

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: Diseño de una instalación destinada  
a los procesos de fermentación alcohólica  
y maloláctica

Autora: Cynthia GRAVÁN PÉREZ

Fecha: Junio 2008





### I). PRÓLOGO

### II). MEMORIA

#### ➤ ANTEPROYECTO:

<b>1. OBJETIVO.</b>	<b>3</b>
<b>2. HISTORIA DEL PRODUCTO.</b>	<b>3</b>
<b>3. DEFINICIONES.</b>	<b>6</b>
<b>4. DISTINTOS MÉTODOS DE PRODUCCIÓN.</b>	<b>9</b>
➤ Clásica.	
➤ Vinificación continua.	
➤ Maceración carbónica.	
➤ Termovinificación.	
➤ Birreactores de células inmovilizadas.	
<b>5. VIABILIDAD ECONÓMICA.</b>	<b>11</b>
<b>6. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO.</b>	<b>12</b>
<b>7. CONCLUSIÓN.</b>	<b>23</b>

#### ➤ MEMORIA DESCRIPTIVA:

<b>1. TAMAÑO PLANTA.</b>	<b>5</b>
<b>2. LOCALIZACIÓN.</b>	<b>7</b>
<b>3. PROCESO DE PRODUCCIÓN.</b>	<b>8</b>
➤ <u>ETAPA 1:</u> Madurez de la uva.	
➤ <u>ETAPA 2:</u> Tratamiento de la uva.	
○ Recolección.	
○ Desraonado y estrujado.	
○ Enfriado de la uva.	

- **ETAPA 3:** Fermentación.
  - Fermentación alcohólica.
  - Fermentación maloláctica.
- **ETAPA 4:** Clarificación.
- **ETAPA 5:** Estabilización.
- **ETAPA 6:** Embotellado y comercialización.

#### **4. DISEÑO DEL FERMENTADOR. 19**

- \* INTRODUCCIÓN A LOS PROCESOS FERMENTATIVOS
- \* PROCEDIMIENTO GENERAL DE DISEÑO DE UN FERMENTADOR

#### **CASO I: FERMENTADOR ALCOHÓLICO 23**

- Selección de una cepa. Medio de cultivo, nutrientes, pH, temperatura, condiciones aerobias o anaerobias y contaminación que puede sufrir el medio de cultivo.
- Cinética de crecimiento microbiano.
- Configuración del fermentador.
- Dimensiones del reactor biológico.
- Condiciones de operación.
- Superficie de transmisión de calor y de los dispositivos de mezclado.
- Necesidades de potencia y aireación.
- Diseño mecánico, selección de materiales y dispositivos para el mantenimiento de condiciones asépticas.
- Servicios de manipulación y control.
- Factores de seguridad.

#### **CASO II: FERMENTADOR MALOLÁCTICO 59**

- Selección de una cepa. Medio de cultivo, nutrientes, pH, temperatura, condiciones aerobias o anaerobias y contaminación que puede sufrir el medio de cultivo.
- Cinética de crecimiento microbiano.
- Configuración del fermentador.
- Dimensiones del reactor biológico.
- Condiciones de operación.

## ÍNDICE GENERAL

---

- Superficie de transmisión de calor y de los dispositivos de mezclado.
- Necesidades de potencia y aireación.
- Diseño mecánico, selección de materiales y dispositivos para el mantenimiento de condiciones asépticas.
- Servicios de manipulación y control.
- Factores de seguridad.

### **5. EQUIPAMIENTO DE LA INSTALACIÓN. 78**

- Tolva de recepción.
- Despalilladora-Estrujadora.
- Intercambiador de Calor.
- Fermentador alcohólico.
- Fermentador maloláctico.
- Prensa neumática.
- Enfriadora.
- Red de tuberías y accesorios.
- Bombas.

### ➤ **MEMORIA TÉCNICA:**

<b><u>CAPÍTULO I: BALANCES DEL PROCESO</u></b>	<b>4</b>
★ BALANCES DE MATERIA:	6
○ Intercambiador de Calor.	
○ Reactor Biológico (Fermentador alcohólico).	
○ Reactor Biológico (Fermentador maloláctico).	
★ BALANCES DE ENERGÍA:	14
○ Intercambiador de Calor.	
○ Reactor Biológico. (Fermentador alcohólico).	
○ Reactor Biológico (Fermentador maloláctico).	
★ CÁLCULO DEL GRADO ALCOHÓLICO	18
★ RESOLUCIÓN DE LAS ECUACIONES	20

# ÍNDICE GENERAL

---

<b><u>CAPÍTULO II: DISEÑO DE LOS FERMENTADORES</u></b>	41
* CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL FERMENTADOR ALCOHÓLICO.	42
* CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL FERMENTADOR MALOLÁCTICO.	48
<b><u>CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA RED DE TUBERÍA</u></b>	52
* RED TUBERÍAS 1: Traslase desde la molienda-despalilladora hasta los fermentadores alcohólicos.	53
* RED TUBERÍAS 2: Traslase desde fermentadores alcohólicos a los fermentadores malolácticos.	54
* RED TUBERÍAS 3: Tuberías de remontado.	55
* RED TUBERÍAS 4: Traslase del vino secundario desde los fermentadores alcohólicos hasta la prensa neumática.	56
* RED TUBERÍAS 5: Red del fluido refrigerante.	57
<b><u>CAPÍTULO IV: SISTEMA DE CONTROL</u></b>	60
* CONTROL EN EL INTERCAMBIADOR DE CALOR.	62
* CONTROL EN EL FERMENTADOR ALCOHÓLICO.	64
* CONTROL EN EL FERMENTADOR MALOLÁCTICO.	67
<b>➤ <u>ANEXOS:</u></b>	
1. ANEXO BIOQUÍMICA DE LA REACCIÓN.	
2. ANEXO VIDA Y SALUD.	
3. ANEXO DENOMINACIÓN DE ORIGEN.	
4. ESQUEMA ELABORACIÓN VINO.	
5. ANEXO VENDIMIA MECÁNICA.	
6. ANEXO ESTRUJADORA-DESPALILLADORA.	
7. ANEXO LAS LEVADURAS DE FERMENTACIÓN.	
8. ANEXO FÓRMULAS GENERALES PARA EL CÁLCULO DE ESPESOR DE DIVERSOS RECIPIENTES.	
9. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ENFRIADORA.	

### ➤ **REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA:**

1. Ley Integral de Prevención y Control integrados de la contaminación, dispuesto en la ley 16/2002, del 1 de julio. 3
2. REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. 15
3. REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. BOE núm. 112 de 10 de mayo de 2001. 22
4. Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria. Tramitación y puesta en marcha de las actividades industriales. 25
5. REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. 29

### ➤ **BIBLIOGRAFÍA:**

## III). PLANOS

- \* PLANO DE SITUACIÓN.
- \* DIAGRAMA DE FLUJO.
- \* FERMENTADOR ALCOHÓLICO.
- \* FERMENTADOR ALCOHÓLICO COTAS.
- \* FERMENTADOR MALOLÁCTICO.
- \* FERMENTADOR MALOLÁCTICO COTAS.
- \* PLANTA DE PROCESOS.
- \* PERFIL SISTEMA DE TUBERÍAS 1, 2 Y 3.
- \* PERFIL SISTEMA DE TUBERÍAS 4.
- \* PERFIL SISTEMA DE TUBERÍAS 5.

## IV). PLIEGO DE CONDICIONES

## V). PRESUPUESTO

## **PRÓLOGO**

---

---

El vino tinto es un producto popular de elevado consumo en todos los continentes del mundo. Para satisfacer a los millones de clientes que compran vino tinto: restaurantes, familias etc. es necesario la existencia de industrias destinadas a la producción de este producto. El proceso productivo para la fabricación de vino tinto posee como etapa crucial la fermentación del mosto de uva. Si esta fermentación no se produjese, no se obtendría el deseado producto. Por este motivo, el presente proyecto se dedica al diseño y al cálculo de esta etapa crucial.

La instalación consta de dos procesos de fermentación: alcohólica y maloláctica. Las condiciones en las que se lleva a cabo las reacciones químicas en los dos tipos de fermentación son distintas, por ello, las características de los fermentadores deben ser diferentes.

Cada tipo de fermentador diseñado se duplicará. Con esta duplicación se consigue:

- Evitar problemas por mal funcionamiento del fermentador
- Crecimiento de la planta y recepción de mayor materia prima (uvas tintas)

### **Mercado actual del vino en España**

La evolución del mercado del vino en España durante el año 2001 supuso un punto de inflexión en la recuperación del consumo de vino, gracias al crecimiento experimentado por los vinos con denominación de origen, impulsados por Rioja. El año 2002 ha supuesto la confirmación de la tendencia con un crecimiento del 5% tanto en el sector de hostelería como en el sector de alimentación, cuya recuperación para el vino con denominación de origen es la mayor novedad. En cuanto a la segmentación del mercado es importante destacar cómo son exclusivamente los vinos con denominación de origen (D.O.) los que impulsan el crecimiento del vino: en el año 2002 las D.O. alcanzan ya un 42% de las ventas, con un crecimiento del 12%.

Los consumidores nos indican su preferencia por los vinos con D.O., de mayor calidad y mayor precio, que están siendo en España no solo la causa del crecimiento del mercado, sino también del cambio en la valoración general del vino por parte de los consumidores. El vino de mesa en botella no recoge la tendencia positiva del mercado, manteniendo unas ventas completamente estables y en consecuencia perdiendo participación. Igualmente, los vinos en envase de litro (cartón, vidrio ligero, vidrio recuperable) siguen perdiendo participación, pues en la actualidad tienen un 31,7% de cuota frente al 58,2% del año 1990.

Otro aspecto importante corresponde al lugar donde se realiza el consumo. El consumo de vino en bares y restaurantes continúa superando al doméstico (58,7% frente a 41,3%), pero la tendencia está cambiando de forma progresiva hacia el aumento del consumo en el hogar. Según datos del Panel de Consumo del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA),

durante el primer semestre de 2006 ha descendido un 7,3% el consumo de vino en hostelería con respecto al mismo periodo de 2005.

Pero lo importante de la tendencia actual del consumo de vino no está solamente en el volumen de las ventas, sino en el hecho de que el valor de éstas sea cada vez más elevado como consecuencia del incremento del precio y de que los consumidores adquieran vinos más caros. Esto supone que si bien las ventas en los diez últimos años tan sólo se han incrementado en un 3,5%, el aumento de su valor puede estimarse en un 80%. Sabemos que el consumo del vino se hace menos frecuente, pero los signos positivos de los últimos años, nos hacen ver los próximos con más optimismo, puesto que sigue ratificándose la tendencia hacia un consumo de vino de más alto precio, que el consumidor intuye de más calidad.

**Conclusión:** La tendencia a un menor consumo de vino viene acompañada de un consumo de más calidad. En concreto, en el canal hostelero se ha producido un aumento del consumo de vinos con D.O. del 8,6%. En el caso del vino Rioja, las ventas en hostelería de las categorías de crianza aumentaron un 4% y las de reserva y gran reserva un 10%.

### **Evolución de la actividad vitivinícola a nivel mundial**

Los principales países productores mundiales de vino son: Francia, Italia, España, Estados Unidos (California), Argentina, Alemania, Australia, Sudáfrica, Portugal y Chile.

Los principales países importadores de vino son (en ese orden) Alemania, Reino Unido, Francia, Estados Unidos, Rusia, Países Bajos, Bélgica,

## **PRÓLOGO**

---

Canadá, Suiza, Dinamarca, y actualmente, se está incorporando si bien es cierto no como grandes importadores de vino, sino que como fuertes consumidores de vino, China, Corea del Sur y Taiwán. Por ejemplo, en este último país no existe producción local de vinos de uva, sin embargo cabe mencionar que sí existe una amplia y prestigiada producción de vino de arroz con contenidos alcohólicos que varían entre 7 y 80 grados y que constituye la principal bebida en las comidas, seguido por la cerveza, producida localmente o importada.

# ANTEPROYECTO

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DESTINADA A  
LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN  
ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA

CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

JUNIO 2008

**ANTEPROYECTO.**

**1. OBJETIVO.**

**2. HISTORIA DEL PRODUCTO.**

**3. DEFINICIONES.**

**4. DISTINTOS MÉTODOS DE PRODUCCIÓN.**

- Clásica.
- Vinificación continua.
- Maceración carbónica.
- Termovinificación.
- Birreactores de células inmovilizadas.

**5. VIABILIDAD ECONÓMICA.**

**6. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO.**

**7. CONCLUSIÓN.**

### **1. OBJETIVO**

El objetivo del presente proyecto corresponde al diseño de una instalación destinada a los procesos de fermentación alcohólica y maloláctica de uvas tintas, situados en el proceso productivo de vino tinto.

### **2. HISTORIA DEL PRODUCTO**

Descubrimientos recientes remontan la historia del vino hasta el año 5500 a.C. Estos descubrimientos corresponden a vasijas de barro, en las montañas de Zagros (Irán), en cuyo interior se han encontrado restos de vino. Curioso descubrimiento si se tiene en cuenta que esta zona no es, ni era productora de uva. Dado que Babilonia se encuentra en la Ruta de la Seda, que une China con el Mediterráneo, se deduce que en esa época se comercializaba con vino.

Este producto ha tenido un papel muy importante en las diversas culturas: la cultura egipcia, la cultura fenicia y en la cultura mediterránea.

En el antiguo Egipto, el vino jugaba un papel importante en la vida ceremonial. A pesar de que nunca han crecido uvas silvestres allí, existió una importante industria vinícola real en el delta del Nilo. Tal industria fue probablemente el resultado del comercio entre Egipto y Canaan durante la Edad del Bronce, comenzando desde al menos la Tercera Dinastía de Faraones (2650 – 2575 A.C.). Las escenas de fabricación del vino halladas en las paredes de las tumbas, y las listas de ofrendas que las acompañan incluyendo el vino, confirman la presencia de esta bebida en la sociedad egipcia. Hacia el siglo XXII A.C. se incluían cinco tipos de esta bebida entre las viandas para el más allá.

Para los fenicios, su transcendencia económica fue muy importante, al considerarlo en su comercio de tanto valor como las joyerías, la púrpura, los metales preciosos, etc. Además en Oriente el vino siempre estuvo ligado a los bienes económicos del templo y el palacio.

La introducción de la viticultura y vinicultura en Europa se debe a las antiguas civilizaciones griegas y fenicias. No obstante, su propagación por el resto del occidente europeo se debe a la colonización romana. Los romanos cultivaron viñedos por todas aquellas zonas donde la vid soportaba el clima. Plantaron viñedos en España, África del Norte, Inglaterra, Gaul e Illyria.

En sus orígenes, el vino estuvo ligado como bienes económicos del templo y palacio. Así, grandes religiones y ceremonias se establecen alrededor del vino. Un ejemplo de ello, representaba y representa el cristianismo, donde el vino corresponde a la sangre de Cristo en las liturgias católica, ortodoxa, luterana y anglicana. Según el Evangelio, Jesús así lo estableció cuando pasó el cáliz a sus discípulos y les dijo "Tomad... esta es mi sangre" (Mc 14, 22-23). Debido a la utilización de la mayor parte del vino a la Sagrada Comunión, el cuidado de los cultivos de la vid recaían sobre los eclesiásticos.

En la cultura mediterránea además de poseer un significado especial para la vida espiritual, el vino comienza a incorporarse a la vida social. Se consumía principalmente en casa, junto a las comidas, y en familia. Alrededor del vino se entablaban grandes conversaciones, que probablemente serían menos elevadas si faltara el vino. Alrededor del vino se celebraban las alegrías y se mitigaban las tristezas.

Es en esta época (época romana) cuando el vino adquiere la categoría de bebida de consumo ordinario. No todas las bebidas existentes entonces tenían la misma categoría y la práctica de beber el vino en comunidad asumía

una exclusiva e importante función: la adquisición de honor y la creación de unas obligaciones sociales. Dicho de otro modo, alrededor del vino nace una cultura, la cultura del buen vivir, de gente civilizada que cree en la amistad y que mira la vida desde un plano diferente.

Desde el principio de la humanidad se sabe que el vino, producto natural y ecológico obtenido de la fermentación del zumo de la uva, tomado con moderación, es beneficioso para la salud. A lo largo de la historia el vino ha sido utilizado como estimulante, fuente de energía, e incluso en el tratamiento de diversas dolencias.

Así llegamos a la actualidad donde el vino se considera un producto "de moda", con "glamour" y de perfil gourmet. Conlleva por tanto unas connotaciones positivas asociadas a la imagen personal y social, que han determinado unos cambios sustanciales en los hábitos de compra y consumo del vino.

### **3. DEFINICIONES**

La materia prima recibida corresponde a uvas tintas y el producto de interés que se quiere conseguir corresponde a vino. El zumo de uva o mosto posee unas características y propiedades físicas y químicas distintas. Por ello, para conseguir dicho producto de interés debe existir una transformación química. Esta transformación del mosto de uva en vino tiene lugar debido a la acción microbiana. A este proceso se conoce como fermentación.

Existe una clara diferencia química entre el mosto de uva y el vino. El mosto de uva posee una elevada cantidad de azúcares y cero grado alcohólico (si no sufre en la cepa ninguna fermentación espontánea); y, el vino no posee ninguna cantidad de azúcar y un elevado grado alcohólico.

Para lograr entender esta peculiaridad se requiere entender el concepto de fermentación alcohólica, el cual, a continuación se especifica.

*"La fermentación alcohólica o glicólisis corresponde a una transformación enzimática que posee unas 11 etapas. Este proceso es llevado a cabo por una serie de levaduras normalmente de la familia Saccharomyces, por lo general S.cerevisiae y S.bayanus. Durante esta reacción enzimática la glucosa y fructosa presente en el mosto de uva se ve transformada en otras composiciones químicas, las cuales, corresponden a etanol y dióxido de carbono".*

Ver anexo bioquímica de la reacción.

**En definitiva la fermentación alcohólica corresponde a la conversión de los principales azúcares de la uva, glucosa y fructosa, en etanol y dióxido de carbono.**

Una vez obtenido el vino tinto mediante la fermentación alcohólica, este todavía no se encuentra preparado para su embotellamiento y distribución comercial. Las cualidades del vino tinto obtenido todavía no son las idóneas. Estas cualidades dictaminadas en gran medida por el clima de la región son: una acidez demasiado elevada para que el vino sea agradable al paladar y una inestabilidad bacteriana.

Si se embotellase directamente el vino, y se consumiese rápidamente; de manera espontánea el vino sufre una nueva fermentación. Esta fermentación provoca cambios en las propiedades organolépticas del vino, produciendo turbidez y vinos con gas en las botellas, conociéndose tradicionalmente como "vinos verdes". Para evitar esta acción en el vino embotellado y para paliar las cualidades negativas antes comentadas, se lleva a cabo de una manera controlada una fermentación.

**Esta fermentación se denomina maloláctica y se define como la transformación enzimática en el vino tinto del ácido málico en ácido láctico.**

¿Por qué esta fermentación contribuye a la estabilización microbiana en vinos, sobre todo en vinos tintos?

Esta pregunta adquiere respuesta cuando se observa el medio de reacción en el cual se produce. Las bacterias malolácticas en su proceso de conversión consumen totalmente los nutrientes del vino, siendo este medio de reacción escaso en nutrientes, por este motivo, las bacterias malolácticas impiden que microorganismos posteriores se desarrollen en dicho medio. Esto proporciona una estabilidad microbiana.

¿Por qué esta fermentación contribuye a la estabilización de la acidez en vinos,

sobre todo en vinos tintos?

La transformación química que tiene lugar en la fermentación consiste en una descarboxilación del ácido málico (2 grupos carboxilos) produciendo ácido láctico (1 grupo carboxilo). Esta pérdida de un grupo carboxilo es la explicación de una disminución de la acidez valorable.

#### **4. DISTINTOS MÉTODOS DE PRODUCCIÓN**

**Clásica:** Técnica de vinificación discontinua. En dicha técnica el mosto se introduce en el fermentador donde se produce las reacciones bioquímicas requeridas. Después de un período de tiempo determinado el mosto se retira.

**Vinificación continua:** Técnica de vinificación continua, cuyo fermentador es de características similares al discontinuo con la salvedad de ser de menor tamaño. En esta técnica el mosto se introduce en el fermentador y cuando alcanza el estado estacionario (se estabiliza) se extrae medio y se añade medio fresco simultáneamente en volúmenes idénticos.

Ventajas: proceso continuo que permite una utilización más racional de los medios tanto materiales como humanos.

Inconvenientes: problemas de mantenimiento del sistema (estabilidad).

**Maceración carbónica:** Técnicas de vinificación sin estrujado de uvas. Los racimos enteros, sin sufrir desrajonado, se colocan en depósitos cerrados cuya atmósfera es de CO<sub>2</sub> (condiciones anaerobias). Dicha uva sufre fermentación intercelular o autofermentación.

La fermentación es producida directamente por las células del fruto sin que intervenga las levaduras en tal proceso. Como consecuencia una pequeña cantidad de azúcar se transforma en alcohol, obteniéndose de 1,5 a 2,5°. La fermentación se detiene cuando las células son atacadas por el alcohol y la asfixia, teniendo como resultado la producción de dióxido de carbono, glicerol y diversos productos secundarios; además, de disminuir la cantidad de ácido málico del medio.

Ventajas: suavidad debida a la disminución de la acidez.

Inconvenientes: astringencia comunicada por los raspones si el encubado es demasiado largo. Peligro de contaminación bacteriana.

**Termovinificación:** Esta técnica consiste en someter a los racimos de uva tinta un calentamiento previo a su fermentación. Para lograr dicho objetivo se pone en contacto dichos racimos con agua hirviendo, adquiriendo los hollejos una temperatura elevada evitando que el centro de la pulpa reciba demasiada calor.

El objeto de esta técnica es destruir las células del hollejo mediante la cocción, difundiéndose entonces las sustancias (materia colorante y taninos) en el zumo de uva. La consecuencia de este efecto corresponde a una mayor capacidad de extracción de color de los hollejos de la uva, obteniendo un mosto, después del prensado, muy coloreado.

Ventajas: mejora el color y el sabor de un vino joven en el caso de vendimias de una naturaleza y madurez suficientes.

Inconvenientes: tratamiento suplementario de costosa realización.

**Birreactores de células inmovilizadas:** Consiste en pasar el medio fresco a través de un birreactor (columna) donde se encuentran inmovilizadas enzimas o células. En el birreactor se producen las transformaciones bioquímicas requeridas.

Ventajas: proceso continuo que no plantea los problemas de estabilidad del sistema del caso anterior. El producto resultante está libre de células.

Inconvenientes: No todos los microorganismos pueden inmovilizarse.

## **5. VIABILIDAD ECONÓMICA**

El consumo de vino se encuentra implantado en la sociedad desde los orígenes del hombre. Su consumo es popular y en algunas civilizaciones e incluso religiones su producción ha sido y es de vital importancia. Este interés del hombre por el vino se debe a su efecto euforizante y desinhibidor, siendo el consumo de bebidas alcohólicas un acto siempre presente en rituales de fiesta, desde el principio de su existencia y en todas las civilizaciones.

Además, se conoce que el consumo moderado del vino resulta beneficioso de forma global a la salud humana. Prestigiosos estudios científicos demuestran que reduce la mortalidad coronaria como la total. La dosis de vino aceptable y no peligrosa se define por el efecto que ejerce el alcohol a determinadas dosis. 24 g/día para el varón y 16 g/día para la mujer podrían ser las cifras. El consumo de riesgo o consumo excesivo se situaría por encima de 40 g/día y 24 g/día respectivamente para ambos sexos. Por tanto, consideraremos un consumo moderado o aceptable de vino o alcohol aquel que esté por debajo de 40 g/día (280 g/semana) para el hombre y de 24 g/día (168 g/semana) para la mujer, lo que equivale aproximadamente a 400 cc de vino de 12º al día en el hombre y a 250 cc al día en la mujer.

[Ver anexo vida y salud](#)

No obstante, en la actualidad, la demanda de los distintos tipos de vino se encuentra en modificación. El vino blanco típico de la zona andaluza gaditana comienza a decaer su consumo, todo lo contrario ocurre con el vino tinto. Por este motivo, la producción industrial de este producto alimenticio se encuentra en expansión a territorios no tradicionales de producción de vino tinto. Por ello, el diseño de fermentadores para la producción de vino tinto es considerado viable.

## **6. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO**

### **Definición:**

El producto de interés es denominado como **vino tinto**. La palabra vino proviene de la latina *vinum* (que a su vez se relaciona con el griego *οἶνος*). Vino se define como aquel producto procedente de la fermentación del zumo de uva producido por las levaduras silvestres (en ocasiones se utilizan levaduras secas). En la mayoría de las ocasiones la familia de levaduras utilizadas para conseguir la fermentación corresponde al *Saccharomyces*, generalmente las variedades *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces bayanus*. La denominación "tinto" procede del proceso de difusión de antocianos del hollejo de la uva hacia el zumo en fermentación, adquiriendo el producto final un color oscuro rojizo.

### **Composición:**

La composición de un vino viene determinado por diversos factores; tanto intrínsecos: tipo de uva, cuidado de la uva, maduración de la uva; como extrínsecos o ambientales: técnica de elaboración, condiciones de operación, características de la zona, almacenamiento, transporte, control microbiano etc.

El contenido de las uvas en sustancias que intervendrán durante todos los procesos enológicos que se llevarán a cabo es el siguiente: agua, azúcares, ácidos orgánicos, sales minerales, además materias pécticas, vitaminas, enzimas, taninos, componentes nitrogenados y aromáticos volátiles, que aunque se encuentran en pequeñas cantidades afectan las características de la uva y de sus derivados.

El agua representa un 70%-90% del volumen del vino en el mosto de la uva, corresponde en un alto porcentaje a agua libre.

Los azúcares son principalmente la glucosa y la fructosa y pequeñas cantidades de sacarosa y pentosas (xilosa y arabinosa). La mayor o menor concentración de azúcares influye en el grado de aceptación sensorial del zumo y en la riqueza potencial de alcohol del vino. La glucosa se encuentra en mayor cantidad en la uva verde, en cambio la fructosa se presenta mayoritariamente en la uva madura.

Durante la maduración de las uvas el fenómeno más destacado es el aumento de azúcares y la disminución de la acidez. Cuando la uva esta verde tiene un contenido de glúcidos del 1.0 al 1.5% (13g/l), pero súbitamente, en el último mes de maduración puede llegar hasta un 20% (200g/l). El aumento de azúcar coincide con el aumento de peso del grano.

### ➤ **Azúcares:**

En el momento en que las uvas alcancen su mayor contenido en azúcares se llega a la madurez comercial, donde se presentan las características biológicas que permiten su vinificación. Es el momento de llevar a cabo la vendimia.

En la sobremaduración hay pérdida de agua produciéndose el marchitado fisiológico con disminución de peso por evaporación del agua y aumento en la cantidad de azúcar. La selección de la madurez de la uva prácticamente depende del vino a elaborar.

El papel que desempeñan los azúcares en el gusto de un vino es importante. La naturaleza del azúcar modifica la impresión azucarada. Si se

toma el sabor dulce de la sacarosa como la unidad, el poder edulcorante de la fructosa es de 1.73, el de la glucosa es de 0.74 y el de las pentosas es de 0.40, en consecuencia, para un mismo tenor de azúcar reductor, el sabor azucarado de un vino depende de la relación: glucosa/fructuosa que aproximadamente es de 0.95, esto indica que la mayor parte del azúcar que permanece después de la fermentación corresponde a fructosa.

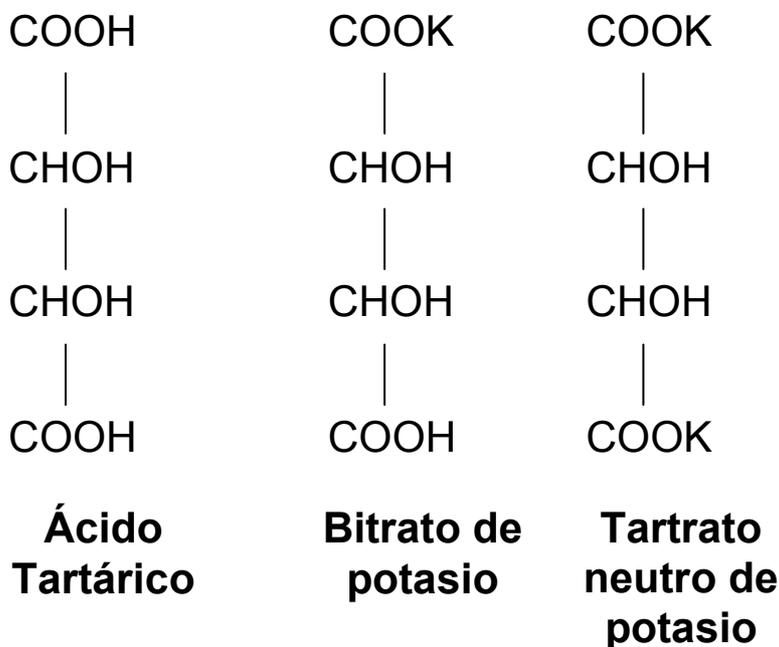
### ➤ **Ácidos:**

Con respecto a los ácidos, su concentración aumenta el interior de la uva, por lo cual la mayor o menor acidez dependerá, del grado de destrucción que se le efectúe a la uva.

La acidez de la uva en los estados de madurez se debe principalmente a los ácidos tartárico, málico y cítrico. Los ácidos están homogéneamente distribuidos en la pulpa, aumentando la concentración hacia el centro del grano, por lo cual la acidez del mosto puede variar según el grado de extrusión, siendo más elevada a mayor presión se le haya aplicado.

- **Acido tartárico:** Se encuentra formando tartratos y bitartratos principalmente. Es el más importante de la uva y del vino y es específico, ya que es poco frecuente en la naturaleza.

El isómero más común es el DL y su fórmula estructural es la siguiente:



La concentración de este ácido disminuye por precipitación de bitartrato de potasio durante la fermentación ya que el alcohol lo insolubiliza, también precipita por acción del frío y más lentamente por formación de tartrato neutro de potasio. Esta y otras sales contribuyen al poder tampón de zumos y vinos y afectan el grado de aceptación sensorial de estos productos, haciendo menos agresiva la sensación de acidez.

- **Ácido cítrico:** Se encuentra en uvas de todas las cepas y en mayor cantidad en mostos concentrados por podredumbre de la uva. El contenido en los vinos es variable y muchos vinos tintos no lo contienen ya que paralelamente a la fermentación maloláctica que lo disminuye, muchas bacterias lácticas lo fermentan produciendo ácido acético.



### ➤ **Minerales:**

Son extraídos del suelo, y principalmente se encuentran: P, S, K, Na, Mg, Si, Mn, Fe, además oligoelementos y metaloides: F, Cl, B, Al, Ti, Rb que son muy importantes en el desarrollo de la vid y elaboración de la uva. Se localizan en todas las partes sólidas de la uva: películas, semillas, paredes celulopécticas; el mosto es menos rico en minerales. La finura del vino parece depender del conjunto de éstas sales principalmente, Fe, Mn, P.

### ➤ **Fibra soluble:**

Pectinas, 0,2 -0,5, gomas y mucílagos, ácido poligalacturónico o péctico también están presentes y aumentan el extracto sólido. Se encuentran en las células de los hollejos de donde son cedidos al vino por acción de fenómenos osmóticos y coloidales.

### ➤ **Compuestos fenólicos o Polifenoles:**

Son el conjunto de compuestos fenolicos, flavonoides, antocianinos y taninos, que juegan un papel fundamental sobre el color y la característica organoléptica del vino; los polifenoles son reconocidos por su acción benéfica sobre la salud, gracias a su facultad de captar los radicales libres (prevención de enfermedades cardiovasculares).

- Los **flavonoides**: Este amplio e importante grupo incluye a las antocianinas, antoxantinas, leucoantocianinas y catequinas.
- Las **antocianinas**: Son compuestos fenólicos vegetales, hidrosolubles y que corresponden a pigmentos rojos, azules y púrpura bastante inestables ya que

modifican su color según el pH del medio. Las leucoantocianinas son incoloras.

- Las **antoxantinas**: Los colorantes amarillos son derivados de la flavona y del flavonol.
- Las **catequinas** junto con las **leucoantocianidinas** constituyen las unidades básicas de los taninos que son los responsables del color principalmente en los vinos viejos, actúa en fenómenos redox y protege al vino de la decoloración. Intervienen en los caracteres organolépticos de los vinos; sapidez, astringencia, dureza, añejamiento y tienen acción bactericida. Proviene generalmente de las partes sólidas y son los responsables de las diferencias entre vinos blancos y tintos (color, sabor).

➤ **Vitaminas:**

B1, B2, B6, ácido pantoténico, nicotinamida, mesoinositol, biotina, B12.

### **Clasificación de los vinos:**

Los vinos tintos se caracterizan según los parámetros anteriormente comentados (tipo de uva, características de la zona, técnica de elaboración etc.), pudiendo conseguirse su clasificación en diversas familias.

★ **Uva.**

Viñedo: estado, edad, tipo de tierra, etc.

Rendimiento: escaso, normal, elevado, etc.

Variedad: aroma varietal típico, aptitudes particulares, etc.

★ **Técnica.** Tipo de vinificación: termovinificación, maceración carbónica, etc.

Tipo de crianza: corta/larga, cuba/barrica etc.

Consumo: temprano, joven, reserva etc.

★ **Características buscadas.** Color: ligero/intenso

Equilibrio gustativo

Aromas

Las clasificaciones más comunes son las siguientes:

Una clasificación primaria es aquella que los divide como (1) *Vinos Calmos o Naturales*, (2) *Vinos Fuertes o Fortificados* y (3) *Vinos Espumantes*. Esta clasificación se basa en la técnica de producción llamada vinificación.

### 1 **Vinos Calmos o Naturales**

Son aquellos que se hacen desde el mosto, y que es fermentado en forma natural, o con algún aditivo en cantidades controladas como levaduras, azúcar o cantidades muy pequeñas de sulfuros. Estos vinos son de una graduación alcohólica que va desde el 10% al 15%, ya que se les detiene la fermentación alcanzando estos valores. Son los habitualmente conocidos como blancos, tintos y rosados.

### 2 **Vinos Fortificados o Fuertes**

Reciben alguna dosis de alcohol, usualmente un brandy de uvas, en alguna etapa de su vinificación. Las interferencias controladas tipifican la producción y características de los vinos fuertes resultando el Vermouth, Jerez, Marsala, Madeira y Oporto. El contenido alcohólico de estas variedades va desde los 16° a los 23° (grados por volumen).

### 3 Vinos Espumantes

Son aquellos del tipo del Champagne, los cuales tienen dos fermentaciones. La primera que es la habitual del vino natural, y una segunda que tiene lugar en la botella. Algunos vinos naturales tienen cierta efervescencia llamada pétillance, pero esta es muy suave y no es causada como resultado de interferencias en el proceso de fermentación.

Si se trata de vino espumoso, este se elabora según distintos métodos, siendo el más barato el de carbonatación forzada usando dióxido de carbono. Los de calidad son aquellos que no cuentan con aditivos y su segunda fermentación es alcanzada por añejamiento. En todos los casos los vinos espumantes presentan cierta sedimentación, donde los de calidad son des sedimentados utilizando distintas técnicas que pueden incluir auxilios mecánicos y reapertura de las botellas, previo a su comercialización.

Otra clasificación de los vinos es a través de sus colores: tintos (*rouge - red*), blancos (*blanc - white*) y rosados (*rosé - pink*).

#### 1 Vinos Tintos

El color del vino proviene del color de la piel de la uva, donde el mosto es dejado en contacto con la piel de la uva hasta que se alcance un color deseado.

#### 2 Vinos Blancos

Los vinos blancos son aquellos producidos a partir de uvas verdes o blancas; o bien a partir de uvas negras aunque en estos casos nunca se deja al mosto en contacto con la piel de las uvas. El color obtenido en los vinos blancos es de tono verdoso o amarillento.

### **3 Vinos Rosados**

El rosado (*roseé*) es producido dejando el mosto en contacto por un tiempo breve con la piel de las uvas. Suele producirse utilizando uvas rojas que permanecen en contacto con los hollejos (piel de la uva) por breves períodos. Con menor frecuencia se produce mezclando vintos tintos y blancos.

La última clasificación conocida para los vinos es la que los separa como dulces o secos.

El vino dulce es aquel que tiene este sabor, bien porque se lo da la uva o porque está aderezado con arrope. Mientras, que el vino seco es el que no posee sabor dulce.

En los vinos tintos existe un equilibrio entre los sabores azucarados y los sabores ácidos y amargos. Los sabores azucarados se deben a la presencia de alcohol, los ácidos debido a los ácidos existentes en su composición y los sabores amargos son provocados por la astringencia de los taninos, extraídos del hollejo y raspones.

Las propiedades físicas que estas sustancias aportan al vino tinto proporcionan la caracterización de los mismos. Para ello se emplea una herramienta sencilla que indica el índice de suavidad de los mismos. Los enólogos gracias a esta herramienta tendrán una posible orientación a la hora de obtener un tipo de vino u otro.

Esta herramienta cuantifica las diversas sustancias. El alcohol se expresa como grado alcohólico volumétrico (GAV, %vol.), la acidez se mide a través de la acidez total y los taninos por el índice de polifenoles.

$IS = GAV - (AT + \text{taninos})$

IS > 5-6 vino suave

IS < 4 vino duro

### **Defectos que puede presentar el vino:**

- ★ El vino ácido o agrio es descartado como vino, o considerado como vino malo.
- ★ La acidez de un vino puede estar causada por dos factores:
  - Inmadurez de la uva al momento de producir el vino. Esta se detecta a través de un sabor a tártaro (ácido). Este defecto puede ser remediado dejando añejar la botella.
  - La acidez causada por una mala vinificación no puede ser remediada, y se detecta por un gusto a vinagre (que en definitiva es la utilización que se le da a ese tipo de vinos defectuosos).
- ★ Un vino pasado es reconocido por un cambio en su color y por tornarse acuoso.
- ★ Los vinos rosados tienen un periodo en el que generan un olor nauseabundo, llamado periodo de mareo de la botella, el que desaparece pasado cierto tiempo (semana o meses).
- ★ El último defecto que puede presentar el vino, se origina en malos corchos, donde estos degeneran el sabor de la bebida.

## **7. CONCLUSIÓN**

El objetivo principal de este proyecto corresponde a la elaboración de vino tinto, siendo por tanto esta sustancia el producto denominado producto de interés. Para lograr la producción de vino tinto (producto de interés) se llevará a cabo la tecnología clásica de producción.

El proceso de producción se puede desglosar en tres conjuntos de operaciones:

- 1.** Pretratamiento
- 2.** Fermentación
- 3.** Operaciones de acabado

El proyecto en estudio se centrará en el conjunto de operaciones denominado fermentación, siendo este el proceso clave de elaboración del producto de interés.

En la alternativa elegida los conjuntos de operaciones se subdividen en los siguientes procesos:

**PRETRATAMIENTO**

RECOLECCIÓN DE LA UVA

DESRAPONADO Y ESTRUJADO

ENFRIAMIENTO DEL MOSTO

**FERMENTACIÓN**

FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

PRENSADO

FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA

**OPERACIONES ACABADO**

CLARIFICACIÓN

ESTABILIZACIÓN

EMBOTELLADO Y COMERCIALIZACIÓN

# MEMORIA DESCRIPTIVA

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A  
LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN  
ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA

CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

OCTUBRE 2007

**ÍNDICE**

**1. TAMAÑO PLANTA.**

**2. LOCALIZACIÓN.**

**3. PROCESO DE PRODUCCIÓN.**

- **ETAPA 1:** Madurez de la uva.
- **ETAPA 2:** Tratamiento de la uva.
  - Recolección.
  - Desraonado y estrujado.
  - Enfriado de la uva.
- **ETAPA 3:** Fermentación.
  - Fermentación alcohólica.
  - Fermentación maloláctica.
- **ETAPA 4:** Clarificación.
- **ETAPA 5:** Estabilización.
- **ETAPA 6:** Embotellado y comercialización.

### 4. DISEÑO DEL FERMENTADOR.

- ★ INTRODUCCIÓN A LOS PROCESOS FERMENTATIVOS
- ★ PROCEDIMIENTO GENERAL DE DISEÑO DE UN FERMENTADOR

#### CASO I: FERMENTADOR ALCOHÓLICO

- Selección de una cepa. Medio de cultivo, nutrientes, pH, temperatura, condiciones aerobias o anaerobias y contaminación que puede sufrir el medio de cultivo.
- Cinética de crecimiento microbiano.
- Configuración del fermentador.
- Dimensiones del reactor biológico.
- Condiciones de operación.
- Superficie de transmisión de calor y de los dispositivos de mezclado.
- Necesidades de potencia y aireación.
- Diseño mecánico, selección de materiales y dispositivos para el mantenimiento de condiciones asépticas.
- Servicios de manipulación y control.
- Factores de seguridad.

