

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1.- SITUACIÓN INICIAL. | 17 |
| 1.1.-INTRODUCCIÓN. | 16 |
| 1.2.- VINIFICACIONES..... | 19 |
| 1.2.1.- DIAGRAMA DE FLUJO PARA VINO BLANCO. | 20 |
| 1.2.2.- VINIFICACIÓN EN BLANCO..... | 20 |
| 1.2.3.- DIAGRAMA DE FLUJO PARA VINO TINTO..... | 33 |
| 1.2.4.-VINIFICACIÓN EN TINTO. | 34 |
| 1.2.5.-MAQUINARIA..... | 43 |
| 1.2.6 CRIANZA Y ENVEJECIMIENTO | 45 |
| 2.- PLAN DE MEJORA. | 48 |
| 2. 1.-CAMBIO EN LA UBICACIÓN DE LA LÍNEA DE EMBOTELLADO | 49 |
| 2.2.- AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA SALA DE CUBAS..... | 51 |
| 3.- BIBLIOGRAFÍA..... | 67 |

1.- SITUACIÓN INICIAL.

1.1.- INTRODUCCIÓN.

En Bodega Fuente Victoria S.A se lleva a cabo la elaboración, embotellado y comercialización de vinos tintos y blancos, jóvenes y crianzas a partir de uva procedente de la Comarca del Alto Andarax. Los vinos cuentan con la indicación geográfica “Vinos de la Tierra Laujar-Alpujarra” (BOJA nº 51 de 2 de mayo).

La denominación "Vinos de la Tierra" se concede a los vinos de mesa que cumplen una serie de estándares de producción, controlados por organismos de certificación autorizados. Así, para que un vino pueda utilizar una indicación geográfica de este tipo, debe concretar entre otros aspectos:

- Área de producción
- Variedades de vid apta
- Graduación alcohólica
- Características organolépticas

La bodega dispone de todas las instalaciones y maquinaria necesarias para la correcta elaboración del vino. No obstante, se van a proponer algunas mejoras con objeto de optimizar las condiciones de conservación y almacenamiento del vino, así como del cuidado del entorno que rodea a la bodega.

Es preciso que dentro de la sala, donde se mantienen los vinos, se den determinadas condiciones que son necesarias para su correcta conservación. El recinto debe responder a unas exigencias específicas tales como el correcto aislamiento térmico y la ausencia en lo posible de ruidos y vibraciones, ya que todo esto puede afectar a la calidad final del vino.

Como puede apreciarse en la figura C.1, la bodega cuenta con una línea de embotellado con una superficie de 7,5 m², proyectada para el llenado, tapado y etiquetado de vidrio, que se encuentra situada en la sala de cubas, frente a los depósitos que contienen el vino, produciendo vibraciones y ruidos no deseados dentro de la sala. Éste y otros aspectos de la industria que sean susceptibles de mejora serán tratados en el apartado 2 (Plan de Mejora) ofreciendo soluciones y alternativas que mejoren su funcionamiento.

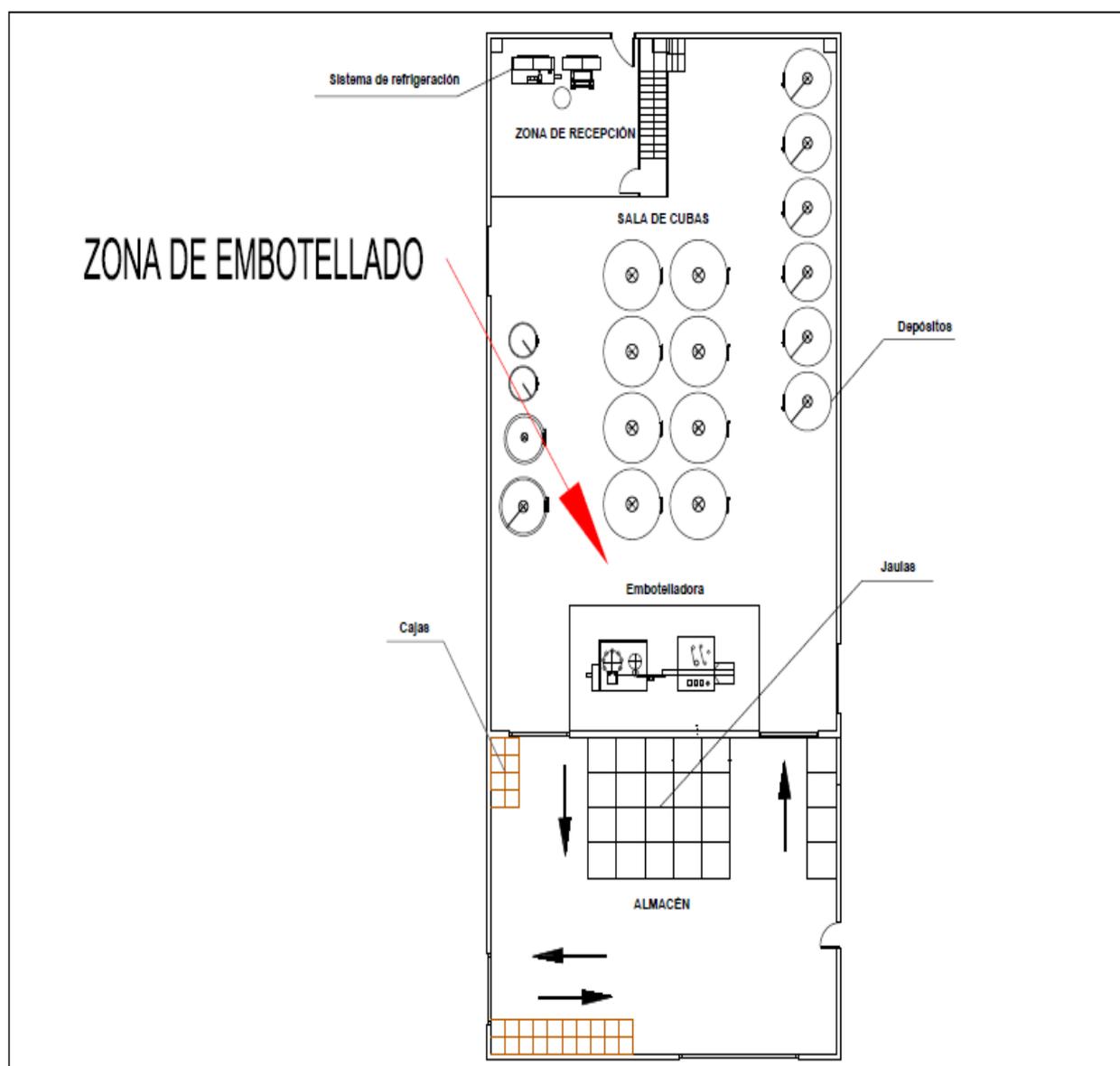


Figura C. 1: Situación inicial de la línea de embotellado en la sala de cubas.

A continuación se describen las vinificaciones para vino blanco y tinto, enumerando las etapas que se van sucediendo durante el proceso de elaboración, desde la recepción de la materia prima (uva) hasta la expedición del producto ya acabado (vino).

1.2.- VINIFICACIONES.

La *vinificación* es el conjunto de operaciones realizadas en el proceso de elaboración de los vinos a partir de la uva. Dentro del proceso de vinificación se definen varias prácticas fundamentales:

- Las uvas de calidad bien cultivadas. La elección de la cepa o cepas recoge a la vez las costumbres locales, las reglamentaciones en vigor y las modas.
- En todos los casos, las prácticas vitícolas sanas se imponen desde el control del rendimiento al estado sanitario.
- La aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC) para asegurar la calidad higiénico-sanitaria del producto final.

Seguidamente se presentan los diagramas de flujo para vinos blancos y tintos, así como una descripción detallada de cada una de las etapas de los procesos productivos y la maquinaria utilizada.

1.2.1.- DIAGRAMA DE FLUJO PARA VINO BLANCO.

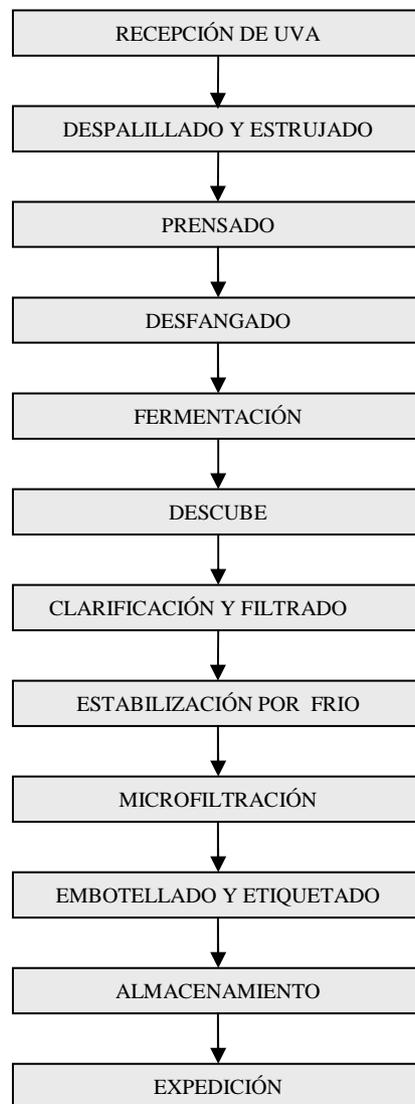


Figura C. 2: Diagrama de flujo para vino blanco en Bodegas Fuente Victoria S.A.

