

**CAPITULO I**  
**MARCO TEORICO**

### **1.1. Diseño**

El ICSID (2004) define diseño como “Una actividad creativa cuyo propósito es establecer las cualidades multifacéticas de objetos, procesos, servicios y sus sistemas, en todo su ciclo de vida”. Por lo tanto, es el factor principal de la humanización innovadora de las tecnologías, y el factor crítico del intercambio cultural y económico.

### **1.2. Dimensionado de instalaciones en plantas de fabricación**

El dimensionado de las instalaciones es un proceso crucial en la planificación de cualquier planta de fabricación. Es importante considerar el tipo de producto que se va a producir, la capacidad y eficiencia de los equipos los cuales deben ser lo suficientemente grandes y potentes para cumplir con las demandas de producción, pero no tan grandes que no sean eficientes o excedan el presupuesto, el espacio disponible y la seguridad en el lugar de trabajo.

Al tener en cuenta estos factores, es posible asegurar que la planta de fabricación pueda producir lo suficiente para satisfacer la demanda del mercado, sin comprometer la calidad del producto ni incurrir en costos excesivos.

Si hablamos del dimensionamiento, tampoco se puede ignorar la distribución de cada elemento de la planta. Una buena distribución de cada uno de ellos favorece el movimiento, almacenamiento, colaboraciones y todas las actividades que se desarrollan en el espacio.

### **1.3. Distribución en planta**

Es el reordenamiento de los componentes de la producción (maquinarias y equipos, personal operativo e infraestructura específica), donde la ubicación de cada uno de estos componentes suponga que las actividades sean seguras, agradables y económicas en la consecución de objetivos.

Podría ser una distribución física que existe o una proyectada. En su mayoría las distribuciones están bien diseñadas en condición de inicio; pero según va creciendo la empresa esta distribución ya no es adecuada, siendo necesario hacer una redistribución.

El medio físico de trabajo y la distribución de sus instalaciones condiciona la productividad de la mano de obra. Existen tres tipos clásicos de arreglo físico de instalaciones:

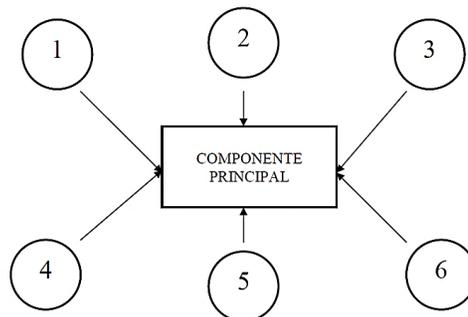
- **Por posición fija**

Es una distribución en la que el material o componente principal permanece en un lugar fijo, no se mueve. Todas las herramientas, maquinarias, hombres y materiales se desplazan hacia él. Este tipo de distribución física es conveniente para los productos que tienen ciertas particularidades en cuanto a volumen, peso o modo de producción. La construcción naval y la civil, la aeronáutica y la artesanía adoptan este tipo de distribución.

### Ventajas

- ✓ Se reduce el transporte de la unidad principal de montaje.
- ✓ “Es posible hacer cambios frecuentes en los productos, proyecto o en la secuencia de las operaciones”.
- ✓ Esta distribución está adaptada a una variedad de productos y a una demanda intermitente.
- ✓ Es más flexible, no requiriendo un estudio de disposición altamente organizado o costos, planeamiento de la producción o previsiones contra la ruptura en la continuidad en el trabajo.

**Figura 1-1 Distribución por posición fija**



**Fuente:** Seminario de Grado II

**Elaboración:** Jaime Enrique Lujan Pérez

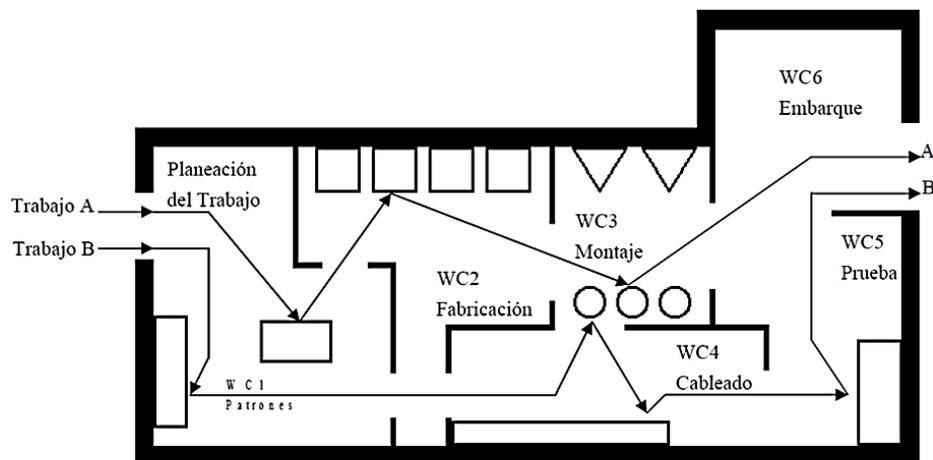
- **Por proceso o funcional**

Aquí se agrupan todas las operaciones de un mismo proceso o tipo de proceso, el producto se desplaza según las etapas del proceso de fabricación y el más utilizado.

### Ventajas

- ✓ Utilización más completa de las maquinarias.
- ✓ Está adaptada a una gran variedad de productos.
- ✓ Está adaptada a una demanda intermitente.
- ✓ Es más fácil de mantener la continuidad de producción.

**Figura 1-2 Distribución por proceso o funcional-Producción de señales de tránsito**



**Fuente:** Seminario de Grado II

**Elaboración:** Jaime Enrique Lujan Pérez

- **En línea o por producto**

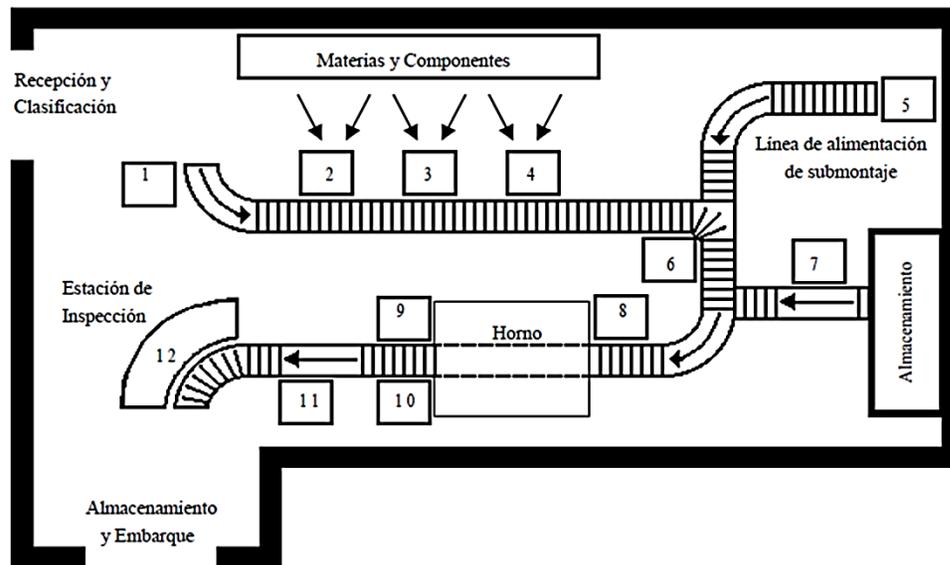
Un producto o tipo de producto se realiza en un área, pero en este caso el material se mueve. Cada operación es inmediatamente adyacente a la anterior. Los equipos y personal están dispuestos de acuerdo a la secuencia de las operaciones de fabricación.

### Ventajas

- ✓ Reducción del manipuleo.

- ✓ Reducción de la cantidad de material en proceso, disminuyendo el tiempo de producción y menores inversiones en materiales.
- ✓ Utilización más efectiva de la mano de obra.
- ✓ Reducción de la congestión.

**Figura 1-3 Distribución en línea o por producto – Producción de juguetes**



**Fuente:** Seminario de Grado II

**Elaboración:** Jaime Enrique Lujan Pérez

#### 1.4. Diseño de Planta

Una vez que se ha decidido una ubicación adecuada de la planta, el siguiente tema importante es la elaboración del diseño de planta. Es el plan para organizar las instalaciones físicas y la mano de obra necesaria para fabricar un producto con el objetivo de utilizar los recursos de manera efectiva.

El objetivo principal del diseño de la planta es:

- Maximizar la producción a un costo mínimo.
- El diseño debe ser de tal manera que sea flexible para cambiar de acuerdo con los nuevos procesos y técnicas de producción.

- El diseño debe ser capaz de satisfacer las necesidades de todos aquellos que están asociados con el sistema de producción, como trabajadores, supervisores, gerentes, etc.

#### **1.4.1. Etapas fundamentales del diseño de planta**

- **Recolección de datos requeridos**

Se recopilarán datos sobre el tamaño de la planta, el tipo de productos que se producirán, el método de producción que se adoptará, la extensión del espacio disponible, la extensión de la mecanización, etc.

- **Preparación de borrador del plano de planta**

Según los datos recopilados, se debe preparar un modelo para el plano de planta. Se debe tener cuidado para garantizar que el diseño permita el movimiento sin trabas de hombres y materiales con el mínimo esfuerzo y tiempo posibles.

- **Preparación del diagrama de proceso y diagrama de flujo**

Se debe preparar el diagrama de flujo del proceso que representan las diversas actividades que se realizarán y los vínculos entre ellas.

- **Retroalimentación del borrador del diseño**

El borrador del diseño debe distribuirse y las discusiones con los empleados invitarán sugerencias para mejorar. Las fallas señaladas necesitan ser corregidas y las sugerencias recibidas incorporadas después de debidas discusiones.

- **Ejecución de la Obra Diseñada**

Se construye en diseño ya en medio físico. Una maqueta a escala y una simulación virtual serán muy útil. Finalmente, la obra real se desarrolla.

- **Prueba de funcionamiento**

Una prueba de funcionamiento es importante para comprender la eficiencia del diseño en un entorno de trabajo en tiempo real.

Los problemas iniciales notados deben modificarse y las ejecuciones de prueba deben continuar al menos unas pocas veces para garantizar que el diseño pueda facilitar la producción máxima al costo mínimo.

### **1.5. Capacidad instalada**

La capacidad instalada es la cantidad de máquinas y equipo que una organización productiva posee y el potencial de producción que estos permiten alcanzar. La capacidad instalada representa la producción posible, si todas las máquinas y equipos estuvieran trabajando al 100 % del tiempo ininterrumpido

### **1.6. Línea de producción**

Se define la línea de producción como un conjunto de operaciones realizadas en el proceso de hacer un producto. Esto sucede de manera secuencial al tener maquinaria y personal distribuido en las diferentes áreas de trabajo de la fábrica.

Los productos realizados bajo este tipo de producción son transformados desde materia prima o partes que requieran ensamblarse, transformándolos en un producto final destinado al consumidor final.

Una línea de producción eficiente brindará los mejores resultados siempre y cuando se optimicen sus recursos y procedimientos. Para lograrlo se recomienda lo siguiente:

- Tener puntos designados para el inicio y el fin de la producción. En muchos casos los recursos o materia prima para el producto final son transportados hasta la fábrica, por lo que asignar un espacio para su recepción es importante.
- En caso de que los materiales no vayan directo a la producción, puede automatizarse su almacenamiento desde la zona de recepción.
- El área de producción es la más importante y la que le da nombre a esta forma de operar. Una vez tengamos los materiales, se transforman en el producto final. Los procesos deben estar bien definidos y fluir de manera correcta para que no haya paros.

- Cuando el producto esté terminado, se decide si se almacena en el área destinada a ello, o bien se prepara para su entrega o distribución.

### **1.6.1. Producción continua**

Decimos que una industria es de proceso continuo cuando su línea de producción no se detiene en ningún momento durante un período de tiempo concreto. Suelen ser de proceso continuo aquellas plantas que fabrican el mismo producto, sin que éste sufra ningún cambio que interrumpa el ritmo de producción. Suele estar relacionada con la fabricación de productos de gran consumo.

### **1.6.2. Producción intermitente**

La producción intermitente se necesita cuando se produce una baja cantidad del mismo producto ya sea porque es producto por temporada, piezas muy específicas o cuando no requieren que el producto esté en almacén.

## **1.7. Bodega**

Es el conjunto de locales e instalaciones (equipos, maquinas e implementos) que se destinan a la industrialización de la uva.

## **1.8. Clasificación de las bodegas**

Las bodegas se dividen, conforme a su finalidad (amplitud de su función), en bodegas de elaboración; de elaboración y expedición; de elaboración, conservación y expendio, y de fraccionamiento.

### **a. Bodegas de elaboración**

Son las que únicamente elaboran el vino, que luego despachan por traslado. Se las denomina también bodegas trasladistas.

### **b. Bodegas de elaboración y expedición**

Son las que elaboran y fraccionan vinos comunes.

### **c. Bodegas de elaboración, conservación y expendio**

Son las que ocupan en la elaboración, crianza (maduración), añejamiento y fraccionamiento de los vinos; es decir que se dedican a la elaboración de los vinos comunes, finos y especiales, que inclusive venden fraccionados.

### **d. Bodegas de fraccionamiento**

Son las que se dedican exclusivamente al envasado y distribución de los vinos al consumidor, y están ubicadas en los centros de consumo. Se las denomina frecuentemente plantas de fraccionamiento.

## **1.8.1. Bodegas de elaboración, conservación y expendio**

### **a. Ubicación de la bodega**

En términos generales, los pareceres se dividen entre los que sostienen que la bodega debe ubicarse en el lugar de producción de la uva, y los que afirman que debe instalarse junto a los centros poblados. Las razones que se aducen como determinantes, hacen hincapié en las ventajas de disponer:

- De medios de comunicación (teléfonos, caminos pavimentados, desvíos ferroviarios) y transporte, eficaces y económicos.
- De la mano de obra indispensable, sin necesidad de proveer viviendas.
- De abundante agua potable y corriente, y de servicios sanitarios.
- De electricidad a menor costo, comparado con el de la producida en durante todo el año. usina propia.
- De servicios de talleres mecánicos, eléctricos, etcétera.
- De la comodidad de tener a mano las oficinas fiscales, los bancos, etcétera, en vista de los tramites, que son numerosos, inevitables y constantes.

### **b. Orientación de la bodega y suelo en que debe edificarse**

En el emplazamiento de la bodega, cualquiera sea su tipo, debe tenerse en cuenta el suelo en que se levantarán los edificios, y la orientación de éstos.

- **Suelo**

El suelo ha de ser compacto, profundo y seco, lo que permitirá construir subterráneos sin mayores inconvenientes. Si hubiera que resignarse a suelos húmedos, el constructor deberá prever aislamientos eficaces y seguros.

- **Orientación de la bodega**

En el interior de la bodega deben evitarse los saltos bruscos de temperatura, tratando de mantener en lo posible un ambiente fresco. Esta exigencia en climas cálidos la bodega debe ser orientada en su construcción de mayor dimensión de este a oeste, con la mayoría de las aberturas al sur y al este. En climas fríos, en cambio, la orientación ha de ser de norte a sur, con las aberturas al norte y al oeste.

- c. Planificación de la bodega**

- **En la distribución interna**

En cuanto a la capacidad, se debe prever la necesidad técnica de distribuir el contenido de las de mayor volumen en otras de menor capacidad, sin que sobre ni falte líquido, y así mismo, la construcción de una vasija de mucha capacidad, para efectuar las mezclas o cortes de vinos.

Los pasillos deben ser suficientemente amplios, conforme a las exigencias de las operaciones de cada dependencia. Las escaleras y montacargas, distribuidos de manera que faciliten el movimiento del personal y el traslado de los implementos.

Los pisos y las canaletas bien impermeabilizados, y dotados de un declive tal, que facilite el pronto y total escurrido de las aguas de lavado. Deben preverse pozos e instalaciones sanitarias que permitan una rápida y completa evacuación de las aguas servidas.

### **La iluminación**

La bodega debe estar suficientemente iluminada, como para permitir la realización cómoda de los trabajos y la higienización de los locales. Los vidrios de las ventanas y puertas suelen proporcionar durante el día la luz necesaria a las construcciones sobre el nivel del suelo.

La luz eléctrica deberá suplir a la natural, cuando fuere necesario. Las principales magnitudes que se utilizan en la iluminación de los locales, son la candela como medida de intensidad luminosa, el lumen como medida del flujo luminoso, y el lux como medida de la iluminación.

- ✓ **Candela (I):** Es la cantidad física básica internacional en todas las medidas de luz, estando su valor determinado por la luz emitida por un patrón de laboratorio llamado cuerpo negro, trabajando a una temperatura específica.
- ✓ **Lumen ( $\Phi$ ):** Es la luz emitida por unidad de tiempo. Un lumen es el flujo de luz que incide sobre una superficie de un metro cuadrado, la totalidad de cuyos puntos dista un metro de una fuente puntual teórica que tenga una intensidad luminosa de una candela en todas direcciones.
- ✓ **Lux (E):** Es la densidad del flujo luminoso sobre una superficie. Un lux es la iluminación en un punto de una superficie que dista, en dirección perpendicular, un metro de una fuente puntual uniforme de una candela.

De esta definición se deduce que un lumen uniformemente distribuido en un metro cuadrado de superficie, produce una iluminación de un lux.

$$\text{Lux} = \text{lúmenes/m}^2.$$

Los niveles recomendados para los locales de las bodegas se estiman en las siguientes cantidades:

**Tabla I-1 Niveles recomendados para los locales de las bodegas**

<b>Área de la bodega</b>	<b>Lux</b>
Zona de descarga de vendimia	70 a 100
Procesado de vendimia y fermentación alcohólica	300 a 500
Almacenamiento de vinos a granel	150 a 200
Crianza en bodega	70 a 100
Embotellado, etiquetado y embalado de vinos	300 a 500
Crianza en botella	70 a 100
Almacenes de materiales y productos terminados	150 a 200
Oficinas, laboratorio y servicios	700 a 1.000

**Fuente:** Tratado de enología Tomo I - 2 edición. Togoress

## **El agua**

Necesaria para la limpieza y la refrigeración de los mostos en fermentación. El agua potable debe distribuirse por una red de caños de diámetro apropiado, dispuestos racionalmente, y dotados de grifos estratégicamente distribuidos, de manera que faciliten el trabajo y eviten pérdida de agua y de tiempo.

### **1.9. Bodega boutique**

El concepto “Bodega Boutique” nació en Francia y se basa en la frase “vin de garage”, “vino de garage”, en referencia a los pequeños productores franceses que empezaron a realizar vinos en pequeños garajes. Inspirada en este concepto de elaboración de vino, de producción artesanal de vino llevada a cabo en pequeños garajes franceses nació el término “Bodega Boutique”.

El concepto actual de bodega boutique se basa en la producción de “vinos de autor”, con una calidad excelente. Este tipo de bodegas se encargan de producir un menor número de litros de vino, con mayor dedicación y esmero tanto por el vino como por todo lo que le rodea (**Lopez,2022**).

La atención es más personalizada o incluso es atendida por la misma familia productora. Lo boutique apuesta por producciones limitadas, lo que añade una exclusividad al vino ya que se centran en los pequeños detalles para darle un valor agregado. Además de la elaboración y venta de vino, estas bodegas ofrecen algo más, combinan gastronomía y cultura en un ambiente más distendido y tranquilo.

Dos medidas son las que determinan esta definición: por un lado, el número de hectáreas de las que se disponga y, por otro, el nivel de producción. La producción anual para una bodega boutique gira entorno a los 100.000 litros o las 120.000 botellas.

Los productores californianos definen que una bodega es boutique cuando se habla de un volumen de venta anual de 10.000 cajas de 12 botellas. Los argentinos aseguran que debe tener una capacidad de producción entre 200.000 y 700.000 litros al año, mientras que los chilenos, prefieren hablar en términos de espacio: viñas con una extensión de menos de 85 hectáreas.

Suelen ser los propietarios, con un enólogo, los que están en los viñedos y la bodega. Son viñedos en los que hay un cuidado personalizado, desde los racimos de uva, pasando por la cosecha, hasta la forma de envasarlo.

Los enólogos coinciden en que las bodegas boutique son una apuesta a producir vinos finos, con identidad propia, fieles a su “terroir” y no más de lo mismo, para ello es necesario contar con tecnología de Vanguardia.

Los vinos boutique apuntan a un target alto, un segmento del mercado que está dispuesto a pagar un precio mayor por un vino de alta calidad.

Las bodegas tradicionales en contraste con las bodegas boutique, son bodegas en las cuales se busca producir a gran escala, sus productos no son exclusivos y rara vez se tienen partidas limitadas, no se realizan constantes inversiones en tecnología de vanguardia, sus productos apuntan a un target de clientes con poder adquisitivo bajo o bajo – medio.

Alcanzar la calidad en sus productos no es un objetivo tan buscado como en las pequeñas bodegas debido a que las bodegas de producción masiva ofrecen sus vinos a precios bajos, gracias a la alta escala de producción que poseen. Son bodegas grandes, con muchas fincas y viñedos, poseen mucho personal, el puesto de enólogo y el de ingeniero agrónomo no están ocupados por una sola persona, por lo que estos cargos no son tan relevantes e imprescindibles como en las bodegas boutique.

## **1.10. Vino**

El vino es, exclusivamente, la bebida resultante de la fermentación alcohólica, completa o parcial, de uvas frescas, estrujadas o no, o de mosto de uva. Su contenido en alcohol adquirido no puede ser inferior a 8,5% vol.

### **1.10.1. Vino de crianza**

Es el vino de calidad sometido a un proceso de envejecimiento de cierta duración, que modifica y mejora los caracteres organolépticos del vino mediante fenómenos: químico, bioquímico y biológico.

- **Crianza en madera**

Lenta y suave oxidación en un envase de un tipo de madera y capacidad determinada

- **Crianza en botella**

Completa la crianza en madera al someter al vino a un ambiente reductor.

### **1.10.2. Vinos de autor**

Es aquel cuyo diseño y elaboración se salen de lo convencional y busca cierta peculiaridad y diferenciación con relación a otros vinos, plasmando una idea y dándole una identidad propia, mediante su innovación y esencia.

Prima la calidad frente a la cantidad, en el que se plasma la personalidad propia, trabajando con una o varias viñas, de una o distintas variedades, normalmente con cepas de una edad elevada, procedentes de una zona con características especiales utilizando los mejores recursos técnicos y humanos dentro de una bodega. Y todo ello para obtener un objetivo, que sea un vino único.

### **1.11. Uva**

Fruto maduro de la vid

#### **1.11.1. Uva de vinificación**

Uva fresca madura o sobremadura en la misma planta o soleada después de la vendimia, sin llegar a la pasificación, que entrará en el proceso de elaboración de mosto o vino.

#### **1.11.2. Uva de mesa**

Uva de consumo directo de determinadas variedades autorizadas o preferentes, tales como Moscatel, Italia, Red Globe, Ribier, Victoria etc.

### **1.12. Mosto**

Jugo obtenido de la uva fresca por estrujado, escurrido o prensado, en tanto que no haya empezado la fermentación.

#### **1.12.1. Mosto de uva parcialmente fermentado**

El producto procedente de la fermentación de mosto de uva, con un grado alcohólico adquirido superior al 1% vol. e inferior a tres quintas partes de su grado alcohólico volumétrico total.

No obstante, determinados vcprd (Vino de Calidad Producido en una Región Determinada) cuyo grado alcohólico volumétrico adquirido sea inferior a tres quintas partes de su grado alcohólico volumétrico total sin ser inferior al 4,5% vol. no se considerarán mosto parcialmente fermentado.

### **1.12.2. VCPRD**

La etiqueta VCPRD, de sus siglas «Vino de Calidad Producido en una Región Determinada». Son vinos con un carácter geográfico y protegido por consejos reguladores. Debe cumplir las disposiciones comunitarias y nacionales adoptadas. Dentro de este tipo se encuentran los vinos de calidad con indicación geográfica, los vinos con denominación de origen (DO), los vinos con denominación de origen calificada (DOCa) y los vinos de pago.

### **1.13. Vendimia**

La vendimia es el procedimiento que consiste en la cosecha y posterior recolección de la uva. Es sabido que los factores que más inciden en la calidad de un vino son principalmente la uva como materia prima y luego su metodología de elaboración, existiendo un tercer factor de notable importancia, que sin embargo con frecuencia no se tiene en cuenta y éste consiste en la misma operación de vendimia, así como también en las condiciones de su transporte a la bodega.

En la actualidad existen básicamente dos métodos de vendimia. La manual que propone una recolección más bien selecta y que se usa para la producción de vinos de altísima calidad. Ahora bien, debemos mencionar que este método es mucho más costoso con respecto al mecánico. El procedimiento mecánico se está imponiendo justamente por los bajos costes y por las complicaciones que existen en la búsqueda de mano de obra calificada para realizar el proceso manual.

El adecuado sobredimensionado de las instalaciones de recepción, debe ser realizado previamente a la construcción de la bodega, estimándose generalmente a efectos de cálculo, una entrada de uva repartida en 12 a 16 días y durante 8 a 10 horas al día, que equivale a las cifras anteriormente citadas.

Según un estudio realizado por A. Calo (La Qualita della Produzione. Risultati di Prove di Vendemmia Meccanica in Italia), las diferencias del estado de la vendimia recogida manualmente o con una cosechadora, son las siguientes:

**Tabla I-2 Diferencias entre recogida manual y con una cosechadora**

	<b>Vendimia manual</b>	<b>Vendimia mecánica</b>
Mosto	0 a 1 %	10 a 15 %
Racimos enteros	60 a 85 %	5 a 20 %
Con pedicelo		10 a 12 %
Sin pedicelo		20 a 25 %
Granos rotos	8 a 15 %	45 a 50 %
Hojas y otras impurezas	0,3 a 0,5 %	2 a 5 %

**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togores

#### **1.14. Vinificación**

Es el conjunto de operaciones destinadas a la transformación del mosto de uva en vino. Aunque algunas producciones incluyen las variedades de uva de acuerdo con lo que el enólogo desea, a veces más o menos, y también teniendo en cuenta la uva, su tamaño y madurez, la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) estima que para 1 litro de vino se necesitan alrededor de 1,3 a 1,5 kilos de uva.

#### **1.15. Proceso de producción del vino**

##### **1.15.1. Recepción de la vendimia**

Las instalaciones de recepción de vendimia en la bodega, comprenden por una parte diversos sistemas de control de la misma, referentes a la cantidad de uva que se va a procesar, así como al análisis de algunos parámetros de calidad; y por otra, a la maquinaria e instalaciones de recepción o descarga de uva propiamente dichas.

- **Control de la vendimia**

Los controles que se pueden realizar sobre una vendimia antes de ser descargada, van dirigidos a la toma de datos, para que, en algunos casos, se puedan realizar las liquidaciones oportunas sobre el valor de la uva ante los viticultores productores.

Y en otros casos, a que se disponga de una información técnica lo más completa posible, sobre el volumen y el estado de la uva, muy necesaria para dirigir convenientemente las elaboraciones.

La ubicación de las instalaciones de control, debe ser tenida en cuenta en el diseño de una bodega, con objeto de facilitar las operaciones de control y descarga de la vendimia; debiendo lograrse una adecuada circulación de contenedores o remolques, donde éstos entren y salgan de la bodega en un solo sentido y con el menor número posible de maniobras. Generalmente estas instalaciones se sitúan en una zona próxima al edificio de la bodega, pero separadas de la misma, lo que generalmente facilita el flujo de descarga de la vendimia.

#### **a. Control de pesado**

La evaluación de la cantidad de uva que se recibe en la bodega es de gran importancia, no solamente para retribuir a los viticultores que entregan la vendimia, sino también para determinar rendimientos, dosificación de determinados aditivos, capacidad de depósitos, etc., datos todos ellos de gran utilidad para el control y manejo técnico de la bodega.

El pesado de la vendimia se puede hacer de dos maneras, el primero realizando una doble pesada, donde la vendimia junto a su recipiente de transporte es pesada en una báscula de plataforma, para que después de ser descargada, se pese de nuevo el recipiente vacío o tara, y por diferencia de ambos valores se conozca la cantidad de uva neta objeto del control. El segundo método de simple pesada, consiste en pesar directamente la uva una vez descargada, sin el recipiente de transporte y ya dentro de las instalaciones de la bodega.

#### **b. Toma de muestras**

Los tomamuestras son unos dispositivos que sirven para extraer de cada partida de vendimia que llega a la bodega, una cierta cantidad de mosto y sobre el que seguidamente se realizarán los oportunos controles analíticos.

Como cabe suponer, la muestra debe ser representativa, es decir, que la pequeña muestra de mosto tomada, responderá a los caracteres generales de la vendimia muestreada.

También es conveniente que la toma de muestras se haga antes de la descarga y procesado de la vendimia, con objeto de disponer de cierto margen de tiempo y de maniobra para tomar decisiones sobre la idoneidad o rechazo de la partida, o para ser destinada a distintos tipos de elaboraciones, etc.

Cuando la vendimia accede en cajas o contenedores de pequeña capacidad, la toma de muestras es de gran dificultad, pudiéndose hacer de forma manual seleccionando racimos o granos de uva de diferentes recipientes, o por el contrario extraer una muestra de la partida una vez procesada y mezclada dentro de la bodega.

Por otra parte, cuando la vendimia se transporta en remolques de mayor capacidad, la toma de muestras se puede hacer de varias maneras. Una primera consiste en tomar una muestra del mosto que escurre del remolque una vez abierto, el cual procede del autoestrujado de la vendimia durante su carga y ciclo de transporte; no siendo este sistema recomendable pues en la mayor parte de los casos la muestra no es representativa; ya que siempre escurren los mostos de los granos más maduros y por lo tanto más débiles, y también los de las bayas sobremaduras o parcialmente pasificadas. En estos casos la diferencia del contenido en azúcares entre el mosto de escurrido y el real de la vendimia, puede llegar a ser en algunas ocasiones superior al 50 por 100.

Otra forma de realizar la toma de muestras, consiste en «pinchar» la uva contenida en los remolques mediante sondas tomamuestras, unas manipuladas de forma manual y otras automáticas de mayor eficacia y facilidad de manejo.

### **c. Descarga de la vendimia**

Las operaciones de descarga de la vendimia en la bodega, pueden ser consideradas como el último paso del ciclo de transporte y al mismo tiempo el primero del proceso de elaboración.

Existe una gran cantidad de formas de realizar este trabajo, dependiendo en unos casos del sistema de transporte seleccionado y en otros, del trato que se le quiera dar a la vendimia manipulada.

- **Descarga de la vendimia transportada en cajas o contenedores**

Las cajas de vendimia suelen contener unos 20 a 30 kg de uva, transportándose desde el viñedo simplemente apiladas sobre un remolque o una plataforma, o bien sobre pallets para facilitar las operaciones de descarga desde los elementos de transporte. Lo más normal es vaciar directamente las cajas sobre la máquina estrujadora–despalilladora que suele llevar una pequeña tolva de alimentación, o también cargando una prensa en el caso de vendimias blancas de prensado directo, o por último llenando con vendimia tinta entera los depósitos de fermentación en el caso de una elaboración por maceración carbónica.

La descarga puede hacerse de forma manual, vaciando caja a caja sobre cualquiera de los elementos antes descritos, o por el contrario de manera mecánica con dispositivos que incluso llegan a depaletizar las cajas, las conducen hacia la estrujadora–despalilladora volcándolas y por último una vez vacías lavándolas antes de su retorno al viñedo. La manipulación de contenedores de mayor capacidad, hasta 1.000 a 2.000 kg, se realiza de forma análoga a las cajas de vendimia, pero siempre con ayudas mecánicas dado el importante peso o volumen de estos recipientes

#### **1.15.1.1. Grupo de recepción**

- **Mesa seleccionadora**

Este sistema de descarga se utiliza generalmente con vendimias recogidas y transportadas en cajas o pequeños contenedores, realizando sobre una cinta transportadora una selección manual de los racimos. Esta operación de selección, también conocida como de «destrío», tiene por objetivo separar de la vendimia los racimos o partes de los mismos defectuosos, tales como bayas inmaduras, podridas, pasificadas, etc. que pudieran rebajar la calidad de la vendimia recibida.

En otras ocasiones, las mesas de «triar» se emplean para seleccionar partes de los racimos con diferente grado de maduración y así elaborarlos por separado; siendo una selección clásica la separación de los hombros del racimo del resto, que siempre contienen granos de uva con una mayor maduración.

- **Cinta elevadora**

La cinta elevadora permite mover y elevar la vendimia fresca, escurrida o fermentada, así como el orujo a la salida de la prensa, o el raspón a la salida de la despalilladora.

- **Cálculo de la capacidad del grupo de recepción**

Rendimiento = día de máxima entrada

$$\textit{Entrada de uva} = \textit{ingreso de uva diaria} \left( \frac{\textit{kg}}{\textit{día}} \right)$$

$$\textit{Capacidad} = \frac{\textit{Entrada de uva diaria (kg/día)}}{\textit{Horas laborales diarias (horas/día)}} = \frac{\textit{kg de uva}}{\textit{hora}}$$

### 1.15.2. Despalillado – estrujado

- **Despalillado**

La operación del despalillado consiste en la separación de los raspones o escobajos que contiene la vendimia, pudiendo hacerse antes o después de su estrujado.

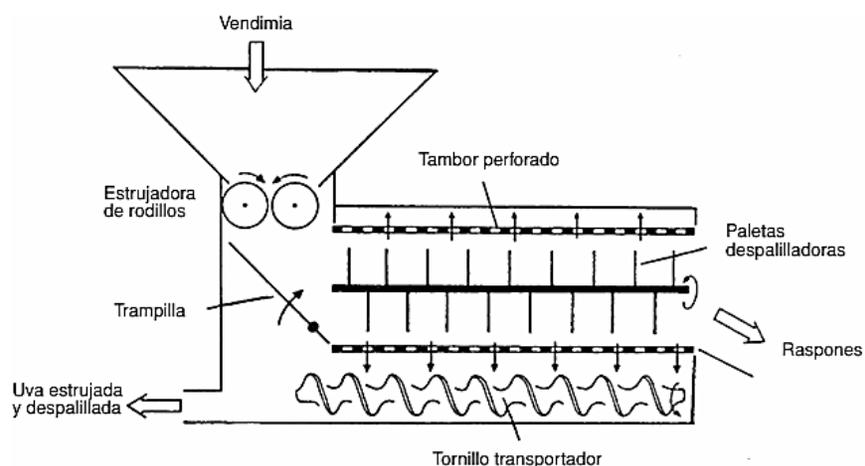
El raspón o escobajo es el elemento del racimo de uva que sirve de soporte de las bayas, así como también de alimentación mediante los vasos conductores situados en su interior. Los escobajos representan de un 3% a un 7% de la vendimia en peso, pero suponen aproximadamente un 30% de ocupación en volumen.