#### CASO II: FERMENTADOR MALOLÁCTICO

- Selección de una cepa. Medio de cultivo, nutrientes, pH, temperatura, condiciones aerobias o anaerobias y contaminación que puede sufrir el medio de cultivo.
- Cinética de crecimiento microbiano.
- Configuración del fermentador.
- Dimensiones del reactor biológico.
- Condiciones de operación.
- Superficie de transmisión de calor y de los dispositivos de mezclado.

- Necesidades de potencia y aireación.
- Diseño mecánico, selección de materiales y dispositivos para el mantenimiento de condiciones asépticas.
- Servicios de manipulación y control.
- Factores de seguridad.

### **5. EQUIPAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.**

- Tolva de recepción.
- Despalilladora-Estrujadora.
- Intercambiador de Calor.
- Fermentador alcohólico.
- Fermentador maloláctico.
- Prensa neumática.
- Enfriadora.
- Red de tuberías y accesorios.
- Bombas.

### **1. TAMAÑO DE LA PLANTA**

El tamaño de la planta vitivinícola se encuentra directamente relacionado con la cantidad de procesos que se lleva a cabo en la misma. En esta planta concreta, los procesos que se lleva a cabo son: recepción, molienda y desraponado, enfriamiento del mosto, laboratorio de control y fermentación. Exceptuando al laboratorio de control, las dimensiones de los equipos en los que tiene lugar las distintas operaciones mencionadas con anterioridad dependen de la cantidad de materia prima recibida. Es decir, a mayor recepción de materia prima recibida, mayor dimensión de equipos y como consecuencia, mayor tamaño de planta.

La planta vitivinícola, en la cual se implanta los fermentadores diseñados, posee una recepción de materia prima correspondiente a *ciento veinticinco mil kilogramos de uva tinta*. Como se ha comentado antes, esta cantidad de uva recibida determina el tamaño de los fermentadores y como consecuencia el tamaño de la planta.

Según la cantidad de materia prima recepcionada en la planta vitivinícola en estudio, los fermentadores alcohólicos poseen un volumen de 115 m<sup>3</sup>; mientras que los fermentadores malolácticos poseerán una capacidad de 80 m<sup>3</sup>. Además se tendrá que tener en consideración las dimensiones de la red de tuberías, la enfriadora de mosto y la desraponadora-estrujadora.

Ver planos: "fermentador alcohólico" y "fermentador maloláctico"

La planta vitivinícola consta de una serie de salas: sala de recepción, sala de estrujado y despallado, sala de fermentación, sala de control, sala de prensado, oficinas y aseos. Todas las salas ocupan en su totalidad una nave de 1000 m<sup>2</sup>. Las salas, exceptuando la oficina, el laboratorio de control y los aseos, no poseen ningún medio físico de separación. La oficina será una sala de 20

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

m<sup>2</sup>, los aseos dispondrán de 10 m<sup>2</sup>, y el laboratorio de control poseerá 30m<sup>2</sup>. El resto de los metros cuadrados de la superficie de la planta corresponderá a la sala de operaciones.

ver plano: "planta de procesos"

### **2. LOCALIZACIÓN**

Los equipos diseñados en este proyecto, cuya función radica en la fermentación del mosto de uva se encuentran localizados en una planta situada en el Polígono Industrial "Las Salinas", situado en el municipio de El Puerto de Santa María.

[Ver anexo denominación de origen](#)

[Ver mapa topográfico](#)

Al encontrarse la planta vitivinícola situada en un polígono industrial, se encuentra dotada de todos los servicios necesarios:

- Red de abastecimiento de agua potable
- Red general de recogida de aguas residuales que conducen los vertidos a la depuradora del polígono o a la depuradora correspondiente.
- Línea de distribución de energía eléctrica.

### **3. PROCESO DE PRODUCCIÓN**

La fabricación del vino tinto es un proceso complejo constituido por una serie de etapas.

Ver anexo "esquema elaboración del vino"

#### **1º MADUREZ DE LA UVA**

El proceso comienza en el cuidado de la materia prima en el viñedo. Todas las acciones que se realice a partir de entonces distinguirá el producto final.

##### **1 Condiciones de cultivo**

Existen varios factores que afectan a la composición de la uva y a la calidad del vino. Entre ellos están el clima, el suelo, el abono, el riego, el control de las plagas, las infecciones víricas, el rendimiento en uva y otras prácticas del cultivo.

##### **2 Plagas**

Las plagas más comunes en los suelos del hemisferio Norte son los nematodos y la filoxera.

##### **3 Suelo**

En Europa, el suelo se considera el factor más determinante de la calidad del vino. La acidez o alcalinidad muy acusadas causarán problemas a la vid en su desarrollo y esto afectará a su vez a la calidad del vino.

##### **4 Plantado de la vid**

##### **5 Irrigación**

##### **6 Poda, forma de conducción del viñedo y producción.**

### 2º TRATAMIENTO DE LA UVA

#### **1 Recolección**

Una vez que la uva ha alcanzado la maduración deseada se realiza la recogida de la uva, normalmente en los meses de septiembre u octubre en Europa. Es importante realizar una selección del fruto sano separándolo del dañado. La recolección de la uva en el viñedo puede realizarse mediante máquinas vendimiadoras o de forma manual. Esta recolección debe realizarse rápida y cuidadosamente. Esta uva se traslada a la planta donde se encuentran las máquinas y fermentadores para que comience el proceso de elaboración.

Ver anexo "vendimia mecánica"

El transporte de esta uva se realiza normalmente mediante camiones de gran tonelaje, depositando la materia prima en tolvas de descarga. Para trasladar la uva desde la tolva de descarga hasta la estrujadora-despalilladora se realiza mediante un tornillo sinfín.

#### **2 Desraponado de la uva y estrujado**

La uva tinta se estruja y se despalilla, separándose el raspón. Los raspones se separan del mosto de uva por el motivo de que este adquiere "gusto a raspón".

Ver anexo "despalilladora-estrujadora"

#### **3 Enfriamiento del mosto**

El siguiente paso del proceso de elaboración del vino tinto corresponde a la fermentación. Esta etapa posee la restricción de realizarse en un intervalo de (20-32º C). En el lugar donde se encuentra el viñedo y la planta de elaboración corresponde a un nivel IV-V de radiación solar,

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

---

llegando alcanzar temperaturas superiores a las necesarias por el proceso fermentativo.

Por este motivo, antes de introducir el mosto de uva en el fermentador, debe ser enfriado.

### **3º FERMENTACIÓN**

El mejor vino sólo se hace con las mejores uvas pero no es difícil hacer un vino malo con uvas buenas, siendo la fermentación una de las etapas más importantes. Y aunque todas las etapas de la elaboración hay que cuidarlas, la decisiva es la fermentación.

#### *A. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA*

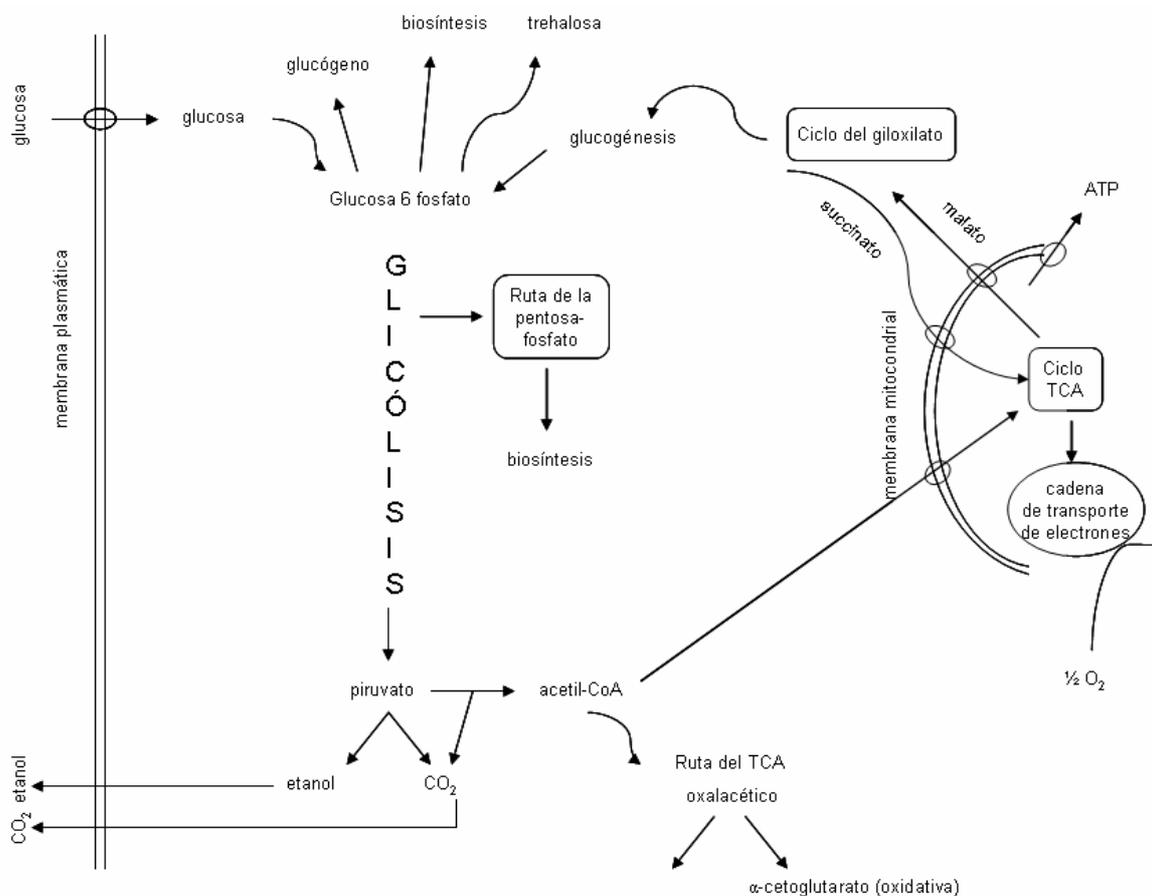
La fermentación alcohólica es un proceso microbiano donde los principales azúcares de la uva (glucosa y fructosa) se transforman en etanol y en dióxido de carbono. Esta conversión es llevada a cabo por levaduras generalmente del género *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces bayanus*. Estas levaduras se encuentran en las uvas o en los viñedos; aunque en ocasiones, se introducen en el fermentador levaduras secas, las cuales corresponden al inóculo de un determinado tipo de levaduras, impidiendo de esta manera que las levaduras que posea la uva de forma natural hagan efecto sobre el mosto.

#### **Metabolismo de compuestos carbonados**

Las especies de *Saccharomyces* están limitadas en cuanto a compuestos que pueden utilizar como fuentes de energía y de carbono. Los monosacáridos glucosa, fructosa, manosa y galactosa sostienen el desarrollo y el metabolismo de esta levadura.

La disponibilidad de oxígeno es crítica en el metabolismo, ya que el oxígeno molecular es el aceptor final de los electrones en la respiración. La principal vía catabólica para la glucosa es la glicólisis.

## MEMORIA DESCRIPTIVA



### Rutas principales del metabolismo del carbono por *Saccharomyces*.

La glicólisis, que es la conversión de glucosa en piruvato, es la ruta universal para el catabolismo de glucosa en los organismos eucariotas y en muchos procariontes. Esta ruta se sigue tanto en los metabolismos fermentativos como respiratorios. En la fermentación, un compuesto carbonado es el aceptor Terminal de los electrones que se generan al convertir los metabolitos procedentes del azúcar en energía almacenada en forma de ATP (adenosín-trifosfato). En el *Saccharomyces*, el piruvato se convierte en acetaldehído, que es el aceptor de electrones Terminal, produciendo etanol. Otros organismos utilizan otros aceptores de electrones durante la fermentación, produciendo ácidos reducidos, como las bacterias acidolácticas, que utilizan el propio piruvato como aceptor de hidrógeno, reduciéndolo a ácido láctico.

### Remontado

Durante la fermentación, los hollejos, por acción del  $\text{CO}_2$ , forman un "sombrero" en la parte superior del depósito.

La función del remontado corresponde a que este sombrero se vea regado por el vino que hay debajo, mediante tuberías que conectan la parte inferior con la superior del depósito, para que el color se homogenice por todo el mosto, por lo que es necesario que se realice el remontado con mucha frecuencia durante la fermentación.

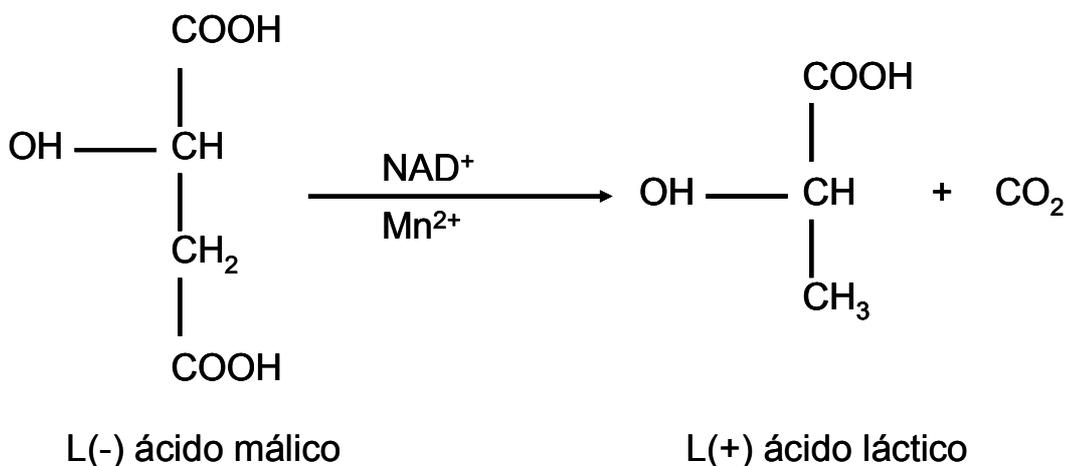
### *B. FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA*

Este tipo de fermentación tiene lugar después de la fermentación alcohólica. La conversión maloláctica es la descarboxilación directa del ácido L (-) málico a ácido L (+) láctico.

Con este proceso microbiano se consigue disminuir la concentración del ácido málico, el cual posee un sabor amargo y herbáceo, aumentando los valores del ácido láctico, más agradable y suave al paladar. Por este motivo, la fermentación maloláctica en condiciones adecuadas, provocadas natural o artificialmente, forma parte de una buena elaboración, y es apreciada y deseada. Esta fermentación proporciona tres efectos importantes al producto final:

### **Desacidificación por conversión maloláctica**

La actividad de las bacterias malolácticas consiste en la conversión del ácido (-) málico en ácido (+) láctico. Esta conversión es una descarboxilación directa por una sola enzima y estequiométrica.



**Reacción química maloláctica.**

Dos aspectos de la desacidificación corresponden al descenso de la acidez variable y el aumento del pH.

- La pérdida estequiométrica de un grupo carboxilo por molécula de ácido málico durante la conversión maloáctica haría cuantitativamente predecible el resultado de la desacidificación, esto es, que la acidez valorable se reduciría a la mitad de la que representa el ácido málico.
- El aumento del pH depende de la capacidad tampón del medio (vino) y por consiguiente de la concentración de los distintos ácidos débiles antes o después de la descarboxilación, y también del pH inicial.

**Estabilidad microbiana a consecuencia de la fermentación maloláctica.**

La consecuencia de mayor importancia de la fermentación maloláctica corresponde al efecto estabilizador del vino frente a un posterior desarrollo de cualquier bacteria láctica. Durante su crecimiento consumen los micronutrientes agotándolos en el medio de cultivo, impidiendo el crecimiento de otras cepas más exigentes (ej. Bacterias acéticas).

**Cambios olfatorios y gustativos inducidos por la fermentación maloláctica.**

El cambio que suele detectarse más fácilmente por los sentidos, es la diferencia en la acidez valorable que produce la conversión maloláctica. En raras ocasiones el vino se ve infectado por cepas desfavorables que producen cambios sensoriales desfavorables.

### 4º CLARIFICACIÓN

El objetivo de la clarificación y el acabado consiste en la separación de cantidades excesivas de algunos componentes del vino para conseguir el aspecto y la transparencia estables. El término "acabado" se utiliza para describir la adición deliberada de un compuesto adsorbente. Posteriormente, se lleva a cabo un proceso de sedimentación o precipitación de los compuestos parcialmente solubles del vino, consiguiendo de esta manera un vino tinto de aspecto deseable; además, con este procedimiento se consigue reducir la astringencia.

Dependiendo de la finalidad del acabado se utilizará un agente clarificante u otro. Ejemplos:

★ **Eliminación de taninos (reducción de astringencia) y/o compuestos polifenólicos.**

Empleo de agentes clarificantes de tipo proteínico, tales como caseína, isinglass, albúmina y gelatina.

★ **Adsorción de las proteínas del vino.**

Empleo de arcillas como la bentonita.

★ **Agotamiento de fenoles monoméricos y pequeños fenoles poliméricos.**

Empleo de compuestos poliamídicos, como la polivinilpolipirrolidona (PVPP\_marca registrada) y el nailon.

★ **Eliminación de olores desagradables.**

Empleo de sulfato de cobre.

★ **Separación de partículas coloidales finas y precipitados.**

Realización de tamizado.

**5º ESTABILIZACIÓN**

En los vinos existen muchas sustancias que proporcionan inestabilidad y turbidez. Algunas de estas sustancias son las siguientes:

Componente	Características del precipitado	Pruebas de estabilidad
Tartratos	El bitartrato potásico es soluble en agua caliente y es ácido. El tartrato cálcico es insoluble en agua caliente.	Mantener a -3°C durante 14 días (el bitartrato precipita a los 4 días, pero el tartrato cálcico tarda más).
Proteínas	Insolubles en HCl diluido se disuelven calentado a 80° C.	Calentar 48 horas a 50° C. Enfriar y observar el precipitado.
Hierro	Soluble en HCl frío diluido. La adición de hiposulfito sódico lo disuelve enseguida.	Airear enérgicamente. Mantener a 0°C una semana.
Cobre	Soluble en HCl frío diluido. Airear y dejar de 24 a 18 horas, hasta que el vino llegue a estar limpio. Reacciona con (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> N) <sub>2</sub> después de oxidarse en medio ácido.	Exponer a la luz indirecta del sol en botellas transparentes durante 7 días o calentar a 30°C de 3 a 4 semanas. Una prueba rápida es exponer el vino en botellas transparentes a la luz UV, unas pocas horas, y observar la turbidez o el precipitado. Es más conveniente hacer ensayos más largos.

**6º EMBOTELLADO Y COMERCIALIZACIÓN**

Una vez que termina la fermentación y se estabiliza, las etapas siguientes de la elaboración del vino son el envejecimiento, el embotellado y la conservación o almacenaje.

**4. DISEÑO DEL FERMENTADOR.**

- ★ INTRODUCCIÓN A LOS PROCESOS FERMENTATIVOS
- ★ PROCEDIMIENTO GENERAL DE DISEÑO DE UN FERMENTADOR
  - Selección de una cepa. Medio de cultivo, nutrientes, pH, temperatura, condiciones aerobias o anaerobias y contaminación que puede sufrir el medio de cultivo.
  - Cinética de crecimiento microbiano.
  - Configuración del fermentador.
  - Dimensiones del reactor biológico.
  - Condiciones de operación.
  - Superficie de transmisión de calor y de los dispositivos de mezclado.
  - Necesidades de potencia y aireación.
  - Diseño mecánico, selección de materiales y dispositivos para el mantenimiento de condiciones asépticas.
  - Servicios de manipulación y control.

### INTRODUCCIÓN A LOS PROCESOS FERMENTATIVOS

Antiguamente el término fermentación hacía referencia a reacciones donde no existía presencia de oxígeno, es decir, en condiciones anaeróbicas. No obstante, actualmente el término fermentación se ha extendido y es utilizado para describir cualquier proceso dirigido a la producción de productos a través del uso de microorganismos.

Se puede distinguir cuatro procesos biológicos comercialmente importantes:

- ★ Aquellas reacciones biológicas en las que se consigue células microbianas (biomasa) como producto de interés.
- ★ Aquellas reacciones biológicas en las que se consigue enzimas como productos.
- ★ Aquellas reacciones biológicas en las que se consigue metabolitos como producto.
- ★ Aquellas que modifican un compuesto que se añade a la fermentación.

El presente proyecto hace referencia al cuarto tipo de fermentación (aquellas que modifican un compuesto que se añade a la fermentación), pues durante la fermentación alcohólica y la fermentación maloláctica se lleva a cabo la transformación de productos.

*Fermentación alcohólica:* Transformación glucosa y fructosa en etanol y dióxido de carbono.

*Fermentación maloláctica:* Transformación del ácido málico en ácido láctico y gas carbónico.

Dichas transformaciones se ven efectuadas a través de células vivas o microorganismos. En el primer caso, dicha conversión es realizada por

levaduras del género de las *Saccharomyces*, normalmente de la especie *Saccharomyces cerevisiae*; mientras que en el segundo caso, dicha conversión es llevada a cabo por las *bacterias lácticas*.

El proceso fermentativo se encuentra bastante influenciado por las condiciones del medio de cultivo donde tiene lugar la reacción biológica. Los nutrientes, el oxígeno, el nitrógeno, cepa de reacción, microorganismos contaminantes, la temperatura del reactor, el pH etc. son los factores a tener en cuenta a la hora del diseño de un fermentador; ya que, según su elección, el rendimiento y la obtención del producto deseado será mayor o menor.

Convencionalmente el reactor utilizado para las fermentaciones correspondía a reactores en *Batch*, es decir, en discontinuo, no encontrándose dichas reacciones catalizadas. Actualmente, con objetivo de mejorar el rendimiento de las reacciones bioquímicas se emplean técnicas nuevas de separación, se intenta pasar de operaciones discontinuas a continuas, uso de enzimas en lugar de microorganismos, se busca sustratos más baratos, desarrollo de nuevas configuraciones de fermentadores etc.:

Fermentador de tanque agitado con aireación.

Columna de burbujeo con recirculación forzada.

Fermentador Air-Lift.

Fermentador de lecho fluidizado.

Fermentador de mezcla completa con microorganismos inmovilizados sobre partículas en suspensión.

Etc.

En la actualidad, adquiere gran relevancia la catálisis y la catálisis enzimática.

La **catálisis** es el proceso a través del cual se incrementa la velocidad de una reacción química. El proceso de catálisis implica la presencia de una sustancia que, si bien es cierto, es parte del sistema en reacción, la misma se puede llevar a cabo sin la primera. Ésta sustancia se llama catalizador. Un catalizador es una sustancia que aumenta la velocidad de una reacción, reaccionando, regenerándose y que puede ser recuperado al final de la reacción (el catalizador se fragmenta en pequeñas partículas para acelerar el proceso). Si retarda la reacción se llama inhibidor.

La **catálisis enzimática** es una disciplina de la enzimología que estudia los mecanismos de catálisis por los cuales las proteínas o ácidos nucleicos con actividad enzimática pueden favorecer la reacción de ciertos sustratos y su conversión en productos. Este hecho está subordinado a las leyes de la catálisis química convencional: es decir, la existencia de un enzima no permite la aparición de nuevas reacciones, ni va en contra de la termodinámica del proceso; simplemente, acelera su velocidad favoreciendo una ruta de menor coste energético incluyendo en la dinámica de la reacción un estado intermediario de alta energía de modo que el número de moléculas activas, capaces de crear y destruir nuevos enlaces, aumente.

### PROCEDIMIENTO GENERAL DE DISEÑO DE UN FERMENTADOR

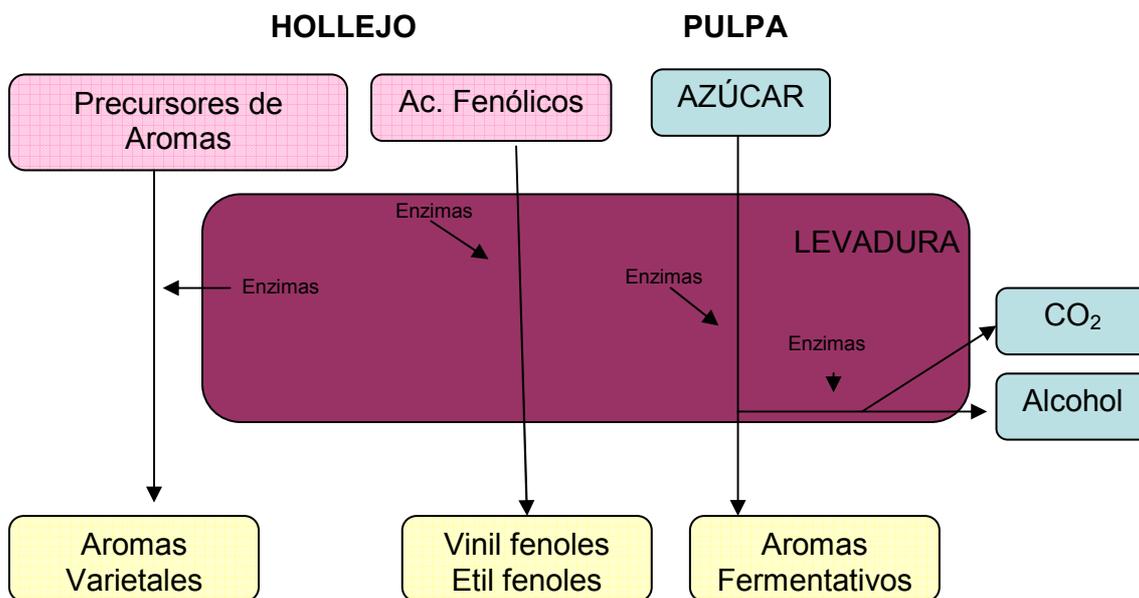
#### (CASO I: FERMENTADOR ALCOHÓLICO)

#### **Selección de una cepa. Medio de cultivo, nutrientes, pH, temperatura, condiciones aerobias o anaerobias y contaminación que puede sufrir el medio de cultivo.**

En el presente proyecto el producto de interés es el denominado "*vino tinto*". El vino tinto (primario\_salida del fermentador alcohólico) es una sustancia líquida compuesta por una serie de compuestos donde predomina el agua y el etanol; además de incluir otra multitud de sustancias de concentraciones inferiores (ver en anteproyecto características de producto). Este producto se obtiene de la acción microbiana de unas levaduras, normalmente del género y especie *Saccharomyces cerevisae*. Esta acción microbiana consiste en la transformación del mosto en vino.

El mosto se diferencia en dos aspectos del vino tinto: primero, el mosto es una mezcla heterogénea entre los hollejos y la pulpa de las uvas tintas; y, segundo, en la composición. La composición del mosto se diferencia de la del vino en la presencia del primero de componentes azucarados; mientras, que en el vino tinto los productos azucarados se han reemplazado por alcohol etílico y gas carbónico.

Esta diferencia es la producida por los microorganismos encargados de la fermentación alcohólica. En el interior de estos microorganismos tienen lugar ciertas reacciones enzimáticas que son las responsables de la transformación de los componentes azucarados (glucosa y fructosa) en etanol y gas carbónico. Además de liberar al medio otros subproductos como vinil fenoles, etil fenoles, aromas fermentativos y aromas varietales.



**Esquema de algunas transformaciones provocadas por las levaduras.**

Otra característica importante de la actividad enzimática anteriormente nombrada corresponde a las transferencias de energía, traduciéndose en desprendimientos de calor. Diversos trabajos experimentales indican un desprendimiento entre 24-40 Kcal/mol de azúcar (1 mol-180 g), tomando importancia el valor de 27-28 Kcal/mol.

Una vez conocido el tipo de microorganismo que produce la actividad enzimática y la propia actividad enzimática que tiene lugar en el interior de la levadura, se puede definir las condiciones del medio de reacción.

En primer lugar, el medio de reacción es una mezcla heterogénea compuesta por una sustancia sólida correspondiente al hollejo y una sustancia líquida donde el compuesto predominante es el agua. En dicho medio tendrá lugar la reacción biológica en estudio transformando los componentes del medio.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

La cepa seleccionada para llevar a cabo la actividad enzimática corresponde al género *Saccharomyces Cerevisae*. Se selecciona esta variedad por sus propiedades fisiológicas (aptitud para fermentar).

Ver anexo "Las levaduras de fermentación".

Convencionalmente en los reactores biológicos no se añadían levaduras para favorecer la fermentación, sino que las levaduras presentes en las uvas eran las únicas encargadas de realizar el trabajo de conversión de los azúcares. Actualmente, se dispone de las L.S.A (levaduras secas activas). Estas levaduras tienen el objetivo de facilitar el buen desarrollo general de las fermentaciones alcohólicas.

- ★ Fermentación alcohólica regular y completa.
- ★ Ausencia de efectos secundarios nefastos.
- ★ La elaboración de aromas secundarios marcados no presenta importancia, puesto que los aromas desaparecen de 6 a 12 meses.

Las L.S.A corresponden al inóculo activo, preparándose estos en el laboratorio. Deben ser utilizadas mediante un método preciso, siendo este el siguiente:

- ★ Dosis: 10 g/hL (5 g son poco eficaces, 20 son inútiles).
- ★ Rehidratación: Para 100 hL con 10 g/hL, dispersar 1 Kg. De LSA en 10 litros de agua azucarada (alrededor de 50 g/L de sacarosa) a 37 °C en un recipiente de 20-50 Lts. Esperar 20 min y homogeneizar bien.
- ★ Adición de las levaduras: Incorporar las levaduras reactivadas en 100 hL de mosto o de vendimia mezclando cuidadosamente, por bombeo con material desinfectado.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

En principio, las levaduras añadidas (1 millón de levaduras /mL) se reproducen sin producir efectos de fermentación, tomando sustratos del medio para el incremento de la masa volúmica. Esta multiplicación continua durante todo el período de fermentación llegando alcanzar valores entre 25-150 millones de levaduras /mL.

Para multiplicarse y fermentar las levaduras requieren ciertas sustancias y ciertas condiciones ambientales.

- ★ El oxígeno: El oxígeno tiene un papel fundamental durante la fermentación alcohólica. Dicha fermentación no puede prescindir del oxígeno, pues es indispensable para la multiplicación celular. No obstante, aireaciones excesivas son inútiles y pueden disminuir los aromas afrutados y reforzar los caracteres pesados.
- ★ El nitrógeno: Las levaduras necesitan nitrógeno "asimilable" constituido por nitrógeno amoniacal y diversos aminoácidos. Se deben enriquecer los mostos que contienen menos de 50 mg/L de nitrógeno amoniacal y/o menos de 150 mg/L de nitrógeno asimilable (dosis por índice de formol). Para el enriquecimiento del mosto se emplea sulfato de amonio entre 10-20 g/hL (Máx. Legal 30). Un exceso de nitrógeno favorece la fermentación del carbamato de etilo modificando los caracteres aromáticos.
- ★ Las vitaminas: Las levaduras necesitan una docena de vitaminas, habitualmente presentes en cantidades suficientes en los mostos. Se observan, sin embargo, ciertas carencias en tiamina (vitamina B1) en los mostos de uvas maduras y/o podridas. En estas condiciones se deben añadir 50 mg/L de clorhidrato de tiamina, aportando nitrógeno amoniacal.
- ★ Los azúcares: Los azúcares que intervienen fundamentalmente en la fermentación son la glucosa y la fructosa presente en el mosto. Siendo estos dos los tipos más relevantes por su facilidad de asimilación de la

levadura. La cantidad de esta sustancia toma relevancia por su efecto inhibitor. En concentraciones superiores a 250-300 g/L se observan dificultades fermentativas, mientras que superando los 700 g/L se impide por completo la multiplicación de los microorganismos.

- ★ El alcohol: El etanol producido durante la fermentación produce un efecto antiséptico, observándose una ralentización de la fermentación a medida que esta avanza, como consecuencia de la presencia de alcohol.
- ★ La temperatura: Todas las fermentaciones enológicas se desarrollan entre 10-35°C. Dependiendo del tipo de vino buscado se regulará el intervalo de temperatura en un rango u otro. Para vinos blancos: 18-20°C y para vinos tintos: 24-32°C.
- ★ La presión: El CO<sub>2</sub> es inhibidor de la fermentación pero debe alcanzar 7 bares para bloquearla completamente.

Todas las vendimias tintas por muy sanas que se encuentren no se encuentran exentas de microorganismos; los cuales, pueden afectar al proceso fermentativo, pues en el medio de cultivo (fermentador) compiten por el alimento existente. En estos casos, la fermentación alcohólica, y los productos resultantes, se ralentiza. Diciendo entonces que el reactor biológico se encuentra contaminado.

Para que el rendimiento de la reacción biológica sea el adecuado, los microorganismos observados deben corresponder a la cepa seleccionada para el tipo de fermentación. En el presente estudio la cepa elegida corresponde al género *Saccharomyces cerevisiae*. Los contaminantes generales de los mostos corresponden a levaduras "salvajes" y bacterias acéticas.

Para evitar la proliferación de otras especies en el reactor (provenientes de la misma uva, ambiente, materiales constructivos etc.) se lleva a cabo una intervención química. Esta intervención consiste en la adición de SO<sub>2</sub>.

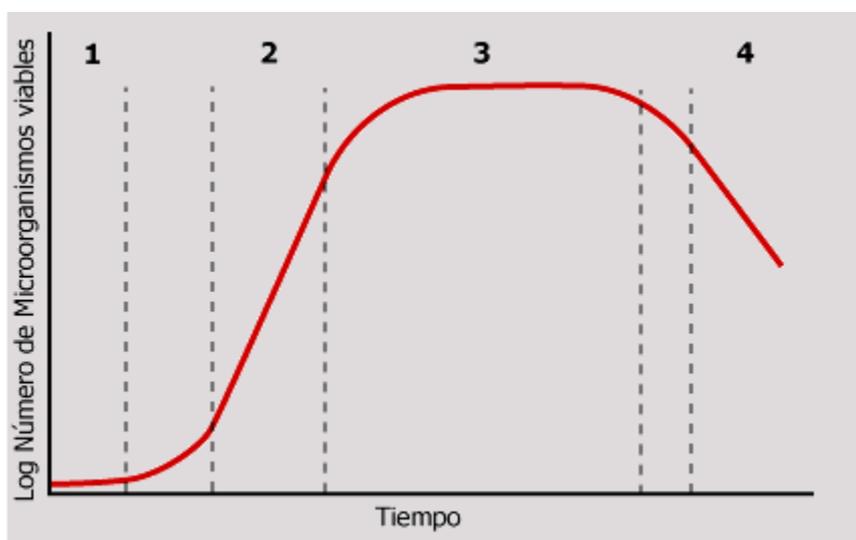
## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

---

El SO<sub>2</sub> tiene la propiedad de inhibir o de destruir, según la dosis, las levaduras y las bacterias. Al destruir las levaduras poco eficaces, el sulfatado favorece la implantación de cepas activas o añadidas. Además, el sulfatado posee otro efecto, el efecto antioxidante, estabilizando los compuestos fenólicos y aromáticos.

### Cinética de crecimiento de los microorganismos.

El crecimiento y reproducción de la cepa seleccionada y añadida en el fermentador, al igual que en el resto de los microorganismos, consiste en un proceso discontinuo constituido por diversas etapas: fase de latencia, fase de aceleración, fase de crecimiento, fase de declinación, fase estacionaria y fase de muerte.



**Fase Lag (1)** (Latencia): Los microorganismos se adaptan al nuevo entorno. El crecimiento no existe o es muy pequeño.  $\mu \approx 0$

**Fase de Aceleración:** Comienza el crecimiento microbiano.  $\mu < \mu_{\max}$ .

**Fase de Crecimiento (2):** El crecimiento alcanza su velocidad máxima.  $\mu = \mu_{\max}$ .

**Fase de Declive:** El crecimiento disminuye debido al agotamiento de nutrientes o a la aparición de productos inhibidores.

**Fase Estacionaria (3):** Cesa el crecimiento.  $\mu = 0$ .

**Muerte (4):** Pérdida de viabilidad celular y lisis.  $\mu < 0$ .

Durante el crecimiento y la fase de declinación las ecuaciones que definen su velocidad de reproducción son las siguientes:

$$R_x = \mu \cdot X$$

$$R_x = \frac{dx}{dt}$$

$$X = X_o \cdot e^{(\mu t)}$$

$$\ln X = \ln X_o + \mu \cdot t$$

$\mu$  = Corresponde a la velocidad neta de crecimiento donde se encuentra incluido un término positivo de crecimiento celular y un término negativo de desaparición de microorganismos (muerte celular).

Experimentalmente se encuentra una serie de factores que influyen relevantemente al efecto microbiano. Estos factores son: *la concentración de nutrientes, temperatura, acidez del medio, concentración de inhibidores, otros factores.*

### ➤ **Concentración de nutrientes.**

Entre todos los nutrientes que el crecimiento celular requiere, uno de ellos es determinante, el cual, se consume en grandes cantidades. A este nutriente esencial se denomina sustrato y su concentración determina la velocidad de los procesos metabólicos y por tanto del crecimiento microbiano.

En el presente estudio el sustrato que determina el crecimiento microbiano son los componentes azucarados (glucosa y fructosa) del mosto.

El sustrato limitante muestra su influencia siguiendo la siguiente ecuación, conocida como la ***ecuación de Monod.***

$$\mu = \frac{(\mu_{\max} \cdot S)}{K_s + S} \text{ donde;}$$

$\mu$  = velocidad de crecimiento microorganismo

S = Sustrato\_Glucosa

$\mu_{\max}$  = Velocidad máxima de crecimiento.

$K_s$  = Cte de saturación.

Los microorganismos implicados en el estudio de interés son levaduras, por lo que empleando las tablas obtenemos los valores de  $K_s$  y  $\mu_{\max}$ .

$$\mu_{\max} = 0,3-0,9 \text{ h}^{-1}$$

$$K_s = 25 \text{ mg/L.}$$

$$S = [\text{glucosa}]_0$$

➤ **Efecto de la Temperatura en la actividad celular.**

La influencia de la temperatura se observa en los valores de velocidad máxima de crecimiento y constante de saturación. Esta influencia corresponde con las siguientes ecuaciones:

$$\mu_{\max} = A_1 \cdot e^{\left(\frac{-E_1}{R \cdot T}\right)} - A_2 \cdot e^{\left(\frac{-E_2}{R \cdot T}\right)}$$

$$K_s = A_3 \cdot e^{\left(\frac{-E_3}{R \cdot T}\right)}$$

Esto significa que a determinadas temperaturas la velocidad de duplicación de los microorganismos es mayor o menor. Además, presentan una temperatura máxima y mínima.

---

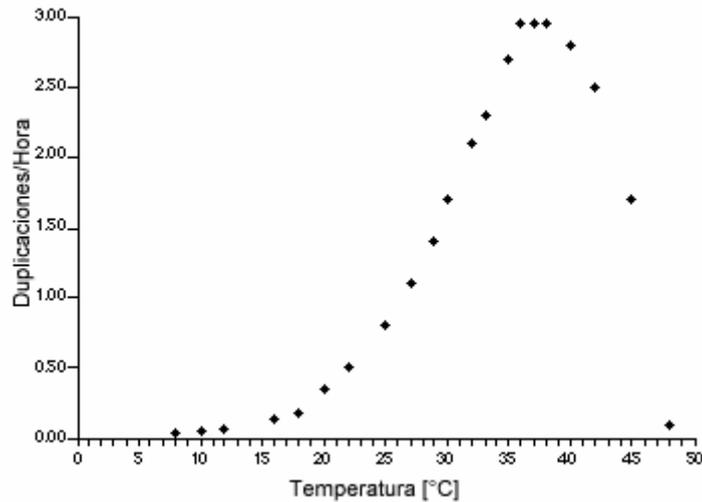
---

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

---

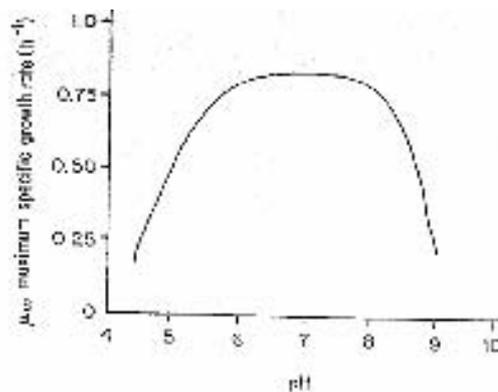
Clasificación	Rango	Optima
Termófilos	25 - 80 °C	50 - 60 °C
Mesófilos	10 - 45 °C	20 - 40 °C
Psicrófilo	-5 - 30 °C	10-20 °C



Según el gráfico, para la temperatura a la que se encuentra el fermentador (25°C) el valor de velocidad máxima de crecimiento adquiere un valor de  $0,7 \text{ h}^{-1}$ .