1.2.2.- VINIFICACIÓN EN BLANCO.

Siguiendo el diagrama de flujo para la elaboración de vinos blancos, se van a detallar las diferentes etapas que tienen lugar:

- Recepción de la uva

Previos a esta fase, deben aplicarse unos principios generales.

- Es preciso recolectar en la madurez: el racimo se separa mucho más fácilmente de la planta y sufre menos. La recolección manual, más cuidadosa, resulta muy favorable para la elaboración de vinos de calidad: sin hojas, posibilidad de selección y pocas roturas.
- Transportar rápidamente la vendimia al punto de recepción. Asegurar una higiene rigurosa de la máquina de vendimia y de las tolvas mediante limpieza y desinfección controladas.
- Evitar maceraciones y oxidaciones. Se consigue al encubar racimos sanos, sin restos vegetales, incluso lo más enteros que sea posible y sin contaminación microbiana.

La uva llega a la bodega en palets de 30 cajas. Es importante que los palets se separen por variedad de uva. Al quedar organizadas e identificadas las cajas por variedades, se realiza su pesada y emisión de un recibo para el agricultor. Tras esto, se vuelcan las cajas sobre la tolva que ya va incorporada a la despalilladora-estrujadora **(Foto C.1)**.

- Despalillado y estrujado

El despalillado es la operación consistente en separar los 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 y desde aquí la masa de vendimia pasa a la prensa neumática donde se extraerá el mosto realizando un prensado suave. En esta bodega, la uva blanca siempre se despalilla.



Foto C. 1: Despalilladora-estrujadora.

- Prensado

Una vez obtenida la masa estrujada sin raspón, se envía a la prensa con el objeto de separar el mosto de la parte sólida.

Hoy en día el prensado suave con prensas horizontales de membrana neumática (**Foto C.2**) es la mejor solución para obtener mostos de alta calidad. De manera que ejerciendo una presión gradual y delicada (a baja presión) se consigue no romper la piel ni las pepitas de la uva. Se debe evitar la presión elevada en la uva blanca ya que ésta puede provocar la aparición de ácidos grasos C6 y C8.

Estos ácidos provenientes de las semillas, transmiten un sabor herbáceo y una astringencia poco deseable en el vino.



Foto C. 2: Prensa neumática.

En el interior de la prensa se encuentra un cilindro neumático que se va inflando progresivamente, de manera que empuja la uva contra las paredes extrayéndose así el mosto. Hay que controlar dos aspectos: no sobrepasar los 6.000 kg de uva total y verificar la sonda de nivel de la cubeta del mosto. Se cargará mediante una manguera enológica que irá conectada a una bomba y que a su vez estará conectada a los depósitos de fermentación.

Funciona de una manera intermitente, realizando *ciclos* de rotaciones y paradas del cilindro. Cada 2 minutos el cilindro da tres vueltas y se detiene para inflarse, esto constituye un ciclo. A los 20 minutos el cilindro habrá dado 30 vueltas y ejercerá una presión de 0,2 bares.

Además del tiempo del programa de prensado, tenemos que realizar otras operaciones como el llenado, vaciado y lavado de la prensa. Consideramos:

1. Llenado de la prensa: 15 minutos
2. Programa de prensado: 2,5 horas
3. Presión final alcanzada: 1,5 bar
4. Vaciado: 20 minutos
5. Lavado: 30 minutos
6. Rendimiento: 70% (de 1000 kg se extraen 700 L).
7. Capacidad máxima (para uva blanca): 7500 kg

- **Desfangado**

El mosto procedente de la prensa es *encubado* y durante 48 horas debe permanecer a baja temperatura 15-18 °C mediante el sistema de refrigeración por camisas, con el propósito de evitar su inmediata fermentación. De este modo las partículas sólidas se depositarán en el fondo del depósito por gravedad y con la adición de enzimas peptolíticas que ayudarán a que se rompan las cadenas peptídicas presentes en el mosto, lo cual favorece la caída de los sólidos.

El objetivo del desfangado es conseguir la limpieza de aromas en el vino, evitando el olor a tierra procedente de vinos mal desfangados.

- **Fermentación**

La fermentación se realizará de forma espontánea aprovechando la flora autóctona de la uva pero para que se produzca el “arranque” de la fermentación es preciso recurrir a la elaboración del *pie de cuba*.

El pie de cuba se añade al depósito una vez se ha encubado toda masa estrujada de uva. Para elaborarlo se utiliza una pequeña parte del mosto y se le añade a éste unas

levaduras especiales para vinificación en blanco. La dosis indicada para realizarlo es de 10g de levadura/ HL de mosto.

Si queremos elaborar un pie de cuba para 10.000 HL de vino, necesitaremos 2 kg de levadura según el siguiente cálculo:

$$10.000 \text{ L} \times 10\text{gr/HL} \times 1 \text{ HL}/100 \text{ L} \times 1\text{kg}/1000 \text{ gr} = 2 \text{ kg}$$

Las levaduras en contacto con el mosto a una determinada temperatura se activan y comienzan a realizar su función fermentativa, transformando el azúcar presente en el mosto, en moléculas de alcohol etílico. Este tipo de fermentación se da en dos etapas: una tumultuosa, caracterizada por la formación de abundante calor y de un burbujeo y otra más lenta y apacible.

Con el pie de cuba conseguimos:

- La formación de aromas primarios no varietales.
- Un importante descenso de sustancias como el etanal que transfiere olores no agradables al vino.
- Enriquecer el cultivo en levaduras del género *Saccharomyces* que tienen elevado poder alcohológeno y forman cantidades importantes de compuestos aromáticos.

Para mantener esta temperatura usaremos un equipo de frío que mantendrá los tanques a la temperatura deseada gracias a unas camisas de refrigeración contenidas en el interior de estos y por las que circulará un líquido refrigerante que logrará el efecto

deseado. Durante la fermentación se llevarán unos controles exhaustivos de temperatura, densidad y pH. Los valores indicados para cada parámetro se muestran a continuación:

Tabla C.1: Valores recomendados durante la fermentación (blanco).

| | |
|------------------------------------|----------------|
| Temperatura (°C) | 15-18 |
| pH | 3,2-3,7 |
| Densidad final fermentación (g/Hl) | 992-993 |

Los tanques (**Foto C.3**) serán de fácil limpieza, herméticos y prestarán el doble servicio de depósitos de fermentación y conservación.



Foto C. 3: Tanques de fermentación.

- **Descube**

Cuando la fermentación se detiene, normalmente a los 12-15 días hay que descubrir rápidamente, es decir sacar de la cuba el vino y pasarlo a otra. Esto se realiza para evitar la aparición de malos olores y airear el mosto, además se separa el vino de los restos de fermentación (lías) que irán a parar hasta un depósito especial para almacenarlas.

- **Clarificación**

Es la operación encaminada a conseguir la limpidez. La limpidez es el término opuesto a la turbidez, es decir, es la ausencia de partículas en suspensión en el vino, partículas tales como: proteínas y celulosas cargadas positivamente, gomas, mucílagos sin carga, levaduras, bacterias, polifenoles cargados negativamente, etc.

Los agentes clarificantes más utilizados son:

Bentonitas: Son clarificantes minerales naturales de la familia de las arcillas, silicatos de aluminio ricos en iones Ca^{2+} , Mg^{+} , Na^{+} se hinchan en presencia de agua. Fijan muy eficazmente las proteínas en vino blancos, pero también la materia coloidal en los vinos tintos puesto que presentan una superficie adsorbente considerable.

Caseína: Es la principal proteína de la leche, que se coagula inmediatamente en medio ácido (la “cuajada”) es muy eficaz para fijar los productos amarillentos resultantes de las oxidaciones de los polifenoles. Se utiliza sobre todo en vinos blancos bajo forma de caseinato potásico más soluble en agua que la caseína.

El momento de la clarificación será una vez que el vino haya finalizado correctamente los procesos fermentativos, transcurridos unos 4 meses tras su elaboración.

- **Estabilización por frío**

Se trata principalmente de proteger el vino frente a precipitaciones tartáricas. Para ello hemos de enfriarlo a una temperatura próxima a su punto de congelación. Una vez enfriado el vino se mantendrá en un depósito isotérmico de 5-10 días para conseguir la eliminación total de los tartratos.

La temperatura de congelación para cada vino depende del grado alcohólico que éste posea. Para calcularla se recurre a la siguiente fórmula:

$$T(^{\circ}C) = \frac{-[\%Volumen - 1]}{2}$$

Así para el caso del vino blanco de graduación 13% la temperatura de congelación será:

$$T(^{\circ}C) = \frac{-[\%Volumen - 1]}{2} = \frac{13 - 1}{2} = -6^{\circ}C$$

El sistema más efectivo para llevar a cabo dicho tratamiento consiste en la refrigeración del vino mediante un evaporador de cuerpo rascado (**Foto C.4**) que permite de manera instantánea bajar la temperatura del vino hasta un punto muy próximo a la congelación disminuyendo el producto de solubilidad y en consecuencia produciendo la eliminación de los restos de tartárico con lo que el vino queda protegido frente a esas precipitaciones.