- ✓ **Cálculo de la capacidad de la despalilladora**

Cantidad máxima de uva a procesar = kg de uva / hora

$$\textit{Capacidad de despalilladora} = \frac{\textit{kg de uva sin despalillar}}{\textit{hora}}$$

**Figura 1-4 Estrujadora – despalladora**



**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togoires

- **Estrujado**

Primitivamente el estrujado era la única operación que se podía aplicar a una vendimia para extraer su mosto, realizándose mediante un aplastamiento directo con los pies («pisado») por uno o varios operarios; apareciendo posteriormente las prensas que aprovechan una mayor cantidad del mosto contenido en los racimos estrujados. En la actualidad, esta operación tiene además otras finalidades interesantes para la enología, donde destacan las siguientes ventajas e inconvenientes (E. Peynaud):

**Ventajas:**

- ✓ El estrujado posibilita la primera separación del mosto de las partes sólidas de la uva.
- ✓ Permite el transporte de la vendimia por bombeo.
- ✓ Facilita la formación del sombrero de hollejos en las cubas de fermentación de vendimias tintas.
- ✓ Siembra el mosto por dispersión de las levaduras.
- ✓ Provoca una aireación favorable para la multiplicación de las levaduras, activando el inicio de la fermentación.

- ✓ Facilita la maceración por aumento de las superficies de contacto entre el mosto y las partes sólidas, acentuando la disolución de los polifenoles.
- ✓ Permite un empleo racional del anhídrido sulfuroso.
- ✓ Acorta la duración de la fermentación y facilita su terminación.
- ✓ El vino de prensa no queda tan azucarado, como cuando una importante cantidad de granos de uva permanecen enteros.

**Inconvenientes:**

- ✓ En el caso de vendimias podridas, la aireación del estrujado puede ser perjudicial para la calidad y puede bastar para provocar la quiebra oxidásica.
- ✓ En zonas cálidas activa demasiado el arranque de la fermentación.
- ✓ El aumento de maceración puede ser un inconveniente para las uvas muy tánicas.
- ✓ Libera las pepitas que ceden sustancias astringentes.
- ✓ El estrujado produce un aumento del volumen de fangos y lías en los mostos o vinos.

El estrujado se concibe hoy día como una operación de gran importancia en la elaboración de los vinos, debiéndose rasgar simplemente el hollejo por un meridiano de la baya, liberando la pulpa que contiene el mosto y las pepitas en su interior, y siempre sin triturar los hollejos, ni tampoco laminar las pepitas. La excesiva rotura de los hollejos por un estrujado excesivo de las bayas o por un transporte inadecuado, se traduce en un aumento del volumen de fangos y lías, así como también en una mayor cesión de ácidos grasos, sustancias que al oxidarse producen compuestos de 6 átomos de carbono de fuerte sabor herbáceo. Se debe, por lo tanto, respetar en la medida de lo posible, la integridad de los hollejos y las pepitas, utilizando para ellos máquinas estrujadoras adecuadas.

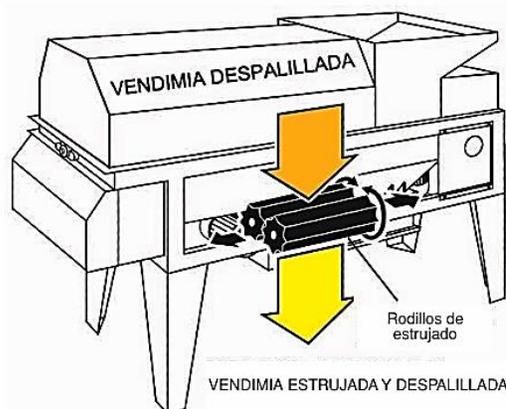
En el proceso de molienda se tiene que eliminar el raspón de la uva que por lo general representa el 5% del peso total del racimo.

$$\text{Raspon} = \text{kg uva sin despalillar} * 5\% \text{ de raspon}$$

$$\text{capacidad de la estrujadora} = \text{Uva sin despallillar} \left( \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \right) - \text{raspon} \left( \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \right)$$

$$\text{Estrujadora} = \frac{\text{kg uva despallillada}}{\text{hora}}$$

**Figura 1-5** Ubicación de los rodillos de estrujado en una maquina desgranadora-estrujadora



**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togores

- **Bomba vendimiadora**

Estas bombas de vendimia sirven para transportar la uva en bodega desde las tolvas y despallilladoras hasta los depósitos o prensas. En otras palabras, se utilizan para el trasvase de líquidos de un depósito a otro y se considera maquinaria para el transporte de la uva.

El transporte de la vendimia mediante bombeo y conducción por tuberías de vendimia, parece ser la solución más racional y limpia, siendo éste el sistema mayoritariamente utilizado en las bodegas, aunque tampoco es un procedimiento perfecto debido a algunos inconvenientes que conlleva. El bombeado de la vendimia recién estrujada es normalmente fácil, siempre que se disponga de una tubería de transporte adecuada y no se haya producido una excesiva evacuación de mosto, que, al dejar la vendimia más seca, puede dificultar su movimiento.

Se considera un valor límite, la extracción de más de un 30 por 100 del mosto. En el caso de vendimias desgranadas, con una gran cantidad de bayas de uva intactas y un pequeño volumen de mosto libre, pueden surgir dificultades como las señaladas con anterioridad. El bombeo de la vendimia en fermentación, supone también un problema, debido a la formación de gas carbónico, que puede crear una gran cantidad de bolsas comprimibles en el circuito de presión. Sin embargo, la vendimia fermentada, no suele generar problema alguno, siempre que los orujos no sean transportados excesivamente secos.

La alimentación de las bombas por gravedad y con ayuda de una pequeña tolva colocada a la entrada de la misma, llamada comúnmente como «pipa» por su peculiar forma, es la mejor solución que se puede adoptar; pues en caso de tener que alimentarlas por aspiración, no todas las bombas tienen capacidad para realizarlo, y en el caso de poder hacerse, siempre se aspira preferencialmente el mosto, por lo que siempre supone un grave inconveniente al dejar la vendimia excesivamente seca.

$$\mathbf{Uva\ a\ procesar} = \frac{kg\ uva}{hora}$$

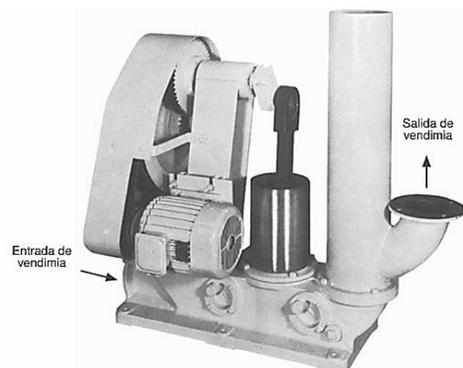
$$\mathbf{Capacidad\ de\ bomba} = \frac{kg\ uva\ despalillada}{hora}$$

#### ✓ **Bomba de pistón alternativo**

Estas son las bombas de vendimia más antiguas, a las que se las ha acusado de un maltrato a la vendimia o introducir una importante cantidad de aire durante su funcionamiento; pero, sin embargo, son máquinas muy robustas y seguras, capaces de vencer grandes alturas y distancias de transporte. Son autoaspirantes, por lo que pueden alimentarse de este modo, y en el caso de alimentación gravitatoria, facilita enormemente la entrada de la vendimia.

Sus caudales oscilan según modelos, desde 5.000 a 80.000 kg/h, con las correspondientes potencias de 1,5 a 20,0 C.V., trabajando hasta una altura máxima efectiva de 20 a 25 metros, con una presión límite comprendida entre 2 a 3 bares.

**Figura 1-6 Bomba de pistón alternativo**

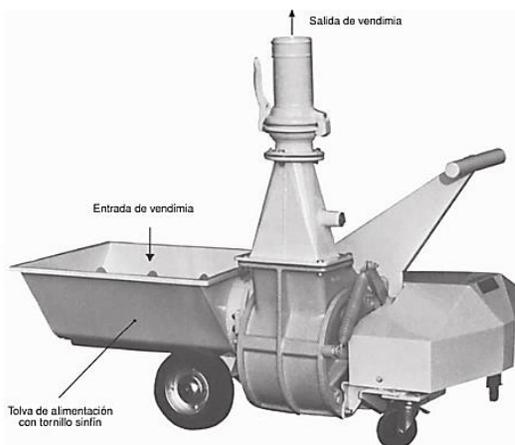


**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togores

✓ **Bombas de pistón elíptico rotativo**

Un pistón de forma elíptica en acero inoxidable, bronce o fundición gira según su eje central, dentro de un cuerpo de bomba cilíndrico, el cual lleva un orificio o lumbrera de entrada de vendimia y otro situado a  $90^\circ$  para su salida. Una válvula antirretorno de guillotina, resorte, etc. según modelos, sigue el perfil exterior del pistón elíptico en su rotación, formando dos recintos de volumen variable en función de la posición del pistón, uno de admisión donde la vendimia entra por el vacío creado y otro de compresión, donde es impulsada fuera de la bomba. La vendimia recorre dentro de la bomba un sector de  $3/4$  de vuelta, estando colocada la citada válvula en la mitad del sector circular restante.

**Figura 1-7 Bombas de pistón elíptico rotativo**



**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togores

Los caudales de este tipo de bombas son de tipo pequeño a medio, llegando como máximo hasta 50.000 kg/h, con regímenes de rotaciones comprendidos entre 100 y 120 r.p.m. y unas potencias estimadas según la siguiente expresión:

$$\text{Potencia (C.V.)} = 0,2 \cdot \text{Caudal (toneladas/hora)} \pm 10 \text{ por } 100$$

#### ✓ Bombas rotativas de paletas

Dentro de un cuerpo cilíndrico generalmente de acero inoxidable, gira un eje con dos o más paletas que impulsan la vendimia recibida por una ventana de admisión, hacia otra ventana de expulsión situada en ángulo recto con la anterior. Para conseguir el efecto de vacío para la admisión y el de presión para el de expulsión, se recurre a dos posibles soluciones: la primera es situar el eje de paletas centrado con el del cuerpo de la bomba y colocar en un lateral entre los dos orificios antes citados una «estrella antirretorno», que hace el efecto de válvula; o la segunda, situar el eje de paletas en posición excéntrica respecto del cuerpo cilíndrico, con las paletas desplazables, de modo que al girar hacen variar el volumen que comprenden y por lo tanto, producen una aspiración o una impulsión.

**Figura 1-8 Bombas rotativas de paletas**



**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togores

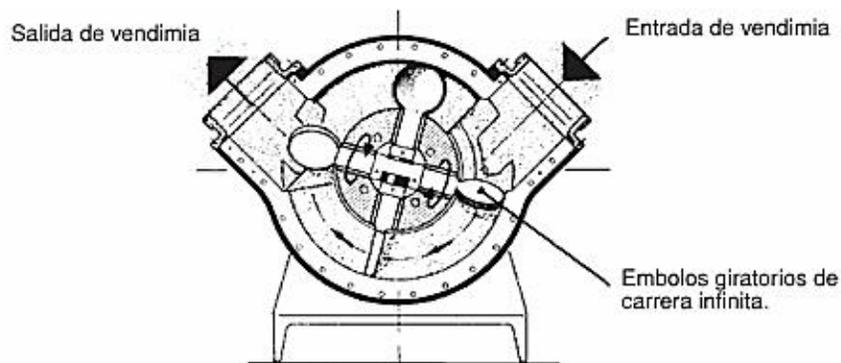
Este tipo de bombas suelen girar a unas velocidades superiores de 300 a 600 r.p.m., tratando peor la vendimia que las de pistón elíptico, con alturas de impulsión todavía más reducidas y también con averías más frecuentes producidas por atascos y roturas de sus numerosas partes móviles.

Los modelos de baja velocidad, entre 50 y 100 r.p.m., mejoran la calidad de la vendimia transportada, pero siguen presentando los problemas antes mencionados.

### ✓ **Bombas rotativas planetarias**

También se llaman bombas de «émbolo de carrera infinita», donde un conjunto de pistones gira dentro de un cuerpo de bomba de forma circular y al mismo tiempo, estos pistones pueden moverse sobre su propio eje, creando un movimiento de tipo planetario. Los pistones se mueven dentro de una canal en forma de toro, donde se impulsa la vendimia en un sector de 270° de la bomba; excepto en otro sector de 90° situado en la parte superior, donde la forma tórica está cerrada, pasando el pistón girado de lado por una ranura y ejerciendo la función de válvula de separación.

**Figura 1-9 Bomba rotativa planetaria**



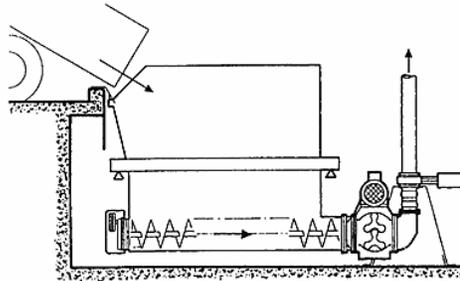
**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togoires

Estas son bombas de velocidades reducida a media, de unas 200 r.p.m. con caudales de hasta 40.000 kg/h y a una presión máxima de impulsión de 5 bares.

### ✓ **Bombas rotativas de engranajes**

Suelen acoplarse a pequeñas tolvas de alimentación con un tornillo sinfín en el fondo. Dos rotores o «estrellas» de dos o más lóbulos, construidos generalmente en goma alimentaria, giran engranados en sentido contrario, estando contenidos dentro de un cuerpo de bomba de forma semicilíndrica, de tal forma que la vendimia es impulsada linealmente de un lado u otro de la misma.

**figura 1-10 Bombas rotativas de engranajes**



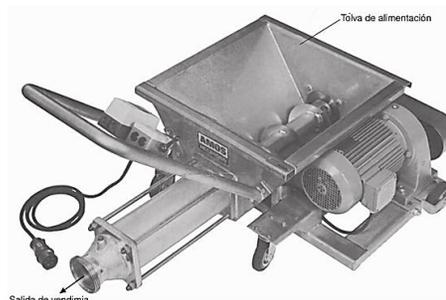
**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togores

Con estas bombas se consiguen rendimientos muy importantes, de hasta 60.000 a 90.000 kg/h, girando los rotores a velocidades de 80 a 120 r.p.m. y consiguiendo presiones de hasta 3 bares. La vendimia no es bien tratada, produciéndose elevadas roturas y dilaceraciones, aunque son máquinas de una gran robustez.

#### ✓ **Bombas de tornillo**

Estas bombas pueden recibir además varios nombres, tales como de «desplazamiento positivo», de «émbolo giratorio», «excéntricas de tornillo sinfín», o también tipo «Mohn», nombre de la firma alemana que inventó este tipo de máquina. Originariamente se desarrollaron para mover líquidos densos o cargados, como aceites, lías, fangos, etc., pero hoy día se utilizan también como bombas de vendimia, habiéndose aumentado el diámetro de los órganos de impulsión y lográndose muy buenos resultados de trabajo y cualitativos para la vendimia.

**Figura 1-11 Bomba de tornillo**



**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togores

Estas bombas pueden girar desde 150 hasta 250 r.p.m., con rendimientos según dimensiones del rotor y potencia instalada, desde 5.000 a 50.000 kg/h y de 3 a 15 C.V. de potencia. Las presiones de impulsión pueden ser importantes, llegando hasta 12 bares, muy superiores a las alcanzadas por otras bombas de vendimia.

La vendimia movida con este tipo de máquinas, no sufre en exceso, sin alcanzar el trato que ofrecen otro tipo de bombas: peristálticas o pistón rotativo, pero combinan como ninguna la calidad de la vendimia, con la robustez mecánica y la facilidad de mantenimiento.

### ✓ **Bombas peristálticas**

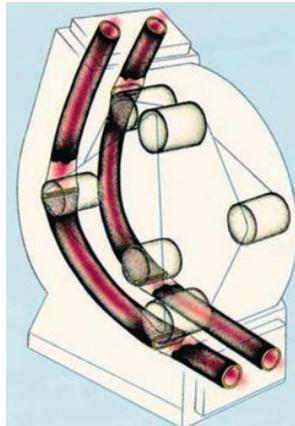
Estas bombas funcionan por aplastamiento y deslizamiento de una membrana tubular curva de unos 90°, por medio de un juego de dos o tres rodillos que giran solidarios sobre el centro del triángulo formado. La alternancia entre la compresión y la expansión del elemento tubular, genera un movimiento constante de la vendimia bombeada.

Posiblemente ésta sea la bomba que mejor trata la vendimia, pues la presión se realiza tangencialmente por los rodillos, con velocidades de fluido muy bajas y de forma continua, y, además, ningún elemento mecánico entra en contacto directo con la vendimia.

Por el contrario, los inconvenientes que se señalan entre otros son, el importante volumen ocupado por la bomba, las presiones de trabajo reducidas a 3 bares como máximo que limitan la altura de impulsión, y la fragilidad de la máquina ante la presencia de cuerpos extraños, que pueden rasgar con facilidad la membrana tubular, así como la obligatoriedad de cambiar este elemento con cierta frecuencia, debido a un envejecimiento del material flexible.

Los rendimientos de las bombas peristálticas son de tipo mediano a bajo, oscilando entre los 5.000 y 20.000 kg/h, y precisándose potencias relativamente elevadas entre 5 a 20 C.V. Para facilitar la alimentación pueden llevar una pequeña tolva auxiliar dotada de un pequeño tornillo sinfín, accionado por un motor complementario de 2 a 4 C.V.

**Figura 1-12 Esquema de una bomba peristáltica doble**



**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togores

Los rendimientos de las bombas peristálticas son de tipo mediano a bajo, oscilando entre los 5.000 y 20.000 kg/h, y precisándose potencias relativamente elevadas entre 5 a 20 C.V. Para facilitar la alimentación pueden llevar una pequeña tolva auxiliar dotada de un pequeño tornillo sinfín, accionado por un motor complementario de 2 a 4 C.V.

### **1.15.3. Maceración y fermentación alcohólica**

#### **1. Maceración**

Maceración o intercambio de sustancias entre el mosto y las partes sólidas de los racimos. De esta forma se dota al componente líquido y al sólido de sabores nuevos y matices irreproducibles que hacen que cada vino sea distinto.

Los fenómenos de maceración se desarrollan con una permanencia más o menos prolongada del mosto junto a las partes sólidas de la vendimia una vez estrujada, aunque también pueden realizarse con uva entera en el caso de la «maceración carbónica».

La maceración puede desarrollarse a temperatura ambiente, en vendimias estrujadas antes de fermentar o durante la fermentación alcohólica, o en otros casos mediante calentamiento de la vendimia tinta conocida como «termomaceración».

Desde el momento que la vendimia es estrujada y se pone en contacto el mosto con las partes sólidas de la uva, se inician los fenómenos de maceración, pudiendo dividirse ésta en los siguientes períodos:

- **Maceración prefermentativa (MpreF)**

Es un período muy corto que comprende desde el momento de rotura de las bayas, hasta el inicio de la fermentación alcohólica, transcurriendo desde algunas horas hasta unos 2 a 3 días como máximo. En esta etapa el mosto se enriquece exponencialmente en las sustancias contenidas en las partes sólidas.

- **Maceración fermentativa (MF)**

La maceración continúa durante la fermentación alcohólica, comprendiendo un período de 3 a 10 días, en el transcurso de los cuales se alcanza para casi todas las sustancias el máximo de su nivel de extracción.

- **Maceración postfermentativa (MpostF)**

Es un período muy variable, que puede transcurrir en pocos días hasta algunas semanas, siendo propio de los vinos elaborados para crianza, y donde las sustancias extraídas se estabilizan o incluso pueden disminuir, salvo los taninos que pueden seguir aumentando.

## **2. Fermentación alcohólica**

La fermentación alcohólica es el proceso mediante el que el azúcar del mosto se convierte en alcohol etílico gracias a la acción de las levaduras naturales, presentes en las pieles de las uvas. En él intervienen diferentes elementos, entre los que destaca el oxígeno, pues es el desencadenante del proceso. Sin embargo, una vez que este está en marcha la cantidad de oxígeno necesaria para una correcta fermentación tiende a ser mucho menor. Cuando la fermentación alcohólica va completándose el mosto reduce su contenido en azúcar y se incrementa la cantidad de alcohol, generándose así la transformación a vino.

El proceso finaliza cuando el azúcar se reduce tanto que las levaduras no cuentan con alimento, aunque también se puede detener modificando factores como la temperatura.

Una vez encubada la vendimia tinta estrujada y despalillada en los depósitos de fermentación, se produce una activa multiplicación de los microorganismos que contiene, especialmente las levaduras, y en menor cuantía las bacterias lácticas por el efecto del anhídrido sulfuroso añadido. Comenzando a ser sensible la actividad fermentativa, rápidamente al cabo de 8 a 12 horas cuando la temperatura de la vendimia es mayor de 25 °C, o de 20 a 24 horas cuando ésta oscila entre 18 °C a 20 °C, y por fin de 5 a 6 días con temperaturas inferiores a los 15 °C.

Esta actividad se manifiesta por un desprendimiento de burbujas de anhídrido carbónico y por el inicio de la formación del sombrero con hollejos puestos en flotación por este gas.

Según el balance energético de la fermentación alcohólica, de cada molécula de azúcar fermentado, se produce un desprendimiento de calor hacia el medio fermentativo de 25,4 kcal o 101,2 KJ, lo que representa para una vendimia con una riqueza alcohólica potencial de 12 % vol. de 28,3 kcal, que supondría una elevación de la temperatura instantánea sobre el ambiente de 28,3 °C en el hipotético caso de desprenderse instantáneamente.

En la práctica, esta cantidad de calor se desprende durante varios días, por lo que el máximo de temperatura alcanzado por la vendimia es inferior al señalado, dependiendo de los siguientes factores:

- ✓ Cantidad de azúcares de la vendimia.
- ✓ Temperatura inicial de la vendimia.
- ✓ Velocidad de la fermentación.
- ✓ Dimensiones del depósito de fermentación.
- ✓ Tipo de material de las paredes del depósito de fermentación.
- ✓ Condiciones térmicas ambientales de la bodega.

El desarrollo de la fermentación alcohólica debe ser a una temperatura inferior a los 20 °C, donde se modifica el metabolismo de las levaduras, y se forman los ésteres y acetatos aromáticos en detrimento de los ácidos grasos y alcoholes superiores, reduciéndose además el desprendimiento de gas carbónico con un menor arrastre de aromas. Se recomiendan temperaturas de fermentación comprendidas entre 16 °C a 19 °C.

Dentro de la fermentación alcohólica podemos destacar dos fases:

- **Fermentación tumultuosa**

Esta es la primera etapa, en la que tiene lugar una actividad fermentativa mayor. La producción de gas carbónico es tal que a simple vista da la sensación de que el vino incluso llega a la ebullición. En esta fase ya puede producirse el remontado del vino, que concretamente se realiza en abierto. Es decir, se deja caer el mosto en fermentación en un recipiente abierto para oxigenarlo antes de volver a bombearlo por encima del sombrero (parte superior del vino, más sólida).

- **Fermentación lenta**

Es durante esta fase cuando tiene lugar el remontado en cerrado del vino. Este consiste en sacar el mosto en fermentación desde la parte baja del depósito y dejarlo caer en la parte superior en un recipiente intermedio. Así se consigue favorecer la actividad de la levadura y extraer componentes de la uva que van a enriquecer el vino.

Además, también se lleva a cabo el pigeage, también conocido como bazuqueo y que podéis ver en la imagen que ilustra el post. Este proceso consiste en empujar el sombrero dentro del mosto en fermentación.

- **Remontado**

La operación de remontado consiste en extraer el mosto-vino en fermentación por una válvula lateral inferior del depósito, para ser impulsado por medio de una bomba hacia la parte superior del mismo. Los fines del remontado determinan las diferentes maneras de hacerlo:

- ✓ Homogenización del mosto o la vendimia encubada, así como también en vinos terminados.
- ✓ Mezcla de aditivos con el mosto o la vendimia en fermentación, o también con los vinos elaborados
- ✓ Aireación del mosto o la vendimia en fermentación, especialmente durante los primeros días para conseguir una mayor población de levaduras, que permitan un correcto desarrollo de la misma, así como asegurar el adecuado metabolismo de las levaduras.
- ✓ Activación de la maceración, dejando caer el mosto-vino remontado sobre el sombrero de hollejos, en forma de lluvia para repartirlo de manera homogénea sobre su superficie, renovando de esta forma el solvente o mosto-vino saturado en contacto con los hollejos, por otro menos cargado procedente de la parte inferior del depósito.

Es importante asegurar un buen reparto del mosto sobre el sombrero.

Los remontados se hacen circulando del orden de la mitad o la totalidad del mosto contenido en la masa de vendimia en fermentación, realizando como media unos dos remontados cada 24 horas. En ocasiones se utiliza una bomba para cada depósito, pudiendo incluso programarse para su funcionamiento de manera automática, aunque lo más normal es emplear una bomba para cada conjunto de 4 a 6 depósitos.

El número de remontados y la forma de hacerlos depende de los fines buscados, recomendando E. Peynaud en vinificación en tinto realizar los siguientes:

- ✓ Un remontado de homogenización una vez llenado el depósito de fermentación, o bien para mezclar determinados aditivos.
- ✓ Uno o dos remontados con buena aireación en el arranque de fermentación y en los días siguientes.
- ✓ Uno o dos remontados diarios con aireación durante la fase activa de la fermentación alcohólica.

- ✓ Un remontado al día en la fase postfermentativa, o dos de duración más corta y sin aireación para evitar la caída del sombrero, así como también su oxidación o acetificación.
- ✓ Remontados adicionales con aireación en el caso de una ralentización o parada de la fermentación alcohólica.

### **3. Depósitos**

Los depósitos de fermentación nunca deben ser llenados en su totalidad, debiendo dejar un espacio vacío que oscila entre el 15% a 20%, suficiente para absorber la dilatación que se produce en la vendimia estrujada, evitando de este modo su derrame o en otros casos la deformación de la parte superior de los depósitos cuando sus paredes son de pequeño espesor, como sucede en los construidos con acero inoxidable. El aumento de volumen de la vendimia se debe por una parte al incremento de la temperatura producida por la fermentación alcohólica, y por otra parte al anhídrido carbónico desprendido y fijado sobre los hollejos; generándose durante todo su desarrollo, una importante cantidad de este gas, estimada en unos 50 litros de gas por cada litro de mosto.

La masa de hollejos puestos en flotación sobre el mosto en fermentación se conoce como «sombrero», estando formado casi exclusivamente por las pieles de los granos de uva y por restos de otros tejidos vegetales de poco peso, pues las pepitas no son capaces de flotar arrastradas por el anhídrido carbónico y se acumulan en la parte inferior del depósito.

- **Depósitos de hormigón - Resina epoxi**

Los depósitos de hormigón pueden ser aéreos o subterráneos, construyéndose con forma cilíndrica permaneciendo aislados entre ellos, o por el contrario en paralelepípedos aislados o con paredes comunes cuando están adosados. El hormigón es un material muy resistente a los esfuerzos de compresión, pero poco a los de tracción, razón por la cual se hace imprescindible dotarlos de una armadura interior de acero calculada para que absorba estas acciones.

El espesor de las paredes nunca debe ser inferior a los 10 cm y dejando siempre un recubrimiento o distancia entre la armadura y el exterior de más del doble del diámetro del redondo de acero y nunca menos de 2 cm.

La resina epoxy se prepara con dos componentes, uno es la resina y el otro es el endurecedor, que al cabo de un tiempo de mezclados se solidifican formando una película cuando se aplica sobre una superficie. En el caso de aplicaciones en el interior de los depósitos de hormigón, es importante que su superficie presente las siguientes condiciones (Productos Tribosa, S.L.):

- Superficie resistente y firme.
- Ausencia de grasas u otros materiales.
- Superficie seca, con menos del 5% de humedad.
- Fraguado total del cemento: mínimo de 28 días.
- Superficie ligeramente rugosa y porosa, preparada mejor por chorreo de arena de 1 a 2 mm.

Una vez preparada la superficie a tratar, en primer lugar, se aplica una imprimación con una resina epoxy fluida que penetra por los poros y mejora la adherencia de las posteriores capas de resina.

- **Depósitos de acero - Acero inoxidable**

Los tanques de acero se empezaron a utilizar en enología no hace muchos años, primero con paredes de planchas de acero al carbono revestido exterior y sobre todo interiormente en la zona en contacto con el vino, para evitar su corrosión y cesión a éste de notables cantidades de hierro, mediante la aplicación de un revestimiento adecuado, donde destacan la resina epoxy o el esmalte vitrificado de mayor fragilidad. Estos depósitos son fáciles de construir, transportar e incluso colocar, presentando un excelente coeficiente de transmisión de calor del orden de 5 a 10 calorías/°C · m<sup>2</sup> · hora en un espesor de 3 mm, que facilita la evacuación del calor en las vendimias o mostos en fermentación, y con unas elevadas condiciones de limpieza e higiene en sus paredes interiores.

- **Acero inoxidable**

Conocido desde principios del siglo XX, su utilización en alimentación data de la década de los años cuarenta, y en enología es posterior hacia las décadas de los setenta y ochenta, debido al éxito en las industrias láctea y cervecera. Las prestaciones de este material se resumen en los siguientes aspectos:

- Fácil limpieza y esterilización.
- Nula cesión de componentes y ausencia de sabores extraños.
- Material resistente, duradero y sin mantenimiento.
- Depósitos transportables y polivalentes.
- Excelente relación calidad–precio.

Los aceros inoxidables son aleaciones de hierro con otros metales, que le confieren una elevada resistencia a la corrosión, pudiendo ser de tipo magnético aleados con el cromo (serie 400), dentro de los cuales se encuentran los aceros martensíticos y los ferríticos, o bien de tipo no magnético aleados con el cromo y níquel (serie 300), entre los que se incluyen los austeníticos, siendo estos últimos los utilizados en la fabricación de depósitos. Los aceros inoxidables se definen según distintas normas internacionales, empleándose sobre todo en nuestro país la AISI norteamericana, en dos tipos de acero inoxidable para calderería: AISI 304 y AISI 316. Las propiedades físicas del acero inoxidable, a temperatura ambiente y en estado de temple austenítico, se resumen en las siguientes:

- Módulo de elasticidad: 20.300 kg/mm<sup>2</sup>.
- Resistividad eléctrica: 75 cm.
- Peso específico: 7,9 gramos/cm<sup>3</sup>.
- Calor específico: 0,12 kcal/kg · °C.
- Conductividad térmica: 0,035 cal/cm<sup>2</sup> · s · °C.

Las diferencias que existen entre los aceros inoxidables AISI 304 y AISI 316, se explican según su composición en la aleación:

**Tabla I-3 Diferencias entre el acero inoxidable AISI 304 Y AISI 316**

	AISI 304	AISI 316
Carbono.....	< 0,08 %	< 0,06 %
Manganeso.....	< 2,00 %	< 2,00 %
Silicio.....	< 1,00 %	< 1,00 %
Fósforo .....	< 0,045%	< 0,045%
Azufre .....	< 0,030%	< 0,030%
Cromo .....	18,0 a 20,0 %	16,0 a 18,5 %
Níquel .....	8,0 a 10,5 %	11,0 a 14,0 %
Molibdeno.....		2,0 a 3,0 %

**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togoress

#### 4. Cálculo del número de depósitos

- **Capacidad útil del tanque**

$$\text{Capacidad de uva a fermentar} = \frac{\text{kg uva despalillada}}{h} * \frac{\text{horas trabajo}}{\text{dia}}$$

$$\text{Capacidad de uva a fermentar} = \frac{\text{kg uva despalillada}}{\text{dia}}$$

Como en el proceso de fermentación sobre todo en variedades tintas se debe dejar un espacio de cabeza para evitar desbordamientos de mosto, a la vez que sirve para hacer los trabajos de remontados ya que de no ser así no sería posible trabajar toda la uva que entra a los depósitos, por lo tanto:

$$\text{Espacio de cabeza en tanques} = 15\%$$

*Considerando el depósito de mayor volumen = litros*

$$\text{Capacida util del deposito} = \text{Volumen del deposito (litros)} * 85\%$$

$$\text{Capacida util del deposito} = \frac{\text{litros mosto}}{\text{deposito}}$$

- **Numero de depósitos**

$$\text{N}^\circ \text{ de depositos} = \frac{\text{kg de uva despalillada}}{\text{capacidad util del deposito}}$$

$$N^{\circ} \text{ de depositos} = \frac{\frac{\text{kg uva despallada}}{\text{dia}}}{\frac{\text{kg}}{\text{deposito}}} = \frac{\text{depositos a llenar}}{\text{dia}}$$

El periodo de fermentación de un vino es de 7 a 10 días y sumándole las premaceraciones frías y maceraciones post fermentativas, se llega a concluir que no se podrían reutilizar los depósitos, por lo tanto, se debe hacer el cálculo del número de depósitos en total que se requerirán durante la vendimia para cubrir la cantidad de uva a fermentar determinada.

$$N^{\circ} \text{ total depositos} = \frac{N^{\circ} \text{ depositos}}{\text{dia}} \times 10 \text{ dias}$$

### 5. Ciclos de frío en la fermentación

Las aplicaciones del frío en la industria enológica se conocen desde antiguo, en un primer momento para conservar los vinos en locales subterráneos, donde las temperaturas se amortiguan respecto de las existentes en la superficie, más tarde aprovechando los fríos del invierno para lograr una estabilización natural de los vinos, y por fin no hace muchos años con la aparición del frío industrial, para múltiples usos enológicos, donde destacan el control de temperatura en la fermentación alcohólica, la estabilización tartárica de los vinos, y por último la climatización de los locales de almacenamiento o crianza de los vinos.

El flujo natural del calor siempre discurre desde un medio más caliente hacia otro más frío, hasta que sus temperaturas se igualan. Una máquina frigorífica es un aparato, que, mediante el consumo de energía, permite invertir dicho flujo, de tal manera que el calor pasa del medio más frío hacia el más caliente, de manera que el primero se enfría todavía más (foco frío) y al mismo tiempo el segundo eleva más su temperatura (foco caliente).

Por lo tanto, este aparato es capaz de producir frío por extracción del calor, al mismo tiempo que lo transmite a otro medio produciendo calor, y comportándose como una máquina capaz de bombear calor de un medio a otro.

En el caso de interesar solo la refrigeración, se define como una unidad o grupo de frío, pero en el caso de aprovechar indistintamente las producciones de calor o de frío, entonces se denomina como una bomba de calor.

