1.6 Principales importaciones de licores destilados, litros por año**

	Ron y demás aguardientes de caña	tequila	vodka	TOTAL
2004	1086342	40518	379819	1506679
2005	1246204	16499	360251	1622954
2006	976178	34710	463805	1474693
2007	1132557	70056	511556	1714169
2008	1102568	107928	535674	1746170
2009	1190773	114403	578527	1883703
2010	1286035	125844	624810	2036689
2011	1395348	163597	687291	2246236
2012	1513952	245395	759456	2518803
% crecimiento anual	8.5%	50%	10.5%	

SUNAT, Anuario De Importaciones

La importación de ron se hace principalmente de Jamaica (32%), Cuba (32%), Puerto Rico (21%), Nicaragua (7%) y Venezuela (7%). Con menor participación tenemos a Colombia y México.

El vodka se trae principalmente de Suecia, seguido de Rusia y Reino Unido. Otros países importadores importantes son Dinamarca, Ucrania, Estados Unidos, Lituania, Italia y Francia.

Según estudio de los especialistas el mercado de licores importados también crecerá a un ritmo de 10.5% anual (MAXIMIXE, 2012).

Se considera en este proyecto en forma optimista competir y reemplazar las importaciones de licores diferentes que el whisky hasta un porcentaje de 20%.

### **1.9 PROYECCION DE LA DEMANDA FUTURA**

Según informa el Centro de Investigación y Estudios Económicos de Mercados (CIEEM), de CENTRUM Católica, en los últimos cinco años el mercado de bebidas alcohólicas creció a un promedio anual de 11.2%. El mercado está en una etapa de expansión aunque todavía lenta; favorecida por el mix de factores como el crecimiento del consumo interno, mayor capacidad adquisitiva de la población, el impulso de la gastronomía peruana, incremento del turismo y desarrollo de campañas publicitarias, acompañadas de precios cada vez más accesibles (CIEEM, 2008).

La apreciación de CIEEM concuerda con la Consultora de Marketing & Mercados MAXIMIXE, quien en reciente estudio de mercado de “Licores importados” da cuenta que en el 2011 las importaciones de licores, específicamente el whisky, aumentaran 10.1% alcanzando los 57.9 millones de dólares. Esta alza será alentada por el aumento del poder adquisitivo de la población, el incremento de puntos de venta, el ingreso de nuevas marcas y por el empleo de novedosas presentaciones. La publicidad jugará un rol decisivo dado que orientará la demanda hacia determinadas marcas en un mercado ávido por consumir (MAXIMIXE, 2011).

Por lo tanto, según la conclusión de las dos consultoras (CIEEM y MAXIMIXE) se tiene un crecimiento continuo de la demanda de whisky y otros licores destilados.

Para proyectar la demanda se va a considerar tres rubros, los cuales serán sumatorios. El primero será la importación real de whisky y el segundo será el 20% de las importaciones de otros licores destilados (ron, vodka y tequila) y el tercer rubro será el 5% de la producción nacional de ron y pisco. Los primeros rubros con un crecimiento anual promedio de 10%. En la proyección de la producción nacional de ron y pisco se considera un crecimiento moderado de 5% anual, a pesar que las informaciones especializadas prevén un porcentaje mayor.

Entonces en la Tabla 1.7 se presenta la proyección de la demanda para dentro de cinco años. Ver cálculos en el apéndice.

**Tabla 1.7 Demanda proyectada de whisky en el Perú, 2013-2018**  
Litros/año

	Whisky	Reemplazo 20% de Otros licores importados	Reemplazo 5% de la producción nacional de licores	TOTAL Demanda Proyectada
2013	6015240	554137	1002750	<b>7572127</b>
2014	6616764	609550	1052888	<b>8279202</b>
2015	7278440	670505	1105532	<b>9054477</b>
2016	8006285	737556	1160808	<b>9904649</b>
2017	8806911	811311	1218849	<b>10837071</b>
2018	9687602	892443	1279791	<b>11859836</b>

Elaborado: por el autor

### 1.10 OFERTA Y PROYECCION DE LA OFERTA

La oferta de whisky está centrada en los grandes y pequeños productores de whisky a nivel mundial. Según registro de SUNAT los países importadores de este destilado son: Argentina, Chile, Alemania, España, Francia, Reino Unido, Irlanda (EIRE), India, Lituania y Estados Unidos.

Escocia es el primer productor mundial de whisky con 2000 millones de litros al año, producidos en más de 300 destilerías, de los cuales en el año 2012 llegó a exportar 1190 millones de botellas de 750 ml.

Por la cercanía, Argentina se ha convertido en un importador de whisky al Perú. En el año 2008, en el Anuario de Importaciones de la SUNAT se registra cerca de 120000 litros de whisky argentino. Este whisky se elabora con malta y con sorgo.

Sin embargo, el whisky que se va producir tipo bourbon solo se produce en Estados Unidos. La mayor parte de del whisky ofertado es consumido por el propio mercado americano. Recién a partir del 2007 ha comenzado a tener presencia mundial y sus exportaciones están llegando

principalmente a Reino Unido, Canadá, Alemania, Australia y Japón. Hay que considerar que el whisky americano no sólo es bourbon, es también Rye, Tennessee, Corn, e incluso más recientemente otros estilos no oficiales de pequeñas destilerías que cultivan su materia prima en sitios tan dispares como New York, Michigan o California. Los productores de whisky bourbon tiene producción limitada debido a que prefieren producir cantidades limitadas con alta calidad, lo que se llama calidad Premium, un producto que cada día tiene una gran aceptación por el mercado americano y de otros países.

Se puede observar que existe una oferta competitiva o de libre mercado en la cual las empresas importadoras compiten en forma libre para ofertar su producto de tal manera que su participación en el mercado está determinada por la calidad, el precio y el servicio post-venta que ofrecen a los compradores, distribuidoras, bodegas, mercados y consumidores finales.

Los ofertantes tanto de whisky como de otros licores importados (ron, vodka y tequila) son empresas importadoras peruanos. El nivel de oferta está relacionado directamente con la política arancelaria que tiene el nuestro país respecto a la importación de licores. Estas políticas son variables a veces favorecen y otras limitan las importaciones de licores. Normalmente una elevación de los aranceles hace que la oferta disminuya.

Se considera que con el desarrollo de este proyecto, y que por política del gobierno y cumpliendo con la norma de que se debe proteger la industria nacional se espera que la oferta de whisky y otros licores importados disminuya por elevación de aranceles y de esta manera dar paso al whisky tipo bourbon motivo del proyecto.

En conclusión la oferta de un producto de importación como es el whisky y otros licores destilados depende de la política arancelaria del país. Y cuando hay producción nacional, esta debe ser favorecida. Además para competir con el producto importado (whiskies y otros licores) es necesario que el precio del producto nacional sea menor que el precio actual del

---

importador y de una calidad similar o superior con la finalidad de cubrir parte de las importaciones.

Desde el 2011, se viene ofertando en los supermercados el whisky tipo “Bourbon” de marca Jack Daniels, que se produce con un mínimo de 51% de maíz y generalmente 70% junto con otros ingredientes como trigo, centeno o cebada malteada. La presencia de este whisky es un incentivo para el consumo de whiskies tipo “Bourbon” (Treading AA & CC Peru S.A.C., 2012).

### **1.11 ANALISIS DE LA COMPETENCIA**

La competencia para la futura planta está en los importadores de whisky que traen tanto de Europa (Escocia, Inglaterra y otros) como de Norte América. Desde el 2010 se detectó veinte empresas que efectúan hasta la fecha importación de whisky (SUNAT, 2012). Dentro de ellas destaca la empresa Diageo Perú y Pernod Ricard Perú, que en conjunto concentran cerca del 87% del total importado. Johnnie Walker es la marca más representativa de un total de 50 que ingresan al mercado. Reino Unido y Escocia son los principales países abastecedores, concentrando el 66.5% y 16% del total, respectivamente.

Otros importadores importantes son Destileria Peruana S.A.C y Drokasa Licores.

Los importadores ofertaran más whisky u otros licores importados según la política arancelaria del gobierno. Se espera que nuestro gobierno continúe y sea más severa con la política arancelaria tal como lo hace Argentina, Chile y Brasil para proteger su producción nacional de licores.

### **1.12 COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO**

El whisky tiene una gran aceptación en el mercado peruano, el cual consume cada vez más este producto de lujo.

Este producto está dirigido al sector económico medio-alto, más específicamente a personas que son profesionales que tienen o trabajan en una empresa.

---

Es indudable que la introducción de un nuevo producto dirigido a un segmento económico de ingreso medio a alto va a requerir una gran publicidad donde se haga resaltar las características del whisky tipo bourbon que se desea producir.

Con el crecimiento económico que está teniendo el Perú, el consumidor peruano conocedor de whiskys, busca nuevas opciones de producto con calidad Premium, naciendo de esta manera un tipo de consumidor de productos Premium. Por lo tanto la elaboración del whisky en este proyecto deberá seguir las etapas de proceso de una forma estricta para alcanzar la calidad de producto Premium que permita fácilmente ubicarlo en este nuevo mercado.

En el Perú, se ha forjado una clase media con capacidad de consumo que requiere de una oferta más variada y más completa que atienda a todos los segmentos del mercado. Una forma es presentar whisky de otra variedad pero con buena calidad.

Respecto a los **canales de comercialización** se va emplear dos que sería los supermercados instalados en todas las principales provincias del Perú y el consumidor final. De esta manera se va a disminuir el costo de comercialización y se tratará de mantener un buen marketing para nuestro producto.

### **1.13 PRECIO ACTUAL Y PROYECCION**

Así como existe variedad de whiskies, también hay variedad en los precios. Debido a que el producto será similar a un whisky bourbon de Estados Unidos presentamos algunos precios al público por botella que se vende el mercado peruano en el año 2013:

- |                                       |                |
|---------------------------------------|----------------|
| - Buffalo Trace, 45%:                 | 18.70 dólares. |
| - Woodford Reserve; 45.2%:            | 17.10 dólares. |
| - Van Winkle (12 años):               | 34.60 dólares. |
| - Jack Daniels Single Barrel, 47%:    | 15.30 dólares. |
| - Makers Mark Kentucky Straight, 43%: | 15.30 dólares. |
| - Jim Beam Black 45%:                 | 15.30 dólares. |
-

El producto del presente proyecto tendrá la similitud por su composición de la mezcla de granos al whisky bourbon Makers Mark.

El precio al público es más elevado que el precio CIF del whisky, porque el litro de whisky al nacionalizarse ingresa con arancel y valor de 9%, ISC de 30%, IGV de 18% y seguro de 1.75% (CENTRUM Católica, 2008). Además se debe agregar las ganancias de los canales de comercialización que se estima en cerca de 30% cada canal.

Para el 2018 se proyecta un precio de 12 dólares por litro, antes de la aplicación del impuesto selectivo al consumo (30%) y el IGV (18%).

#### **1.14 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA**

Para determinar la capacidad de la planta depende fundamentalmente de tres factores: el estudio de mercado del whisky, la cantidad y calidad de las materias primas y de la cantidad y composición de los materiales de desecho de la futura planta. Otro factor importante es el tamaño económico mínimo y tamaño máximo de plantas similares.

Respecto al **estudio de mercado**, haciendo un análisis detallado se ha determinado que la cantidad requerida de whisky para el año 2018 será **11'859 836** litros. Este valor es el resultado de la suma de las proyecciones de importación de whisky, 20% de la importación de otros licores destilados (ron, vodka y tequila) y 5% de la producción nacional de licores destilados (ron y pisco). Por lo tanto hay seguridad de que se consumirá cerca de 12 millones de litros de whisky.

En relación a la **cantidad y calidad de materias primas** no hay límite en la capacidad debido a que tanto la malta como el maíz y trigo se pueden conseguir en distintos proveedores como son Chile, Argentina, Estados Unidos, Uruguay y otros. La producción de whisky se ha vuelto universal y las materias primas se trasladan desde lugares lejanos. Existe whisky japonés, hindú, vietnamita, argentino, taiwanes, español, además de los conocidos whiskies escocés, irlandés y americano.

---

La **cantidad y composición de los materiales de desecho** no son factor limitante por su disposición, puesto que la mayor parte de los efluentes sólidos se venden como alimento para animales.

El **tamaño de plantas en funcionamiento** va desde las muy grandes como The North British Grain Whisky Distillery, la cual tiene una capacidad de producción anual de 60 millones de litros de alcohol. También hay de tamaño intermedio como la **destilería Roseisle** en Speyside, Escocia, del grupo DIAGEO que con una inversión de 40 millones de libras esterlinas en el 2012 llegó a producir 10 millones de litros por año. Roseisle se construyó utilizando una combinación de modernas tecnologías medioambientales y técnicas tradicionales de destilación, convirtiéndola en una de las destilerías de whisky escocés más ecológicamente sustentables. En Estados Unidos las destilerías de whisky bourbon producen en escalas más pequeñas. Por seguir la tradición se produce en lotes pequeños para asegurar la calidad y se hace todavía con métodos artesanales. Cada botella es etiquetada y enumerada a mano. Por ejemplo los productores de Maker's Mark producen cerca de un millón de litros al año.