Foto C.4: Equipo de estabilización de cuerpo rascado.

Además, con este método se consiguen otros efectos en el vino tales como:

- Paralización de la vida de la flora microbiana presente en el vino (mohos, bacterias y levaduras).
- Pérdida de la acidez fija y en consecuencia de la total, efecto que proporciona una mayor resistencia del vino ante los microorganismos y mejora sus propiedades organolépticas
- Mejora de las cualidades organolépticas del vino debido a la precipitación de proteínas, tartratos, etc.

- Microfiltración

Antes del embotellado final del vino, la microfiltración es el único sistema que garantiza con absoluta seguridad la ausencia de microorganismos indeseables que pueden producir una posterior alteración del producto una vez embotellado.

El equipo de microfiltración (**Foto C.5**) está constituido por cuatro carcassas metálicas que contienen cartuchos filtrantes con diferentes diámetros de poro en su interior.



Foto C. 5: Instalación de microfiltración absoluta.

Todos los elementos están construidos en acero inoxidable. La instalación se estructura en tres etapas de filtración:

Tabla C.2: Etapas de filtrado y tamaño de poro (vino blanco).

| Etapas de filtración | Ø de poro (μm) |
|-----------------------------|---|
| Prefiltración | 1 |
| Filtración media. | 0,65 |
| Filtración final. | 0,45 |

Cada etapa tiene la capacidad de retener de forma escalonada y progresiva los elementos en suspensión que se desea eliminar, de manera que cada etapa protege a la siguiente.

Existe una última etapa que no se encarga de la filtración del vino, sino del agua que entra en el circuito durante la fase de lavado y sanitización. Con el fin de evitar la colmatación de los cartuchos, el agua debe ser también microfiltrada.

- **Embotellado**

Antes de embotellar el vino se realiza una última comprobación en cuanto a acidez y sulfuroso, de manera que si el enólogo lo estima oportuno, se procedería a distintos tratamientos para corregirlos.

El embotellado comprende una serie de actividades:

- Preparación del sistema: aquí estarían englobadas todas las tareas de colocación de filtros, mangueras, sistema de microfiltración y bombas que formarían el montaje de embotellado.
- La máquina embotelladora (**Foto C.6**) está constituido por enjuagadora, llenadora-taponadora y etiquetadora.
- Desinfección de la embotelladora: aquí haríamos circular por el circuito agua caliente con el fin de esterilizar todos los elementos.
- Embotellado: aquí se procedería a embotellar el vino que debe estar a una temperatura adecuada, sobre los 20°C.
- Se procede a la microfiltración previa, proceso por el cual el vino queda totalmente estéril y libre de impurezas, listo para entrar en la botella.

- El circuito por el que circula el vino debe ser también totalmente estéril. Esto se consigue mediante el paso de agua caliente a través de las bombas, mangueras, filtros y tren de embotellado.
- Esta agua debe estar a una temperatura de entre 80°C y 85°C grados y debe circular por el circuito al menos 30 minutos para la total certidumbre de esterilidad.



Foto C.6: Embotelladora.

El llenado de los vinos es habitualmente “a nivel constante” por las llenadoras que trabajan por gravedad. Los cabezales de llenado son regulables, lo cual permite realizar el llenado de botellas de diferentes formatos y tamaños. Aseguran un llenado regular sin mojar la parte del cuello de la botella que estará en contacto con el tapón.

El taponado se realizará con tapones de corcho debido a que a pesar de los nuevos materiales que aparecen en el mercado, sigue siendo el único que nos garantiza que se va a dar una correcta conservación del vino durante largo tiempo.

Las propiedades del corcho como su baja densidad, elasticidad, compresibilidad e impermeabilidad hacen que sea el material más indicado para el cierre de las botellas.

El tren de embotellado será directamente alimentado por un operario, mientras que en el otro extremo otro operario se encargará de recoger y meter en las cajas de cartón las botellas llenas a medida que vayan saliendo. Tanto las botellas como los corchos, serán completamente estériles. Se embotellará según la demanda.

- Almacenamiento y expedición

Este ha de realizarse en lugares secos, frescos, con poca luz y exentos de perturbaciones (como ruidos, vibraciones, etc.) para que los procesos del envejecimiento no se vean alterados. Se almacenarán las botellas en cajas de cartón para embalar seis unidades, trabajo que se realizará manualmente por un operario. El vino permanecerá un mínimo de 15 días en el almacén para su estabilización y poder observar si se produce alguna alteración.

1.2.3.- DIAGRAMA DE FLUJO PARA VINO TINTO



Figura C. 3: Diagrama de flujo para vino tinto en bodega Fuente Victoria S.A.

1.2.4.- VINIFICACIÓN EN TINTO

- **Recepción**

La buena uva tinta es madura, desembarazada de sus compuestos de características herbáceas, enriquecida en aromas varietales, bastante rica en azúcares y sin daños por podredumbre. Este es el estado en que la uva debe llegar a la bodega.

Las recolecciones precoces pueden favorecer al fruto pero con acideces muy elevadas y caracteres herbáceos. Las recolecciones tardías, sobre todo en climas cálidos y suelos filtrantes pueden llevar a vinos desvaídos y/o con aromas tostados.

Al igual que en el caso de la uva blanca, ésta es transportada hasta la bodega en palets de 30 cajas, donde es pesada y volcada sobre la tolva de recepción.

- Despalillado y estrujado

Una vez en la tolva de recepción, pasa a la despalilladora-estrujadora (**Foto C.2**) provista de una tolva con un eje despalillador con una serie de paletas. La baja velocidad rotativa en los extremos de las paletas del eje permite separar la uva de forma suave, con baja extracción de compuestos polifenólicos fácilmente oxidables.

La máquina construida completamente en acero inoxidable debe llevar una bomba incorporada, de tal manera que pueda bombear la masa estrujada hasta los depósitos.

- Fermentación con maceración

En esta fase, se reúnen dos operaciones con exigencias distintas: la fermentación alcohólica y la maceración.

El objetivo principal de la fermentación alcohólica es la transformación total de los azúcares presentes en el mosto a alcohol. Durante la fermentación se llevarán unos controles exhaustivos de temperatura densidad y pH del mosto para ir viendo la evolución de estos coeficientes corregir alguna anomalía si se diese el caso y poder determinar el punto final de la fermentación.

La temperatura se mide para poner de manifiesto un posible aumento indeseable que afectaría muy negativamente al proceso fermentativo (posible parada de fermentación).

La densidad se mide para determinar el punto final de la fermentación, que será cuando los azúcares se hayan transformado en alcohol. El pH del vino indica la acidez del mismo.

En la siguiente tabla se muestra los intervalos de valores entre los que deben hallarse estos parámetros, durante el proceso fermentativo:

Tabla C.3: Valores recomendados durante la fermentación (vino tinto).

| | |
|------------------------------------|----------------|
| Temperatura (°C) | 20-25 |
| pH | 3,5-3,9 |
| Densidad final fermentación (g/Hl) | 992-993 |

Durante la fermentación del tinto, se irán haciendo *remontados* según las características de la uva. Son indispensables para la aireación y para los intercambios hollejos-semillas/mostos. Se realizan extrayendo el mosto por la parte inferior del tanque y rociándolo de nuevo por la parte superior (circuito cerrado).

Se consigue así homogeneizar las diferentes capas y remojar la parte superior del mosto llamado *sombrero*: barrera superior formada debido a que el CO₂ producido durante la fermentación empuja hacia arriba a los hollejos.

En esta fase deben realizarse remontados cortos y frecuentes, al menos tres al día durante 20 minutos. Los posteriores remontados tienen el riesgo de provocar una sobre-extracción de taninos y semillas.

La maceración ocurre conjuntamente con la fermentación, de manera que hace pasar sustancias aromáticas y fenólicas desde los hollejos y semillas al mosto en fermentación para proporcionar finalmente al vino aromas varietales, color y estructura.

El objetivo no es la máxima extracción, sino la extracción óptima (extraer el máximo de taninos). Siendo los taninos compuestos fenólicos que se encuentran en la piel y semillas de la uva, responsables de la estructura y astringencia de los vinos.

- Descube y prensado

Tras la fermentación alcohólica que suele durar entre 7 y 15 días, se procede al descube que consiste en separar el líquido del sólido. Aprovechando que las partes sólidas (hollejos, pepitas) quedan flotando en la parte superior del depósito formando el sombrero, se bombea con cuidado el líquido por la parte inferior del depósito (este es el vino denominado *yema*, considerado de calidad superior).