El consumo energético para la producción de frío en las bodegas, oscila entre 40 a 120 kwh/tonelada de vendimia. Esta variación de consumo de 1 a 3, corresponde a una oscilación de entrada de vendimia de 1 a 1.000

- **Calculo para los ciclos de frio en la fermentación**

En las instalaciones donde la refrigeración o calentamiento se hace por medio de agua, se establece un circuito entre la unidad productora de frío o calor y un depósito pulmón isoterma, que tiene por misión acumular una importante cantidad de agua, con objeto de regular su consumo en los lugares donde se necesite, y así evitar el funcionamiento intermitente del compresor, que puede provocarle averías y un elevado consumo de energía, funcionando de este modo de una forma continuada con un aceptable rendimiento calorífico.

El volumen de agua que puede contener este depósito viene determinado por la capacidad de la instalación, estimándose del orden de un litro de agua por cada 10 kcal/hora.

- **Cálculo de las necesidades de frío o de calor de una bodega**

El cálculo del equipo de refrigeración o bomba de calor de la bodega se realiza en primer lugar para atender las necesidades de refrigeración en vendimia, y una vez estimada su potencia se comprueba su utilización para una eventual fermentación maloláctica y para la estabilización tartárica de los vinos, pudiendo comprobarse además su utilización para otras necesidades de climatización ambiental.

- **Necesidades de refrigeración en vendimia**

Para el cálculo de las necesidades de refrigeración en vendimia se precisa conocer algunos datos previos de dimensionado, tales como la cantidad de vendimia o mosto a procesar, la duración de la vendimia, la jornada laboral de trabajo en la bodega, y las

condiciones térmicas de la fermentación, así como las temperaturas de la vendimia y las ambientales de la bodega.

**Compresores:** El compresor es el elemento del circuito frigorífico encargado de comprimir el fluido que circula por el mismo, gracias a la energía mecánica desarrollada por un motor accionado generalmente por la energía eléctrica.

La potencia del compresor antiguamente se expresaba en caballos de vapor (CV), aunque actualmente se mide en watios (W) o en julios por segundo (J/s) y también en kilocalorías por hora (kcal/hora), pudiendo relacionarse estas unidades de la siguiente forma:

1 julio/segundo = 1 watio

1 watios = 1 kilovatio (kW).

1 cal/hora = 1,163 watios.

1 C.V. = 75 kg m = 0,736 kW.

- **Refrigeración de mostos y vendimias**

La refrigeración de los mostos blancos o rosados, puede tener un interés enológico para atenuar los procesos enzimáticos de oxidación o los de multiplicación de los microorganismos, además de posibilitar el desfangado estático de los mismos, realización de maceraciones prefermentativas en frío, o también para contribuir a un mejor control de las temperaturas de fermentación, con un inicio de la misma desde temperaturas bajas. En el caso de vendimias tintas, su refrigeración puede también ser válida para conseguir los dos últimos objetivos antes descritos.

- **Cálculo de la necesidad frigorífica**

El cálculo de la necesidad frigorífica estará en función de dos parámetros, el primero será que no deben coincidir las fechas de la fermentación alcohólica y maceración con las fechas de estabilización tartárica. El segundo es que los cálculos se realizaran teniendo en cuenta el día de mayor necesidad frigorífica.

Durante la fermentación es fundamental controlar la temperatura y que esta sea lo más homogénea posible dentro del proceso, con el objetivo de evitar o disminuir todo lo posible las pérdidas de alcohol y aromas en el mosto ya que son compuestos volátiles y se evaporan fácilmente a altas temperaturas. Las necesidades de refrigeración durante esta etapa es el resultado de la diferencia entre la energía que se aporta y la que se disipa del depósito de fermentación.

Por tanto, los depósitos de fermentación deberán tener camisas o canalinas por los cuales se hará circular agua fría, esto gracias a los equipos de frío instalados.

$$\textit{Necesidad frigorífica} = \textit{Energía generada} - \textit{Energía disipada}$$

Para realizar el dimensionamiento del equipo de frío hay que tener en cuenta los siguientes parámetros.

$Q_F$  = Calor generado por la fermentación

$Q_D$  = Calor disipado / aporte de calor por las paredes del depósito

$Q_{CO_2+H_2O+ET}$  = Calor generado por la fermentación

Por lo tanto:

$$Q_{Total} = Q_{Fermentacion} + Q_{Depositos} - Q_{CO_2+H_2O+ET}$$

#### a. Calor generado durante la fermentación

Durante la fermentación de se produce un calor de desprendimiento continuo, que alcanza el máximo durante la fermentación tumultuosa. Esta tiene lugar después 4 o 5 días luego de haber comenzado la fermentación alcohólica.

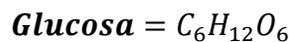
Por tanto, aunque la fermentación de vino joven se da en un periodo de 8 a 11 días para maceración, únicamente se tendrá en cuenta para el dimensionamiento del equipo de frío el periodo de fermentación tumultuosa. Se considera que la fermentación tumultuosa dura 6 días por lo tanto habrá “x” depósitos en fermentación tumultuosa.

La fermentación es un proceso exotérmico donde hay que evitar que se superen temperaturas de más de 35 °C ya que esto podría ocasionar paradas fermentativas, generando problemas en la elaboración del vino como ser alta acides, perdidas de aromas perdidas de alcohol, etc.

$$Q_F = \frac{V * 140 * X}{T} = \frac{L * \frac{Kcal}{Kg} * \frac{Kg}{L}}{h} = \frac{Kcal}{h}$$

Donde:

- **V** = Volumen de mosto en fermentación (litros). Si hay depósitos de distintos tamaños se hará el cálculo para cada uno.
- **140** = Durante la fermentación de los azúcares por las levaduras se produce un desprendimiento de 40 kcal/mol de los cuales 14,6 kcal/mol las utilizan las levaduras para sus funciones vitales y las 25,4 kcal/moles restantes se desprenden al medio calentándolo de tal manera que una molécula de azúcar de 180 gr resulta un desprendimiento de calor de:
  - ✓ Periodo de fermentación tumultuosa = 6 días = 144 horas
  - ✓ N° de depósitos = x
  - ✓ Temperatura máxima = 35 °C
  - ✓ Energía desprendida = 25,4 kcal/mol
  - ✓ 1 mol de azúcar = 180 g



Masa molecular carbono = 12

Masa molecular hidrógeno = 1

Masa molecular oxígeno = 16

$$C_6H_{12}O_6 = (6 * 12) + (12 * 1) + (16 * 6) = 180 \frac{g}{mol}$$

Por lo tanto, se tendrá:

$$Q_{1 \text{ mol de azucar}} = \frac{\text{Energía desprendida al medio}}{\text{Masa molecular glucosa}}$$

$$Q_{1 \text{ mol de azucar}} = \frac{25,4 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}}{180 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,14 \frac{\text{kcal}}{\text{g}}$$

$$Q_{1 \text{ mol de azucar}} = 0,14 \frac{\text{kcal}}{\text{g}} * \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 140 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

- X = Hace referencia a la riqueza de azúcar del mosto expresado en g/L.

Suponiendo que los vinos elaborados tendrán aproximadamente entre 10,2 - 13,5 % v/v de alcohol y teniendo en cuenta que 17 g/l de azúcar = 1° de alcohol entonces se tiene que:

$$\begin{aligned} 1^\circ &\rightarrow 17 \text{ g. azúcar/l} \\ 13,5^\circ &\rightarrow x \\ x &= 229,5 \text{ g azúcar/l} \\ x &= 0,2295 \text{ kg azúcar/l} \end{aligned}$$

T = Es el tiempo de fermentación en horas, se tendrá en cuenta únicamente el tiempo de fermentación tumultuosa que se estima aproximadamente en 6 días que son 144 horas. Por lo tanto, se tendrá:

$$Q_F = \frac{V * 140 * X}{T} = \frac{l * \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * \frac{\text{kg}}{l}}{144 \text{ h}} = \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$\text{Potencia} = \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = \frac{\text{kw}}{\text{deposito}} * N^\circ \text{ de depositos} = \text{kw}$$

### b. Disipación de calor por las paredes

Cuando la temperatura ambiente es superior a la de fermentación del mosto o la vendimia, se produce una absorción de calor hacia el interior del depósito, precisándose un aporte suplementario de frío para compensarla. Por el contrario, cuando la

temperatura ambiente es inferior a la de fermentación, la absorción de calor se hace en sentido inverso, contribuyendo en este caso a su refrigeración.

La zona de fermentación debería estar emplazada, en una zona donde la temperatura ambiental este oscilando entre 25 °C de temperatura interior y 30 °C de temperatura exterior, este valor se toma como temperatura media para los cálculos.

Con la siguiente expresión se podrá calcular la disipación del calor por las paredes de los depósitos.

$$Q_{DIS.} = U * S * \Delta T = \frac{kcal}{^{\circ}C * h * m^2} * m^2 * ^{\circ}C = \frac{kcal}{h}$$

$$Potencia = \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163 kw}{1 \frac{kcal}{h}} = \frac{kw}{deposito} * N^{\circ} de depositos = kw$$

### 1. U = Coeficiente de transferencia de energía térmica del deposito

El coeficiente total de transferencia de calor, o valor U, se refiere a qué tan bien se conduce el calor a través de una serie de medios resistentes, es decir es la intensidad total de transferencia de calor a través de un material.

El coeficiente total de transferencia de calor está influenciado por el espesor y la conductividad térmica de los materiales a través de los cuales se transfiere el calor. Cuanto más grande el coeficiente, más fácil se transfiere el calor desde su fuente hacia el producto que está siendo calentado. El coeficiente de transmisión de calor (K kcal/°C · m<sup>2</sup> · hora) de un determinado material o conjunto de materiales que forman una pared, puede ser calculado con la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{hc} + \frac{L_{pared}}{\lambda} + \frac{1}{hi}}$$

**Donde:**

**L<sub>pared</sub>** = Espesor del depósito

**λ** = Conductividad térmica

**hc** = Coeficiente superficial de transmisión exterior (dependerá de la velocidad del aire en la bodega)

**hi** = Coeficiente superficial de transmisión interior

El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

**Tabla I-4 Coeficiente superficial de transmisión exterior en función de la velocidad del viento**

Velocidad del aire (m/s)	hc (kcal/°C*m <sup>2</sup> *hora)
0,00	5,50
1,50	10,00
5,00	41,00

**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togoers

En la práctica el coeficiente de transferencia de energía térmica (U) se calcula en función del valor de hc aplicando la siguiente tabla:

**Tabla I-5 Coeficiente de transferencia de energía térmica U**

Material	Espesor (m)	$\lambda$ (kcal/°C*m*h)	U (kcal/°C*m <sup>2</sup> *hora)		
			hc = 5,5	hc = 10	hc = 41
Madera	0,05	0,1	1,46	1,65	1,89
Hormigón	0,1	0,3	0,7	0,74	0,78
Acero	0,03	45	5,4	9,5	34,4
Acero inoxidable	0,003	43	5,34	9,32	32

**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togoers

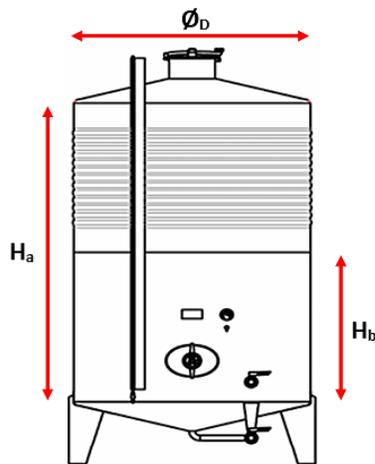
Por lo general el espesor de la chapa de inoxidable para construir el depósito varió desde 1,5 mm para depósitos de 5000 litros hasta 2 mm para depósitos de mayor capacidad. En la tabla se muestra un valor de chapa de 0,03 m esto esta normativa que los cálculos se hacen con este espesor.

## 2. Cálculo de la superficie de los depósitos

La fórmula general para el área total de superficie de un cilindro es:

$$S = (2\pi * r * h) + (2\pi * r^2)$$

Considerando que las canalinas se encuentran solo en la parte superior del tanque que es por donde circulara el líquido refrigerante entonces se tiene que para el cálculo de la superficie del depósito se usará la siguiente fórmula:



$$S = (2\pi * r * H_a) + (2\pi * r^2) - (2\pi * r * H_b)$$

## 3. Diferencia de temperatura

La diferencia de temperatura entre el ambiente de los locales, medida en su centro a 1,5 metros de altura, y la de la superficie interior de los cerramientos no será superior a 4 °C. La temperatura de las zonas de oficinas y servicios debe ser la necesaria para conseguir el bienestar de las personas que desempeñan trabajos con pequeña actividad física, por lo que el óptimo se sitúa entre los 20 °C a 25 °C.

En los locales donde el esfuerzo físico de los trabajadores es superior, y no existen otros requerimientos respecto de la calidad del vino, la temperatura puede alcanzar un mínimo de 15 °C y un máximo de 25 °C. Sin embargo, en aquellas dependencias donde el vino exige unas adecuadas temperaturas de conservación o de crianza, la temperatura en la medida de lo posible debe ser constante a lo largo del año y con un óptimo comprendido entre los 12 °C a 15 °C.

Estas últimas condiciones afectan a locales de almacenamiento de vinos a granel, crianza de vinos en barrica y botella, y también a los almacenes de producto terminado.

En cuanto al recinto de fermentación alcohólica, es una buena norma que se encuentre a una temperatura más bien baja, para facilitar el control de la temperatura de fermentación.

Por último, en cuanto al embotellado de los vinos, se debe tener en cuenta su temperatura para nivelar adecuadamente las botellas antes de su taponado, así como también en su etiquetado, para evitar condensaciones de humedad en el exterior de las botellas, que impedirían una correcta pega do de las etiquetas o las podrían estropear al humedecerlas. Por lo tanto, se tendrá:

$$\Delta T = 4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### **4. Potencia**

La potencia (kW) se refiere a la cantidad de energía que un dispositivo eléctrico consume en un momento dado. Se mide en kilovatios (kW) y representa la rapidez con que se consume la energía. Por ejemplo, una lámpara de 100 vatios (W) consume 100 W de energía por segundo. Esto equivale a 0.1 kW de potencia.

##### **c. Calor disipado de fermentación por CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y alcohol**

En el proceso de elaboración del vino tinto, la fermentación alcohólica (también llamada “tumultuosa”) es la reacción bioquímica exotérmica y anaerobia en la que los azúcares del zumo de la uva o mosto, en presencia de levaduras, se transforman en alcohol etílico (etanol) generando gran cantidad de dióxido de carbono.

Durante las operaciones de bazuqueos delestages y remontados se produce un importante desprendimiento de anhídrido carbónico, así como de vapor de agua y alcohol, este desprendimiento es constante, pero se intensifica durante estas operaciones, que absorben calor contribuyendo a la refrigeración de la masa de la vendimia o mosto en fermentación.

- **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

El dióxido de carbono, gas ácido carbónico o anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), es un compuesto de carbono y oxígeno que existe como gas incoloro en condiciones de temperatura y presión estándar. Durante la fermentación alcohólica, las levaduras transforman el azúcar en etanol y gas CO<sub>2</sub>. Este gas forma las pequeñas burbujas que distinguen a los vinos espumosos de otros vinos llamados “tranquilos”.

- **Etanol (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH)**

Es un líquido incoloro, de olor fuerte e inflamable que se obtiene por destilación de productos de fermentación de sustancias azucaradas o feculentas, como la uva, la melaza, la remolacha o la papa, forma parte de numerosas bebidas (vino, aguardiente, cerveza, etc.) y se emplea principalmente como desinfectante.

El etanol determina el grado alcohólico del vino, es decir, el alcohol etílico que contiene. Por ejemplo, si en la etiqueta figura 14%, ése será el porcentaje de alcohol etílico que contiene el vino. El alcohol es uno de los principales conservantes del vino, a mayor grado alcohólico, más fácil será de conservarlo.

- **Vapor de agua (H<sub>2</sub>O)**

La evaporación del agua es un proceso físico por el cual el agua pasa de estado líquido a estado gaseoso o vapor de agua. Este proceso tiene lugar sobre la superficie del agua a partir de una temperatura determinada y hasta que el espacio se satura de vapor.

La energía necesaria para que se produzca la evaporación y así, superar las fuerzas que mantienen el agua en estado líquido, se le llama calor de vaporación del agua. Este calor de vaporación se alcanza en el punto de ebullición del agua a 100 °C o 212 °F.

- **Calor de vaporización**

Es la cantidad de energía necesaria (cantidad de calor agregado o eliminado de una sustancia) para transformar un gramo de una sustancia líquida en gas a temperatura constante, es decir a para producir un cambio de fase.

- **Calor**

Se entiende por calor como la energía que se transmite desde o hacia un sistema, debido a la diferencia de temperaturas entre el sistema y su medio ambiente.

- **Calor específico**

El calor específico (o capacidad calorífica específica) es la cantidad de energía calorífica necesaria para elevar en un 1 grado la temperatura de 1 kg de masa. Sus unidades en el Sistema Internacional son J/kg K. El calor específico de una sustancia depende de la temperatura.

El calor específico equivale a la capacidad calorífica por gramo. Esto es la cantidad de calor necesaria para aumentar en 1°C la temperatura de un gramo de sustancia. También se habla de capacidad calorífica molar que es el calor necesario para aumentar 1° la temperatura de un mol de sustancia.

- **Cálculo del calor absorbido por desprendimientos de gases o vapores.**

$$Q_V = Q_{CO_2} + Q_{H_2O} + Q_{ET}$$

$Q_V$  = Calor absorbido por desprendimiento de gases o vapores (kcal/hora)

$Q_{CO_2}$  = Absorción de calor por desprendimiento de CO<sub>2</sub> (kcal/hora)

$Q_{H_2O}$  = Absorción de calor por evaporación de agua (kcal/hora)

$Q_{ET}$  = Absorción de calor por evaporación de alcohol (kcal/hora)

### 1. Cálculo de calor por liberación de CO<sub>2</sub>

$$Q_{CO_2} = \frac{\frac{k}{C_p} * v * x}{t}$$

$v$  = Volumen del mosto (litros)

$x$  = Riqueza en azúcares de mosto (g/l) = 229,5 g/l

$t$  = Periodo de fermentación tumultuosa = 6 días = 144 horas

$k/C_p$  = Calor específico, temperatura de fermentación = 0,00740 kcal/g

$$Q_{CO2} = \frac{\frac{k}{Cp} * v * x}{t} = \frac{\frac{kcal}{g} * l * \frac{g}{l}}{h} = \frac{kcal}{h}$$

$$P = \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{kcal}{g}} = \text{kw}$$

## 2. Calor disipado por el agua

$$Q_{H2O} = \frac{0,011 * v * x * h_{fg}}{t}$$

v = Volumen de mosto en fermentación (litros)

x = Riqueza de azúcar del mosto

t = Duración de la fermentación = 6 días = 144 h

h<sub>fg</sub> = Calor latente de vaporización del agua a la T de fermentación = 582,6 kcal/kg

$$Q_{H2O} = \frac{l * \frac{kg}{l} * \frac{kcal}{kg}}{h} = \frac{kcal}{h}$$

$$P = \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{kcal}{g}} = \text{kw}$$

## 3. Calor disipado por etanol

$$Q_{ET} = \frac{0,0135 * v * x * h_{fg}}{t}$$

v = Volumen de mosto en fermentación (litros)

x = Riqueza de azúcar del mosto = 0,2295 kg/l

t = Duración de la fermentación = 6 días = 144 h

h<sub>fg</sub> = Calor latente de vaporización del agua a la T de fermentación = 582,6 kcal/kg

$$Q_{ET} = \frac{l * \frac{kg}{l} * \frac{kcal}{kg}}{h} = \frac{kcal}{h}$$

$$P = \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163 kw}{1 \frac{kcal}{g}} = kw$$

## 6. Estabilización tartárica

El mantenimiento de los vinos a temperaturas cercanas a su congelación, constituye una importante herramienta para conseguir la estabilización de los mismos frente a precipitaciones coloidales y especialmente frente a las sales tartáricas.

En las instalaciones tradicionales, el vino refrigerado se almacena un determinado número de días en depósitos isotérmicos o en cámaras frigoríficas, existiendo otras instalaciones más modernas, donde la estabilización se realiza en continuo.

La finalidad de la estabilización tartárica es evitar la formación de cristales de bitartrato en los vinos jóvenes embotellados, blancos y rosados no tanto así para vinos de crianza, aunque siempre será una decisión del técnico el someter a los vinos a este tipo de estabilidad.

La estabilización tartárica se logra enfriando al vino cercano a su punto de congelación. La temperatura de congelación ( $t_c$ ) se determina fácilmente conociendo la graduación alcohólica de los vinos como sigue:

$$t_c (^{\circ}C) = -\frac{\% vol - 1}{2}$$

Nunca conviene alcanzar la temperatura de congelación, con objeto de evitar la formación de hielo, por lo que la temperatura de tratamiento ( $t_t$ ) se calcula restando 0,5° C a la anterior mente calculada, o bien aplicando la siguiente expresión:

$$T = -\left(\frac{\text{Grado alcohólico}}{2} - 1\right)$$

El equipo de refrigeración debe utilizar un evaporador de cuerpo cilíndrico rascado, debido a la formación de hielo en su superficie de intercambio al pasar el vino directamente a través de él y a las bajas temperaturas del tratamiento (- 4 °C a - 6 °C).

En estas condiciones de funciona miento, con una temperatura de vaporización del fluido frigorígeno más baja que cuando se enfriaba agua para la vendimia, la potencia frigorífica del equipo se reduce en estas condiciones aproximadamente a la mitad, cuestión que debe tenerse en cuenta a la hora de comparar ambas necesidades o potencias frigoríficas.

$$Q_{Estabilizacion} = V * \rho_{Vino} * C_e * (T_e - T_v)$$

V = Volumen del vino (m<sup>3</sup>/h)

$\rho_{vino}$  = Densidad del vino = 990 kg/m<sup>3</sup>

T<sub>e</sub> = Temperatura de estabilización =

T<sub>v</sub> = Temperatura del vino = 25 °C

C<sub>e</sub> = Calor específico del vino = 0,99 kcal/kg\*°C

$$Q_{Estabilizacion} = V * \rho_{Vino} * C_e * (T_e - T_v) = \frac{m^3}{h} * \frac{kg}{m^3} * \frac{kcal}{kg * ^\circ C} * ^\circ C = \frac{kcal}{h}$$

$$P = \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163 kw}{1 \frac{kcal}{h}} = kw$$

### 1.15.5. Descube

El descube es la operación de vaciado del depósito que contiene la vendimia fermentada, pudiendo hacerse de dos formas: una primera escurriendo o sangrando el vino por las válvulas laterales o de fondo, y a continuación sacando los orujos con destino a su prensado para terminar de extraer el vino que contienen, y otra segunda homogenizando mediante un activo remontado el sombrero con el vino elaborado, descubando el conjunto obtenido por medio de una bomba, separándose a continuación el vino de los hollejos mediante un sistema de escurrido y prensado.

El descube de la vendimia es independiente de la fermentación alcohólica, teniendo más bien que ver con el proceso de maceración deseado, determinándose el tiempo de encubado en función del tipo de vino a elaborar y de lo que permita la calidad de la vendimia tinta elaborada.

Los encubados pueden clasificarse en los siguientes tipos:

- **Encubados cortos**

Realizados antes de finalizar la fermentación alcohólica, con una duración variable de 4 a 5 días, y destinados a obtener vinos tintos jóvenes con sensaciones gustativas de suavidad.

El mosto-vino posiblemente todavía contiene azúcares y debe finalizar la fermentación alcohólica en «virgen» en ausencia de los hollejos.

- **Encubados medios**

Efectuados al cabo de 6 a 10 días y recién terminada la fermentación alcohólica, con objeto de obtener vinos tintos jóvenes mejor equilibrados o bien cuando la vendimia presenta algún problema.

- **Encubados largos**

Realizados después de 2 a 3 semanas y algunas veces más, destinados a obtener vinos de guarda o crianza, de estructura más compleja y tánica necesaria para permitir los procesos de crianza. Los tiempos de encubados dependen de los siguientes factores:

- **Variedad de uva**

Las variedades más ricas en polifenoles son aptas para producir vinos de crianza y por lo tanto permiten encubados más largos, mientras que las más pobres deben ser de encubado más reducido, siendo incluso contraproducente forzar un período de encubado largo.

- **Maduración de la vendimia**

Las maduraciones insuficientes no admiten un encubado largo, pudiendo aparecer matices de verdor defectuosos, sucediendo lo contrario con las buenas maduraciones, donde las maceraciones largas permiten una adecuada extracción fenólica sin defectos.

- **Dispositivos de encubado**

Permiten encubados más cortos o más largos, dependiendo de su funcionamiento en lo referente a la activación de la maceración, o a los peligros de alteraciones físicas o microbianas de la vendimia derivados de su construcción.

- **Tipos de vinos a elaborar**

Los vinos de crianza exigen generalmente tiempos largos de encubado, mientras que en los jóvenes conviene que el tiempo de encubado sea más reducido.

- **Estado sanitario de la vendimia**

Las vendimias defectuosas obligan a un encubado corto, sobre todo aquellas atacadas de enfermedades criptogámicas, especialmente las podridas por *Botrytis cinerea*, donde la enzima lacasa puede producir una importante oxidación. Siendo necesario realizar un sulfitado del vino descubado, con dosis elevadas de anhídrido sulfuroso de más de 5 gramos/hl. La adición de taninos en fermentación contribuye a evitar las oxidaciones.

### **1.15.6. Prensado**

En la producción de vino de calidad, el prensado juega un papel fundamental. Se trata de una operación en la que se aplica presión por medio de una prensa tanto a uvas como a racimos, orujos o restos del sombrero con el objetivo de extraer zumo, mosto o vino.

Aunque existen multitud de procedimientos de prensado de la uva, los sistemas neumáticos horizontales son los más comúnmente utilizados. Las prensas son las principales máquinas de una bodega de elaboración de vinos. Se utilizan indistintamente para la extracción de mostos en las vendimias frescas, generalmente blancas, y para vinos en las vendimias fermentadas, normalmente tintas. En el primer caso, la vendimia puede ser prensada directamente entera o bien someterse a un proceso de estrujado previo, lográndose de este modo una importante economía en el volumen disponible de prensado y una optimización de los rendimientos del mismo; aunque la calidad de las producciones parece estar más cercanas a la uva prensada entera.

- **Tiempo de prensado**

Se divide en tres períodos distintos: carga de la prensa durante la cual la vendimia escurre una importante cantidad de vino o mosto, prensado propiamente dicho con los sucesivos ciclos de prensado y operaciones secundarias de vaciado y limpieza. En los sistemas de prensado continuos se distingue el tiempo de trabajo efectivo, en el cual funciona el tornillo sinfín, de los tiempos muertos destinados a otras operaciones.

**Tabla I-6 Clasificación de las prensas vinícolas**

Posición del cilindro-filtro	Forma de energía sobre el órgano de presión	Órgano de presión	Ritmo de funcionamiento	Nombre común
Vertical	Hidráulica	Platos	Discontinuo y cíclico	Prensa vertical
Horizontal	Hidráulica	Platos	Discontinuo y cíclico	Prensa horizontal hidráulica de platos
Horizontal	Mecánica	Platos	Discontinuo y cíclico	Prensa horizontal de platos
Horizontal	Neumática	Membrana	Discontinuo y cíclico	Prensa de membrana
Horizontal	Mecánica	Sinfín	Continuo	Prensa continua
Horizontal	Mecánica	Tejido	Continuo	Prensa de bandas

**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togores

**Tabla I-7 Ventajas y desventajas de los tipos de prensas**

Tipo de prensa	Ventajas	Inconvenientes
Prensa vertical	<ul style="list-style-type: none"> <li>— La presión se realiza sin excesiva rotura de los orujos.</li> <li>— El mosto o vino obtenido es muy limpio, con pocos fangos o turbios.</li> <li>— Posibilidad de prensado de racimos enteros sin estrujar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— El gran espesor de la masa de orujos obliga a presiones elevadas y a veces a colocar esteras de drenaje (prensas enfardadoras).</li> <li>— Desmenuzado manual con peligro de oxidaciones.</li> <li>— Necesidad de numerosos prensados sucesivos, que alargan el tiempo de prensado. Vaciado manual.</li> <li>— Son prensas inamovibles.</li> <li>— Elevado número de prensas.</li> </ul>
Prensa horizontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Desmenuzado automático, que facilita las operaciones de prensado y aumenta su rapidez.</li> <li>— Presión de prensado relativamente baja.</li> <li>— Posibilidad de prensado de racimos enteros sin estrujar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Chorreo del mosto y fuerte aireación.</li> <li>— Mostos o vinos más turbios.</li> <li>— Rotura o dislacerado de orujos.</li> </ul>
Prensa de membrana	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Gran superficie de presión, con presiones muy reducidas.</li> <li>— Desmenuzado automático, que facilita las operaciones de prensado y aumenta su rapidez.</li> <li>— Respeto de la integridad de los orujos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Mostos o vinos más turbios.</li> </ul>
Prensa continua de tornillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Extracción muy rápida del mosto o vino.</li> <li>— Elevado rendimiento, facilidad de trabajo y economía de mano de obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Prensado violento, con triturado de orujos y pepitas.</li> <li>— Vinos o mostos muy macerados y a veces muy turbios.</li> </ul>

**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togores

- **Cálculo de la capacidad de la prensa**

Para el dimensionamiento de la prensa se tendrá en cuenta que el orujo representa aproximadamente el 16% de la uva y considerando la capacidad útil de los depósitos dejando un espacio de cabeza del 15 % se tiene:

$$\mathbf{Capacidad\ util = Capacidad\ del\ deposito * 85\%}$$

$$\mathbf{Orujo = Capacidad\ util * 16\% = 2.800\ kg}$$

- ✓ Tiempo de llenado (TLL)
- ✓ Tiempo de prensado (TP)
- ✓ Tiempo de vaciado y limpieza (TV)
- ✓ Tiempo total (TT) = h/prensado
- ✓ Horas de trabajo = 8 horas/día = 480 min/día

$$TT \rightarrow 1\ \text{prensado}$$

$$480\ \text{minutos} \rightarrow x$$

$$\mathbf{x = N^\circ\ de\ prensados/dia}$$

$$\mathbf{Capacidad\ de\ la\ prensa = \frac{kg\ de\ orujo\ a\ prensar}{N^\circ\ de\ prensados\ al\ dia}}$$

### 1.15.7. Bombas de circulación

La impulsión del mosto o vino por las conducciones preparadas al efecto, puede realizarse por medio de la gravedad cuando existan desniveles suficientes, o bien por medio de contra presión con un gas comprimido que suele ser aire, producido por un compresor central y acumulado en un depósito pulmón de capacidad suficiente y a una presión entre 0,5 a 2,0 bar, utilizando tuberías de diámetro entre 20 a 30 mm, o por último y de manera más frecuente, median te el empleo de bombas mecánicas.

Las bombas para transportar y elevar líquidos son unas de las máquinas más importantes y frecuentes que se pueden encontrar en las bodegas, utilizándose desde el transporte de la vendimia, pasando por el movimiento de vinos en los sucesivos trasiegos entre recipientes, o como medio de alimentación de diversas máquinas, como por ejemplo filtros, centrífugas, llenadoras, etc.

- Las bombas alimentarias de uso enológico deben cumplir las siguientes condiciones: Funcionamiento en régimen continuo, sin choques ni turbulencias.
- Polivalencia en el movimiento de mostos cargados de turbios o de vino limpios.
- Funcionamiento estanco, impidiendo la total entrada de aire en el mosto o vino transportado.
- Capacidad de regulación de caudales y presiones.
- Bombas siempre impulsoras, pero también con capacidad de aspiración o autoaspirantes.
- Maquinaria fácil de limpiar, sobre todo en su interior sobre los restos de mosto o vino. Construcción con materiales inertes a los mostos o vinos, y resistentes frente a posibles corrosiones por los ácidos.
- Instalación sobre ruedas o carretilla para facilitar su transporte en la bodega.

Las bombas enológicas se dividen en dos grandes grupos: las volumétricas y las centrífugas o rotativas sin válvulas. A su vez, dentro de las primeras se subdividen en otros dos apartados: las de émbolo o pistones con válvulas, y las rotativas volumétricas sin válvulas.

Sabiendo que una bomba puede atender de 1 a 4 depósitos, para el cálculo del número de bombas suficientes para realizar los trabajos se parte del siguiente análisis.

$$N^{\circ}_{Bombas} = \frac{N^{\circ} \text{ de depósitos}}{\frac{N^{\circ} \text{ de depósitos}}{\text{bomba}}}$$

Para dimensionar las bombas a utilizar se tomarán muchos factores en cuenta y se deberá redondear cantidades. Otro factor que hay que tomar en cuenta es que no solo se tendrán bomba centrífugas también se añadirán bombas a pistón de rotor y periféricas.

#### **1.15.7.1. Características de la bomba**

Hay que tener en cuenta el recorrido que hace la pasta de vendimia.

1. Sale del depósito a través de la válvula de mariposa con un diámetro nominal.

2. Pasa por un tramo de manguera con un diámetro y longitud correspondiente.
3. Pasa a través de un ensanchamiento brusco (de “x” metros a “y” metros de diámetro), pasa a la bomba de diámetros de entrada y salida de “y” metros, de la bomba a un ensanchamiento brusco (de “y” metros a “x” metros de diámetro).
4. pasa al tubo de remontado de acero inoxidable AISI-316, de diámetro “x” metros, pasando por un codo de 90° en su llegada al difusor del depósito.

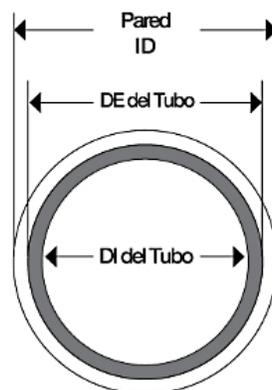
Para realizar el movimiento de mosto la bomba, mangueras, codos, válvulas provocan pérdidas por carga las cuales se tiene que calcular.

#### a. Pérdidas de carga

La pérdida de carga en una tubería o canalización es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce. Las pérdidas pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares, accidentales o localizadas, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección, la presencia de una válvula, medidores, codos, accesorios, etc.

#### • Diámetro nominal

El diámetro nominal (DN) de un tubo corresponde a su diámetro interior. De conformidad con la norma EN ISO 6708, el diámetro nominal debe indicarse como sigue: DN 50. La figura sin la unidad después de la abreviatura «DN» corresponde aproximadamente al diámetro de la tubería interior en milímetros.