## **1.15 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO**

Se concluye que hay una demanda insatisfecha proyectada de 11859836 litros de whisky por año. Que con la finalidad de producir un whisky de calidad Premium en el proyecto se decide producir en cantidades pequeñas, similar a los productores americanos, que lo hacen en cantidades relativamente pequeñas comparadas con los grandes productores de whisky escocés.

El tamaño final será de 2 millones de litros por año, lo cual representa el 16% de las importaciones proyectas para el año 2018.

## **UBICACIÓN DE LA PLANTA**

En esta sección se hace un análisis de los factores que influyen la ubicación de una planta de producción de whisky. Uno de los factores importantes es la calidad del agua.

### **Importancia del agua**

Los whiskies producidos en los distintos países son distintos debido a las diferencias en los métodos de producción, tipo y características de los cereales y principalmente debido al tipo de agua empleada para su elaboración. Por ejemplo el whisky elaborado en Escocia, conocido como Scotch Whisky, es inimitable debido a que solamente escocia dispone de aguas de deshielos que provienen de formaciones rocosas de granito colorado.

Debido a esta razón, la mayoría de las destilerías se encuentran en los lugares que se han instalado, dado que el agua de que disponen es de deshielos en algún tipo de formación rocosa. Tres elementos determinan la producción de estos los whiskies escoceses. La cebada, cereal que está en el corazón de los whiskies; la turba, material carbonizado producto de un proceso de años en que el material vegetal expuesto a las inclemencias de la naturaleza y a las condiciones atmosféricas de la región se transforma en un compost que, al hacer parte del combustible que se utiliza para secar la malta, le proporciona al grano un aroma ahumado, y el agua proveniente de altas montañas de granito que también determina el sabor final del whisky.

### **Influencia de las materias primas**

De acuerdo a las tendencias actuales de producción de whisky, materias primas seleccionadas como malta de cebada son importadas de Escocia. Ejemplo son las destilerías de whisky de Argentina, Japón, Israel y otros.

En consecuencia no es un factor limitante para la ubicación de una planta de whisky.

---

En este proyecto se considera que el maíz y trigo son de procedencia peruana y la malta de cebada será importada de escocia la cual contiene sabores y olores de la turba empleada en su secado.

**Influencia del clima:** se toma como referencia el clima de Kentucky, de donde procede la mayoría de whiskies bourbon americano. Kentucky está ubicado a una altura de 1263 m sobre el nivel del mar, y tiene zonas templadas con temperaturas que varían entre 30°C y 2°C. Estos valores corresponden en nuestro país a lugares de la sierra, por lo que se buscara un lugar con esas características.

**Factor limitante:**

El único factor limitante para la producción de whisky es la calidad del agua la cual debe estar exenta de fierro.

Los whiskies escocés tienen una calidad única por que las aguas provenientes de los deshielos recorren terrenos con gran contenido de turba, el cual le da un sabor especial, además que el secado de la malta también se hace quemando turbas de distinta naturaleza y acentúa más el bouquet de los whiskies escoceses; Los whiskies americanos no tienen presencia de los olores y sabores de la turba, pero las aguas provenientes de deshielo se aseguran que hayan discurrido por piedras rocosas de origen calcáreo, lo cual asegura la posible presencia de fierro, perjudicial en la elaboración de un whisky de calidad.

Criterio para la ubicación de la planta.

**Alternativas de ubicación**

Se considera distritos ubicados en la serranía del norte peruano. Lugares que dispongan de red eléctrica, carreteras, escuelas y otras facilidades, dejando solamente para seleccionar por clima y abastecimiento de agua de calidad.

En estudio se considera tres lugares: Cutervo (Cajamarca), Incahuasi (Lambayeque) y Pucara (Jaén-Cajamarca).

---

Cutervo tiene distritos que están ubicados en alturas que varía de 1200 a 2600 m. El inconveniente de algunos distritos que cuentan con correrías de agua es que no tienen carreteras modernas de acceso.

Incahuasi, es un distrito de Lambayeque, cuenta con manantiales de agua, pero está a una altura de cerca de 4000 metros.

Jaén, provincia de Cajamarca tiene distritos ubicados en alturas de 421 m hasta 1850 m. De ellos se analizó dos, Pomahuaca (1075 m s.n.m) y Pucara (903 m de altura). El más accesible y con manantiales de agua se escogió Pucara.

### **Ubicación Definitiva**

Según las características necesarias para la producción de whisky tipo bourbon se decidió por el distrito Pucara de la provincia Jaén, Departamento de Cajamarca.

Pucara está ubicado en el kilómetro 117 de la Carretera de Penetración Fernando Belaunde Terry. Tiene una superficie aproximada de 240.30 Km<sup>2</sup>, presenta clima variable entre caluroso y frío, variando la temperatura alta entre 30-38°C y la temperatura baja entre 12-18°C bajo sombra. Respecto al agua cuenta con seis quebradas (Cabuyas, las Naranjas, Sauces, Chaupe, Chilasque y Colasay) que discurren aguas fluviales y de manantiales naturales que desembocan al río Huancabamba. Además del río Huancabamba que atraviesa el distrito de Pucara, también cuenta con otra fuente de agua, conocida como el río Chotano. El río Chotano tiene origen en la parte alta de las provincias de Chota y Cutervo, del departamento de Cajamarca. El río Huacambaba nace en la laguna de Shimbe, ubicado en la parte alta de la provincia de Huancabamba. Por lo tanto, además de contar con agua que discurren por las quebradas del distrito de Pucara se cuenta con agua de dos ríos (Chotano y Huancabamba) que nacen en zonas altas de la sierra lo cual asegura una alta calidad para la producción de whisky.

---

## **CAPÍTULO II**

### **INGENIERIA DEL PROYECTO**

En esta sección se hace énfasis sobre el método de producción del whisky tipo bourbon que se ha considerado en el proyecto. Por lo tanto se describirá en detalle el proceso de producción acompañado del diagrama de flujo y diagrama de bloques respectivos. Luego se establece un balance de masa y energía, con los datos de estos balances se seleccionan los principales equipos de proceso. También se hace una lista de los equipos auxiliares. Con el listado de todos los equipos se propone una distribución de la planta.

#### **2.1 SELECCIÓN DEL PROCESO**

En la producción de whiskies americanos, seis factores determinan el carácter y el sabor para cada tipo de whisky:

1) Las proporciones de granos en la receta de la mezcla: la mayoría emplea distintas proporciones de maíz, centeno y malta. Solo Maker's Mark emplea trigo en lugar de centeno.

Por ejemplo, un solo fabricante de whisky bourbon puede obtener distintas calidades de whisky. Four Roses Distillery LLC, gracias a la combinación de dos tipos de masas de maíz, centeno y malta de cebada (75%-20%-5% y 60%-35%-5) y cinco cepas de levaduras diferentes produce 10 distintos tipos de whisky bourbon con sabores propios.

2) Técnica de preparar el mosto: se utiliza diferentes tiempos y formas de agregar los granos molidos y hay dos procesos que marcan la diferencia:

- Por lotes pequeños sin adición de "mezcla acida" de los destiladores
- Proceso con adición de "mezcla acida" de los destiladores.

Con este último proceso se consigue un sabor más dulce y más profundo para el producto final.

---

- 3) La cepa de levadura: cada fabricante tiene su levadura “en secreto”, pero verdaderamente es levaduras nativas del lugar seleccionadas con bastante cuidado.
- 4) El ambiente de la fermentación: algunos usan fermentadores de madera (cipres) y otros de acero inoxidable.
- 5) Tipo y parámetros de operación del equipo de destilación: el grado alcohólico en cada etapa de destilación es diferente.
- 6) Tipo de barril usado y el proceso de maduración: la gran mayoría utiliza toneles de roble preparados y uno que otro utiliza barriles de ciprés.

Todos los whiskeys americanos mantienen los estándares de los seis factores de producción, y las variaciones entre las destilerías en cumplimiento de estos estándares determinan el sabor y las diferencias en costos.

### **2.1.1 Proceso seleccionado**

Teniendo en cuenta los seis factores descritos anteriormente se va a dar más importancia acentuar la dulzura y el sabor del whisky tipo bourbon que se desea producir. Con tal fin se escogió el proceso de cocción con mezcla ácida reciclada del destilador de cerveza. Además, teniendo en cuenta que no se dispone de centeno, se ha escogido una receta de granos similar al fabricante del whisky bourbon Maker's Mark.

## **2.2 Descripción detallada del Proceso**

**2.2.1 Mezcla de granos:** Se mezcla malta con trigo y el maíz. En este proceso se va utilizar 70% de maíz, 10% de trigo y 20% de malta. Se debe contar con un programa riguroso de compra de los granos, para conseguirlos en la época de mayor producción y lograr precios bajos. Sin embargo es importante también que no tenga malos olores o que estén debajo del nivel de calidad. Las normas en el mercado americano son muy estrictas, y los granos que no cumplen las especificaciones son rechazadas. En la tabla 2.1 se muestra las especificaciones de calidad de los principales insumos de la producción de whisky Bourbon.

---

Tabla 2.1 Especificaciones y análisis de maíz, trigo y malta

	Especificación	Análisis típico
<b>MAIZ</b>		
Olor del grano	Sin olor a rancio,	Cumple
Humedad	agrio o sin olor	especificaciones
Granos rotos y material extraño, %	14.0 (máximo)	12 – 14
	2.0 (máximo)	1 – 2
Granos malogrados, %		
Granos dañados por calor, %	3.0 (máximo)	0 – 1.5
Peso por bushel, lbs	0.2 (máximo)	0 – 0.1
	55.0 (mínimo)	55 - 60
<b>TRIGO</b>		
Olor	Ninguno	
Humedad	14.0 (máximo)	10 – 14
Granos muy delgados, %	2.0 (máximo)	1 – 2
Material extraño ("dockage"), %	2.0 (máximo)	1 – 2
Peso por bushel, lbs	56 (mínimo)	56 - 60
<b>MALTA</b>		
Peso por bushel, lbs	35.0 (Mínimo)	35 -38
Humedad	6.0 (máximo)	4– 6
$\alpha$ -amilasa	60.0 (mínimo)	60 – 64
poder diastático	22.0 (mínimo)	22 – 26
conteo de bacterias, UFC/g	10 <sup>6</sup> (máximo)	400 – 500 000

Fuente: Ralph R., 2004.

**2.2.2 Molienda:** Antes que los granos ingresen a los molinos estos son limpiados para separar materia extraña e impurezas. Los molinos muelen los granos hasta convertirlos en polvo, lo cual ayuda para cocimiento más rápido. El tipo de molino más usado es el de martillos. La molienda (Figura 2.1) es chequeada pasando los granos molidos por un tamiz. Un análisis de

malla típica de granos para whisky bourbon se muestra en la Tabla 2.2. La molienda es programada de tal forma que los granos se muelen por tipo y se almacenan en tolvas para cada tipo de grano.

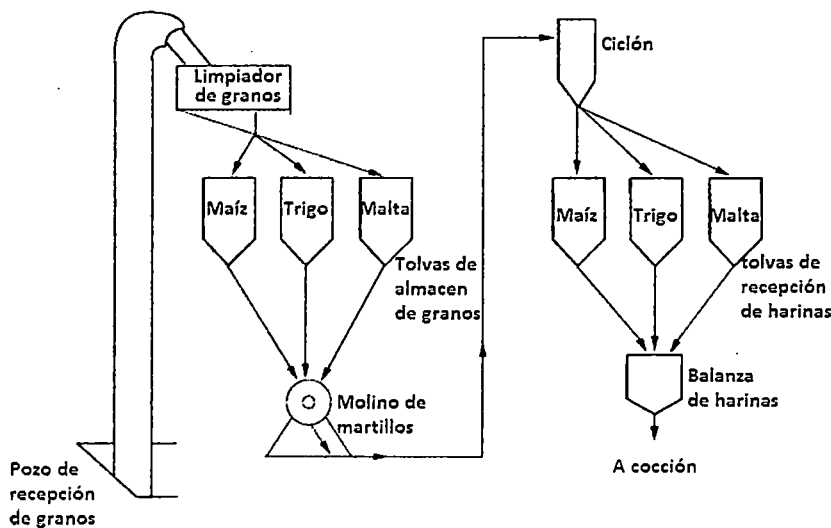


Figura 2.1. Estación de manipulación y molienda de granos

Tabla 2.2. Análisis de malla típico para granos en una receta para masa bourbon

Malla US, #	Maíz	Malta	Trigo
16	15	2	20
20	21	8	26
30	17	14	12
40	13	16	8
50	10	13	6
60	3	8	2
Más de 60	21	34	22

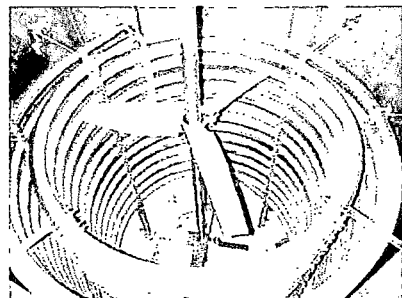
Fuente: Ralph R., 2004.