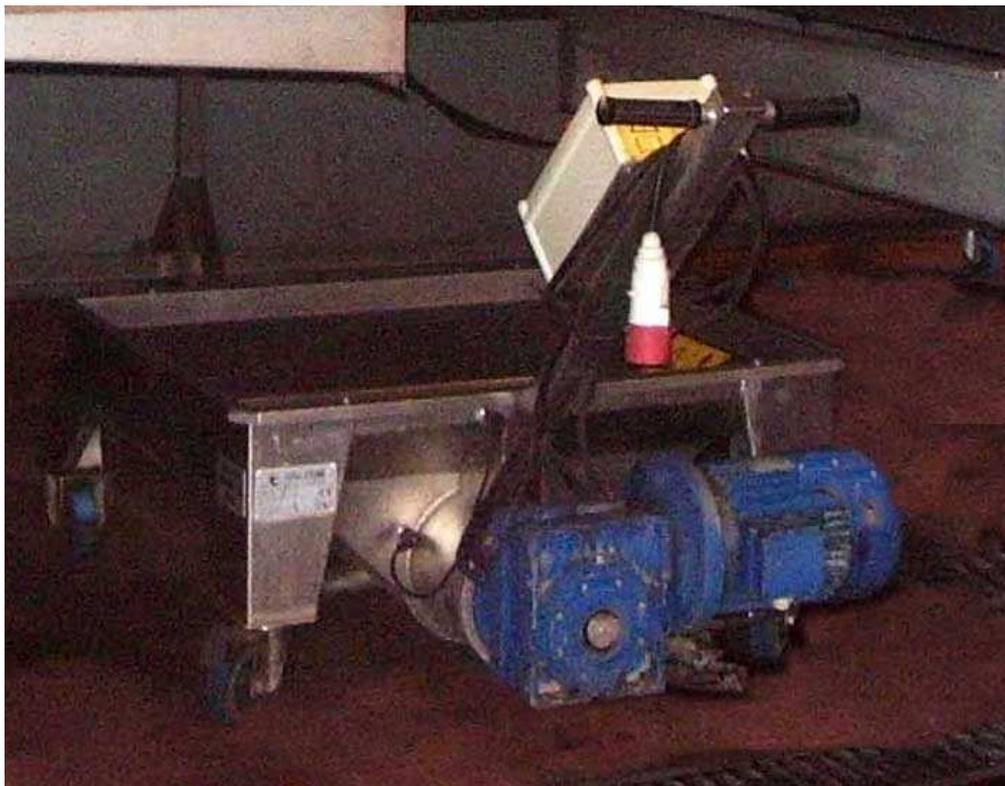


Foto C.7: Bomba de vendimia.

Finalmente se extraerá la pasta con la bomba de vendimia (**Foto C.7**) enviándola a la prensa con el objeto de conseguir un mayor rendimiento del proceso. Este vino extraído de la prensa es el vino *prensa* que separado del yema, se destina a otros lotes de calidad inferior.

Para saber cuándo es el momento adecuado de realizar el descube, se debe tener en cuenta los datos recogidos sobre la uva en las fichas de maceración.

Las operaciones antes y durante el encubado, la evolución de la temperatura y de la densidad así como una observación visual asidua es indispensable. La síntesis de estos datos, permite hacer un seguimiento de la evolución del vino, de guiarlo después de fijar la fecha óptima para el descube tras un examen del conjunto de condicionantes enológicos y prácticos:

- objetivos de vinificación: vino joven, de crianza.
- características de las uvas: rendimiento, madurez, estado sanitario;
- condiciones del encubado: intensidad del estrujado, despallado, sulfitado..;
- desarrollo de la fermentación alcohólica y maloláctica;
- extracción de los compuestos fenólicos: antocianos, color, astringencia;
- evolución gustativa.
- presencia al aire.

Se puede prolongar el encubado de los mejores lotes, acortar el de los menos buenos, que presentan evoluciones menos favorables. El equilibrio ideal entre afrutamiento/color/cuerpo/astringencia/rusticidad/amargor no se puede definir y comprender con una certeza absoluta.

- **Fermentación final (maloláctica)**

Es la segunda fermentación que sufren los vinos jóvenes una vez que está a punto de terminar la fermentación alcohólica.

Consiste este tipo de fermentación en la transformación del ácido málico en ácido láctico, motivo por el que se denomina maloláctica. La llevan a cabo bacterias lácticas (no levaduras).

Desde el punto de vista bioquímico la fermentación maloláctica va a tener importantes consecuencias:

- Viene a ser una fermentación de acabado. Mientras el vino no la pasa, este es inestable. Si esta se hace en el embotellado, lo hará en la botella y este se pondrá turbio.
- Es un tipo de fermentación de afinamiento porque el sabor del ácido málico es fuerte (no tan duro como el tartárico) pero si verde, ácido. El láctico sin embargo es más dulce.
- Pérdida de acidez total del vino aunque básicamente la fija. La pérdida de acidez conlleva en el vino una serie de fenómenos: Cambio de sabor, cambio de color (los antocianos pasan de forma coloreada a incolora)
- Cambios en el aroma; si antes había málico y ahora láctico cambian todos los ésteres y estos son los principales

El cambio de málico a láctico es bueno para los tintos, les da carácter de maduro, hecho. Será llevada a cabo en los mismos depósitos que la fermentación alcohólica y se verá favorecida a una temperatura de 20 °C, por debajo de esta temperatura las bacterias lácticas no actúan.

Se realizarán periódicamente tomas de muestras controlando el contenido en azúcar, densidad, pH, acidez, intensidad de color y polifenoles, realizando las pertinentes correcciones.

- **Clarificación y filtración**

Para realizar la clarificación de los vinos tintos se utilizan tres agentes clarificantes:

Bentonitas

También empleadas en la vinificación en blanco. La fuerte carga eléctrica negativa de la bentonita y su distribución superficial ejerce una importante acción adsorbente sobre las proteínas del vino. La dosis se debe fijar con cuidado, puesto que en exceso seca o decolora los vinos, formando lías demasiado voluminosas.

Ovoalbúmina

Se utiliza un producto que tiene todas las ventajas técnicas de la clara de huevo fresco. En el caso de vinos tintos jóvenes, la ovoalbúmina es adecuada para reducir y armonizar las fracciones polifenólicas en exceso, eliminando los taninos inestables respetando las características aromáticas y la tipicidad de los vinos.

Es un agente de clarificación que interviene en la preparación de los vinos para la filtración antes de su embotellado. Se presenta en forma de polvo y debe rehidratarse antes de ser añadido al vino.

Gelatina

Está constituida por cadenas proteicas de masas moleculares elevadas y presenta una densidad de cargas de superficies particularmente importante.

Permite eliminar rápidamente la turbidez presente en el vino estabilizándolo por eliminación de sustancias coloidales susceptibles de precipitar más tarde. Es soluble con calor, se disuelve en agua caliente (35 a 40°C) antes de ser vertida al vino.

- Estabilización por frío

Al igual que en el caso del vino blanco es preciso proteger el vino frente a precipitaciones tartáricas y otras como fosfatos, compuestos férricos, etc.

Al enfriar el vino a una temperatura próxima a su punto de congelación estos compuestos se insolubilizan y precipitan, formándose cristales de agua que se pueden eliminar. El tratamiento se lleva a cabo mediante un equipo de estabilización de cuerpo rascado (**Foto C.4**), que permite la refrigeración del vino.

La formación de cristales está en función de la rapidez del proceso. Si el enfriamiento es progresivo los cristales tienen mayor tamaño que si este es brusco. La temperatura a la que debe llegar el vino es:

$$T(^{\circ}C) = \frac{-[\%Volumen - 1]}{2} = \frac{-[14,5 - 1]}{2} = -6,75^{\circ}C$$

Además de ganar estabilidad, el tratamiento de frío mejora el vino en sus cualidades organolépticas: color, sabor y aroma.

Una vez enfriado el vino se mantendrá en un depósito isotérmico unos días para conseguir la eliminación total de los tartratos. Posteriormente se filtra y embotella.

- Microfiltración

En el caso del vino tinto, se hará pasar por las dos primeras etapas de filtración: prefiltración y filtración media antes de ser embotellado, evitando la última fase de

filtrado a 0,45 μm , ya que el vino con una elevada carga de compuestos fenólicos, podría perder su estructura junto a estos compuestos fenólicos.

Tabla C.4 Etapas de filtrado y tamaño poro (vino) tinto.

| Etapas de filtración | Ø de poro (μm) |
|-----------------------------|---|
| Prefiltración | 1 |
| Filtración media. | 0,65 |
| Filtración final. | |

- **Embotellado**

Esta operación se lleva a cabo mayoritariamente en botellas de 75 cl, de vidrio, con tapón de corcho. El vino “preparado” se filtra y se envía a la llenadora de botellas. La temperatura de embotellado debe aproximarse a los 20 °C.

Al igual que en el caso del vino blanco se dan las mismas actividades de embotellado como preparación y desinfección de la máquina embotelladora (**Foto C.6**) formado por enjuagadora, llenadora-taponadora y etiquetadora.

- **Almacenamiento y expedición**

Al igual que en el vino blanco, las botellas se almacenarán en cajas de cartón para embalar seis unidades, trabajo que se realizará manualmente por un operario.

El vino permanecerá un mínimo de 15 días en el almacén para su estabilización y poder observar si se produce alguna alteración.

Es necesario velar por las condiciones de expedición hasta el consumidor final, pasando por el transporte y almacenamiento en lugares de venta, tiendas, restaurantes, etc.