### ➤ Efecto del pH

La influencia del pH se observa en los valores de velocidad máxima de crecimiento.



Según la experimentación, las levaduras poseen un crecimiento favorable en intervalos de pH de 2.5-8.5; y, poseen un crecimiento óptimo en rango de pH entre 4-5.

➤ **Sustancias inhibitorias.**

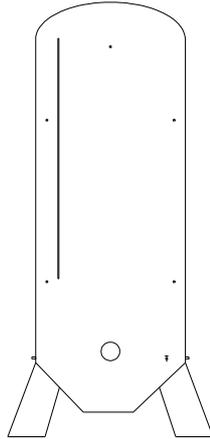
En nuestro reactor, las sustancias inhibitorias que pueden afectar al proceso fermentativo corresponden al sulfatado y al alcohol producido en el mismo proceso en estudio.

El sulfatado afecta a la reacción en las etapas iniciales de crecimiento (etapa de latencia), hasta el momento de adaptación.

El etanol afecta a la fermentación en las etapas iniciales, cuando su concentración va adquiriendo importancia.

### Configuración del fermentador.

El siguiente esquema corresponde a la configuración del fermentador alcohólico. Explicando, en el cual, en que partes consta.



La configuración del fermentador puede dividirse en tres partes:

*Una parte superior denominada cabeza toriesférica, un cuerpo base cilíndrico y una parte inferior denominada cola toricónica.*

El fermentador alcohólico corresponde a un *recipiente abierto*, pues la tapa superior de la cabeza toriesférica está abierta, permitiendo la liberación del gas carbónico que se produce durante la fermentación en estudio.

El motivo del empleo de una tapa toriesférica para el fermentador alcohólico es que dicha disposición presenta elevadas resistencias a la presión manométrica; además, de ser de fácil fabricación. Esto conlleva una disminución económica.

Se puede encontrar en el mercado dos tipos de tapas toriesféricas:

**Korbbogen Boden**, con radio mayor  $L = 0,8 \cdot D_o$  y radio menor  $r = D_o/6,5$

**Klopper Boden (10:1)**, con radios:  $L = D_o$  y  $r = D_o/10$

Los de mayor adaptación y por tanto los más utilizados son los Korbbogen, no obstante, en el fermentador en estudio por sufrir bajas presiones se emplea la tapa toriesférica Klopper Boden, aunque requiera mayor espesor que la Korbboggen.

La causa de configurar el fondo del reactor con una tapa toricónica se basa en la facilidad de recogida del "sombbrero".

En el interior del fermentador alcohólico podemos distinguir dos fases: una fase líquida constituida por el mosto en fermentación y una fase sólida constituida por el hollejo de la uva. Es esta fase sólida conocida con el nombre de "sombbrero". Cuando la fermentación llega a su fin (transcurridos alrededor de 10-14 días), el vino primario se trasvasa desde el fermentador alcohólico al fermentador maloláctico para que tenga lugar la fermentación maloláctica, pero no así el sombrero. El sombrero se traslada a la prensa neumática, de la cual se obtendrá un vino de segunda categoría.

### **Dimensiones del reactor biológico.**

Las dimensiones del fermentador alcohólico vendrán determinadas por la cantidad de materia prima recibida en la planta vitivinícola. Una mayor recepción de uvas tintas conlleva un mayor volumen de mosto y por tanto la necesidad de disponer de un fermentador de mayor capacidad.

Se prevé que la planta vitivinícola reciba una cantidad de 125.000 Kg de uva tinta de la variedad "Tempranillo". Una vez recepcionada se hace pasar por la molienda-despalilladora transformando la materia prima, de forma sólida, en mosto; siendo este último una sustancia heterogénea constituida por el zumo de la uva y los hollejos.

Para conocer que volumen ocupa la totalidad de la materia prima recibida, es necesario tener presente la densidad del mosto. De manera experimental se obtiene la siguiente relación empírica para el cálculo de dicha densidad:

$$Densidad = \frac{145}{(145 - \text{º Baumé})} \cdot 1000$$

Vemos que la densidad del mosto depende del valor del grado Baumé de la uva tinta recibida. Las uvas tintas se mantienen en el viñedo normalmente hasta alcanzar un valor de Baumé de 15.

Empleando dicha relación se obtiene una densidad del mosto de 1115,4 Kg/m<sup>3</sup>. Como se ha comentado anteriormente, los proveedores transportan a la bodega una cantidad de 125.000 Kg de uva tinta, por tanto, el volumen de mosto que se trata en la planta vitivinícola en estudio posee un valor de 112,07 m<sup>3</sup>. No obstante, la capacidad del reactor biológico, donde se llevará a cabo la fermentación alcohólica, debe poseer un valor igual o superior al volumen

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

requerido. Teniendo en cuenta que la recepción exacta de 125.000 Kg de uva tinta es imposible de obtener, existiendo un desfase por encima o por debajo de la cantidad recibida, se sobredimensiona el fermentador. El volumen seleccionado para el fermentador en estudio es de 115 m<sup>3</sup>.

Para alcanzar la siguiente capacidad la configuración del fermentador debe disponer de las siguientes dimensiones.

**Cabeza Toriesférica:** D = 4 m  
L = 4 m  
r = 0,4 m

**Cuerpo cilíndrico:** D = 4 m  
A = 8,70 m

**Cola Toricónica:** D = 4 m  
h = 2 m  
 $\alpha = 0,78$  radianes  
T = 2,82 m

Ver plano "fermentador alcohólico"

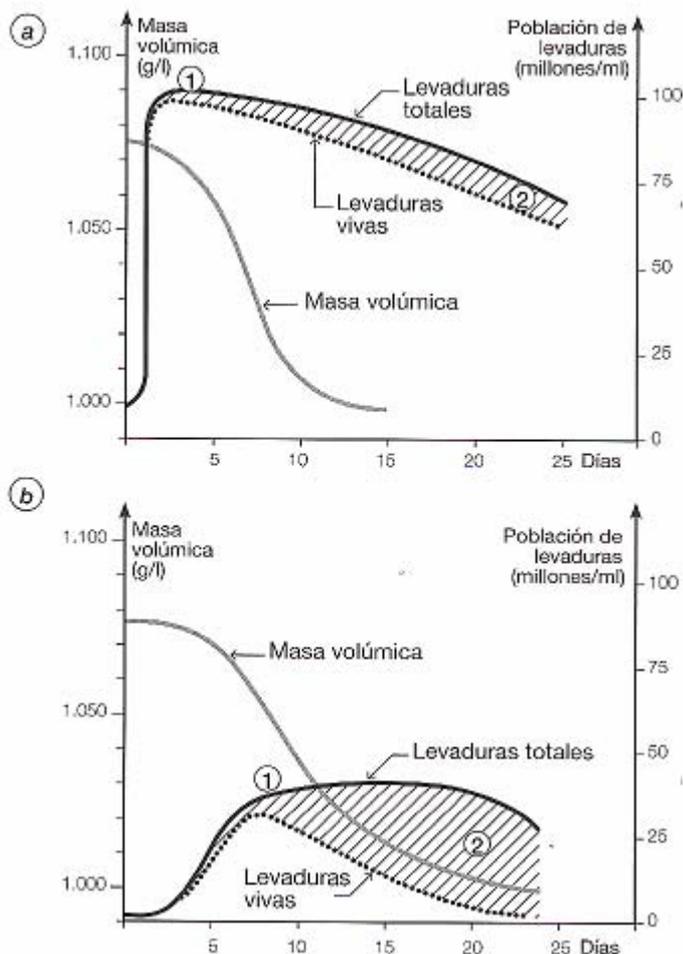
### **Condiciones de operación.**

Como se ha visto en el apartado "*Selección de una cepa. Medio de cultivo, nutrientes, pH, temperatura, condiciones aerobias o anaerobias y contaminación que puede sufrir el medio de cultivo*" y el apartado "*Cinética de crecimiento de los microorganismos*" las condiciones en las que se lleva a cabo la fermentación son fundamentales para la eficacia de la operación.

La técnica usada para la fermentación alcohólica es un sistema convencional. En dicha técnica el proceso es llevado a cabo mediante una operación en discontinuo, en un reactor biológico tipo batch. El mosto se introduce en el fermentador donde se produce las reacciones bioquímicas requeridas. Después de un período de tiempo determinado el mosto se retira.

El tiempo de fermentación alcohólica es variable. Dependiendo de la cinética de la reacción y de la capacidad de reproducción de los microorganismos en el medio, la duración de la fermentación tardará mayor o menor número de días. Según esto se puede distinguir dos tipos de fermentaciones: fermentación normal y fermentación difícil.

Una fermentación normal suele durar entre diez y quince días; mientras, que una fermentación difícil suele rondar un período de fermentación de veintidós días.



**Caso a: Fermentación normal (15 días).**

- 1.- Población de levaduras máxima elevada, después de 2 días.
- 2.- Viabilidad poco decreciente, permanece elevada.

**Caso b: Fermentación difícil (22 días).**

- 1.- Población de levaduras máxima escasa, después de 8 días.
- 2.- Viabilidad rápidamente decreciente, volviéndose débil.

En un proceso normal, el arranque de la fermentación puede resultar complicado. Este período de latencia elevado posee explicación en el proceso de sulfatado, realizado con anterioridad. No obstante, poseer la temperatura óptima en el interior del fermentador alcohólico ofrece una influencia positiva al inicio de la fermentación. Analizando las gráficas se observa que la reacción

bioquímica se ralentiza al final de la fermentación, esto es debido a la presencia de compuestos alcohólicos, siendo estos los productos resultantes de la reacción química.

La capacidad del fermentador alcohólico es determinada por la materia prima recibida (ver apartado dimensiones del reactor biológico) ocupando un volumen de 115 m<sup>3</sup>.

El parámetro de la temperatura es crítico para una mayor eficacia de la fermentación alcohólica. En apartados anteriores: "*Selección de una cepa. Medio de cultivo, nutrientes, pH, temperatura, condiciones aerobias o anaerobias y contaminación que puede sufrir el medio de cultivo*" y "*Cinética de crecimiento de los microorganismos*"; se hace referencia al intervalo de temperatura que debe existir en el medio de cultivo para que la actividad microbiana se produzca correctamente.

Para la vinificación en tinto, el intervalo de temperatura se encuentra comprendido entre los 20°C y 32°C. 20°C corresponde al valor mínimo que debe encontrarse el fermentador y el 32°C corresponde al valor máximo que debe encontrarse el fermentador.

El reactor biológico para que funcione correctamente no debe sobrepasar ninguno de los valores límites antes mencionados. Por debajo de la temperatura mínima, la cinética microbiana se encuentra inhibida. La reproducción de las levaduras es demasiado lenta, no consiguiendo "*e/ arranque*" del fermentador. Además, el color obtenido de vino tinto a temperaturas demasiado bajas es inadecuado. A medida que se va incrementando la temperatura del medio de cultivo, desde la temperatura mínima a la máxima se puede observar un aumento en la cinética microbiana. Por consiguiente, esto conlleva a una reproducción rápida de las levaduras, que se traduce en una fermentación eficaz de los componentes azucarados.

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

---

Además, al incrementar la temperatura se produce una mayor difusión de los componentes responsables del color, los antocianos. No obstante, tampoco es recomendable sobrepasar el valor máximo de temperatura. Por encima de los 32°C, además de reducirse la actividad celular de los microorganismos, pueden existir desviaciones organolépticas graves. Es decir, el sombrero se ve favorecido para ser afectado por bacterias termófilas indeseables, transmitiendo al vino olores desagradables.

La temperatura empleada en el fermentador alcohólico en estudio corresponde al valor de 25°C.

**Superficie de transmisión de calor y de los dispositivos de mezclado.**

★ **Superficie de transmisión de calor:**

Durante la fermentación alcohólica tiene lugar un desprendimiento de energía como consecuencia de la cinética microbiana. Este desprendimiento de calor en fermentadores sin un sistema de refrigeración provoca un aumento de temperatura en el mosto de uva.

Una expresión obtenida empíricamente del incremento de temperatura producido durante la fermentación alcohólica es la siguiente:

$$\Delta T = 0,65 ( \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Brix fermentado} )$$

$$\text{ }^{\circ}\text{Brix} = 1,8 \cdot \text{ }^{\circ}\text{Baumé}$$

(La uva recolectada y recibida posee un  $^{\circ}\text{Baumé} = 15$ )

$$\text{Uva} = 27 \cdot \text{ }^{\circ}\text{Brix}$$

$$\Delta T = 17,55 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

El fermentador incrementaría su valor en temperatura en 17,55  $^{\circ}\text{C}$ . Si el inicio de la reacción biológica comienza con una temperatura de 25  $^{\circ}\text{C}$ , el final de la fermentación se obtendría un valor de 42,55  $^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo, en el apartado "*Condiciones de operación*", se explica la función que posee la temperatura en la reacción; y, los valores máximos y mínimos con los que se debe trabajar. El valor máximo de temperatura para que la actividad microbiana, y por tanto la conversión de los azúcares en etanol y gas carbónico, sea la adecuada es de 32  $^{\circ}\text{C}$ . Por tanto, el fermentador a 42,55  $^{\circ}\text{C}$  no funcionaría correctamente, y al sobrepasar los 32  $^{\circ}\text{C}$  se produciría "el frenado" de la fermentación, no completando la conversión de los azúcares; y, en definitiva, obteniendo un vino primario no completo de baja calidad.

El fermentador en estudio debe permanecer durante todo el proceso fermentativo a una temperatura de 25 °C. Para cumplir con esta condición el fermentador debe estar dotado de un sistema de refrigeración que impida que la temperatura del mosto ascienda alcanzando valores indeseables. Por ello, los fermentadores alcohólicos diseñados en el presente proyecto poseen un *sistema de camisa externa*, que mantiene en condiciones isotermas al fermentador.

La camisa externa del fermentador consiste en un circuito alrededor del reactor por donde circula un fluido refrigerante a temperaturas inferiores a la temperatura del fermentador. Al disponer dicho fluido de una temperatura menor, tendrá lugar una transferencia de energía desde el interior del reactor biológico al fluido refrigerante. De esta manera, la energía desprendida durante la reacción biológica es absorbida por el fluido que circula por la camisa, manteniendo el interior del fermentador en condiciones isotermas.

La superficie del fermentador que la camisa externa debe ocupar para que se produzca un intercambio de calor eficaz, depende del volumen del reactor biológico, de la temperatura del fluido refrigerante y del tipo de fluido que circula a través de la camisa. En el presente proyecto, las condiciones de la camisa externa para el fermentador en estudio son las siguientes:

<b>Fluido refrigerante:</b>	Agua.
<b>Temperatura:</b>	5 °C.
<b>Caudal del refrigerante:</b>	Será mayor o menor según condiciones existentes en el reactor.
<b>Superficie de la camisa:</b>	50% del reactor biológico.

### \* **Los dispositivos de mezclado:**

El fermentador alcohólico dispone de un dispositivo de mezclado para conseguir la homogeneización del medio de cultivo. En el interior del reactor biológico se puede observar dos fases: un "sombrero" sólido compuesto por los hollejos de la uva tinta; y, una fase líquida que corresponde al mosto de la uva. El dispositivo de mezclado actúa para conseguir que tenga lugar la mezcla de ambas fases.

Mediante el mezclado del reactor se consigue dos aspectos relevantes de la reacción biológica. El primer aspecto corresponde a la extracción de los compuestos de los hollejos; y, el segundo aspecto, hace referencia a la oxigenación del medio de cultivo.

El mezclado en el fermentador alcohólico se consigue mediante los procesos de **remontado**. Este dispositivo de remontado consiste en hacer circular el mosto del fermentador mediante una bomba. Dicho mosto se impulsa desde su parte inferior hasta su parte superior, desde donde con la ayuda de un aspersor cae al interior del reactor biológico de una manera homogénea (adecuada a la geometría del fermentador alcohólico). El mosto mientras es dispersado en dirección al sombrero, va produciendo la ruptura de éste, y mezclado de las fases. Durante este proceso, el mosto se va oxigenando, consiguiendo así el oxígeno necesario para llevar a cabo la reacción biosintética encargada de la transformación de los componentes azucarados en etanol y gas carbónico.

El tiempo de mezclado es un parámetro fundamental que evoluciona a medida que avanza la reacción química. Al comienzo de la reacción se recomienda remontar alrededor del 50-100 % del volumen del tanque al día. A medida que la fermentación se va completando, los remontados deben

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

reducirse, pues se tomaría el riesgo de conseguir una sobreextracción de taninos y semillas. Estos componentes extraídos desarrollarían en el vino primario una astringencia excesiva, rudeza, sabores vegetales y amargos. No obstante, si hubiese carencia de mezcla durante el proceso fermentativo también existiría problemas con la calidad del producto formado. Se obtendrían vinos afrutados de escaso color, pues la extracción de los componentes responsables del color sería insuficiente.

Durante los primeros ocho días se llevará a cabo el remontado del 90 % del volumen del fermentador; mientras, que durante la última semana, el remontado corresponderá al 30 % del volumen. Durante el primer período de fermentación se producirá tres procesos de remontado al día, separado cada uno de ellos por ocho horas. Es decir, cada ocho horas, se hará circular 1/3 del 90 % del volumen. En el segundo período de fermentación, la última semana, únicamente se llevará a cabo un proceso de remontado. El tiempo estimado de cada proceso de remontado es de una hora de duración.

La siguiente tabla muestra las características del remontado en el presente proyecto.

<b><u>PRIMERA ETAPA</u></b>		<b><u>SEGUNDA ETAPA</u></b>	
(Del primer al octavo día)		(Última semana)	
<b>VOLUMEN FERMENTADOR</b>	112 000 Lts	<b>VOLUMEN FERMENTADOR</b>	112 000 Lts
<b>% REMONTADO</b>	90 %	<b>% REMONTADO</b>	30 %
<b>VOLUMEN REMONTADO DIARIO</b>	100 800 Lts	<b>VOLUMEN REMONTADO DIARIO</b>	33 600 Lts
<b>VOLUMEN POR REMONTADO</b>	33 600 Lts	<b>VOLUMEN POR REMONTADO</b>	33 600 Lts
<b>Nº REMONTADO</b>	3	<b>Nº REMONTADO</b>	1

## MEMORIA DESCRIPTIVA

Existe multitud de técnicas distintas de remontado: mediante bomba independiente, mediante bomba fija, mediante bomba sumergida, descongestionado, removedor con gas, cuba de remontado automático, cuba rotativa y cuba de "pisado" automático.

<b><u>TIPO DE REMONTADO</u></b>	<b><u>VENTAJAS</u></b>	<b><u>INCONVENIENTES</u></b>
<b>MEDIANTE BOMBA INDEPENDIENTE</b>	CLÁSICO	RIEGO A CONTROLAR
		MUY DISCONTINUO
		NO AUTOMATIZADO
		REQUIERE PERSONAL
<b>MEDIANTE BOMBA FIJA EN LA CUBA</b>	REMONTADO MUY CUIDADOSO, MUY EFICAZ.	INVERSIÓN ALGO SUPERIOR
	NO VIGILANCIA	
	AUTOMATIZABLE, APORTA OXÍGENO	
<b>MEDIANTE BOMBA SUMERGIDA</b>	REMONTADO MUY CUIDADOSO, MUY EFICAZ	INVERSIÓN MUY ELEVADA
	SEGURIDAD TOTAL	
	AUTOMATIZABLE, APORTA OXÍGENO	
	UTILIZABLE PARA CLARIFICACIONES, ESTABILIZACIÓN, MEZCLAS	
<b>DESCONGESTIONADO</b>	MUY EFICAZ	CUBAS ADAPTADAS
	EXTRACCIÓN CUIDADOSA	NECESIDAD DE BOMBA GRANDE
<b>REMOVEDOR CON GAS</b>	MUY RÁPIDA	CUBAS ADAPTADAS
	OXIGENACIÓN POSIBLE	
	UTILIZABLE PARA CLARIFICACIONES, ESTABILIZACIÓN, MEZCLAS	HOMOGENEIZACIÓN LIMITADA EN VINIFICACIÓN
<b>CUBA DE REMONTADO AUTOMÁTICO (Tipo Ducellier Isman)</b>	AUTOMÁTICA	INVERSIÓN ELEVADA
	EXTRACCIÓN INTENSA	RIESGOS DE SOBREEXTRACCIÓN
	REGULACIÓN DE TEMPERATURA INCORPORADA	ALMACENAMIENTO COMPLEJO
<b>CUBA ROTATIVA, CON RASCADOR</b>	EXTRACCIÓN FÁCIL	INVERSIÓN MUY ELEVADA
	VACIADO AUTOMÁTICO	RIESGOS DE SOBREEXTRACCIÓN

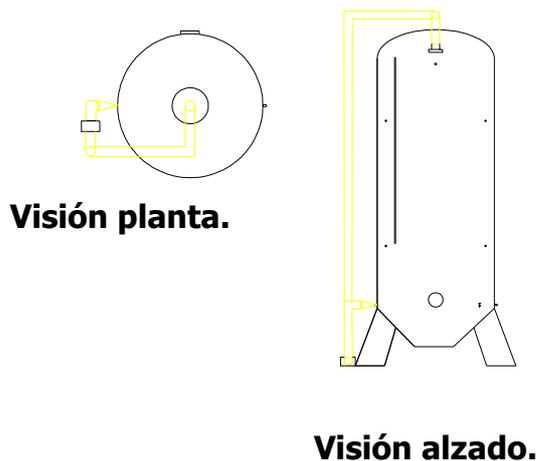
## MEMORIA DESCRIPTIVA

	BIEN ADAPTADO A LA MACERACIÓN DE HOLLEJOS (rosado, blanco)	LIMPIEZA A VECES DIFÍCIL
<b>CUBA DE "PISADO" AUTOMÁTICO</b>	AUTOMÁTICO	RIESGOS DE SOBREENTRACCIÓN
		INVERSIÓN MUY ELEVADA
		FORMACIÓN DE FANGOS

### Comparación de las técnicas de remontado.

En el presente proyecto el tipo de técnica empleada para la realización del proceso de remontado corresponde al de bomba fija externa. A esta bomba se le añade un programador. Este programador será el encargado de la automatización, es decir, cada ocho horas arrancará la bomba y procederá a la circulación del mosto.

El remontado por aspersión del sombrero se procederá de la siguiente manera. De esta manera se obtendrá un desecho de sombrero homogéneo.



### **Necesidades de potencia y aireación.**

El fermentador alcohólico no requiere ningún sistema de agitación. La agitación del medio líquido es llevada a cabo de manera natural por el gas carbónico producido durante la reacción biológica.

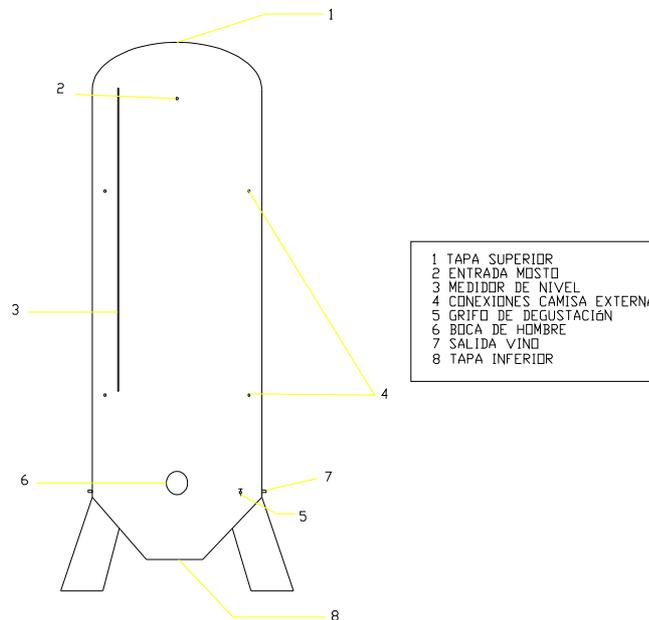
El gas carbónico producido durante la reacción biológica contribuye a la homogeneización del mosto evitando la acumulación de las levaduras en el fondo de los recipientes. Esta agitación del medio líquido corresponde a una agitación natural y es suficiente para cumplir la función de homogeneización.

La aireación del medio de cultivo es tomada durante el proceso de remontado. El mosto al ser recirculado se oxigena lo suficiente para proporcionar al medio de cultivo el oxígeno que requiere para la reacción biosintética. No obstante, si la oxigenación es insuficiente, la fermentación no llegaría a pararse, pues *Saccharomyces cerevisiae* son levaduras aerobias facultativas, es decir, pueden sobrevivir en ausencia de oxígeno.

### Diseño mecánico, selección de materiales y dispositivos para el mantenimiento de condiciones asépticas.

#### ★ Diseño mecánico:

La siguiente figura muestra los distintos elementos de los que está compuesto el fermentador alcohólico.



**1-** Corresponde a **la tapa superior**. Mientras el fermentador está en activo se encuentra abierta. Por este lugar se sitúa el aspersor, encargado de realizar el remontado homogéneo sobre el "sombbrero". Al estar abierta a la atmósfera, por este espacio es por donde el mosto se airea, recogiendo el oxígeno requerido para la actividad enzimática de las levaduras.

**2-** Corresponde a la **toma entrada mosto**. Por esta toma se encuentra embocada una tubería encargada del trasvase del mosto desde la molienda-despalilladora al fermentador alcohólico.

**3-** Corresponde al ***medidor de nivel***. El medidor de nivel indica la altura que alcanza el "mosto-vino" en el interior del fermentador.

**4-** Corresponde a las ***conexiones de entrada y salida de la camisa externa***. Estas conexiones pertenecen al sistema de tubería número cinco perteneciente al sistema de refrigeración.

**5-** Corresponde al ***grifo de degustación***. Este grifo permite la recogida de muestras. Estas muestras se llevarán al laboratorio para su posterior control analítico.

**6-** Corresponde a la ***boca de hombre***. Esta apertura debe ser lo suficientemente grande para que una persona quepa. La función de la boca de hombre es de facilitar la labor de limpieza del depósito.

**7-** Corresponde a la ***toma salida vino***. Por esta toma se encuentra embocada una tubería de salida de vino. Posterior al proceso de fermentación alcohólica, el vino primario producido es trasladado mediante dicha tubería hasta el fermentador maloláctico.

**8-** Corresponde a ***la tapa inferior***. La tapa inferior durante el proceso de fermentación se encuentra cerrada. Se realiza su apertura una vez finalizado el trasvase del vino primario al fermentador maloláctico, con el objetivo de recoger los residuos sólidos del fermentador.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

### ★ Selección de materiales:

Para la construcción de los fermentadores alcohólicos pueden emplearse distintos materiales, como por ejemplo: la madera de roble, el hormigón, la fibra de vidrio-poliéster y el acero. La utilización de uno u otro material para el diseño del fermentador implica una serie de ventajas e inconvenientes, las cuales pueden distinguirse en la siguiente tabla.

<b><u>MATERIAL</u></b>	<b><u>VENTAJAS</u></b>	<b><u>INCONVENIENTES</u></b>
<b>MADERA DE ROBLE</b>	Tradicional	Ligero carácter a madera durante años.
		Inversión y mantenimiento elevados.
	Estética	Controlar los desarrollos de levaduras contaminantes.
		Tamaño.
<b>CEMENTO DESNUDO</b>	Inercia térmica en conservación.	Inercia térmica en vinificación.
	Soporte posible para otros depósitos.	Valor reventa nulo.
	Muy buena utilización de volúmenes.	Limpieza difícil.
	Inversión limitada.	Reforzar regularmente.
<b>CEMENTO CON REVESTIMIENTO</b>	Inercia térmica en conservación.	Inercia térmica en vinificación.
	Soporte posible para otros depósitos.	Valor reventa nulo.
	Muy buena utilización de volúmenes.	Buena limpieza.
		Bastante caro.
<b>ACERO ESMALTADO</b>	Muy buena limpieza.	Mantenimiento del revestimiento exterior.
	Reventa fácil.	Tamaño.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

	Muy fuertes cambios térmicos en vinificación.	Vigilar residuos resinas epoxy.
		Muy fuertes cambios térmicos en conservación.
<b>ACERO INOXIDABLE</b>	Buena limpieza.	"Toma de tierra" eléctrica obligatoria.
	Reventa muy fácil.	Tamaño.
	Muy fuertes cambios térmicos en vinificación.	Muy fuertes cambios térmicos en conservación.
	Mantenimiento limitado.	Inversión elevada.
<b>FIBRA DE VIDRIO-POLIÉSTER</b>	Bastante buena limpieza.	Riesgo del alargamiento del estireno y/o despolimeración.
	Ligereza, movilidad.	Reventa aleatoria.

El tipo de material aplicado en el diseño de los fermentadores alcohólicos presentes en este proyecto, corresponde al acero inoxidable. La elección de este material, además de las ventajas anteriormente señaladas en la tabla, se debe a la gran resistencia del acero inoxidable a la corrosión; lo cual, esta aleación se hace idónea para la recogida del mosto.

Los aceros inoxidables son aleaciones de hierro-carbono; donde se le incluye al menos un 12% de Cr. Dicho elemento es el responsable de la elevada resistencia a la corrosión. Dependiendo del tratamiento realizado en la fabricación del acero y/o de la composición del mismo se puede distinguir varios tipos de aceros inoxidables: ferríticos, martensítico, austenítico y endurecidos por precipitación.

El acero inoxidable seleccionando en el proyecto en estudio, corresponde a un acero austenítico (posee mejor resistencia a la corrosión) y dentro de esta familia se elige al acero inoxidable tipo AISI-ASME 304L.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

---

Este tipo de acero posee las siguientes propiedades mecánicas.

<b>ACERO INOXIDABLE AUSTENÍTICO</b>							
AISI-ASME	COMPOSICIÓN QUÍMICA % PESO	TRATAMIENTO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		RESISTENCIA A LA FLUENCIA		ELONGACIÓN EN 2 PULGADAS (%)
<b>304L</b>	19 Cr, 10 Ni, 0,03 C	RECOCIDO	81 Ksi	559 MPa	39 Ksi	269 MPa	55

★ **Dispositivos para el mantenimiento de condiciones asépticas:**

El medio donde tiene lugar la fermentación alcohólica se encuentra expuesto a multitud microorganismos. Estos microorganismos normalmente no son beneficiosos para la fermentación deseada. Cuando se produce la proliferación de bacterias o levaduras distintas a las levaduras encargadas de la reacción biológica deseada (*Saccharomyces Cerevisae*), se dice que el fermentador se encuentra contaminado. Estos microorganismos contaminantes compiten con las levaduras de interés por los nutrientes del medio, inhibiendo la actividad enzimática de las levaduras e imponiendo su propia actividad enzimática. Esta actividad biológica no es deseable, obteniéndose un grado alcohólico deficiente y sustancias inapropiadas, las cuales proporcionan unas propiedades organolépticas desagradables.

Para evitar la proliferación de bacterias y levaduras indígenas, se emplea un mecanismo de sulfatado. El sulfatado se conoce como la adición de SO<sub>2</sub> al sistema de reacción. Este SO<sub>2</sub> posee un efecto inhibitor o destructor de los microorganismos contaminantes (las sustancias contaminantes más frecuentes en vinificación corresponden a: bacterias lácticas, acéticas y otras levaduras salvajes).

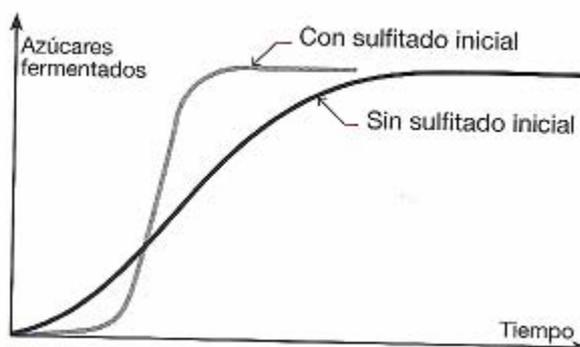
La actividad antiséptica debe adaptarse a la población microbiana. Es decir, la dosis eficaz necesaria aumenta con el número de gérmenes a destruir.

<b><u>MICROORGANISMOS</u></b>	<b><u>SO<sub>2</sub> ACTIVO INHIBIDOR (mg/L)</u></b>
Levaduras oxidativas	0,3
Levaduras fermentativas	De 0,4 a 3
Levaduras contaminantes	2,5
Bacterias lácticas	De 2,5 a 3,7

El  $\text{SO}_2$  actúa sobre los microorganismos por medio de numerosos mecanismos complementarios:

- Fuera de la célula, el  $\text{SO}_2$  reacciona con los nutrientes de la célula formados por la respiración y la fermentación, con ciertos lípidos y reduce el oxígeno disponible.
- El  $\text{SO}_2$  molecular ( $\text{H}_2\text{SO}_3 = \text{SO}_2$  activo) se fija sobre las membranas celulares y perturba su funcionamiento.
- En el interior de la célula, el  $\text{SO}_2$  reacciona con diversas enzimas (ATP, NAD), con aminoácidos azufrados, con compuestos carbonílicos, con la tiamina y con diversas proteínas y lípidos.

El sulfatado posee una gran influencia sobre el tiempo y la evolución de la fermentación alcohólica. En fermentaciones donde se ha llevado a cabo un mecanismo de sulfatado, el tiempo de latencia es mayor que en fermentaciones sin sulfatado; no obstante, el arranque de la reacción y la velocidad de crecimiento de los microorganismos, es mucho mayor en operaciones con sulfatado. Debido a esta mayor velocidad enzimática de las levaduras encargadas de la fermentación, el tiempo empleado en todo el proceso fermentativo disminuye en comparación con fermentaciones sin sulfatado.



En fermentaciones con sulfatado, las propias levaduras de interés se ven inhibidas por la acción del  $\text{SO}_2$ , por este motivo el periodo de latencia de estos microorganismos se prolonga. Una vez que las levaduras se han adaptado al medio, comienzan a reproducirse y con ello llevan a cabo la reacción biológica deseada. Al no existir gérmenes contaminantes en el medio de reacción, no existe competencia por los nutrientes existentes, reproduciéndose entonces hasta agotar existencias.

La reacción biológica que tiene lugar en el medio supone la transformación de los azúcares, procedentes de la uva tinta (glucosa y fructosa mayormente), en etanol y gas carbónico. Esta producción de etanol también adquiere un efecto relevante en la inhibición y/o destrucción de gérmenes contaminantes.

Mientras el componente alcohólico aumenta en cantidad en el medio de reacción, el efecto antiséptico vuelve a aparecer, evitando contaminaciones de dicho medio. Además, debido a la producción de etanol y el efecto que conlleva, a medida que avanza la fermentación, la velocidad de esta misma se encuentra ralentizada.

### **Servicios de manipulación y control.**

La fermentación alcohólica es una fase decisiva en la elaboración de un vino. Todas las cualidades potenciales del vino que existen en la uva; van a exteriorizarse en el transcurso de la vinificación o, por el contrario, desaparecerán.

Si el arranque de la fermentación es lento, el mosto está contaminado por levaduras oxidativas, bacterias u hongos y es de temer una oxidación (alteración de los aromas, producción de acidez volátil, malos sabores etc.)

Si la fermentación es rápida, la temperatura se eleva provocando una pérdida de aromas, arrastrados por el gas carbónico que se desprende; los aromas formados son más groseros; se obtiene, finalmente, un vino menos fino y menos agradable.

Para realizar la supervisión de la fermentación alcohólica, conviene medir una o dos veces por día la densidad y la temperatura.

#### **\* Densidad.**

La densidad disminuye continuamente en el transcurso de la fermentación alcohólica hasta alcanzar un valor generalmente comprendido entre 0,990 y 0,995.

Si la densidad se estabiliza en un valor mucho más elevado, la fermentación se ha parado.

Un mostímetro graduado de 0,985 a 1,130 permite seguir la evolución de la densidad.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

Cuando la densidad se estabiliza en un valor próximo a 0,995 o inferior, la determinación de los azúcares reductores es indispensable para saber si la fermentación ha terminado o no.

### ★ **Temperatura.**

A 25° C, las levaduras se multiplican rápidamente y la velocidad de fermentación es grande. Por encima de los 30° C, hay peligro para el desarrollo de la fermentación. Las levaduras son entonces menos resistentes al alcohol, sobre todo si el medio está empobrecido en esteroides.

Por debajo de 17° C, el desarrollo de las levaduras es lento.

El control de la temperatura se realiza a través de la camisa externa del fermentador alcohólico.

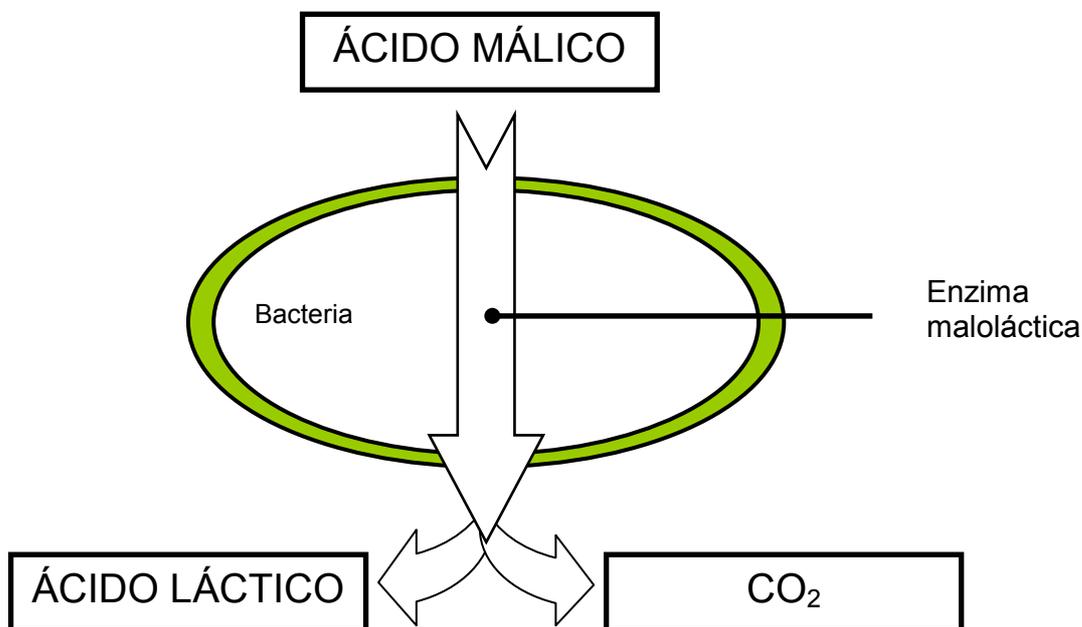
<b>VINOS TINTOS</b>	
Inferior a 22° C	Maceración insuficiente, falta de color, pocos taninos.
24-26° C	Baja extracción de taninos, elaboración de vino tinto afrutado.
28-32° C	Buena extracción de color y de taninos. Conviene para los vinos de crianza o para las variedades de uva que liberan con dificultad su materia colorante. Acciones preventivas: (regiones septentrionales) Vendimia caliente: cosechar durante las horas más calurosas. Buen aislamiento: volúmenes importantes, cubas enterradas o adosadas, cubas de hormigón.

PROCEDIMIENTO GENERAL DE DISEÑO DE UN FERMENTADOR

(CASO II: FERMENTADOR MALOLÁCTICO)

**Selección de una cepa. Medio de cultivo, nutrientes, pH, temperatura, condiciones aerobias o anaerobias y contaminación que puede sufrir el medio de cultivo.**

El vino primario procedente del fermentador alcohólico se transporta hasta el fermentador maloláctico, donde vuelve a sufrir una reacción biológica. Esta reacción biológica consiste en la transformación del ácido málico en ácido láctico y gas carbónico. Esta conversión se produce en el interior de los microorganismos encargados de la fermentación maloláctica, bajo la acción de la "enzima maloláctica".



**Esquema de la fermentación maloláctica mediante bacterias.**

Otra característica importante de la actividad enzimática anteriormente nombrada es la no existencia de desprendimiento o absorción de energía.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

Una vez conocido el tipo de microorganismo que produce la actividad enzimática y la propia actividad enzimática que tiene lugar en el interior de la bacteria, se puede definir las condiciones del medio de reacción.

El medio de cultivo se encuentra formado por una sustancia líquida homogénea, donde el componente mayoritario, al igual que en el caso del mosto, corresponde al agua. Este medio corresponde al vino primario que proviene del fermentador alcohólico.

La especie y la cepa seleccionada para llevar a cabo la actividad enzimática corresponde a las bacterias lácticas y en concreto al género *Lactobacillus plantarum*. Se selecciona esta variedad por sus propiedades fisiológicas (aptitud para fermentar).