- **Ecuación de Fanning**

Ecuación que expresa la pérdida de energía por rozamiento (F) en un flujo interno de fluido, en función de la velocidad media de este (V), del diámetro (D) y de la longitud (L) de la conducción.

$$h_p = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$h_p$  = Pérdida de carga primaria (m)

$V$  = Velocidad lineal del fluido (m/s)

$g$  = Aceleración de la gravedad

$L$  = Longitud del tramo de tubería analizado (m)

$D$  = Diámetro interno de la tubería (m)

$f$  = Factor de fricción

- **Perdidas de carga primaria**

Estas pérdidas se deben al rozamiento del fluido, en este caso la pasta de vendimia, con las paredes de las tuberías. La pérdida de carga viene dada por la ecuación de Fanning.

$$h_p = f * \frac{l}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Para realizar el cálculo de las pérdidas de carga primarias se toma como valor correspondiente a L el mayor recorrido posible que tendrá que realizar el mosto en nuestro caso. Se tendrá en cuenta la altura del depósito de “X” m<sup>3</sup> de capacidad, el cual deberá ser el más grande de todos, se debe tener en cuenta con las patas, el radio de éste y el tramo de manguera del depósito a la bomba.

$$L_{Total} = L_{Deposito} + r_{Deposito} + L_{Manguera}$$

Para el cálculo del factor de rozamiento “4f” se utiliza el Diagrama de Moody. Para ello es necesario conocer la rugosidad relativa ( $\epsilon/D$ ) y el Número de Reynold (N° Re).

- **Numero de Reynolds**

Número de carácter adimensional que establece la relación entre las fuerzas de tipo inercial y las viscosas de un fluido en constante movimiento. Se puede aplicar a cualquier tipo de fluido, por ejemplo, en conductos de tipo circular o no circular, en canales abiertos o en cuerpos sumergidos.

Al movimiento de un fluido se le llama flujo. Las fuerzas viscosas son aquellas que se oponen al movimiento libre del fluido por el rozamiento interno de sus partículas. Las fuerzas de inercia son aquellas que tiene cualquier cuerpo que sufre una aceleración o una deceleración.

Si el Número de Reynolds es inferior a 2000, la corriente se encuentra en régimen laminar, si el Número de Reynolds se encuentra entre 2000 y 4000, la corriente se encuentra en régimen intermedio y si el Número de Reynolds es superior a 4000, la corriente se encuentra en régimen turbulento.

- **Flujo laminar**

Es uno de los dos tipos principales de flujo en fluido. Se llama laminar o corriente laminar, al movimiento de un fluido cuando este es ordenado, estratificado, suave. En un flujo laminar el fluido se mueve en laminas paralelas sin entremezclarse y cada partícula de fluido sigue una trayectoria suave, llamada línea de corriente.

- **Flujo intermedio**

También llamado flujo crítico, existe cuando el caudal se incrementa después de estar en flujo laminar hasta que las láminas comienzan a ondularse y romperse en forma brisca y difusa.

Se determina cuando el número de Reynolds tiene valores entre 2.000 y 4.000. Un flujo puede ser también laminar y turbulento intermitentemente, esto puede ocurrir cuando  $Re$  se aproxima a un número  $Re$  crítico de 2.000, puesto que  $Re$  menores que este son todo para flujos laminares. El flujo intermedio tiene características tanto del flujo laminar como del turbulento.

- **Flujo turbulento**

En mecánica de fluidos, se llama flujo turbulento o corriente turbulenta al movimiento de un fluido que como por se da en forma caótica, en que las partículas se mueven desordenadamente y las trayectorias de las partículas se encuentran formando pequeños remolinos aperiódicos.

- Las partículas el fluido no se mueven siguiendo trayectorias definidas
- La acción de la viscosidad es despreciable
- Las partículas del fluido poseen energía de rotación apreciable, y se mueven en forma errática chocando unas con otras. Al entrar las partículas del fluido a capas de diferente velocidad, su momento lineal aumenta o disminuye y el de las partículas vecinas la hacen en forma contraria.

$$N_{Re} = \frac{D * V * \rho}{\mu}$$

Teniendo en cuenta los valores de las variables correspondientes para el mosto a la temperatura de trabajo se tiene:

$$Q = V * S$$

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

V = Velocidad del fluido (m/s)

S = Área de la sección transversal de la tubería (m<sup>2</sup>)

De donde:

$$S = \frac{\pi * D^2}{4} = m^2$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{m}{s}$$

- **Rugosidad**

En el interior de los tubos comerciales existen protuberancias o irregularidades de diferentes formas y tamaños cuyo valor medio se conoce como rugosidad absoluta (K), y que puede definirse como la variación media del radio interno de la tubería.

Un mismo valor de rugosidad absoluta puede ser muy importante en tubos de pequeño diámetro y ser insignificante en un tubo de gran diámetro, es decir, la influencia de la rugosidad absoluta depende del tamaño del tubo. Por ello, para caracterizar un tubo por su rugosidad resulta más adecuado utilizar la rugosidad relativa ( $\epsilon$ ), que se define como el cociente entre la rugosidad absoluta y el diámetro de la tubería.

Expresa la resistencia a la corriente del fluido creada por los lados y el fondo de un canal.

- **Diagrama de Moody**

El diagrama de Moody (también conocido como gráfico de Moody) es usado en ingeniería para representar en escala doblemente logarítmica del factor de fricción en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa de una tubería.

Por lo general el dato de rugosidad no hay tablas para hacer referencia, lo que se hace es tomar el dato de los fabricantes tomando un promedio de la rugosidad relativa se considera la tubería de acero inoxidable cuya rugosidad absoluta es  $\epsilon = 0.05$ . A partir de este valor y del diámetro interno de la tubería, obtenemos la rugosidad relativa según la gráfica:  $\frac{\epsilon}{D}$

Con los valores de  $\epsilon/D$  y  $N_{Re}$  se obtiene el factor de fricción ( $f$ ) en el diagrama de Moody.

Con estos valores y sustituyendo en la ecuación de Fanning obtenemos la pérdida de carga en la tubería debida a las pérdidas primarias.

$$h_p = f * \frac{l}{D} * \frac{V^2}{2g} = f * \frac{m}{m} * \frac{\left(\frac{m}{s}\right)^2}{2 * \frac{m}{s}} = m$$

- **Perdidas de carga secundaria**

Estas pérdidas son debidas a los accesorios necesarios para la canalización del fluido a través de las tuberías, como son válvulas, codos, etc.

Para el cálculo de las pérdidas secundarias debidas a los accesorios se tiene en cuenta la longitud equivalente, que es la longitud de tubo recto que daría lugar a unas pérdidas de carga igual a las que originan los accesorios.

Para el cálculo de estas se utilizan tablas.

**Tabla I-8 Longitud equivalente de tubo recto del mismo diámetro en metros**

Accesorio	L <sub>e</sub> (m)
Válvula mariposa	0,33
Codo de 90°	0,5
Ensanchamiento brusco (50 mm - 80 mm)	0,99
Contracción brusca (80 mm - 50 mm)	0,55

**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togores

La pérdida de carga para los distintos accesorios viene dada por la ecuación de Fanning

$$h_s = f * \frac{l}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Por lo tanto, la altura total será:

$$h_{Total} = h_p + h_s$$

### **b. Altura útil**

La altura útil (H) es la energía que debe transmitir la bomba al fluido. Se calcula aplicando la Ecuación de Bernoulli entre dos puntos, de aspiración y descarga de la bomba.

- **Ecuación de Bernoulli**

La ecuación de Bernoulli expresa la igualdad del trabajo por unidad de volumen de fluido (P2-P1) a la suma de las magnitudes energía potencial y cinética por unidad de volumen que tienen lugar en el flujo. Esta ecuación también puede interpretarse en función de presiones. Por lo tanto, esta ecuación nos proporciona información valiosa sobre cómo la presión, la velocidad y la altura de un fluido están interrelacionadas.

Podemos utilizarla para comprender fenómenos como el flujo de un líquido a través de una tubería, el vuelo de un avión o incluso el comportamiento de un barco en el agua.

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + H = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_{f1-2}$$

Despejando H se obtiene:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + (z_2 - z_1) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + h_{f1-2}$$

$(z_2 - z_1)$  = Diferencia de cotas entre los puntos considerados

$\frac{P_2 - P_1}{\rho g}$  = Diferencia de presiones entre la descarga y la aspiración

$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$  = Diferencia de velocidad entre la descarga y la aspiración

$h_{f1-2}$  = Pérdidas de carga totales exteriores a la bomba

### c. Altura de aspiración

La altura de aspiración en una bomba se refiere a la presión (presión negativa) en el lado de aspiración de la bomba. La presión puede medirse desde la línea central de la parte hidráulica de la bomba hasta la superficie del agua en el lado de aspiración de la bomba. La altura neta positiva de aspiración (NPSH) se diferencia en dos: la NPSH requerida y la NPSH disponible.

- **Altura de aspiración requerida (NPSH<sub>r</sub>)**

Es una característica de la bomba dependiente del diseño de la misma. Representa la energía necesaria para llenar la parte de aspiración, y vencer las pérdidas por rozamientos y aumento de velocidad desde la conexión de aspiración de la bomba hasta el punto donde se incrementa la energía. Debe ser proporcionada por el fabricante.

- **Altura de aspiración disponible (NPSH<sub>d</sub>)**

Es la energía del líquido en el punto de aspiración de la bomba, por encima de la energía del líquido debida a su presión de vapor.

Representa la máxima energía por unidad de peso que el fluido puede perder sin convertirse en vapor.

Es decir:

$$NPSH_d = \frac{P_{ent.} - P_{sal.}}{\rho g} + (z_2 - z_1) - h$$

Para seleccionar la bomba se debe cumplir que:

$$NPSH_d > NPSH_r$$

Esto significa que para que el funcionamiento de la bomba sea el adecuado y no existan problemas de cavitación (formación de burbujas de vapor) la energía que posee el líquido a la entrada de la bomba debe ser mayor que la estipulada por el fabricante como necesaria. Normalmente se exige que  $NPSH_d$  sea al menos un 20% superior al  $NPSH_r$ .

- **Cavitación**

En la mecánica de fluidos, se conoce como cavitación un fenómeno que se puede producir en los líquidos sometidos a determinadas condiciones. Consiste en la formación de burbujas de vapor en el líquido por efecto de los cambios bruscos de presión o velocidad, y afecta especialmente a sistemas hidráulicos en cuyo funcionamiento tienen lugar esos cambios.

Las burbujas aparecen en aquellos puntos en que la velocidad del fluido es mayor y la presión experimenta una disminución notable, lo que provoca el paso del estado líquido al gaseoso del fluido. Esas burbujas o cavidades (palabra de la que deriva el término) se mueven hacia zonas con una presión más elevada que las hace implosionar y, por lo tanto, volver súbitamente al estado líquido.

En general, las consecuencias del fenómeno son la creación de turbulencias y fricciones en el líquido, lo que comporta una pérdida de rendimiento en el sistema afectado. En un sistema de circulación forzada para la refrigeración de un motor, la existencia de cavitación puede dificultar e incluso impedir el buen desplazamiento del líquido.

También puede ocasionar la corrosión del metal que se encuentre en contacto con el punto en que se generan las cavidades.

#### **d. Potencia útil**

La potencia útil,  $W$ , es la potencia neta que comunica la bomba al fluido, es decir, representa la potencia invertida en impulsar el caudal útil a la altura útil.

Se utiliza la siguiente expresión:

$$W = Q * \rho * g * H$$

**W:** Potencia útil (W).

**Q:** Caudal que suministra la bomba (m<sup>3</sup>/s)

**$\rho$ :** Densidad del fluido (Kg/m<sup>3</sup>)

**H:** Altura útil (m)

- **Potencia de accionamiento**

La potencia de accionamiento, potencia al freno o potencia en el eje, no es la potencia absorbida de la red eléctrica, sino la potencia que absorbe la bomba desde el motor eléctrico. La potencia de accionamiento o potencia en el eje de la bomba,  $W_a$  se evalúa en función del rendimiento total según la expresión:

$$W_a = \frac{W}{\eta_{Total}}$$

El rendimiento total de la bomba,  $\eta_{Total}$  es el producto de tres rendimientos: hidráulico, volumétrico y mecánico. Se estima un rendimiento global en torno al 50%. De forma que la potencia de accionamiento a instalar debe ser:

$$W_a = \frac{W}{50\%}$$

- ✓ **Rendimiento de maquinarias**

Rendimiento o producción es la cantidad de trabajo que se realiza en la unidad de tiempo.

Para las maquinarias, es el volumen de material trabajado (excavado, transportado, compactado, etc.) por hora, medido según la especificación.

Considerando todos los factores anteriormente mencionados las características que deberá tener la bomba a seleccionar serán las siguientes:

- **Fluido a impulsar** = Mosto
- **Caudal** =  $m^3/h$
- **Altura útil** = m
- **Carga neta de aspiración requerida** =  $NPSH_r \leq x$
- **Potencia de accionamiento** =  $H_p$

#### 1.15.8. Fermentación malo láctica

La fermentación maloláctica es la transformación del ácido málico contenido en el vino, hacia ácido láctico como producto final, siendo realizada por la intervención de las bacterias lácticas existentes en el mismo.

Por lo tanto, el término fermentación que la define no es muy correcto, debiéndose más bien utilizar otros más acordes con el proceso, tales como: degradación o metabolismo maloláctico. Este proceso es la consecuencia natural de la evolución de la vendimia, primero con la fermentación alcohólica producida por las levaduras obteniéndose vino, y sobre éste desarrollándose en pocos días la fermentación maloláctica realizada por las bacterias lácticas.

La fermentación maloláctica produce un conjunto de modificaciones en el vino, que en unos casos puede ser aconsejable e incluso beneficiosa, pero que en otros no es conveniente que éste la haga, llegando incluso en este último caso a convertirse en un defecto o alteración. Conviene señalar, además, que el metabolismo de las bacterias lácticas sobre otros componentes de los vinos distintos al ácido málico, tales como: azúcares, ácido cítrico, ácido tartárico, glicerina, etc., suponen el desarrollo de graves alteraciones o enfermedades en los mismos, y solamente en el caso de desear una fermentación maloláctica, es cuando estos microorganismos resultan beneficiosos para el vino.

- **Temperatura**

La temperatura es uno de los factores de mayor importancia en el desarrollo de una fermentación maloláctica, encontrándose dos extremos de 10 °C y 30 °C, sobrepasados los cuales la actividad de las bacterias lácticas es prácticamente nula, encontrándose la temperatura óptima de desarrollo entre los 20 °C a 23 °C. Estas condiciones se refieren a vinos con una graduación alcohólica entre 12% vol. a 14% vol. mientras que, si su graduación alcohólica fuese inferior, entonces el óptimo de actividad se podría elevar hasta los 25 °C a 30 °C según la riqueza en alcohol.

#### **1.15.9. Trasiegos**

El trasiego consiste en cambiar el contenedor del vino. Durante este proceso, se separa el jugo de los sedimentos sólidos almacenados en el fondo durante la fermentación. Al mismo tiempo, el vino se oxigena para que los aromas evolucionen de forma controlada por el enólogo.

#### **1.15.10. Filtración**

La filtración es una técnica general de separación de dos fases: una sólida y la otra líquida, haciendo pasar esta suspensión a través de un material poroso que constituye el filtro, donde se retiene la fase sólida, y dejando fluir a su través el líquido, que sale con un mayor o menor grado de limpieza en función del material filtrante utilizado.

Por lo tanto, un filtro es un aparato formado por un soporte permeable sobre el que se dispone de una capa filtrante, y de un sistema mecánico más o menos complejo, que asegura la circulación a presión constante del líquido turbio y también la evacuación del mismo líquido filtrado y limpio.

- Suspensión sólido – líquido: líquido turbio o de alimentación.
- Líquido obtenido: filtrado o permeado.
- Material poroso: medio filtrante.
- Sólidos retenidos: retenido o torta.
- Mecanismo que soporta el material poroso y que posibilita la filtración: filtro.

**Tabla I-9 Tipos de filtración**

<b>Tipo de filtración</b>	<b>Segunda precapa</b>	<b>Aluvionado</b>
Desbaste	500-600 g/m <sup>2</sup>	20-50 g/hl
Clarificante	800-1.000 g/m <sup>2</sup>	30-80 g/hl

**Fuente:** Tratado de enología Tomo II-2 edición. Togo

- **Cálculo de la superficie de filtración**

Para esto se debe tener en cuenta el ciclo de fermentación, es decir las horas de trabajo y el tiempo por ciclo considerando el tiempo de preparado y lavado del filtro. Una filtración promedio debe ser de 1000 L hm<sup>2</sup> y el valor de la presión no deben estar mayores 0,1 a 0,2 bares es un valor que se adopta para calcular la superficie de un filtro de diatomeas. Pero por lo general esto no se cumple porque depende mucho que la limpidez de un vino para tener estos.

El aforo o velocidad instantánea de filtración es la cantidad de líquido expresada en litros, que fluye en un minuto de tiempo a través de 1 m<sup>2</sup> de superficie filtrante eficaz, bajo la presión de 1 kg/cm<sup>2</sup>.

El rendimiento de filtración es la cantidad de líquido expresada en litros, que puede pasar a través de 1 m<sup>2</sup> de superficie filtrante eficaz, a la presión de 1 kg/cm<sup>2</sup>, hasta que deje de fluir o éste comience a salir velado o turbio.

Estos parámetros dependen de las características del líquido a filtrar: naturaleza de los sólidos en suspensión, viscosidad y tensión superficial, así como también del medio filtrante utilizado: materia filtrante, superficie filtrante y presión diferencial.

✓ Jornada laboral = 8 h

Pf = Preparado del filtro = 1 h

Lf = Lavado del filtro = 1 h

Ct = Ciclo de trabajo = 6 h

Lf = Litros filtrados

$$L_f = 1.000 \frac{l}{h * m^2} * T_{Trabajo} = \frac{l}{m^2}$$

$C_d$  = Capacidad de los depósitos (Litros)

$N_f$  = N° filtraciones/día

$$Q = C_d * N_f = \frac{l}{dia}$$

$$\text{Litros/ciclo} = \frac{Q}{N^\circ \text{ filtraciones /dia}} = \frac{l}{ciclo}$$

Para obtener la superficie necesaria del filtro se tiene:

$$S = \frac{1m^2}{L_f} * \text{Litros/ciclo} = m^2$$

#### 1.15.11. Crianza en madera

La crianza de vinos se define como un proceso de envejecimiento y maduración de un vino para conseguir los mejores aromas y matices, ya sea en barricas, en depósitos o en la propia botella.

- **Crianza en madera**

Lenta y suave oxidación en un envase de un tipo de madera y capacidad determinada.

- **Barrica**

Una barrica, cuba, o tonel es un recipiente de madera utilizado para la crianza de vino. La barrica oxigena el vino lentamente y le aporta textura y aroma para suavizar su sabor. Suelen tener una capacidad de 220 litros. Si es de 225 litros es llamada "barrica bordelesa".

- **Durmientes**

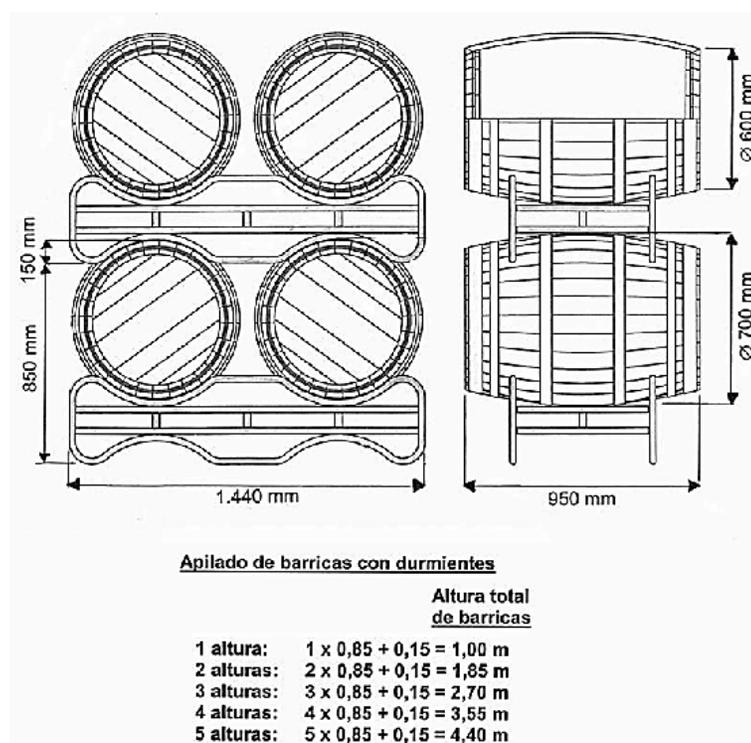
Soportes de gran robustez para apilar convenientemente las barricas en la bodega.

- Cálculo del número de barricas y durmientes

$$N^{\circ} \text{ Barricas} = \frac{\text{Litros de vino}}{\text{Litros por barrica}}$$

$$N^{\circ} \text{ Durmientes} = \frac{N^{\circ} \text{ de barricas}}{N^{\circ} \text{ de barricas por durmiente}}$$

Figura 1-13 Apilado de barricas con durmientes



Fuente: Tratado de enología Tomo II-2 edición. Togoeres

### 1.15.12. Embotellado

El embotellado, en la industria vitícola, es el proceso de introducir el vino en una botella generalmente de vidrio, este proceso es el último por donde pasa el vino para su posterior comercialización, la línea de embotellado tiene varias operaciones como son enjuagado, llenado y taponado y todas ellas se realizan con un mismo equipo denominado el tribloc, así de esta manera ahorrar espacio, dinero y energía, facilitando el trabajo por tener una sincronización de las tres etapas.

- **Cálculo de la capacidad de la embotelladora**

$V_v$  = Volumen de vino (litros)

$$N^{\circ} \text{ de botellas} = V_v * \frac{1 \text{ botella}}{0,75 \text{ l}}$$

Se deberá hacer la suposición que la maquina funcionará 2 meses reales de llenado, unos 44 días hábiles de trabajo.

**Jornada laboral** = 8 horas

**Tiempo de embotellado** = 6 horas

$$\text{Horas totales} = 44 \text{ dias} * \frac{6 \text{ horas}}{\text{dia}} = 264 \text{ horas}$$

Por lo tanto:

$$\text{Capacidad} = \frac{N^{\circ} \text{ de botellas}}{\text{Horas totales}} = \frac{N^{\circ} \text{ botellas}}{\text{hora}}$$

Este tipo de máquinas se las adquiere de catalogo por lo que hay que ajustarse a las capacidades de los fabricantes de las mismas y hay que prever futuros ampliaciones de la futura bodega, porque básicamente es el equipo que tendrá el más alto costo de adquisición. Para abaratar costos la mejor opción es una tri bloc que tiene incorporado enjugadora, llenadora y encorchadora.

- **Deposito pulmón**

Estará en función de la capacidad de la llenadora (tribloc)

$$\text{Volumen} = \text{Capacidad llenadora} * \frac{\text{Horas embotellado}}{\text{día}} = \text{Litros}$$

### 1.15.13. Encapsulado – etiquetado

- **Encapsulado**

Las capsulas sirven para proteger al corcho tanto de suciedad y polvo como de otros aspectos que pueden estropear el vino, como es la humedad o, por el contrario, la sequedad.

Por otra parte, también tienen una función estética, convirtiéndose tanto en un elemento decorativo para la botella como en una forma de reconocer el vino o la bodega por parte de los consumidores.

Cabe destacar que en las bodegas no se encapsula el vino recién embotellado. El momento de encapsularlo coincide con el de etiquetado y, por norma general, suele darse cuando el vino va a salir a la venta. Por ejemplo, los vinos que requieren de un proceso de crianza en botella no se encapsulan hasta que este se haya cumplido.

- **Etiquetado**

El etiquetado es el principal medio de comunicación entre los productores y el consumidor, y nos permite conocer el alimento, su origen, su modo de conservación, y los ingredientes que lo componen.

- ✓ **Etiqueta**

Es la principal carta de presentación de un vino. Lo que más destaca es el nombre y el logo de la bodega productora de ese vino. Así que, esto es uno de los principales aspectos que nos condicionarán a la hora de elegir el vino. Conocer la marca nos dará una cierta garantía de calidad.

Además, en la etiqueta estará la clasificación del vino. Esta información es obligatoria y nos indicará el amparo bajo el cual se rige el vino: Denominación de Origen, Vino de la Tierra, Vino de Pago, etc.

A veces en la etiqueta y otras en la contraetiqueta, aparecerá la añada, el año de recogida de la uva a partir de la cual se ha elaborado el vino. Este dato es muy importante, ya que la calidad de la uva varía de una temporada a otra. Hay muchos condicionantes que lo provocan, como puede ser el clima.

La añada también nos permitirá conocer la edad del vino que se diferencia uno de otros por el tiempo que ha pasado en bodega y embotellado. Nos encontraremos con vinos joven, crianza, reserva y gran reserva, fundamentalmente.

### ✓ **Contraetiqueta**

Aparece en la parte posterior de la botella. Probablemente, la información más relevante que encontramos sea el tipo de uva.

Esto nos indica la variedad o variedades de uva que se han empleado para su elaboración. También aparecerá el porcentaje de volumen de alcohol, que nos mostrará el grado de alcohol en relación al volumen de la botella.

Normalmente, los vinos suelen tener una graduación entre el 11% y el 13%, aunque hay algunos más suaves con un 6% y otros más fuertes, llegando incluso al 20%.

La selección de las máquinas será en función de la capacidad de la llenadora.

#### **1.15.14. Crianza en botella**

La crianza en botella es la etapa posterior a la fase oxidativa (en barrica), es cuando concluye el envejecimiento del vino cumplimentando su estado evolutivo al enriquecer sus sabores. En la botella se afina y se redondea, potenciando su aroma de la mano de las sustancias existentes en el ambiente reductor (sin oxígeno) de la misma.

De este modo adquiere una mayor complejidad y elegancia, prueba de ello es que la crianza en botella de los grandes vinos puede alargarse durante muchos años.

El envasado se hará en botellas de 0,75 L de capacidad con las características que se definirán a futuro, pero luego de una crianza oxidativa el vino se embotellara y hará una crianza reductiva ya sea formando estivas de botellas o se pondrá en jaulones metálicos para optimizar el espacio en la bodega.

- **Cálculo del número de jaulas de botellas**

**Capacidad de la botella** = 750 ml

**Nº de botellas para crianza** =  $9.600 \text{ l} = 12.800 \text{ botellas}$

**Capacidad por jaula** = 588 unidades

$$N^{\circ} \text{ jaulas} = \frac{N^{\circ} \text{ botellas}}{N^{\circ} \frac{\text{botellas}}{\text{jaula}}}$$

#### 1.15.15. Almacenado y distribución

Los canales de distribución son los recursos por los que se producen los desplazamientos de los productos hasta llegar al consumidor final.

#### 1.15.16. Montacargas

Una carretilla elevadora, grúa horquilla, autoelevador o montacargas, es un vehículo contrapesado en su parte trasera que, mediante dos horquillas, se utiliza para subir, bajar y transportar palés, contenedores y otras cargas.

El cálculo para la superficie de trabajo que debería tener el montacargas se calcula con la siguiente fórmula:

Dimensiones

Largo (L) = m

Ancho (A) = m

$$\textit{Superficie de trabajo} = L * A$$

$$\textit{Superficie de trabajo} = m^2$$

#### 1.16. Sobredimensionamiento de maquinaria

El sobredimensionamiento de maquinarias se justifica por varias razones importantes:

- **Reserva de capacidad:** Las condiciones operativas pueden variar en la práctica. El sobredimensionamiento garantiza que la maquinaria tenga capacidad adicional para hacer frente a picos de demanda, cambios en las condiciones del proceso o incluso para acomodar futuras expansiones o cambios en la producción.
- **Fiabilidad y durabilidad:** Operar una maquinaria continuamente al límite de su capacidad puede resultar en un desgaste prematuro, aumentando el riesgo de fallos y disminuyendo la vida útil del equipo. El sobredimensionamiento reduce esta carga, lo que puede mejorar la fiabilidad y la durabilidad de la maquinaria.

- **Flexibilidad operativa:** El sobredimensionamiento proporciona flexibilidad operativa al permitir que la maquinaria maneje una gama más amplia de condiciones operativas sin necesidad de modificaciones costosas o tiempos de inactividad significativos.
- **Adaptación a condiciones cambiantes:** Las condiciones del mercado, los requisitos del cliente y los avances tecnológicos pueden cambiar con el tiempo. El sobredimensionamiento proporciona margen para adaptarse a estas cambiantes condiciones sin requerir reemplazos costosos o actualizaciones importantes de la maquinaria.
- **Seguridad:** Sobredimensionar una maquinaria puede contribuir a la seguridad operativa al reducir la posibilidad de operar constantemente en o cerca de su capacidad máxima, lo que podría llevar a situaciones de sobrecarga peligrosas.

En resumen, el sobredimensionamiento de maquinarias es una práctica comúnmente empleada para garantizar la eficiencia, fiabilidad, seguridad y adaptabilidad de los sistemas industriales en un entorno operativo dinámico y cambiante.

**CAPÍTULO II**

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN**

**ACTUAL DE LA EMPRESA**

## 2.1.Descripción de la empresa

### 2.1.1. Productos

La bodega cuenta actualmente con dos líneas de vino, la línea reserva Cañón Escondido y la línea joven Vino de Finca.

**Tabla II-1 Descripción de los vinos de la línea “Cañón Escondido”**

<b>LÍNEA “CAÑÓN ESCONDIDO”</b>	
<b>PRODUCTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
	<p style="text-align: center;"><b>TANNAT RESERVA</b></p> <p><b>1. Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Color:</b> De color rubí intenso con tonalidades granate. Limpio y brillante.</li> <li>• <b>Aroma:</b> Notas a frutos rojos y negros maduros su corto paso en barricas de roble francés logra aportar elegantes notas a café y chocolate amargo.</li> <li>• <b>Sabor:</b> Se presenta como un vino con marcada personalidad y taninos maduros y elegantes, los cuales hacen que sea un vino difícil de olvidar.</li> <li>• <b>Variedad:</b> Tannat</li> <li>• <b>Viñedos:</b> Finca Cañón de Atamisque</li> </ul> <p><b>2. Tipo de envase:</b> Vidrio</p> <p><b>3. Formato de compra:</b> Envase de 750 ml en caja de 6 unidades.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>TANNAT RESERVA (375 ml)</b></p> <p><b>1. Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Color:</b> De color rubí intenso con tonalidades granate. Limpio y brillante.</li> <li>• <b>Aroma:</b> Notas a frutos rojos y negros maduros su corto paso en barricas de roble francés logra aportar elegantes notas a café y chocolate amargo.</li> <li>• <b>Sabor:</b> Se presenta como un vino con marcada personalidad y taninos maduros y elegantes, los cuales hacen que sea un vino difícil de olvidar.</li> <li>• <b>Variedad:</b> Tannat</li> <li>• <b>Viñedos:</b> Finca Cañón de Atamisque</li> </ul> <p><b>2. Tipo de envase:</b> Vidrio</p> <p><b>3. Formato de compra:</b> Envase de 375 ml en paquetes de 12 unidades.</p>

	<p style="text-align: center;"><b>RED BLEND RESERVA</b></p> <p><b>1. Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Color:</b> Rojo violáceo, con tonalidades púrpuras. Limpio y Brillante.</li> <li>• <b>Aroma:</b> Presenta aromas a frutas rojas y negras, recordándonos a cerezas, ciruelas e higos propios de las variedades, dejándonos un leve recuerdo a especias.</li> <li>• <b>Sabor:</b> De entrada, seca, fresco y frutado, debido a su no paso por madera. Presenta una acidez marcada, recordándonos a frutos rojos. Final elegante y persistente.</li> <li>• <b>Variedad:</b> Cabernet franc, Tannat y Syrah</li> <li>• <b>Viñedos:</b> Finca Cañón de Atamisque</li> </ul> <p><b>2. Tipo de envase:</b> Vidrio</p> <p><b>3. Formato de compra:</b> Envase de 750 ml en caja de 6 unidades.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>ROSÉ</b></p> <p><b>1. Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Color:</b> Rosado franco con tonalidades salmón. Limpio y brillante.</li> <li>• <b>Aroma:</b> Con notas de frutos rojos, cerezas, frambuesas, con un elegante dejo floral.</li> <li>• <b>Sabor:</b> Entrada levemente dulce, fresco y frutado. Notas a fruta roja. De acidez media y equilibrada. Un vino hecho para disfrutarlo a temperatura fría en cualquier época del año.</li> <li>• <b>Variedad:</b> Desagrado de: Tannat (40 a 60 %) cabernet franc (20 a 30 %), marselan (10 a 20 %) y 5% de vino blanco tardío entre (ugni blanc y moscatel de alejandría).</li> <li>• <b>Viñedos:</b> Finca Cañón de Atamisque</li> </ul> <p><b>2. Tipo de envase:</b> Vidrio</p> <p><b>3. Formato de compra:</b> Envase de 750 ml en caja de 6 unidades.</p>

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

Tabla II-2 Descripción de los vinos de la línea “Vino de Finca”

LÍNEA DE “VINO DE FINCA”	
PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
	<p style="text-align: center;"><b>VINO DE FINCA “TANNAT”</b></p> <p><b>1. Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Color:</b> Rubí intenso, tonalidades violáceas, limpio y brillante.</li> <li>• <b>Aroma:</b> Notas a frutos rojos de bosque y frutos negros confitados, su paso por barrica aporta notas a torrefactos y ahumados.</li> <li>• <b>Sabor:</b> En boca un vino de persistencia media, elegante fácil de tomar.</li> <li>• <b>Variedad:</b> Tannat</li> <li>• <b>Viñedos:</b> Finca Cañón de Atamisque</li> </ul> <p><b>2. Tipo de envase:</b> Vidrio</p> <p><b>3. Formato de compra:</b> Envase de 750 ml en paquete de 6 unidades.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>VINO DE FINCA “CABERNET FRANC”</b></p> <p><b>1. Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Color:</b> De color rojo profundo con reflejos Ruby, limpio y brillante.</li> <li>• <b>Aroma:</b> Cautivantes y expresivas notas vegetales frescas y especiadas.</li> <li>• <b>Sabor:</b> Franco y amable con taninos firmes que le aportan estructura, de cuerpo medio alto y un final persistente, un vino elegante y de expresión varietal.</li> <li>• <b>Variedad:</b> Cabernet Franc</li> <li>• <b>Viñedos:</b> Finca Cañón de Atamisque</li> </ul> <p><b>2. Tipo de envase:</b> Vidrio</p> <p><b>3. Formato de compra:</b> Envase de 750 ml en cajas de 6 unidades.</p>

	<p style="text-align: center;"><b>SELECCIÓN DE FINCA “ORANGE WINE”</b></p> <p><b>1. Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Color:</b> De color dorado con ribetes naranjos claros.</li> <li>• <b>Aroma:</b> Un vino fresco con notas tropicales y aromas intensos a flores.</li> <li>• <b>Sabor:</b> Su paladar es expresivo y de nariz perfumado muy agradable.</li> <li>• <b>Variedad:</b> Cofermentacion de Moscatel y Ugni Blanc.</li> <li>• <b>Viñedos:</b> Finca Cañón de Atamisque</li> </ul> <p><b>2. Tipo de envase:</b> Vidrio</p> <p><b>3. Formato de compra:</b> Envase de 750 ml en paquetes de 6 unidades.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>CORTE DE FINCA</b></p> <p><b>1. Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Color:</b> De color rojo ruby con ribetes granates.</li> <li>• <b>Aroma:</b> En nariz notas frutales y florales, con ligeras notas a vainilla.</li> <li>• <b>Sabor:</b> De paso por boca suave y abocado, un vino con los encantos de las variedades que lo integran.</li> <li>• <b>Variedad:</b> Corte de Finca (Tannat, Ruby Cabernet, Cabernet Franc y Marselan).</li> <li>• <b>Viñedos:</b> Finca Cañón de Atamisque</li> </ul> <p><b>2. Tipo de envase:</b> Vidrio</p> <p><b>3. Formato de compra:</b> Envase de 750 ml en paquetes de 6 unidades.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>TINTO DE FINCA</b></p> <p><b>1. Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Color:</b> Rojo ruby con tonalidades violáceas.</li> <li>• <b>Aroma:</b> Aromas frutales y florales que lo hacen equilibrado.</li> <li>• <b>Sabor:</b> De acidez marcada y fresco sin paso por madera.</li> <li>• <b>Variedad:</b> Ruby Cabernet, Syrah y Tempranillo</li> <li>• <b>Viñedos:</b> Finca Cañón de Atamisque</li> </ul> <p><b>2. Tipo de envase:</b> Vidrio</p> <p><b>3. Formato de compra:</b> Envase de 750 ml en paquetes de 6 unidades.</p>

	<p style="text-align: center;"><b>VINO DE FINCA “OPORTO”</b></p> <p><b>1. Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Color:</b> De color rojo ruby con tonalidades rojas profundas.</li> <li>• <b>Aroma:</b> En nariz frutos rojos y negros como ser mermeladas de mora o ciruelo.</li> <li>• <b>Sabor:</b> En boca de entrada dulce amable y suave con un final elegante y persistente de cuerpo medio alto un vino muy agradable.</li> <li>• <b>Variedad:</b> Ruby cabernet, Tannat y Syrah.</li> <li>• <b>Viñedos:</b> Finca Cañón de Atamisque</li> </ul> <p><b>2. Tipo de envase:</b> Vidrio</p> <p><b>3. Formato de compra:</b> Envase de 750 ml en paquetes de 6 unidades.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>VINO DE FINCA “SEMIDULCE”</b></p> <p><b>1. Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Color:</b> De intensidad media baja y color ruby con tonalidades violáceas.</li> <li>• <b>Aroma:</b> Aromas frescos que nos recuerdan a frutos rojos, frutillas y mermeladas.</li> <li>• <b>Sabor:</b> Se presenta con una leve entrada dulce, fresca y agradable. Expresándose con frutos rojos y un final marcado.</li> <li>• <b>Viñedos:</b> Finca Cañón de Atamisque</li> </ul> <p><b>2. Tipo de envase:</b> Vidrio</p> <p><b>3. Formato de compra:</b> Envase de 750 ml en paquetes de 6 unidades.</p>

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

### 2.1.2. Descripción de la materia prima e insumos utilizados

**Uva:** La uva utilizada es proveniente de los viñedos de la Finca Cañón de Atamisque situada en la misma bodega, que se encuentra a una altitud entre 1960 a 2010 metros sobre el nivel del mar.