1.2.5.- MAQUINARIA.

A continuación se detalla la maquinaria empleada en el proceso productivo, describiendo las principales características técnicas:

A. Despalilladora-estrujadora

- Modelo ALFA.
- Construida completamente en acero inoxidable, montada sobre ruedas para fácil desplazamiento.
- Dimensiones: 2,05 x 1,07 x 1,56 m
- Potencia: 2,2 kW
- Variador de velocidad que permite la regulación del nº de vueltas del eje despalillador en función de las condiciones de la uva y del grado de despalillado deseado.

B. Prensa-neumática

- Modelo PN.
- El bastidor y el depósito rotante de forma cilíndrica están contruidos en acero inoxidable. La membrana de presión en tejido de nylon.
- Dimensiones: 4 x 1,5 x 1,85 m
- Potencia motor rotación cilindro: 7,36 kW

- Compresor y soplante para un inflado rápido de la membrana. Unidad de control eléctrica con un PLC programable con siete programas de prensado diferentes.

C. Bomba de vendimia

- Modelo SIGMA.
- Bomba con tolva de alimentación, tornillos sinfín y rotor. Todo en acero inoxidable.
- Dimensiones: 1,9 x 0,75 x 0,47 m
- Potencia motor rotación cilindro: 5,5 kW
- Para el traslado de uva entera, estrujada, despallada o fermentada. Las uvas son enviadas mediante un sinfín al interior de la bomba que consiste en un rotor helicoidal.

D. Equipo de estabilización de cuerpo rascado

- Modelo POLAR DCH.
- Unidad monobloc compacta construida en acero inoxidable.
- Dimensiones: 2,3 x 1,27 x 1,76 m.
- Potencia : 16,9 kW
- Eje rascador limpia continuamente superficie del evaporador evitando la congelación del producto en sus paredes, permite bajar temperatura a temperaturas próximas al punto de congelación.

E. Instalación de Microfiltración

- Modelo 3+1+1+agua.
- Carcasas porta-cartuchos construidas en acero inoxidable.
- Dimensiones: 2,1 x 1 x 2,2 m.

- Potencia: 2,3 kW
- Se estructura en 3 etapas de filtración: Prefiltración, filtración media y filtración final, además de una última etapa que se encarga de filtrar el agua de lavado y sanitización del sistema.

F. Embotelladora

- Modelo RT/9-1.
- Todas las partes de la llenadora en contacto con el producto están fabricadas en acero inoxidable. Taponadora con 4 mordazas fabricadas en acero inoxidable.
- Dimensiones: 4,2 x 1,8 x 2,3 m.
- Potencia (llenadora-taponadora): 1,8 kW.
- Potencia (etiquetadora): 1,8 kW.
- La máquina está dividida en tres partes: llenadora, taponadora y etiquetadora. Llenadora con cabezales regulables que permite realizar el llenado de botellas de diferentes formatos y tamaños. Etiquetadora con cabezales para etiqueta y contraetiqueta, además de un distribuidor de cápsulas.

1.2.6.- CRIANZA Y ENVEJECIMIENTO

Junto a la bodega se sitúa una cava (**Foto C.8**) de 104 m², donde en su interior se disponen 40 barricas hechas de roble americano, con una capacidad de 220 L.

La barrica permite un contacto moderado con el aire no sólo en su superficie, sino a través de los poros de la madera. El vino envejece en madera (generalmente en

barricas) y en botella. La madera cede al vino cantidades apreciables de taninos y esencias propias de su composición.



Foto C.8: Imagen exterior de la cava.

En la bodega se siguen una serie de parámetros a la hora de elegir el vino que será enviado a las barricas para realizar la crianza:

- Primordialmente se realizan catas de todos los vinos, escogiendo aquel que presente las mejores características organolépticas: intensidad de color, aroma, sabor.
- Se escogen las variedades tintas que presentan mejor aptitud para la crianza, con elevado contenido en polifenoles (asegura la longevidad del vino) y equilibrio entre acidez y grado alcohólico.

La barrica de madera (en su mayoría de roble) produce efectos importantes sobre el vino:

- Cambia su color.
- Enriquece su aroma convirtiéndolo en bouquet.
- Favorece su clarificación.
- Somete al vino a un proceso oxidativo con todo lo que ello comporta.

Plan de mejora en la ubicación de maquinaria, depuración de aguas, aislamiento térmico y drenaje de suelos de Bodegas Fuente Victoria S. A.

- Enriquece al vino en taninos (propios de la barrica de madera) compuestos fenólicos responsables del color.

En la bodega Fuente Victoria se realiza una crianza corta. El vino elegido para crianza permanece durante 6 meses dentro de las barricas (**Foto C.9**).



Foto C. 9: Imagen de las barricas.

Transcurrido este periodo se realiza el *test de estabilidad tartárica*, prueba que determina como su nombre indica la estabilidad alcanzada por el vino durante la crianza es decir presencia de tartratos y cristales no disueltos. Según los resultados se realizarán unas operaciones u otras:

Tabla C.5: Resultados de los test de estabilidad tartárica.

| CRIANZA | TEST ESTABILIDAD TARTÁRICA | OPERACIONES |
|----------------|-----------------------------------|--|
| | Estable | Filtrado hasta 0,65 μm Embotellado |
| | No estable | Estabilización 5-10 días Filtrado hasta 0,65 μm Embotellado |

Finalizada la permanencia del vino en la barrica, tras su estabilización y embotellado comienza una nueva y última etapa de crianza en botella.

En la bodega se realiza una crianza en botella de unos 7-8 meses antes de su puesta en venta. A diferencia de la anterior, se produce en condiciones anaerobias, sólo pequeños e insignificantes volúmenes de aire atraviesan el tapón de corcho.

Durante la permanencia en botella, se exalta el “bouquet” o lo que es lo mismo el aroma terciario adquirido por el vino, se redondea el cuerpo y se realiza su expresión.

2.- PLAN DE MEJORA

Se plantean los cambios que se van a realizar en la bodega, concretamente en la sala de cubas, lugar donde se almacena y conserva el vino tras su elaboración.

Estos cambios incluyen el cambio de ubicación del sistema de embotellado, así como la mejora en el aislamiento de la sala de cubas.

2. 1.- CAMBIO EN LA UBICACIÓN DE LA LÍNEA DE EMBOTELLADO.

Las condiciones idóneas para la conservación de los vinos son aquellas que tienen en cuenta la temperatura, humedad, ausencia de olores y el reposo de los vinos.

A continuación se enumeran algunas condiciones básicas para la correcta conservación del vino:

- Ausencia de vibraciones: Son muy perjudiciales para el vino tinto, no tanto para el resto, pueden llegar a producirse alteraciones del color y del brillo debida a la puesta en suspensión e incluso redisolución de sustancias previamente precipitadas. Por ello, deben evitarse, especialmente las que se producen de forma regular y continuada en el tiempo.
- Temperatura: Debe ser relativamente baja, entre los 14-17 °C sin llegar a superar los 20 °C evitando que las fluctuaciones sean elevadas.
- Oscuridad: Es aconsejable, pues la luz natural potencia la oxidación del vino y perjudica especialmente el color.

Unas condiciones de conservación incorrectas pueden dar lugar a que en los vinos se produzcan alteraciones que afecten a la calidad del producto final. A continuación se explican algunos de los accidentes físico-químicos más frecuentes:

- quiebra cuprosa: Se manifiesta como una ligera turbidez seguida de escaso depósito pardo. Es el resultado de una reacción entre el cobre (Cu^+) y los compuestos azufrados del vino que precipitan lentamente en presencia de proteínas. Esta turbidez se ve favorecida por el calor y la luz.

- quiebra férrica: Se observa la presencia de turbidez pudiendo formar un depósito ligero blanquecino, este depósito muestra la presencia de hierro acompañado de fosfatos. La turbidez es más importante en presencia de aire y al abrigo de la luz.

Como se ha explicado anteriormente, la máquina embotelladora está ubicada dentro de la sala de cubas, próxima a los depósitos que contienen el vino.

El vino de los depósitos es un producto susceptible a cambios, ciertamente inestable, pues aún no ha sido clarificado ni estabilizado, que son fases previas al embotellado.

Durante el proceso de embotellado se producen vibraciones, que transmitidas a los depósitos, especialmente a los más cercanos, pueden provocar la suspensión de sustancias que ya se habían depositado, e incluso la redisolución de sustancias que ya habían precipitado. Todo esto se manifiesta finalmente en un “enturbiamiento” del vino.

Se precisan dos operarios: uno manipulando y controlando el correcto funcionamiento de la llenadora, taponadora y etiquetadora y otro que realiza el empaquetado final de las botellas.

La presencia y actividad de los operarios junto a la actividad de la propia embotelladora aportan además una carga térmica que se traduce en un aumento de la temperatura del recinto. Por todo esto, es necesario reubicar la máquina embotelladora.

En la bodega, se dispone de una sala (almacén) anterior a la sala de cubas de unos 163,10 m². Este almacén se encuentra separado de la sala de cubas por un tabique de 150 mm de ancho cubierto con planchas rígidas de poliestireno de 40 mm de espesor por lo que sería una opción muy interesante, además de no suponer gasto alguno cambiar la ubicación de la embotelladora hasta este almacén.