Para el transcurso favorable de la fermentación maloláctica, experimentalmente se han determinado las condiciones ambientales, siendo las siguientes:

- ★ El crecimiento de las bacterias lácticas tiene lugar a partir de cantidades mínimas de azúcares para alcanzar la población de alrededor de 1 millón de bacterias/mL necesaria para el arranque de la degradación del ácido málico. El vino primario es bastante rico en azúcares, aminoácidos y vitaminas para esta fase de crecimiento.
- ★ Las bacterias pueden desarrollarse a partir de un pH de 2,9-3 pero el óptimo de crecimiento se sitúa hacia un pH 3,7-3,8, con una multiplicación posible para cepas diferentes. No obstante, la actividad maloláctica es óptima hacia 3-3,2.
- ★ La actividad de las bacterias se ralentiza por el SO<sub>2</sub> libre y combinado.
- ★ La actividad fermentativa crece con la temperatura, con un óptimo hacia 20-23°C en presencia de alcohol.
- ★ El alcohol entorpece a las bacterias sobre todo más allá de los 13% vol.

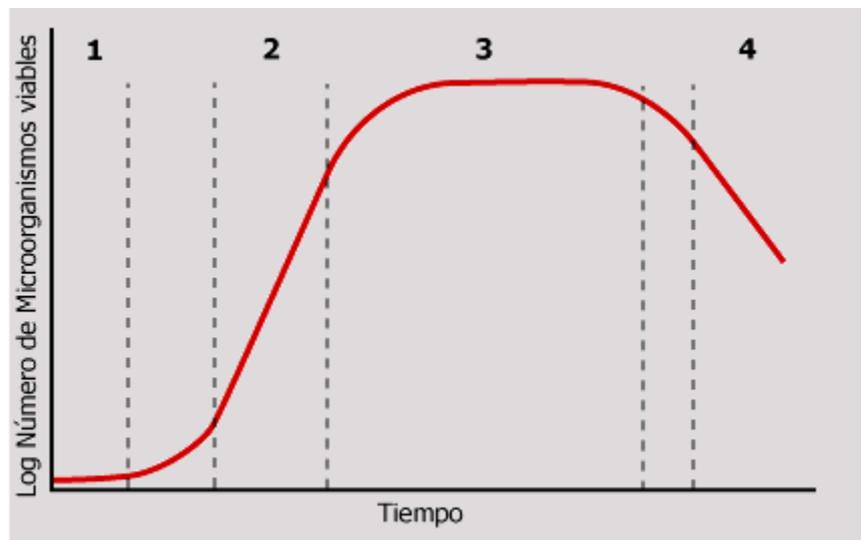
## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

- ★ Los polifenoles tienen un papel variable, mal conocido, globalmente escaso.
- ★ Una ligera aireación parece favorecer el buen desarrollo de las fermentaciones malolácticas.
- ★ La interacción de levaduras-bacterias es compleja: antes de la fermentación alcohólica las levaduras favorecen el desarrollo de bacterias, pues enriquecen el medio proporcionando aminoácidos; sin embargo, después de la fermentación alcohólica, las levaduras impiden el desarrollo de bacterias, pues proporcionan inhibidores (ácidos grasos de 6-8-10-12 átomos de carbono).
- ★ La presencia de ciertas cepas denominadas bacteriófagos, pueden destruir las bacterias lácticas.

### Cinética de crecimiento de los microorganismos.

El crecimiento y reproducción de la cepa seleccionada y añadida en el fermentador, al igual que en el resto de los microorganismos, consiste en un proceso discontinuo constituido por diversas etapas: fase de latencia, fase de aceleración, fase de crecimiento, fase de declinación, fase estacionaria y fase de muerte.



**Fase Lag** (Latencia): Los microorganismos se adaptan al nuevo entorno. El crecimiento no existe o es muy pequeño.  $\mu \approx 0$

**Fase de Aceleración:** Comienza el crecimiento microbiano.  $\mu < \mu_{\max}$ .

**Fase de Crecimiento:** El crecimiento alcanza su velocidad máxima.  $\mu = \mu_{\max}$ .

**Fase de Declive:** El crecimiento disminuye debido al agotamiento de nutrientes o a la aparición de productos inhibidores.

**Fase Estacionaria:** Cesa el crecimiento.  $\mu = 0$ .

**Muerte:** Pérdida de viabilidad celular y lisis.  $\mu < 0$ .

Durante el crecimiento y la fase de declinación las ecuaciones que definen su velocidad de reproducción son las siguientes:

$$R_x = \mu \cdot X$$

$$R_x = \frac{dx}{dt}$$

$$X = X_o \cdot e^{(\mu t)}$$

$$\ln X = \ln X_o + \mu \cdot t$$

$\mu$  = Corresponde a la velocidad neta de crecimiento donde se encuentra incluido un término positivo de crecimiento celular y un término negativo de desaparición de microorganismos (muerte celular).

Experimentalmente se encuentra una serie de factores que influyen relevantemente al efecto microbiano. Estos factores son: *la concentración de nutrientes, temperatura, acidez del medio, concentración de inhibidores, otros factores.*

### ➤ **Concentración de nutrientes.**

Entre todos los nutrientes que el crecimiento celular requiere, uno de ellos es determinante, el cual, se consume en grandes cantidades. A este nutriente esencial se denomina sustrato y su concentración determina la velocidad de los procesos metabólicos y por tanto del crecimiento microbiano.

En el presente estudio el sustrato que determina el crecimiento microbiano es el ácido málico del vino primario (saliente del fermentador alcohólico).

El sustrato limitante muestra su influencia siguiendo la siguiente ecuación, conocida como la ***ecuación de Monod.***

$$\mu = \frac{(\mu_{\max} \cdot S)}{K_s + S} \text{ donde;}$$

$\mu$  = velocidad de crecimiento microorganismo

S = Sustrato\_Ácido málico

$\mu_{\max}$  = Velocidad máxima de crecimiento.

$K_s$  = Cte de saturación.

Los microorganismos implicados en el estudio de interés son bacterias lácticas, por lo que empleando las tablas obtenemos los valores de  $K_s$  y  $\mu_{\max}$ .

$\mu_m$  cercanos a  $0.9 \text{ h}^{-1}$

S = [ácido málico]<sub>o</sub>

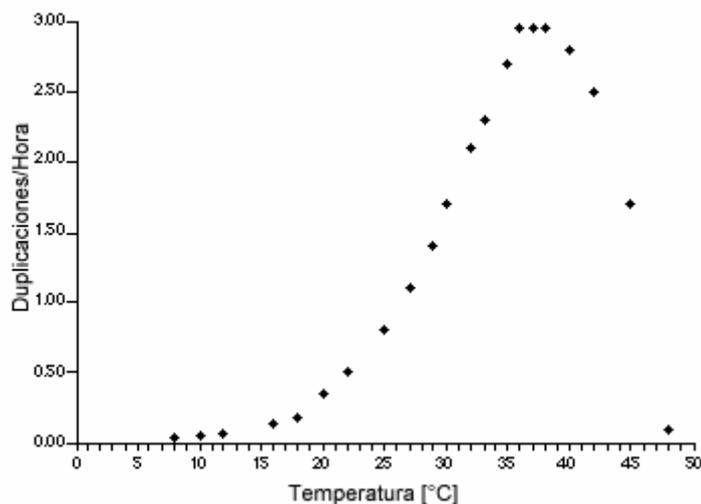
➤ **Efecto de la Temperatura en la actividad celular.**

La influencia de la temperatura se observa en los valores de velocidad máxima de crecimiento y constante de saturación. Esta influencia corresponde con las siguientes ecuaciones:

$$\mu_{\max} = A_1 \cdot e^{\left(\frac{-E_1}{R \cdot T}\right)} - A_2 \cdot e^{\left(\frac{-E_2}{R \cdot T}\right)}$$
$$K_s = A_3 \cdot e^{\left(\frac{-E_3}{R \cdot T}\right)}$$

Esto significa que a determinadas temperaturas la velocidad de duplicación de los microorganismos es mayor o menor. Además, presentan una temperatura máxima y mínima.

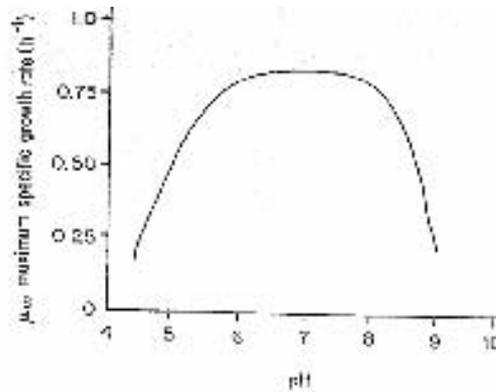
<b>Clasificación</b>	<b>Rango</b>	<b>Optima</b>
<b>Termófilos</b>	25 - 80 °C	50 - 60 °C
<b>Mesófilos</b>	10 - 45 °C	20 - 40 °C
<b>Psicrófilo</b>	-5 - 30 °C	10-20 °C



Según el gráfico, para la temperatura a la que se encuentra el fermentador (25°C) el valor de velocidad máxima de crecimiento adquiere un valor de  $0,7 \text{ h}^{-1}$ .

### ➤ Efecto del pH

La influencia del pH se observa en los valores de velocidad máxima de crecimiento.



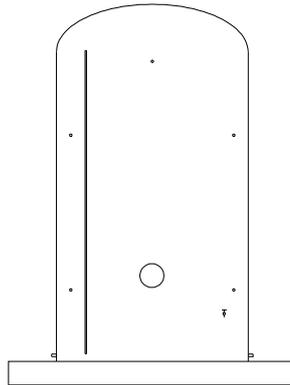
Según la experimentación, las bacterias poseen un crecimiento favorable en intervalos de pH de 3-7.5; y, las bacterias lácticas de interés poseen un crecimiento óptimo en el rango de pH entre 3.7-3.8.

### ➤ Sustancias inhibitorias.

En nuestro reactor, las sustancias inhibitorias que pueden afectar al proceso fermentativo corresponden al sulfatado.

### Configuración del fermentador.

El siguiente esquema corresponde a la configuración del fermentador maloláctico. Explicando, en el cual, en que partes consta.



La configuración del fermentador puede dividirse en tres partes:

*Una parte superior denominada cabeza toriesférica, un cuerpo base cilíndrico y una parte inferior con un cabezal del tipo tapa plana.*

En el fermentador maloláctico la tapa superior corresponde al tipo Klopper Boden; mientras, que la parte inferior consiste en una tapa plana. Esto se debe a su sencillez y bajo coste.

### Dimensiones del reactor biológico.

El vino primario procedente de la fermentación alcohólica se le conoce con el nombre de "vino yema". La cantidad de vino que se hace traspasar desde el fermentador alcohólico al fermentador maloláctico consiste en el 70 % del mosto decepcionado.

El volumen de mosto introducido en el fermentador alcohólico es de 112.000 Litros; por tanto el volumen de vino yema que se hace llegar al fermentador maloláctico posee un valor de 78.500 Litros. Sobredimensionando dicho volumen, la capacidad del reactor maloláctico es de 80.000 Litros.

Para alcanzar la siguiente capacidad la configuración del fermentador debe disponer de las siguientes dimensiones.

**Cabeza Toriesférica:**     $D = 4 \text{ m}$   
                                       $L = 4 \text{ m}$   
                                       $r = 0,4 \text{ m}$

**Cuerpo cilíndrico:**         $D = 4 \text{ m}$   
                                       $A = 6,5 \text{ m}$

**Tapa plana:**                 $D = 4 \text{ m}$   
                                       $A = 1 \text{ m}$

Ver plano "fermentador maloláctico".

### **Condiciones de operación.**

Como se ha visto en el apartado "*Selección de una cepa. Medio de cultivo, nutrientes, pH, temperatura, condiciones aerobias o anaerobias y contaminación que puede sufrir el medio de cultivo*" y el apartado "*Cinética de crecimiento de los microorganismos*" las condiciones en las que se lleva a cabo la fermentación son fundamentales para la eficacia de la operación.

El proceso es llevado a cabo mediante una operación en discontinuo, en un reactor biológico tipo batch. El vino primario se introduce en el fermentador donde se produce las reacciones bioquímicas requeridas. Después de un período de tiempo determinado el vino se retira.

El tiempo de fermentación maloláctica es variable. Dependiendo de la cinética de la reacción y de la capacidad de reproducción de los microorganismos en el medio, la duración de la fermentación tardará mayor o menor número de días. Según esto se puede distinguir dos tipos de fermentaciones: fermentación normal y fermentación difícil.

Una fermentación maloláctica normal suele durar entre siete y diez días; mientras. En caso de que la fermentación dure mayor número de días nos encontramos con una fermentación difícil.

El parámetro de la temperatura es crítico para una mayor eficacia de la fermentación maloláctica. A temperaturas bajas, la actividad biológica se encuentra inhibida, creciendo en proporción a la temperatura, hasta alcanzar el óptimo, encontrándose este hacia los 20-23° C.

La temperatura empleada en el fermentador alcohólico en estudio corresponde al valor de 23°C.

### **Superficie de transmisión de calor y de los dispositivos de mezclado.**

#### **\* Superficie de transmisión de calor:**

Durante la fermentación maloláctica apenas tiene lugar un desprendimiento de energía. No obstante, el fermentador maloláctico se encuentra provisto de una camisa externa, para regular la temperatura hasta la temperatura óptima (23° C).

La camisa externa del fermentador consiste en un circuito alrededor del reactor por donde circula un fluido refrigerante a temperaturas inferiores a la temperatura del fermentador. La circulación de dicho fluido refrigerante únicamente tiene lugar cuando el vino del interior del reactor supera el valor óptimo de temperatura.

La superficie del fermentador que la camisa externa debe ocupar para que se produzca un intercambio de calor eficaz, depende del volumen del reactor biológico, de la temperatura del fluido refrigerante y del tipo de fluido que circula a través de la camisa. En el presente proyecto, las condiciones de la camisa externa para el fermentador en estudio son las siguientes:

<b>Fluido refrigerante:</b>	Agua.
<b>Temperatura:</b>	5 °C.
<b>Caudal del refrigerante:</b>	Será mayor o menor según condiciones existentes en el reactor.
<b>Superficie de la camisa:</b>	50% del reactor biológico.

\* **Los dispositivos de mezclado:**

En el interior del reactor biológico donde se produce la fermentación maloláctica se observa la existencia de una única fase, al contrario que en el fermentador alcohólico que constaba de dos fases. Por tanto el medio de operación corresponde a un medio homogéneo.

Debido a esto, el fermentador maloláctico no dispone de un dispositivo de mezclado para conseguir la homogeneización del medio de cultivo.

### **Necesidades de potencia y aireación.**

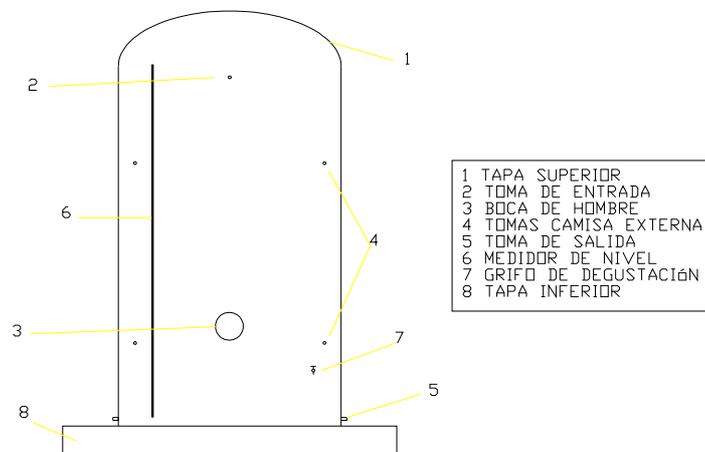
El fermentador maloláctico no requiere ningún sistema de agitación. La agitación del medio líquido es llevada a cabo de manera natural por el gas carbónico producido durante la reacción biológica.

El gas carbónico producido durante la reacción biológica contribuye a la homogeneización del vino evitando la acumulación de las bacterias en el fondo de los recipientes. Esta agitación del medio líquido corresponde a una agitación natural y es suficiente para cumplir la función de homogeneización.

### Diseño mecánico, selección de materiales y dispositivos para el mantenimiento de condiciones asépticas.

#### ★ Diseño mecánico:

La siguiente figura muestra los distintos elementos de los que está compuesto el fermentador alcohólico.



**1-** Corresponde a *la tapa superior*. Se denomina cabeza tori esférica.

**2-** Corresponde a la *toma entrada mosto*. Por esta toma se encuentra embocada una tubería encargada del trasvase del vino desde el fermentador alcohólico hasta el fermentador maloláctico.

**3-** Corresponde a la *boca de hombre*. Esta apertura debe ser lo suficientemente grande para que una persona quepa. La función de la boca de hombre es de facilitar la labor de limpieza del depósito.

**4-** Corresponde a las *conexiones de entrada y salida de la camisa externa*. Estas conexiones pertenecen al sistema de tubería número cinco perteneciente al sistema de refrigeración.

**5-** Corresponde a la ***toma salida vino***. Por esta toma se encuentra embocada una tubería de salida de vino. Posterior al proceso de fermentación maloláctica, el vino producido es trasladado a la planta de embotellamiento, donde sufrirá las operaciones de clarificado, estabilizado, embotellado y comercialización.

**6-** Corresponde al ***medidor de nivel***. El medidor de nivel indica la altura que alcanza el "mosto-vino" en el interior del fermentador.

**7-** Corresponde al ***grifo de degustación***. Este grifo permite la recogida de muestras. Estas muestras se llevarán al laboratorio para su posterior control analítico.

**8-** Corresponde a ***la tapa inferior***. Se denomina tapa plana.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

### ★ Selección de materiales:

Para la construcción de los fermentadores malolácticos, al igual que los fermentadores alcohólicos, pueden emplearse distintos materiales, como por ejemplo: la madera de roble, el hormigón, la fibra de vidrio-poliéster y el acero. La utilización de uno u otro material para el diseño del fermentador implica una serie de ventajas e inconvenientes.

Ver tabla ventajas e inconvenientes en el apartado "selección de materiales" en el caso I:  
Fermentador alcohólico de la presente memoria técnica.

El tipo de material aplicado en el diseño de los fermentadores presentes en este proyecto, corresponde al acero inoxidable. La elección de este material, además de las ventajas anteriormente señaladas en la tabla, se debe a la gran resistencia del acero inoxidable a la corrosión.

El acero inoxidable seleccionando en el proyecto en estudio, corresponde a un acero austenítico (posee mejor resistencia a la corrosión) y dentro de esta familia se elige al acero inoxidable tipo AISI-ASME 304L.

Este tipo de acero posee las siguientes propiedades mecánicas.

<b>ACERO INOXIDABLE AUSTENÍTICO</b>							
AISI-ASME	COMPOSICIÓN QUÍMICA % PESO	TRATAMIENTO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		RESISTENCIA A LA FLUENCIA		ELONGACIÓN EN 2 PULGADAS (%)
<b>304L</b>	19 Cr, 10 Ni, 0,03 C	RECOCIDO	81 Ksi	559 MPa	39 Ksi	269 MPa	55

\* **Dispositivos para el mantenimiento de condiciones asépticas:**

Durante el período de fermentación maloláctica, el riesgo de contaminación por otros microorganismos es mínimo, debido a que el vino no posee azúcar fermentescible. No obstante, las levaduras fermentativas deben eliminarse o reducirse después de la fermentación alcohólica.

### **4. EQUIPAMIENTO DE LA INSTALACIÓN**

La planta vitivinícola en estudio se encuentra formada por los siguientes elementos:

➤ **Tolva de recepción.**

En la tolva se llevará a cabo la recepción de la materia prima, en este caso las uvas tintas, directamente transportadas desde el viñedo hasta la planta.

El volumen de la tolva deberá recoger la totalidad de la materia prima recepcionada. La cantidad de materia prima recibida de la planta vitivinícola, en estudio, corresponde a 125.000 Kg de uva tinta.

El sistema de transporte de uva tinta por el interior de la tolva de recepción consiste en un anillo sinfín. Este anillo sinfín se encuentra constituido por cuarenta y siete hélices circulares de 0,4 m de diámetro distribuidos en 14 m lineales.

Cada hélice transporta en su interior 0,038 m<sup>3</sup>. La velocidad del anillo sinfín corresponde a 6,22 revoluciones por hora.

➤ **Despalilladora-Estrujadora.**

La despalilladora-estrujadora es la encargada de la despalillación y de la molienda de la materia prima; denominándose al producto resultante mosto.

La despalilladora-estrujadora trata 11,2 m<sup>3</sup> de uva tinta a la hora.

### ➤ **Intercambiador de Calor.**

El intercambiador de Calor corresponde a la conexión entre la red de tuberías número 1 y la red de tuberías número 4. En el intercambiador de calor se procede al enfriamiento del mosto reduciendo su temperatura hasta un valor de 25 °C. El intercambio energético entre ambas asciende a un valor numérico de 94.317 Kcal/h.

El tipo de intercambiador corresponde a un carcasa-tubo constituido por noventa y dos pasos distribuidos en veintitrés niveles; cuyo coeficiente global de pérdidas es de 623,035 Kcal/m<sup>2</sup> °C h.

Las pruebas mecánicas correspondientes serán efectuadas por el Departamento de Control de Calidad del fabricante, quedando en todo caso, constancia de la misma.

### ➤ **Fermentadores alcohólicos.**

El número de fermentadores alcohólicos posee un valor de dos.

Los fermentadores alcohólicos serán fabricados según planos. El material de construcción de los fermentadores será acero inoxidable ANSI 304. El volumen del fermentador es de 115 m<sup>3</sup>.

La configuración de los fermentadores corresponde a un cuerpo cilíndrico, una cabeza toriesférica y un fondo toricónico.

Los fermentadores se encuentran dotados de:

- ★ Dos tomas de entrada de mosto a una altura de 10,5 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2,375".
- ★ Una toma de salida de vino primario a una altura de 2 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2".
- ★ Una toma de salida para remontado a una altura de 2 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2".
- ★ Dos tomas de salida de vino secundario a una altura de 1.17 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2".

Los fermentadores alcohólicos incluyen una camisa externa donde circula agua con un caudal de 10.000 L/h, cuyas tomas de entrada y salida al depósito poseen un diámetro de 2".

### ➤ **Fermentadores malolácticos.**

El número de fermentadores malolácticos posee un valor de dos.

Los fermentadores malolácticos serán fabricados según planos. El material de construcción de los fermentadores será acero inoxidable ANSI 304. El volumen del fermentador es de 80 m<sup>3</sup>.

La configuración de los fermentadores corresponde a un cuerpo cilíndrico, una cabeza toriesférica y un fondo plano.

Los fermentadores se encuentran dotados de:

- ★ Dos tomas de entrada de mosto a una altura de 6,7 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2".

- ★ Dos tomas de salida de vino tinto a una altura de 0,5 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2".

Los fermentadores malolácticos incluyen una camisa externa donde circula agua con un caudal de 5.000 L/h, cuyas tomas de entrada y salida al depósito poseen un diámetro de 2".

### ➤ **Prensa neumática.**

La prensa neumática debe tratar el 30% del volumen del fermentador alcohólico (sombbrero y parte proporcional de vino primario), con el objetivo de recoger el mayor volumen posible de volumen secundario de vino; siendo este, vino de segunda categoría.

El volumen tratado por la prensa neumática se traslada según el sistema de tuberías número 4.

### ➤ **Enfriadora.**

La enfriadora tiene como objetivo suministrar agua fría a distintos dispositivos de la planta vitivinícola en estudio, entre ellos cabe destacar: el intercambiador de calor, fermentador alcohólico 1, fermentador alcohólico 2, el fermentador maloláctico 1 y el fermentador maloláctico 2.

La capacidad de refrigeración de esta máquina frigorífica asciende al valor numérico de 1.414 Kcal/h (1216,00 Kw).

La máquina frigorífica seleccionada corresponde a una enfriadora de agua de condensación por aire, cuyo compresor es de tornillo de doble rotor y válvula con capacidad variable, el condensador es de aluminio formado por microcanales y el evaporador es inundado multitubular.

### ➤ **Red de tuberías y accesorios.**

La planta vitivinícola en estudio está compuesta por cinco redes de tuberías distintas, las cuales son las siguientes:

- ★ Red de tubería número 1: Traslase desde la molienda-despalilladora hasta los fermentadores alcohólicos.
- ★ Red de tubería número 2: Traslase desde fermentadores alcohólicos a los fermentadores malolácticos.
- ★ Red de tubería número 3: Tuberías de remontado.
- ★ Red de tubería número 4: Traslase desde los fermentadores alcohólicos a la prensa neumática del vino residual procedente de la fermentación alcohólica.
- ★ Red de tubería número 5: Red de fluido refrigerante para intercambiador de calor, fermentadores alcohólicos y fermentadores malolácticos.

La red de tuberías y el juego de válvulas se montarán siguiendo los Planos. El material de construcción en la red de tubería número 1, 2, 3 y 4 corresponderá al acero inoxidable AISI 316; mientras, que la red de tubería número 5 se construirá con cobre. La soldadura de los distintos componentes será acorde con el material de construcción y el nivel de corrosión ocasionado por el fluido circulante.

### ➤ **Bombas.**

La selección de las bombas se establecerá de acuerdo a las especificaciones indicadas en la memoria técnica del presente proyecto.

➤ **Instalación eléctrica y cuadro de control.**

La instalación eléctrica se desarrollará según lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, RBT.

El montaje implicará el empleo de los accesorios suficientes que garanticen una buena fijación y conservación de la instalación.

# MEMORIA TÉCNICA

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A  
LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN  
ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA

CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

ABRIL 2008

**MEMORIA TÉCNICA.**

**CAPÍTULO I: BALANCES DEL PROCESO**

- ★ BALANCES DE MATERIA:
  - Intercambiador de Calor.
  - Reactor Biológico (Fermentador alcohólico).
  - Reactor Biológico (Fermentador maloláctico).
  
- ★ BALANCES DE ENERGÍA:
  - Intercambiador de Calor.
  - Reactor Biológico. (Fermentador alcohólico).
  - Reactor Biológico (Fermentador maloláctico).
  
- ★ CÁLCULO DEL GRADO ALCOHÓLICO
- ★ RESOLUCIÓN DE LAS ECUACIONES

**CAPÍTULO II: DISEÑO DE LOS FERMENTADORES**

- ★ CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL FERMENTADOR ALCOHÓLICO.
- ★ CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL FERMENTADOR MALOLÁCTICO.

**CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA RED DE TUBERÍA**

- ★ RED TUBERÍAS 1: Tránsito desde la molienda-despalilladora hasta los fermentadores alcohólicos.
- ★ RED TUBERÍAS 2: Tránsito desde fermentadores alcohólicos a los fermentadores malolácticos.
- ★ RED TUBERÍAS 3: Tuberías de remontado.

- ★ RED TUBERÍAS 4: Traslase del vino secundario desde los fermentadores alcohólicos hasta la prensa neumática.
- ★ RED TUBERÍAS 5: Red del fluido refrigerante.

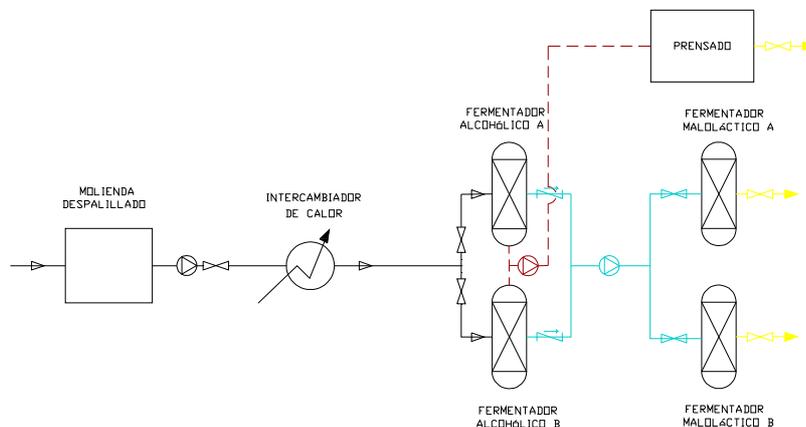
### **CAPÍTULO IV: SISTEMA DE CONTROL**

- ★ CONTROL EN EL INTERCAMBIADOR DE CALOR.
- ★ CONTROL EN EL FERMENTADOR ALCOHÓLICO.
- ★ CONTROL EN EL FERMENTADOR MALOLÁCTICO.

## CAPÍTULO I: BALANCES DEL PROCESO

El proceso de producción de vino tinto está constituido por una serie de operaciones que inducen un cambio físico o químico en las sustancias a tratar. Estos cambios son los responsables de transformar las materias primas en productos.

El proceso de producción del presente proyecto es el siguiente:



En el diagrama anterior se puede caracterizar las corrientes de entrada al sistema, las corrientes de salida y las unidades de procesos. Estas unidades de procesos son: unidad de molienda despallado, intercambiador de calor, los fermentadores alcohólicos, los fermentadores malolácticos y el prensado.

Para conocer los cambios físicos y químicos que tienen lugar en el interior de las operaciones unitarias se acude al empleo de las ecuaciones de balances. Estos balances se aplican a las propiedades extensivas: materia, energía y cantidad de movimiento.

La expresión general de las ecuaciones de balance es la que prosigue:

$$\left[ \begin{array}{c} \text{VELOCIDAD DE} \\ \text{ACUMULACIÓN DE} \\ \text{PROPIEDAD EN EL} \\ \text{ELEMENTO DE} \\ \text{VOLUMEN} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{CAUDAL NETO DE} \\ \text{ENTRADA DE} \\ \text{PROPIEDAD EN EL} \\ \text{ELEMENTO DE} \\ \text{VOLUMEN} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{VELOCIDAD NETA DE} \\ \text{GENERACIÓN DE} \\ \text{PROPIEDAD EN EL} \\ \text{ELEMENTO DE} \\ \text{VOLUMEN} \end{array} \right]$$

Donde,

$$\left[ \begin{array}{c} \text{CAUDAL NETO DE} \\ \text{ENTRADA DE} \\ \text{PROPIEDAD EN EL} \\ \text{ELEMENTO DE} \\ \text{VOLUMEN} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{CAUDAL DE} \\ \text{ENTRADA DE} \\ \text{PROPIEDAD EN EL} \\ \text{ELEMENTO DE} \\ \text{VOLUMEN} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{CAUDAL DE SALIDA} \\ \text{DE PROPIEDAD EN} \\ \text{EL ELEMENTO DE} \\ \text{VOLUMEN} \end{array} \right]$$

$$\left[ \begin{array}{c} \text{VELOCIDAD NETA DE} \\ \text{GENERACIÓN DE} \\ \text{PROPIEDAD EN EL} \\ \text{ELEMENTO DE} \\ \text{VOLUMEN} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{VELOCIDAD DE} \\ \text{GENERACIÓN DE} \\ \text{PROPIEDAD EN EL} \\ \text{ELEMENTO DE} \\ \text{VOLUMEN} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{VELOCIDAD DE} \\ \text{CONSUMO DE} \\ \text{PROPIEDAD EN EL} \\ \text{ELEMENTO DE} \\ \text{VOLUMEN} \end{array} \right]$$

Mediante la aplicación de las ecuaciones de balances a cada uno de las operaciones unitarias que comprenden el proceso productivo de vino tinto; se conoce el comportamiento de las propiedades, lo cual facilita el cálculo y el diseño de cada unidad.

### BALANCES DE MATERIA

Los balances a aplicar son los denominados Balances Macroscópicos de Materia. Estos se caracterizan por las siguientes cuestiones:

- ★ Se considera las operaciones unitarias como "cajas negra".
- ★ Son enunciados matemáticos que relacionan variable exógenas o externas a la caja negra (entradas y salidas) con variables endógenas o internas (acumulación y generación o consumo).
- ★ Su utilidad básica es para cálculo.
- ★ No se obtiene una representación del sistema. No se consideran los mecanismos de transporte de propiedad en el interior de la caja negra.

### BALANCE DE COMPONENTES

$$\frac{dn_j}{dt} = \sum_{m=1}^T W_{m,j} + R_j \quad (J = 1, 2, \dots, S)$$

$$\frac{dn_j}{dt} = \left( \begin{array}{l} \text{Variación de la cantidad de componente} \\ \text{"j" en el sistema en la unidad de tiempo} \end{array} \right)$$

$$W_{m,j} = \left( \begin{array}{l} \text{Caudal de componente "j" que entra o} \\ \text{sale del sistema con la corriente "m"} \end{array} \right)$$

$$R_j = \left( \begin{array}{l} \text{Cantidad de componente "j" generado} \\ \text{en el sistema por unidad de tiempo} \end{array} \right)$$

**BALANCE GLOBAL**

$$\frac{dn}{dt} = \sum_{m=1}^T W_m + \sum_{j=1}^S R_j (J = 1, 2, \dots, S)$$

$$n = \sum_{j=1}^S n_j = \left( \begin{array}{l} \text{Cantidad total de materia presente en el} \\ \text{sistema para el instante de tiempo "t"} \end{array} \right)$$

$$W_m = \sum_{j=1}^S W_{m,j} = \left( \begin{array}{l} \text{Caudal global de materia que entra o sale} \\ \text{del sistema con las "m" corrientes en la} \\ \text{unidad de tiempo} \end{array} \right)$$

La expresión de la ecuación de balance general se sintetiza con la siguiente expresión:

$$\left( A \right) = \left( E \right) - \left( S \right) + \left( G \right) - \left( C \right)$$

Donde,

A -> Acumulación.

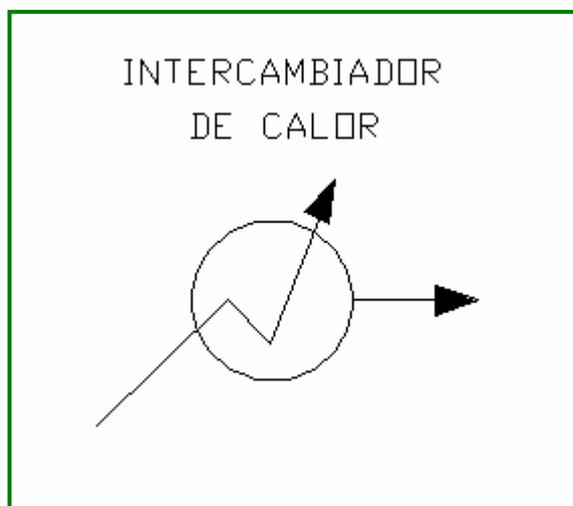
E -> Entrada.

S -> Salida.

G -> Generación.

C -> Consumo.

➤ **Balance de materia al intercambiador de calor.**



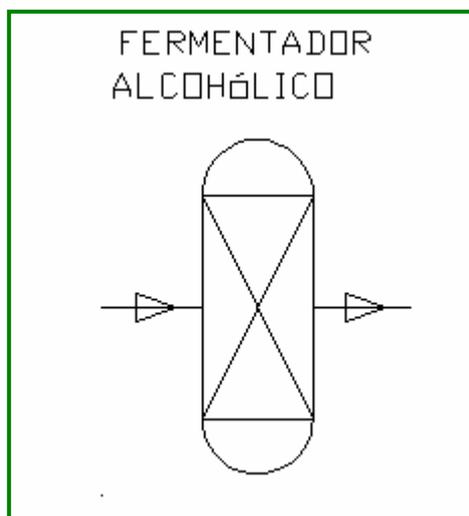
En el intercambiador de calor se produce un proceso continuo en estado estacionario, donde no existe reacción química alguna. Por consiguiente, la expresión del balance de materia queda simplificada.

$$\left( E \right) - \left( S \right) = 0$$
$$\sum W_{m,j} = 0$$

Por no existir reacción química, los términos de velocidad neta de generación de propiedad queda anulado. De igual manera ocurre con el término de acumulación, pues el proceso se lleva a cabo en continuo.

De aquí se deduce que los términos de entrada y salida son iguales; por tanto, los caudales de los fluidos que circulan por el intercambiador de calor, poseen el mismo valor tanto en las corrientes de entradas como en las corrientes de salidas.

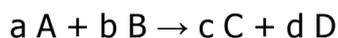
➤ **Balance de materia en el fermentador alcohólico.**



En el fermentador alcohólico tiene lugar una operación en discontinuo (reactor tipo batch), donde tiene lugar una reacción química. Por ello, la expresión general de balance queda de la siguiente forma:

$$\left( A \right) = \left( G \right) - \left( C \right)$$

Una reacción química general corresponde al siguiente esquema:



Donde,

a, b, c y d son los coeficientes estequiométricos; mientras que A, B, C y D son las sustancias que intervienen en la reacción química.

$$(-r_a) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dn_a}{dt}$$

$$(-r_a) = \frac{n_{ao}}{V} \cdot \frac{dX_a}{dt}; n_a = n_{ao} \cdot (1 - X_a)$$

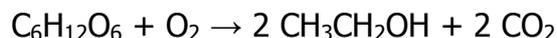
Como V es constante.

$$(-r_a) = \frac{dC_a}{dt}$$

En un instante de tiempo  $t_i$ .

$$(-r_a) = \frac{C_{ai}}{t_i}$$

La reacción química que tiene lugar durante el proceso de fermentación alcohólica es la siguiente:



Donde,

$C_6H_{12}O_6$  -> Glucosa

$O_2$  -> Oxígeno

$CH_3CH_2OH$  -> Etanol

$CO_2$  -> Dióxido de carbono

La reacción química indica que un mol glucosa con un mol de oxígeno interaccionan para dar lugar a dos moles de etanol y dos moles de anhídrido carbónico.

El sustrato limitante y por lo cual, sobre el que se aplica las ecuaciones

es la glucosa.

Según la reacción química que tiene lugar en el interior del fermentador alcohólico, la velocidad de desaparición de glucosa es igual a la velocidad de desaparición del oxígeno, y, la mitad de la velocidad de aparición de etanol y de dióxido de carbono.

Según esto, las ecuaciones cinéticas son las siguientes:

$$C_{ai} = (-r_{glu\ cos\ a}) \cdot t_i ; \text{ (Glucosa)}$$

$$C_b = (-r_{glu\ cos\ a}) \cdot t_i ; \text{ (Oxígeno)}$$

$$C_c = (-r_{glu\ cos\ a}) \cdot t_i ; \text{ (Etanol)}$$

$$C_{di} = (-r_{glu\ cos\ a}) \cdot t_i ; \text{ (Dióxido de carbono)}$$

Concentración desaparecida o aparecida de cada una de las sustancias.

$$C_a = C_{ao} - C_{ai} ; \text{ (Glucosa)}$$

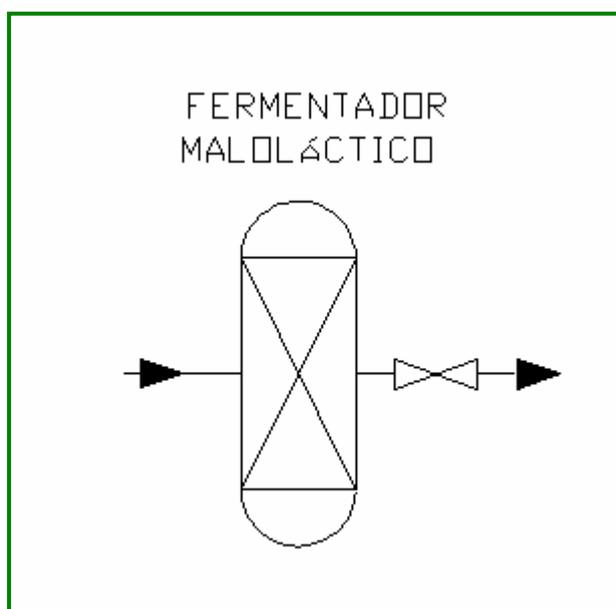
$$C_b = C_{bo} - C_{bi} ; \text{ (Oxígeno)}$$

$$C_c = C_{co} - C_{ci} ; \text{ (Etanol)}$$

$$C_d = C_{do} - C_{di} ; \text{ (Dióxido de carbono)}$$

Concentración de cada sustancia en un instante de tiempo.

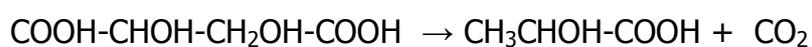
➤ **Balance de materia en el fermentador maloláctico.**



En el fermentador maloláctico tiene lugar una operación en discontinuo (reactor tipo batch), donde tiene lugar una reacción química. Por ello, la expresión general de balance queda de la siguiente forma:

$$\left( A \right) = \left( G \right) - \left( C \right)$$

La reacción química que tiene lugar durante el proceso de fermentación alcohólica es la siguiente:



Donde,

## MEMORIA TÉCNICA

---

COOH-CHOH-CH <sub>2</sub> OH-COOH	-> Ácido málico
CH <sub>3</sub> CHOH-COOH	-> Ácido láctico
CO <sub>2</sub>	-> Dióxido de carbono

La reacción química indica que un mol ácido málico se transforma para dar lugar a un mol de ácido láctico y un mol de anhídrido carbónico.