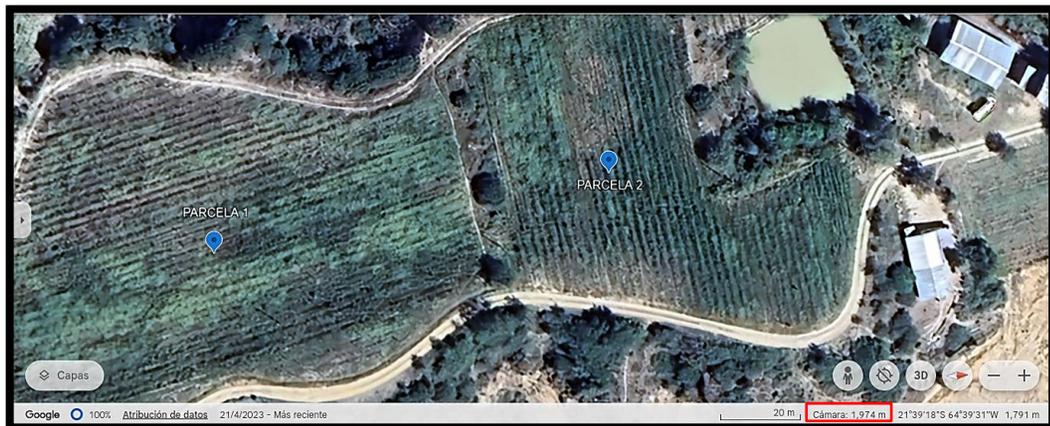
La antigüedad de las viñas es de 8 años donde se encuentran las variedades como ser Tannat, Cabernet Franc, Syrah, Marselan, Moscatel, Ugni Blanc y Cabernet Sauvignon.

### Parcelas de uva en la Bodega Cañón Escondido



Fuente: Google Earth

### Altura de las parcelas en la Bodega Cañón Escondido



Fuente: Google Earth

### Altura de las parcelas en la Bodega Cañón Escondido



Fuente: Google Earth

**Metabisulfito de potasio:** Como antiséptico actúa inhibiendo la actividad de levaduras, bacterias lácticas o acéticas. Como antioxidante, consume el oxígeno y tienen propiedades reductor, protegiendo de esta manera al mosto o vino de oxidaciones aromáticas o en el plano cromático.

**Chips de roble americano - tostado medio - alta vainilla:** Astillas de 0.5 a 2 cm, de origen francés. Crianza exterior con 2 meses de riego más 2 años de secado al aire libre.

**Pastillas de azufre:** El azufre crea un efecto antiséptico. Sirve para controlar y prevenir la proliferación de bacterias y hongos que pueden afectar la calidad del vino.

### 2.1.3. Descripción de maquinaria, equipos y herramientas utilizados

**Cuadro II-3 Descripción de maquinaria, equipos y herramientas**

Imagen	Descripción
	<p><b>Tanques de almacenamiento</b>  <b>Acero inoxidable:</b> Capacidades de 6.000 l – 8.000 l – 10.000 l.  <b>Hormigón:</b> Capacidad de 3.300 l</p>
	<p><b>Despalilladora</b>  <b>Material:</b> Acero inoxidable  <b>Motor:</b> Trifásico 380 v 50 Hz. Suministradas con ruedas.  <b>Potencia:</b> 2,2 kw.</p>

	<p style="text-align: center;"><b>Barricas</b></p> <p>De roble Frances y americano con capacidad de 225 l cada una.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Etiquetadora</b></p> <p><b>Modelo:</b> Ninette 2  <b>Alimentación eléctrica:</b> 220 V  <b>Potencia eléctrica:</b> 0.5 kw  <b>Peso:</b> 67 kg</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Equipo de frío</b></p> <p><b>Potencia frigorífica:</b> 8,5 kW.  <b>Absorción eléctrica:</b> 3,7 kW.  <b>Cantidad de vino controlable en fermentación:</b> 23000 litros aproximadamente con el vino a una temperatura de 19°C y la temperatura ambiente a 25°C</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Bomba BGT 4</b></p> <p><b>Material:</b> Acero inoxidable  <b>Motor:</b> Reductor trifásico de 1 velocidad. Cuadro electrónico con protección térmica</p>

	<p><b>Prensa PV-HN</b>  Motor eléctrico y manómetro regulador de presión eléctrico que detiene la prensa una vez alcanzada la presión previamente establecida. Con capacidad de 220 l</p>
	<p><b>Filtradora</b>  <b>Material:</b> Inoxidable  <b>Producción:</b> 1200 l/h  <b>Potencia:</b> 0.4 kw</p>
	<p><b>Capsuladora manual de rulinas</b>  Adhiere la cápsula al cuello de la botella por la presión de las rulinas.  <b>Alimentación:</b> 220 V con pie de sujeción a leva.</p>
	<p><b>Embotelladora</b>  <b>Capacidad:</b> 450 l/h  <b>Nº de estaciones:</b> 3 (lavado-embotellado-encorchado)</p>

	<p style="text-align: center;"><b>Probeta</b></p> <p>Para medir el volumen del vino, en ml.</p> <p style="text-align: center;"><b>Refractómetro</b></p> <p>Con él se determina el contenido de azúcar en el mosto y con ello el contenido potencial de alcohol en el vino</p>
---	---

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

## 2.1.4. Proceso productivo

### 2.1.4.1. Descripción del proceso del vino tinto “Red Blend Reserva”

**Recepción de materia prima:** La uva deberá tener un estado óptimo de madurez, el cual es medido mediante el uso del refractómetro que nos indica los grados Brix de la muestra, normalmente se puede iniciar la vendimia entre 12-15 grados de azúcares, pero no hay una graduación mínima ni máxima.

**Molienda y Despalillado:** El despalillado consistente en separar la parte leñosa o raspones del resto de la uva (bayas) y el estrujado en aplastar la uva hasta conseguir romperla para liberar el mosto. Estas dos operaciones se realizan en la despalilladora-estrujadora, más conocida como moledora.

Simultáneamente se realiza el sulfitado, operación que consiste en añadir anhídrido sulfuroso al mosto para ayudar a su maceración y protegerlo de la oxidación. Es indispensable para la elaboración de vinos ya que impide el control de microorganismos indeseables.

**Fermentación Alcohólica:** En esta fase el mosto se mantiene varios días depositado en tanques de acero inoxidable que en su interior cuentan con placas refrigerantes para el control de la temperatura de fermentación.

Durante la misma el anhídrido carbónico desprendido empuja los hollejos y partes sólidas hacia arriba conformando una masa sólida denominada “sombbrero” que se irá removiendo manual o mecánicamente para favorecer la maceración. Mediante el remontaje se logra la introducción de oxígeno del aire al mosto, homogeneización del tanque, en particular de la temperatura, así como del azúcar y de la población de levaduras.

**Descube:** El momento indicado para el descube es cuando el vino nuevo haya llegado a rastros de azúcar, es decir en proporciones menores a 1,80 gramos por litro. El proceso consiste en separar el vino nuevo o vino en bruto de la parte sólida (orujo) mediante una prensa y con la ayuda de una bomba se envía el vino nuevo a otro tanque previamente sanitizado donde terminará la fermentación lenta. En el prensado las partes sólidas decantadas son comprimidas para separar el vino que resta de los orujos.

**Fermentación Malo láctica:** Ciertas bacterias desencadenan la fermentación del ácido málico responsable del sabor áspero; que se transforma total o parcialmente en ácido láctico, este último de sabor delicado ligeramente dulzón, este proceso puede durar de 10 a 15 días, en condiciones anaeróbicas y resulta clave para la elaboración de vinos tintos de calidad.

**Trasiego:** Se realiza una o más veces según se requiera, consiste en separar el vino de las borras o fangos que tras concluir los procesos de fermentación el vino pierde temperatura y se precipitan naturalmente en el fondo del tanque; con el primer trasiego se eliminan el gas carbónico y sulfhídrico. Al mismo tiempo el vino se oxigena, lo que favorece su evolución posterior, para trasegar el vino de un tanque a otro.

**Clarificación:** El vino tiene numerosas partículas en suspensión (turbio) y bacterias que siguen actuando sobre él. Si bien la clarificación podría tener lugar de forma natural, tomaría demasiado tiempo, por esta razón se realiza este proceso utilizando sustancias clarificantes coloidales permitidas (gelatinas, albúmina de huevo, caseína...) que por efecto de floculación arrastran los sólidos al fondo en un determinado tiempo, luego se procede a trasegar el vino clarificado.

**Estabilización de los vinos nuevos:** Las técnicas varían según el objetivo o los problemas que puedan presentarse en el vino; en el caso de presentarse quebradura proteica se vuelve a realizar clarificaciones, pero si la quebradura se debe a metales pasados se procede a realizar la clarificación azul; otro método eficaz para la estabilización de vinos respecto a sales tartáricas es el tratamiento de frío.

**Fase Oxidativa o Envejecimiento en Barrica.** - Esta fase oxidativa tiene lugar en la barrica de madera, donde reducidas cantidades de oxígeno penetran en el interior del recipiente modificando de forma natural la estructura química de muchos de los componentes del vino.

La madera cede al vino sus propios taninos y valores aromáticos, que se van fundiendo lentamente con los taninos del vino. Todas las barricas llenas y cerradas se colocan en hileras, donde el vino permanecerá alrededor de seis meses o más y será objeto de controles analíticos periódicos. La micro oxidación que sufre el vino en las barricas es lento y homogéneo.

Para alcanzar una unificación de cualidades, el vino de la barrica se mezcla con otros vinos de la misma cosecha, o se realizan cortes entre variedades combinables entre sí.

**Filtración por placas:** Consistente en hacer pasar el vino a través de una capa filtrante con poros muy finos, esta capa filtrante estará compuesta de varias placas de celulosa correctamente colocadas en el filtro de placas.

Con la filtración se alcanza la limpidez deseada del producto y eliminar levaduras muertas y carga microbiana que podría estar presente en el vino, por lo cual este procedimiento es indispensable realizar previo al embotellado.

**Embotellado:** La higiene de las botellas y el uso de corchos de buena calidad es la clave para evitar cualquier alteración del vino; la maquina embotelladora realiza el ultimo enjuague de las botellas previamente sanitizadas de forma manual, e inmediatamente procede al llenado y encorchado.

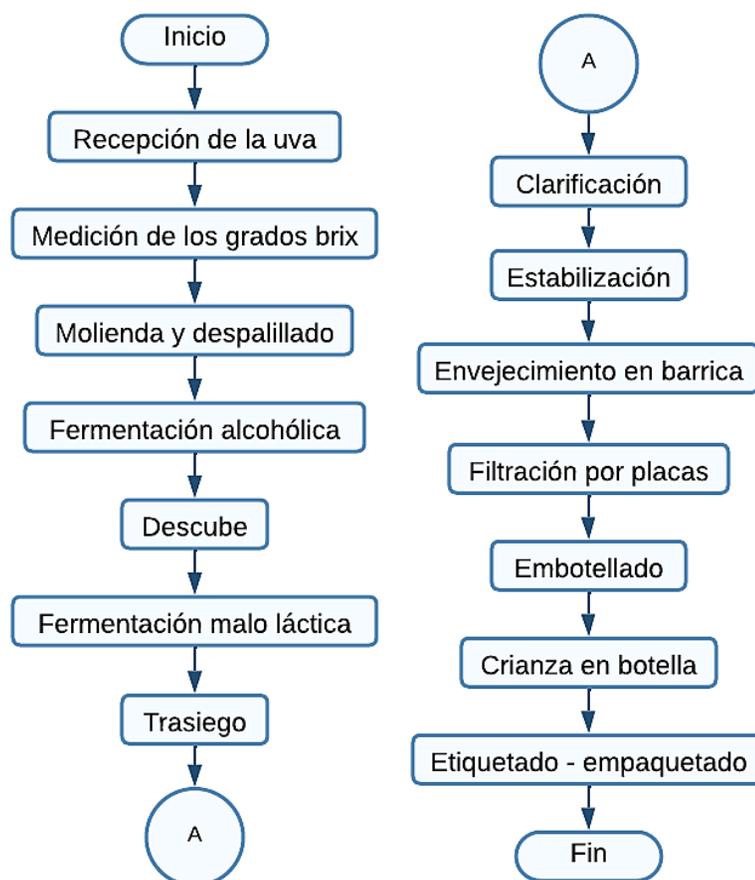
**Fase Reductora o Crianza en Botella:** Se realiza en el interior de la botella.

En ella no penetra prácticamente oxígeno, a excepción de pequeñísimas cantidades de gases que se filtran a través de las células del corcho, por lo que los elementos del vino reaccionan entre sí en su ausencia.

Una vez llenas y bien tapadas, las botellas permanecerán en posición horizontal formando rimas para que el vino esté en permanente contacto con el corcho, humedeciéndolo y produciendo un cierre hermético.

**Etiquetado-empaquetado:** Se etiqueta mediante una máquina, luego las botellas son empaquetadas en cajas de cartón de seis unidades con la finalidad de proteger el producto terminado y facilitar su transporte y comercialización.

**Figura 2-1 Diagrama de flujo del vino tinto “Red Blend Reserva”**



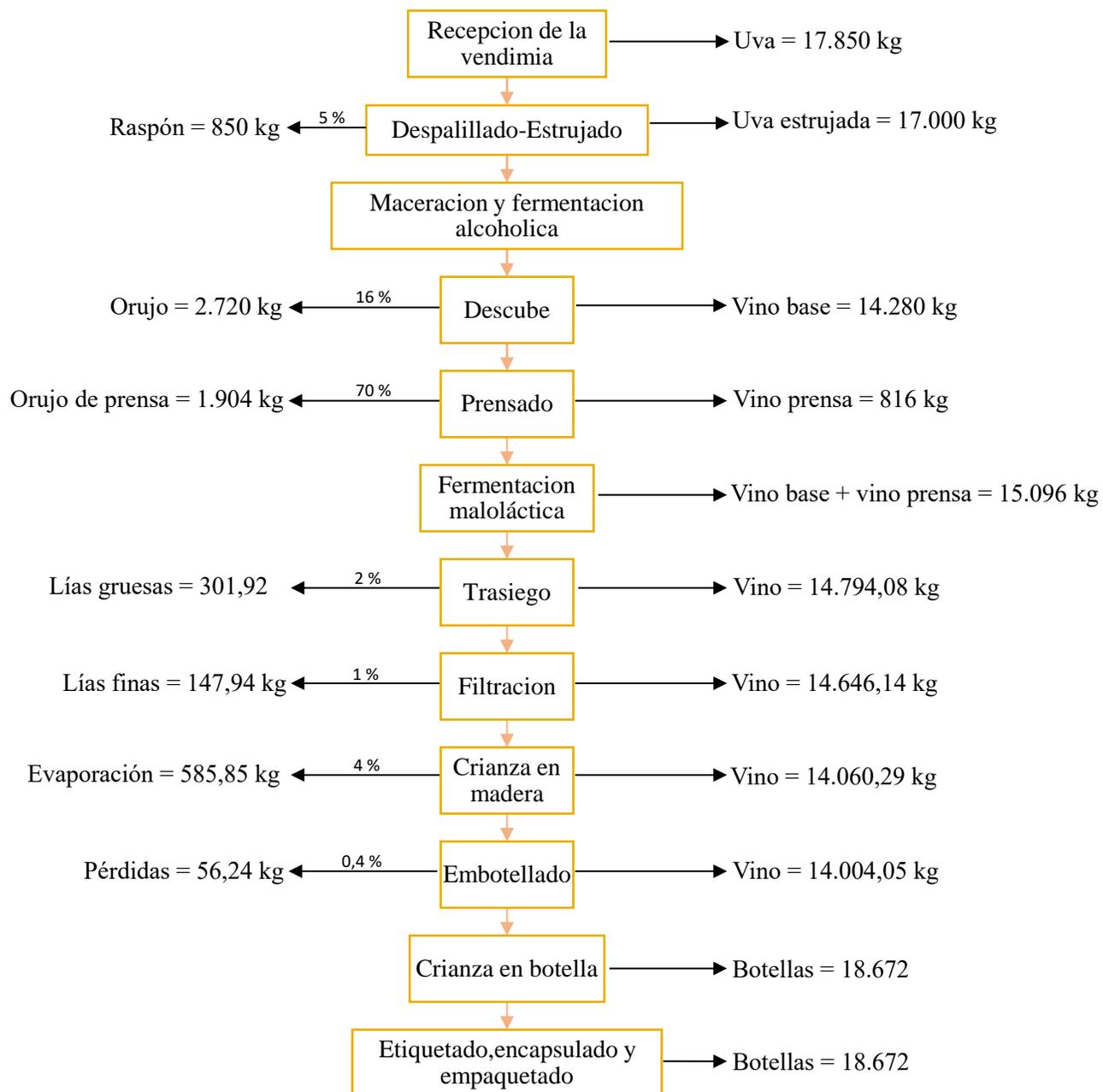
**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

### 2.1.4.2. Balance de materia

Considerando el llenado de un tanque de 20.000 l, siendo este el de mayor volumen con una capacidad útil de 17.000 l.

**Figura 2-2 Balance de materia del proceso de elaboracion de vinos de guarda**



**Elaboración:** Propia.

### 2.1.5. Producción anual

Debido a la buena aceptación en el mercado año a año, la bodega fue creciendo en los volúmenes de producción iniciando con 8.000 litros el año 2020, incrementando a 20.000 litros el año 2021 con un crecimiento del 150%, el año 2022 se incrementó a 32.000 litros con un crecimiento del 60% respecto a la gestión anterior y actualmente se produce 40.000 litros con un crecimiento del 25% respecto a la gestión anterior, para lo cual se tuvo que ir implementando paulatinamente nuevos depósitos de fermentación, nueva maquinaria y adecuar las instalaciones de manera que la bodega esté en condiciones, para así satisfacer la demanda creciente.

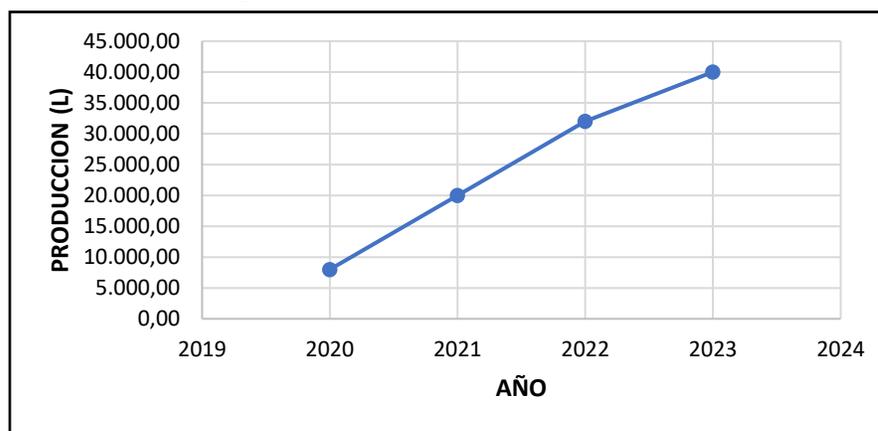
**Tabla II-4 Producción anual de vino**

Nº	Año	Producción (Litros)	Unidades (Botellas de 750 ml)
1	2020	8.000	10.666
2	2021	20.000	26.666
3	2022	32.000	42.666
4	2023	40.000	53.333

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

**Figura 2-3 Producción anual de vino**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

La bodega tuvo un crecimiento en la producción de 8.000 litros el 2020 a 40.000 litros en la actualidad significando esto un crecimiento del 400%.

### 2.1.6. Área de producción

- **Instalaciones actuales:** La bodega consta de dos módulos uno que es el área de vinificación y otro que es el almacén de producto, materiales e insumos, donde también se encuentra la sala de fraccionamiento.

**Figura 2-4 Instalaciones actuales de la Bodega Cañón Escondido**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Figura 2-5 Área de vinificación**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Figura 2-6 Interior del área de vinificación**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

La disposición de la maquinaria y equipos está en función al espacio disponible lo cual lleva a moverlas constantemente sin tener un lugar fijo de operación, esto se lo realiza con el fin de circular por el área y cumplir con las actividades.

**Figura 2-7 Interior del área de vinificación**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Figura 2-8 Área de almacén**

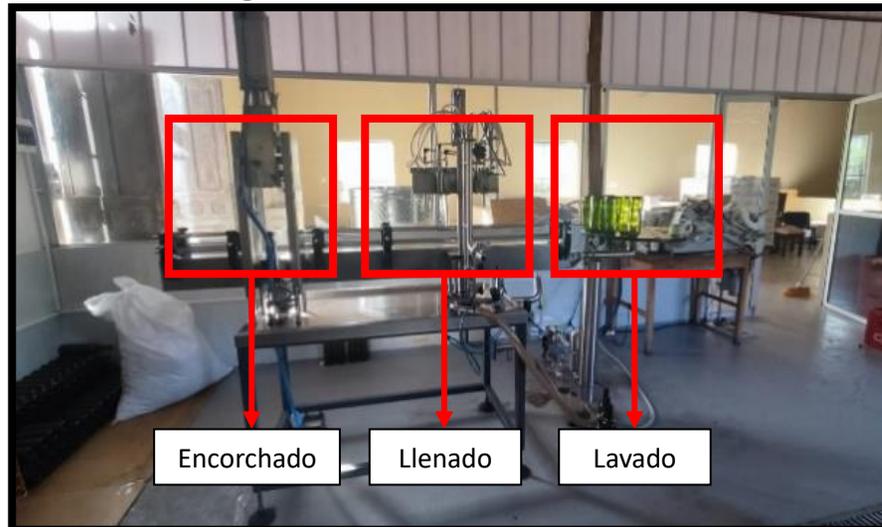
**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

Esta área es donde se almacena el producto en estiba y producto terminado, además es donde se realizan las operaciones de embotellado, etiquetado, capsulado y empaquetado para luego el producto ser comercializado.

**Figura 2-9 Área de almacén**

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Figura 2-10 Sala de fraccionamiento**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

La línea de embotellado cuenta con tres estaciones, lavado de botellas de dos boquillas, embotellado con 4 boquillas y encorchado de una botella a la vez.

**Figura 2-11 Embotelladora**



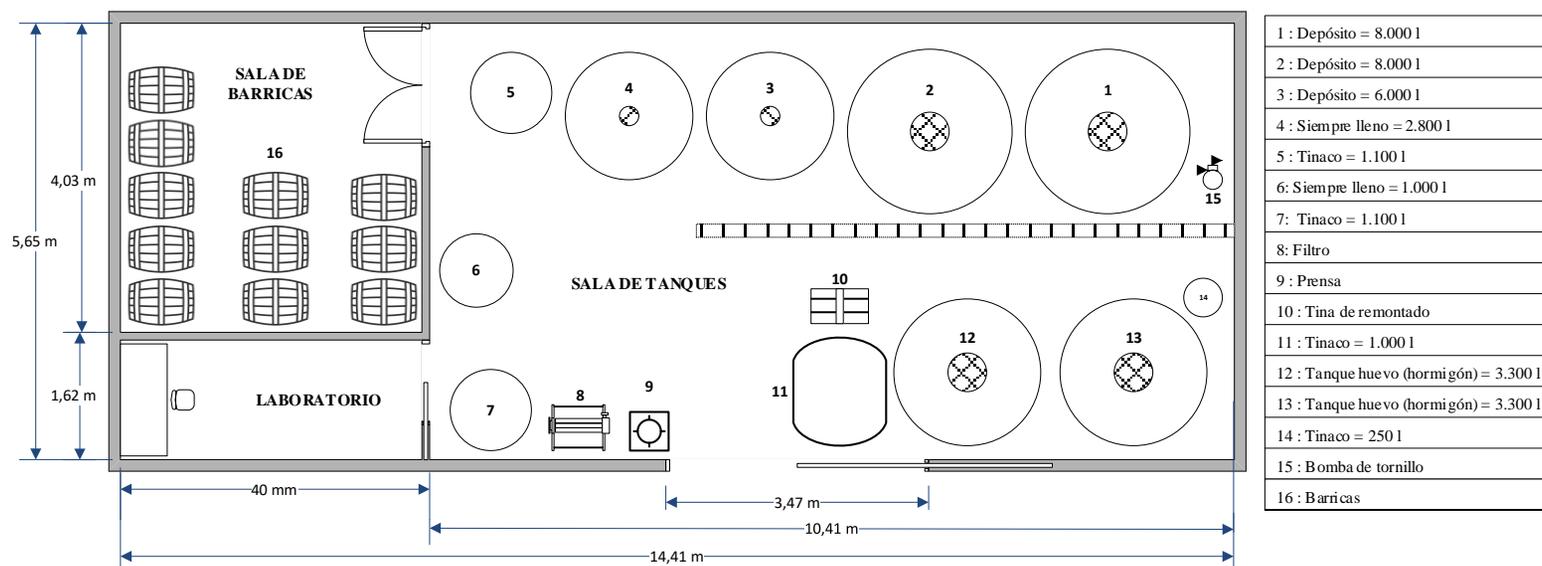
**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

La línea de embotellado no funciona al 100 % de su capacidad debido a que el llenado de las 4 boquillas no es por igual llenado unas botellas llenas y otras menos del volumen adecuado por lo que se debe nivelar aquellas botellas que no se encuentran con el volumen adecuado.

- **Distribución en planta actual**

El área de vinificación cuenta con una superficie de 81,42 m<sup>2</sup> dividido en tres ambientes, una sala de tanques, una sala de barricas y un laboratorio.

**Figura 2-12 Lay-out del área de vinificación**

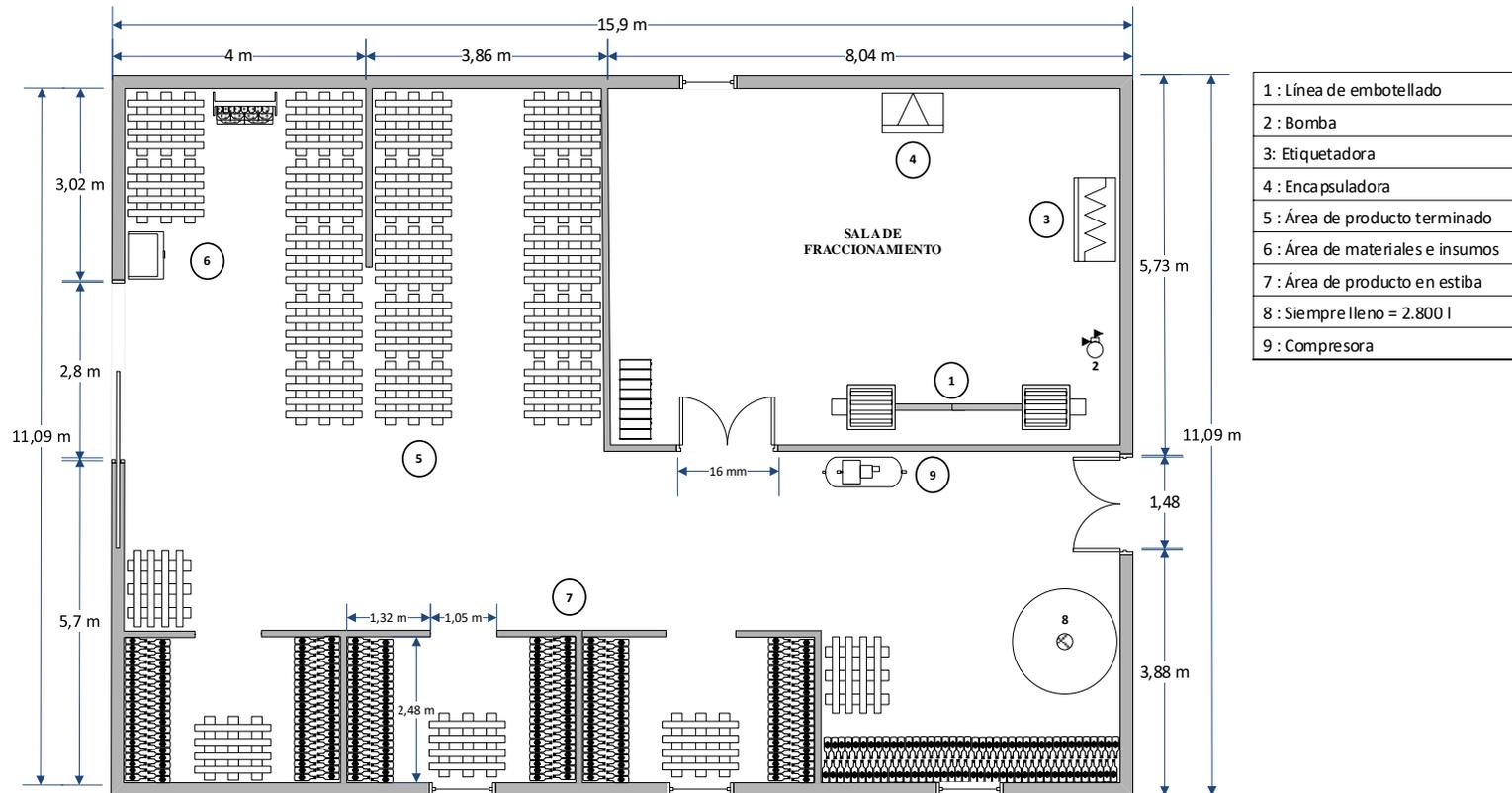


**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

El área de almacén y fraccionamiento es donde se realizan las operaciones de embotellado, etiquetado, encapsulado y empaquetado, a la vez es donde se almacena el producto en estiba, producto terminado y los materiales e insumos.

**Figura 2-13 Lay-out del área de almacén y fraccionamiento**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido  
**Elaboración:** Propia.

- **Volumen total producido**

**Tabla II-5 Volumen total producido de vino**

<b>Almacenamiento</b>	<b>Volumen (Litros)</b>
<b>Tanques</b>	
Tanque # 1	8000
Tanque # 2	8000
Tanque # 3	6000
Tanque # 4	2800
Tanque # 5	3300
Tanque # 6	3300
Tanque # 7	2800
Tanque # 8	1000
<b>Subtotal</b>	<b>35.200</b>
<b>Tinacos</b>	
Tinaco 1	1100
Tinaco 2	1100
Tinaco 3	1000
Tinaco 4	250
<b>Subtotal</b>	<b>3.450</b>
<b>Barricas</b>	
Barrica # 1	300
Barrica # 2	225
Barrica # 3	225
Barrica # 4	225
Barrica # 5	225
Barrica # 6	225
Barrica # 7	225
Barrica # 8	225
Barrica # 9	225
Barrica # 10	225
Barrica # 11	225
<b>Subtotal</b>	<b>2.550</b>
<b>Volumen Total</b>	<b>41.200</b>

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

El volumen total almacenado es de 41.200 litros, 35.200 litros en tanques donde 28.600 litros en tanques de acero inoxidable y 6.600 litros en tanques de hormigón, 3.450 litros en tinacos y 2.550 litros en barricas de roble francés y americano.