La situación final tras el cambio se observa en la siguiente imagen:

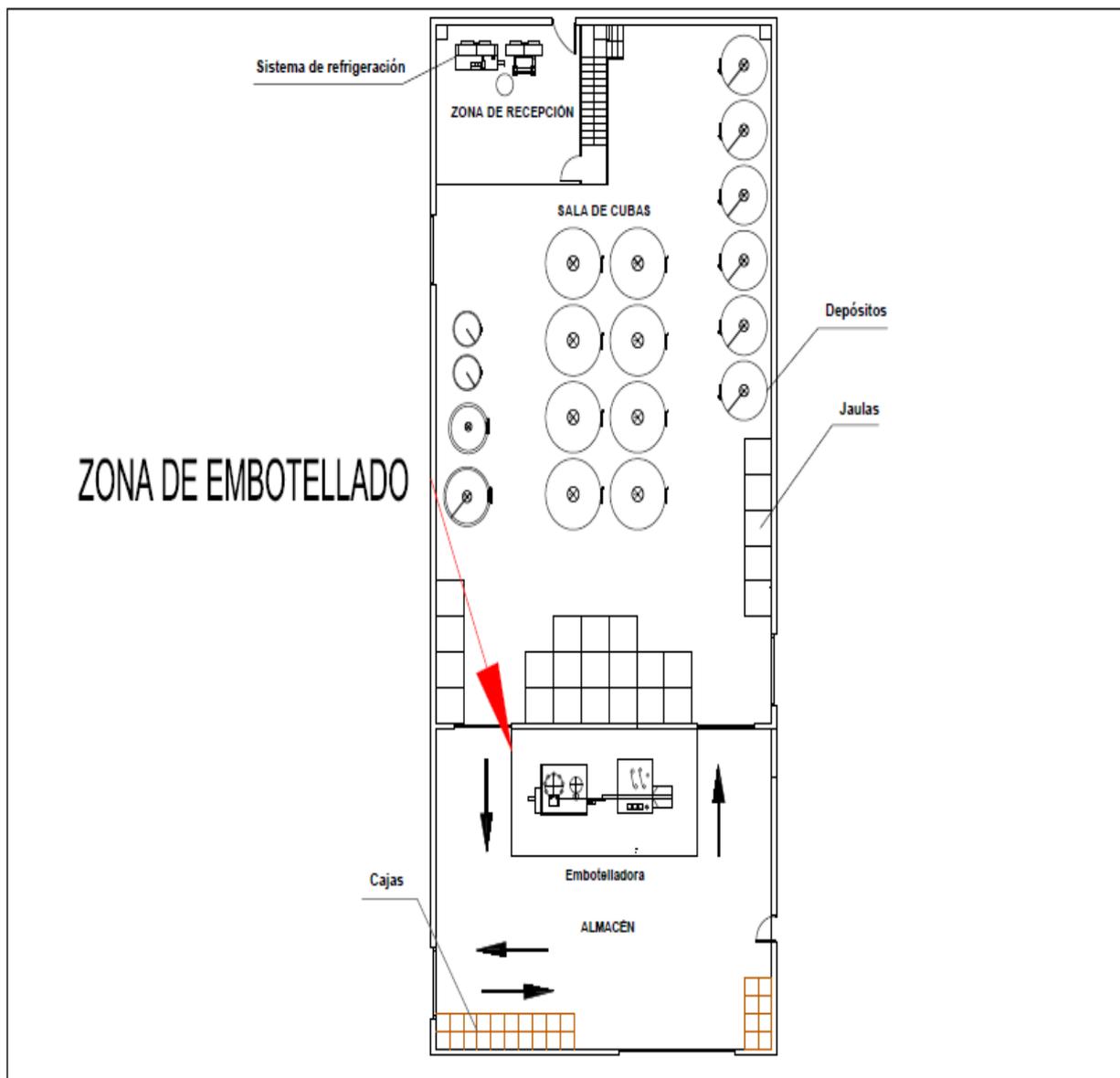


Figura C.4: Situación final de la línea de embotellado en el almacén.

2.2.- AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA SALA DE CUBAS.

La sala de cubas dispone de dos puertas de acceso en los laterales este y oeste. Sus dimensiones son de 2,40 metros de alto por 3 metros de ancho realizadas en acero galvanizado (**Foto C.10 y C.11**).



Foto C. 10: Imagen interior puerta metálica.



Foto C.11: Imagen exterior puerta metálica.

Durante el día, los rayos solares inciden directamente en las puertas metálicas, calentándolas y transmitiendo ese calor al interior de la sala. Además, debido a que las puertas son metálicas con un alto valor de conductividad térmica y de poco espesor transmiten mucho calor por conducción-convección procedente del aire exterior.

Este efecto se agrava durante el período estival, en el que la radiación solar sobre las puertas es mayor (con valores máximos de 1025 W m^{-2}) lo que influye negativamente en la correcta conservación del vino.

Se considerará la temperatura más desfavorable como la máxima alcanzada en un año. En el siguiente gráfico se muestra la evolución de las temperaturas en los últimos 6 años. Las máximas se sitúan en los meses de verano, se aprecia un pico en el gráfico

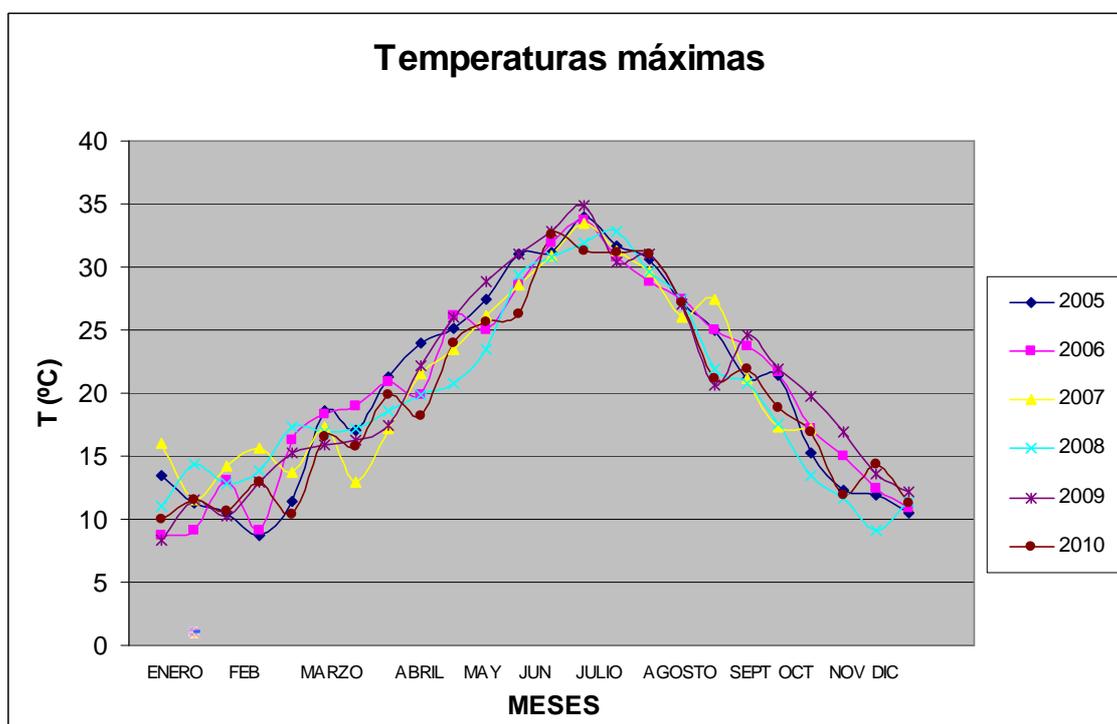


Gráfico C. 1: Temperaturas máximas anuales (Estación meteorológica de Cádiar)

Para la realización de este gráfico de temperaturas se escogió la estación meteorológica ubicada en Cádiar, en la provincia de Granada por ser la más cercana a la bodega en cuestión, a 32,5 km, por lo que posee características climáticas similares.

Las coordenadas geográficas de la estación son:

- **Latitud:** 36° 55' 27" N
- **Longitud:** 03° 10' 57" W
- **Altitud:** 950.0

De este gráfico realizado con los datos extraídos de la estación, se obtiene la temperatura máxima alcanzada (32,54 °C) en el mes de julio del 2010, dato que se emplea posteriormente en el cálculo del flujo de calor (**Q**) a través de las puertas de acero.

Para realizar el correcto aislamiento de la sala de cubas, se ha optado por disminuir la absorción de calor de las puertas y limitar el flujo de calor a través de las mismas. Para ello se colocarán paneles de poliestireno extruido sobre la cara interna, fijándolas con espuma de poliuretano.

Los paneles de poliestireno (**Foto C.12**) tienen un espesor de 40 mm y una conductividad baja de 0,034 (W/mK) lo que reduce mucho el paso del flujo de calor a través de ellos.

Analizando el flujo de calor a través de la puerta antes y después de la colocación de los paneles aislantes se ha determinado el porcentaje de reducción del flujo de calor conseguido.