El sustrato limitante y por lo cual, sobre el que se aplica las ecuaciones es el ácido málico.

Según la reacción química que tiene lugar en el interior del fermentador maloláctico, la velocidad de desaparición del ácido málico es igual a la velocidad de aparición del ácido láctico y del dióxido de carbono.

Según esto, las ecuaciones cinéticas son las siguientes:

$$C_{ai} = (-r_{málico}) \cdot t_i ; (\text{Ácido málico})$$

$$C_{ci} = (-r_{málico}) \cdot t_i ; (\text{Ácido láctico})$$

$$C_{di} = (-r_{málico}) \cdot t_i ; (\text{Dióxido de carbono})$$

Concentración desaparecida o aparecida de cada una de las sustancias.

$$C_a = C_{ao} - C_{ai} ; (\text{Ácido málico})$$

$$C_c = C_{co} - C_{ci} ; (\text{Ácido láctico})$$

$$C_d = C_{do} - C_{di} ; (\text{Dióxido de carbono})$$

Concentración de cada sustancia en un instante de tiempo.

### BALANCES DE ENERGÍA

Los balances a aplicar son los denominados Balances Macroscópicos de Energía. La entrada neta de energía puede estar asociada a:

- ★ Entrada neta de materia ( $W_i$ ).
- ★ Intercambio energético con los alrededores ( $Q$  y  $W_e$ ).

Entrada neta

$$(E_{neta})_{materia} = \sum U_{wm} + \sum pmV_{wm} + \sum E_{cm}W_m + \sum E_{pm}W_m$$

$$(E_{neta})_{materia} = \sum wm(H_m + E_{cm} + E_{pm})$$

$$(E_{neta})_{alrededores} = Q + W_e$$

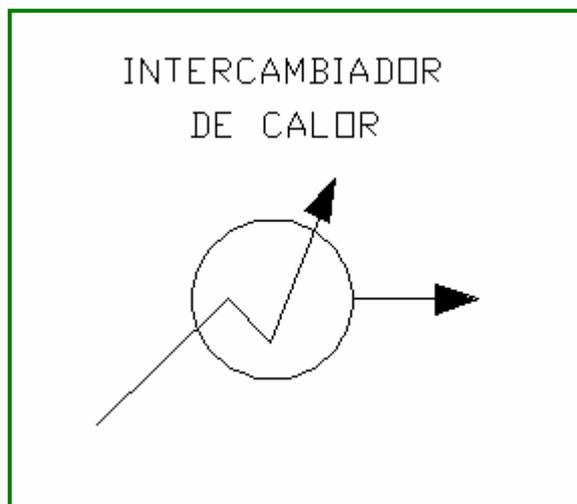
Acumulación

$$\frac{d(U + E_c + E_p)}{dt} = A$$

La ecuación de balance de energía general corresponde a la siguiente expresión:

$$\frac{d(U + E_c + E_p)}{dt} = \sum Wm(H_m + E_{cm} + E_{pm}) + Q + W_e$$

➤ **Balance de energía al intercambiador de calor.**



Esta operación unitaria se caracteriza por ser un sistema continuo en estado estacionario, donde no existe acumulación, donde no se realiza trabajo externo y corresponde a un sistema adiabático y fijo.

$$\frac{d(U + E_c + E_p)}{dt} = \sum Wm(H_m + E_{cm} + E_{pm}) + Q + W_e$$

Por ser un sistema continuo en estado estacionario,  $\frac{d(U + E_c + E_p)}{dt} = 0$ .

Quedando:

$$\sum Wm(H_m + E_{cm} + E_{pm}) + Q + W_e = 0$$

$$\sum Wm(H_m + E_{cm} + E_{pm})_{sal} + \sum Wm(H_m + E_{cm} + E_{pm})_{ent} = Q + W_e$$

$$\Delta H + \Delta E_c + \Delta E_p = Q + W_e$$

Por ser un sistema adiabático y fijo, donde no se realiza trabajo externo.  
 $Q = 0$ ;  $\Delta E_c = \Delta E_p = 0$ ;  $W_e = 0$ ; respectivamente.

Considerando estas especificaciones, la ecuación general del balance de energía se simplifica hasta obtener la siguiente expresión.

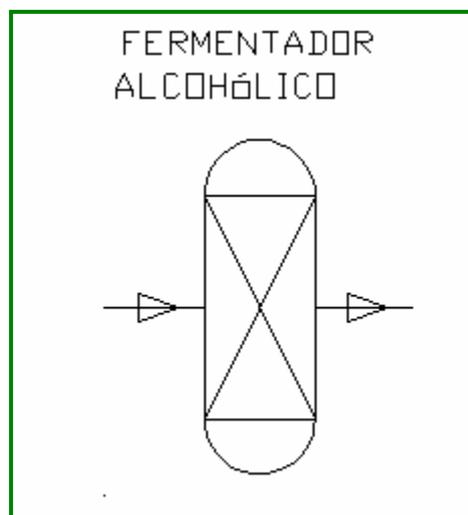
$$\Delta H = 0; \sum Wm(H_m)_{sal} = \sum Wm(H_m)_{ent}$$

$$\Delta H = C_p \Delta T; C_p = \sum y_i \cdot C_{pi}$$

En nuestro sistema, la ecuación energética correspondiente al intercambiador de calor toma la siguiente expresión:

$$Q_{mo} \cdot T_{mo} + Q_{ao} \cdot T_{ao} = Q_{m1} \cdot T_{m1} + Q_{a1} T_{m1}$$

➤ **Balance de energía al fermentador alcohólico.**



En el fermentador alcohólico hay que aplicar los balances entálpicos como consecuencia de la existencia de una reacción química. Al encontrarnos con un proceso discontinuo, el balance existente en el sistema es el energético y no el de materia. Despreciándose los términos de energía cinética, energía potencial y trabajo externo presente en el balance; pues sus respectivos valores son despreciables frente a las variaciones de entalpía y calor.

$$\Delta U + \Delta E_c + \Delta E_p = Q + W_e$$

$$W_e, \Delta E_c, \Delta E_p \ll Q, \Delta U$$

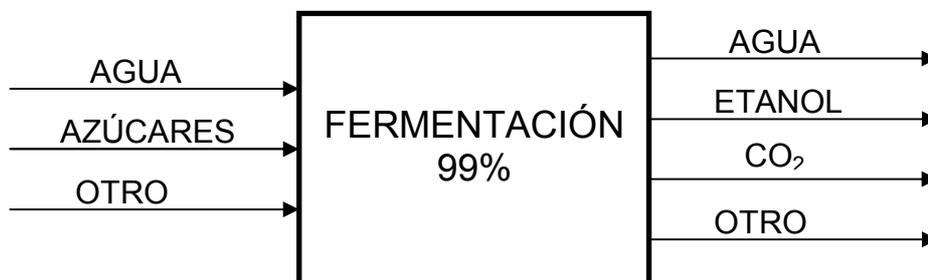
$$\Delta U = Q$$

Para conocer el calor desprendido durante el tiempo de reacción se necesita calcular la energía interna del sistema.

$$\Delta U_r(T) = \Delta H_r(T) - RT(\sum \nu_{\text{productos gaseosos}} - \sum \nu_{\text{reactivos gaseosos}})$$

$\Delta H_r(T)$ ; Calor o entalpía estándar de formación. Es el valor que adopta el calor de reacción.

CÁLCULO DEL GRADO ALCOHÓLICO



→ **Entrada: (Porcentajes)**

H<sub>2</sub>O: 70% del mosto

Azúcares: 20% del mosto

Otros: 10% del mosto

→ **Salida: (Porcentajes)**

H<sub>2</sub>O: 70% de la yema

Azúcares: 0,2% de la yema

Etanol: 9,780439%

CO<sub>2</sub>: 10,179641 %

Otros: 10% de la yema

→ **Conversión: Experimental**

180 g de AZÚCAR → 88 g de CO<sub>2</sub> + 92 g de ETANOL

Volumen: 120000 L

Densidad: 1115,385 g/L



**Peso mosto: 124923,12 Kg.**

## MEMORIA TÉCNICA

	%Inicio	Masa inicial	% Final	Masa final	
<b>Agua</b>	0,7	87446184	0,7	87446184	99% Conversión
<b>Azúcar</b>	0,2	24984624	0,002	249846,24	
<b>Otros</b>	0,1	12492312	0,1	12492312	
<b>CO2</b>	0	0	0,10179641	12742158,2	
<b>Etanol</b>	0	0	0,09780439	12242465,8	
	<b>Masa total</b>	<b>124923120</b>	<b>Masa total</b>	<b>125172966</b>	

→ **Grado alcohólico:**

Densidad etanol = 789 g/L.  
Masa etanol = 12.242,46 kg.



**Volumen etanol:** 15.516,43 L.

Para el cálculo del grado alcohólico del vino final es necesario conocer la siguiente relación:

1000 L----> 100000 L----> 1% v/v

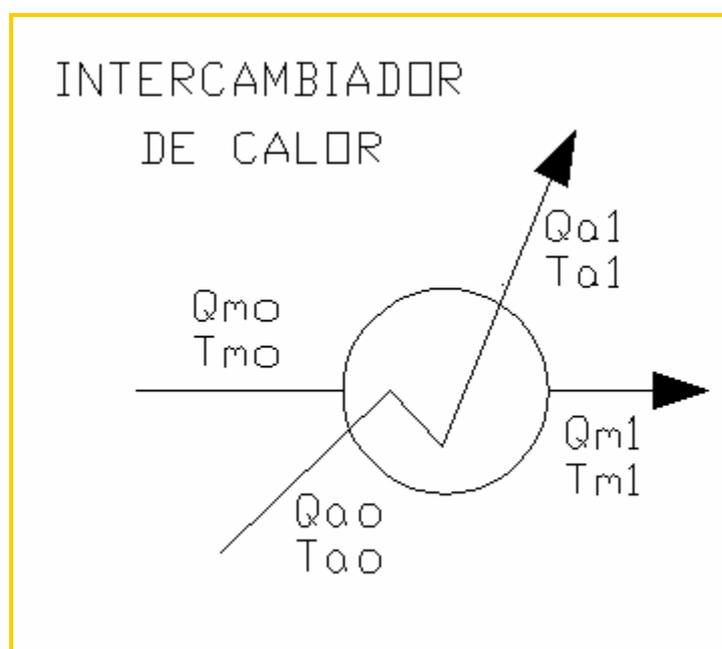
Por ello, 15516,43 L corresponden a 15,5 %v/v.

### RESOLUCIÓN DE LOS BALANCES

Según el estudio del diagrama, se separa en tres operaciones unitarias: intercambiador de calor, fermentador alcohólico y fermentador maloláctico.

➤ **Intercambiador de Calor:**

**Diagrama:**



**Variables:**

- Qm** Caudal de entrada mosto
- Qm<sub>1</sub>** Salida de mosto
- Qa<sub>0</sub>** Caudal de entrada agua
- Qa<sub>1</sub>** Caudal de salida agua
- Ta<sub>0</sub>** Temperatura Inicial agua
- Ta<sub>1</sub>** Temperatura Salida agua
- Tm<sub>0</sub>** Temperatura Inicial mosto
- Tm<sub>1</sub>** Temperatura Final mosto
- Q** Calor intercambiado
- A** Área intercambiador

$\Delta T_{ml}$  Temperatura media logarítmica

**U** Coeficiente global

**Ecuaciones:**

1.-  $Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{ml}$

2.- 
$$\Delta T_{ml} = \frac{[(T_{mo} - T_{a1}) - (T_{m1} - T_{ao})]}{\left[ \text{Ln} \left( \frac{T_{mo} - T_{a1}}{T_{m1} - T_{ao}} \right) \right]}$$

3.-  $Q_{mo} = Q_{m1}$

4.-  $Q_{ao} = Q_{a1}$

5.-  $Q_{mo} = Q_{mo} \cdot c_p \cdot (T_{m1} - T_{mo})$

6.-  $Q = Q_{ao} \cdot c_p \cdot (T_{a1} - T_{ao})$

Una vez definidas las variables y las ecuaciones de balances implicados en el subsistema en estudio, se procede al cálculo de los grados de libertad cuya expresión corresponde a la siguiente:

$$GL = n^{\circ} \text{ variables} - n^{\circ} \text{ ecuaciones}$$

Los grados de libertad de este subsistema toma valor de 6. Estos grados de libertad corresponde a las variables fijas (conexiones con el entorno de la operación unitaria en estudio) y las variables de diseño. Estos dos tipos de variables son las variables de entrada al sistema.

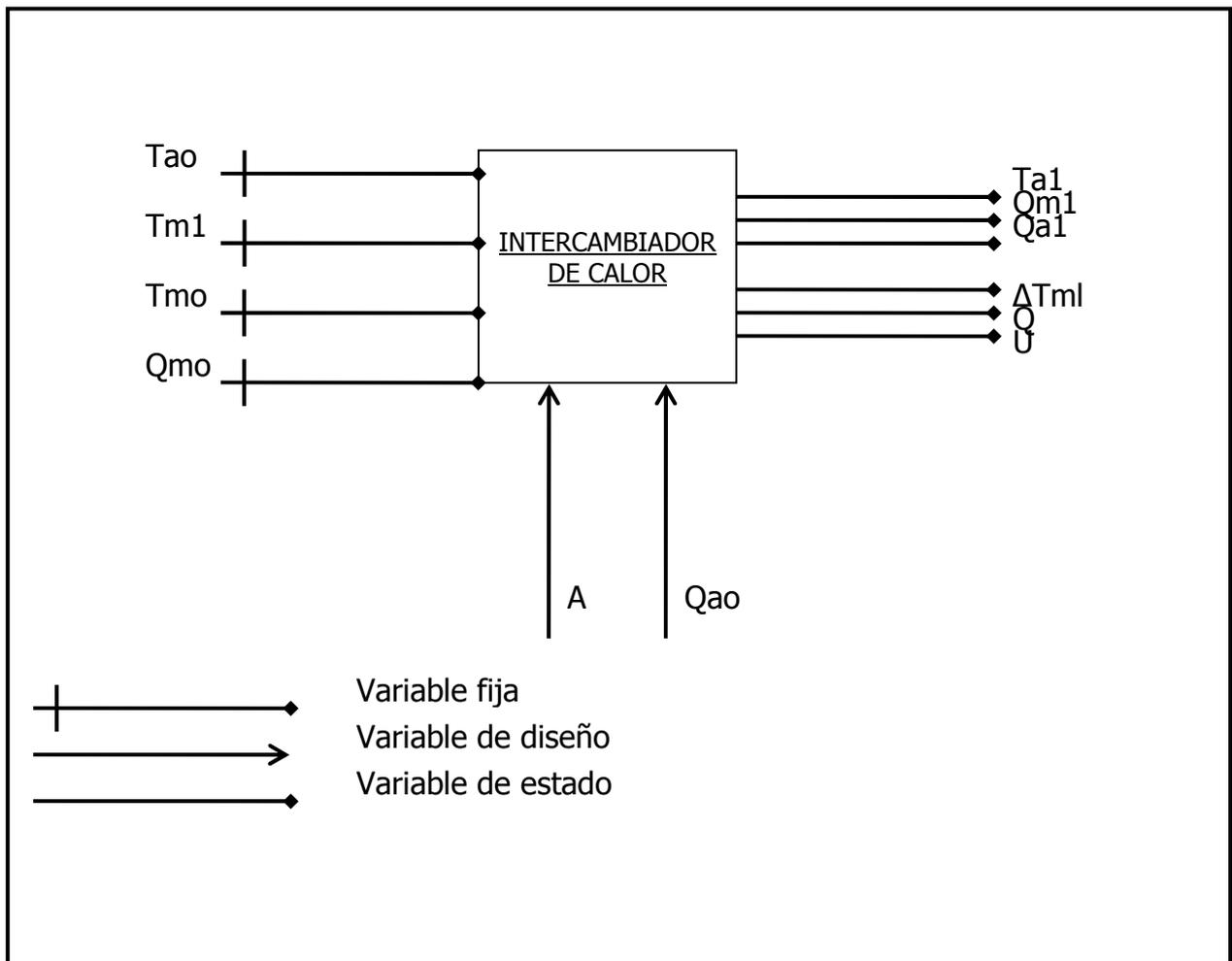
El número de ecuaciones coincide con el valor de las variables de estado existentes en el subsistema.

En la operación unitaria "Intercambiador de Calor"; existe seis grados de libertad. Cuatro de ellos corresponde a cada una de las conexiones con el entorno, por ello, hay cuatro variables fijas. De los seis grados de libertad, dos son los grados económicos de libertad, estando asociados con las variables de

diseño, a partir de las cuales se obtiene el óptimo eficiente y económico del proceso. Mientras que el valor del número de ecuaciones está ligado con las variables de estado, siendo estas las variables calculadas.

### **Diagrama de flujo de información:**

En el flujo de información debe haber tantas entradas como grados de libertad y tantas salidas como número de ecuaciones. Las entradas se subdividen en variables fijas o de diseño, mientras, que las salidas se denominan variables de estado.



## MEMORIA TÉCNICA

---

El siguiente paso corresponde a la aplicación del "algoritmo de ordenación o de distribución estructural".

### **Construcción de la matriz de funcionalidad:**

La matriz está constituida de la siguiente manera: tantas columnas como variables de estado y de diseño haya en el sistema; y, tantas filas como ecuaciones intervengan. Según la ecuación y las variables que correspondan se pone una "X" en las celdas donde se crucen.

	Q	$\Delta T_{ml}$	$T_{a_1}$	$Q_{a_1}$	U	A	$Q_{m1}$	$Q_{ao}$
1.-	X	X			X	X		
2.-		X	X					
3.-							X	
4.-				X				X
5.-	X							
6.-	X		X					X

### **Resolución matriz de funcionalidad:**

La resolución de la matriz anteriormente construida nos proporciona el orden de cálculo de las distintas ecuaciones.

Para la resolución de la matriz se busca la "X" solitaria, tachando la columna y la fila correspondiente. Así, hasta que todas las "X" se encuentren eliminadas de la matriz.

## MEMORIA TÉCNICA

	Q	$\Delta T_{ml}$	$T_{a1}$	$Q_{a1}$	U	A	$Q_{m1}$	$Q_{ao}$	
1.-	X	X			X	X			2°
2.-		X	X						3°
3.-							X		1ª
4.-				X				X	5°
5.-	X								6°
6.-	X		X					X	4°
	6°	3°	4°	5°	2°		1ª		

Una vez finalizado este proceso, se establece el orden de cálculo, siendo este el inverso del orden de eliminación de columnas y filas. Por ejemplo, en el sistema de estudio, la primera ecuación en resolver corresponde al paso 6°, correspondiendo a la ecuación quinta y se obtiene la variable de estado Q (calor intercambiado).

Las columnas que no hayan sido tachadas corresponden a las variables de diseño; siendo el área del intercambiador y el caudal de entrada del agua.

### **Orden de resolución:**

#### **★ Primer paso:**

La ecuación a resolver es la número cinco y la variable a calcular es el calor intercambiado.

$$Q = Q_{mo} \cdot c_p \cdot (T_{m1} - T_{mo}) \rightarrow Q$$

★ **Segundo paso:**

La ecuación a resolver es la número cuatro y la variable a calcular es el caudal de salida del agua.

$$Q_{ao} = Q_{a1} \rightarrow Q_{a1}$$

★ **Tercer paso:**

La ecuación a resolver es la número seis y la variable a calcular es la temperatura del agua a la salida.

$$Q = Q_{ao} \cdot c_p \cdot (T_{a1} - T_{ao}) \rightarrow T_{a1}$$

★ **Cuarto paso:**

La ecuación a resolver es la número dos y la variable a calcular es la temperatura media logarítmica.

$$\Delta T_{ml} = \frac{[(T_{mo} - T_{a1}) - (T_{m1} - T_{ao})]}{\left[ \text{Ln} \frac{(T_{mo} - T_{a1})}{(T_{m1} - T_{ao})} \right]} \rightarrow \Delta T_{ml}$$

★ **Quinto paso:**

La ecuación a resolver es la número uno y la variable a calcular es el coeficiente global.

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{ml} \rightarrow U$$

## MEMORIA TÉCNICA

---

★ **Sexto paso:**

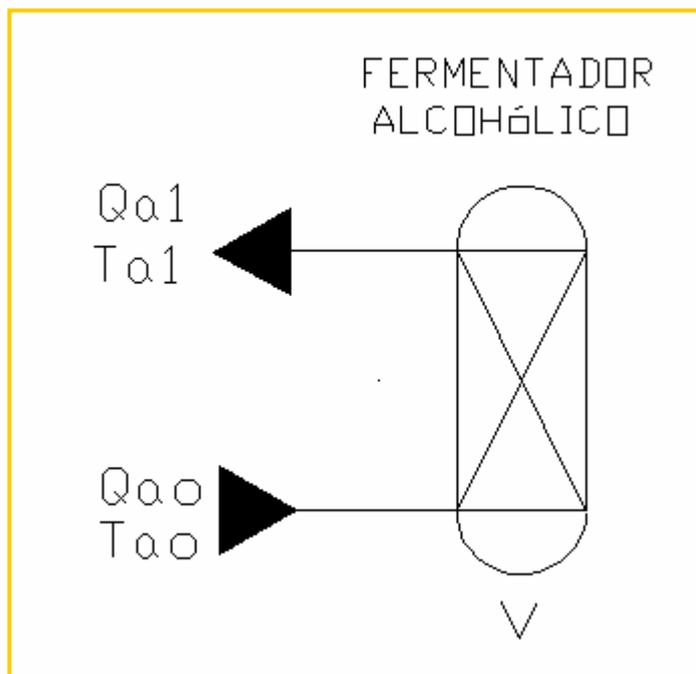
La ecuación a resolver es la número tres y la variable a calcular es el caudal del mosto a la salida.

$$Q_{mo} = Q_{m1} \rightarrow Q_{m1}$$

<b>VARIABLES FIJAS</b>		
Q <sub>mo</sub>	11200	L/h
T <sub>mo</sub>	35	°C
T <sub>m1</sub>	25	°C
T <sub>ao</sub>	5	°C
<b>VARIABLES DE DISEÑO</b>		
Q <sub>ao</sub>	5000	L/h
A	10	m <sup>2</sup>
<b>VARIABLES ESTADO</b>		
Q	94317	Kcal/h
Q <sub>a1</sub>	5000	L/h
T <sub>a1</sub>	23,8634	°C
A <sub>t<sub>m1</sub></sub>	15,1383	°C
U	623,035	Kcal/m <sup>2</sup> °Ch
Q <sub>m1</sub>	11200	L/h

➤ Fermentador alcohólico:

**Diagrama:**



**Variables:**

- $Q_{a0}$**  Caudal de entrada agua
- $Q_{a1}$**  Caudal de salida agua
- $T_{a0}$**  Temperatura Inicial agua
- $T_{a1}$**  Temperatura Salida agua
- $T_{m1}$**  Temperatura mosto
- $Q$**  Calor intercambiado
- $A$**  Área intercambiador
- $\Delta T_{ml}$**  Temperatura media logarítmica
- $U$**  Coeficiente global
- $X_1$**  Conversión
- $V$**  Volumen fermentador
- $A$**  Concentración inicial agua
- $G$**  Concentración inicial glucosa
- $I$**  Concentración inicial inertes
- $E$**  Concentración inicial etanol

<b>C</b>	Concentración inicial dióxido de carbono
<b>M</b>	Concentración inicial de ácido málico
<b>A<sub>1</sub></b>	Concentración final agua
<b>G<sub>1</sub></b>	Concentración final glucosa
<b>I<sub>1</sub></b>	Concentración final inertes
<b>E<sub>1</sub></b>	Concentración final etanol
<b>C<sub>1</sub></b>	Concentración final dióxido de carbono
<b>M<sub>1</sub></b>	Concentración final de ácido málico

**Ecuaciones:**

- 1.-  $A_1 = A$
- 2.-  $G_1 = G - X_1 \cdot G$
- 3.-  $I_1 = I$
- 4.-  $E_1 = 0.51 \cdot (X_1 \cdot G) + E$
- 5.-  $C_1 = 0.49 \cdot (X_1 \cdot G) + C$
- 6.-  $M_1 = M - 0.2 \cdot M$
- 7.-  $Q = \Delta U_r$
- 8.-  $Q = Q_{ao} \cdot c_{pa} \cdot (T_{a1} - T_{ao})$
- 9.-  $Q_{ao} = Q_{a1}$
- 10.-  $Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{ml}$
- 11.- 
$$\Delta T_{ml} = \frac{[(T_{mo} - T_{a1}) - (T_{m1} - T_{ao})]}{\left[ \text{Ln} \frac{(T_{mo} - T_{a1})}{(T_{m1} - T_{ao})} \right]}$$

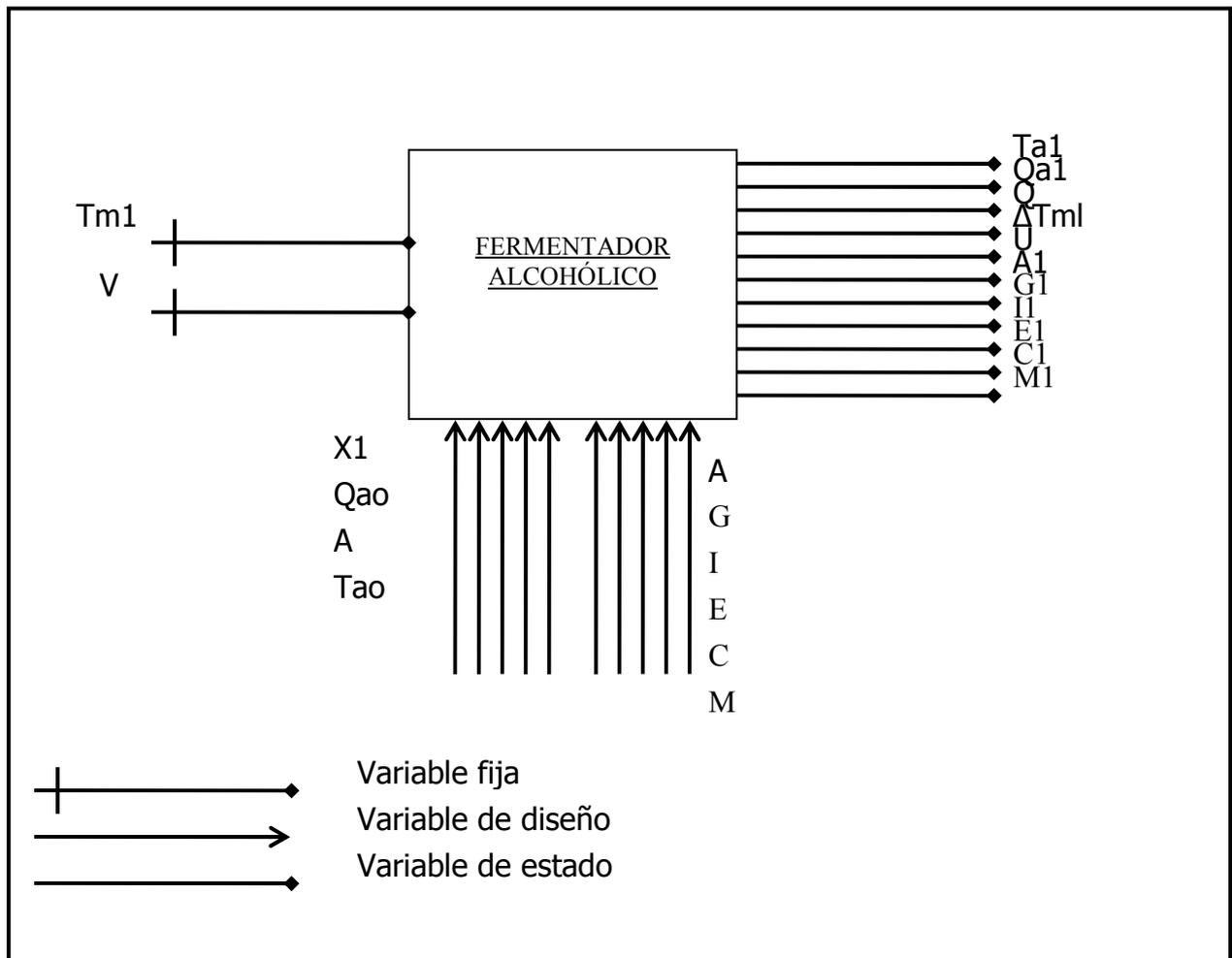
Una vez definidas las variables y las ecuaciones de balances implicados en el subsistema en estudio, se procede al cálculo de los grados de libertad cuya expresión corresponde a la siguiente:

$$GL = n^{\circ} \text{ variables} - n^{\circ} \text{ ecuaciones} = 23 - 21$$

Los grados de libertad de este subsistema toma valor de 12. Dos de ellos corresponde a cada una de las conexiones con el entorno, por ello, hay dos variables fijas. Los diez grados de libertad restantes corresponden a variables de diseño. Mientras, el número de ecuaciones existentes (once) corresponden a ecuaciones de estado.

### Diagrama de flujo de información:

En el flujo de información debe haber tantas entradas como grados de libertad y tantas salidas como número de ecuaciones. Las entradas se subdividen en variables fijas o de diseño, mientras, que las salidas se denominan variables de estado.



# MEMORIA TÉCNICA

## Construcción de la matriz de funcionalidad:

	Tao	Qao	Ta1	Qa1	A1	G1	I1	E1	C1	M1	A	G	I	E	C	M	Q	A	ATml	X1	U	
1					X						X											
2						X						X									X	
3							X						X									
4								X				X		X							X	
5									X			X			X							
6										X						X						
7																	X					
8	X	X	X														X					
9		X		X																		
10																	X	X	X			X
11	X		X																X			

## Resolución matriz de funcionalidad:

	Tao	Qao	Ta1	Qa1	A1	G1	I1	E1	C1	M1	A	G	I	E	C	M	Q	A	ATml	X1	U	
1					X						X											
2						X						X									X	
3							X						X									
4								X				X		X							X	
5									X			X			X							
6										X						X						
7																	X					
8	X	X	X														X					
9		X		X																		
10																	X	X	X			X
11	X		X																X			

10°
7°
1°
2°
3°
4°
5°
6°
11°
9°
8°

**Orden de resolución:**

★ **Primer paso:**

La ecuación a resolver es la número siete variable a calcular es el calor intercambiado.

$$Q = \Delta U \rightarrow Q$$

★ **Segundo paso:**

La ecuación a resolver es la número ocho y la variable a calcular es la temperatura de salida del agua.

$$Q = Q_{ao} \cdot c_{pa} \cdot (T_{a1} - T_{ao}) \rightarrow T_{a1}$$

★ **Tercer paso:**

La ecuación a resolver es la número once y la variable a calcular es la temperatura media logarítmica.

$$\Delta T_{ml} = \frac{[(T_{mo} - T_{a1}) - (T_{m1} - T_{ao})]}{\left[ \ln \frac{(T_{mo} - T_{a1})}{(T_{m1} - T_{ao})} \right]} \rightarrow \Delta T_{ml}$$

★ **Cuarto paso:**

La ecuación a resolver es la número diez y la variable a calcular es el coeficiente global.

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{ml} \rightarrow U$$

★ **Quinto paso:**

La ecuación a resolver es la número nueve y la variable a calcular es el caudal salida del agua.

$$Q_{ao} = Q_{a1} \rightarrow Q_{a1}$$

★ **Sexto paso:**

La ecuación a resolver es la número seis y la variable a calcular es la concentración del ácido málico al finalizar la reacción.

$$M_1 = M - 0.2 \cdot M$$

★ **Séptimo paso:**

La ecuación a resolver es la número cinco y la variable a calcular es la concentración de dióxido de carbono al finalizar la reacción.

$$C_1 = 0.49 \cdot (X_1 \cdot G) + C$$

★ **Octavo paso:**

La ecuación a resolver es la número cuatro y la variable a calcular es la concentración de etanol al finalizar la reacción.

$$E_1 = 0.51 \cdot (X_1 \cdot G) + E$$

★ **Noveno paso:**

La ecuación a resolver es la número tres y la variable a calcular es la concentración de inertes al finalizar la reacción.

$$I_1 = I$$

★ **Décimo paso:**

La ecuación a resolver es la número dos y la variable a calcular es la concentración de glucosa al finalizar la reacción.

$$G_1 = G - X_1 \cdot G$$

★ **Onceavo paso:**

La ecuación a resolver es la número uno y la variable a calcular es la concentración de agua al finalizar la reacción.

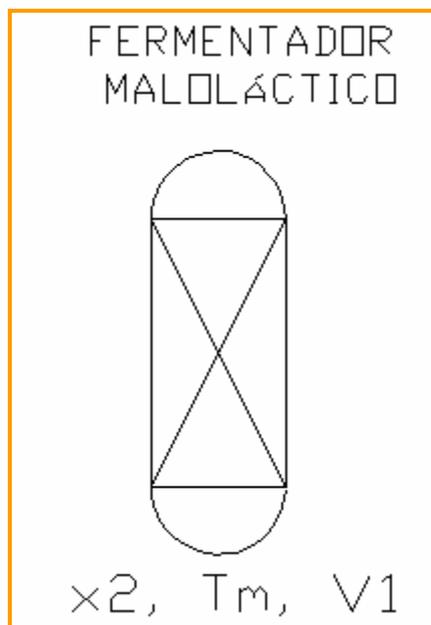
$$A_1 = A$$

## MEMORIA TÉCNICA

<b>VARIABLES FIJAS</b>		
V	112000	L
T <sub>m1</sub>	25	°C
<b>VARIABLES DE DISEÑO</b>		
T <sub>ao</sub>	5	°C
Q <sub>ao</sub>	10000	L/h
A	781,25	g/L
G	223,21	g/L
I	103,61	g/L
E	0	g/L
C	0	g/L
M	8	g/L
Ar	55	m <sup>2</sup>
X <sub>1</sub>	0,99	
<b>VARIABLES ESTADO</b>		
Q	499603,06	Kcal/h
T <sub>a1</sub>	54,960306	°C
At <sub>ml</sub>	123,620948	°C
U	73,4801999	Kcal/h m <sup>2</sup> °C
Q <sub>a1</sub>	10000	L/h
A <sub>1</sub>	781,25	g/L
G <sub>1</sub>	2,2321	g/L
I <sub>1</sub>	103,61	g/L
E <sub>1</sub>	112,698729	g/L
C <sub>1</sub>	108,279171	g/L
M <sub>1</sub>	6,4	g/L

**Fermentador maloláctico:**

**Diagrama:**



**Variables:**

<b>T<sub>m</sub></b>	Temperatura vino yema
<b>X<sub>2</sub></b>	Conversión
<b>V<sub>1</sub></b>	Volumen fermentador
<b>A<sub>1</sub></b>	Concentración inicial agua
<b>G<sub>1</sub></b>	Concentración inicial glucosa
<b>I<sub>1</sub></b>	Concentración inicial inertes
<b>E<sub>1</sub></b>	Concentración inicial etanol
<b>C<sub>1</sub></b>	Concentración inicial dióxido de carbono
<b>M<sub>1</sub></b>	Concentración inicial de ácido málico
<b>L<sub>1</sub></b>	Concentración inicial de ácido láctico
<b>A<sub>2</sub></b>	Concentración final agua
<b>G<sub>2</sub></b>	Concentración final glucosa
<b>I<sub>2</sub></b>	Concentración final inertes
<b>E<sub>2</sub></b>	Concentración final etanol
<b>C<sub>2</sub></b>	Concentración final dióxido de carbono

**M<sub>2</sub>** Concentración final de ácido málico

**L<sub>2</sub>** Concentración final de ácido láctico

**Ecuaciones:**

**1.-**  $A_2 = A_1$

**2.-**  $G_2 = G_1$

**3.-**  $I_2 = I_1$

**4.-**  $E_2 = E_1$

**5.-**  $C_2 = 0.1 \cdot C_1 + 0.33 \cdot (X_2 \cdot M_1)$

**6.-**  $M_2 = M_1 - X_2 \cdot M_1$

**7.-**  $L_2 = L_1 + 0.67 \cdot (X_2 \cdot M_1)$

Una vez definidas las variables y las ecuaciones de balances implicados en el subsistema en estudio, se procede al cálculo de los grados de libertad cuya expresión corresponde a la siguiente:

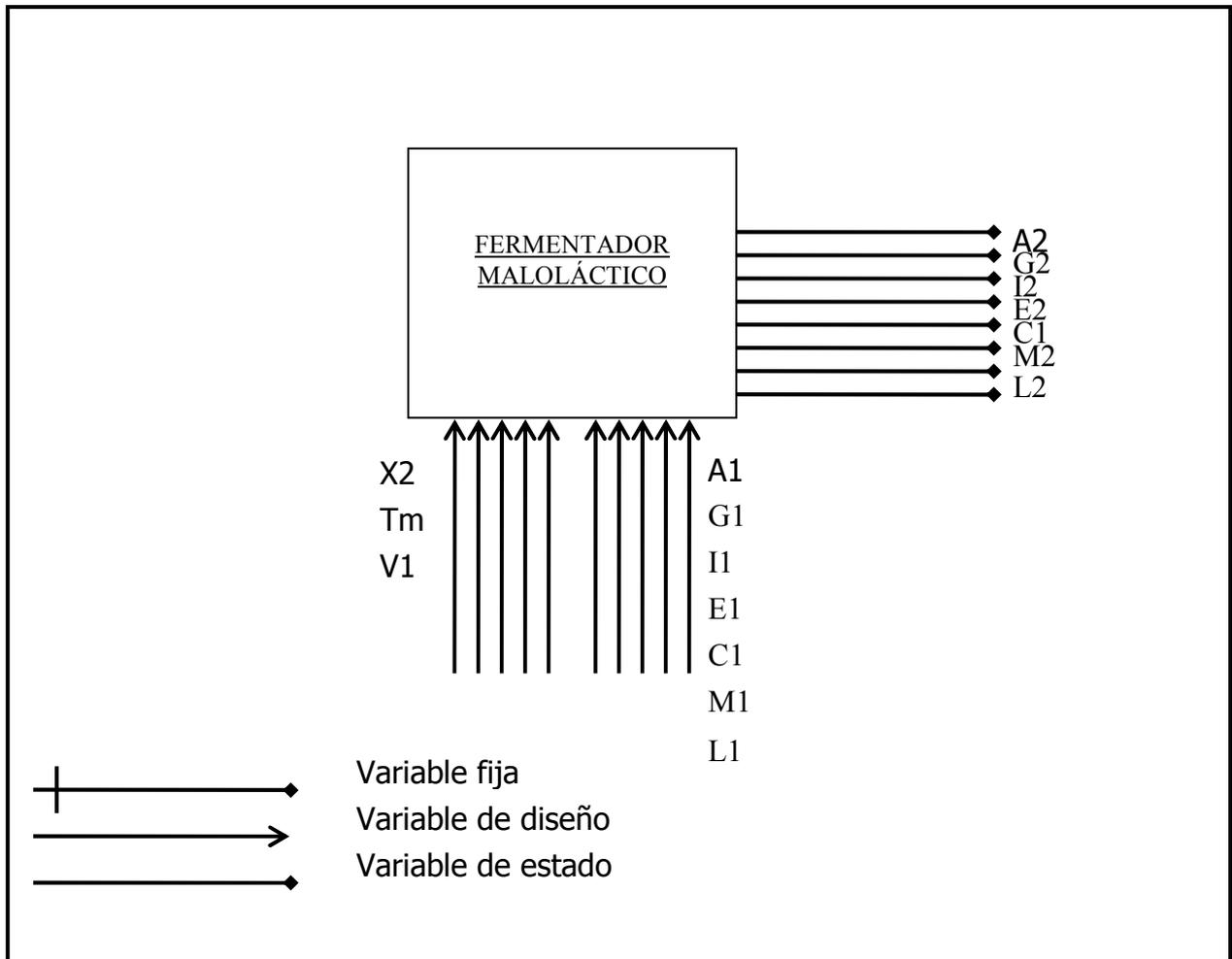
$$GL = n^{\circ} \text{ variables} - n^{\circ} \text{ ecuaciones} = 17 - 7$$

Los grados de libertad de este subsistema toma valor de 10. En este subsistema no existe conexión con el entorno; por lo que todas las variables son de diseño.

**Diagrama de flujo de información:**

En el flujo de información debe haber tantas entradas como grados de libertad y tantas salidas como número de ecuaciones. Las entradas se subdividen en variables fijas o de diseño, mientras, que las salidas se denominan variables de estado.