**2.2.3 Preparación del mosto:** Se hace en tanque de cocción donde se agrega todo los granos molidos mezclado con agua filtrada a través de piedra caliza que ayuda a eliminar el contenido de hierro y aumentar el contenido de calcio de esa agua. Para acidificar el cocimiento se adiciona 25% del volumen de un reciclo que proviene del ultimo destilador, este reciclo se conoce como "masa acida". Con esta mezcla se debe regular el pH a 5.2.

El uso del "sour mash", por lo que el proceso se conoce como "proceso de masa acida" aseguran que se mantenga el sabor del whisky bourbon de lote a lote.

El cocimiento se realiza en lotes a presión atmosférica o empleando una ligera sobrepresión. Primero los granos de trigo y maíz se cocinan juntos para ablandar el almidón que luego será hidrolizado con las enzimas de la malta de cebada. El procedimiento recomendado es calentar el agua hasta 100°C y luego agregar el trigo y el maíz manteniendo la temperatura a 90°C durante 20 minutos para que los almidones se gelatinicen. La cantidad de agua a emplear en el cocimiento es de 30 a 40 galones por bushel de destilería de grano (56 lbs), esto incluye el reciclo de residuo de fondo del último destilador, previamente pasado por malla o centrifuga.

Luego se agrega la malta y es necesario enfriar para que la temperatura no pase los 64°C durante aproximadamente 60 minutos que dura la conversión de la malta. El proceso es lento y requiere una atención constante lo cual permite impartir los sutiles sabores de los granos de este tipo de whisky.



Terminada la cocción el mosto obtenido se enfría a la temperatura de fermentación usando serpentines de enfriamiento.

**2.2.4 Preparación de la levadura madre:** Todos los productores de whisky usan *Saccharomyces cerevisiae*. Esta levadura se consigue del lugar donde existe en forma natural frutales y flores y está cerca a la destilería. Se forma una mezcla de distintos granos donde se deja que se desarrolle levaduras salvajes en un depósito que se conoce como jarra de levadura (Jug Yeast). Estas se seleccionan hasta obtener un cultivo puro lo cual se propagan en tanque de levadura madre (dona tank). Esta levadura madre se renueva semanalmente y se debe tener sumo cuidado para asegurar que las levaduras no causen formación de esteres, aldehídos o variación de aceite fusel en el destilado.

Los granos utilizados para la propagación de la levadura, son por lo general granos pequeños de trigo y malta de cebada. Estos granos se cocinan en un depósito separado a cerca de 63 ° C, y a un pH ajustado de 3.8 con bacterias ácido láctico que crecen en la masa preparada. La producción de ácido láctico se detiene incrementando la temperatura a 100 ° C por 30 minutos para eliminar las bacterias. Este mosto estéril está listo para usarlo en el desarrollo de la levadura en laboratorio. La temperatura de fermentación se controla entre 27-30°C; y la levadura se propaga hasta que el brix disminuye a la mitad del brix original. Esta masa de levadura tendrá una concentración de levadura de  $4 \times 10^8$  células/mL.

**2.2.5 Prefermentación:** Empleando tanques especiales se realiza la propagación de la levadura madre hasta alcanzar un volumen que servirá como inóculo al fermentador principal. El mosto de propagación es el mismo que se describe en el ítem 2.2.4. Un esquema de la propagación de levadura y pre-fermentación se muestra en el Figura 2.2.

---

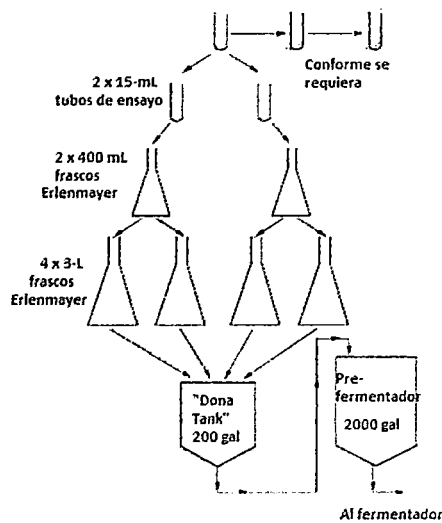


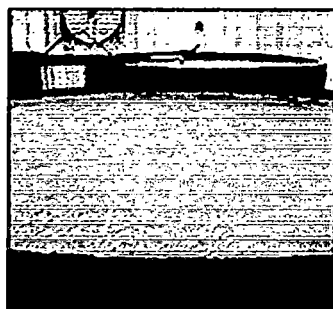
Figura 2.2. Etapas en la propagación de levadura

**2.2.6 Fermentación:** Se realiza en dos etapas. En la primera etapa el mosto enfriado ( $15 - 21^{\circ}\text{C}$ ) y la levadura se adiciona al fermentador principal, donde la levadura se alimenta de los azúcares del mosto, creando dos sub-productos: dióxido de carbono y alcohol. Este mosto fermentado se bombea a un segundo tanque donde termina la fermentación y es aquí donde adquiere la presencia, el sabor y el olor de una cerveza ligera. Este último tanque, actúa como tanque de retención y asegura un abastecimiento continuo de cerveza al destilador, tiene un tamaño que varía entre 1 – 1.5 el volumen del fermentador. Estos también tienen agitación continua para prevenir que las partículas sólidas de grano sedimenten al fondo del tanque. Este tanque llamado “beerwell” sirve para terminar la fermentación y como tanque de alimentación a la sección de destilación. No tiene enfriamiento. En este se produce de 1 a 2% más de etanol respecto al primer fermentador.

La primera fermentación es la parte más simple del proceso de producción, pero requiere más control a fin de tener resultados estables y consistentes. La masa de levadura del prefermentador es bombeado dentro del fermentador tan luego el primer cocimiento enfriado se adiciona al fermentador. Luego se sigue llenando más mosto de otros cocimientos. La adición de reflujo de fondo de destilería y agua, solas o combinadas, se hace



al final del llenado del fermentador para alcanzar el volumen de diseño. En esta etapa se usa de 30 a 36 galones de mosto, y la proporción de agua: fondo de destilado determina el pH del fermentador. Fijar valores de pH entre 4.8 a 5.2 se considera el mejor punto de arranque. Generalmente se regula el sistema de enfriamiento para mantener el fermentador entre 27-29°C y se controla a 30-31°C. Se usa un fermentador de acero inoxidable con tapa. Al inicio debe adicionarse aire estéril para que la levadura se termine de activar.



El tiempo de fermentación más empleado es 72 horas, algunas destilerías prolongan este tiempo a 96-120 horas. La norma es de tres a cinco días de fermentación. Durante este periodo el brix disminuirá a 00 y el pH de 5.0 a 3.8, mientras que la concentración de alcohol aumenta de 8-10%. Brix, pH, acidez, y temperatura del fermentador son chequeados y registrados diariamente. El pH es principal indicador de la contaminación y problemas potenciales en la fermentación y por ese motivo se mide regularmente (Ver Tabla 2.3).

La espuma que se forma durante la fermentación es bien controlada por la presencia del aceite de los granos fermentados. Durante las 72 horas que dura la fermentación hay que agitar o remover los contenidos de los fermentadores por 10 minutos cada 4 horas o menos.

Tabla 2.3. Análisis típico de cervezas de producción de whisky bourbon

	Whisky Bourbon
<b>Ajuste inicial de mosto</b>	
Brix	13.4
Acidez titulable	4.5
pH	4.5
temperatura, °C	27.0
<b>Muestra a las 24 hr</b>	
Brix	2.6
Acidez titulable	5.1
pH	4.2
temperatura	30.0
<b>Muestra 48 horas</b>	
Brix	22.4
Acidez titulable	7.8
pH	3.8
temperatura	30.0
<b>muestra mosto agotado</b>	
brix	0.4
acidez titulable	8.2
pH	3.8
temperatura, °C	30.0
Alcohol, % volumen	6.73
Carbohidratos residuales;%	8.0
Carbohidratos residuales, % maltosa	0.73

Fuente: Ralph R., 2004.

**2.2.7 Destilación de la cerveza o primera destilación:** La cerveza obtenida, con 8 a 10% de alcohol se bombea a su primera destilación en un columna de destilación de cerca de 35 pies de altura, donde se calienta a 96°C, temperatura suficiente para retirar el alcohol en forma de vapor, pero no tan caliente para la cerveza comience a hervir. Los vapores se condensan en dos etapas. En el primer condensador (llamado también convertidor) y que está cerca a la parte superior de la columna se hace la primera condensación y se termina en otro condensador ubicado en la parte inferior de la columna y que está conectado al tanque de retención del condensado de la primera destilación. Este destilado se conoce como "vino bajo" y tiene un grado alcohólico de 62.5° GL. La cerveza es bombeada en la parte superior de la columna, entre seis a diez platos de la cabeza. La columna funciona con vapor vivo que ingresa en la parte inferior. Los platos 1-18 de la sección de agotamiento son platos perforados. Cuando los vapores ascendentes llegan a los platos con casquete de burbujeo 4 al 8 de la cabeza, el grado alcohólico alcanzado es de 62.5°GL. La vinaza del destilador conteniendo los granos agotados va a la sección de secado para su tratamiento. Este primer destilador cuenta con calentamiento tipo chaqueta y con agitación en la zona de agotamiento y de esta forma se puede destilar la cerveza con todos los sólidos agotados para obtener el sabor ligeramente ácido que caracteriza a los whiskies bourbon.

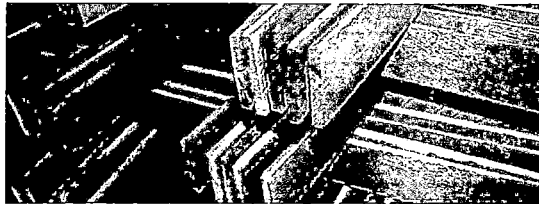
**Segunda Destilación:** el vino bajo se envía a una tanque que alimenta a la segunda columna de destilación. Se obtiene un destilado que se conoce como "vino alto" y tiene un grado alcohólico de 67.5°GL. El residuo de esta segunda destilación se divide en dos flujos: uno que retorna al tanque de cocción y otro que va a tratamiento.

**2.2.8 Almacenamiento en cisternas:** El destilado con 67.5°GL, transparente, incoloro y limpio, se almacena en cisternas que corresponden a cada lote procesado. Estas cisternas se ubican en una sala de cisternas.

---

**2.2.9 Llenado de barriles:** De la sala de cisternas se lleva el destilado a la sección de llenado de barriles donde en forma manual se comienza a llenar los barriles anotando la fecha y lote. Los barriles utilizados son de roble tratado. Los toneles se envían a los estantes de almacenamiento.

**2.2.10 Maduración:** Cada barril se hace reposar en un almacén amplio y ventilado por un periodo mínimo de dos años. Esta etapa es la que distingue al whisky bourbon de los otros whisky del mundo. Las regulaciones obligan que el whisky bourbon sea madurado en toneles de roble blanco recién carbonizados internamente. La madera para los barriles deben ser secados en ambiente natural por un tiempo no menor de 6 meses, hasta una humedad de 10-12%.



Durante la maduración ocurren dos tipos distintos de reacciones: reacciones entre los componentes del destilado (independientes del barril); y reacciones que ocurren cuando el destilado extrae compuestos químicos del barril. La principal distinción entre una destilería y otra es el ambiente donde se realiza la maduración. Algunos tienen atmósfera controlada (especialmente la temperatura y humedad) y otros maduran con el ambiente natural. Cualquiera sea el ambiente de maduración la formación de congéneres ocurre en los primeros 12-16 meses a velocidades cada vez mayores. Solo la formación de ésteres ocurre a velocidad ligeramente constante. El grado alcohólico aumenta a velocidad ligeramente constante de 4 a 5% por año de envejecimiento. Otros cambios específicos ocurren cuando el destilado reacciona con la madera chamuscada. Estos cambios son: a) formación de aldehídos, específicamente acetaldehídos, los cuales se forman por oxidación del alcohol; b) formación de ácido acético con una

---

mayor actividad en el primer años de maduración; c) formación de ester (acetato de etilo) por oxidación del etanol. Los componentes que aparecen de la madera son taninos, azúcares, glicerol y fructosa. La hemicelulosa de la madera parece ser la fuente de azúcares encontrados en los whiskies bourbon.

La profundidad del chamuscado y “nivel de tostado” en el barril determina el color del whisky. La formación de color es casi instantánea cuando el destilado se coloca dentro del barril, con 25 a 30% del color formado en los primeros seis meses. Algo de desarrollo de color ocurre cada año de maduración hasta que el whisky es retirado del barril.

Hay que considerar que en la etapa de maduración se pierde volumen en una razón de 2% de volumen por año. Esta pérdida se conoce como “porción del ángel”.

Es recomendable crear un comité de cata: Para asegurar de que siempre se saca al mercado un bourbon de excelente sabor, se debe crear un comité de cata. Está formado por 16 hombres y mujeres, entre los que se encuentra el Maestro Destilador. Cada barrica se cata 5 veces durante el proceso de envejecimiento. Quizás un par de veces más. Cuando el whisky llega a su punto, es importante que el whisky sea retirado de los barriles, incluso si la instalación no está lista para embotellar. Si un whisky se envejece demasiado en el barril, se volverá astringente y amargo, y el sabor va a perder su equilibrio. Por lo tanto, cuando el whisky está listo éste debe retirarse del barril y en recipientes hechos de materiales inertes, tales como el vidrio o el acero inoxidable.