### 2.1.7. Tiempos empleados en el proceso

#### a. Molienda

Según la vendimia del presente año los kilogramos totales molidos de uva fueron de 51.999,61 kg.

**Uva tinta** = 40.555,37 kg considerando un rendimiento de:

$$1,3 \text{ kg/litro de vino} = 31.196,44 \text{ litros}$$

**Uva blanca** = 11.444,24 kg considerando un rendimiento de:

$$1,5 \text{ kg/litro de vino} = 8.803,26 \text{ litros}$$

**Total = 39.999,7 litros**

**Tabla II-6 Máximos y mínimos kilogramos molidos por día – Vendimia 2023**

Molienda	
Max (Kg/día)	8,069.9
Min (Kg/día)	692.6

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia

Para realizar la molienda de los 51.999,61 kg de uva totales se emplearon 13 días donde los máximos kg molidos en un día fueron de 8.069,9 empleando 6h/día solo en molienda.

$$\text{Capacidad despalladora estrujadora} = \frac{8.069,9 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{6 \frac{\text{h}}{\text{día}}} = 1.344,98 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Considerando la capacidad útil del depósito de mayor volumen = 17.000 kg

$$1.344,98 \text{ kg} \rightarrow 1 \text{ h}$$

$$17.000 \text{ kg} \rightarrow x$$

$$x = \mathbf{12 \text{ horas}}$$

El tiempo necesario para llenar un depósito de 20.000 litros con 17.000 kg de mosto sería de 12 horas utilizando la maquina actual lo cual sería inviable el seguir utilizándola en un futuro considerando el crecimiento en volúmenes de producción.

### b. Embotellado

Teniendo en cuenta las condiciones actuales de trabajo las horas empleadas para la operación de embotellado son las siguientes.

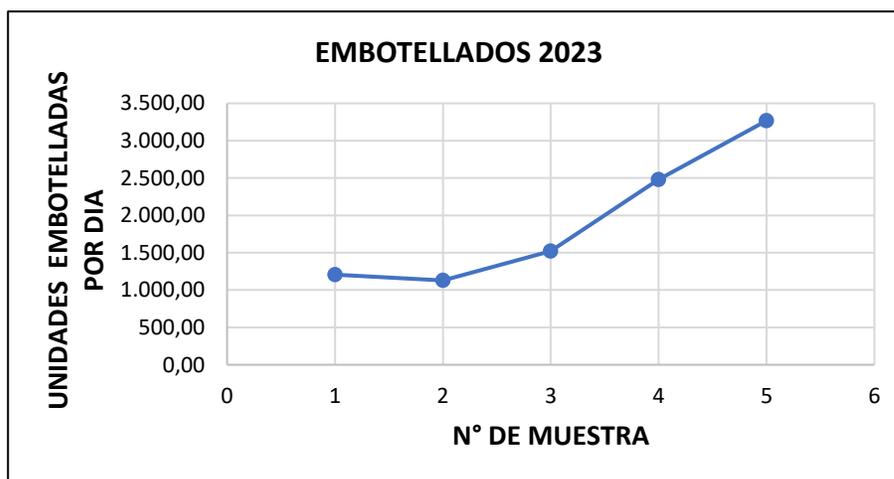
**Tabla II-7 Embotellados gestión 2023**

N°	Vino	N° de operarios	Horas empleadas	Volumen (Litros)	Botellas	Botellas por hora
1	Tannat Reserva	3	9	905.25	1,207.00	134
2	Cabernet Franc	4	6	846.75	1,129.00	188
3	Orange	4	7	1,141.50	1,522.00	217
4	Tinto de Finca	4	9	1,858.50	2,478.00	275
5	Rose	4	12	2,451.00	3,268.00	272

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

**Figura 2-14 Unidades embotelladas por día – Gestión 2023**

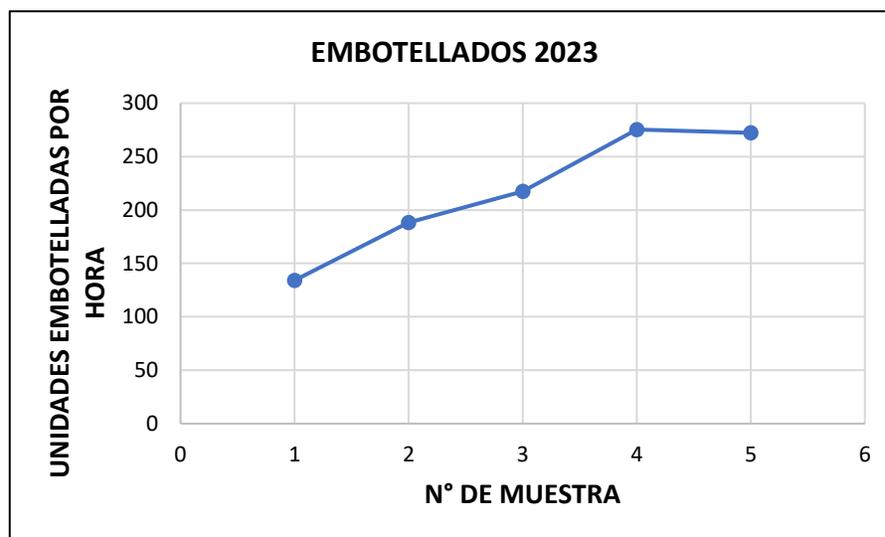


**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

La grafica muestra el crecimiento en las unidades embotelladas por día según se embotellaba un nuevo vino siendo este crecimiento favorable ya que cada vez se aumenta las unidades producidas.

**Figura 2-15 Unidades embotelladas por hora – Gestión 2023**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

Teniendo en cuenta que la producción incrementaría y que las condiciones de trabajo en cuanto a maquinaria y equipos se mantendría, no se podría realizar las operaciones de embotellados ya que se requeriría de más horas laborales o incrementar el número de trabajadores lo cual por el momento no sería posible.

Según los datos de embotellado en el 2023 el rendimiento fue aumentando según se embotellaba una nueva partida, esto debido a que se le fue realizando mantenimientos a la máquina embotelladora además de que se aumentó del número de operadores en 1, lo que permitió que las unidades embotelladas por hora se incrementen, pero sin llegar al rendimiento real de la máquina ya que la capacidad de embotellado de la máquina es de 450 unidades por hora.

Esta capacidad no se puede alcanzar ya que la máquina no funciona de manera adecuada teniendo inconvenientes como ser el llenado en las 4 boquillas el cual es disparejo retrasando el proceso ya que cada botella hay que nivelarlas hasta llegar al volumen correcto de cada botella.

### c. Prensado

La operación de prensado realizada con la maquina actual se la realiza de la siguiente manera:

- ✓ Capacidad de la prensa: 220 kg
- ✓ Tiempo de llenado (TLL) = 25 min
- ✓ Tiempo de prensado (TP) = 20 min
- ✓ Tiempo de vaciado y limpieza (TV) = 25 min
- ✓ Horas laborales = 8 horas/día = 480 min/día

$$\mathbf{Tiempo\ total} = (TLL) + (TP) + (TV) = 70 \frac{\text{min.}}{\text{prensado}} = \frac{1\text{ hora y } 10\text{ min}}{\text{prensado}}$$

$$\mathbf{Prensados\ por\ dia} = \frac{480\text{ min./día}}{70\text{ min./prensado}} = 6,86 \cong 7 \frac{\text{prensados}}{\text{día}}$$

$$\mathbf{P_{hora}} = 7 \frac{\text{prensados}}{\text{Día}} * 220 \frac{\text{kg}}{\text{prensado}} = 1540 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * \frac{1\text{ día}}{8\text{ horas}} = \mathbf{192,5 \frac{kg}{h}}$$

Considerando un tanque de 8.000 litros siendo este el depósito de mayor volumen actualmente, dejando un espacio de cabeza en los depósitos del 15% esto para evitar desbordamientos además que sirve para realizar los trabajos de remontado ya que si no es así sería imposible trabajar toda la uva que entra a los depósitos y considerando que el orujo representa un 16% de la uva se tiene:

$$\mathbf{Capacidad\ útil} = 8.000\text{ l} * 85\% = 6.800\text{ l}$$

$$\mathbf{Orujo\ a\ prensar} = 6.800 * 16\% = 1088\text{ kg}$$

Teniendo en cuenta que actualmente por día solo se puede realizar el prensado de un depósito de 8.000 litros, la prensa quedaría pequeña para la producción que se tendría con la nueva bodega ya que el tanque de mayor volumen que se tendrá será de 20.000 litros siendo así:

$$\mathbf{Capacidad\ útil} = 20.000\text{ l} * 85\% = 17.000\text{ l}$$

$$\mathbf{Orujo\ a\ prensar} = 17.000 * 16\% = 2.800\text{ kg}$$

- ✓ Tiempo requerido para prensar un tanque de 20.000 litros

$$220\text{ l} \rightarrow 70\text{ min.}$$

$$2.800\text{ kg} \rightarrow x$$

$$\mathbf{x = 891\text{ min.} = 14.85\text{ horas}}$$

La máquina quedaría insuficiente para los nuevos volúmenes de producción.

d. Depósitos de almacenamiento disponibles

Tabla II-8 Volumen total en depósitos de acero inoxidable

Depósito	Volumen (Litros)
Tanque # 1	8000
Tanque # 2	8000
Tanque # 3	6000
Tanque # 4	2800
Tanque # 5	3300
Tanque # 6	3300
Tanque # 7	2800
Tanque # 8	1000
<b>Subtotal</b>	<b>35.200</b>

Fuente: Bodega Cañón Escondido

Elaboración: Propia.

Considerando solo los tanques de acero inoxidable se tiene un volumen total de 35.200 litros lo cual quedaría insuficiente para cubrir la producción de la nueva bodega por lo que se ve necesario el ir implementando nuevos tanques.

e. Bomba

Equipo	Descripción
<b>Bomba</b>	<b>Material:</b> Acero inoxidable <b>Motor:</b> Reductor trifásico de 1 velocidad. Cuadro electrónico con protección térmica. <b>Capacidad:</b> 3.300 litros/hora

Considerando que se tendrá depósitos de 20.000 litros siendo este el más grande:

**Depósito** = 20.000 litros

**Capacidad útil** = 17.000 litros

$$3.300 \text{ l} \rightarrow 60 \text{ min.}$$

$$17.000 \text{ l} \rightarrow x$$

$$x = 309,1 \text{ min.} = 5,1 \text{ horas}$$

Con la actual bomba se podría mover el volumen de vino de un tanque de 20.000 litros en 5,1 horas siendo este un tiempo muy largo ya que durante un día debería ser posible el trabajar al menos con dos depósitos.

Además, que solo se cuenta con 2 bombas en la bodega, es necesario el adquirir nuevas bombas tanto vendimiadora como para realizar los movimientos.

#### f. Barricas

**Tabla II-9 Volumen total producido de vino**

<b>Almacenamiento</b>	<b>Volumen (Litros)</b>
Barrica # 1	300
Barrica # 2	225
Barrica # 3	225
Barrica # 4	225
Barrica # 5	225
Barrica # 6	225
Barrica # 7	225
Barrica # 8	225
Barrica # 9	225
Barrica # 10	225
Barrica # 11	225
<b>Subtotal</b>	<b>2.550</b>

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

El volumen total en barricas es de 2.550 litros siendo esta cantidad insuficiente ya que, del total de vino tinto a producirse en la nueva bodega un 15 % pasará a las barricas siendo este un volumen de 9.600 litros, además de que las barricas actuales ya tienen un segundo y hasta un tercer uso, y lógicamente, con cada uso que se le da a una barrica, va perdiendo aportes.

Por ese motivo, cuando hablamos de una barrica con tres o más usos, se puede decir que el aporte de la madera desaparece, es neutro. Consecuentemente, los aportes de la fruta de la uva son más palpables en la cata, sin que se vean ocultados por lo que daría la madera.

Considerando todos estos factores en la actual línea de producción tomando en cuenta los tiempos que conlleva cada procedimiento, las capacidades y eficiencias de las maquinarias se llega a la conclusión de que se ve necesario el diseño de una nueva línea de producción, quedando la actual línea insuficiente.

Así con esta nueva línea de producción la bodega sea capaz de cubrir el incremento de la producción, llevar a cabo todas las operaciones de manera satisfactoria sin tiempos muertos, cuellos de botella y paradas innecesarias aprovechando el tiempo al máximo siendo más eficientes en el desarrollo de las actividades.

**Tabla II-10 Estado de las maquinarias y equipos actuales**

<b>Maquinaria</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Estado</b>
Despalilladora	1.344,98 kg/h	Insuficiente
Embotelladora	275 unidades/h	Insuficiente
Prensa	220 kg	Insuficiente
Depósitos	35.200 litros	Útil
Bomba	3.300 L/h	Insuficiente
Barricas	2.550 litros	Insuficiente

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

### 2.1.8. Demanda y oferta

#### a. Demanda

- **Mercado nacional**

La bodega se encuentra presente en los departamentos de Tarija, Santa Cruz, La Paz, Cochabamba, Sucre, Oruro, Potosí y Beni.

- **Mercado internacional**

Actualmente se está exportando a Bélgica y se tiene previsto exportar a Alemania y Brasil, lo cual demandaría una mayor producción que vaya a cubrir la demanda del mercado internacional ya que la producción actual cubre solo la demanda del mercado nacional y la exportación a Bélgica donde se hizo el envío de un pallet completo.

**Tabla II-11 Vinos exportados a Bélgica gestión 2022**

<b>Vino</b>	<b>% del pallet</b>	<b>Botellas</b>	<b>Litros</b>
Cañón Escondido "Tannat Reserva"	25	630	472,5
Cañón Escondido "Red Blend"	25	630	472,5
Vino de Finca "Tannat"	20	504	378
Vino de Finca "Cabernet Franc"	20	504	378
Selección de Finca "Orange Wine"	10	252	189
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>2.520</b>	<b>1.890</b>

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

**Figura 2-16 Recepción de los vinos en Bélgica**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**b. Balance demanda y oferta**

**Tabla II-12 Cantidades incrementadas en les gestión 2023**

<b>Vino</b>	<b>Unidades incrementadas para el año 2023</b>	<b>Litros incrementados para el año 2023</b>
Tannat Reserva	1.500	1.125
Red Blend	1.500	1.125
Rose	1.500	1.125
Cabernet Franc	0	0
Tannat de Finca	0	0
Orange	1.000	750
Corte de Finca	1.000	750
Tinto de finca	1.500	1.125
Oporto	0	0
Semidulce	0	0
<b>Total</b>	<b>8.000</b>	<b>6.000</b>

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

Para determinar la demanda insatisfecha se está considerando el incremento en la producción en la gestión 2023 solo de los vinos en los que hubo quiebre de stock la gestión 2022, para así obtener la cantidad demanda que no se pudo cubrir la gestión 2022 siendo que en el mes de julio la bodega tuvo el quiebre de stock en 6 de los 10 vinos con los que cuenta la bodega.

**Tabla II-13 Demanda insatisfecha en la gestión 2022**

N°	Año	Producción (litros)	Oferta (Botellas)	Demanda (Botellas)	Demanda insatisfecha (Botellas)	Demanda insatisfecha (Litros)
1	2020	8,000.00	10,667	10,666.67	0.00	0.00
2	2021	20,000.00	26,667	26,666.67	0.00	0.00
3	2022	32,000.00	42,667	50,666.67	-8,000.00	-6,000

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

Tomando en cuenta el quiebre de stock de la gestión 2022 se tiene que se tuvo una demanda insatisfecha de 8.000 unidades lo que equivale a 6.000 litros de vino, siendo este el motivo por el cual se incrementó la producción de 32.000 litros de vino en la gestión 2022 a 40.000 litros en la gestión 2023.

**CAPÍTULO III**

**PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA LÍNEA DE  
PRODUCCIÓN EN LA NUEVA  
INSTALACIÓN DE LA BODEGA CAÑÓN  
ESCONDIDO**

### 3.1.Nuevas instalaciones

La bodega inició la construcción de las nuevas instalaciones en septiembre de 2022 con la intención de aumentar la producción, la nueva instalación tiene una capacidad de producción de 160.000 litros de vino y una capacidad en volumen de depósitos de 231.900 litros. Esta capacidad se alcanzará paulatinamente ya que la bodega produce actualmente 40.000 litros, y aumentar la producción a 160.000 litros requiere una inversión en maquinaria y equipo. Por lo tanto, se verá primero completar la construcción y luego la instalación de una nueva línea de producción. Este nuevo módulo tiene una superficie total de 629 m<sup>2</sup> con el cual se podrá llegar a la capacidad de producción esperada de 160.000 litros.



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Figura 3-2 Nuevas instalaciones en construcción**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Figura 3-3 Nuevas instalaciones en construcción**

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

La línea de producción de vino en las instalaciones actuales será trasladada al nuevo módulo.

**Figura 3-4 Nuevas instalaciones en construcción**

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

La bodega tendrá dos ingresos, el ingreso frontal será por donde se reciban a los turistas que visiten la bodega ya que la bodega también está enfocada en el enoturismo convirtiéndose así en un destino turístico debido al cañón y ahora con una nueva instalación donde podrán observar el proceso de producción más de cerca.

**Figura 3-5 Nuevas instalaciones en construcción**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

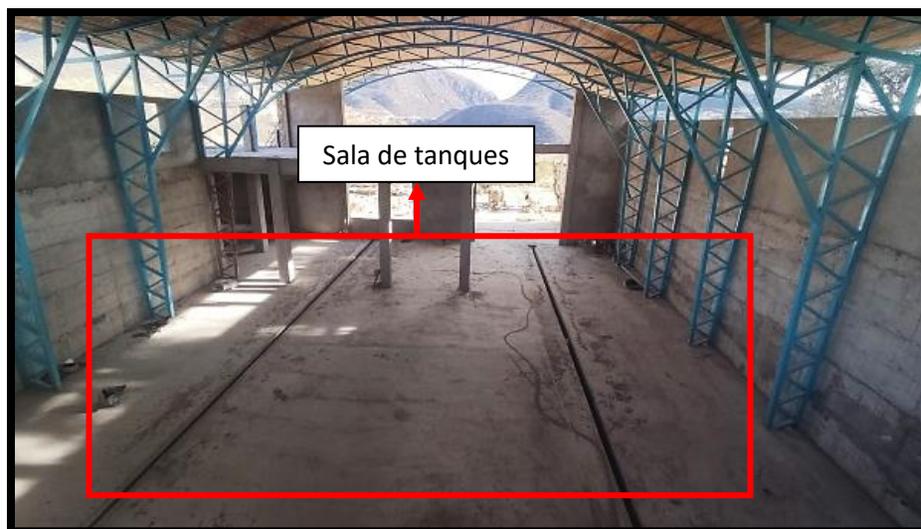
El nuevo módulo constara de una sala de presentación y oficinas en la planta alta, un laboratorio, una sala de fraccionamiento, una sala de tanques y una cava donde se almacenarán las barricas en la planta baja.

**Figura 3-6 Nuevas instalaciones en construcción**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Figura 3-7 Nuevas instalaciones en construcción**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Figura 3-8 Nuevas instalaciones en construcción**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Figura 3-9 Nuevas instalaciones en construcción**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

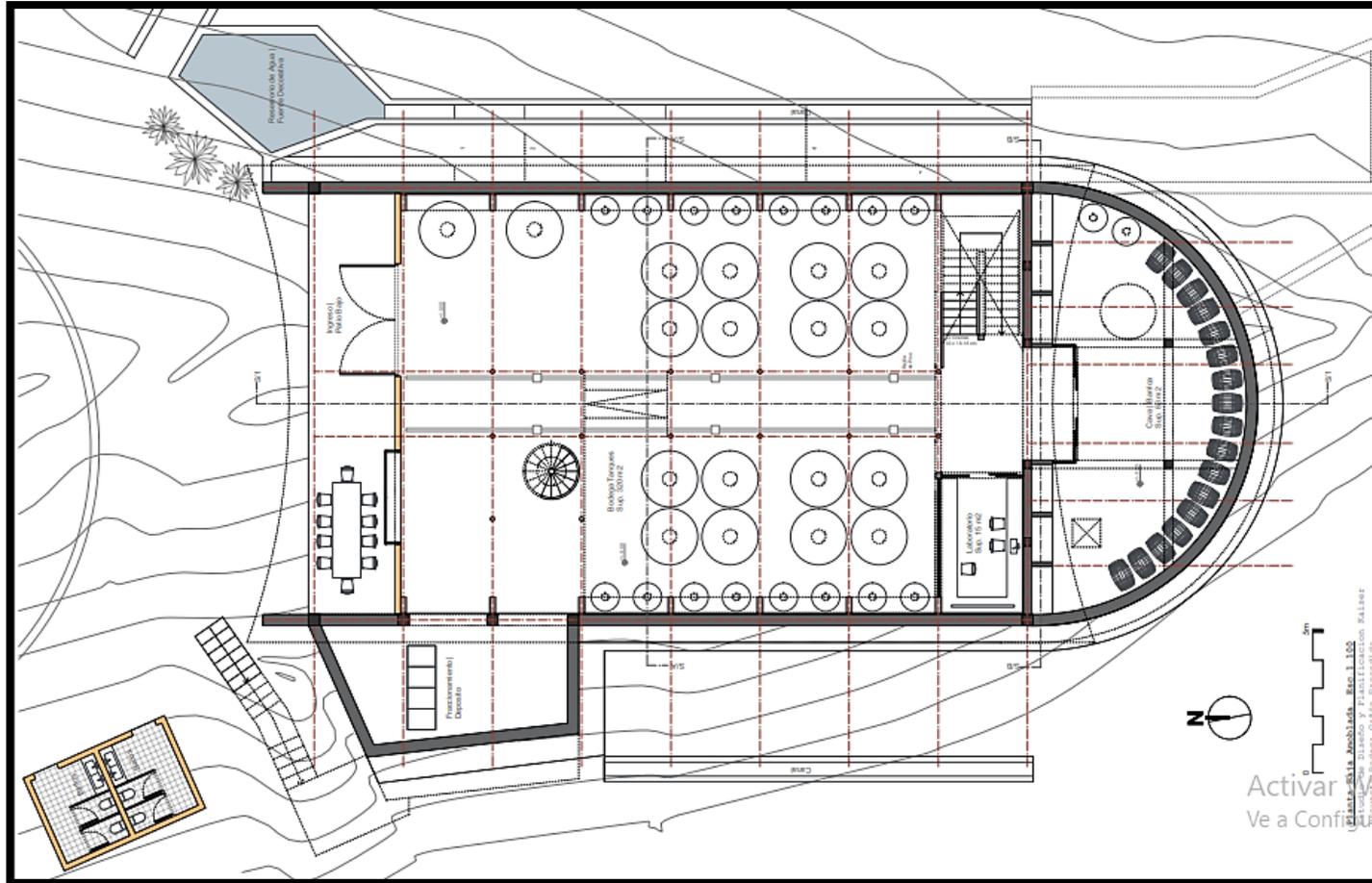
**Figura 3-10 Nuevas instalaciones en construcción**



**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

## Lay-out nueva instalación – Planta baja

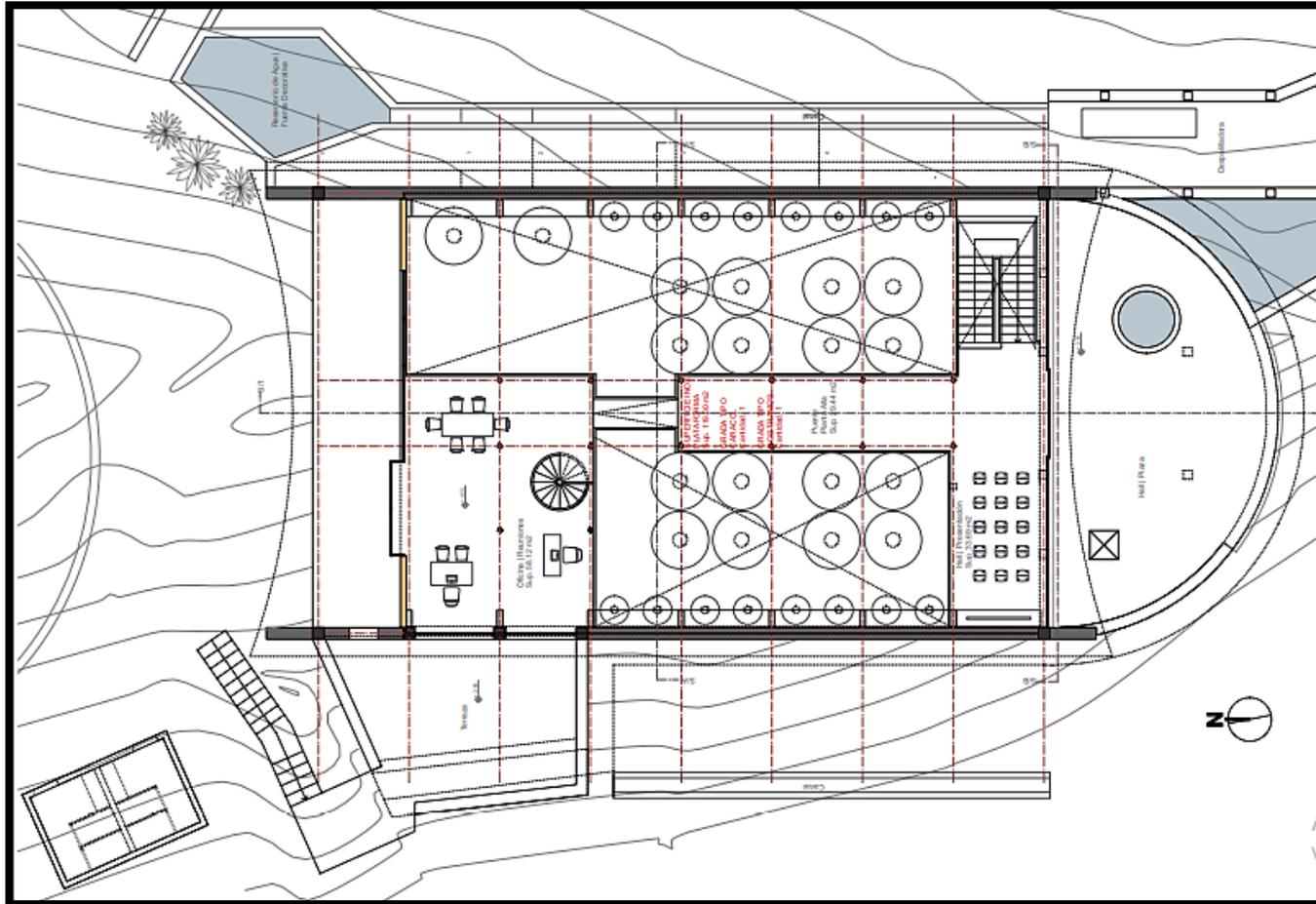
Figura 3-11 nueva instalación – Planta baja



Fuente: Bodega Cañón Escondido

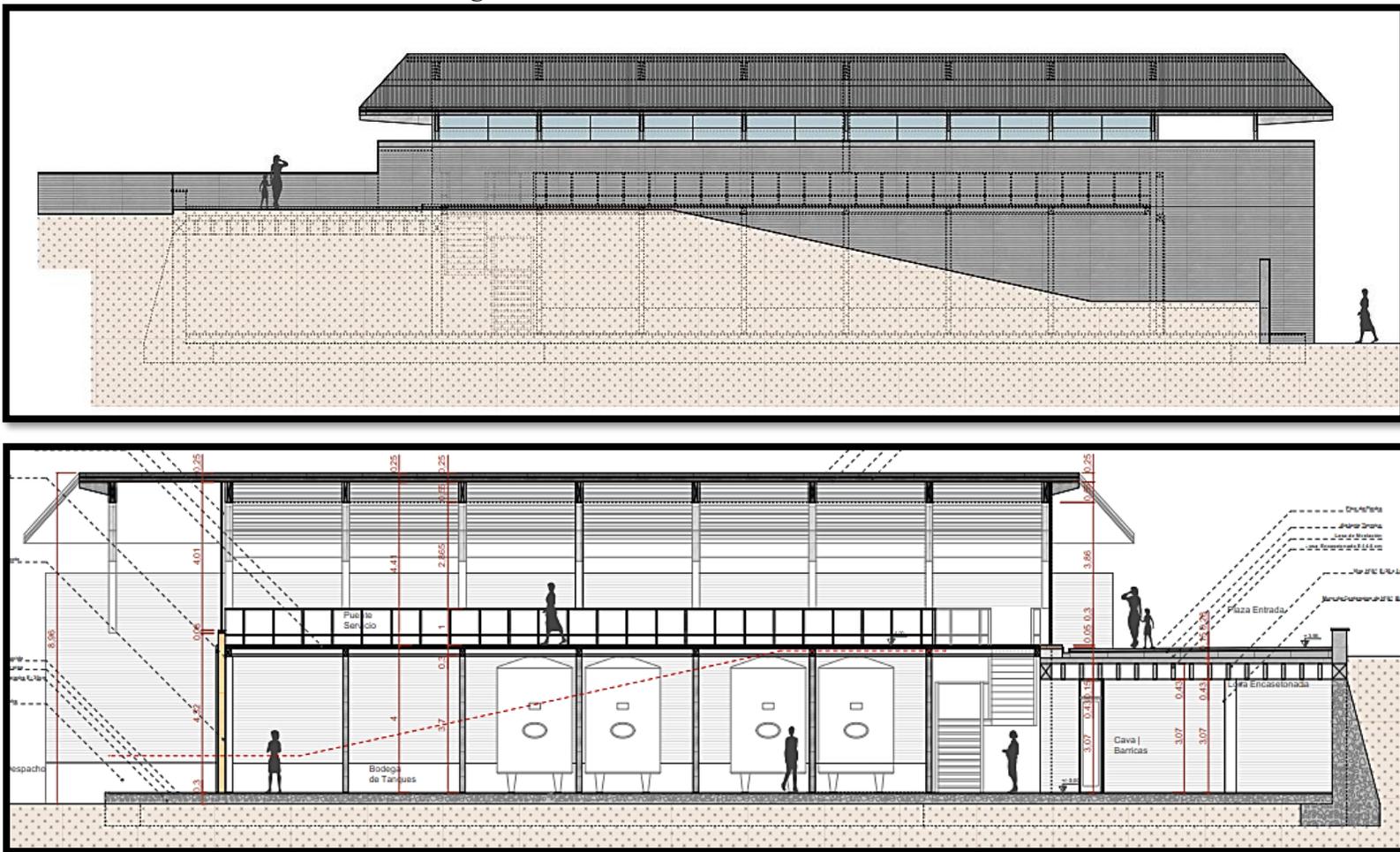
Lay-out nueva instalación – Planta alta

Figura 3-12 Nueva instalación – Planta alta



Fuente: Bodega Cañón Escondido

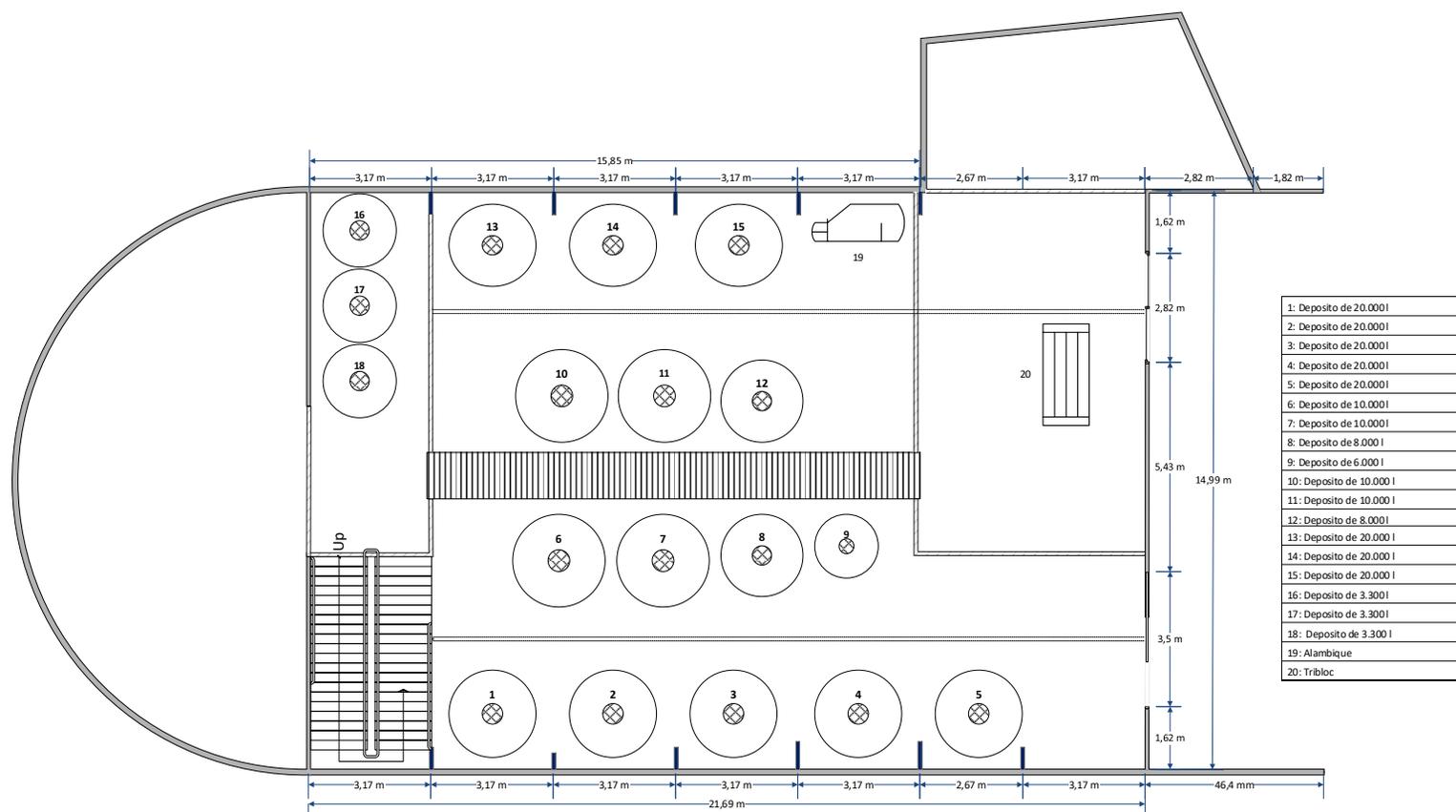
Figura 3-13 Vista lateral de la nueva instalación



Fuente: Bodega Cañón Escondido

### 3.2. Proyección de crecimiento en depósitos

Figura 3-14 Proyección de crecimiento en depósitos en la nueva bodega



Fuente: Bodega Cañón Escondido

Elaboración: Propia.