A continuación, se realiza un cálculo basándose en los medios de propagación de calor que existen, se determinará la reducción del calor transmitido o flujo de calor (**Q**) expresado en términos de porcentaje.

Seguidamente se realizará un balance térmico que determinaría el ahorro en energía frigorífica aproximado que se produciría tras la colocación de los paneles aislantes en las puertas.



Foto C. 12: Imagen de paneles de poliestireno extruido

REDUCCIÓN DEL FLUJO DE CALOR (Q) A TRAVÉS DE LAS PUERTAS

En primer lugar se determina Q a través de una puerta de acero galvanizado de 2,40 metros de alto por 3 metros de ancho. Con los datos de espesor (e), conductividad térmica (λ), temperatura exterior de la sala (t_e) y temperatura interior (t_i).

$$e = 5 \text{ mm} = 0,005\text{m}$$

$$\lambda = 58[\text{W} / \text{m} \cdot \text{K}]$$

$$t_e = 32,54 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_i = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

El valor de t_e corresponde a la temperatura en el mes más desfavorable (julio del 2010) dato extraído de la estación metereológica más cercana, la de Cádiz.

Para determinar el calor transmitido por conducción través de la puerta se utiliza la siguiente fórmula (IDAE, 2007):

$$Q = U \cdot S \cdot \Delta t$$

Primero se calcula el coeficiente global de transmisión de calor (**U**) a partir de la resistencia (R_{puerta}), obtenida dividiendo el espesor de la puerta (e) por la conductividad térmica(λ):

$$R_{puerta} = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,005[m]}{58[W / m \cdot K]} = 8,6 \cdot 10^{-5} [m^2 \cdot K / W]$$

Para calcular el valor de la resistencia total a través de la puerta sin aislar (R_{SA}) se deben tener además en cuenta los valores las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior (R_{se} y R_{si})*.

$$R_{SA} = R_{si} + R_{puerta} + R_{se} = 0,13 + 8,6 \cdot 10^{-5} + 0,04 = 0,17 [m^2 \cdot K / W]$$

* Valores extraídos del MINISTERIO DE LA VIVIENDA, 2006.CTE-Código Técnico de la edificación.

A partir del inverso de la resistencia se obtiene el valor del coeficiente global de trasmisión de calor (U_{SA}):

$$U_{SA} = \frac{1}{R_{SA}} = \frac{1}{0,17} = 5,88 [W / m^2 \cdot K]$$

El calor transmitido o flujo de calor a través de la puerta sin aislamiento es (Q_{SA}) es:

$$Q_{SA} = 5,88[W / m^2 \cdot C^{\circ}] \cdot 7,2[m] \cdot (32,54 - 25)[^{\circ}C] = 319,21[W]$$

A continuación se determina la resistencia de los paneles de poliestireno, con los datos de espesor y conductividad térmica:

$$e = 40 \text{ mm} = 0,04\text{m}$$

$$\lambda = 0,034[W / m \cdot K]$$

$$R_{\text{Poliestireno}} = \frac{0,04[m]}{0,034[W / m \cdot K]} = 0,93[m^2 \cdot K / W]$$

Sumando todas las resistencias ofrecidas por puertas y aislante, se obtiene la resistencia total (R_{CA})

$$R_{CA} = R_{Si} + R_{Puerta} + R_{\text{Poliestireno}} + R_{Se} = 0,13 + 8,6 \cdot 10^{-5} + 1,17 + 0,04 = 1,34[m^2 \cdot K / W]$$

Se calcula la transmitancia térmica o coeficiente global de transmisión de calor (U_{CA}):

$$U_{CA} = \frac{1}{R_{CA}} = \frac{1}{1,34} = 0,74[W / m^2 \cdot K]$$

El calor transmitido o flujo de calor a través de la puerta con aislamiento es (Q_{CA}) es:

$$Q_{CA} = 0,74[W / m^2 \cdot K] \cdot 7,2[m^2] \cdot (32,54 - 25) = 40,17[W]$$

A partir de los resultados de calor transmitido con y sin aislante, se puede determinar como se ha reducido este calor al aislar las puertas, expresado en forma de porcentaje:

$$AQ = \frac{Q_{SA} - Q_{CA}}{Q_{SA}} = \frac{319,21 - 40,17}{319,21} \cdot 100 = 87,4\%$$

Esto indica que tras la colocación de los paneles aislantes en las puertas, el flujo de calor que entrará dentro de la sala se reducirá en un 87,4%.

Por tanto, es una solución eficaz para evitar temperaturas elevadas dentro del recinto donde se hallan los depósitos que contienen el vino y así prescindir en lo posible del uso del sistema de refrigeración de las cubas, con el consiguiente ahorro energético y económico.

Se realiza ahora un balance térmico teniendo en cuenta todas las aportaciones de calor que se producen dentro de la sala de cubas. Cargas debidas a la transmisión a través de cerramientos, renovación de aire por apertura de puertas, calor desprendido por el producto durante la fermentación y entrada de operarios.

Está referido a la época en las que se realizan los procesos productivos de elaboración del vino (septiembre y octubre), concretamente a la fase de fermentación cuando más necesidades de refrigeración se producen, y más elevado es el consumo de energía eléctrica.

Las cargas térmicas coinciden con las necesidades frigoríficas del recinto, por ello se puede estimar la reducción de aportación de calor a la sala o lo que es lo mismo la reducción de las necesidades de frío tras realizar el aislamiento de las puertas.

BALANCE TÉRMICO DURANTE LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN.

Sin aislamiento

1. Cálculo carga térmica debida a la transmisión de calor a través de los cerramientos, (Q₁)

Paredes

Datos:

Espesor de los bloques hormigón (*e*) = 20 cm

Conductividad térmica de los bloques de hormigón (λ)= 0,49 W/ m ° C ^a

Espesor mortero hormigón armado (*e*) =25 cm

Conductividad térmica mortero de hormigón (λ)= 1,63 W/ m ° C ^a

Espesor placas poliestireno extrusionado (*e*) = 40 mm

Conductividad térmica placas poliestireno extrusionado (λ)= 0.033 W/ m ° C ^a

Coef. de convección exterior en paredes (h_e) = 25 W/m °C ^b

Coef. de convección interior en paredes (h_i) = 7,69 W/m °C ^b

Temperatura exterior (*t_e*) = 28,1 (Estación meteorológica Cádiar, IFAPA)

Temperatura interior(*t_i*)=20

^a Valores de los coeficientes de conductividad térmica extraídos del Documento Básico, Ahorro de energía (HE) y del Código Técnico, Normas Básicas de Edificación (NBE-CT-79).

^b Valores de los coeficientes de convección en los cerramientos obtenidos del Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HE-Ahorro de energía.

$$Q = U \cdot S \cdot \Delta t$$

Cálculo del coeficiente global de transmisión de calor:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_e} + \sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_i}$$

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{25[W/m^2 \cdot ^\circ C]} + \frac{0,2[m]}{0,49[W/m^2 \cdot ^\circ C]} + \frac{0,25[m]}{1,63[W/m^2 \cdot ^\circ C]} + \frac{0,04[m]}{0,033[W/m^2 \cdot ^\circ C]} + \frac{1}{7,69[W/m^2 \cdot ^\circ C]} = 1,94[W/m^2 \cdot ^\circ C]$$

$$U=0,515[W/m^2 \cdot ^\circ C]$$

$$Q_{11} = 0,515 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{° C]} \cdot 392,7 \text{ [m}^2] \cdot (28,1 - 20) \text{ [° C]} = 1638,1 \text{ [W]}$$

Techo

Datos

Espesor chapa lisa acero galvanizado (e) = 6 mm
Conductividad acero galvanizado (λ)= 58 W/ m °C
Espesor panel sandwich relleno poliuretano (e)=0,35m
Conductividad poliuretano (λ)= 0,023W/ m °C
Coef. de convección exterior en techo (h_e) = 25 W/m °C
Coef. de convección interior en el techo (h_i) = 5,88 W/m °C
Temperatura exterior (t_e) = 28,1
Temperatura interior(t_i)=20

Cálculo del coeficiente global de transmisión de calor:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{25 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{° C]}} + \frac{6 \cdot 10^{-4} \text{ [m]}}{58 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{° C]}} + \frac{2,5 \cdot 10^{-2} \text{ [m]}}{2,3 \cdot 10^{-2} \text{ [W/m}^2 \cdot \text{° C]}} + \frac{1}{5,88} = 1,296 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{° C]}$$

$$U=0,771 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{° C]}$$

$$Q_{12} = 0,771 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{° C]} \cdot 344,54 \text{ [m}^2] \cdot (28,1 - 20) \text{ [° C]} = 2151,7 \text{ [W]}$$

Suelo

Datos

Espesor bloques hormigón (e) = 0,20 m
Conductividad hormigón (λ)= 0,49 W/ m °C
Espesor solera de hormigón con áridos ligeros (e) = 0,40 m
Conductividad hormigón con áridos ligeros (λ)= 0,17 W/ m °C
Espesor capa hormigón armado (e) = 0,25 m
Conductividad hormigón (λ)= 0,49 W/ m °C
Coef. de convección exterior en suelo (h_e) = 25 W/m °C
Coef. de convección interior en suelo (h_i) = 10 W/m °C
Temperatura interior (t_i)=20
Temperatura bajo el suelo (t_s)= 18 °C