**2.2.11 Dilución y Embotellado:** El whisky de los toneles, después de la etapa de maduración son filtrados y regulados el grado alcohólico a 45°GL antes de embotellar. La dilución se hace con agua desmineralizada, de preferencia agua de osmosis inversa para evitar cambios de sabor y prevenir la precipitación de minerales. La dilución debe hacerse en dos etapas: la primera a 47-48°GL para filtrar en un filtro de tela gruesa para separar

---

residuos de carbón o de madera de los toneles. Luego diluir al grado alcohólico final, es decir 45°GL.

Durante el proceso de embotellamiento no se puede agregar ninguna cosa que pueda modificar su sabor o alterar el color, el cual debe provenir exclusivamente del proceso de destilación.

Antes de embotellar, con catadores expertos se hace un mezclado ("vatting") en diferentes proporciones y de diferentes barriles del whisky almacenado en la destilería para lograr consistencia de calidad y sabor. Estas mezclas son diluidas para su embotellamiento.

**2.2.12 Recuperación de los subproductos:** Se cuida que las vinazas de destilación se mantengan calientes, alrededor de 99°C, de modo que se permanezcan estériles para ser usados en las etapas de propagación de levadura y fermentación. Se va utilizar entre 20-30% de la vinaza, en la etapa de preparación de mosto, lo cual significa ahorros de energía.

La vinaza de la destilación contiene 7-10% de sólidos totales, los cuales son separados por filtración o centrifugación antes de enviarlos a la etapa de cocimiento y fermentación. El material sólido es secado y se vende como pienso para ganadería.

## **2.3 FORMA DE PRODUCCION**

Tomando como base el método de producción del whisky bourbon Maker's Mark, la producción se hará en lotes pequeños. Un lote pequeño por definición es un bourbon que se produce o destila en pequeñas cantidades de aproximadamente 1000 galones o menos de 20 barricas de un volumen aproximado de 200 bushels de grano.

Una destilación reducida permite que el destilador sea más exigente en la selección de ingredientes y le permite también emplear métodos más artesanales para nutrir cada lote durante las diferentes etapas de producción. Cada botella contiene whisky bourbon que proviene de una sola barrica, sin mezclar ni equilibrar. La mayoría de destilerías estadounidenses elaboran whisky haciendo mezclas de distintas barricas.

---

Para lograr la producción planificada se usara una batería de fermentadores de tamaño recomendado de 40000 litros.

La destilación se hará en dos etapas. En la primera destilación se empleara una columna y en la segunda un alambique. El tamaño recomendado es de 20000 litros y el material de construcción de cobre.

El almacenamiento se debe diseñar para que tenga áreas con capacidad de máximo 20000 barriles.

## 2.4 DIAGRAMA DE FLUJO Y DIAGRAMA DE BLOQUES

En las Figuras 2.3 y 2.4 se presentan los diagramas de flujo y de bloques respectivamente.

Figura 2.3 Diagrama de Bloques

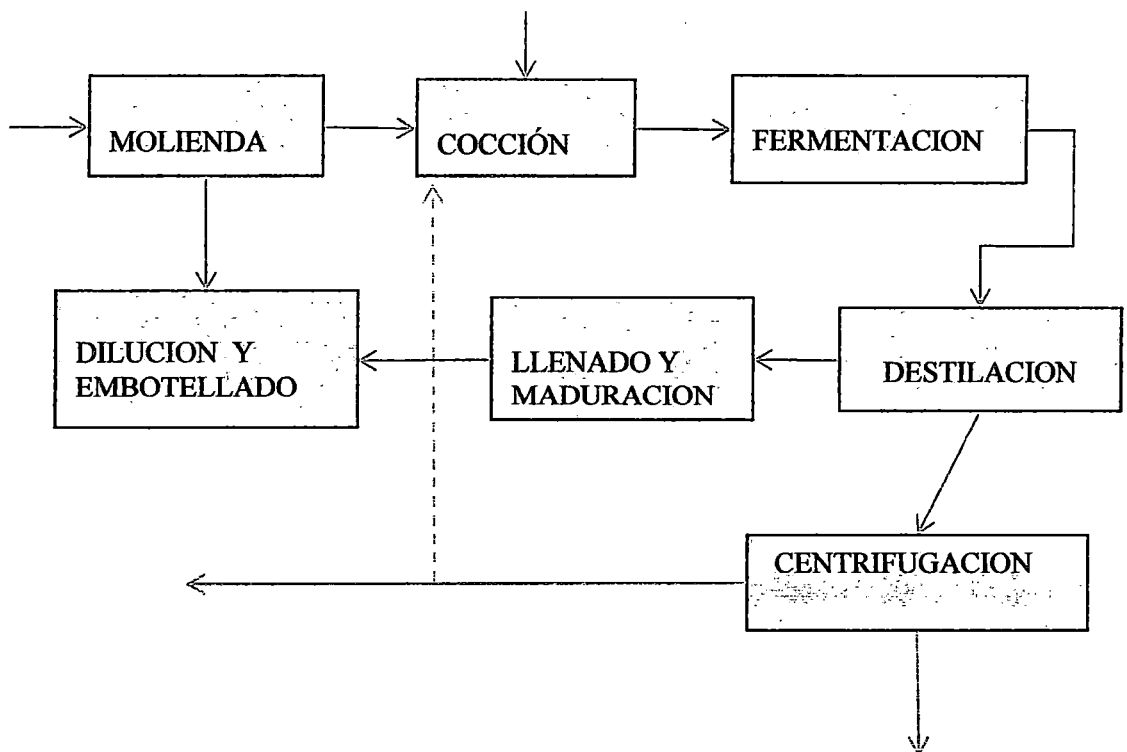
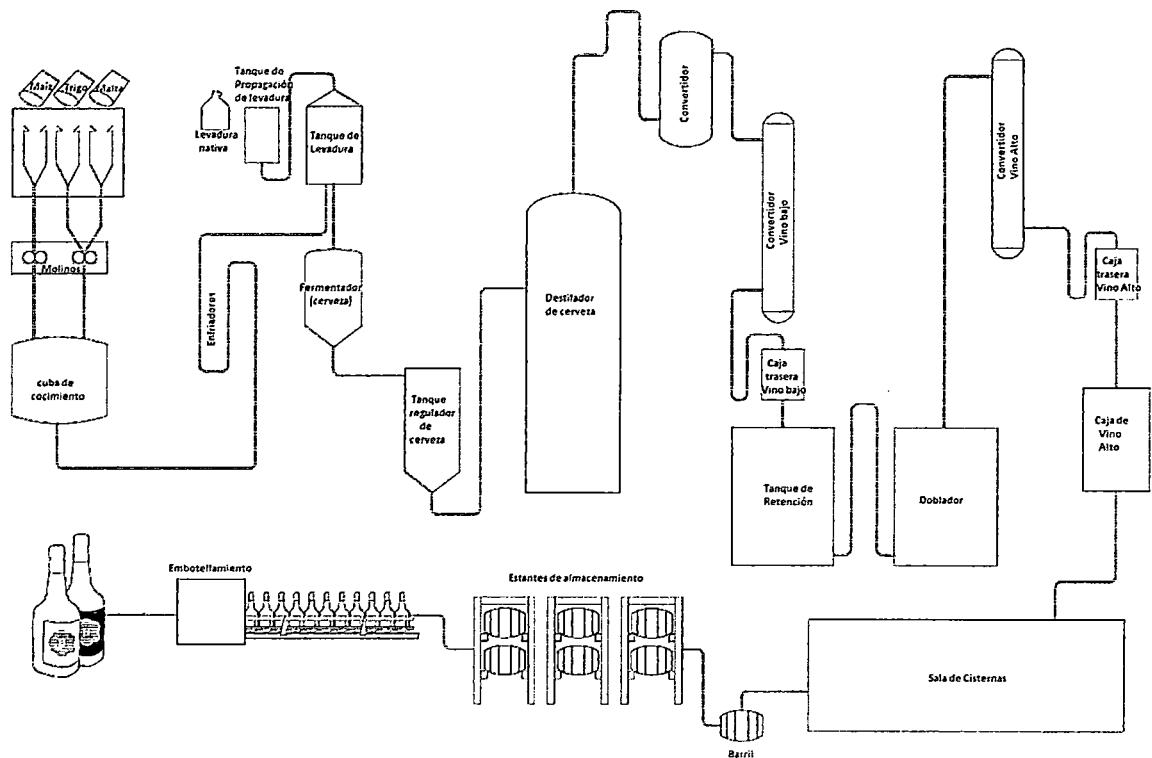


Figura 2.4 Diagrama de Flujo



2.5 BALANCE DE MASA Y ENERGIA

El balance de masa de se basa en una receta de un fabricante de whisky Bourbon Make’s Mark. En esta receta están los contenidos para producir 945 galones de mosto fermentado con 8.5% de etanol (ver apéndice). Los datos mostrados a continuación se ajustaron con factor de escalamiento para una producción de 1000 galones de producto por corrida, equivalente a cinco cocimientos. Se hará dos corridas, lo que hace un total de 2000 galones de producto por día. El balance resumido se presenta para un cocimiento.

77



## **CAPITULO III**

### **SELECCIÓN Y DISEÑO DE EQUIPOS**

#### **3.1 SILOS DE ALMACENAMIENTO**

Se contará con tres silos de almacenamiento para maíz, trigo y malta. Los tres son de la misma capacidad, con la diferencia que el tiempo de almacenamiento será diferente:

- para maíz: 7 días de proceso
- para trigo: 50 días de proceso
- para malta: 25 días de proceso

Los tiempos de almacenamiento para trigo y malta son mayores porque estos vienen de importación de lugares lejanos

Dimensiones:

Capacidad máxima: 58000 kg

Capacidad de trabajo: 52000 kg Dimensiones:

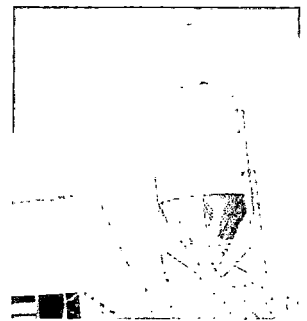
Anillos: 3

Diámetro: 5.49 m

Altura del alero: 3.35 m

Altura de la cúspide: 5.08 m

Material: acero galvanizado reforzado y corrugado



#### **3.2 SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMATICO**

Función: transportar los granos de patio de recepción a los silos de almacenamiento.

Sistema: fase diluida por presión positiva

Capacidad: 6000 kg/h

Fuerza impulsora: soplantes de aire de desplazamiento positivo tipo ROOTS

Distancia: 25 metros

Relación Material/aire: 10 kg/kg



Potencia: 15 kW

Diámetro: 3 pulgadas

### **3.3 MOLINO DE GRANOS**

Función: moler los granos

Capacidad: 20 qq/h

Tipo: martillos

Características: 12 martillos móviles, distribuidos en 3 hileras.

Potencia: 2 kW

### **3.4 SILOS DOSIFICADORES DE GRANOS MOLIDOS**

Los silos tienen sistemas de dosificación gravimétricos que alimenta la cantidad necesaria para cada cocimiento.

#### **3.4.1 SILO PARA MAIZ**

Cantidad: un silo

Capacidad: 1000 kg

Tipo: cilindro, cónico

Volumen de grano: 1.4 m<sup>3</sup>

Volumen de tanque: 2 m<sup>3</sup>

Diámetro: 70 cm

Altura de cilindro: 120 cm

Altura de cono: 45 cm

Material: acero galvanizado reforzado y corrugado

#### **3.4.2 SILOS PARA TRIGO Y MALTA**

Cantidad: dos silos, uno para trigo y uno para malta

Capacidad: 400 kg

Tipo: cilindro-cónico

Volumen de grano: 0.57 m<sup>3</sup>

Volumen de tanque: 0.8 m<sup>3</sup>

Diámetro: 53 cm

Altura de cilindro: 80 cm

Altura de cono: 35 cm

Material: acero galvanizado reforzado y corrugado

### 3.5 CUBAS DE COCIMIENTO

Cantidad: dos cubas

Volumen total: 2000 galones

Volumen de trabajo: 1800 galones

Diámetro interior: 2430 mm

Altura: 1735 mm

Material: acero inoxidable SUS304, pulido espejo,  $Ra \leq 0.22 \mu m$

Tapa superior: DHA/DHB

Tapa inferior: tipo cono,  $120^\circ$

Calentamiento: con vapor

Tipo de calentamiento: chaqueta tipo dimpled

Aislamiento: poliuretano perlado, 100 mm

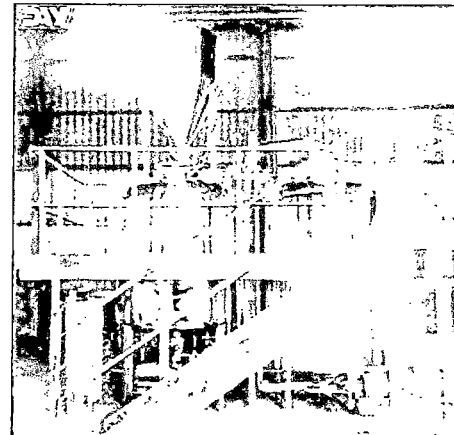
Cara externa: acero inoxidable 2B, pulido  
espejo, espesor 2 mm

Manhole parte superior: DN600

Agitador: tipo paletas, 15 kW, con reductor y  
transmisión vertical.