## MEMORIA TÉCNICA



### Construcción de la matriz de funcionalidad:

	V1	Tm	X2	A2	G2	I2	E2	C2	M2	L2	A1	G1	I1	E1	C1	M1	L1
1				X							X						
2					X							X					
3						X							X				
4							X							X			
5			X					X							X	X	
6			X						X							X	
7			X							X						X	X

**Resolución matriz de funcionalidad:**

	V1	Tm	X2	A2	G2	I2	E2	C2	M2	L2	A1	G1	I1	E1	C1	M1	L1
1				X							X						
2					X							X					
3						X							X				
4							X							X			
5			X					X							X	X	
6			X						X							X	
7			X							X						X	X

1°
2°
3°
4°
5°
6°
7°

**Orden de resolución:**

★ **Primer paso:**

La ecuación a resolver es la número siete variable a calcular es la concentración de ácido láctico al final de la fermentación.

$$L_2 = L_1 + 0.67 \cdot (X_2 \cdot M_1)$$

★ **Segundo paso:**

La ecuación a resolver es la número seis y la variable a calcular es la concentración de ácido málico al final de la fermentación.

$$M_2 = M_1 - X_2 \cdot M_1$$

★ **Tercer paso:**

La ecuación a resolver es la número cinco y la variable a calcular es la concentración de dióxido de carbono.

$$C_2 = 0.1 \cdot C_1 + 0.33 \cdot (X_2 \cdot M_1)$$

★ **Cuarto paso:**

La ecuación a resolver es la número cuatro y la variable a calcular la concentración de etanol al final de la fermentación.

$$E_2 = E_1$$

★ **Quinto paso:**

La ecuación a resolver es la número tres y la variable a calcular es la concentración de inertes al final de la fermentación.

$$I_2 = I_1$$

★ **Sexto paso:**

La ecuación a resolver es la número dos y la variable a calcular es la concentración de glucosa al final de la fermentación.

$$G_2 = G_1$$

---

---

## MEMORIA TÉCNICA

---

---

★ **Séptimo paso:**

La ecuación a resolver es la número uno y la variable a calcular es la concentración de agua al final de la fermentación.

$$A_2 = A_1$$

<b>VARIABLES DE DISEÑO</b>		
V1	78400	L
Tm	25	°C
X2	0,99	
A1	781,25	g/L
G1	2,2321	g/L
I1	103,61	g/L
E1	112,699	g/L
C1	108,279	g/L
M1	6,4	g/L
L1	0	g/L
<b>VARIABLES ESTADO</b>		
A2	781,25	g/L
G2	2,2321	g/L
I2	103,61	g/L
E2	112,699	g/L
C2	12,9188	g/L
M2	0,064	g/L
L2	4,24512	g/L

### **CAPÍTULO II: DISEÑO DE LOS FERMENTADORES**

El diseño de los recipientes se realiza en base del **CÓDIGO ASME SECCIÓN VII DIVISIÓN 1** (ANSI/ASME BPV Code VIII 1 2000); donde se establece los requerimientos mínimos para el diseño, fabricación e inspección para los recipientes a presión.

En el presente proyecto los recipientes a diseñar corresponden a depósitos donde se lleva a cabo reacciones químicas, tomando el nombre de reactores. No obstante, como las reacciones químicas son llevadas a cabo por microorganismos se denominan fermentadores o reactores biológicos.

En la memoria descriptiva en el apartado ***"Diseño del fermentador"*** se especifica con detalle la configuración que debe adoptar el fermentador alcohólico y el maloláctico. En el presente CAPÍTULO se concretará los cálculos realizados.

### ➤ CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL FERMENTADOR ALCOHÓLICO.

El fermentador alcohólico se encuentra constituido por una carcasa cilíndrica unido a una cabeza toriesférica y un fondo toricónico.

La transición de la carcasa cilíndrica a las tapas se lleva a cabo en la línea de tangencia. Esta línea se encuentra sometida a grandes tensiones axiales que se traducen en fuertes tensiones locales, y este resulta ser el punto más débil de todo el recipiente. Por este motivo la soldadura de unión fondo-carcasa no se realiza a lo largo de esta línea, sino a una cierta distancia denominada pestaña o faldilla. Esta distancia se consigue fabricando los fondos con una parte cilíndrica en su base.

La pestaña o faldilla debe cumplir unos límites. Debe comprender entre los 25 mm y los 100 mm. En el presente proyecto se tomará el valor máximo.

Las dimensiones del fermentador alcohólico como se ha comentado en el apartado "*Dimensiones del reactor biológico*" de la memoria descriptiva, del presente proyecto, son en función de la cantidad de materia prima receptionada.

Capacidad fermentador: 115 m<sup>3</sup>

#### ★ FONDO TORICÓNICO

Diámetro: 4 m.

Altura Cono: 2 m.

Cono truncado: 1/3 h.

Volumen fondo toricónico: 5,585 m<sup>3</sup>.

### ★ CARCASA CILÍNDRICA

Diámetro: 4 m.

Volumen cuerpo: 109,415 m<sup>3</sup>.

Altura: 8,7 m.

El material seleccionado para la fabricación del fermentador alcohólico debe ser el adecuado para la sustancia con la que se trabaja. Esta sustancia corresponde al mosto de vino, siendo esta una sustancia ácida y corrosiva. Además de las propiedades químicas, se debe considerar las propiedades físicas y mecánicas del material. En el apartado "*Diseño mecánico, selección de materiales y dispositivos para el mantenimiento de condiciones asépticas*", se explica con claridad las ventajas e inconvenientes de la elección del acero inoxidable AISI 304 para la fabricación del fermentador alcohólico.

Las características de este material son las siguientes:

LOS ACEROS INOXIDABLES SON ALEACIONES DE HIERRO CON UN MÍNIMO DE UN 10,5% DE CROMO. LA ALEACIÓN 304 ES UN ACERO INOXIDABLE AUSTENÍTICO DE USO GENERAL CON UNA ESTRUCTURA CÚBICA DE CARAS CENTRADAS. ES ESENCIALMENTE NO MAGNÉTICO EN ESTADO RECOCIDO Y SÓLO PUEDE ENDURECERSE EN FRÍO. SU BAJO CONTENIDO EN CARBONO CON RESPECTO A LA ALEACIÓN 302 OTORGA UNA MEJOR RESISTENCIA A LA CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS SOLDADAS.

#### **Propiedades Eléctricas**

RESISTIVIDAD ELÉCTRICA ( $\mu\text{Ohmcm}$ ) 80-72

#### **Propiedades Físicas**

DENSIDAD ( $\text{g cm}^{-3}$ ) 7,93

PUNTO DE FUSIÓN ( $^{\circ}\text{C}$ ) 1400-1455

### Propiedades Mecánicas

ALARGAMIENTO (%)	<60
DUREZA BRINELL	160-190
IMPACTO IZOD (J m <sup>-1</sup> )	20-136
MÓDULO DE ELASTICIDAD (GPa)	190-210
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa)	460-1100

### Propiedades Térmicas

COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA 20-100° C (x10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup> )	18
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 23°C (W M <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )	16,3

El diseño y cálculo mecánico de los recipientes a presión básicamente consiste en la determinación de sus espesores, tomando como datos de partida: la forma del equipo, sus dimensiones, el material empleado, las condiciones de operación, cargas debidas al viento y terremoto y el peso específico del fluido.

### Presión de Diseño

$$P \geq 1,1 P_{\text{máx operación}} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$P \geq P_{\text{máx operación}} + 2 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$P \geq 3,5 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

La expresión empleada es la más restrictiva, por lo que la presión de diseño del fermentador alcohólico es de 3,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

### Temperatura de Diseño

$$T = T_{\text{máx}} + 20^{\circ}\text{C}$$

La temperatura de diseño del fermentador alcohólico es de 52 °C.

Espesor de recipientes sometidos a presión interna

Ver anexo "Fórmulas generales para el cálculo de espesor de diversos recipientes".

### CARCASA CILÍNDRICA

(Presión circunferencial > Presión longitudinal)

$$t_m = \frac{P \cdot R_i}{(S \cdot E - 0.6 \cdot P)}$$

donde:

$$P = P_{\text{liquido}} + P_{\text{atmosférica}} = 28.49 \text{ psi.}$$

$$R_i = 2m.$$

$$S = 18750 \text{ psi.}$$

$$E = 0.85$$

$$t_m = 3.579 \text{ mm.}$$

El espesor correspondiente a la corrosión de un acero inoxidable es de 1,5 mm. Además, se introduce un 10% de sobredimensionamiento.

$$t_m = 5.58 \text{ mm}$$

Redondeando el espesor del fermentador maloláctico toma un valor de 6 mm.

### CABEZA TORIESFÉRICA

$$t_m = \frac{P \cdot L \cdot M}{(2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P)}$$

donde:

$$P = P_{\text{liquido}} + P_{\text{atmosférica}} = 14.82 \text{ psi.}$$

$$R_i = 2m.$$

$$S = 18750 \text{ psi.}$$

## MEMORIA TÉCNICA

---

$$E = 0.85$$

$$t_m = 2.87mm.$$

El espesor correspondiente a la corrosión de un acero inoxidable es de 1,5 mm. Además, se introduce un 10% de sobredimensionamiento.

$$t_m = 4.80mm.$$

Redondeando el espesor del fermentador maloláctico toma un valor de 5 mm.

### COLA TORICÓNICA

(Circunferencial)

$$t_m = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \cos \alpha \cdot (2 \cdot S \cdot E - 0.6 \cdot P)}$$

donde:

$$P = P_{\text{líquido}} + P_{\text{atmosférica}} = 24.21 \text{ psi.}$$

$$R_i = 2m$$

$$S = 18750 \text{ psi.}$$

$$E = 0.85$$

$$t_m = 2.14mm.$$

El espesor correspondiente a la corrosión de un acero inoxidable es de 1,5 mm. Además, se introduce un 10% de sobredimensionamiento.

$$t_m = 4mm.$$

Redondeando el espesor del fermentador maloláctico toma un valor de 4 mm.

### Espesor de recipientes sometidos a presión externa

El fermentador alcohólico al poseer una camisa externa, para absorber el calor desprendido de la reacción biosintética, se encuentra sometido a presión interna y externa.

El método a seguir consiste en comprobar que los espesores mínimos calculados según la presión interna son correctos para resistir la presión externa de diseño o proyecto.

Según el código ASME VIII Div.1: **CARCASAS CILÍNDRICAS**

$$L = L_u + \frac{1}{3} \cdot H_1 + \frac{1}{3} \cdot H_2 = 9.26m$$

$$L/D_o = 9.26/4.012 = 2.30$$

$$D_o/t_{\min} = 4.012/0.06 = 66.86$$

Con las relaciones geométricas anteriores y mediante el empleo de la figura 5-UG 28.0 s/ASME VIII Div. 1 se determina el valor de "A".

$$A = 0.001$$

Utilizando la figura 5-UG 28.1 s/ASME VIII Div. 1 se calcula el valor de B, no obstante, no existe línea de tendencia para nuestra temperatura de diseño, por lo que la fórmula a emplear es la siguiente:

$$P_a = \frac{2 \cdot A \cdot E}{\left[ 3 \cdot \left( \frac{D_o}{t} \right) \right]}$$

$$P_a = \frac{2 \cdot 0.001 \cdot 29 \cdot 10^6}{[3 \cdot 66.86]} = 289 \text{ psi}$$

$$P_a > P$$

$$289 \text{ psi} > 28.49 \text{ psi}$$

SOPORTA LA PRESIÓN EXTERNA.

### ➤ CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL FERMENTADOR MALOLÁCTICO.

El fermentador alcohólico se encuentra constituido por una carcasa cilíndrica unido a una cabeza toriesférica y un fondo plano.

Las dimensiones del fermentador maloláctico depende de la cantidad de vino primario trasvasado desde el fermentador alcohólico, correspondiendo éste a un 70 % del volumen del mosto.

Capacidad fermentador: 80 m<sup>3</sup>

#### ★ CARCASA CILÍNDRICA

Diámetro: 4 m.

Volumen cuerpo: 80 m<sup>3</sup>.

Altura: 6,5 m.

El material seleccionado para la fabricación del fermentador maloláctico corresponde al acero inoxidable 304.

[Ver características en el apartado anterior "Diseño del fermentador alcohólico"](#)

#### Presión de Diseño

$$P \geq 1,1 P_{\text{máx operación}} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$P \geq P_{\text{máx operación}} + 2 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$P \geq 3,5 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

La expresión empleada es la más restrictiva, por lo que la presión de diseño del fermentador maloláctico es de 3,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

### Temperatura de Diseño

$$T = T_{\text{máx}} + 20^{\circ}\text{C}$$

La temperatura de diseño del fermentador alcohólico es de 45 °C.

### Espesor de recipientes sometidos a presión interna

Ver anexo "Fórmulas generales para el cálculo de espesor de diversos recipientes".

#### CARCASA CILÍNDRICA

(Presión circunferencial > Presión longitudinal)

$$t_m = \frac{P \cdot R_i}{(S \cdot E - 0.6 \cdot P)}$$

donde:

$$P = P_{\text{liquido}} + P_{\text{atmosférica}} = 16.28 \text{ psi.}$$

$$R_i = 2m$$

$$S = 18750 \text{ psi.}$$

$$E = 0.85$$

$$t_m = 2.04 \text{ mm.}$$

El espesor correspondiente a la corrosión de un acero inoxidable es de 1,5 mm. Además, se introduce un 10% de sobredimensionamiento.

$$t_m = 3.89 \text{ mm.}$$

Redondeando el espesor del fermentador maloláctico toma un valor de 4 mm.

### CABEZA TORIESFÉRICA

$$t_m = \frac{P \cdot L \cdot M}{(2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P)}$$

donde:

$$P = P_{\text{liquido}} + P_{\text{atmosférica}} = 14.82 \text{ psi.}$$

$$R_i = 2m$$

$$S = 18750 \text{ psi.}$$

$$E = 0.85$$

$$t_m = 2.87 \text{ mm.}$$

El espesor correspondiente a la corrosión de un acero inoxidable es de 1,5 mm. Además, se introduce un 10% de sobredimensionamiento.

$$t_m = 4.80 \text{ mm.}$$

Redondeando el espesor del fermentador maloláctico toma un valor de 5 mm.

### Espesor de recipientes sometidos a presión externa

El fermentador maloláctico al poseer una camisa externa, para mantener el medio interior en una temperatura óptima de 23°C, se encuentra sometido a una presión interna y externa.

El método a seguir consiste en comprobar que los espesores mínimos calculados según la presión interna son correctos para resistir la presión externa de diseño o proyecto.

Según el código ASME VIII Div.1: **CARCASAS CILÍNDRICAS**

$$L = L_u + \frac{1}{3} \cdot H_1 + \frac{1}{3} \cdot H_2 = 6.83m$$

$$\frac{L}{D_o} = \frac{6.83}{4.08} = 1.67$$

$$\frac{D_o}{t_{\min}} = \frac{4.08}{0.04} = 102$$

Con las relaciones geométricas anteriores y mediante el empleo de la figura 5-UG 28.0 s/ASME VIII Div. 1 se determina el valor de "A".

$$A = 0.0008$$

Utilizando la figura 5-UG 28.1 s/ASME VIII Div. 1 se calcula el valor de B, no obstante, no existe línea de tendencia para nuestra temperatura de diseño, por lo que la fórmula a emplear es la siguiente:

$$P_a = \frac{2 \cdot A \cdot E}{\left[ 3 \cdot \left( \frac{D_o}{t} \right) \right]}$$

$$P_a = \frac{2 \cdot 0.0008 \cdot 29 \cdot 10^6}{[3 \cdot 102]} = 152 \text{ psi}$$

Correcto:  $P_a > P$   
 $152 \text{ psi} > 16.28 \text{ psi}$

SOPORTA LA PRESIÓN EXTERNA.

### **CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA RED DE TUBERÍA**

Para el cálculo y la selección de los elementos del sistema de tuberías se ha empleado el "***Código para tuberías a presión***" **ASME B31**.

Las principales variables que intervienen en el diseño de un sistema de tuberías se fundamentan en los parámetros físicos, condiciones de operación y de carga; y, finalmente, se encuentra condicionado por factores del propio entorno donde opera. Un factor muy importante es la corrosión.

Los elementos que definen mecánicamente un sistema de tuberías son los siguientes:

- ★ Presión y temperatura de proyecto o diseño.
- ★ Diámetro nominal.
- ★ Espesor de pared.
- ★ Material de construcción.
- ★ Corrosión admisible.
- ★ Método de fabricación.

➤ **RED TUBERÍAS 1: Trasvase desde la molienda-despalilladora hasta los fermentadores alcohólicos.**

La red de tuberías número 1 está constituida por un tramo del mismo diámetro. La finalidad del sistema de tuberías corresponde al trasvase del mosto de uva desde la molienda-despalilladora hasta los fermentadores alcohólicos. Se encuentra fabricado en acero inoxidable AISI 316.

La red de tuberías número 1, en función de la temperatura, se divide en dos zonas. Por la *primera zona* (molienda-despalilladora hasta intercambiador de calor) circula mosto a 35°C; mientras que por la *segunda zona* (intercambiador de calor hasta fermentador alcohólico) circula mosto a 25°C.

<b><u>CAUDAL</u></b>	11200 L/h
<b><u>VELOCIDAD</u></b>	1,5 m/s
<b><u>DIÁMETRO</u></b>	2,375 in
<b><u>DIÁMETRO NOMINAL</u></b>	2
<b><u>ESPESOR MÍNIMO</u></b>	0,015 mm
<b><u>ESPESOR REAL</u></b>	0,065 in
<b><u>PRESIÓN</u></b>	2,38 in
<b><u>CAIDA DE PRESIÓN</u></b>	225,48 Pa
<b><u>LONGITUD</u></b>	67 m
<b><u>ACCESORIOS</u></b>	Codos 90°: 2 Te: 1 Codo 180°: 92 Válvula compuerta: 3

La bomba requerida para este sistema de tuberías debe solventar 29,00 m.c.a. y proporcionar un caudal de 11200 L/h.

➤ **RED TUBERÍAS 2: Trasvase desde fermentadores alcohólicos a los fermentadores malolácticos.**

La red de tuberías número 2 está constituida por un tramo del mismo diámetro. La finalidad del sistema de tuberías corresponde al trasvase del vino primario desde los fermentadores alcohólicos hasta los fermentadores malolácticos. Se encuentra fabricado en acero inoxidable AISI 316. El vino yema circula a una temperatura de 25°C.

<b><u>CAUDAL</u></b>	7840 L/h
<b><u>VELOCIDAD</u></b>	1,5 m/s
<b><u>DIÁMETRO</u></b>	1,9 in
<b><u>DIÁMETRO NOMINAL</u></b>	1 ½
<b><u>ESPESOR MÍNIMO</u></b>	0,015 mm
<b><u>ESPESOR REAL</u></b>	0,065 in
<b><u>PRESIÓN</u></b>	2,38 in
<b><u>CAIDA DE PRESIÓN</u></b>	74,71 Pa
<b><u>LONGITUD</u></b>	26,7 m
<b><u>ACCESORIOS</u></b>	Codos 90°: 5 Te: 2 Válvula compuerta: 3

La bomba requerida para este sistema de tuberías debe solventar 9,76 m.c.a. y proporcionar un caudal de 7840 L/h.

➤ **RED TUBERÍAS 3: Tuberías de remontado.**

La red de tuberías número 3 está constituida por un tramo del mismo diámetro. La finalidad del sistema de tuberías corresponde al procedimiento de remontado del fermentador alcohólico. El sistema se extiende desde el fondo del reactor biológico hasta la cabeza del mismo. Se encuentra fabricado en acero inoxidable AISI 316.

La red de tuberías número 3 trabaja con una temperatura de 25°C.

<b><u>CAUDAL</u></b>	33600 L/h
<b><u>VELOCIDAD</u></b>	1,5 m/s
<b><u>DIÁMETRO</u></b>	10,75 in
<b><u>DIÁMETRO NOMINAL</u></b>	10
<b><u>ESPESOR MÍNIMO</u></b>	0,015 mm
<b><u>ESPESOR REAL</u></b>	0,134 in
<b><u>PRESIÓN</u></b>	2,38 in
<b><u>CAIDA DE PRESIÓN</u></b>	99,11 Pa
<b><u>LONGITUD</u></b>	18,05 m
<b><u>ACCESORIOS</u></b>	Codos 90°: 6 Válvula compuerta: 2

La bomba requerida para este sistema de tuberías debe solventar 12,9 m.c.a. y proporcionar un caudal de 33600 L/h.

## MEMORIA TÉCNICA

---

---

➤ **RED TUBERÍAS 4: Traslase vino secundario desde los fermentadores alcohólicos hasta la prensa neumática.**

La red de tuberías número 6 está constituida por un tramo del mismo diámetro. La finalidad del sistema de tuberías corresponde al traslase del vino secundario desde los fermentadores alcohólicos hasta la prensa neumática. Se encuentra fabricado en acero inoxidable AISI 316.

<b><u>CAUDAL</u></b>	5000 L/h
<b><u>VELOCIDAD</u></b>	1,5 m/s
<b><u>DIÁMETRO</u></b>	1,315 in
<b><u>DIÁMETRO NOMINAL</u></b>	1
<b><u>ESPELOR MÍNIMO</u></b>	0,015 mm
<b><u>ESPELOR REAL</u></b>	0,065 in
<b><u>PRESIÓN</u></b>	2,38 psi
<b><u>CAIDA DE PRESIÓN</u></b>	38,20 Pa
<b><u>LONGITUD</u></b>	35,4 m
<b><u>ACCESORIOS</u></b>	Codos 90°: 8 Te: 1 Válvula compuerta: 1

La bomba requerida para este sistema de tuberías debe solventar 6,50 m.c.a. y proporcionar un caudal de 5000 L/h.

### ➤ **RED TUBERÍAS 5: Red del fluido refrigerante.**

La red de tuberías número cuatro tiene como objetivo enfriar y mantener en una temperatura de 25° C la red de tuberías número 1 y los fermentadores alcohólicos y a una temperatura de 23° C los fermentadores malolácticos.

Los componentes de esta red de tuberías son:

- ★ Intercambiador de calor.
- ★ Camisa externa fermentador alcohólico 1.
- ★ Camisa externa fermentador alcohólico 2.
- ★ Camisa externa fermentador maloláctico 1.
- ★ Camisa externa fermentador maloláctico 2.
- ★ Enfriadora de agua.

Este sistema de tuberías se encuentra compuesto por cuatro tramos de diferentes diámetros. El fluido que transporta corresponde al agua y el material de construcción de las tuberías es el cobre. La temperatura es variable según condiciones de operación y zonificación, no obstante, abarca el intervalo [5, 80] °C.

La bomba requerida para este sistema de tuberías debe solventar 31,3 m.c.a. y proporcionar un caudal de 55000 L/h.

## MEMORIA TÉCNICA

---

### TRAMO 1

<b><u>CAUDAL</u></b>	55000 L/h
<b><u>VELOCIDAD</u></b>	1,5 m/s
<b><u>DIÁMETRO</u></b>	4,5 in
<b><u>DIÁMETRO NOMINAL</u></b>	4
<b><u>ESPELOR MÍNIMO</u></b>	0,015 mm
<b><u>ESPELOR REAL</u></b>	0,083 in
<b><u>PRESIÓN</u></b>	2,13 psi
<b><u>CAIDA DE PRESIÓN</u></b>	6,37 Pa
<b><u>LONGITUD</u></b>	17,2 m
<b><u>ACCESORIOS</u></b>	Codos 90°: 3 Te: 2 Válvula compuerta: 1

### TRAMO 2

<b><u>CAUDAL</u></b>	5000 L/h
<b><u>VELOCIDAD</u></b>	1,5 m/s
<b><u>DIÁMETRO</u></b>	1,66 in
<b><u>DIÁMETRO NOMINAL</u></b>	1 ¼
<b><u>ESPELOR MÍNIMO</u></b>	0,015 mm
<b><u>ESPELOR REAL</u></b>	0,065 in
<b><u>PRESIÓN</u></b>	2,13 in
<b><u>CAIDA DE PRESIÓN</u></b>	1,65 Pa
<b><u>LONGITUD</u></b>	22,37 m
<b><u>ACCESORIOS</u></b>	Válvula compuerta: 1

## MEMORIA TÉCNICA

---

### TRAMO 3

<b><u>CAUDAL</u></b>	20000 L/h
<b><u>VELOCIDAD</u></b>	1,5 m/s
<b><u>DIÁMETRO</u></b>	2,875 in
<b><u>DIÁMETRO NOMINAL</u></b>	2 ½
<b><u>ESPELOR MÍNIMO</u></b>	0,015 mm
<b><u>ESPELOR REAL</u></b>	0,083 in
<b><u>PRESIÓN</u></b>	2,13 in
<b><u>CAIDA DE PRESIÓN</u></b>	44,64 Pa
<b><u>LONGITUD</u></b>	32,3 m
<b><u>ACCESORIOS</u></b>	Codos 90°: 8 Te: 4 Válvula compuerta: 1

### TRAMO 4

<b><u>CAUDAL</u></b>	10000 L/h
<b><u>VELOCIDAD</u></b>	1,5 m/s
<b><u>DIÁMETRO</u></b>	2,375 in
<b><u>DIÁMETRO NOMINAL</u></b>	2
<b><u>ESPELOR MÍNIMO</u></b>	0,015 mm
<b><u>ESPELOR REAL</u></b>	0,065 in
<b><u>PRESIÓN</u></b>	2,13 in
<b><u>CAIDA DE PRESIÓN</u></b>	12,72 Pa
<b><u>LONGITUD</u></b>	10 m
<b><u>ACCESORIOS</u></b>	Te: 2 Válvula compuerta: 2

### **CAPÍTULO IV: SISTEMA DE CONTROL**

El proceso de producción requiere llevar implantado un *sistema de control*, donde se controlen ciertas magnitudes, con el fin, de conseguir un producto final de alta calidad.

El sistema de control puede definirse como aquel que compara el valor de la variable o condición a controlar con un valor deseado y efectúa una acción de corrección con la desviación existente sin que el operario intervenga en absoluto. Para ello, se deberá medir magnitudes del proceso, calcular las acciones de control y manipular determinadas variables de entrada.

#### **Definiciones:**

- ★ **Instrumentos de medida:** Dispositivos para medir las variables controladas u otras variables que utilice el sistema de control.

Los elementos que conforman el sistema de medida son los siguientes:

- **Sensor:** Dispositivo que a partir de la energía del medio donde se mide da una señal de salida transducible que es función la variable de medida.
- **Transductor:** Dispositivo que convierte una señal de una forma física en una señal correspondiente por de otra forma física distinta.
- **Convertidor/Transmisor:** Dispositivo que convierte la señal que proporciona el transductor en una señal estándar que se transmite fácilmente al sistema de control y que, al estar normalizada, es compatible con cualquier instrumento de control con independencia de su marca comercial o procedencia.

- ★ **Actuadores:** Dispositivos capaces de mover las variables manipuladas del proceso en la dirección adecuada.
- ★ **Sistema de transmisión de información:** Dispositivos capaces de llevar las señales medidas a los controladores y las señales control a los actuadores.
- ★ **Controladores:** Dispositivos capaces de determinar las actuaciones necesarias a partir de la información obtenida del proceso y del comportamiento deseado.

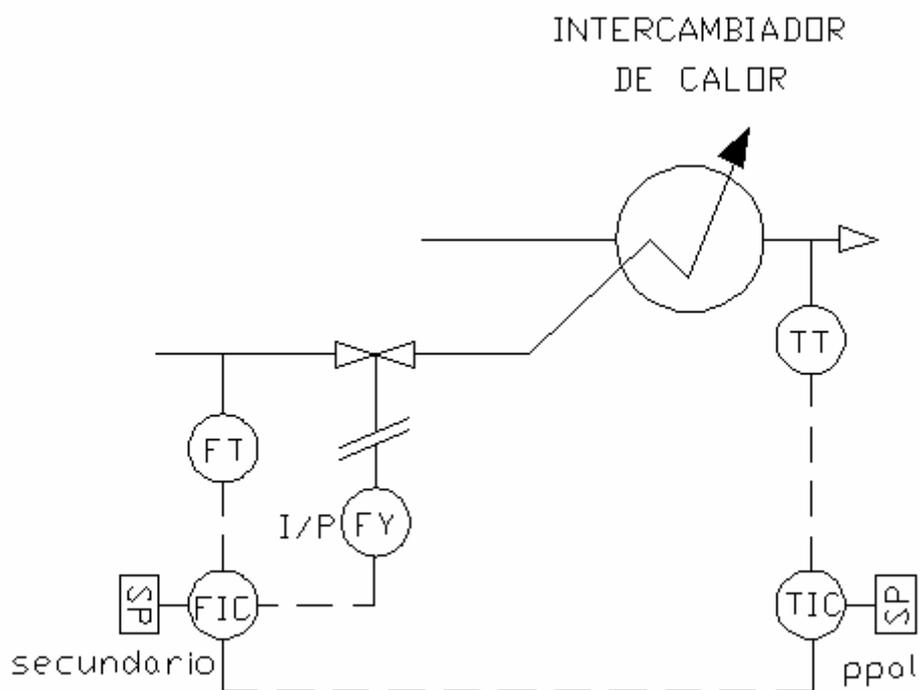
Al diseñar un sistema de control es necesario conocer el sistema, los objetivos del control, las variables a manipular y las variables a medir. La interconexión entre las distintas variables constituye los llamados lazos de control; los cuales, se pueden clasificar en cuatro configuraciones distintas:

- ★ Lazo abierto
- ★ Lazo cerrado
- ★ Lazo en adelanto
- ★ Lazo en cascada

### CONTROL EN EL INTERCAMBIADOR DE CALOR

La configuración del sistema de control que corresponde al intercambiador de calor es ***un lazo en cascada***.

<b>VARIABLE CONTROLADA: CONTROLADOR PRINCIPAL</b>	TEMPERATURA
<b>VARIABLE CONTROLADA: CONTROLADOR SECUNDARIO</b>	CAUDAL SERPENTÍN (PERTURBACIÓN)
<b>VARIABLE MANIPULADA</b>	CAUDAL SERPENTÍN
<b>ELEMENTO FINAL DE CONTROL</b>	VÁLVULA



El lazo de control está compuesto por dos controladores. Uno principal que mide la temperatura del caudal de salida del mosto y uno secundario que

## MEMORIA TÉCNICA

---

mide las perturbaciones que pudiera existir en el caudal del agua del intercambiador. El controlador secundario es el que actúa sobre el elemento final de control; no obstante, el set point es indicado por el controlador primario.

TT

T -> Temperatura  
T -> Transmisión

TIC

T -> Temperatura  
I -> Indicador  
C -> Control

FT

F -> Caudal  
T -> Transmisión

FIC

F -> Caudal  
I -> Indicador  
C -> Control

FY

F -> Caudal  
Y -> Convertidor

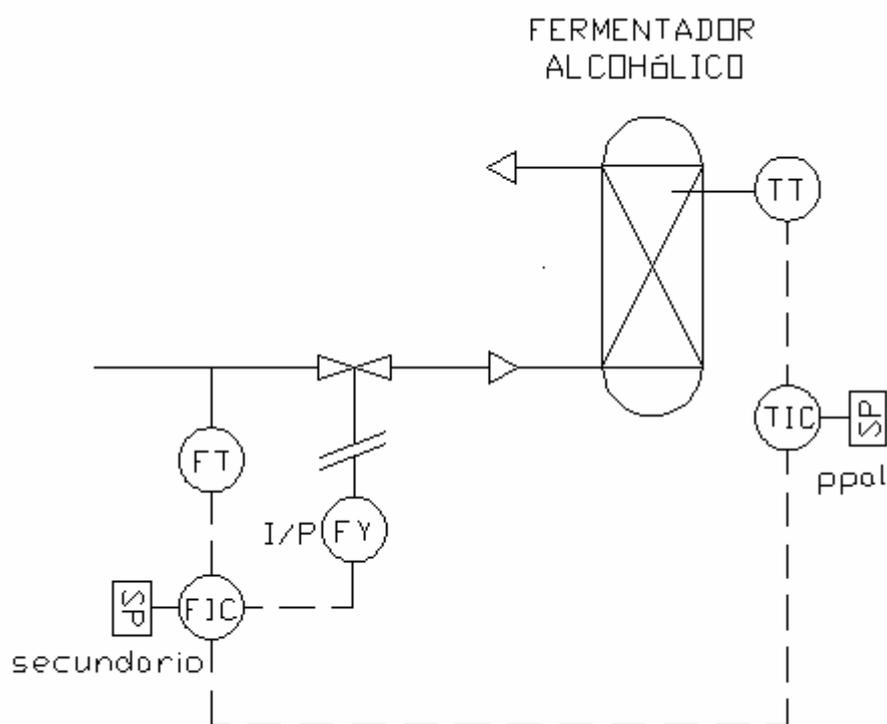
## CONTROL EN EL FERMENTADOR ALCOHÓLICO

En el reactor alcohólico es necesario controlar dos magnitudes: la temperatura en el interior del fermentador, y el nivel del propio fermentador.

### ➤ Control de la temperatura.

La configuración del sistema de control que corresponde al fermentador alcohólico es ***un lazo en cascada***.

<b>VARIABLE CONTROLADA: CONTROLADOR PRINCIPAL</b>	TEMPERATURA
<b>VARIABLE CONTRALDA: CONTROLADOR SECUNDARIO</b>	CAUDAL CAMISA (PERTURBACIÓN)
<b>VARIABLE MANIPULADA</b>	CAUDAL CAMISA
<b>ELEMENTO FINAL DE CONTROL</b>	VÁLVULA



## MEMORIA TÉCNICA

---

El lazo de control está compuesto por dos controladores. Uno principal que mide la temperatura del reactor y uno secundario que mide las perturbaciones que pudiera existir en el caudal del agua de la camisa externa. El controlador secundario es el que actúa sobre el elemento final de control; no obstante, el set point es indicado por el controlador primario.

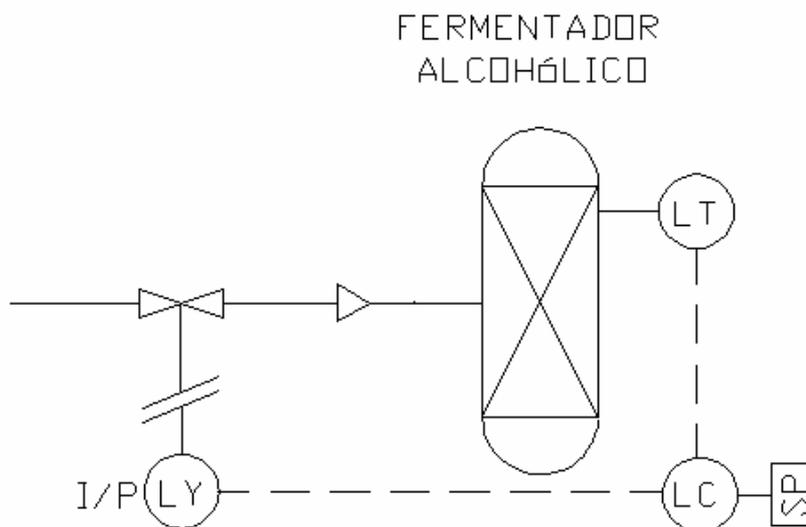
TT	T -> Temperatura T -> Transmisión
TIC	T -> Temperatura I -> Indicador C -> Control
FT	F -> Caudal T -> Transmisión
FIC	F -> Caudal I -> Indicador C -> Control
FY	F -> Caudal Y -> Convertidor

### ➤ Control del nivel

La configuración del sistema de control que corresponde al fermentador alcohólico es ***un lazo cerrado***.

<b>VARIABLE CONTROLADA: CONTROLADOR PRINCIPAL</b>	NIVEL LÍQUIDO
<b>VARIABLE MANIPULADA</b>	CAUDAL ENTRADA
<b>ELEMENTO FINAL DE CONTROL</b>	VÁLVULA

El medidor de nivel proporciona la información necesaria al controlador para que este actúe sobre la válvula, abriendo o cerrando el caudal de entrada o de salida de mosto.



### ➤ Automatización del proceso de remontado.

Durante la fermentación alcohólica es necesario llevar a cabo un proceso de remontado. Este proceso se debe repetir cada cierto tiempo. Para automatizar la bomba responsable de dicho proceso se debe adicionar un reloj programador.

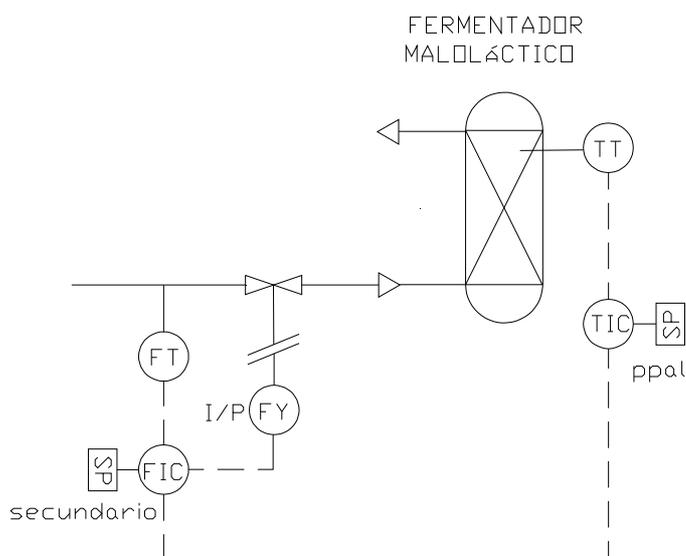
## CONTROL EN EL FERMENTADOR MALOLÁCTICO

En el reactor maloláctico se añade dos sistemas de control: uno para controlar la temperatura y mantenerla uniforme en el valor de 23° C; y otro, para controlar el nivel.

### ➤ **Control de la temperatura.**

La configuración del sistema de control que corresponde al fermentador maloláctico es ***un lazo en cascada***.

<b>VARIABLE CONTROLADA: CONTROLADOR PRINCIPAL</b>	TEMPERATURA
<b>VARIABLE CONTROLADA: CONTROLADOR SECUNDARIO</b>	CAUDAL CAMISA (PERTURBACIÓN)
<b>VARIABLE MANIPULADA</b>	CAUDAL CAMISA
<b>ELEMENTO FINAL DE CONTROL</b>	VÁLVULA

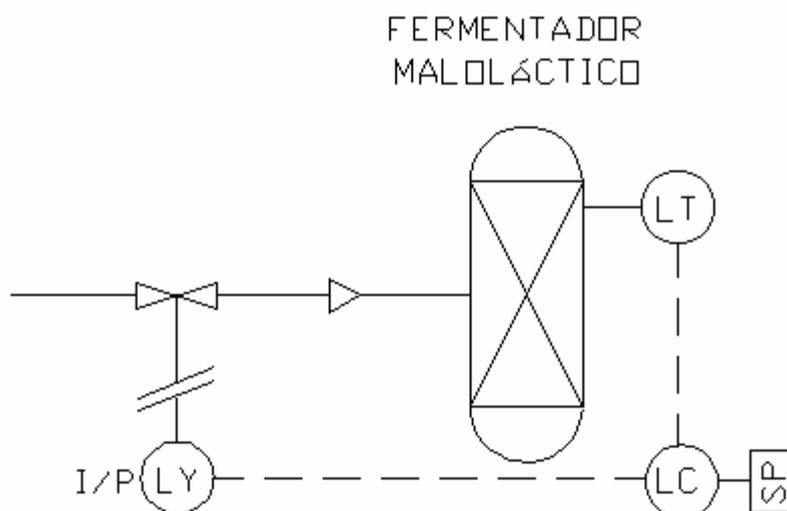


El lazo de control está compuesto por dos controladores. Uno principal que mide la temperatura del reactor y uno secundario que mide las

perturbaciones que pudiera existir en el caudal del agua de la camisa externa. El controlador secundario es el que actúa sobre el elemento final de control; no obstante, el set point es indicado por el controlador primario.

### ➤ Control del nivel

La configuración del sistema de control que corresponde al fermentador maloláctico es **un lazo cerrado**.



<b>VARIABLE CONTROLADA: CONTROLADOR PRINCIPAL</b>	NIVEL LÍQUIDO
<b>VARIABLE MANIPULADA</b>	CAUDAL ENTRADA
<b>ELEMENTO FINAL DE CONTROL</b>	VÁLVULA

El medidor de nivel proporciona la información necesaria al controlador para que este actúe sobre la válvula, abriendo o cerrando el caudal de entrada.

# ANEXOS

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A  
LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN  
ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA

CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

ABRIL 2008

**ANEXOS.**

- 1. ANEXO BIOQUÍMICA DE LA REACCIÓN.**
- 2. ANEXO VIDA Y SALUD.**
- 3. ANEXO DENOMINACIÓN DE ORIGEN.**
- 4. ESQUEMA ELABORACIÓN VINO.**
- 5. ANEXO VENDIMIA MECÁNICA.**
- 6. ANEXO ESTRUJADORA-DESPALILLADORA.**
- 7. ANEXO LAS LEVADURAS DE FERMENTACIÓN.**
- 8. ANEXO FÓRMULAS GENERALES PARA EL CÁLCULO DE  
ESPESOR DE DIVERSOS RECIPIENTES.**
- 9. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ENFRIADORA.**

## **ANEXO BIOQUÍMICA DE LA REACCIÓN**

La **glucólisis** (del inglés *glycolysis*), es la vía metabólica encargada de oxidar la glucosa y así obtener energía para la célula. Ésta consiste de 10 reacciones enzimáticas que convierten a la glucosa en dos moléculas de piruvato, la cual es capaz de seguir otras vías metabólicas y así continuar entregando energía al organismo.