**Tabla III-1 Volumen total en depósitos**

<b>Depósito</b>	<b>Volumen</b>
1	20,000.00
2	20,000.00
3	20,000.00
4	20,000.00
5	20,000.00
6	20,000.00
7	20,000.00
8	20,000.00
9	10,000.00
10	10,000.00
11	10,000.00
12	10,000.00
13	8,000.00
14	8,000.00
15	6,000.00
16	3,300.00
17	3,300.00
18	3,300.00
<b>TOTAL</b>	<b>231,900.00</b>

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

■ **Volumen en depósitos existentes** = 98.600 litros

■ **Volumen en depósitos a implementar** = 133.300 litros

**Total** = 231.900 litros

La bodega cuenta actualmente con 9 depósitos sumando un total de 98.600 litros y tomando en cuenta el espacio disponible de la nueva bodega, la proyección de crecimiento permitirá implementar 9 depósitos de diferentes volúmenes sumando un total de 133.300 litros, teniendo así un volumen total de 231.900 litros en depósitos que posteriormente considerando los rendimientos según la variedad de la uva y los espacios de cabeza en los depósitos se tendrá los litros netos de vino.

### 3.3. Dimensionado de maquinaria

Para el cálculo de la capacidad de las maquinarias se tomó en cuenta realizar un sobredimensionamiento al momento de definir la capacidad final esto con el objetivo de garantizar la eficiencia, fiabilidad, seguridad y adaptabilidad de los sistemas industriales en un entorno operativo dinámico y cambiante.

#### 3.3.1. Determinación de la cantidad de uva a procesar

El volumen total a producir con la nueva bodega será de 160.000 litros de vino donde la uva proviene de los viñedos que se encuentran en el mismo predio donde se está construyendo la nueva bodega. Para la elaboración del volumen de vino establecido se destinará la siguiente cantidad de uva, considerando el rendimiento de las mismas que están sujetas a factores como la variedad y la forma de elaboración.

Volúmenes a producir:

- **Vino tinto** (40%) = 64.000 litros
- **Vino blanco** (60%) = 96.000 litros

$$\mathbf{Total} = 64.000 \text{ l} + 96.000 \text{ l} = 160.000 \frac{\text{litros}}{\text{vino}}$$

Considerando el rendimiento respectivo las cantidades totales de uva para cada tipo de vino serían las siguientes:

- Uva tinta, considerando un rendimiento de 1,3 kg/l

$$\mathbf{Cantidad} = 64.000 \text{ l} * 1.3 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 83.200 \frac{\text{kg}}{\text{uva}}$$

- Uva blanca considerando un rendimiento de 1,5 kg/l

$$\mathbf{Cantidad} = 96.000 \text{ l} * 1.5 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 144.000 \frac{\text{kg}}{\text{uva}}$$

$$\mathbf{Total \text{ de uva a moler}} = 83.200 \frac{\text{kg}}{\text{uva}} + 144.000 \frac{\text{kg}}{\text{uva}} = 227.200 \frac{\text{kg}}{\text{uva}}$$

Considerando la maduración de las variedades en la zona se estima una duración de vendimia de 14 días distribuida de la siguiente manera:

- Variedades tintas = 1-9 días
- Variedades blancas = 1-5 días

Considerando una entrada de uva en bodega prácticamente homogénea se tiene la siguiente distribución:

- Uva tinta

$$\mathbf{Entrada\ de\ uva} = 83.200 \frac{kg}{9\ días} = 9.244 \frac{kg\ uva}{día}$$

- Uva blanca

$$\mathbf{Entrada\ de\ uva} = 144.000 \frac{kg}{5\ días} = 28.800 \frac{kg\ uva}{día}$$

### 3.3.2. Capacidad del grupo de recepción

Se dispondrá de un solo grupo de recepción ya que la recepción de la uva de las distintas variedades se la realiza de forma separada. La capacidad de recepción se determinará en base al día de máxima entrada que corresponde a la de uva blanca con 28.800 kg de uva/día.

Rendimiento = día de máxima entrada

- **Uva blanca** =  $28.800 \frac{kg\ uva}{día}$
- **Sobredimensionamiento** = 10%

$$\mathbf{Entrada\ de\ uva} = 28.800 \frac{kg}{día} + 10\% = 31.680 \frac{kg\ uva}{día}$$

Para efectos de cálculo y dimensionar el equipo se supondrá una media de:

$$\mathbf{Entrada\ de\ uva} = 32.000 \frac{kg\ uva}{día}$$

- *Días de cosecha* = 5 días considerando que el 100% es uva blanca
- *Jornadas laborales* =  $8 \frac{h}{día}$

$$\mathbf{Capacidad} = \frac{\text{Entrada de uva diaria}}{\text{Horas laborales diarias}} = \frac{32.000 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{8 \frac{\text{h}}{\text{día}}} = 4.000 \frac{\text{kg uva}}{\text{hora}}$$

**a. Mesa seleccionadora**

La mesa seleccionadora deberá cubrir la entrada de los kilogramos de uva por hora que ingresará a la bodega.

$$\mathbf{Capacidad} = 4.000 \text{ kg /h}$$

**b. Cinta elevadora**

La cinta elevadora deberá cubrir la entrada de los kilogramos de uva por hora que ingresará a la bodega.

$$\mathbf{Capacidad} = 4.000 \text{ kg /h}$$

**c. Despalilladora y estrujadora**

- *Capacidad máxima de uva a procesar* =  $4.000 \frac{\text{kg uva}}{\text{h}}$
- *Sobredimensionamiento de la despalilladora* = 20%
- *Sobredimensionamiento de la estrujadora* = 7%

$$\mathbf{Despalilladora} = \frac{4.000 \text{ kg de uva sin despalillar}}{\text{h}} + 20\% = 4.800 \frac{\text{kg uva}}{\text{h}}$$

En el proceso de molienda se tiene que eliminar el raspón de la uva que por lo general representa el 5% del peso total del racimo.

$$\mathbf{Raspon} = \text{Uva sin despalillar} * 5\% \text{ de raspon}$$

$$\mathbf{Raspon} = 4.800 \frac{\text{kg uva}}{\text{h}} * 5\% \text{ de raspón} = 240 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

El raspón a eliminar será de 240 kg cada 4.800 kg de uva

$$\mathbf{Estrujadora} = 4.800 \frac{kg}{h} \text{ uva sin despallillar} - 240 \frac{kg}{h} \text{ raspon}$$

$$\mathbf{Estrujadora} = 4.560 \frac{kg \text{ uva despallillada}}{h} + 7\% = 4.879 \frac{kg \text{ uva despallillada}}{h}$$

### 3.3.3. Bomba vendimiadora

Se necesitará una bomba vendimiadora que mueva toda la uva despallillada y para evitar desbordamientos se sobredimensionará un 30% sobre la capacidad a procesar establecida.

- $\mathbf{Uva \ a \ procesar} = 4.879 \frac{kg \ uva}{h}$
- $\mathbf{Sobredimensionamiento \ de \ la \ bomba} = 30\%$

$$\mathbf{Capacidad \ de \ bomba} = 4.879 \frac{kg \ uva}{h} + 30\% = \frac{6.343 \ kg \ uva \ despallillada}{h}$$

### 3.3.4. Depósitos de fermentación

Para determinar los depósitos de fermentación se tomará en cuenta la capacidad real de uva a procesar de 4.000 kg uva/h para obtener el número de depósitos reales y no así los kilogramos obtenidos por el sobredimensionamiento de las máquinas ya que esto se hizo con la idea de proteger las mismas.

$$\mathbf{Uva \ sin \ despallillar} = 4.000 \frac{kg \ uva}{h} - 5\% \text{ raspón} = 3.800 \frac{kg \ uva}{h}$$

La capacidad de uva a fermentar será:

$$\mathbf{Capacidad \ de \ uva \ a \ fermentar} = 3.800 \frac{kg \ uva \ despallillada}{h} * 8 \frac{horas}{dia}$$

$$\mathbf{Capacidad \ de \ uva \ a \ fermentar} = 30.400 \frac{kg \ uva \ despallillada}{dia}$$

Considerando el espacio de cabeza a dejar en los depósitos se tiene que:

- *Espacio de cabeza en tanques = 15%*
- *Considerando el depósito de mayor volumen = 20.000 litros*

$$\text{Capacida util del tanque} = 20.000 \text{ l} * 85\% = 17.000 \frac{\text{litros}}{\text{mosto}}$$

**a. Número de depósitos**

$$N^{\circ} \text{ de depósitos} = \frac{\text{kg de uva despalillada}}{\text{capacidad útil del depósito}}$$

$$N^{\circ} \text{ de depósitos} = \frac{30.400 \frac{\text{kg uva despalillada}}{\text{día}}}{17.000 \frac{\text{kg}}{\text{depósito}}} = 1,79 \frac{\text{depositos}}{\text{día}}$$

$$N^{\circ} \text{ de depósitos} \cong 2 \frac{\text{depósitos}}{\text{día}} \text{ aproximadamente}$$

Según el espacio disponible en la nueva bodega y la proyección de crecimiento, se tendrá la siguiente distribución de los tanques y considerando los rendimientos según la variedad de la uva se tendrá los litros netos de vino.

**Tabla III-2 N° de depósitos totales**

N° de depósitos	Capacidad (L)	Capacidad total (L)	Capacidad útil (L)
1,2,3,4,5,6,7,8	20,000.00	160,000.00	136,000.00
9,10,11,12	10,000.00	40,000.00	34,000.00
13,14	8,000.00	16,000.00	13,600.00
15	6,000.00	6,000.00	5,100.00
16,17,18	3,300.00	9,900.00	8,415.00
<b>Total</b>		<b>231,900.00</b>	<b>197,115.00</b>

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

Depósitos auxiliares

- 2 depósitos de 2.800 l (Siempre lleno – Depósitos con los que ya se cuentan)
- 2 depósito de 3.300 l (Tanque de hormigón – tanque huevo)

El periodo de fermentación de un vino es de 7 – 10 días y sumándole las pre maceraciones frías y maceraciones post fermentativas, no sería posible reutilizar los depósitos.

Considerando la capacidad útil de cada tanque se tendría los siguientes volúmenes:

**Tabla III-3 Capacidad útil de los depósitos**

<b>Depósitos</b>	
<b>Volumen</b>	<b>Capacidad útil</b>
20,000.00	17,000.00
10,000.00	8,500.00
8,000.00	6,800.00
6,000.00	5,100.00
3,300.00	2,805.00

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

#### **3.3.4.1. Programación de molienda**

El siguiente cuadro es de carácter representativo y muestra como sería el llenado de los depósitos de acuerdo a la capacidad de uva a fermentar diaria de 30.400 kg uva despallada/día siendo este el volumen a llenar en tanques por día. Pero este proceso está en función a la cantidad por variedades con lo que se podría tener la interacción real de los depósitos.

Figura 3-15 Programación de molienda

Depósitos	Días																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
DEP. 1 (20 M3)	17,000.00										DESC.						
DEP. 2 (20 M3)	13,400.00	3,600.00									DESC.						
DEP. 3 (20 M3)	<b>30,400.00</b>	17,000.00									DESC						
DEP. 4 (20 M3)		9,800.00	7,200.00									DESC.					
DEP. 5 (20 M3)		<b>30,400.00</b>	17,000.00									DESC					
DEP. 6 (20 M3)			6,200.00	10,800.00									DESC.				
DEP. 7 (20 M3)			<b>30,400.00</b>	17,000.00									DESC				
DEP. 8 (20 M3)				2,600.00	14,400.00									DESC.			
DEP. 9 (10 M3)				<b>30,400.00</b>	8,500.00									DESC			
DEP. 10 (10 M3)					7,500.00	1,000.00										DESC.	
DEP. 11 (10 M3)					<b>30,400.00</b>	8,500.00										DESC	
DEP. 12 (10 M3)						8,500.00										DESC	
DEP. 13 (8 M3)						6,800.00										DESC	
DEP. 14 (8 M3)						5,600.00	1,200.00										DESC.
DEP. 15 (6 M3)						<b>30,400.00</b>	5,100.00										DESC.
DEP. 16 (3.3 M3)							2,805.00										DESC.
DEP. 17 (3.3 M3)							2,805.00										DESC.
DEP. 18 (3.3 M3)							2,805.00										DESC.
								<b>14,715.00</b>									

Elaboración: Propia.

### 3.3.4.2. Ciclos de frío en la fermentación

$$\text{Necesidad frigorífica} = \text{Energía generada} - \text{Energía disipada}$$

Para realizar el dimensionamiento del equipo de frío hay que tener en cuenta los siguientes parámetros.

$Q_F$  = Calor generado por la fermentación

$Q_D$  = Calor disipado / aporte de calor por las paredes del depósito

$Q_{CO_2+H_2O+ETOH}$  = Calor generado por la fermentación

Por lo tanto:

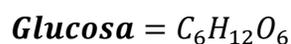
$$Q_{Total} = Q_{Fermentacion} + Q_{Depositos} - Q_{CO_2+H_2O+ETOH}$$

#### a. Calor generado durante la fermentación

$$Q_F = \frac{V * 140 * X}{T} = \frac{L * \frac{Kcal}{Kg} * \frac{Kg}{L}}{h} = \frac{Kcal}{h}$$

Donde:

- **V** = Volumen de mosto en fermentación (litros). Como hay depósitos de distintos tamaños se hará el cálculo para cada uno.
- **140** = Durante la fermentación de los azúcares por las levaduras se produce un desprendimiento de 40 kcal/mol de los cuales 14,6 kcal/mol las utilizan las levaduras para sus funciones vitales y las 25,4 kcal/moles restantes se desprenden al medio calentándolo de tal manera que una molécula de azúcar de 180 g resulta un desprendimiento de calor de:
  - ✓ Periodo de fermentación tumultuosa = 6 días = 144 horas
  - ✓ N° de depósitos = 18
  - ✓ Temperatura máxima = 35 °C
  - ✓ Energía desprendida = 25 kcal/mol
  - ✓ 1 mol de azúcar = 180 g



Masa molecular carbono = 12

Masa molecular hidrógeno = 1

Masa molecular oxígeno = 16

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = (6 * 12) + (12 * 1) + (16 * 6) = 180 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$Q_{1 \text{ mol de azúcar}} = \frac{\text{Energía desprendida al medio}}{\text{Masa molecular glucosa}}$$

$$Q_{1 \text{ mol de azúcar}} = \frac{25,4 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}}{180 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,14 \frac{\text{kcal}}{\text{g}}$$

$$Q_{1 \text{ mol de azúcar}} 0,14 \frac{\text{kcal}}{\text{g}} * \frac{1.000\text{g}}{1\text{kg}} = 140 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

- X = Hace referencia a la riqueza de azúcar del mosto expresado en g/L.

**Tabla III-4 Grado alcohólico de los vinos**

Grado alcohólico	
Vino	Grado % V/V
Tannat reserva	13,5
Red blend	13,4
Rose	12,5
Cabernet franc	12,8
Tannat varietal	13,5
Orange	10,2
Corte de finca	12,8
Tinto de finca	13
Oporto	12,8

**Fuente:** Bodega Cañón Escondido

**Elaboración:** Propia.

Los vinos elaborados en la bodega tendrán aproximadamente entre 10,2 - 13,5 % v/v de alcohol y teniendo en cuenta que 17 g/l de azúcar = 1° de alcohol entonces se tiene que:

$$\begin{aligned} 1^\circ &\rightarrow 17 \text{ g. azúcar/l} \\ 13,5^\circ &\rightarrow x \\ x &= 229,5 \text{ g azúcar/l} \\ x &= 0,2295 \text{ kg azúcar/l} \end{aligned}$$

**T** = Es el tiempo de fermentación en horas, se tendrá en cuenta únicamente el tiempo de fermentación tumultuosa que se estima aproximadamente en 6 días que son 144 horas.

### 1. Depósito de 20.000 l

Capacidad útil = 17.000 l

N° de depósitos = 8

$$Q_F = \frac{V * 140 * X}{T} = \frac{17.000 \text{ l} * 140 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}}}{144 \text{ h}} = 3.793,13 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 3.793,13 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 4,41 \frac{\text{kw}}{\text{deposito}} * 8 \text{ depósitos} = 35,28 \text{ kw}$$

### 2. Depósito de 10.000 l

Capacidad útil = 8.500 l

N° de depósitos = 4

$$Q_F = \frac{V * 140 * X}{T} = \frac{8.500 \text{ l} * 140 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}}}{144 \text{ h}} = 1.896,56 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 1.896,56 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 2,21 \frac{\text{kw}}{\text{deposito}} * 4 \text{ depósitos} = 8,84 \text{ kw}$$

3. Depósito de 8.000 l  
 Capacidad útil = 6.800 l  
 N° de depósitos = 2

$$Q_F = \frac{V * 140 * X}{T} = \frac{6.800 \text{ l} * 140 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}}}{144 \text{ h}} = 1.517,25 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 1.517,25 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 1,76 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 2 \text{ depósitos} = 3,52 \text{ kw}$$

4. Depósito de 6.000 l  
 Capacidad útil = 5.100 l  
 N° de depósitos = 1

$$Q_F = \frac{V * 140 * X}{T} = \frac{5.100 \text{ l} * 140 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}}}{144 \text{ h}} = 1.137,94 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 1.137,94 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 1,32 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 1 \text{ depósitos} = 1,32 \text{ kw}$$

5. Depósito de 3.300 l  
 Capacidad útil = 2.805 l  
 N° de depósitos = 3

$$Q_F = \frac{V * 140 * X}{T} = \frac{2.805 \text{ l} * 140 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}}}{144 \text{ h}} = 625,87 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 625,87 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 0,73 \frac{\text{kw}}{\text{deposito}} * 3 \text{ depósitos} = 2,19 \text{ kw}$$

Tabla III-5 Potencia total requerida

Deposito	Capacidad útil	N° de depósitos	kw/deposito	kw totales
20.000,00	17.000,00	8	4,41	35,28
10.000,00	8.500,00	4	2,21	8,84
8.000,00	6.800,00	2	1,76	3,52
6.000,00	5.100,00	1	1,32	1,32
3.300,00	2.805,00	3	0,73	2,19
<b>Total</b>				<b>51,15</b>

Elaboración: Propia

### b. Disipación de calor por las paredes

Con la siguiente expresión se podrá calcular la disipación del calor por las paredes de los depósitos.

$$Q_{DIS.} = U * S * \Delta T$$

#### 2. U = Coeficiente de transferencia de energía térmica del depósito

$$U = \frac{1}{\frac{1}{hc} + \frac{L_{pared}}{\lambda} + \frac{1}{hi}}$$

Donde:

$L_{pared}$  = Espesor del depósito

$\lambda$  = Conductividad térmica

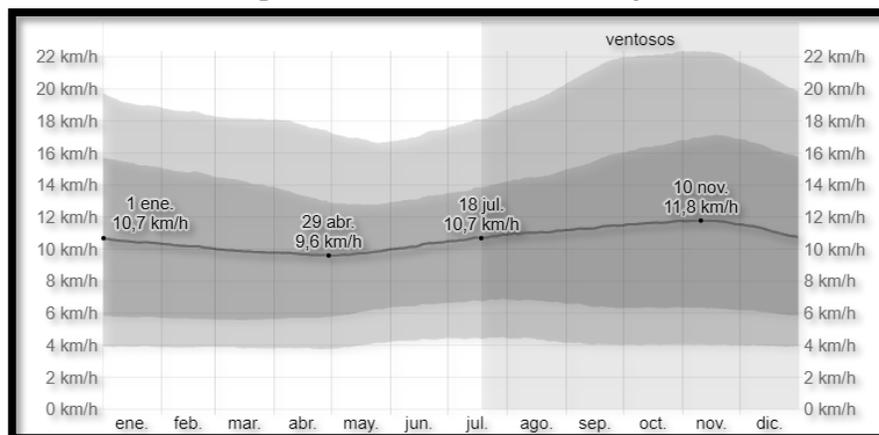
$hc$  = Coeficiente superficial de transmisión exterior (dependerá de la velocidad del aire en la bodega)

$hi$  = Coeficiente superficial de transmisión interior

El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Tarija tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

**Figura 3-16 Velocidad promedio del viento en Tarija durante el año (2023)**



Fuente: Weather Spark

**Tabla III-6 Velocidad promedio del viento en Tarija durante el año (2023)**

Mes	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.	dic.
<b>Vel. del viento (kph)</b>	10,50	10,20	9,90	9,70	9,80	10,20	10,70	11,00	11,40	11,60	11,70	11,10

Fuente: Weather Spark

Tomando los datos de velocidad del viento en Tarija durante el año se tendrá la siguiente velocidad promedio:

$$V_{prom.} = 10, +10,2 + 9,9 + 9,7 + 9,8 + 10,2 + 10,7 + 11 + 11,4 + 11,6 + 11,7 + 11,1$$

$$V_{prom.} = 10,7 \frac{m}{s} * \frac{1.000 m}{1 km} * \frac{1h}{3.600 s} = 2,97 \frac{m}{s}$$

**Tabla III-7 Coeficiente superficial de transmisión exterior en función de la velocidad del viento**

Velocidad del aire (m/s)	hc (kcal/°C*m2*hora)
0,00	5,50
1,50	10,00
5,00	41,00

Fuente: Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togoress

Se considerará que en el interior de la zona destinada a fermentación habrá algún tipo de corriente de aire, ya que se encuentra abierto, la velocidad promedio en Tarija es de 2,97 m/s siendo este valor más cercano a 1,50 m/s de la tabla de valores de coeficiente superficial y la velocidad del viento en la zona de fermentación será menor a la corriente de aire fuera de la bodega, por tanto, se tendrá que:

$$h_c = 10 \frac{kcal}{^{\circ}C * m^2 * h}$$

En la práctica el coeficiente de transferencia de energía térmica (U) se calcula en función del valor de hc aplicando la siguiente tabla:

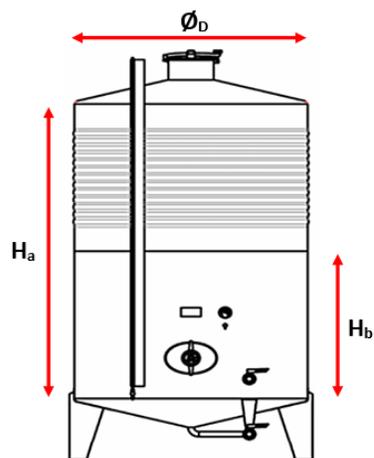
**Tabla III-8 Coeficiente de transferencia de energía térmica U**

Material	Espesor (m)	$\lambda$ (kcal/°C*m*h)	U (kcal/°C*m²*h)		
			hc = 5,5	hc = 10	hc = 41
Madera	0,05	0,1	1,46	1,65	1,89
Hormigón	0,1	0,3	0,7	0,74	0,78
Acero	0,03	45	5,4	9,5	34,4
Acero inoxidable	0,003	43	5,34	9,32	32

**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togoires

$$U = 9,32 \frac{kcal}{^{\circ}C * h * m^2}$$

### 3. Cálculo de la superficie de los depósitos



Para el cálculo de la superficie del depósito se usará la siguiente fórmula:

$$S = 2\pi * r * H_a + 2\pi * r^2 - 2\pi * r * H_b$$

- **Depósito = 20.000 l**

$$D = 2,25 \text{ m}$$

$$r = 1,125 \text{ m}$$

$$H_a = 4,88 \text{ m}$$

$$H_b = 1,626 \text{ m}$$

$$S_1 = 2\pi * r * H_a + 2\pi * r^2 - 2\pi * r * H_b$$

$$S_1 = (2\pi * 1,125 \text{ m} * 4,88 \text{ m}) + (2\pi * (1,125 \text{ m})^2) - (2\pi * 1,125 \text{ m} * 1,626 \text{ m})$$

$$S_1 = 30,9 \text{ m}^2$$

- **Depósito = 10.000 l**

$$D = 2,4 \text{ m}$$

$$r = 1,2 \text{ m}$$

$$H_a = 2,5 \text{ m}$$

$$H_b = 1,14 \text{ m}$$

$$S_2 = 2\pi * r * H_a + 2\pi * r^2 - 2\pi * r * H_b$$

$$S_2 = (2\pi * 1,2 \text{ m} * 2,5 \text{ m}) + (2\pi * (1,2 \text{ m})^2) - (2\pi * 1,2 \text{ m} * 1,14 \text{ m})$$

$$S_2 = 19,3 \text{ m}^2$$

- **Depósito = 8.000 l**

$$D = 2,1 \text{ m}$$

$$r = 1,05 \text{ m}$$

$$H_a = 2,56 \text{ m}$$

$$H_b = 0,68 \text{ m}$$

$$S_3 = 2\pi * r * H_a + 2\pi * r^2 - 2\pi * r * H_b$$

$$S_3 = (2\pi * 1,05 \text{ m} * 2,56 \text{ m}) + (2\pi * (1,05 \text{ m})^2) - (2\pi * 1,05 \text{ m} * 0,68 \text{ m})$$

$$S_3 = 19,33 \text{ m}^2$$

- **Depósito = 6.000 l**

$$D = 1,65 \text{ m}$$

$$r = 0,825 \text{ m}$$

$$H_a = 2,77 \text{ m}$$

$$H_b = 1,66 \text{ m}$$

$$S_4 = 2\pi * r * H_a + 2\pi * r^2 - 2\pi * r * H_b$$

$$S_4 = (2\pi * 0,825 \text{ m} * 2,77 \text{ m}) + (2\pi * (0,825 \text{ m})^2) - (2\pi * 0,825 \text{ m} * 1,66 \text{ m})$$

$$S_4 = 10,03 \text{ m}^2$$

#### 4. Diferencia de temperatura

$\Delta T$  = Es la diferencia de temperatura entre el ambiente y la fermentación

$$\Delta T = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Por lo tanto:

- **Depósito = 20.000 l**

$$Q_{DIS.} = U * S * \Delta T$$

$$Q_{DIS.} = 9,32 \frac{\text{kcal}}{^\circ\text{C} * \text{h} * \text{m}^2} * 30,9 \text{ m}^2 * 4^\circ\text{C} = 1.151,9 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 1.151,9 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 1,34 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 8 \text{ depósitos} = 10,72 \text{ kw}$$

- **Depósito = 10.000 l**

$$Q_{DIS.} = U * S * \Delta T$$

$$Q_{DIS.} = 9,32 \frac{\text{kcal}}{^\circ\text{C} * \text{h} * \text{m}^2} * 19,3 \text{ m}^2 * 4^\circ\text{C} = 719,5 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 719,5 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 0,84 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 4 \text{ depósitos} = 3,36 \text{ kw}$$

- Depósito = 8.000 l

$$Q_{DIS.} = U * S * \Delta T$$

$$Q_{DIS.} = 9,32 \frac{kcal}{^{\circ}C * h * m^2} * 19,33 m^2 * 4^{\circ}C = 720,62 \frac{kcal}{h}$$

$$P = 720,62 \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163 kw}{1 \frac{kcal}{h}} = 0,84 \frac{kw}{depósito} * 2 depósitos = 1,68 kw$$

- Depósito = 6.000 l

$$Q_{DIS.} = U * S * \Delta T$$

$$Q_{DIS.} = 9,32 \frac{kcal}{^{\circ}C * h * m^2} * 10,03 m^2 * 4^{\circ}C = 373,92 \frac{kcal}{h}$$

$$P = 373,92 \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163 kw}{1 \frac{kcal}{h}} = 0,44 \frac{kw}{depósito} * 1 depósitos = 0,44 kw$$

$$Potencia total = 10,72 kw + 3,36 kw + 1,68 kw + 0,44 kw = 16,2 kw$$

### c. Calor disipado de fermentación por generación de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y alcohol

$$Q_v = Q_{CO_2} + Q_{H_2O} + Q_{ET}$$

$Q_v$  = Calor absorbido por desprendimiento de gases o vapores (kcal/hora)

$Q_{CO_2}$  = Absorción de calor por desprendimiento de CO<sub>2</sub> (kcal/hora)

$Q_{H_2O}$  = Absorción de calor por evaporación de agua (kcal/hora)

$Q_{ET}$  = Absorción de calor por evaporación de alcohol (kcal/hora)

### 4. Cálculo de calor por liberación de CO<sub>2</sub>

$$Q_{CO_2} = \frac{\frac{k}{C_p} * v * x}{t}$$

$v$  = Volumen del mosto (litros)

$x$  = Riqueza en azúcares de mosto (g/l) = 229,5 g/l

$t$  = Periodo de fermentación tumultuosa = 6 días = 144 horas

$k/C_p$  = Calor específico, temperatura de fermentación = 0,00740 kcal/g

- Depósito = 20.000 l  
Capacidad útil = 17.000 l  
N° de depósitos = 8

$$Q_{CO_2} = \frac{\frac{k}{C_p} * v * x}{t} = \frac{0,00740 \frac{kcal}{g} * 17.000 l * 229,5 \frac{g}{l}}{144 h} = 200,49 \frac{kcal}{h}$$

$$P = 200,49 \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163 kw}{1 \frac{kcal}{h}} = 0,23 \frac{kw}{depósito} * 8 depósitos = 1,84 kw$$

- Deposito = 10.000 l  
Capacidad útil = 8.500 l  
N° de depósitos = 4

$$Q_{CO_2} = \frac{\frac{k}{C_p} * v * x}{t} = \frac{0,00740 \frac{kcal}{g} * 8.500 l * 229,5 \frac{g}{l}}{144 h} = 100,25 \frac{kcal}{h}$$

$$P = 100,25 \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163 kw}{1 \frac{kcal}{h}} = 0,12 \frac{kw}{depósito} * 4 depósitos = 0,48 kw$$

- Deposito = 8.000 l  
Capacidad útil = 6.800 l  
N° de depósitos = 2

$$Q_{CO_2} = \frac{\frac{k}{C_p} * v * x}{t} = \frac{0,00740 \frac{kcal}{g} * 6.800 l * 229,5 \frac{g}{l}}{144 h} = 80,19 \frac{kcal}{h}$$

$$P = 80,19 \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163 kw}{1 \frac{kcal}{h}} = 0,093 \frac{kw}{depósito} * 2 depósitos = 0,19 kw$$

- Deposito = 6.000 l  
Capacidad útil = 5.100 l  
N° de depósitos = 1

$$Q_{CO_2} = \frac{\frac{k}{Cp} * v * x}{t} = \frac{0,00740 \frac{kcal}{g} * 5.100 l * 229,5 \frac{g}{l}}{144 h} = 60,15 \frac{kcal}{h}$$

$$P = 60,15 \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163 kw}{1 \frac{kcal}{h}} = 0,07 \frac{kw}{depósito} * 1 depósito = 0,07 kw$$

- Deposito = 3.300 l  
Capacidad útil = 2.805 l  
N° de depósitos = 3

$$Q_{CO_2} = \frac{\frac{k}{Cp} * v * x}{t} = \frac{0,00740 \frac{kcal}{g} * 2.805 l * 229,5 \frac{g}{l}}{144 h} = 33,08 \frac{kcal}{h}$$

$$P = 33,08 \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163 kw}{1 \frac{kcal}{h}} = 0,038 \frac{kw}{depósito} * 3 depósitos = 0,114 kw$$

$$Potencia total = 1,84 kw + 0,48 kw + 0,19 kw + 0,07 kw + 0,114 kw = 2,69 kw$$

## 5. Calor disipado por el agua

$$Q_{H_2O} = \frac{0,011 * v * x * h_{fg}}{t}$$

v = Volumen de mosto en fermentación (litros)

x = Riqueza de azúcar del mosto

t = Duración de la fermentación = 6 días = 144 h

h<sub>fg</sub> = Calor latente de vaporización del agua a la T de fermentación = 582,6 kcal/kg

- Depósito = 20.000 l  
Capacidad útil = 17.000 l  
N° de depósitos = 8

$$Q_{H2O} = \frac{0,011 * v * x * h_{fg}}{t} = \frac{0,011 * 17.000 \text{ l} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * 582,6 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{144 \text{ h}} = 173,63 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 173,63 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 0,2 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 8 \text{ depósitos} = 1,6 \text{ kw}$$

- Depósito = 10.000 l  
Capacidad útil = 8.500 l  
N° de depósitos = 4

$$Q_{H2O} = \frac{0,011 * v * x * h_{fg}}{t} = \frac{0,011 * 8.500 \text{ l} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * 582,6 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{144 \text{ h}} = 86,82 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 86,82 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 0,1 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 4 \text{ depósitos} = 0,4 \text{ kw}$$

- Depósito = 8.000 l  
Capacidad útil = 6.800 l  
N° de depósitos = 2

$$Q_{H2O} = \frac{0,011 * v * x * h_{fg}}{t} = \frac{0,011 * 6.800 \text{ l} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * 582,6 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{144 \text{ h}} = 69,45 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 69,45 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 0,08 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 2 \text{ depósitos} = 0,16 \text{ kw}$$

- Depósito = 6.000 l  
Capacidad útil = 5.100 l  
N° de depósitos = 1

$$Q_{H2O} = \frac{0,011 * v * x * h_{fg}}{t} = \frac{0,011 * 5.100 \text{ l} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * 582,6 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{144 \text{ h}} = 52,1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 52,1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 0,06 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 1 \text{ depósitos} = 0,06 \text{ kw}$$

- Depósito = 3.300 l  
Capacidad útil = 2.805 l  
N° de depósitos = 3

$$Q_{H_2O} = \frac{0,011 * v * x * h_{fg}}{t} = \frac{0,011 * 2.805 \text{ l} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * 582,6 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{144 \text{ h}} = 28,65 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 28,65 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 0,033 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 3 \text{ depósitos} = 0,099 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia total} = 1,6 \text{ kw} + 0,4 \text{ kw} + 0,16 \text{ kw} + 0,06 \text{ kw} + 0,099 \text{ kw} = 2,32 \text{ kw}$$

## 6. Calor disipado por etanol

$$Q_{ET} = \frac{0,0135 * v * x * h_{fg}}{t}$$

v = Volumen de mosto en fermentación (litros)

x = Riqueza de azúcar del mosto = 0,2295 kg/l

t = Duración de la fermentación = 6 días = 144 h

h<sub>fg</sub> = Calor latente de vaporización del agua a la T de fermentación = 582,6 kcal/kg