Con indicador de temperatura y pH con conexión a panel de control

Tubería de entrada y salida: 2 pulgadas.



### 3.6 PREFERMENTADORES

Cantidad: 2

Tipo: cilindro-cónico, con aireación

Volumen de trabajo: 990 galones

Volumen del tanque: 1200 galones

Diámetro: 1200 mm

### **3.7 FERMENTADORES**

Cantidad: 8 fermentadores

Volumen de trabajo: 9900 galones (incluye 10% de pie de cuba)

Volumen del tanque (cilindro): 11880 galones ( $45 \text{ m}^3$ )

Diámetro: 3520 mm

Altura cilindro: 4300 mm

Altura de cono: 1000 mm

Material: acero inoxidable SUS 304, pulido  $Ra \leq 0.22 \mu\text{m}$

Enfriamiento: con baño externo, área  $60 \text{ m}^2$

Agitación: sistema tipo Rushton, 30 Kw (10 min cada 6 horas)

Sistema de limpieza CIP

Tubería de alimentación y salida: 2/3 pulgadas

Boca-hombre tapa superior: DN600

Boca-hombre latería: elíptico, 580 x 480

Instalación para medición de temperatura y pH

### **3.8 CUBA VOLANTE**

Cantidad: 1

Función: regula el flujo de cerveza a la destilación

Volumen de trabajo: 14850 galones

Volumen del tanque: 17820 galones

Tipo: cilíndrico inclinado  $5^\circ$

Material: acero inoxidable SUS 304, pulido  $Ra \leq 0.22 \mu\text{m}$

Diámetro: 4042 mm

Altura: 5255 mm

Tubería de entrada y salida a la cuba: 3 pulgadas

### **3.9 DESTILADOR DE COLUMNA (diseñado con Chemcad)**

Cantidad: 1

Función: destilación de cerveza de  $8.5^\circ\text{GL}$  a  $62.5^\circ\text{GL}$

Carga: 1800 galones/hora

Número total de platos: 15

Plato de alimentación: 6

Temperatura en la parte superior: 80.32°C

Temperatura en los fondos: 100.55°C

Tipo: 2 secciones

Sección inferior:

Diámetro 2 pies

Tipo de plato: perforado

Sección superior

Diámetro 1.5 pies

Tipo de plato: casquete de burbujeo

Agitación: en el fondo, tipo paleta, 5 kW

Altura total: 34 pies

Material: acero inoxidable, 5/32 pulgadas de espesor

### 3.10 DESTILADOR DE ALAMBIQUE

Cantidad: 1

Función: destilar vino bajo (62.5°GL) a 67.5°GL, en dos lotes

Volumen de trabajo: 3000 Litros de vino bajo (62.5°GL). Incluye serpentín de calentamiento.

Caldera:

A: 1700 mm

B: 2040 mm

Casco y caño:

C: 3000 mm

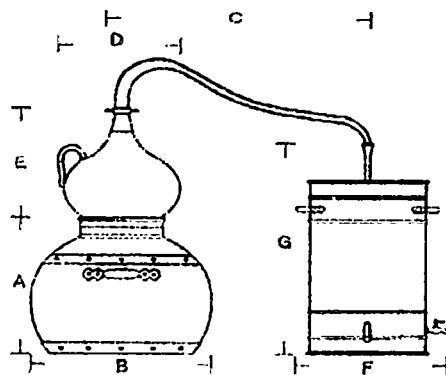
D: 816 mm

E: 840 mm

BIDON-SERPENTIN

F: 1224 mm

G: 1715 mm



### 3.11 CALDERA

Cantidad: 1

Tipo: pirotubular

Combustible: gas

Capacidad: 269 BHP

Modelo: RL 3500

Fabricante: ATTSU

Flujo de vapor: 3500 kg/h

Consumo de combustible (gas natural): 231 m<sup>3</sup>N/h

Dimensiones: A: 2600 mm

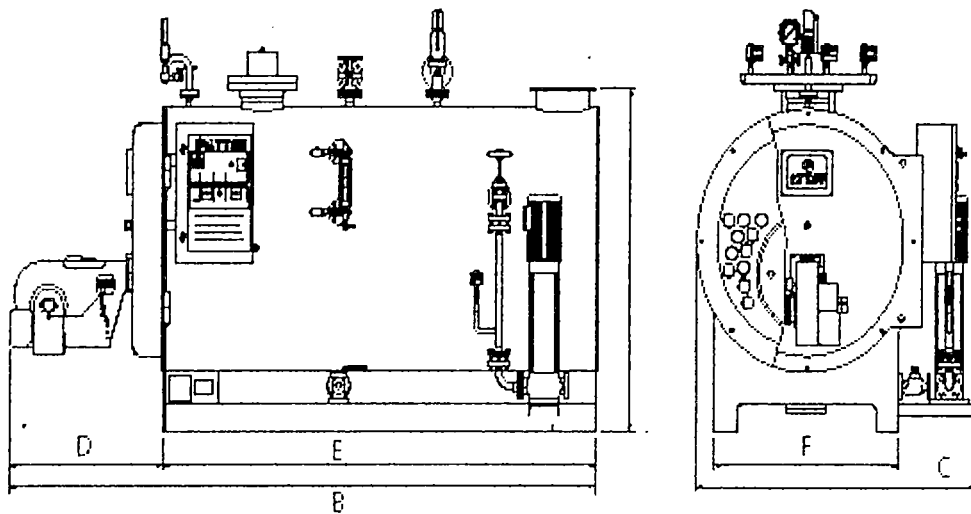
B: 5400 mm

C: 2700 mm

D: 1200 mm

E: 4100 mm

F: 2225 mm



CAPITULO IV

IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental de la instalación de una planta de whisky es mínimo, debido a que cerca del 20 -30 % de la vinaza es reciclada a las etapas de cocimiento y fermentación. Los sólidos que representan entre 7-10% de la vinaza son separados por centrifugación o filtración y se envían a una etapa de secado para obtener un subproducto muy valioso que se puede vender como alimento de ganado vacuno.

La instalación completa para recuperar los granos y procesar el resto de vinaza tiene su propia rentabilidad puesto que el producto obtenido tiene gran valor nutritivo para ganado vacuno. Ver Tabla 4.1

Tabla 4.1 Especificaciones y análisis de granos secos de destilería de whisky bourbon

	Análisis garantizado	Análisis típico
Humedad, %	-	7.0
Proteína, % mínimo	25.0	27.7
Grasa cruda, % mínimo	5.0	6.6
Fibra cruda, % mínimo	16.0	13.7
Ceniza, %	-	1.7

Fuente: El autor

Una instalación de secado moderno tiene un tanque de vinaza con sólidos de destilación, un centrifuga, prensa o separador de malla, tanque de vinaza sin sólidos, secador de fibra, evaporador y tolvas para almacenar granos secos. La centrifuga, la prensa o separador de malla separa los granos fibrosos, los cuales se alimentan al secador. La vinaza sin solidos es

alimentada a un evaporador y concentrado hasta un jarabe de 40% de sólidos. Este jarabe es mezclado con el material fibroso seco en un mezclador y alimentado a un secador, donde es secado hasta 8-10% de humedad (Ver Tabla 5.1).

Los granos secos de destilería de whisky bourbon tienen un alto contenido de proteína (24-30%), y es vendido principalmente a los criaderos de ganado vacuno.

Otra posibilidad de aprovechar los subproductos, es secar la fibra y las porciones solubles en forma separada, vendiendo la porción de fibra basada en su contenido de fibra y los solubles como solubles de destilería con alto contenido de proteína (40%). Esta alternativa también es altamente rentable y permite recuperar los costos de destilar a bajo grado alcohólico.



## CAPITULO V

### EVALUACION ECONOMICA

Durante el presente capítulo, se hace una descripción detallada del Balance Económico del proyecto, donde se evalúa la factibilidad económica del mismo.

La evaluación económica del presente proyecto obedece a la dinámica seguida por la mayoría de proyectos de Plantas de procesos Químicos, según esto, se ha considerado dos aspectos importantes como la Estimación de la inversión total y Estimación del costo total de producción.

#### 5.1 ESTIMACION DE INVERSION TOTAL

La inversión total es el capital necesario para la ejecución del proyecto y se estima en **\$ 4540824**

La inversión total está basada en el costo CIF del equipo principal y auxiliar más el costo de entrega en el lugar de instalación que asciende a **\$ 2069184**. En base a este valor y empleando índices de costo de Peters & Timmerhaus modificados se realizó el análisis económico.

##### 5.1.1 INVERSION DE CAPITAL FIJO

El costo fijo es de **\$ 4324595** y está formado por la suma de los costos directos y los costos indirectos de la planta.

##### ❖ COSTO DIRECTO O FÍSICO

El costo directo es **\$ 3310694** y está constituido:

- Costo total del equipo en planta.
- Costo total de todo el equipo
- Costo total de Instrumentación y Control (Instalado).
- Costo total de Tuberías y accesorios (Instalado)

- Costo total de sistema eléctrico (Instalado)
- Costo de edificios (Inclusive servicios)
- Costo de Mejores de Terrenos
- Costo de Servicios (Instalado)

#### ❖ **COSTOS INDIRECTOS**

El costo indirecto es \$ **1013900** y está constituido por:

- Costo de ingeniería y supervisión.
- Costos de construcción
- Costo de seguro e impuesto de la construcción
- Gastos Honorarios para contratistas
- Gastos Imprevistos

El detalle del costo indirecto o físico es el siguiente:

#### **A. COSTO DE EQUIPOS EN LA PLANTA**

Asciende a **2069184** dólares.

#### **B. INSTALACION DE TODO EL EQUIPO**

Se considera un 20% del costo del equipo en la planta. Se obtuvo un costo de instalación de **\$413836**

#### **C. INSTRUMENTACION Y CONTROL**

El proceso tiene escasa instrumentación y control automático, por eso se considera el 5% del costo total de equipo. Asciende a **\$103459**

#### **D. TUBERIAS Y ACCESORIOS**

Para la compra e instalación de tuberías y accesorios se considera el 10% del precio del todo el equipo, asciende a **\$206918.**

#### **E. SISTEMA ELECTRICO**

Se considera el 5% del costo del equipo. Se obtiene un costo de **\$ 103459.**

#### **F. EDIFICIOS**

Constituido por los gastos de mano de obra, materiales y suministros para la construcción de todas las áreas edificadas de la planta; incluye bodega de almacenamiento, con sistema de aire acondicionado.

La estimación es basándose en los precios que rigen las construcciones en el Perú, el costo es de **\$206918.**

#### **G. MEJORAS DE TERRENOS**

El costo del terreno se ha estimado teniendo en cuenta el lugar y ubicación de la planta, comprende los costos de: preparación del terreno, asfaltado, veredas, sardineles, etc. Se considera el 5% del costo de los equipos. Asciende a **\$103459.**

#### **H. SERVICIOS**

Se considera 5% del costo de equipo. Asciende a **\$ 103459.**

### **5.1.2 CAPITAL DE TRABAJO**

Está formado por el dinero necesario para operar la planta hasta que se obtenga ingresos por venta de productos. Se considera de 5 a 20% de la inversión de capital fijo. Para este proyecto se considera 5%. Esto representa **216230** dólares.

### **5.1.3 ESTIMACION DEL COSTO TOTAL DE FABRICACION**

El costo total de fabricación está constituido por el costo de manufactura y los gastos generales. El costo total anual es de **\$ 5535910** cuando la planta opera al 100% de su capacidad instalada.

#### **A- COSTO DE FABRICACION**

Este renglón incluye:

- Costo directo de fabricación.
- Costos indirectos.
- Costos fijos.

#### **COSTO DIRECTO DE FABRICACION**

Constituido por los costos de materia prima, mano de obra, supervisión e ingeniería, mantenimiento, auxiliares y servicios y costos de suministros de operación.

##### **a. MATERIA PRIMA**

Se considera el costo de los granos (maíz, trigo y malta), levadura, barriles y botellas (incluye tapa y etiqueta). Se producirá 2000 galones por día, y se operara 266 días al año. En un año se va utilizar 10600 barriles.

El costo de materia prima asciende a **\$ 4467434**.

**b. MANO DE OBRA**

Por ser una planta automatizada se considera 12 personas por turno, siendo el costo total al año de \$ **187200**.

**c. SUPERVISION E INGENIERIA**

En este renglón se considera todo el personal comprometido con la supervisión directa de las operaciones de producción de las distintas instalaciones, el costo de supervisión es de \$ **18720**.