Es la vía inicial del catabolismo (degradación) de carbohidratos, y tiene tres funciones principales:

1. La generación de moléculas de alta energía (ATP y NADH) como fuente de energía celular en procesos de respiración aeróbica (presencia de oxígeno) y anaeróbica (ausencia de oxígeno).
2. La generación de Piruvato que pasará al Ciclo de krebs, como parte de la respiración aeróbica.
3. La producción de intermediarios de 6 y 3 carbonos, los que pueden ser ocupados por otros procesos celulares.

Cuando hay ausencia de oxígeno (anoxia o hipoxia), luego que la glucosa ha pasado por este proceso, el piruvato sufre de fermentación, una segunda vía de adquisición de energía que, al igual que la glucólisis, es poco eficiente. El tipo de compuesto obtenido de la fermentación suele variar con el tipo de organismo. En los animales, el piruvato fermenta a lactato y en levadura, el piruvato fermenta a etanol.

En eucariotas y procariotas, la glucólisis ocurre en el citosol de la célula. En células vegetales, algunas de las reacciones glucolíticas se encuentran también en el ciclo de Calvin, que ocurre dentro de los cloroplastos. La amplia conservación de esta vía incluye los organismos filogenéticamente más antiguos, y por esto se considera una de las vías metabólicas más antiguas.<sup>2</sup>

El tipo de glucólisis más común y más conocida es la **vía de Embden-Meyerhoff**, explicada inicialmente por Gustav Embden y Otto Meyerhof. El término puede incluir vías alternativas, como la **vía de Entner-Doudoroff**. No

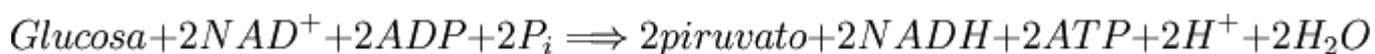
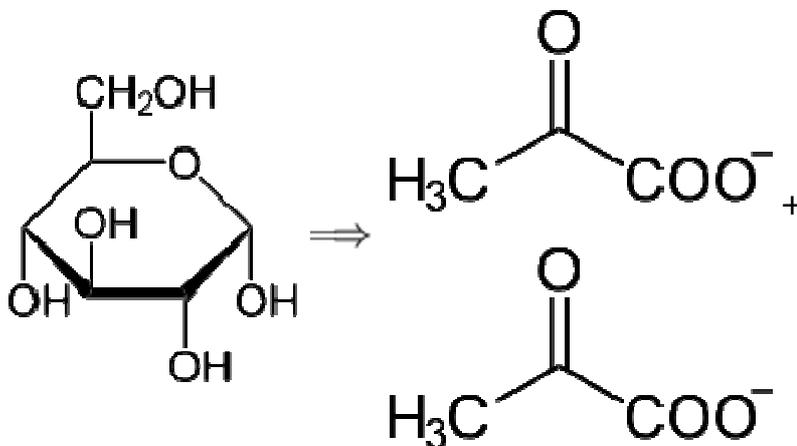
obstante, Glucólisis será usada acá como sinónimo de la vía de Embden-Meyerhoff.

### Descubrimiento

Los primeros estudios formales de los procesos glucolíticos fueron iniciados en 1860, cuando Louis Pasteur descubrió que los microorganismos son los responsables de la fermentación,<sup>4</sup> y en 1897 cuando Eduard Buchner encontró que ciertos extractos celulares pueden causar fermentación. La siguiente gran contribución fue de Arthur Harden y William Young en 1905, quienes determinaron que una fracción celular de alto peso molecular y termosensible (enzimas) y una fracción citoplasmática de bajo peso molecular y termoinsensible (ATP, ADP, NAD<sup>+</sup> y otros cofactores) son necesarios para que la fermentación ocurra. Los detalles de la vía en sí fueron eventualmente determinados en 1940, con un gran avance de Otto Meyerhoff y algunos años después por Luis Leloir. Las mayores dificultades en determinar lo intrincado de la vía fue la pequeña vida y las bajas concentraciones de los intermediarios en las rápidas reacciones glicolíticas.

La reacción global de la glucólisis es:

### Reacción global de la glucólisis



## ANEXOS

---

Los productos de esta reacción, mostrados arriba, son utilizados por la célula en muchas funciones:

El **ATP** (Adenosín trifosfato) es la fuente de energía universal de la célula.

NADH y  $H^+$ , otorgan la capacidad de reducir otros compuestos pertenecientes a otras vías metabólicas, o bien para sintetizar ATP.

El piruvato es la molécula que seguirá oxidándose en el ciclo de Krebs, como parte de la respiración aeróbica, donde dará origen a más moléculas NADH, que podrán pasar a sintetizar ATP en la mitocondria.

Luego de que una molécula de glucosa se transforme en 2 moléculas de piruvato, las condiciones del medio en que se encuentre determinarán la vía metabólica a seguir.

En organismos aeróbicos, el piruvato seguirá oxidándose por la enzima Piruvato deshidrogenasa y el ciclo de Krebs, creando intermediarios como  $NAD^+$  y FAD. Éstos intermediarios no pueden cruzar la membrana mitocondrial, y por lo tanto, utilizan sistemas de intercambio con otros compuestos llamados **lanzaderas** o **shuttles**. Los más conocidos son el shuttle malato-aspartato y el shuttle glicerol-3-fosfato. Los intermediarios logran entregar sus equivalentes al interior de la membrana mitocondrial, y que luego pasarán por la cadena de transporte de electrones, la cual los usarán para sintetizar ATP.

De ésta manera, se puede obtener 38 moles de ATP a partir de 1 mol de glucosa.

Sin embargo, cuando las células no posean mitocondrias (ej: eritrocito) o cuando requieran de grandes cantidades de ATP (ej: El músculo al ejercitarse), el piruvato sufre de fermentación que permite obtener 2 moles de ATP por un mol de glucosa, por lo tanto, ésta vía es poco eficiente respecto a la fase aeróbica de la glucólisis.

El tipo de fermentación varía respecto al tipo de organismos: En levaduras, se produce fermentación alcohólica, produciendo etanol y CO<sub>2</sub> como producto final; y en músculos, eritrocitos y algunos microorganismos se produce fermentación láctica, que da como resultado ácido láctico o lactato.

### **Etapas de la glucólisis:**

La glucólisis se divide en dos partes principales y diez reacciones enzimáticas, las que se describen a continuación.

### **Fase de Gasto de Energía (ATP)**

Esta fase, aumenta la energía de los compuestos, para que pueda costear la rotura de una molécula de glucosa en dos moléculas de gliceraldehído. Técnicamente hablando, esta fase aumenta la energía libre de los metabolitos, y de esa forma facilitar la catálisis de glucosa en gliceraldehído.

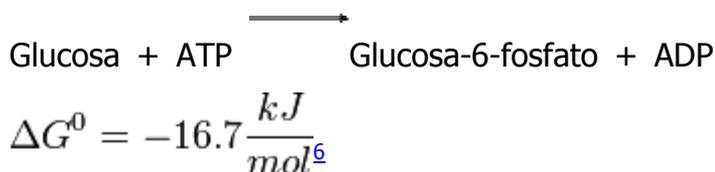
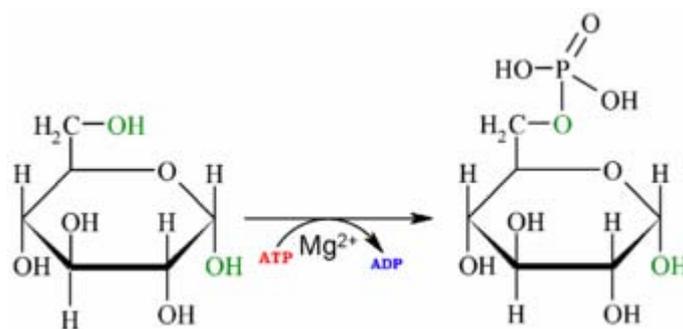
#### **1er Paso: Hexoquinasa**

*Véase también: Hexoquinasa*

La primera reacción de la glucólisis es la fosforilación de la glucosa, para activarla (aumentar su energía) y así poder utilizarla en otros procesos cuando sea necesario. Esta activación

ocurre por la transferencia de un grupo fosfato del ATP, una reacción catalizada por la enzima Hexoquinasa, la cual

puede fosforilar (añadir un grupo fosfato) a moléculas similares a la Glucosa, como la fructosa y manosa.



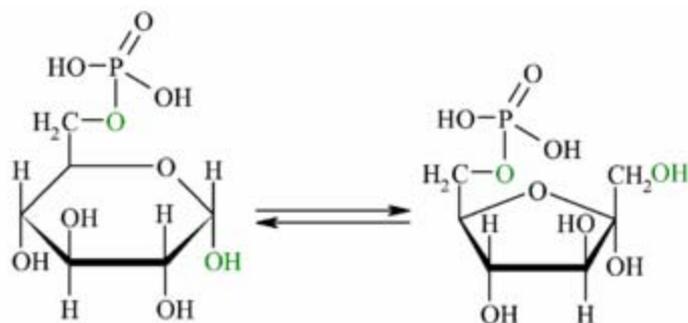
Las ventajas de fosforilar la glucosa son 2: La primera es hacer de la glucosa un metabolito mas reactivo, mencionado anteriormente, y la segunda ventaja es que la glucosa-6-fosfato no puede cruzar la membrana celular -a diferencia de la glucosa-. De ésta forma se evita la pérdida de sustrato energético para la célula.

Técnicamente hablando, la Hexoquinasa solo fosforila las D-hexosas, y utiliza de sustrato  $MgATP^{2-}$ , ya que éste catión permite que el último fosfato del ATP (Fosfato gamma,  $\gamma$ -P o  $P_{\gamma}$ ) sea un blanco mas fácil para el ataque nucleofílico que realiza el grupo hidroxilo (OH) del sexto carbono de la glucosa, lo que es posible debido al  $Mg^{2+}$  que apantalla las cargas de los otros dos fosfatos.

Ésta reacción posee un  $\Delta G$  negativo.

## 2do Paso: Fosfohexosa isomerasa

*Véase también: Fosfohexosa isomerasa*



Glucosa-6-fosfato

Fructosa-6-fosfato

$$\Delta G^0 = 1.7 \frac{kJ}{mol}$$

Éste es un paso importante, puesto que acá se define la geometría molecular que afectará los dos pasos críticos en la glucólisis: El proximo paso, que agregará un grupo fosfato al producto de esta reacción, y el paso 4, cuando se creen dos moléculas de gliceraldehido que finalmente serán las

precursoras del piruvato.

En esta reacción, la Glucosa-6-fosfato se isomeriza a Fructosa-6-fosfato, mediante la enzima **Fosfohexosa isomerasa**. La isomerización ocurre en una reacción de 4 pasos, que implica la apertura del anillo y un traspaso de

protones a través de un intermediario *cis-enedio*<sup>9</sup>

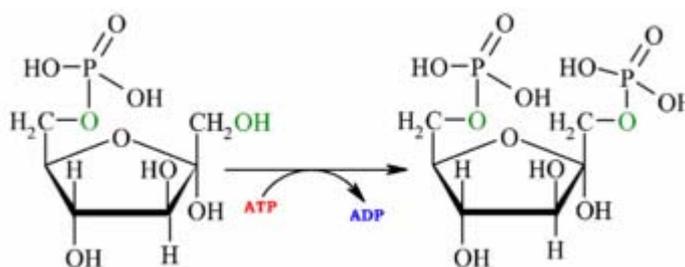
Puesto que la energía libre de esta reacción es igual a +1,7 la reacción es no espontánea y se debe acoplar.

### 3er paso: Fosfofructoquinasa

Véase también:

Fosfofructoquinasa-1

3. Fosforilación de la fructosa 6-fosfato en el carbono 1, con gasto de un ATP, a través de la enzima Fosfofructoquinasa

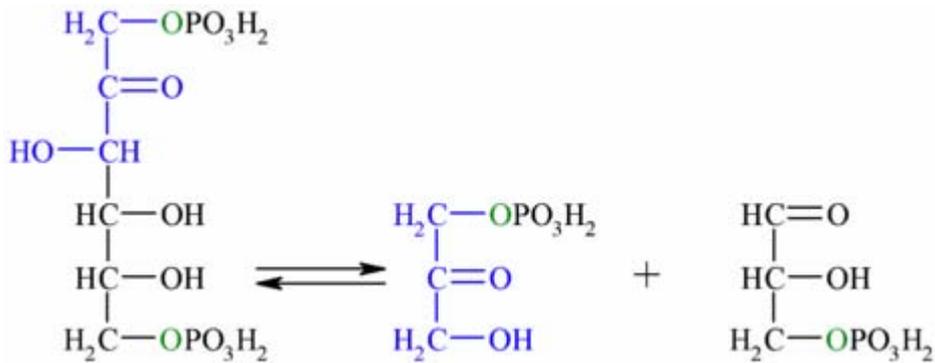


$$\Delta G^0 = -14.2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \text{ } 6$$

sa-1 (PFK1). También este fosfato tendrá una baja energía de hidrólisis. Por el mismo motivo que en la primera reacción, el proceso es irreversible. El nuevo producto se denominará Fructosa-1,6-Bisfosfato.

La irreversibilidad es importante, ya que la hace ser el punto de control de la glucólisis. Como hay otros sustratos aparte de la glucosa que entran en la glucólisis, el punto de control no está colocado en la primera reacción, sino en ésta. La fosfofructoquinasa tiene centros alostéricos, sensibles a las concentraciones de intermediarios como citrato y ácidos grasos. Liberando una enzima llamada fosfructocinasa-2 que fosforila en el carbono 2 y regula la reacción.

#### 4to Paso: Aldolasa



Fructosa-1,6-bifosfato  $\rightleftharpoons$  Dihidroxiacetona-fosfato + Gliceraldehído-3-fosfato

$$\Delta G^0 = 23.8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \text{ } ^6$$

La enzima Aldolasa (Fructosa-1,6-bifosfato aldolasa), mediante una condensación aldólica reversible, rompe la fructosa-1,6-bifosfato en dos moléculas de tres carbonos (triosas): Dihidroxiacetona fosfato y Gliceraldehído-3-fosfato. Existen dos tipos de Aldolasa, las que difieren tanto en el tipo de organismos dónde se expresan, como en los intermediarios de reacción.

Ésta reacción tiene una energía libre ( $\Delta G$ ) entre 20 a 25 kJ/mol, por lo tanto en condiciones estándar ésta reacción no ocurre de manera espontánea. Sin embargo, en condiciones intracelulares la energía libre es pequeña debido a la baja concentración de los sustratos, lo que permite que ésta reacción sea reversible.

**5to Paso: Triosa-**

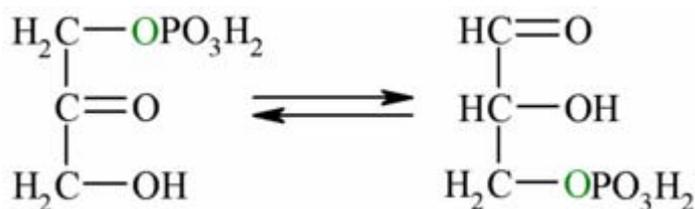
**fosfato-Isomerasa:**

Puesto que sólo el Gliceraldehído-3-

fosfato puede seguir los pasos restantes de

la glucólisis, la otra molécula generada por

la reacción anterior (Dihidroxiacetona-



Dihidroxiacetona-fosfato  $\rightleftharpoons$  Gliceraldehido-3-fosfato

$$\Delta G^0 = 7.5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \text{ } \underline{\underline{6}}$$

fosfato) es isomerizada (convertida) en Gliceraldehído-3-fosfato. Ésta reacción posee una energía libre en condiciones estandar positiva, lo cual implicaría un proceso no favorecido, sin embargo al igual que para la reacción 4, considerando las concentraciones intracelulares reales del reactante y el producto, se encuentra que la Energía Libre total es negativa, por lo que la dirección favorecida es hacia la formación de G3P.

Éste es el último paso de la "**Fase de Gasto de Energía**". Sólo hemos gastado ATP en el primer paso (Hexoquinasa) y el tercer paso (Fosfofructoquinasa-1). Cabe recordar que el 4to paso (Aldolasa) genera una molécula de Gliceraldehído-3-fosfato, mientras que el 5to paso genera una segunda molécula de éste. De acá en adelante, las reacciones a seguir ocurrirán dos veces, debido a las 2 moléculas de gliceraldehido generadas de ésta fase. Hasta esta reaccion hay intervencion de energia (ATP)

**Fase de beneficio Energético**

**6to Paso: Gliceraldehido-3-fosfato deshidrogenasa**

6. Se utiliza un fosfato inorgánico y una molécula de NAD<sup>+</sup> para producir 1,3-Bifosfoglicerato y una molécula de NADH + H<sup>+</sup>. Esta reacción la cataliza la gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa o GAP-deshidrogenasa.

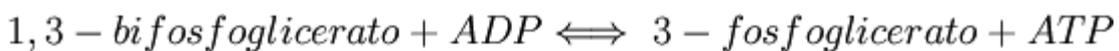


Llama la atención que el fosfato se ha introducido sin utilizar ATP, sino aprovechando la energía producida por la reacción redox. Ahora, el fosfato que se ha introducido sí que tiene una alta energía por lo que se podrá transferir al ATP. Esto se conoce como fosforilación a nivel de sustrato.

Esta sexta reacción tiene una importancia capital en la regulación de la glucólisis; si el NAD<sup>+</sup> consumido en formar NADH + H<sup>+</sup> no se regenera, el ciclo glucolítico se verá comprometido llegando incluso a detenerse. Una de las funciones principales de la vía fermentativa es oxidar el NADH + H<sup>+</sup> generado para así permitir a la ruta glucolítica continuar. En caso de haber oxígeno, el NADH + H<sup>+</sup> obtenido se destina a la cadena transportadora de electrones para la obtención de energía.

### **7mo Paso: Fosfoglicerato quinasa**

7. Se desfosforiliza el 1,3-bifosfoglicerato gracias a la fosfoglicerato quinasa, formándose una molécula de ATP por cada una de 1,3-BPG y dando lugar al 3-fosfoglicerato.



### **8vo Paso: Fosfoglicerato mutasa**

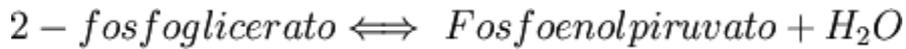
8. Se **isomeriza** el 3-fosfoglicerato procedente de la reacción anterior dando 2-fosfoglicerato, la enzima que cataliza esta reacción es la Fosfoglicerato mutasa. Lo único que pasa aquí es el cambio de posición del fosfato del C3 al C2. Son energías similares y por tanto reversibles, con una variación de energía libre cercana a cero.



### **9no Paso: Enolasa**

9. La enzima enolasa propicia la formación de un doble enlace en el 2-fosfoglicerato, eliminando una molécula de agua formada por el hidrógeno del

C2 y el OH del C3. El resultado es el fosfoenolpiruvato.



### **10mo Paso: Piruvato quinasa**

10. Desfosforilación del Fosfoenolpiruvato, obteniéndose piruvato y ATP. Reacción irreversible mediada por la Piruvato quinasa.



La enzima Piruvato Quinasa es dependiente de magnesio y potasio. La energía libre es igual a -31.4, por lo tanto la reacción es favorable e irreversible. El rendimiento total de la glucólisis de una sola glucosa(6C) es de 4 ATP(dos por cada gliceraldehido fosfato(3C) y 2 NADH (que dejarán los electrones H en la cadena de transporte de electrones para formar 3 ATP por cada electrón). Con la molécula de piruvato, mediante un paso de oxidación intermedio llamado descarboxilación oxidativa, mediante el cual el piruvato pasa al interior de la mitocondria, perdiendo CO<sub>2</sub> y un electrón que oxida el NAD<sup>+</sup>, que pasa a ser NADH más H<sup>+</sup> y ganando un CoA-SH (coenzima A), formándose en Acetil CoA gracias a la enzima piruvato deshidrogenasa, se puede entrar al Ciclo de Krebs (que, junto con la cadena de transporte de electrones, se denomina respiración.

### **Regulación enzimática**

La glucólisis se regula enzimáticamente en los tres puntos reversibles de esta ruta, esto es, en la primera reacción (**G --> G-6P**), por medio de la Hexoquinasa; En la tercera reacción (**F-6P --> F-1,6-BP**) por medio de la PFK1 y en el último paso (**PEP --> Piruvato**) por la Piruvatoquinasa]].

La hexoquinasa es un punto de regulación poco importante, ya que se inhibe cuando hay mucho G-6P en músculo. Es un punto poco importante ya que el G-6P se utiliza para otras vías.

HQ: Inhibe G-6P

La PFK1 es la enzima principal de la regulación de la glucólisis, actúa como una llave de agua, si está activa cataliza muchas reacciones y se obtiene más Fructosa 1,6 bifosfato, lo que permitirá a las enzimas

## ANEXOS

---

siguientes transformar mucho piruvato. Si está inhibida, se obtienen bajas concentraciones de producto y por lo tanto se obtiene poco piruvato.

Esta enzima es controlada por regulación alostérica mediante: Por un lado se activa gracias a niveles energéticos elevados de ADP y AMP, inhibiéndose en abundancia de ATP y citrato, y por otro se activa en presencia de un metabolito generado por la PFK2 que es la Fructosa-2,6-Bisfosfato (**F-2,6-BP**)

La lógica de la inhibición y activación son las siguientes:

ATP: inhibe esta enzima pues si hay una alta concentración de ATP entonces la célula no necesita generar más.

Citrato: si hay una alta concentración de citrato entonces, se está llevando a cabo el ciclo del ácido cítrico (o ciclo de Krebs) y este ciclo aporta mucha energía, entonces no se necesita realizar glucólisis para obtener más ATP, ni piruvato.

AMP, ADP: la baja concentración de estas moléculas implica que hay una carencia de ATP, por lo que es necesario realizar glucólisis, para generar piruvato y energía.

PFK1: Inhibe: ATP - Activa: ADP, AMP y F-2,6-BP.

La piruvatoquinasa se regula distintamente según el tejido en el que trabaje, pero en hígado se inhibe en presencia de ATP y Acetil Coenzima-A (**A-CoA**), y se activa gracias de nuevo ante la F-2,6-BP.

PQ: Inhibe: ATP, A-CoA - Activa: F-2,6-BP

**ANEXO VIDA Y SALUD**

**La ciencia del vino**

**Una avalancha de estudios confirma los efectos beneficiosos de un consumo moderado de tinto**

ARTÍCULO ESCRITO POR JESÚS LLONA LARRAURI

Una avalancha de estudios científicos elaborados por investigadores de todo el planeta ha confirmado, por si quedaban dudas, los efectos beneficiosos que reporta un consumo moderado de vino. El corazón es el principal beneficiario de uno de los elementos primigenios de la dieta mediterránea, aunque beber una o dos copas de tinto reduce también los riesgos de padecer colesterol malo y cáncer. Los científicos añaden que el abuso echa por tierra los aspectos positivos, pues dos nunca ha sido sinónimo de veinte.

**La paradoja francesa**

El profesor Serge Renaud, director de la Unidad de Investigación de Nutrición y Cardiología de Lyon lo llama la 'Paradoja francesa'. Los franceses comen queso, mantequilla y grasas animales y sus tasas de colesterol en sangre son elevadas, pero la mortalidad coronaria, muy baja. Los ciudadanos que viven en el sur del país consumen carne de pato rica en grasas monoinsaturadas (como el aceite de oliva) y todavía se alejan más de las enfermedades coronarias que el resto de los ciudadanos franceses. ¿De qué privilegio disfrutan?

El vino, en pequeñas cantidades, es un agente terapéutico si se toma mientras se come, porque sus componentes son magníficos antioxidantes que previenen las enfermedades cardiovasculares y el cáncer. Los estudios del Instituto

Nacional de la Salud, de Francia son significativos: el consumo de dos-tres vasos diarios de tinto hacia disminuir el riesgo de muerte por infarto de miocardio y por apoplejía en un 33%.

### **Combatir el frío**

La cifra de enfermedades cardiovasculares en Dinamarca descendió un 30% en los últimos 15 años, mientras los daneses aumentaron el consumo de vino otro 30%. El estudio se hizo sobre 6.051 hombres y 7.234 mujeres en un periodo de 12 años y sus autores llegaron a una conclusión muy clara: «Los bebedores regulares de vino tienen cifras de mortalidad inferiores a los que no beben nunca».

### **Médicos cobayas**

La prestigiosa 'The New England Journal of Medicine' ha publicado los resultados de un estudio prospectivo de 22.071 médicos varones con edades comprendidas entre 40 y 84 años, indicando que el consumo bajo o moderado de vino reduce el riesgo total de sufrir un ictus isquémico.

### **En las mujeres**

Un estudio publicado en la revista científica 'Annals of Internal Medicine' explica que consumir vino de forma moderada puede reducir significativamente el riesgo de desarrollar hipertensión entre mujeres de edades comprendidas entre 25 y 42 años. Los expertos censaron la reducción del riesgo hasta en un 14% en comparación con las jóvenes no bebedoras. La investigación se hizo sobre una muestra de 70.000 enfermeras cuyo historial médico se estudió desde 1989, puntualizando que cuando el consumo era superior a 10 copas a la semana, el riesgo se incrementaba un 30%.

### **Más no es menos**

Dos vasos de vino al día reducen a la mitad el riesgo de sufrir un segundo infarto u otro tipo de complicación cardiovascular, tras un seguimiento de cuatro años realizado en la Universidad Joseph Fourier de Grenoble, Francia. El mayor índice de casos, 34%, se produjo en pacientes que no habían consumido vino, seguido por los que bebían menos de dos vasos al día, mientras los que bebieron dos vasos de vino al día se situaron en un 16%. La dieta mediterránea que incluye cantidades moderadas de vino, disminuía en un 70% las afecciones cardiovasculares o fallecimientos después de padecer un ataque cardíaco.

### **También ginebra**

Bajo el título de 'Vino y enfermedades cardiovasculares', Ramón Estruch, del Servicio de Medicina Interna del Hospital Clínico de Barcelona, presentó un estudio destinado a dar a conocer los mecanismos que se ponen en marcha ante la ingesta regular y moderada de vino. En el estudio comprobó que tanto el consumo de caldos y de ginebra reducían los niveles de factores sanguíneos causantes de inflamación, la proteína C reactiva, el fibrinógeno y la interleukina alfa, lo que indica que el efecto antiinflamatorio de las arterias se debía al etanol, alcohol contenido en las dos bebidas.

Sin embargo se vio que sólo tras el consumo de vino, y no de ginebra, se reducían significativamente los niveles de ciertas moléculas de adhesión, por lo que este mayor efecto antiinflamatorio del vino debe atribuirse a los componentes del vino que no son alcohólicos, sino a los polifenoles, de una gran capacidad antioxidante.

Las conclusiones parecen claras: reduce la incidencia de cardiopatía isquémica entre un 10% y un 30% en los sujetos sanos y entre un 30 y 40% en pacientes con enfermedad coronaria; aumenta el HDL o 'colesterol bueno' en 3,99 mg dl.; disminuye el riesgo de cardiopatía coronaria un 16,5%; reduce la oxidación del LDL o 'colesterol malo'; inhibe sensiblemente la agregación de plaquetas a la pared arterial, frenando la aparición y progresión de la arteriosclerosis.

### **Plaquetas**

Un estudio elaborado por el Centro de Investigación de Barcelona valoró que el consumo moderado de vino, un vaso al día, reduce entre un 30 y 40% la deposición plaquetaria en la pared celular y por tanto, inhibe la formación de trombos.

### **Uno o dos vasos**

El equipo dirigido por los doctores Álvaro Urbano-Vázquez y Ramón Estruch, comprobó que el consumo moderado de vino –30 gramos al día para los hombres y 15 para las mujeres– equivalentes a dos y un vaso respectivamente reduce hasta un 96% la aparición y progresión de la arteroesclerosis y previene los infartos por las características antiinflamatorias y antioxidantes de esta bebida alcohólica. A todos ellos se les pidió que bebieran dos vaso de vino al día durante un mes, y al mes siguiente debían tomar esta misma cantidad de alcohol, pero de ginebra, una bebida que no contiene polifenoles.

### **Las causas**

¿Qué tiene el vino para ser responsable de efectos beneficiosos para la salud? Los polifenoles, sustancias que antes conocíamos como taninos. Son las catequinas y la quercetina, abundante en los vinos tintos, que ayudan a mantener limpias las arterias y contribuyen a evitar enfermedades cardiovasculares. La extracción de los compuestos fenólicos comienza con el pisado de la uva y sigue durante la maceración y fermentación. La piel del grano contiene también flavonoides, antocianos que dan color al vino, y resveratrol, sustancias de gran capacidad antioxidante que protegen a las lipoproteínas LDL o colesterol malo de la oxidación, porque cuando este fenómeno sucede esta afección pasaría a iniciar o engrosar una placa de ateromas en el interior de las arterias.

### CONSEJOS

Es una bebida para adultos sanos, no para gestantes, niños y bebedores compulsivos.

No consuma vino en ayunas.

Conviene beberlo en familia, con los suyos dentro del mejor estilo de vida de los países mediterráneos.

Deguste el vino con sus hijos adultos y reflexione sobre el placer de esta bebida.

El vino es una bebida que contiene alcohol y debe tomarse con moderación.

Los europeos que viven en el área mediterránea, son los mayores consumidores de vino del mundo: encabeza la lista Luxemburgo (58,6 litros por persona y año), seguida de Francia (56, en claro descenso por los controles de alcoholemia), Italia (53), Portugal (46,8), España (30), Australia (20,6) y Chile (14,6).

### **Referencia:**

[Internet@laverdad.es](mailto:Internet@laverdad.es)

### **El papel del vino en la salud**

**«El consumo espaciado y moderado es el cardioprotector frente al intensivo y abundante». «La acción del vino sobre la presión arterial aconseja beberlo en cantidades pequeñas».**

El beneficio del alcohol se produce únicamente con consumo muy moderado y en los adultos con problemas cardiovasculares, no en los jóvenes. El consumo de bebidas alcohólicas es tan antiguo como la historia del hombre. Por su efecto euforizante y desinhibidor, el consumo de bebidas alcohólicas ha formado parte de sus rituales de fiesta desde el principio de su existencia y en todas las civilizaciones.

El vino forma parte de la cultura mediterránea, incluso en el periodo neolítico, en zonas de Irán (5400-5000 antes de Cristo) se han encontrado restos arqueológicos de jarrones de barro donde se almacenaba vino. En la actualidad, se sabe que el consumo moderado y juicioso de bebidas alcohólicas resulta beneficioso de forma global para la salud. Se ha demostrado que **reduce tanto la mortalidad coronaria como la total.**

La relación entre la mortalidad total y el consumo alcohólico sigue una curva en U, lo que se debe a los efectos **beneficiosos** derivados del consumo moderado de alcohol, incluso superiores a los de abstinencia absoluta de alcohol, que **se pierden en cuanto el consumo se exagera.** Según datos derivados del prestigioso estudio de Framingham, el beneficio sobre la mortalidad total ocurriría a dosis aproximadas de 3 a 30 g/día en las mujeres y de 12 a 60 g/día en los hombres.

Este efecto en U sobre la mortalidad total y cardiovascular, ha dado lugar a interesantes discusiones entre epidemiólogos. Sus detractores han

argumentado que entre los abstemios se "ocultaría" un gran porcentaje de grandes bebedores que lo silenciarían o que hubieran dejado el consumo por una seria enfermedad de fondo no mencionada por razones similares. Las personas de la tercera edad se ven beneficiadas por el efecto protector del alcohol, posiblemente por su mayor riesgo cardiovascular global.

La **dosis de vino aceptable** y no peligrosa se define por el efecto que ejerce el alcohol a determinadas dosis. **24 g/día para el varón y 16 g/día para la mujer** podrían ser las cifras. El consumo de riesgo o consumo excesivo se situaría por encima de 40 g/día y 24 g/día respectivamente para ambos sexos. Por tanto, consideraremos un consumo moderado o aceptable de vino o alcohol aquel que esté por debajo de 40 g/día (280 g/semana) para el hombre y de 24 g/día (168 g/semana) para la mujer, lo que equivale aproximadamente a 400 cc de vino de 12° al día en el hombre y a 250 cc al día en la mujer. La fórmula para conocer los gramos de alcohol consiste en multiplicar la cantidad en centímetros cúbicos de la bebida alcohólica por el porcentaje de alcohol de la bebida por 0,8 dividido entre 100.

### **Referencia:**

<http://www.alcoholinformate.org.mx/saborsaber.cfm?articulo=ss83>

**Efecto del Consumo Moderado de Vino Tinto  
sobre la Dilatación Dependiente del Endotelio en  
Hombres Sanos que Consumen Dos Dietas Diferentes**

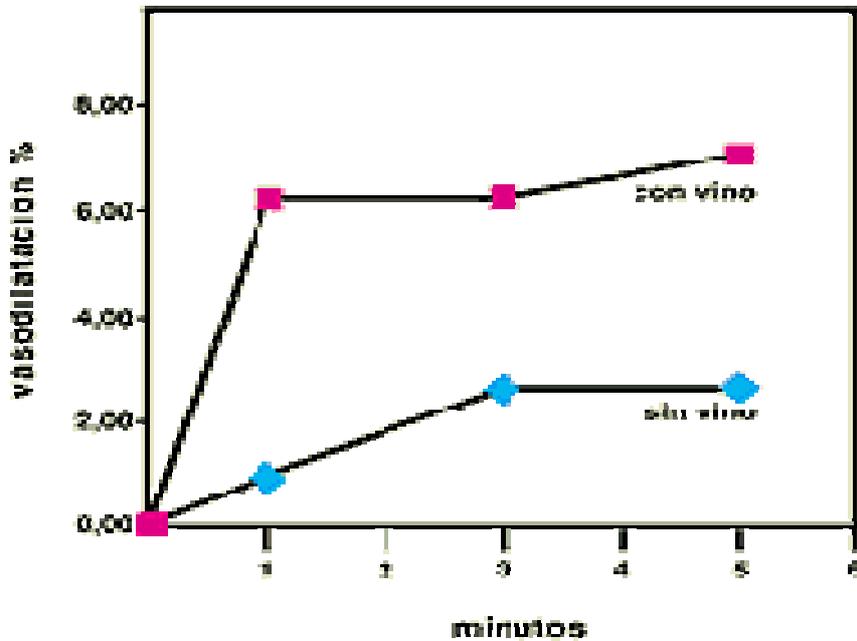
El Proyecto Ciencia, Vino y Salud llevó a cabo en los meses de mayo, junio y julio de 1998 un estudio de intervención en humanos, con el fin de investigar el efecto de la dieta y el vino sobre los factores de riesgo cardiovascular.

Como parte de esta investigación, bajo la coordinación de la Dra. Ada Cuevas, se hizo el primer estudio de intervención conocido en humanos en el cual se mide la modificación del endotelio asociado al consumo de vino y a dos dietas distintas.

El estudio se realizó en dos grupos de seis hombres. A un grupo se le proporcionó dieta rica en grasas. En esta dieta el 41,4% de las calorías provenían de las grasas, el 17,9% de las proteínas y el 40,7% de los carbohidratos. Esta dieta consideró el consumo de 240 gramos diarios de frutas y verduras. Al otro grupo, en tanto, se le proporcionó una dieta tipo mediterránea. En ella sólo un 25,5% de sus calorías provenían de las grasas, un 16,7% de las proteínas y un 57,5% de los carbohidratos. Este grupo consumió 675 gramos al día de frutas y verduras, grasa monoinsaturada en aceite de oliva de hecho el 53,1% de los ácidos grasos eran monoinsaturados, consumió menos carnes rojas y más pescado y pollo que el otro grupo.

Durante treinta días los voluntarios consumieron sus dietas respectivas. Luego, entre el día 31 y 60 ambos grupos consumieron, además de su dieta, una porción diaria de 240 mililitros de vino tinto. En los treinta días siguientes se suprimió el vino y se mantuvieron las dietas.

**EFFECTO DEL CONSUMO MODERADO DE VINO EN LA FUNCIÓN  
ENDOTELIAL**



La respuesta vasomotora se cuantificó como el porcentaje de variación del diámetro arterial en el tiempo. Los valores corresponden al promedio de los 12 individuos estudiados, durante el período de consumo de vino y luego del período de suspensión del vino.

El estudio midió la función endotelial considerada como la vasodilatación de la arteria braquial -del brazo-, mediada por el flujo sanguíneo; es decir, en respuesta a una oclusión temporal del paso de la sangre en el antebrazo. Estas mediciones se hicieron en ayunas, en el día 60, luego de 30 días con vino, y el día 90, luego de 30 días sin vino, en los 12 voluntarios.

Los resultados fueron expresados como el porcentaje del cambio en el diámetro de la arteria braquial a los 1, 3 y 5 minutos, luego de una oclusión arterial de cinco minutos en el antebrazo, en relación a medidas basales.

---

---

## ANEXOS

---

---

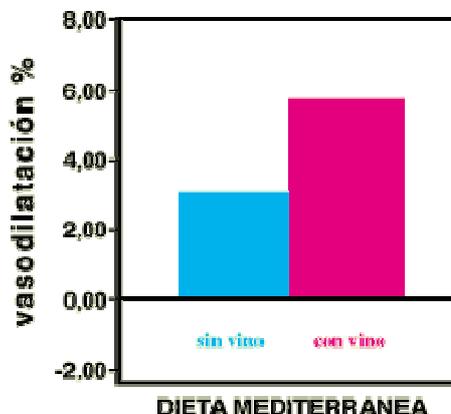
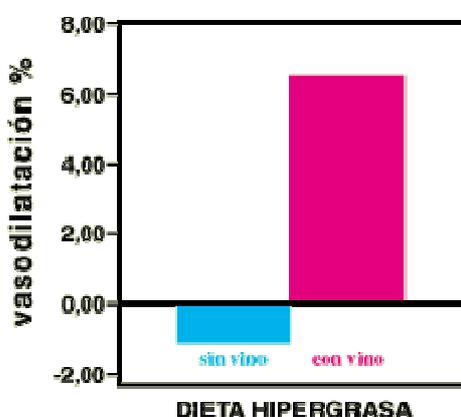
La respuesta normal frente a un estímulo como el señalado (oclusión arterial) es la vasodilatación. El estudio encontró que la respuesta vasodilatadora luego de la oclusión arterial, para los 12 voluntarios fue reducido significativamente en el período sin vino, comparado con el período con vino.

Cuando se analizan los resultados por separado en las dos dietas, los individuos con dieta grasa muestran un efecto mucho más importante en la reducción de la respuesta vasodilatadora luego de la suspensión del vino.

Los individuos con dieta tipo mediterránea no muestran un resultado significativo atribuible al vino, aún cuando los análisis estadísticos muestran que los cambios van en la misma dirección que en el caso del grupo con dieta grasa.

Estos resultados muestran que la suplementación con vino normaliza la reactividad vascular, especialmente en sujetos que la han perdido por consumir una dieta rica en grasas.

### EFFECTO DEL CONSUMO MODERADO DE VINO Y DIETAS DIFERENTES EN LA FUNCIÓN ENDOTELIAL



## ANEXOS

---

La respuesta vasomotora se cuantificó como el porcentaje de variación del diámetro de la arteria al minuto. Los valores corresponden a los promedios del grupo que ingirió dieta hipergrasa y del grupo que ingirió dieta tipo mediterránea, con y sin suplementación con vino.

### **Referencia:**

<http://www.bio.puc.cl/vinsalud/boletin/31dietas.htm>

## **ANEXO DENOMINACIÓN DE ORIGEN**

**Denominación de origen** es un tipo de indicación geográfica aplicada a un producto agrícola o alimenticio cuya calidad o características se deben fundamental y exclusivamente al medio geográfico en el que se produce, transforma y elabora.

En otras palabras, es una calificación que se emplea para proteger legalmente ciertos alimentos que se producen en una zona determinada, contra productores de otras zonas que quisieran aprovechar el buen nombre que han creado los originales, en un largo tiempo de elaboración o cultivo.

Los productores que se acogen a la denominación de origen, se comprometen a mantener la calidad lo más alta posible y a mantener también ciertos usos tradicionales en la producción, como por ejemplo, en el caso del vino, en ciertas zonas se exige utilizar la uva tradicional de la zona. Asimismo, suele existir un organismo público regulador de la denominación de origen, que autoriza exhibir el distintivo a los productores de la zona que cumplen las reglas.