Cálculo del coeficiente global de transmisión de calor:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{25[W/m^2 \cdot ^\circ C]} + \frac{0,20[m]}{0,49[W/m^2 \cdot ^\circ C]} + \frac{0,40[m]}{0,17[W/m^2 \cdot ^\circ C]} + \frac{0,25[m]}{0,49[W/m^2 \cdot ^\circ C]} + \frac{1}{10} = 3,41 [W/m^2 \cdot ^\circ C]$$

$$U = 0,293 [W/m^2 \cdot ^\circ C]$$

$$Q_{13} = 0,293 [W/m^2 \cdot ^\circ C] \cdot 344,54 [m^2] \cdot (20-18) [^\circ C] = 201,9 [W]$$

Este calor no se suma al balance sino que se resta, ya que la temperatura del suelo es inferior a la del ambiente dentro de la sala, es calor que se pierde hacia el suelo

Puertas

Se toma el valor calculado de calor transmitido a través de las dos puertas metálicas sin aislamiento (**pág.42**):

$$Q = U \cdot S \cdot \Delta t$$

Donde el coeficiente global de transmisión de calor, se calcula a partir de las resistencias calculadas en página..

$$U_{SA} = \frac{1}{R_{SA}} = \frac{1}{0,17} = 5,88 [W/m^2 \cdot K]$$

$$Q_{SA} = 5,88 [W/m^2 \cdot ^\circ C] \cdot 7,2 [m] \cdot (28,1 - 20) [^\circ C] = 342,9 [W]$$

$$Q_{14 (SA)} = 342,9 [W] \cdot 2 = 685,8 [W]$$

Si se suman todas las cargas térmicas aportadas al recinto a través de los cerramientos se obtiene:

$$Q_1 = Q_{11} + Q_{12} - Q_{13} + Q_{14 (SA)} = 4273,7 \text{ [W]}$$

2. Cálculo de la carga térmica debida a la renovación de aire (Q_2):

Se obtiene en función de las pérdidas por infiltraciones de aire, según el volumen del recinto y el número de veces que se abren las puertas:

$$Q = V \cdot \rho_a \cdot d \cdot A_i$$

Datos

Densidad del aire (ρ_a) = 1,293 [Kg/m³]

Tiempo medio de apertura de las puertas a lo largo del día (d) = 90 [min/día]

Temperatura exterior (t_e) = 28,1 °C, HR = 64[%] $\rightarrow i_i = 67,5$ [KJ/kg] ^c

Temperatura interior (t_i) = 20 °C, HR = 69[%] $\rightarrow i_i = 45,5$ [KJ/kg] ^c

Diferencia de entalpías (A_i) = 67,5 - 45,5 [KJ/kg] = 22 [KJ/kg]

^c Datos humedad relativa obtenidos del Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HE-Ahorro de energía

$$d = \frac{90 \text{ min}}{\text{día}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1440 \text{ min}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 5400 \text{ s / día}$$

A continuación se determina el volumen de aire infiltrado (V) (Sánchez y Pineda de las Infantas, 2005.):

$$V = \frac{a \cdot H}{4} \cdot \sqrt{0,072 \cdot H \cdot A_i} = \frac{3 \cdot 2,40}{4} \sqrt{0,072 \cdot 2,40 \cdot 8,1} = 2,13 \text{ [m}^3 \text{ / s]}$$

Donde:

Anchura de la puerta: a = 3 [m]

Altura de la puerta: H = 2,40 [m]

Diferencia de

$$Q=2,13[m^3/s] \cdot 1,293 [kg/m^3] \cdot 5400[s/día] \cdot 22000[J/kg]=327185892[J/día]$$

$$Q_2 = 327185892[J / día] \cdot \frac{1día}{24[h]} \cdot \frac{1[h]}{3600[s]} = 3786,8[W]$$

3. Cálculo de la carga térmica debido al calor desprendido por el producto, calor de fermentación (Q₃):

En la fermentación, el azúcar se transforma en alcohol desprendiendo calor, se producen 25,4 kcal por cada 180 g de azúcar fermentado. Se calcula el calor desprendido por 18000L de esto en proceso de fermentación, tomando datos de la vendimia del 2010:

$$Q = V \cdot g \cdot Cf \cdot \frac{\rho}{24d}$$

Donde:

Volumen de mosto (**V**)= 18.000 L

Concentración de azúcar (**g**)= 200 g/1000g mosto

Calor de fermentación (**Cf**)=0,14 Kcal/g

Densidad del mosto $\rho = 1100g / L$

*Días que dura la fermentación (**d**) está referido a un periodo de 24h, por tanto se hace sobre 1 día.

$$Q_3 = 18000L \cdot 200g / 1000g\text{mosto} \cdot 0,14[kcal / g] \cdot \frac{1100[g / L]}{24h} = 23100,3kcal / h$$

$$Q_3 = \frac{1kW}{860[kcal / h]} \cdot 23100[kcal / h] = 26860,4[W]$$

3. Cálculo de la carga térmica producida por la entrada de operarios (Q₄):

$$Q = n \cdot C_{ope} \cdot N_{ope}$$

Donde:

nº de personas (n): 1 operario

tiempo de permanencia (N_{ope}): 480 [min]/(1440 [min/día]).

calor emitido C_{ope}: 174 [W] (Sánchez y Pineda de las Infantas, 2005)

$$Q_4 = 1 \cdot 174 \text{ [W]} \cdot 0,33 = 57,42 \text{ [W]}$$

La carga térmica total Q_T se obtiene al sumar todos los aportes de calor que se producen durante un día en la bodega

$$Q_T \text{ (SA)} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 34978,3 \text{ [W]}$$

Con aislamiento

Utilizando los mismos resultados del balance anterior, modificando el valor de la carga térmica aportada a través de las puertas metálicas (Q₁₄), se obtiene un resultado diferente. En esta ocasión se utiliza el valor de Q para las puertas metálicas una vez que se han colocado los paneles:

Donde el coeficiente global de transmisión de calor, se calcula a partir de las resistencias calculadas en página..

$$U_{CA} = \frac{1}{R_{CA}} = \frac{1}{1,34} = 0,74 \text{ [W / m}^2 \cdot \text{K]}$$

$$Q_{CA} = 0,74[W / m^2 \cdot K] \cdot 7,2[m^2] \cdot (28,1 - 20) = 43,16[W]$$

$$Q_{CA} = 43,16 \cdot 2 = 86,32[W]$$

La suma de aportes de calor incluido el transmitido a través de las puertas con aislante quedaría como:

$$Q_{T(CA)} = Q_{1+} + Q_{2+} + Q_{3+} + Q_{4=} = \mathbf{34378,8[W]}$$

Al restar el calor aportado sin aislante al calor con aislante se obtiene:

$$Q_{T(SA)} - Q_{T(CA)} = 34978,3 [W] - 34378,0[W] = 600,3[W]$$

La carga térmica aportada a la sala de cubas se reducirá en 600,3 [W]. Ya que el balance se ha realizado suponiendo un día de vendimia en el cual el vino está realizando el proceso de fermentación, se multiplica este valor por los 60 días durante los cuales se producirán procesos fermentativos:

$$60 \text{días} \cdot 24 \text{h} \cdot 600,3 [W] = 864432 [W \cdot h] = 864,4 [kW \cdot h]$$

Si se identifica la carga térmica total aportada al recinto como necesidades de frío para contrarrestar esta carga, puede afirmarse que se produce un ahorro en refrigeración de 864,4 [kW·h]

La bodega tiene un consumo medio eléctrico mensual de 1900 kWh, durante el proceso productivo este llega a incrementarse hasta en un 51,7 % debido principalmente al empleo del sistema de refrigeración de las cubas.

Como se ha calculado anteriormente se produce una reducción de la carga térmica aportada a la sala tras el aislamiento, calor que también se transmite a las cubas y que coincide con las necesidades frigoríficas que se debe aportar.

En el 2010 el consumo eléctrico durante los 60 días de vendimia fue de 6396 [kWh] si tenemos en cuenta el ahorro en necesidades de refrigeración tras el aislamiento es de 864,4[kW· h] y dividimos esto entre ese consumo tendremos el porcentaje de energía eléctrica expresado en términos de porcentaje supone una reducción del 13,5% en energía eléctrica durante el proceso productivo:

$$864,4 \text{ [kW} \cdot \text{ h]} / 6396 \text{ [kW} \cdot \text{ h]} \cdot 100 = 13,5\%$$

3.- BIBLIOGRAFÍA

- HIDALGO, L. 2002. Tratado de viticultura general. Mundi-Prensa.
- BLOUIN, J., PEYNAUD, É. 2003. Enología práctica: conocimiento y elaboración del vino. Mundi-Prensa. España.
- IDEA, 2007. Guía técnica para el diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Madrid, 60 pp.
- MINISTERIO DE LA VIVIENDA, 2006. CTE - Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE-Ahorro de energía. HE 1. Limitación de demanda energética. 69 pp.