**d. MANTENIMIENTO**

Están comprendidos los gastos que se requieren para mantener la planta en óptimas condiciones de operación, y se estima como el 4% del capital fijo que es \$ **172984**.

**e. AUXILIARES Y SERVICIOS**

Se considera los gastos por conceptos de lubricantes, pintura, agua, energía eléctrica, etc. para su estimación se ha considerado el 50% del costo anual de mantenimiento. Ascende a \$ **86491**.

**f. GASTOS DE SUMINISTROS DE OPERACION**

Se considera los gastos por conceptos de equipos de oficina, materiales de limpieza, etc. para su estimación se ha considerado el 20% del costo anual de mantenimiento, cuyo costo es \$ **34597**.

## **COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN**

Comprende los gastos de laboratorio, cargas a la planilla y los gastos generales de la planta.

### **a. CARGAS A LA PLANILLA**

Constituye todos los gastos por concepto de beneficios sociales. Se ha considerado como el 21% de la mano de obra, dando un total de \$ **39312**.

### **b. LABORATORIO**

Comprende los costos de los ensayos de laboratorio para el control de las operaciones y el control de calidad del producto, así como también las remuneraciones por supervisión.

Costo: 20% del costo de mano de obra. Ascende a **\$37440**.

### **c. GASTOS GENERALES DE LA PLANTA**

Lo conforman gastos destinados a satisfacer servicios, tales como: asistencia médica, protección de la planta, limpieza, vigilancia, servicios recreacionales, etc.

Se ha estimado como el 20% de la mano de obra. Ascende a **\$37440**.

## **COSTOS FIJOS DE FABRICACION**

Los costos fijos son independientes del volumen de producción de la planta, están formados por la depreciación, impuestos y los seguros.

**a) DEPRECIACIÓN**

El capital sujeto a depreciación es el capital fijo total excluyendo el costo del terreno. Para determinar se ha considerado el 10% del capital fijo, asciende a \$ **432459**.

**b) IMPUESTOS**

El pago de impuestos se considera el 2% del capital fijo total, \$ **86492**.

**c) SEGUROS**

Se ha considerado el 1% del capital fijo total, \$**43246**.

**B- GASTOS GENERALES**

Comprende los gastos realizados por concepto de: administración, ventas y distribución, investigación y desarrollo. Y se obtiene un resultado de \$**75360**.

**5.1.4 BALANCE ECONÓMICO Y RENTABILIDAD**

En el análisis de la rentabilidad del proyecto se considera el precio de venta por botella de 750 ml. con 45°GL de 8.2 dólares puestos en fábrica.

**A. RETORNO SOBRE LA INVERSION****Antes de Impuesto:**

Se expresa como la relación porcentual entre las utilidades antes de impuestos y de inversión total.

El retorno sobre la inversión antes de los impuestos obtenidos es de 122.87 %, lo que demuestra la factibilidad económica del proyecto.

#### **Después del Impuesto:**

Se expresa como la relación porcentual entre las utilidades después de impuestos y de inversión total.

El retorno sobre la inversión después de impuestos obtenidos es de 92.83%, lo que demuestra nuevamente la factibilidad económica del proyecto.

### **B. TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Es el tiempo expresado en años, en que se recupera la inversión de capital fijo, operando la planta al 100% de su capacidad instalada (para los cálculos matemáticos)

El tiempo de repago antes de impuestos es de 0.744 años y después de impuestos es de **0.94** años.

### **C. PUNTO DE EQUILIBRIO**

Es el nivel de producción, en el cual no se obtiene ni pérdidas ni ganancias. Para el presente proyecto se obtiene una cantidad de equilibrio de **121554 botellas/año**, siendo el punto de equilibrio de **4.56%**.

Cuadro 5.1 INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO						
1.1	Capital Fijo Total					\$ 4324594
	1.1.1	Costos Directos			\$3310694	
		a.	Equipo en planta	\$ 2069184		
		b.	Costo de Instalación de todo el equipo	\$ 413837		
		c.	Costo de Instrumentación y Control (Ins)	\$ 103459		
		d.	Costo de Tuberías y Accesorios (Ins)	\$ 206918		
		e.	Costo de sistema eléctrico (Ins)	\$ 103459		
		f.	Costo de edificios (incluye servicios)	\$ 206918		
		g.	Costo Mejoras de Terrenos	\$ 103459		
		h.	Costo Servicios (Instalado)	\$ 103459		
	1.1.2	Costos Indirectos			\$1013900	
		a.	Costo de Ingeniería y Supervisión (33%EquiPlant)	\$ 206918		
		b.	Costos de construcción (15% EquiPlant))	\$ 310378		
		c.	Costo de seguro e impuesto de la construcción (4%EquiPlant)	\$ 82767		
		d.	Gastos Honorarios para contratistas (3%EquiPlant)	\$ 206918		
		e	Gastos imprevistos (40%EquiPlant)	\$ 206918		
1.2	Capital de trabajo					\$ 216230
INVERSIÓN TOTAL DE PROYECTO						\$ 4540824

FUENTE: El autor

**Cuadro 5.2 COSTO TOTAL DE FABRICACION**

1.1	Costos de fabricación				\$ 5643816
	1.1.1	Costo directo de fabricación			\$ 4967427
		a.	Costo de materia prima	\$4467434	
		b.	Costo de mano de obra	\$ 187200	
		c.	Costo de supervisión e ingeniería	\$ 18720	
		d.	Costo de mantenimiento	\$ 172984	
		f.	Costo de auxiliares y servicios	\$ 86492	
		g.	Costo de suministros de operación	\$ 34597	
	1.1.2	Costos indirectos de fabricación			\$ 114192
		a.	Carga a planillas	\$ 39312	
		b.	Gastos de laboratorio	\$ 37440	
		c.	Gastos generales de planta	\$ 37440	
	1.1.3	Costos fijos de fabricación			\$ 562197
		a.	Depreciación	\$ 432459	
		b.	Impuestos	\$ 86491	
		c.	Seguros	\$ 43246	
1.2	Gastos generales				\$ 75360
	1.1.2	Gastos V.A.I			\$ 75360
COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN (1 año)					\$ 5719176
COSTO TOTAL DE FABRICACION CORREGIDO (Se considera 3 años de operación sin ingresos), y multiplicamos el valor anterior (5719176 x 2.8)					\$16013693
TOTAL DE UNIDADES PRODUCIDAS POR AÑO				2666650 botellas de 750 mL, 45°GK	
COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO				6.005 \$ / botella	

Fuente: El autor

Cuadro 5.3 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS		
Producción anual	2666650	botellas
Precio de venta por unidad	8.20	\$/botella
Ingreso neto de ventas anuales	21866530	\$
Costo total de fabricación (producción)	16013693	\$
Utilidad Bruta	5852837	\$
Impuesto a la renta ( 30 % )	1755851	\$
Utilidad neta	4096986	\$
Ingreso neto de ventas anuales = Producción anual * Precio de venta unitario		
Utilidad Bruta = Ingreso Neto de Ventas Anuales - Costo Total de Fabricación		
Utilidad Neta = Utilidad Bruta - Impuesto a la Renta.		

Fuente: El autor

**Cuadro 5.4 ANÁLISIS ECONÓMICO**

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>	<b>Valor</b>	<b>Aceptable</b>
Retorno sobre la Inversión antes del pago de impuestos	122.87%	> 35 %
Retorno sobre la Inversión después del pago de impuestos	92.83%	> 12 %
Tiempo de recuperación del dinero	0.94 años	< 5 años
Punto de equilibrio	4.56%	< 50%
Relación beneficio - costo	0.28	-----

Fuente: El autor

## CONCLUSIONES

Al finalizar este proyecto se concluye que hay un mercado potencial para el consumo de whisky tipo bourbon, que técnicamente también es factible y económicamente es altamente rentable.

- La factibilidad económica de la Planta se interpreta con los siguientes indicadores:
  - La inversión total para la instalación de una Planta de whisky tipo bourbon es de \$ **4540824**
  - Punto Equilibrio del proyecto 4.56 %.
  - Tiempo de recuperación de la inversión 0.94 años.
  - La tasa de retorno sobre la inversión es de 92.83% después de los impuestos.
  - El precio venta por botella es de \$ 8.20

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la instalación de la planta de producción de whisky tipo bourbon.
- Buscar recetas alternativas de producción de whisky, tal como lo hace Argentina a partir de centeno.
- Promover la producción nacional de licores de alta calidad.
- Promover la producción de destilados de alta calidad, como vodka, rones, etc.

## BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN DISTILLING INSTITUTE; 2010. Other whiskey mash recipes – Bourbon mash.
  
- ANDINA, agencia peruana de noticias; 2010. Perú duplicaría su producción de trigo en el 2011 alcanzando 360 mil toneladas, afirma Minag. Lima, abril, 2010.
  
- BAEZA J.; 2006. La agricultura tradicional en el mundo de los combustibles. En Seminario Internacional de Bioenergía. Los Angeles, 25/07/2006.
  
- BALDWIN S.; ANDREASEN A.A.; 1974. Composition of Rum and American Bourbon Whiskey. J. Assoc. Off. Anal. Chem., **57**, 940.
  
- CCL, 2010. Comité de Importadores y Comerciantes de Vinos, Licores y Otras Bebidas de la Cámara de Comercio de Lima.
  
- CEPES-Portal Rural, 2008. Demanda de maíz amarillo duro: 1990-2007. Centro Peruano de Estudios Sociales. Información para el Desarrollo. Lima.
  
- CEPES-Notiagro, 2011. Crece Producción de trigo en el país.
  
- CFR-Code of Federal Regulations, 2013. Title 27:Alcohol, Tobacco and Firearms. Part 5 – Labeling and advertising of distilled spirits. Subpart C- Standards of identify for Distilled Spirits.

- CENTRUM Católica, 2008. Mercado de Bebidas Alcohólicas. Centro de Negocios de la Pontifica Universidad Católica del Perú. 8 de Febrero del 2008.
- CONNER J.M.; PATERSON A.; PIGGOTT J.R.; 2006. Journal Sci. Food and Agric., 2006, 62, 169.
- COWDERY, CHARLES K.; 2004. *Bourbon, Straight: The Uncut and Unfiltered Story of American Whiskey* (Chicago: Made and bottled in Kentucky), p. 25.
- HOUGH, J.S., D.F. Briggs and R. Stevens. 1971. Malting and brewing science. Chapman and Hall Ltd., London. p. 678.
- MAARSE, H.; 1991. Compuestos Volátiles en Alimentos y Bebidas. CRC Press, 574. ISBN 0824783905.
- MAXIMEXE, 2011. Informe de Estructura y Tendencias del Mercado de: Licores Importados. Febrero 2011. Lima, Perú.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PERÚ, 2012. Maíz Amarillo Duro – Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva. Perú Progreso Para Todos.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PERU, 2013. Trigo – Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva. Peru Progreso Para Todos. Direccion General de Competitividad Agraria.
- NCGA 2005 -Promedio de la Industria en EEUU- North Coast Growers' Association.

- PERU 21, 2010. *Cambios en tributación de licores elevaría el contrabando* – Comité de Importadores y Comerciantes de Vinos, Licores y Otras Bebidas de la Cámara de Comercio de Lima. 17 mayo de 2010.
- PYMEX- Portal de Comercio Exterior; 2010. Producción de harina industrial crecería en volumen durante el 2010. Domingo, 15 de agosto 2010. PERU.
- QUIROGA TAPIAS G.; 2004 – univirtual. Aditivos de uso en procesamiento de carnes – uso de almidón en carnes curadas.
- RALPH, R., 2004. Production of American whiskies: bourbon, corn, rye and Tennessee. Ron Ralph & Associates Inc., Louisville, Kentucky, USA.
- SUNAT, 2010. Informe de importaciones 2009. Nota de prensa N° 023-2010.
- TREADING AA & CC PERU S.A.C., 2012. Plan de Negocios de Importación de Whisky a Peru.
- WOLFGANG KUNSE; 2006. Technolgy Brewing and malting. International Edition. VLB Berlin.

## WEBGRAFIA

- infoAgro.com; 2010. El cultivo del trigo. The wheat growing
- ROB TOY HOTEL, 2010. Whisky List. [www.robtoyhoteles.com](http://www.robtoyhoteles.com).
- [www.micromedex.com](http://www.micromedex.com); 2009. Ciencia y Tecnología de los Cereales. Estructura interna del grano de trigo. Sábado 14 de noviembre de 2009.
- virtualcancercentre.com. Throat cancer – Squamous Cell Carcinoma of the Tonsil. Retrieved on 2007-02-16.
- wine-Pages.com.; 2007. Aromas and Flavours. Retrieved on 2007-12-18.
- INDUSTRIA DEL PERU, 2010. Producción de pisco ha crecido más de cuatro veces en la última década. [industria.com.pe](http://www.industria.com.pe). Recuperado el 1 febrero de 2010.
- AGRODATA PERU, 2009. Importación Maíz duro, Perú Junio 2009. Representación de Empresas Importadoras y Exportadoras de Productos Agropecuarios. <http://agrodataweb.com>.
- AGRODATA PERU, 2010. Importación Trigo duro y los demás. Diciembre 2010. Representación de Empresas Importadoras y Exportadoras de Productos Agropecuarios. (<http://agrodataweb.com>)

- SUNAT, 2003-2009. Anuario de Importación. Estadísticas y Estudios.  
Estadísticas de Comercio Exterior.  
( )

# APÉNDICE

## I. ESTUDIO DE MERCADO

### **Proyección de la demanda de whisky:**

Crecimiento anual: 10% (MAXIMIXE, 2011)

Importación SUNAT 2010: 1212915 litros

Demanda 2013: 4296600 litros

Demanda 2014: 4726260 litros

Demanda 2015: 5198886 litros

Demanda 2016: 5718775 litros

Demanda 2017: 6290651 litros.