- Depósito = 20.000 l  
Capacidad útil = 17.000 l  
N° de depósitos = 8

$$Q_{ET} = \frac{0,0135 * v * x * h_{fg}}{t} = \frac{0,0135 * 17.000 \text{ l} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * 199,96 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{144 \text{ h}} = 73,14 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 73,14 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 0,09 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 8 \text{ depósitos} = 0,72 \text{ kw}$$

- Depósito = 10.000 l  
Capacidad útil = 8.500 l  
N° de depósitos = 4

$$Q_{ET} = \frac{0,0135 * v * x * h_{fg}}{t} = \frac{0,0135 * 8.500 \text{ l} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * 199,96 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{144 \text{ h}} = 36,57 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 36,57 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 0,043 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 4 \text{ depósitos} = 0,172 \text{ kw}$$

- Depósito = 8.000 l  
Capacidad útil = 6.800 l  
N° de depósitos = 2

$$Q_{ET} = \frac{0,0135 * v * x * h_{fg}}{t} = \frac{0,0135 * 6.800 \text{ l} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * 199,96 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{144 \text{ h}} = 29,26 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 29,26 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 0,034 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 2 \text{ depósitos} = 0,068 \text{ kw}$$

- Depósito = 6.000 l  
Capacidad útil = 5.100 l  
N° de depósitos = 1

$$Q_{ET} = \frac{0,0135 * v * x * h_{fg}}{t} = \frac{0,0135 * 5.100 \text{ l} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * 199,96 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{144 \text{ h}} = 21,94 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 21,94 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 0,03 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 1 \text{ depósitos} = 0,03 \text{ kw}$$

- Depósito = 3.300 l  
Capacidad útil = 2.805 l  
N° de depósitos = 3

$$Q_{ET} = \frac{0,0135 * v * x * h_{fg}}{t} = \frac{0,0135 * 2.805 \text{ l} * 0,2295 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * 199,96 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{144 \text{ h}} = 12,1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$P = 12,1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{0,001163 \text{ kw}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 0,014 \frac{\text{kw}}{\text{depósito}} * 3 \text{ depósitos} = 0,042 \text{ kw}$$

$$\mathbf{Potencia\ total} = 0,72\ kw + 0,172\ kw + 0,068\ kw + 0,03\ kw + 0,042\ kw = \mathbf{1,032\ kw}$$

$$P_{Total} = P_{Fermentación} + P_{Depósitos} - P_{CO2+H2O+ET}$$

$$P_{Total} = 51,15\ kw + 15\ kw - (2,69\ kw + 2,32\ kw + 1,032\ kw)$$

$$P_{Total} = 60,11\ kw$$

Sobredimensionamiento = 30%

$$\mathbf{Potencia\ del\ equipo\ de\ frío} = 60,11\ kw + 30\% = 78,143\ kw \approx \mathbf{78\ kw}$$

### 3.3.4.2. Estabilización tartárica

Grado alcohólico = 13,5 % v/v

$$T_e = -\left(\frac{\text{Grado alcohólico}}{2} - 1\right) = -\left(\frac{13,5}{2} - 1\right) = -5,75\ ^\circ\text{C}$$

$$Q_{Estabilizacion} = V * \rho_{Vino} * C_e * (T_e - T_v)$$

V = Volumen del vino (m<sup>3</sup>/h) = 96.000 l

$\rho_{vino}$  = Densidad del vino = 990 kg/m<sup>3</sup>

T<sub>e</sub> = Temperatura de estabilización = - 5,75 °C

T<sub>v</sub> = Temperatura del vino = 25 °C

C<sub>e</sub> = Calor específico del vino = 0,99 kcal/kg\*°C

$$V = \frac{96.000\ l * \frac{1\ m^3}{1.000\ l}}{15\ dias * \frac{4\ h}{día}} = 1,6\ \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{Est.} = V * \rho_{Vino} * C_e * (T_e - T_v)$$

$$Q_{Est.} = 1,6\ \frac{m^3}{h} * 990\ \frac{kg}{m^3} * 0,99\ \frac{kcal}{kg * ^\circ C} * (-5,75^\circ C + 25^\circ C) = \mathbf{30.187,1\ \frac{kcal}{h}}$$

$$P = 30.187,1\ \frac{kcal}{h} * \frac{0,001163\ kw}{1\ \frac{kcal}{h}} = \mathbf{35\ kw}$$

### 3.3.5. Prensa

Para el dimensionamiento de la prensa se tendrá en cuenta que el orujo representa aproximadamente el 16% de la uva. Considerando el depósito de mayor volumen de 20.000 litros y dejando un espacio de cabeza del 15 % se tiene:

$$\mathbf{Capacidad\ útil = Capacidad\ del\ depósito * 85\%}$$

$$\mathbf{Capacidad\ útil = 20.000\ l * 85\% = 17.000\ l}$$

$$\mathbf{Orujo = Capacidad\ util * 16\% = 2.800\ kg}$$

$$\mathbf{Orujo = 17.000\ l * 16\% = 2.800\ kg}$$

Sabiendo que para realizar el prensado de los 2.800 kg de orujo con la prensa actual se necesitaría de 14,85 horas lo cual no sería posible por lo que se procede a calcular la capacidad de una nueva prensa para la cual se consideran los siguientes tiempos tomando como tiempos de referencia los requeridos con la prensa actual teniendo así:

- ✓ Tiempo de llenado (TLL) = 60 min
- ✓ Tiempo de prensado (TP) = 40 min
- ✓ Tiempo de vaciado y limpieza (TV) = 60 min
- ✓ Tiempo total = 160 min/prensado
- ✓ Horas de trabajo = 8 horas/día = 480 min/día
- ✓ Sobredimensionamiento = 50%

$$160\ minutos \rightarrow 1\ prensado$$

$$480\ minutos \rightarrow x$$

$$\mathbf{x = 3\ prensados/día}$$

$$\mathbf{Capacidad\ de\ la\ prensa = \frac{kg\ de\ orujo\ a\ prensar}{N^{\circ}\ de\ prensados\ al\ día}}$$

$$\mathbf{Capacidad\ de\ la\ prensa = \frac{2.800\ kg}{3} = 933\ kg + 50\% = 1.400\ kg}$$

### 3.3.6. Bombas de circulación

Sabiendo que una bomba puede atender de 1 a 4 depósitos, para el cálculo del número de bombas suficientes para realizar los trabajos se parte del siguiente análisis.

$$N^{\circ} \text{Bombas} = \frac{N^{\circ} \text{ de depósitos}}{\frac{N^{\circ} \text{ de depósitos}}{\text{bomba}}}$$

$$N^{\circ} \text{Bombas} = \frac{18 \text{ depósitos}}{4 \frac{\text{depósitos}}{\text{bomba}}}$$

$$N^{\circ} \text{Bombas} = 5 \text{ bombas}$$

- **Pérdidas de carga**

Hay que tener en cuenta el recorrido que hace la pasta de vendimia.

1. Sale del depósito a través de la válvula de mariposa con un diámetro nominal.
2. Pasa por un tramo de manguera con un diámetro y longitud correspondiente.
3. Pasa a través de un ensanchamiento brusco (de “0,05 m” a “0,08 m” de diámetro), pasa a la bomba de diámetros de entrada y salida de “0,08 m”, de la bomba a un ensanchamiento brusco (de “0,08 m” a “0,05 m” de diámetro).
4. pasa al tubo de remontado de acero inoxidable AISI-316, de diámetro “0,05 m”, pasando por un codo de 90° en su llegada al difusor del depósito.

- **Pérdidas de carga primaria**

$$h_p = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$h_p$  = Pérdida de carga primaria (m)

$V$  = Velocidad lineal del fluido (m/s)

$g$  = Aceleración de la gravedad

$L$  = Longitud del tramo de tubería analizado (m)

$D$  = Diámetro interno de la tubería (m)

$f$  = Factor de fricción

Para realizar el cálculo de las pérdidas de carga primarias se toma como valor correspondiente a  $L$  el mayor recorrido posible que tendrá que realizar el mosto en nuestro caso. Se tendrá en cuenta la altura del depósito de 20 m<sup>3</sup> de capacidad, el cual es el más grande de todos, se debe tener en cuenta con las patas, el radio de éste y el tramo de manguera del depósito a la bomba.

$$L_{\text{Deposito}} = 6,05 \text{ m}$$

$$r_{\text{Deposito}} = 1,025 \text{ m}$$

$$L_{\text{Manguera}} = 1 \text{ m}$$

$$L_{\text{Total}} = L_{\text{Deposito}} + r_{\text{Deposito}} + L_{\text{Manguera}}$$

$$L_{\text{Total}} = 6,05 \text{ m} + 1,025 \text{ m} + 1 \text{ m}$$

$$L_{\text{Total}} = \mathbf{8,075 \text{ m}}$$

Para el cálculo del factor de rozamiento “4f” se utiliza el Diagrama de Moody. Para ello es necesario conocer la rugosidad relativa ( $\epsilon/D$ ) y el Número de Reynold ( $N^{\circ} \text{Re}$ ).

$$N_{\text{Re}} = \frac{D * V * \rho}{\mu}$$

Teniendo en cuenta los valores de las variables correspondientes para el mosto a la temperatura de trabajo se tiene:

$$\mu = \text{Viscosidad} = 1,968 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m} * \text{s}}$$

$$\rho_{\text{Mosto}} = \text{Densidad} = 1,106 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 1,106 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q_{\text{Bomba}} = \text{Caudal} = 17.000 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 0,0047 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$D_{\text{Tubo}} = \text{Diámetro} = 0,05 \text{ m}$$

De donde:

$$Q = V * S$$

$Q$  = Caudal ( $m^3/s$ )

$V$  = Velocidad del fluido ( $m/s$ )

$S$  = Área de la sección transversal de la tubería ( $m^2$ )

$$S = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{\pi * (0,05m)^2}{4} = 0,0019 m^2$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{0,0047 \frac{m^3}{s}}{0,0019 m^2} = 2,47 \frac{m}{s}$$

$$N_{Re} = \frac{D * V * \rho}{\mu} = \frac{0,05 m * 2,47 \frac{m}{s} * 1.106 \frac{kg}{m^3}}{1,98 * 10^{-3} \frac{kg}{m * s}} = 69.405,99 = 7 * 10^4$$

Como  $N_{Re} > 4.000$

### Flujo turbulento

Por lo general el dato de rugosidad no hay tablas para hacer referencia, lo que se hace es tomar el dato de los fabricantes tomando un promedio de la rugosidad relativa se considera la tubería de acero inoxidable cuya rugosidad absoluta es  $\varepsilon = 0.05$ . A partir de este valor y del diámetro interno de la tubería, obtenemos la rugosidad relativa según la gráfica:

$$\frac{\varepsilon}{D} = 0,009$$

Con los valores de  $\varepsilon/D$  y  $N_{Re}$  se obtiene el factor de fricción ( $f$ ) en el diagrama de Moody.

$$f = 0,023$$

Con estos valores y sustituyendo en la ecuación de Fanning obtenemos la pérdida de carga en la tubería debido a las pérdidas primarias.

$$h_p = f * \frac{l}{D} * \frac{V^2}{2g} = 0,023 * \frac{8,075 m}{0,05 m} * \frac{\left(2,47 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9,8 \frac{m}{s}} = 1,15 m$$

- **Perdidas de carga secundaria**

Estas pérdidas son debidas a los accesorios necesarios para la canalización del fluido a través de las tuberías, como son válvulas, codos, etc.

**Tabla III-9 Longitud equivalente de tubo recto del mismo diámetro en metros**

Accesorio	Nº unidades	L <sub>e</sub> (m)	L <sub>T</sub> (m)
Válvula mariposa	1	0,33	0,33
Codo de 90°	1	0,5	0,5
Ensanchamiento brusco (50 mm - 80 mm)	1	0,99	0,99
Contracción brusca (80 mm - 50 mm)	1	0,55	0,55
<b>TOTAL</b>			<b>2,37</b>

**Fuente:** Tratado de enología Tomo I-2 edición. Togoers

$$h_s = f * \frac{l}{D} * \frac{V^2}{2g} = 0,023 * \frac{2,37 \text{ m}}{0,05 \text{ m}} * \frac{\left(2,47 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \mathbf{0,34 \text{ m}}$$

Por lo tanto, la pérdida de carga total será:

$$h_{Total} = h_p + h_s = 1,15 \text{ m} + 0,34 \text{ m}$$

$$h_{Total} = \mathbf{1,49 \text{ m}}$$

- **Altura útil**

Se calcula aplicando la Ecuación de Bernoulli entre dos puntos, de aspiración y descarga de la bomba.

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + H = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_{f1-2}$$

Despejando H se obtiene:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + (z_2 - z_1) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + h_{f1-2}$$

$(z_2 - z_1)$  = Diferencia de cotas entre los puntos considerados

$\frac{P_2 - P_1}{\rho g}$  = Diferencia de presiones entre la descarga y la aspiración

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = \text{Diferencia de velocidad entre la descarga y la aspiración}$$

$h_{f1-2}$  = Pérdidas de carga totales exteriores a la bomba

**P1** = Presión en la superficie de aspiración. En la superficie del líquido en el depósito, el valor de la presión ronda en torno al de la presión atmosférica.

$$P_1 = 101.300 \text{ Pa}$$

**P2** = Presión en el punto de descarga, deberá sumarse a la presión atmosférica la debida a la altura de la columna de vino. Se toma una altura de líquido, hasta el fin de la virola es 4,88 m, pero sumando los cm del cono superior se llega a tener una altura de 5,55 m.

Por lo tanto:

$$P_2 = P_{Atm.} + h_{Liq.} + g * \rho$$

$$P_2 = 101.300 \text{ Pa} + \left( 5,55 \text{ m} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 1.106 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$P_2 = 161.455,34 \text{ Pa}$$

**Z1** = Cota de la superficie de aspiración. Se toma la situación más desfavorable, que el depósito de vino esté prácticamente vacío:  $Z1 = 0$

**Z2** = Cota del punto de descarga, se toma el punto más elevado de la línea de impulsión

$$Z2 = 5,55 \text{ m.}$$

**V1** = Velocidad lineal en la aspiración. Al ser un depósito de 10 m<sup>3</sup> el nivel del líquido descenderá muy lentamente, aproximamos  $V1 = 0 \text{ m/s}$

**V2** = Velocidad lineal de descarga, ha sido calculada anteriormente y presenta un valor de  $V2 = 2,47 \text{ m/s}$

**hf<sub>1-2</sub>** = Pérdida total de presión entre la carga y la descarga, calculado anteriormente.

$$h_{f1-2} = 1,49 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + (z_2 - z_1) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + h_{f1-2}$$

$$H = \frac{161.455,34 \text{ Pa} - 101.300 \text{ Pa}}{1.106 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + (5,55 \text{ m} - 0) + \frac{\left(2,47 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - 0}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 1,49 \text{ m}$$

$$H = 12,9 \text{ m}$$

- **Altura de aspiración**

$$NPSH_d = \frac{P_{ent.} - P_{sal.}}{\rho g} + (z_2 - z_1) - h$$

Para seleccionar la bomba se debe cumplir que:

$$NPSH_d > NPSH_r$$

Normalmente se exige que  $NPSH_d$  sea al menos un 20% superior al  $NPSH_r$

$$P_{\text{Atm.}} = 101.300 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{Sat.}} = 2.649 \text{ Pa (valor de tabla)}$$

$$NPSH_d = \frac{P_{ent.} - P_{sal.}}{\rho g} + (z_2 - z_1) - h$$

$$NPSH_d = \frac{101.300 \text{ Pa} - 2.649 \text{ Pa}}{1.106 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + (5,55 \text{ m} - 0) - 1,49 \text{ m} = \mathbf{13,46 \text{ m}}$$

Como el  $NPSH_d$  debe ser al menos 20 % superior a la  $NPSH_r$

$$NPSH_d = 13,46 - 20\% = 10,77 \cong 11$$

$$NPSH_r \leq 11$$

- **Potencia**
- ✓ **Potencia útil**

$$W = Q * \rho * g * H$$

**W:** Potencia útil (W).

**Q:** Caudal que suministra la bomba (m<sup>3</sup>/s)

**$\rho$ :** Densidad del fluido (Kg/m<sup>3</sup>)

**H:** Altura útil (m)

$$W = Q * \rho * g * H = 0,0047 \frac{m^3}{s} * 1.106 \frac{kg}{m^3} * 9,81 \frac{m}{s^2} * 12,9 m$$

$$W = 657,83 w \cong \mathbf{658 w}$$

- ✓ **Potencia de accionamiento**

$$W_a = \frac{W}{\eta_{Total}}$$

El rendimiento total de la bomba,  $\eta_{Total}$  es el producto de tres rendimientos: hidráulico, volumétrico y mecánico. Se estima un rendimiento global en torno al 50%. De forma que la potencia de accionamiento a instalar debe ser:

$$W_a = \frac{W}{50\%} = \frac{658 w}{0,5} = \mathbf{1.316 w}$$

Se recomienda que la potencia de accionamiento sea un 20% a 25% superior a la calculada, así que la bomba seleccionada debe tener una potencia de accionamiento de aproximadamente:

- ✓ Sobredimensionamiento = 20 %
- ✓ 1 Hp = 745,7 w

$$W_a = 1.316 w + 20\% = 1.579,2$$

$$W_a = 2,12 Hp$$

La bomba de remontado seleccionada debe cumplir las siguientes características:

- **Fluido a impulsar:** Mosto
- **Caudal:** 17 m<sup>3</sup>/h
- **Altura útil:** 12,9 m
- **Carga neta de aspiración requerida:** NPSHr ≤ 11 m
- **Potencia de accionamiento:** 2,12 Hp

### 3.3.7. Cálculo de la superficie de filtración

Una filtración promedio debe ser de 1000 L hm<sup>2</sup> y el valor de la presión no deben estar mayores 0,1 a 0,2 bares

- ✓ Jornada laboral = 8 h
- Pf = Preparado del filtro = 1 h
- Lf = Lavado del filtro = 1 h
- Ct = Ciclo de trabajo = 6 h
- Lf = litros filtrados

$$L_f = 1.000 \frac{l}{h * m^2} * C_t = 1.000 \frac{l}{h * m^2} * 6 h = 6.000 \frac{l}{m^2}$$

C<sub>d</sub> = Capacidad del depósito (Litros) 20.000 l

N<sub>f</sub> = N° filtraciones/día = 2

$$Q = C_d * N_f = 20.000 \frac{l}{Deposito} * 2 Depositos = 40.000 \frac{l}{dia}$$

$$Litros/ciclo = \frac{Q}{N^\circ filtraciones / dia} = \frac{40.000 \frac{l}{dia}}{2 \frac{ciclos}{dia}} = 20.000 \frac{l}{ciclo}$$

Para obtener la superficie necesaria del filtro se tiene:

$$S = \frac{1m^2}{L_f} * Litros/ciclo = \frac{1m^2}{6.000 l} * 20.000 l = 3,33 m^2$$

Pero en la industria de la filtración no se puede comprar un filtro de 3,33 m<sup>2</sup> por lo que se asume un filtro de la capacidad más cercana superior a la calculada que será entre 4m<sup>2</sup> – 5 m<sup>2</sup> de superficie de filtración.

### 3.3.8. Crianza en madera

Para la crianza en barricas se utilizará el 15 % del total de vino obtenido por gestión, todo dependerá del tiempo de crianza y de los estilos de vinos que se desea lograr. Hay vinos que a los 6 meses están listo para ser embotellados, como también hay otros que hay que espera hasta 18 meses para su embotellado.

- **Cálculo del número de barricas y durmientes**

- ✓ **Vino tinto** = 64.000 l

- ✓ **Crianza** = 15 % = 64.000 l \* 0,15 = 9.600 l

$$N^{\circ} \text{ Barricas} = \frac{\text{Litros de vino}}{\text{Litros por barrica}} = \frac{9.600 \text{ l}}{225 \frac{\text{l}}{\text{Barrica}}} = 42,67 \cong \mathbf{43 \text{ Barricas}}$$

$$N^{\circ} \text{ Durmientes} = \frac{N^{\circ} \text{ de barricas}}{N^{\circ} \text{ de barricas por durmiente}} = \frac{43 \text{ Barricas}}{2 \frac{\text{Barricas}}{\text{Durmiente}}}$$

$$N^{\circ} \text{ Durmientes} = 21,5 \cong \mathbf{22 \text{ Durmientes}}$$

### 3.3.9. Embotelladora

$$V_v = \text{Volumen de vino (litros)} = 160.000 \text{ l}$$

$$N^{\circ} \text{ de botellas} = V_v * \frac{1 \text{ botella}}{0,75 \text{ l}}$$

$$N^{\circ} \text{ de botellas} = 160.000 \text{ l} * \frac{1 \text{ botella}}{0,75 \text{ l}} = \mathbf{213.333 \text{ botellas}}$$

Se hará la suposición que la maquina funcionará 2 meses reales de llenado, unos 44 días hábiles de trabajo.

$$\mathbf{Jornada \text{ laboral}} = 8 \text{ horas}$$

$$\mathbf{Tiempo de embotellado} = 6 \text{ horas}$$

$$\mathbf{Horas\ totales} = 44\ \text{días} * \frac{6\ \text{horas}}{\text{día}} = \mathbf{264\ horas}$$

Por lo tanto:

$$\mathbf{Capacidad} = \frac{N^{\circ}\ \text{de}\ \text{botellas}}{\text{Horas\ totales}} = \frac{213.333\ \text{botellas}}{264\ \text{h}} = 806,82\ \frac{\text{Botellas}}{\text{hora}}$$

$$\mathbf{Capacidad} \cong 807\ \frac{\text{Botellas}}{\text{hora}} * \frac{0,75\ \text{l}}{1\ \text{botella}} = 605,25\ \text{l/h}$$

Sobredimensionamiento = 30 %

$$\mathbf{Capacidad} = 605,25\ \text{l} + 30\% = \mathbf{787\ l/h}$$

- **Depósito pulmón**

Estará en función de la capacidad de la llenadora (tribloc)

$$\mathbf{Volumen} = \text{Capacidad\ llenadora} * \frac{\text{Horas\ embotellado}}{\text{día}}$$

$$\mathbf{Volumen} = 787\ \frac{\text{l}}{\text{hora}} * 6\ \text{horas} = \mathbf{4.722\ l}$$

### 3.3.10. Capsuladora – etiquetadora

La selección será en función de la capacidad de la llenadora.

$$\mathbf{Capacidad} = 787\ \text{l} / 0,75 = \mathbf{1.049\ botellas}$$

### 3.3.11. Crianza en botella

- **Cálculo del número de jaulas de botellas**

**Capacidad de la botella** = 750 ml

**N° de botellas para crianza** = 9.600 l = 12.800 botellas

**Capacidad por jaula** = 588 unidades

$$\mathbf{N^{\circ}\ jaulas} = \frac{N^{\circ}\ \text{botellas}}{N^{\circ}\ \frac{\text{botellas}}{\text{jaula}}} = \frac{12.800\ \text{botellas}}{590\ \frac{\text{botellas}}{\text{jaula}}}$$

$$\mathbf{N^{\circ}\ jaulas} = 21,69 \cong \mathbf{22\ jaulas}$$

### 3.3.12. Montacargas

Dimensiones

Largo (L) = 2,45 m

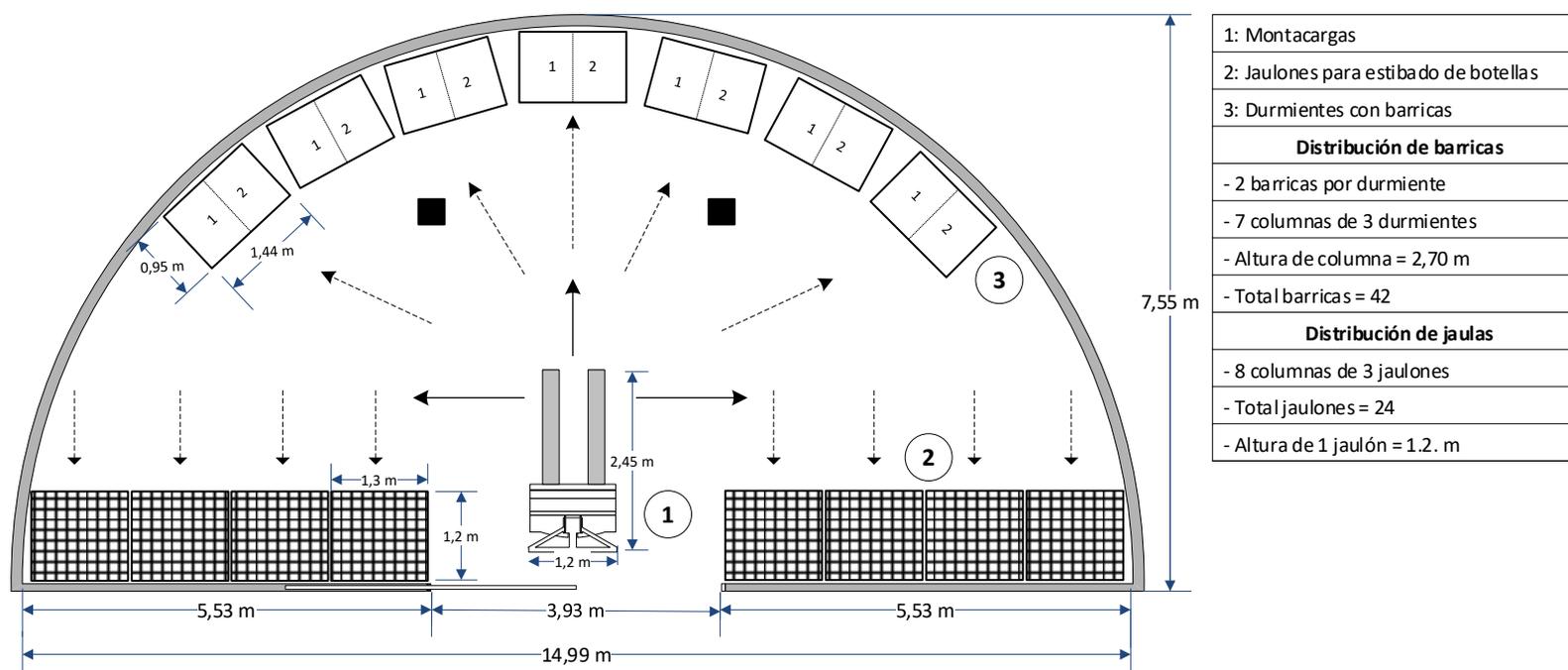
Ancho (A) = 1,2 m

$$\textit{Superficie de trabajo} = L * A$$

$$\textit{Superficie de trabajo} = 2,45 \text{ m} * 1,2 \text{ m} = \mathbf{2,94 \text{ m}^2}$$

### 3.3.13. Distribución sala de crianza

Figura 3-17 Distribución zona de crianza



Fuente: Bodega Cañón Escondido

Elaboración: Propia.

### 3.3.14. Resumen de materiales y equipos

#### 1. Depósitos Inox

- 8 depósitos de 20.000 Lts Fermentador
- 3 depósitos de 10.000 Lts. Fermentadores
- 2 depósitos de 3.300 Lts de vinificaciones especiales (huevos de hormigón)

#### 2. Bombas

- 1 bomba Monho Vendimiadora construida en inoxidable  
Capacidad = 6.343 kg/h
- 5 bombas para realizar los movimientos

#### 3. Filtro

- 1 filtro de tierras construido todo el cuerpo en inoxidable  
Capacidad = 4-5 m<sup>2</sup> superficie filtrante.

#### 4. Maquinaria de vendimia

- 1 cinta elevadora = 10.000 – 20.000 kg/h
- 1 despalilladora = 4.800 kg/h
- 1 mesa seleccionadora = 15.000 kg/h
- Prensa = 1.400 kg

#### 5. Maquinaria de frío

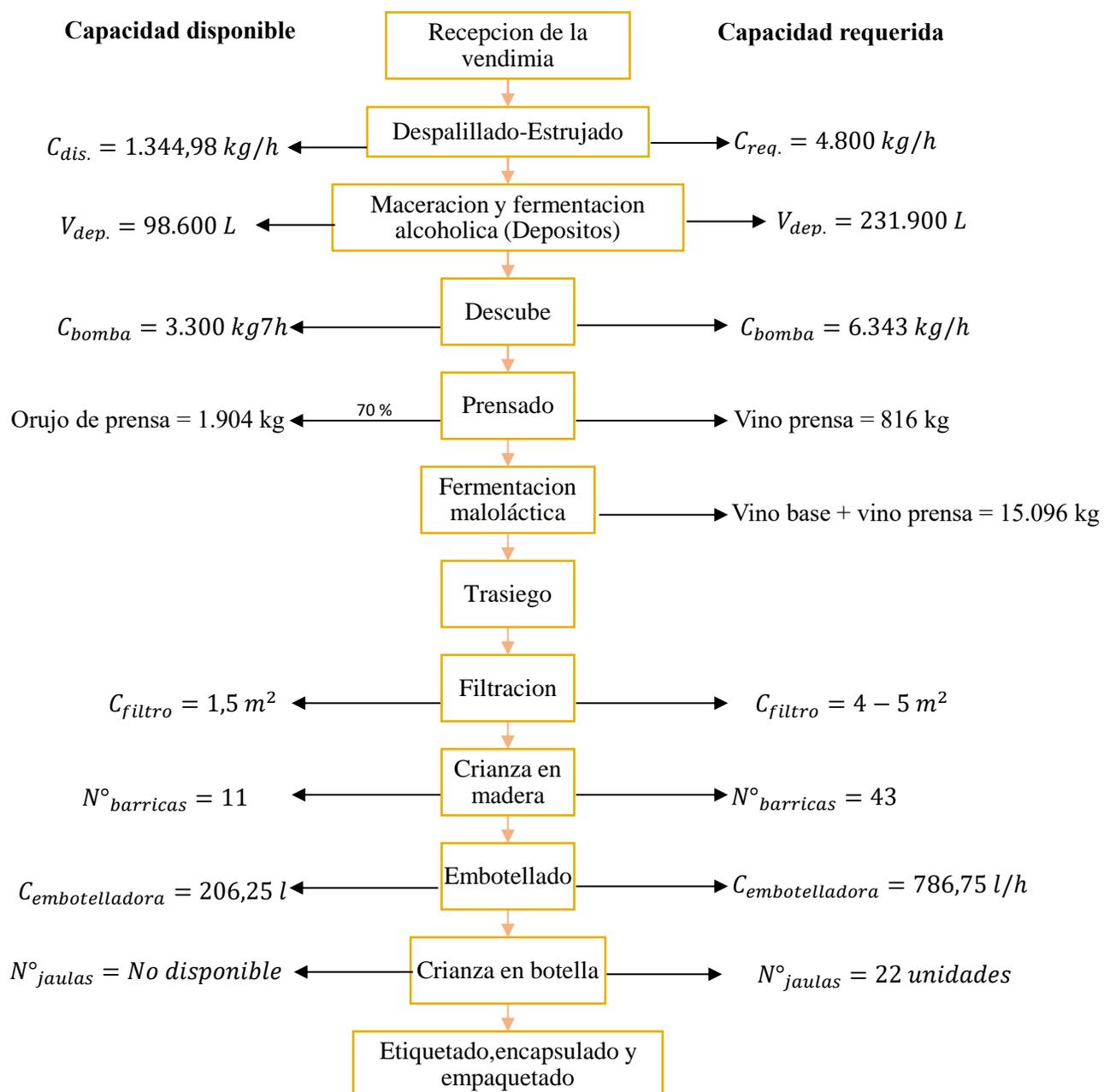
- 1 equipo de frío para control de fermentación = 78 kW
- 1 equipo de frío para estabilización = 35 kW

#### 6. Maquinaria de embotellado

- 1 Tri bloc Llenadora = 1.049 botellas/h
- 1 encapuchadura - Etiquetadora = 1.049 botellas/h

### 3.3.15. Diagrama de flujo de maquinarias

Figura 3-18 Maquinaria usada en las etapas del proceso



Elaboración: Propia

**CAPÍTULO IV**  
**CONSIDERACIONES FINALES**

## **4. 1. Conclusiones y recomendaciones**

### **4.1.1. Conclusiones**

- Optimización de recursos: La identificación y evaluación de los equipos y maquinarias en funcionamiento en la bodega permitió una gestión eficiente de los recursos, considerando la posibilidad de reutilización y minimizando así los costos de adquisición e un futuro.
- Adecuación a los requisitos de la empresa: Mediante el análisis detallado de los requisitos específicos de capacidad y recursos disponibles, se ha logrado diseñar una línea de producción que se ajusta a las necesidades de la empresa.
- Dimensionamiento: El dimensionamiento de las maquinarias y equipos se llevó a cabo considerando la capacidad de la nueva instalación, lo que garantiza una óptima utilización del espacio y una capacidad instalada adecuada para cumplir con la demanda prevista.
- Eficiencia operativa: Con la implementación de la línea de producción diseñada, se espera mejorar la eficiencia operativa en la bodega Cañón Escondido, lo que se traducirá en una mayor productividad y rentabilidad para la empresa.
- Base sólida para futuras expansiones: El diseño de la línea de producción proporciona una base sólida para futuras expansiones y mejoras en la instalación, ya que se ha tenido en cuenta tanto la capacidad actual como la capacidad potencial de crecimiento.

### **4.1.2. Recomendaciones**

- Seguimiento y ajustes: Se recomienda realizar un seguimiento continuo del rendimiento de la línea de producción una vez implementada, con el fin de identificar posibles áreas de mejora y realizar ajustes según sea necesario para optimizar su funcionamiento.

- **Actualización tecnológica:** Dada la rápida evolución de la tecnología en el ámbito de la producción, se sugiere mantenerse al tanto de las últimas innovaciones y considerar la posibilidad de incorporar equipos más avanzados en el futuro para mejorar aún más la eficiencia y la productividad.
- **Capacitación del personal:** Es importante proporcionar capacitación adecuada al personal que operará la línea de producción, así como al personal de mantenimiento, para garantizar un uso óptimo de los equipos y minimizar el tiempo de inactividad debido a problemas operativos.
- **Flexibilidad y adaptabilidad:** Ante posibles cambios en la demanda del mercado o en los procesos de producción, es fundamental que la línea de producción sea lo suficientemente flexible y adaptable para ajustarse a nuevas condiciones sin comprometer su eficiencia.
- **Mantenimiento preventivo:** Se recomienda establecer un programa de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinarias, con el fin de prolongar su vida útil y minimizar las interrupciones no planificadas en la producción.