Demanda 2018: 6919716 litros

Considerando que el 60% es registrado por la SUNAT y el 40% es de contrabando, la demanda proyectada real de whisky es la siguiente:

Demanda real 2013: 6015240 litros

Demanda real 2014: 6616764 litros

Demanda real 2015: 7278440 litros

Demanda real 2016: 8006285 litros

Demanda real 2017: 8806911 litros.

Demanda real 2018: 9687602 litros

### **Proyección de la demanda de licores importados: ron, vodka y tequila**

Importación según SUNAT 2012: 2518803 litros/año

Tasa de crecimiento anual: 10% (MAXIMIXE, 2011)

Demanda 2013: 2770683 litros

Demanda 2014: 3047751 litros

Demanda 2015: 3352526 litros

Demanda 2016: 3687779 litros

Demanda 2017: 4056557 litros.

Demanda 2018: 4462213 litros

Considerando que se desea reemplazar 20% de las importaciones por el whisky bourbon de este proyecto:

Demanda de whisky 2013:  $0.20 * 2770683 = 554137$  litros

Demanda de whisky 2014:  $0.20 * 3047751 = 609550$  litros  
 Demanda de whisky 2015:  $0.20 * 3352526 = 670505$  litros  
 Demanda de whisky 2016:  $0.20 * 3687779 = 737556$  litros  
 Demanda de whisky 2017:  $0.20 * 4056557 = 811311$  litros  
 Demanda de whisky 2018:  $0.20 * 4462213 = 892443$  litros

### **Proyección de la demanda de ron y pisco**

Producción de ron y pisco 2010: 19100000 litros  
 Tasa de crecimiento anual: 5% (VALOR SUPUESTO)  
 Producción de ron y pisco 2013: 20055000 litros  
 Producción de ron y pisco 2014: 21057750 litros  
 Producción de ron y pisco 2015: 22110637 litros  
 Producción de ron y pisco 2016: 23216169 litros  
 Producción de ron y pisco 2017: 24376978 litros  
 Producción de ron y pisco 2018: 25595827 litros  
 Considerando que se va a reemplazar el 5% de esta producción:  
 Demanda de whisky 2013:  $0.05 * 20055000 = 1002750$  litros  
 Demanda de whisky 2014:  $0.05 * 21057750 = 1052888$  litros  
 Demanda de whisky 2015:  $0.05 * 22110637 = 1105532$  litros  
 Demanda de whisky 2016:  $0.05 * 23216169 = 1160808$  litros  
 Demanda de whisky 2017:  $0.05 * 24376978 = 1218849$  litros  
 Demanda de whisky 2018:  $0.05 * 25595827 = 1279791$  litros

## 1.1 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA.

Habiendo estimado ya la demanda futura del whisky para el año 2018, sabiendo que no existe producción nacional y que no variara en estos 10 años, hemos decidido tomar un margen de seguridad de 16 % de la demanda total. Para ello utilizaremos la siguiente fórmula:

$$Q = Ps \times (Dn) \dots\dots\dots (EC.15)$$

DONDE:

Q: CAPACIDAD DE PLANTA PARA EL AÑO "n"

Ps: PORCENTAJE DE SEGURIDAD (16%)

Dn: DEMANDA ESTIMADA PARA EL AÑO "n" (11859836 litros)

LUEGO HALLAMOS Q:

$$Q = 0.16 \times (11859836 \text{ litros})$$

$$Q = 2 \text{ millones de litros / año}$$



## **II. BALANCE DE MASA** (American Distilling Institute/2010)

**Receta original (Maker's Mark) para 1600 galones de mosto y 945 galones de cerveza con 8.5°GL.**

### **Equipo de cocimiento:**

Tanque de cocimiento: 1800 galones

ph-metro

Tintura de iodo

### **Ingredientes:**

Maíz: 627.27 kg

Trigo: 89.61 kg

Malta: 179.22 kg (finamente molido)

Agua acida: 1180 galones

Estabilizador de pH: 120 onzas

CaSO<sub>4</sub> (yeso)\*\*: 60 onzas

Metabisulfito de potasio\*: 1.5 onzas

\*el Metabisulfito de potasio se requiere solo si la fuente de agua contiene cloraminas.

\*\*el yeso es solo requerido si la fuente de agua es bajo en calcio (es decir menos que 100 ppm). Las 60 onzas de yeso aumentará el nivel de calcio en este batch por 100 ppm. Esta cantidad puede ser ajustada de acuerdo al rendimiento del agua de maceado la cual debe tener entre 100 y 250 ppm de calcio.

Producción de mosto fermentado: 945 galones con 8.5°GL.

El fabricante reporta una eficiencia en destilación de 97,5% hasta llegar al envasado en barriles.

Es decir se producirá 116 galones de vino alto (67.5°GL) para envasar en barriles. Considerando una pérdida de 2% de volumen al año y una ganancia en grado alcohólico de 6.5% en dos años, se obtendrá: 111.4 galones de 71.9°GL.

Haciendo una dilución al 45% se obtendrá: **179.8 galones de 45°GL**

Se considera: 180 galones por cada cocimiento

**FACTOR DE ESCALAMIENTO:**

Se desea producir 200 galones de whisky de 45°GL por cocimiento

Factor de escalamiento:  $200/179.8 = 1.1123$

**Corrección por cada cocimiento:**

**Mosto obtenido:**  $1600 \times 1.1123 = 1779.7$  galones con GS:1.06

**Mosto fermentado obtenido:**  $945 \times 1.1123 = 1051$  galones con 8.5°GL

**Tanque de cocimiento:**  $1800 \times 1.1123 = 2002$  galones = 7577 litros

Se considera un mash tun de: 8000 litros

**Ingredientes:**

Maíz:  $627.27 \text{ kg} \times 1.1123 = 697.71 \text{ kg}$

Trigo:  $89.61 \text{ kg} \times 1.1123 = 99.67 \text{ kg}$

Malta:  $179.22 \text{ kg} \times 1.1123 = 199.35$  (finamente molido)

**Agua acida:**  $1180 \text{ galones} \times 1.1123 = 1312.5$  galones = 4967 litros

De este total 25% es reemplazado por vinaza libre de solidos suspendidos:  $4967 \times 0.25 = 1241$  litros =

Estabilizador de pH:  $120 \text{ onzas} \times 1.1123 = 133.47$  onzas = 3737 gramos

$\text{CaSO}_4$  (yeso)\*\*:  $60 \text{ onzas} \times 1.1123 = 66.74$  onzas = 1868.66 gramos

Metabisulfito de potasio\*:  $1.5 \text{ onzas} \times 1.1123 = 1.87$  onzas = 46.71 gramos

Tiempo de cocimiento, carga, descarga y limpieza: 2 horas

Producción por día de whisky de 45°GL = 2000 galones

Numero de cocimientos por día:  $2000/200 = 10$  cocimientos

Volumen de vino alto por cocimiento:  $116 \times 1.1123 = 129$  galones

Volumen de whisky añejado (71.9°GL):  $111.4 \times 1.1123 = 123.91$  galones

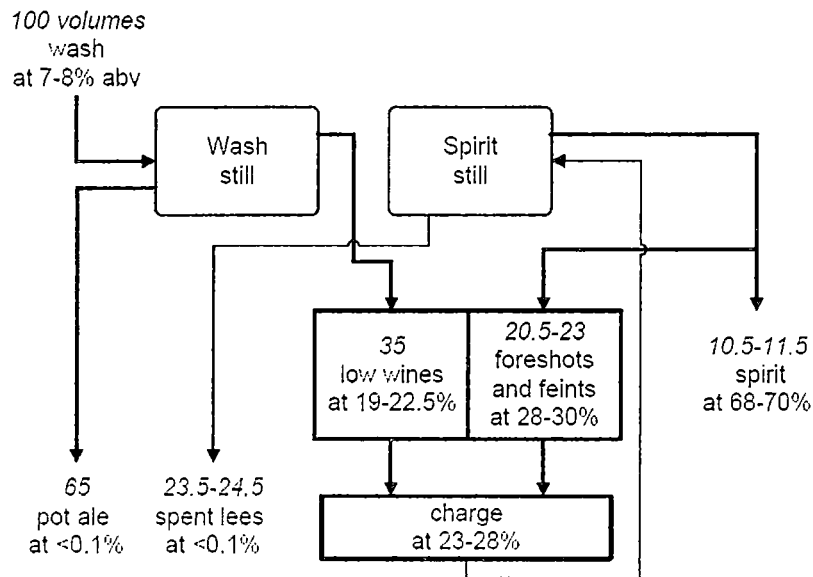
Volumen de whisky de 45°GL por cocimiento: 200 galones.

Volumen de agua para dilución:  $200 - 123.91 = 76.09$  galones

Producción de vinaza:  **$1051 - 129 = 922$  galones**

Expresado como porcentaje:  $(922/1051) \times 100 = 87.72\%$

Que coincide con el balance resumido que se presenta a continuación:



Donde el porcentaje de vinaza obtenida es de  $65 + 23.5 = 88.5\%$ .

#### VAPOR NECESARIO EN LA PLANTA

**DESTILACIÓN:** relación 12000 lb/h de vapor para procesar 7200 galones/h de cerveza (Destilería de Whisky Bourbon):

Vapor para destilación:  $(1800/7200) \times 12000 = 3000$  lb/h

**COCIMIENTO:** 100 MJ/hectolitro (Wolfgang Kunse, 2006).

Volumen de cocimiento: 1800 galones = 69 hectolitros

Tiempo de cocimiento: 1.30 horas

Flujo de calor necesario: 5307 MJ/hora

Vapor usado, saturado a 4 bar): 2.7376 MJ/kg

Flujo de vapor: 4200 lb/h

TOTAL VAPOR: 7200 lb/h de 4 bar

Equivalente a  $7200 \times (2.7376/2.6754) = 7367$  lb/h de vapor saturado a 100°C

Potencia nominal de caldera:  $7367/34.5 = 213.5$  BHP

Se selecciona caldera de 269 BHP.

### III.COSTO DE EQUIPOS PRINCIPALES Y AUXILIARES, FOB, dólares 2013

3 silos de almacenamiento de granos, 58000 kg	37500
1 sistema de transporte neumático, con soplador ROOTs, 15 kW	10000
1 molino de granos, 20 qq/h, 2 kw	3000
1 silo maíz molido, 1000 kg	1500
2 silos para trigo y malta molidos, 400 kg	1000
2 cubas de cocimiento, 2000 galones, acero inoxidable, aislados, con agitación y calentamiento-enfriamiento, panel de control	50000
2 pre-fermentadores, 990 galones, acero inoxidable	14000
8 fermentadores, 10800 galones, acero inoxidable, con agitación, sistema de limpieza CIP, panel de control T, pH, brix	1000000
1 cuba volante, 17820 galones, acero inoxidable,	120000
1 destilador de columna, 1800 gal/h, condensador, reherbidor, agitación en los fondos,	110000
1 destilador alambique, 3000 litros, con calentamiento y condesad	20000
2 bombas, 2 HP, sección cocimientos, acero inoxidable	9000
4 bombas, 2 HP, sección fermentación, acero inoxidable	18000
2 bombas, 2HP, sección destilación, acero inoxidable	9000
2 bombas, sección de mezclado y llenado	9000
3 bombas, enfriamiento en cocimiento, fermentación, llenado	12000
1 caldera 269 BHP	115000
1 sistema de agua enfriamiento, chiller,	20000
1 compresora, sistema de control	10000
1 sistema de mezclado, agua-whisky	15000
1 sistema producción agua desionizada	10000
1 sistema de envasado de producto, con etiquetado, sellado	50000
2 tanques horizontales de almacenamiento, 2000 galones	14000
<b>TOTAL</b>	<b>1658000</b>

Fuente: el autor

#### IV.EVALUACION ECONOMICA

- **Costo FOB equipo principal y auxiliar**

- Costo FOB: 1658000 dólares

**Costo CIF** de todo el equipo, es 1.3 por el costo FOB. En el caso de que todo el equipo se fabrique en el Perú, el costo FOB es igual que el costo CIF. Si se fabrica parte en el Perú y parte en el extranjero, se considera el CIF como 1.2 del costo FOB. **Costo CIF total:**

CIF total:  $1.2 \times 1658000 = 1989600$  dólares

- **Costo de entrega:** 4% del precio CIF

Costo de entrega:  $0.04 \times \text{CIF total} = 79584$  dólares

- **Costo de equipo en la planta:** es el costo CIF total y el costo de entrega

EquiPlant:  $1989600 + 79584 = 2069184$  dólares

- **Costo de instalación de todo el equipo:** Se considera 20% del costo de Equipo Planta.

CostInsta:  $0.20 \times \text{EquiPlant} = 413837$  dólares

- **Costo de Instrumentación y Control (instalado):** el proceso tiene escasa instrumentación. Se considera solo 5%.

CostInst =  $0.05 \times \text{EquiPlant} = 103459$  dólares

- **Costo de tubería y accesorios (instalado):** para las conexiones de tuberías y accesorios se considera 10%.

CostTubAc =  $0.10 \times \text{EquiPlant} = 206918$  dólares

- **Costo de sistema eléctrico (instalado):** de la misma forma se considera 5%.

CostElec =  $0.05 \times \text{EquiPlant} = 103459$  dólares

- **Costo de edificios (incluye servicios):** incluye bodega de almacenamiento, con sistema de aire acondicionado. Se considera 10% del costo del equipo.

CostEdif =  $0.10 \times \text{EquiPlant} = 0.10 \times 2069184 = 206918$  dólares

- **Costo Mejoras de terrenos:** 5% del Equipo Planta  
 $\text{CostMej} = 0.05 * \text{EquiPlant} = 0.05 * 2069184 = 103459 \text{ dólares}$
- **Costo Servicios (instalado):** requiere un mínimo de servicios, como vapor y aire comprimido. Se 5% del costo de equipo.  
 $\text{CostServ} = 0.05 * \text{EquiPlant} = 0.05 * 2069184 = 103459 \text{ dólares}$

**COSTOS DIRECTOS TOTALES:** Es la suma del equipo en la planta más los costos de instalación, control e instrumentación, tubería y accesorios, sistema eléctrico, edificios, mejora de terrenos, servicios:

$$\text{CDI} = \text{EquiPlant} + \text{CostInsta} + \text{CostInst} + \text{CostTubAc} + \text{CostElec} + \text{CostEdif} + \text{CostMej} + \text{CostSer}$$

**CDT = 3310694 dólares**

- **Costos de Ingeniería y Supervisión:** por tener algunos equipos en forma de modulos (mash tun) se considera 10%.  
 $\text{CostIng} = 0.10 * \text{EquiPlant} = 0.10 * 2069184 = 206918 \text{ dólares}$
- **Costo de la construcción:** se considera 15%.  
 $\text{CostConst} = 0.15 * \text{EquiPlant} = 0.15 * 2069184 = 310378 \text{ dólares.}$
- **Costos de seguros e impuestos de la construcción:** 4% del Equipo Planta.  
 $\text{CostSeg} = 0.04 * \text{EquiPlant} = 0.04 * 2069184 = 82767 \text{ dólares}$
- **Costo de Honorarios para los contratistas:** 10% del Equipo Planta  
 $\text{CostHon} = 0.10 * \text{EquiPlant} = 0.10 * 2069184 = 206918 \text{ dólares}$
- **Gastos Imprevistos:** 10% del Equipo Planta  
 $\text{CostImp} = 0.10 * \text{EquiPlant} = 0.10 * 2069184 = 206918 \text{ dólares}$

**COSTOS INDIRECTOS TOTALES:** Suma de los costos de ingeniería y supervisión, gastos de construcción, seguros e impuestos, honorarios para contratistas, y gastos imprevistos.

$$\text{CIDT} = \text{CostIng} + \text{CostConst} + \text{CostSeg} + \text{CostHon} + \text{GastImp}$$

**CIDT = 1013900 dólares**

**INVERSION DE CAPITAL FIJO:** Es la suma del costos directos totales y los costos indirectos totales.

$$\text{ICF} = \text{CDT} + \text{CIDT}$$

$$\text{ICF} = 4324594 \text{ dólares}$$

**CAPITAL DE TRABAJO:** Se considera de 5 a 20% de la inversión de capital fijo. Para este proyecto se considera 5%.

$$\text{CapTrab} = 0.05 * \text{ICF} = 0.05 * 4324594 = 216230 \text{ dólares}$$

**INVERSION TOTAL:** Es la suma del capital fijo más el capital de trabajo

$$\text{INVT} = \text{ICF} + \text{CTrab} = 4540824 \text{ dólares}$$

**ESTIMACION DEL COSTO TOTAL DE FABRICACION:**

**a) COSTO DE MATERIAS PRIMAS (CMP)**

Materia Prima1 = 1856000 Kg de maíz

Precio = 0.35 dólares/kg

Materia Prima2 = 265122 Kg de trigo

Precio = 0.40 dólares/kg

Materia Prima3 = 530271Kg de malta

Precio = 0.50 dólares/kg

Insumo1 = 10600 barriles

Precio = 300 dólares

Insumo2 = 2666650 botellas, tapas y etiquetas

Precio = 1.0 dólar

$\text{CMP} = \text{costo materia prima} + \text{costo de insumos}$

$$\text{CMP} = 4467434 \text{ dólares}$$

**b) COSTO DE MANO DE OBRA:** Se considera 2 turnos de 12 trabajadores a un costo de 600 dólares mensuales por trabajador.

$$\text{CMobra} = 12 * 2 * 13 * 600 = 187200 \text{ dólares}$$

- c) **COSTO DE SUPERVISIÓN E INGENIERÍA:** se considera de 10 a 20 % de la mano de obra. Se toma 10%.

$$C_{suping} = 0.10 \cdot C_{Mobra} = 18720 \text{ dólares}$$

- d) **COSTO DE MANTENIMIENTO:** 2 a 10% del capital fijo total, se consideró 4%

$$C_{mant} = 0.04 \cdot ICF = 172984 \text{ dólares}$$

- e) **COSTO DE AUXILIARES Y SERVICIOS:** el 50% del costo de mantenimiento

$$C_{aux} = 0.50 C_{mant} = 86492 \text{ dólares}$$

- f) **COSTO DE SUMINISTROS DE OPERACIÓN:** 10 a 20% del costo de mantenimiento

$$C_{sum} = 0.20 \cdot C_{mant} = 34597 \text{ dólares}$$

**COSTO DIRECTO DE FABRICACION:** es la suma de: a, b, c, d, e, f

$$CDF = C_{MP} + C_{Mobra} + C_{ing} + C_{mant} + C_{aux} + C_{sum}$$

- g) **CARGAS A PLANILLAS:** 21 % de la mano de obra

$$C_{plan} = 0.21 \cdot C_{Mobra} = 39312 \text{ dólares}$$

- h) **GASTOS DE LABORATORIO:** 20% del costo de mano de obra

$$C_{lab} = 0.20 \cdot C_{Mobra} = 37440 \text{ dólares}$$

- i) **GASTOS GENERALES DE PLANTA:** 20% del costo de mano de obra

$$C_{gen} = 0.20 \cdot C_{Mobra} = 37440 \text{ dólares}$$

**COSTO INDIRECTO DE FABRICACION:** Es la suma de: g, h, i

$$CIFab = Cplan + Clab + Cgen = 114192 \text{ dólares}$$

**j) Depreciación:** 10% del capital fijo total

$$Dep = 0.10 * ICF = 432459 \text{ dólares}$$

**k) Impuestos:** 1 a 4% del capital fijo total

$$Imp = 0.02 * ICF = 86491 \text{ dólares}$$

**l) Seguros:** 1% del capital fijo total

$$Seg = 0.01 * ICF = 43246 \text{ dólares}$$

**COSTOS FIJOS DE FABRICACION:** Sumando de los ítems: j, k, l.

$$CFF = Dep + Imp + Seg = 562197 \text{ dólares}$$

**COSTO DE FABRICACION:** Es la suma del costo directo de fabricación, Costo indirecto de fabricación y el costo fijo de fabricación.

$$CFab = CDF + CIFab + CFF = 5643816 \text{ dólares}$$

**GASTOS GENERALES:** gastos VAI - ventas, administración e investigación

$$Vent = 0.05 * CFF = 28110 \text{ dólares}$$

$$Adm = 0.10 * (CMobra + Csuping + Cmant) = 37890 \text{ dólares}$$

$$Inv = 0.05 * CMobra = 9360 \text{ dólares}$$

$$VAI = Vent + Adm + Inv = 75360 \text{ dólares}$$

**COSTO TOTAL DE FABRICACION:** Es la suma de los costos de Fabricación y los Gastos Generales (VAI)

$$CTF1 = CFab + VAI = 5719176 \text{ dólares}$$

Teniendo en cuenta que el producto será vendido después de 3 años de maduración, el costo total de fabricación calculado, 5535911 dólares, será multiplicado por 2.8 (algunos costos no se triplican)

$$CTF = 2.8CTF1$$

$$CTF = 16013693 \text{ dólares}$$

### **COSTO UNITARIO**

$$\text{Producto} = 10025 \text{ botellas por día}$$

$$\text{Producción anual} = \text{Producto} \times 266 \text{ días} = 2666650 \text{ botellas}$$

$$\text{Costo Unitario} = (CTF / \text{Producción anual}) = 6.005 \text{ dólares}$$

### **ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS:**

- **Producción Anual:**

$$\text{ProdAnual} = 2666650 \text{ botellas}$$

- **Precio de venta por unidad:**

$$P_{\text{venta}} = 8.2 \text{ dólares}$$

- **Ingreso neto de ventas anuales:**

$$\text{Ingreso ventas} = P_{\text{ventas}} \times \text{prod. anual}$$

$$\text{Ingreso ventas} = 21866530 \text{ dólares}$$

- **Costo total de fabricación (producción)**

$$CTF = 16013693 \text{ dólares}$$

- **Utilidad Bruta:**

$$U_{\text{bruta}} = \text{Ingresos ventas} - CTF = 5852837 \text{ dólares}$$

- **Impuesto a la renta**

$$Imp_{\text{Renta}} = U_{\text{bruta}} \times 0.30$$

$$Imp_{\text{Renta}} = 1755851 \text{ dólares}$$

- **Utilidad Neta :**

$$U_{\text{neto}} = U_{\text{bruta}} - Imp_{\text{Renta}} = 4096986 \text{ dólares}$$

## ANALISIS ECONOMICO

Retorno sobre la inversión antes del pago de impuestos: RS<sub>Ia</sub>

Inversión total: P

$$P = \text{INVT}$$

Ingreso neto de ventas: Iv

$$Iv = \text{Ingventas}$$

Depreciación: VS

$$VS = \text{Dep}$$

Periodo de recuperación de dinero: n = 5 años

Tasa interna de retorno: ia

$$PV = Iv \left[ \frac{(1+ia)^n - 1}{ia(1+ia)^n} \right] + \frac{VS}{(1+ia)^n}$$

$$RS_{Ia} = 122.87 \%$$

Retorno sobre la inversión después del pago de impuestos:

Utilidad neta, después del pago de impuestos: Un = Utilidad neta

$$P = Un \left[ \frac{(1+id)^n - 1}{id(1+id)^n} \right] + \frac{VS}{(1+id)^n}$$

$$RS = 92.83 \%$$

- **Tiempo de recuperación de la inversión antes de impuestos:**

$$TR_{Ia} := \frac{\text{INVT}}{\text{Ubruta} + \text{Dep}}$$

$$TR_{Ia} = 0.744 \text{ años}$$

- **Tiempo de recuperación de la inversión después de impuestos:**

$$TRI = \frac{\text{INVT}}{\text{Uneta} + \text{Dep}}$$

$$TRI = 0.94 \text{ años}$$

## PUNTO DE EQUILIBRIO

- **Costos Fijos:**

CFF= 4324595 dólares

- **Ingresos anuales:**

Ingreso de ventas= 21866530 dólares

- **Costos variables:**

Cvar= CFab – CFF

Cvar=1319221

- **Producción anual** = 2666650 botellas

- **Punto de equilibrio:** Para no perder ni ganar el número de unidades que se debe producir será:

.n= 121554

Pequilibrio = 4.56%

## RELACION BENEFICIO COSTO

RBC = Uneta/CTF

RBC = 0.28

Es decir se gana 0.28 dólares por cada dólar invertido.

**ANEXOS**



Tabla de la composición de los granos utilizados en el proyecto

	Composition ( % of total)			
	Corn	Rye	Barley	Wheat
Endosperm	82	87	84	85
Germ	12	3	3	3
Bran	6	10	13	12
Chemical composition (dry basis)				
Nitrogen-free extract	69.2	70.9	66.6	69.9
Starch	72	68	63-65	69
Sugars	2.6	0	2-3	0
Protein	8	12.6	12	13.2
Soluble N % of total	4.7	0	11	0
Crude fiber	2	2.4	5.4	2.6
Fat	3.9	1.7	1.9	1.9
Ash	1.2	1.1	2	1.9

From Bronsky & Schumann, 1989.

PROCESO

<http://www.e-restauracion.com/articulos/view/whisky-bourbon-genuino-sabor-americano>

ESTUDIO DE MERCADO

<http://www.slideshare.net/yilmhar/pni-importacion-whisky-muestra>

Producción de whisky maker mark

<http://www.businessinsider.com/how-makers-mark-bourbon-is-made-2013-5?op=1#ixzz2gQEGtURh>