La ventaja fundamental de la denominación de origen es que garantiza al consumidor un nivel de calidad más o menos constante y unas características específicas. A cambio, los productores obtienen una protección legal contra la producción o elaboración de tales productos en otras zonas, aunque se utilicen los mismos ingredientes y procedimientos, que les permite influir sobre el precio final de éstos. También se señala que esta figura fomenta la organización del sector productivo y facilita el acceso de productores a mercados nacionales e internacionales.

### SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Jerez de la Frontera es la capital vinícola de esta región Sanlúcar de Barrameda y el Puerto de Santa María son otras dos poblaciones de importante raigambre vinícola

### DESCRIPCIÓN

Entre estas ciudades, orilladas por el Océano Atlántico y los ríos Guadalquivir y Guadalete, se extiende el cuidado viñedo, sobre terrenos ondulados de marga caliza blanca; son las célebres albarizas, tierras esponjosas y muy profundas, con excelente capacidad de retención de agua e inmejorables condiciones físicas para el desarrollo del viñedo de calidad.

El clima meridional se compensa con el Atlántico y proporciona veranos e inviernos suaves, con una humedad alta por la proximidad del mar, precipitaciones anuales apreciables, junto con una elevada insolación.

La cepa predominante es la Palomino Fino, que ocupa un 95% de la producción. El resto es para las cepas Pedro Ximénez y Moscatel.

La Denominación de Origen Jerez distingue los tipos de vinos:

Fino, de color oro pajizo, pálido aroma avellanado, suave y lleno al paladar, entre 15 y 17º de alcohol. El Fino de Sanlúcar, donde el proceso de crianza se intensifica por la proximidad inmediata del océano, recibe el nombre de Manzanilla, también protegido por su propia denominación.

Amontillado, de color ambarino, aroma avellanado, suave y lleno de paladar, de graduación elevada.

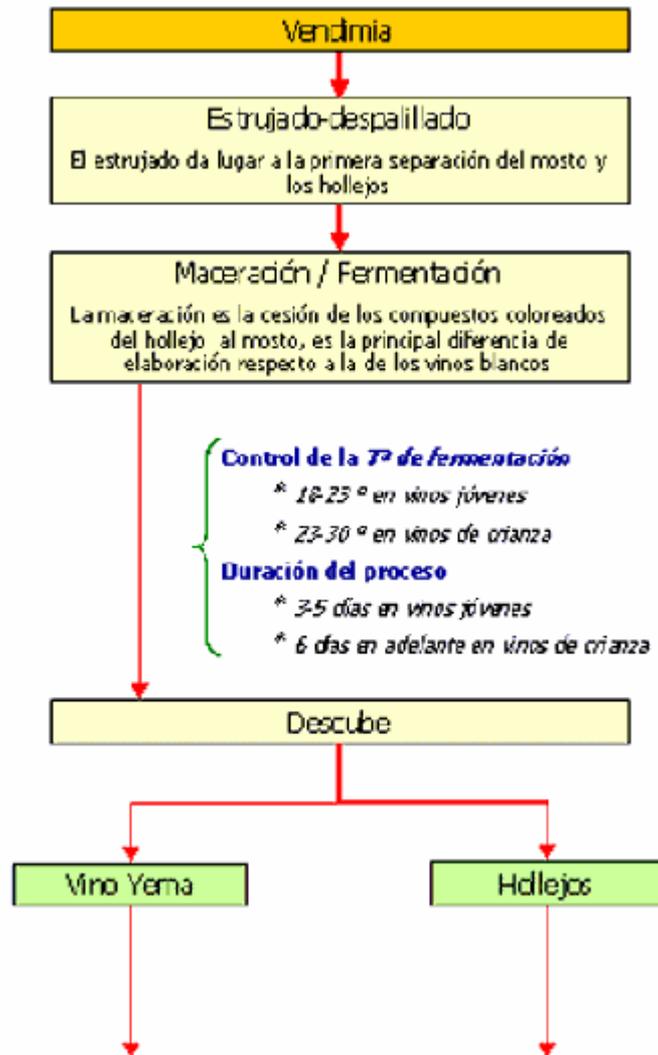
## **ANEXOS**

---

Oloroso, oro oscuro muy aromático, seco o ligeramente abocado, de mucho cuerpo, con una graduación alcohólica elevada.

Dulces, Pedro Ximénez y Moscatel, caobas aterciopelados y muy dulces, y los Cream, parecidos a los olorosos, pero que conservan el aroma de un Pedro Ximénez.

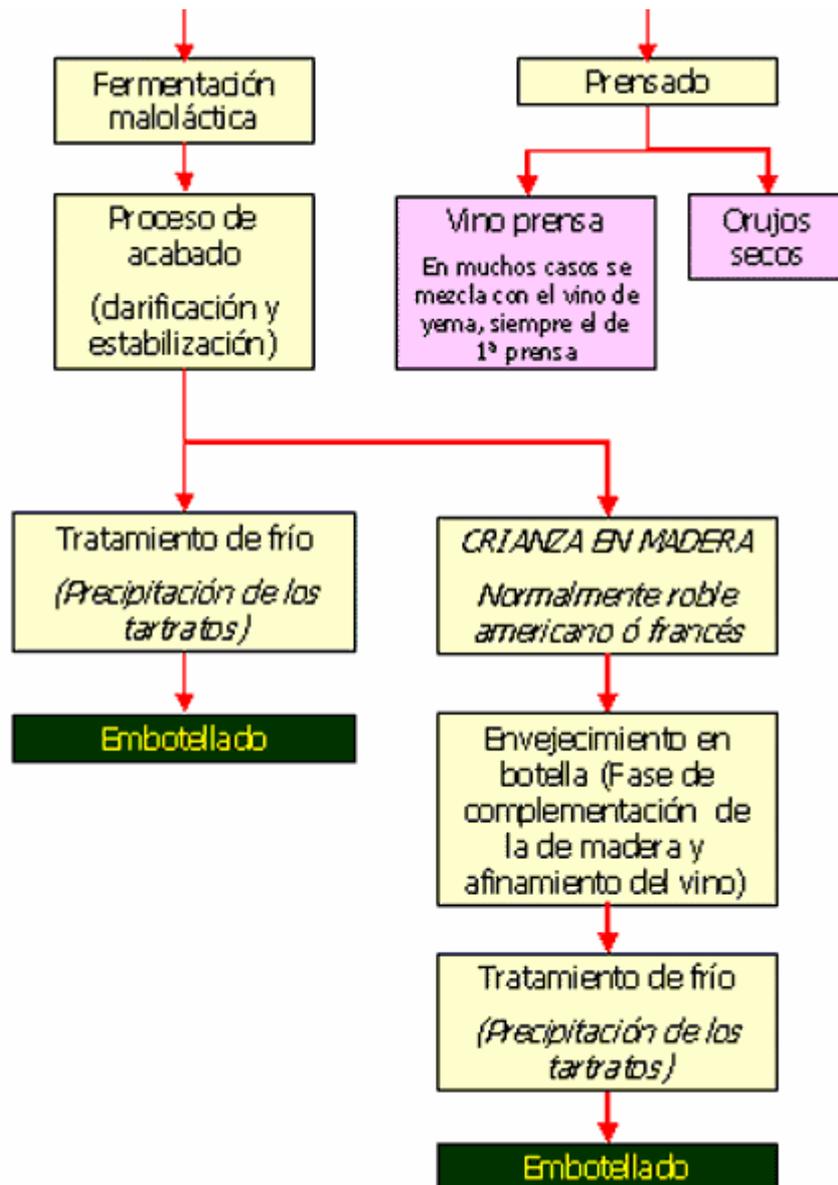
## ANEXO ESQUEMA DE ELABORACIÓN DEL VINO



---

## ANEXOS

---



**ANEXO VENDIMIA MECÁNICA**

Las máquinas de vendimiar están mejorando constantemente y con cualquier vendimiadora se pueden recoger la mayoría de las variedades, aunque algunas soportan mejor que otras la vendimia mecánica.



## **ANEXO DESPALILLADORA-ESTRUJADORA**

### ***La Despalilladora***

La despalilladora es una máquina que esencialmente consiste en un túnel (tambor desgranador) en el cual la uva es separada del raspón por medio del choque de esta con las paletas de un eje concéntrico al tambor, y que gira en sentido contrario a este. Todos los elementos que estén en contacto con la uva deben ser de acero inoxidable.

Por desgranar despalillar las uvas se entiende la separación de los granos de uva de los raspones escobajos por medio de un martinete rotatorio. Sobre todo los raspones no lignificados, inmaduros, verdes, confieren un sabor no deseado al mosto, especialmente si la temperatura es elevada y si la presión de prensado es elevada si el mosto empieza a fermentar. El desgranado despalillado evita la lixiviación y el lavado de los escobajos herbáceos y no lignificados y con ello la absorción de sustancias hidrosolubles (taninos, jugos vegetales, pesticidas tóxicos) en el mosto.

Es bien conocido que los raspones y pieles ceden sustancias gustativas al mosto que aparecen como desagradablemente tánicas en la fracción del mosto. De esta forma, es evidente que la eliminación previa de los raspones debe producir un mosto y vinos más puros y limpios.

Las uvas recogidas del suelo, las que muestran podredumbre enfermedades del pedúnculo, es mejor no desgranarlas, pues los pedúnculos podridos se rompen y no se separan de los granos de uva. Y también existe el peligro de que junto con las uvas entren piedras en las máquinas y las estropeen.

En cuanto a las uvas para vino tinto, que es el caso que nos interesa, ya que la línea calculada en el presente proyecto es para ese tipo de vino, dichas uvas deben ser desgranadas cuidadosamente, pues en caso contrario se obtienen vinos tintos ásperos, duros, inarmónicos, tras el calentamiento la fermentación del mosto.

Existen varios tipos de desgranadoras, entre las cuales se pueden destacar:

- Desgranadoras que tienen en su colector de recogida de la uva dos rodillos que actúan de estrujadora, produciéndose de esta forma antes el estrujado que el desgranado.
- Desgranadoras que en una misma operación, debido a su intenso movimiento rotatorio, desgranar las uvas y las machacan, con lo que no hace falta estrujadora. El problema de este tipo es que se obtiene un mosto muy turbio.

El proceso del desgranado presenta varias ventajas. Una primera ventaja es la de disminuir el volumen ocupado por la vendimia. El raspón no representa más que del 3 al 7% de la vendimia en peso, pero el 30% de su volumen. Por consiguiente, para la vinificación de una vendimia desgranada, se necesitan menos cubas de fermentación; igualmente los volúmenes de orujo a manipular y a prensar son menos importantes. Sin embargo, la presencia del raspón facilita el proceso del prensado, sobre todo en el caso de uva blanca.

Por otra parte, los raspones escobajos modifican la composición del vino. Por un lado contienen agua y poco azúcar, y por otra parte su jugo es de acidez débil y rico en potasio. Finalmente, el desgranado aumenta la acidez, pero sobre todo presenta la ventaja de aumentar la graduación alcohólica; el desgranado actúa sobre la graduación alcohólica también absorbiendo alcohol.

## **ANEXOS**

---

---

Además el desgranado juega un rol favorable sobre la marcha de la fermentación. El camino que sigue la uva en la desgranadora es el que sigue. Primero va de la tolva de recepción a la tolva mecánica para su recepción, donde es enviada al tambor desgranador por medio del sin-fin de alimentación. Aquí es golpeada por las paletas del eje giratorio concéntrico produciéndose la separación de los granos y el raspón. Los primeros caen por los agujeros abocardados del tambor al cuerpo y desde aquí son empujados por el sinfín exterior del tambor a la estrujadora. Los segundos son empujados por las paletas cilíndricas hacia el exterior del tambor, desde donde caen a la tolva receptora de raspón y desde aquí son absorbidos por el aspirador de raspón a través de una tubería y expulsados a unos contenedores.

Entre las características principales que debe tener una despalilladora-estrujadora hay que señalar:

Tolva incorporada para su alimentación a través de sinfín o con descarga directa (gravedad).

Diversas opciones de trabajo. La tolva de alimentación lleva dos compuertas que permiten despalillar total o parcialmente o no despalillar la uva. La estrujadora debe permitir triturar o no la vendimia.

Los agujeros del tambor desgranados abocardados y redondos. Para que los granos de uva al salir ni se rompan si se corten al chocar contra las paredes del agujero, Así el despalillado será más suave y eficaz.

Variador de velocidad, lo que permitirá trabajar a distintas velocidades según el grado de maduración de la vendimia.

### ***Estrujadora***

La estrujadora básicamente consiste en dos rodillos estriados apoyados sobre el cuadro de la máquina, que en su giro hacen que la uva pase entre ellos y se produzca el consiguiente aplastamiento de la misma. Estos rodillos normalmente son de caucho alimentado.

El estrujamiento aplastamiento consiste en romper la película de uva de manera de desligar la pulpa, liberar el jugo que es ligeramente aireado y mezclado simultáneamente con las levaduras que se encuentran en la superficie de las películas. Además, la vendimia aplastada es transportada con más facilidad mediante el bombeo.

Un primer efecto del estrujamiento es sembrar el jugo por dispersión de las levaduras que sufren simultáneamente una aireación favorable a su multiplicación; hay una activación para el inicio de la fermentación favoreciendo su acabado más fácil y rápido.

Pero el efecto más significativo del estrujamiento es facilitar la maceración, por aumento de las superficies en contacto entre el jugo y las partes sólidas y por consiguiente acentuar la disolución de los taninos y del color.

Actualmente, la tendencia en la elaboración de vinos finos, es aplastar pero muy ligeramente, de manera que se fisuren los granos sin provocar una rotura de las partes sólidas de la uva, responsable no solo de la formación abundante de borras y lías, sino también de gustos astringentes excesivos.

## **ANEXOS**

---

Con respecto al plan mecánico, el estrujamiento debe ser realizado sin desgarramiento de las pieles, rotura de las semillas. Existen diferentes tipos de estrujadoras:

- Estrujadoras a rodillos metálicos mejor de acero inoxidable funcionando en sentido inverso; la separación de los rodillos condiciona la intensidad de la compresión.
- Estrujadoras de ruedas dentadas con perfiles reunidas en forma de cruz.
- Estrujadoras a láminas tiene un solo cilindro rotativo y un grupo de láminas que entran y salen del cilindro y que aplastan uvas contra una placa con ranuras. Son poco utilizadas.
- Estrujadoras que utilizan la fuerza centrífuga y las cuales descobajan simultáneamente. La vendimia es proyectada por las paletas que giran a gran velocidad.

## **ANEXO "LAS LEVADURAS DE FERMENTACIÓN"**

Desde hace sesenta años, los viñedos importantes han establecido catálogos de especies de levaduras. Desde los años 1980, se sabe estudiar las cepas de levaduras mediante el análisis de su contenido genético (ADN cromosómico o mitocondrial) y seguir su evolución desde el viñedo al vino ya elaborado.

La uva es pobre en levaduras, de 1000 a 100000/baya solamente. Se han encontrado sobre todo levaduras poco o nada fermentativas como *Rhodotorula*, *Kloeckera apiculata*, *Candida*, *Pichia*. Éstas no pueden asegurar una fermentación alcohólica normal. La especie *Saccharomyces Cerevisae* es poco abundante sobre la uva pero es prácticamente la única especie fermentativa.

*Saccharomyces Cerevisae* se vuelve rápidamente dominante en los mostos en fermentación, pero este dominio es más lento en ausencia total de sulfatado (ej. Vinificación para la obtención de coñac). Después de varios días de vendimia, *Saccharomyces Cerevisae*, omnipresente en las bodegas, asegura una siembra del mosto espontánea importante, bien conocido por los enólogos y a veces molesto (ej. Desfangado de vinos blancos). Esta siembra puede estar acompañada de desarrollos bacterianos a evitar mediante una higiene precisa y rigurosa.

La mayor parte de las fermentaciones espontáneas son acabadas por un pequeño número de cepas (1 a 3) muy mayoritarias. Se encuentran la mayoría de las veces sobre el conjunto de tanques de fermentación, más en las vinificaciones en tinto, con remontados, que en blancos, sin remontados. Las fermentaciones de numerosas cepas son a menudo más lánguidas. Estas cepas

pueden mantenerse o no a lo largo de las añadas sucesivas, o encontrarse en las bodegas vecinas o lejanas.

Las siembras realizadas con levaduras secas activas (LSA) de los primeros tanques de fermentación influyen en gran medida en la flora microbiana de otros tanques, sobre todo en vinificaciones en tinto.

Esta implantación mayoritaria de cepas autóctonas y la práctica masiva de la siembra mediante LSA desde hace 20 años o más podría hacer temer una estandarización de las características de las fermentaciones. No hay nada que permita afirmarlo hoy, pero parece tan poco razonable utilizar una sola cepa para todas las cosechas y todas las bodegas de una región como multiplicar las cepas de levaduras nuevas sin haber probado siempre todas las cualidades que se les requieren.

### **La clasificación de las levaduras enológicas.**

Las levaduras enológicas pertenecen a un amplio grupo de hongos unicelulares (Ascomycetos, Basidiomicetos y Deuteriomicetos) incluyendo alrededor de 80 géneros, 600 especies y 4000 nombres. La mayor parte de las cepas fermentativas útiles pertenecen al género *Saccharomyces* y casi siempre a la especie *Saccharomyces Cerevisiae*. Las denominaciones "oviformes", "bayanus" y "uvarum" a menudo utilizadas en el pasado y en ciertos documentos recientes resultan obsoletos.

Las diferencias reales e importantes entre levaduras se refieren a su morfología (apiculadas, ovoides, multiplicación por gemación o bipartición), y a sus propiedades fisiológicas (aptitud para fermentar o consumir tal o cual azúcar o ácido). Estas diferencias entre especies hoy se completan y se sustituyen por el análisis del ADN que permite una identificación fácil de las

cepas, es decir de las variedades de la especie *Saccharomyces cerevisiae* que se diferencian, por otro lado, por sus propiedades enológicas (levaduras aromáticas de refermentaciones etc.). El número de cepa permite solamente la identificación de levaduras comerciales.

### **Las levaduras Killer.**

Ciertas cepas de levaduras, llamadas Killer (asesinas), segregan una proteína que daña la pared celular de las cepas llamadas "sensibles" que son destruidas en unas cuantas horas. También existen levaduras "neutras" que no producen toxinas y tampoco son sensibles al factor killer.

Este fenómeno se conoce desde 1963 y las diferentes cepas de levaduras se pueden clasificar por su tolerancia al efecto Killer que no es determinante para su eficacia práctica. La proteína Killer se estabiliza con bentonita y rápidamente se inactiva por encima de 32°C, con presencia de taninos.

ANEXO FÓRMULAS GENERALES PARA EL CÁLCULO DE ESPESOR DE DIVERSOS RECIPIENTES

Fórmulas generales para recipientes

Parte	Fórmula del esfuerzo	Espesor, t		Presión, P		Esfuerzo, S	
		Diámetro interior	Diámetro exterior	Diámetro interior	Diámetro exterior	Diámetro interior	Diámetro exterior
<b>Casco</b>							
Longitudinal [Sección UG-27(c)(2)]*	$\sigma_s = \frac{PR_o}{2t}$	$\frac{PR_i}{2SE + 1.4P}$	$\frac{PR_o}{2SE + 1.4P}$	$\frac{2SE}{R_i - .4t}$	$\frac{2SE}{R_o - 1.4t}$	$\frac{P(R_i - .4t)}{2Et}$	$\frac{P(R_o - 1.4t)}{2Et}$
Circunferencial [Sección UG-27(e)(1); Sección 1-1 (a)(1)]*	$\sigma_s = \frac{PR_o}{t}$	$\frac{PR_i}{SE - .6P}$	$\frac{PR_o}{SE + .4P}$	$\frac{SE}{R_i + .6t}$	$\frac{SE}{R_o - .4t}$	$\frac{P(R_i + .6t)}{Et}$	$\frac{P(R_o - .4t)}{Et}$
<b>Cabezales</b>							
Semisférico [Sección 1-1 (a)(2); Sección UG-27(d)]*	$\sigma_s = \sigma_r = \frac{PR_o}{2t}$	$\frac{PR_i}{2SE - .2P}$	$\frac{PR_o}{2SE + .8P}$	$\frac{2SE}{R_i + .2t}$	$\frac{2SE}{R_o - .8t}$	$\frac{P(R_i + .2t)}{2Et}$	$\frac{P(R_o - .8t)}{2Et}$
Elipsoidal [Sección 1-4(c)]*	Véase PROCEDIMIENTO 2	$\frac{PD,K}{2SE - .2P}$	$\frac{PD,K}{2SE + 2P(K - .1)}$	$\frac{2SE}{KD_i + .2t}$	$\frac{2SE}{KD_o - 2t(K - .1)}$	Véase PROCEDIMIENTO 2	Véase PROCEDIMIENTO 2
2:1 SE [Sección UG-32d]*	*	$\frac{PD_i}{2SE - .2P}$	$\frac{PD_o}{2SE + 1.8P}$	$\frac{2SE}{D_i + .2t}$	$\frac{2SE}{D_o - 1.8t}$	*	*
100% - 6% Torisférica [Sección UG-32(e)]*	*	$\frac{.885PL_o}{SE - .1P}$	$\frac{.885PL_o}{SE + .8P}$	$\frac{SE}{.885L_o + .1t}$	$\frac{SE}{.885L_o - .8t}$	*	*
Torisférica $L_o < 1.66t$ [Sección 1-4(d)]*	*	$\frac{PL_M}{2SE - .2P}$	$\frac{PL_M}{2SE + P(M - .2)}$	$\frac{2SE}{LM + .2t}$	$\frac{2SE}{L_M - t(M - .2)}$	*	*
<b>Cono</b>							
Longitudinal	$\sigma_s = \frac{PR_o}{2t \cos \alpha}$	$\frac{PD_i}{4 \cos \alpha (SE + .4P)}$	$\frac{PD_o}{4 \cos \alpha (SE + 1.4P)}$	$\frac{4SE \cos \alpha}{D_i - .8t \cos \alpha}$	$\frac{4SE \cos \alpha}{D_o - 2.8t \cos \alpha}$	$\frac{P(D_i - .8t \cos \alpha)}{4Et \cos \alpha}$	$\frac{P(D_o - 2.8t \cos \alpha)}{4Et \cos \alpha}$
Circunferencial [Sección 1-4(e); Sección UG-32(g)]*	$\sigma_s = \frac{PR_o}{t \cos \alpha}$	$\frac{PD_i}{2 \cos \alpha (SE - .6P)}$	$\frac{PD_o}{2 \cos \alpha (SE + .4P)}$	$\frac{2SE \cos \alpha}{D_i + 1.2t \cos \alpha}$	$\frac{2SE \cos \alpha}{D_o - .8t \cos \alpha}$	$\frac{P(D_i + 1.2t \cos \alpha)}{2Et \cos \alpha}$	$\frac{P(D_o - .8t \cos \alpha)}{2Et \cos \alpha}$

\* ASME Boiler and Pressure Vessel Code, sección VIII, división 1, edición de 1983, American Society of Mechanical Engineers.

## **ANEXOS**

---

---



## AQUAFORCE™



Quality Management System Approval



## 30XA 252-1702

Capacidad frigorífica nominal 270-1700 kW

Las enfriadoras de agua Aquaforce son la solución perfecta para aquellas aplicaciones industriales y comerciales en las que los instaladores, consultores y propietarios de edificios exigen rendimientos óptimos y máxima calidad.

Las enfriadoras de agua Aquaforce han sido concebidas para cumplir las exigencias actuales y futuras relativas a la eficiencia energética y a los niveles sonoros de funcionamiento. Usan las mejores tecnologías disponibles en la actualidad:

- Compresores de tornillo de doble rotor con válvula de control de capacidad variable.
- Refrigerante R134a puro.
- Ventiladores Flying Bird de cuarta generación de material composite con bajo nivel de ruido.
- Intercambiadores de calor de aluminio con microcanales (MCHX).
- Sistema de control Pro-Dialog con pantalla táctil.

Para cumplir todas las exigencias económicas y medio-ambientales, la Aquaforce está disponible en dos versiones:

La unidad estándar ofrece un nivel de ruido extremadamente bajo y una eficiencia energética superior.

La unidad de alta eficiencia ofrece una eficiencia energética sin parangón para satisfacer las más exigentes demandas de los propietarios de edificios que desean minimizar los costes de funcionamiento. Esta versión se recomienda también para aplicaciones en zonas geográficas en las que la temperatura es muy alta.

### Características y ventajas

#### Funcionamiento muy económico

- Eficiencia energética a plena carga y a carga parcial extremadamente alta:
  - Eficiencia energética Eurovent clase "A", EER media superior a 3,20 kW/kW (opción de alta eficiencia)
  - ESEER media superior a 4 kW/kW
  - Nuevo compresor de tornillo de doble rotor equipado con motor de alta eficiencia y válvula con capacidad variable que permite una perfecta correspondencia de la capacidad de refrigeración con la carga.
  - Condensador totalmente de aluminio con microcanales más eficaz que una batería de cobre/aluminio.
  - Evaporador inundado multitubular para aumentar la eficiencia del intercambio de calor.
  - Dispositivo electrónico de expansión que permite el funcionamiento a una presión de condensación inferior y una mejor utilización de la superficie de intercambio de calor del evaporador (control del sobrecalentamiento).
  - Economizador integrado con dispositivo electrónico de expansión para aumentar la capacidad de refrigeración.

## Niveles sonoros de funcionamiento bajos

- Compresores
  - Silenciadores de descarga integrados en el separador de aceite (patente de Carrier).
  - Silenciador en la línea de retorno al economizador.
  - Aislamiento insonorizado del compresor y del separador de aceite que reduce el ruido emitido.
- Sección del condensador
  - Baterías del condensador en forma de V de ángulo abierto, que permite una circulación más silenciosa del aire a través de la batería
  - Los ventiladores Flying Bird de cuarta generación con bajo nivel sonoro, fabricados con material composite (patente de Carrier), son aún más silenciosos y no generan ruido molesto de baja frecuencia
  - Soportación rígida del ventilador que evita el ruido de arranque (patente de Carrier)

## Instalación fácil y rápida

- Módulo hidráulico integrado (opción)
  - Bomba de agua centrífuga de alta o baja presión (según se requiera en base a la pérdida de presión de la instalación hidráulica)
  - Bomba simple o doble (según se requiera) con equilibrio de tiempo de funcionamiento y conmutación automática a bomba de reserva si se produce un fallo
  - Filtro de agua que protege la bomba de agua de los residuos en circulación
  - Depósito de expansión con membrana de alta capacidad que garantiza la presurización del circuito de agua
  - Aislamiento térmico y protección de aluminio del kit hidráulico
  - Sensor de presión para comprobar la contaminación del filtro y para indicar directamente de forma numérica el caudal de agua con una estimación de la capacidad frigorífica instantánea en el interface de control
  - Válvula de control del caudal de agua
- Conexiones eléctricas simplificadas
  - Interruptor principal de desconexión con alta capacidad de corte.
  - Transformador para alimentación del circuito de control integrado (400/24 V)
- Rápida puesta en servicio
  - Prueba de funcionamiento sistemática en fábrica antes del envío
  - Función de prueba rápida para verificación paso a paso de los instrumentos, dispositivos de expansión, ventiladores y compresores

## Respeto del medio ambiente

- Refrigerante R134a
  - Refrigerante del grupo HFC sin potencial de destrucción del ozono
  - Reducción del 30% de la carga de refrigerante mediante el uso de intercambiadores de calor con microcanales
- Circuito de refrigerante hermético
  - Reducción de fugas, al no utilizarse tubos capilares ni conexiones abocardadas
  - Verificación de los transductores de presión y los sensores de temperatura sin transferencia de carga de refrigerante
  - Válvula de servicio de la conducción de líquido para simplificar el mantenimiento.

## Absoluta fiabilidad

- Compresores de tornillo
  - Compresores de tornillo de tipo industrial con cojinetes de gran tamaño y motor refrigerado con gas de aspiración.
  - El acceso a todos los componentes del compresor es fácil con lo que se minimiza el tiempo de inactividad.
  - Mayor protección con tarjeta electrónica.

- Condensador de aire
  - Intercambiador de calor totalmente de aluminio con microcanales (MCHX), con una resistencia a la corrosión 3,5 veces superior a la de una batería tradicional. El diseño de aluminio en su totalidad impide la formación de corrientes galvánicas entre el aluminio y el cobre causantes de la corrosión de la batería en ambientes salinos o corrosivos.
- Evaporador
  - Aislamiento térmico con envolvente de aluminio para una resistencia perfecta a las agresiones externas (protección mecánica y contra rayos UV).
- Control autoadaptativo
  - El algoritmo de control evita que el compresor ejecute demasiados ciclos (patente de Carrier)
  - Descarga automática del compresor si la presión de condensación es anormalmente alta. Si se obstruye la batería del condensador o falla el ventilador, la Aquaforce continúa funcionando a menor capacidad.
- Pruebas de resistencia excepcionales
  - Asociaciones con laboratorios especializados y uso de herramientas de simulación de límites (cálculo de elementos finitos) para el diseño de componentes críticos.
  - Prueba de simulación de transporte en laboratorio en mesa vibratoria. La prueba se basa en una norma militar equivalente a 4.000 km en camión.
  - Prueba de resistencia a la corrosión en niebla salina realizada en laboratorio.

## Control Pro-Dialog

El control Pro-Dialog combina la inteligencia con la sencillez operativa. Supervisa constantemente todos los parámetros de la máquina y gestiona con precisión el funcionamiento de los compresores, dispositivos electrónicos de expansión, ventiladores y bomba de agua del evaporador para garantizar la máxima eficiencia energética.

- Gestión de energía
  - Reloj interno de programación: permite programar el encendido/apagado de la enfriadora y su funcionamiento en un segundo punto de consigna
  - Reajuste del punto de consigna basado en la temperatura del aire exterior o en la temperatura del agua de retorno
  - Control maestro/esclavo de dos enfriadoras que funcionan en paralelo con equalización del tiempo de funcionamiento y conmutación automática en caso de fallo de la unidad.
- Fácil uso
  - Interface de usuario con gran pantalla táctil (120 x 99 mm) para el acceso intuitivo a los parámetros de funcionamiento. Texto de la información claro que puede visualizarse en el idioma local (póngase en contacto con su distribuidor).

## Gestión remota (estándar)

La Aquaforce está equipada con un puerto serie RS485 que ofrece múltiples posibilidades de control remoto, supervisión y diagnóstico. Carrier ofrece una amplia selección de productos de control, especialmente diseñados para gestionar y supervisar el funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado. Solicite más información al representante de Carrier.

La Aquaforce se comunica también con otros sistemas de control de edificios mediante gateways de comunicación opcionales.

Además, un terminal de conexión permite el control remoto de la unidad Aquaforce mediante señales cableadas:

- Arranque/parada: la apertura de este contacto apagará la unidad

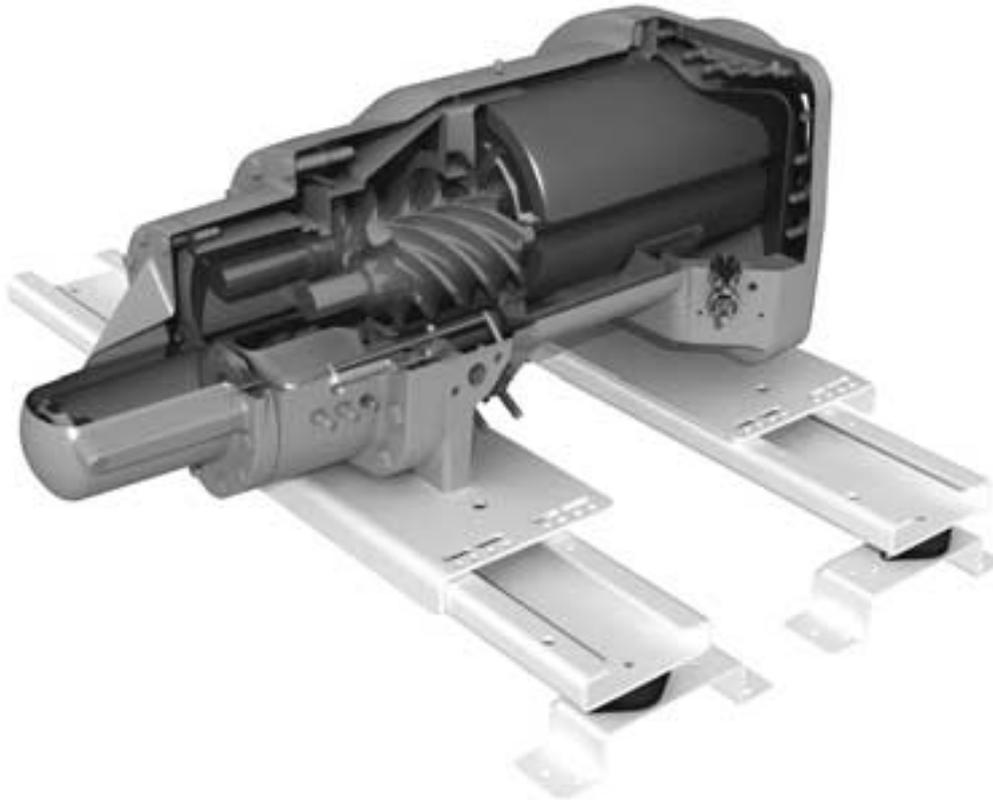
- Punto de consigna doble: el cierre de este contacto activa un segundo punto de consigna (p. ej.: modo de no ocupación - ahorro energético)
- Límite de demanda: el cierre de este contacto limita la capacidad máxima de la enfriadora a un valor predefinido
- Recuperación de calor (opción): el cierre de este contacto permite el funcionamiento del modo de recuperación de calor
- Control de bombas de agua 1 y 2\*: estas salidas controlan los contactores de una o dos bombas de agua del evaporador
- Estado de bomba de agua\*: estos contactos se utilizan para detectar un fallo en el funcionamiento de la bomba de agua y para conmutar automáticamente a la otra bomba
- Indicación de funcionamiento: este contacto sin tensión indica que la enfriadora está en funcionamiento o lista para funcionar (sin carga de refrigeración)
- Indicación de alerta: este contacto sin tensión indica la necesidad de realizar una operación de mantenimiento o la presencia de un fallo poco importante
- Indicación de alarma: este contacto sin tensión indica la presencia de un fallo importante que ha producido el apagado de uno o varios circuitos frigoríficos.

\* no disponible para unidades con opción de módulo hidráulico al ya integrar esta opción dicho control.

### Gestión remota (opción EMM)

El módulo de gestión de energía ofrece posibilidades de control remoto adicionales:

- Temperatura de la sala: permite del punto de consigna en función de la temperatura del aire interior del edificio (con termostato Carrier)
- Reajuste del punto de consigna: asegura la reajuste del punto de consigna de refrigeración basada en una señal de 4-20 mA o 0-5 V
- Límite de demanda: permite limitar la potencia o corriente máxima de la enfriadora en función de una señal de 0-10 V
- Límites de demanda 1 y 2: el cierre de estos contactos limita la potencia o corriente máxima de la enfriadora a dos valores predefinidos
- Seguridad del usuario: este contacto puede utilizarse para cualquier bucle de seguridad del cliente; su apertura genera una alarma específica
- Fin de almacenamiento de hielo: al finalizar el almacenamiento de hielo, esta entrada permite volver al segundo punto de consigna (modo de no ocupación)
- Anulación de programación: el cierre de este contacto cancela los efectos de la programación horaria
- Fuera de servicio: esta señal indica que la enfriadora está totalmente fuera de servicio
- Capacidad de la enfriadora: esta salida analógica (0-10 V) indica la capacidad de la enfriadora

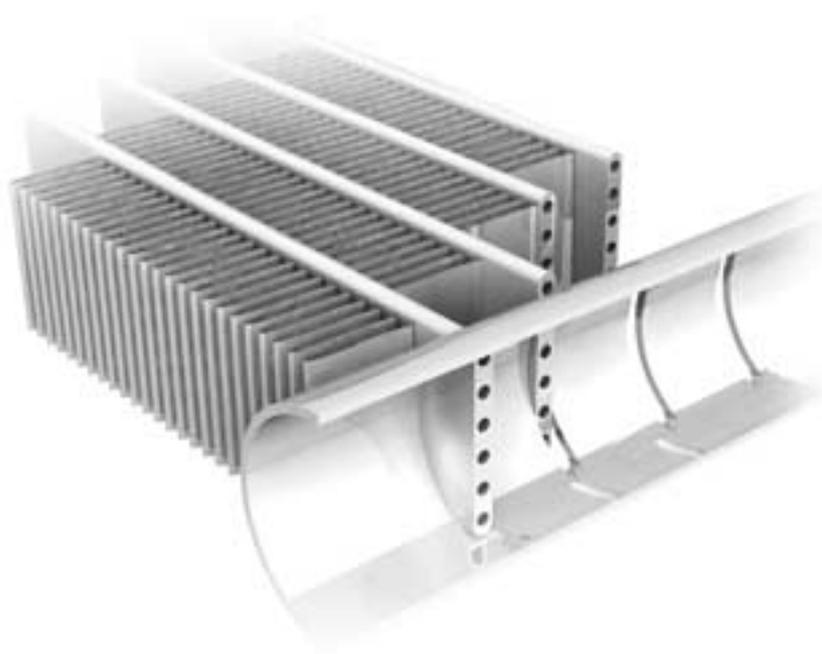


**Compresor de tornillo 06T de nueva generación**

La nueva generación de compresores de tornillo Carrier 06T es fruto de la dilatada experiencia de Carrier en el desarrollo de compresores de tornillo de doble rotor. El compresor está equipado con cojinetes con rodamientos de gran tamaño, lubricados a presión con aceite para garantizar un funcionamiento fiable y duradero, incluso a plena carga. Una válvula de control variable controlada por presión de aceite permite una capacidad de refrigeración con infinitas variaciones. El sistema permite un ajuste óptimo de la capacidad de refrigeración del compresor y garantiza una estabilidad excepcionalmente alta de la temperatura de salida del agua enfriada.

Entre otras ventajas: si se produce un fallo debido, por ejemplo, a la obstrucción del condensador o a una temperatura exterior muy alta, el compresor no se desactiva, sino que sigue funcionando a menor capacidad (modo descargado).

El compresor está equipado con un separador de aceite independiente que minimiza la cantidad de aceite en el circuito de refrigerante y con su silenciador integrado reduce considerablemente las pulsaciones de descarga del gas para garantizar un funcionamiento mucho más silencioso.



**Intercambiador de calor totalmente de aluminio con microcanales (MCHX)**

Utilizado en los sectores intercambiador aeronáutico y de automoción durante muchos años, el intercambiador MCHX empleado en la Aquaforce es de aluminio en su totalidad. Este concepto monobloque aumenta considerablemente la resistencia a la corrosión al eliminar las corrientes galvánicas que se crean cuando dos metales distintos (cobre y aluminio) entran en contacto en los intercambiadores de calor tradicionales. A diferencia de los intercambiadores de calor tradicionales, el MCHX puede utilizarse en ambientes urbanos y marino moderados.

Desde el punto de vista de la eficiencia energética, el intercambiador de calor MCHX es aproximadamente un 10% más eficaz que una batería tradicional y permite una reducción del 30% en la cantidad de refrigerante utilizada en la enfriadora. El reducido espesor del MCHX minimiza las pérdidas de presión del aire en un 50% y lo hace menos susceptible a la obstrucción (p. ej.: por arena) que una batería tradicional. El intercambiador de calor MCHX se limpia con rapidez con un dispositivo de lavado a alta presión.



**Interface de usuario Pro-Dialog con pantalla táctil**

El interface de usuario del Aquaforce es muy sencillo. Consiste en una pantalla táctil de gran formato, y es fácil acceder a la información: el texto claro en el idioma

seleccionado permite consultar todos los parámetros de funcionamiento. Es posible personalizar hasta ocho pantallas.

# Opciones y accesorios

Opciones	No.	Descripción	Ventajas	Uso
Protección contra la corrosión, baterías tradicionales	2B	Aplicación en fábrica del tratamiento con Blygold Polual a las baterías de cobre/aluminio	Mayor resistencia a la corrosión, recomendada para entornos industriales, rurales y marinos severe	30XA 252-1702
Protección contra la corrosión, baterías tradicionales	3A	Aletas de aluminio pretratado (poliuretano y epoxi)	Mayor resistencia a la corrosión, recomendada para entornos marinos moderate y urbanos	30XA 252-1702
Solución de glicol para temperaturas bajas	5	Producción de agua enfriada de baja temperatura, hasta -6 °C con etilenglicol y -3 °C con propilenglicol	Cubre determinadas aplicaciones, como el almacenamiento de hielo y los procesos industriales	30XA 252-1702
Solución de glicol para temperaturas muy bajas	6	Producción de agua enfriada de baja temperatura, hasta -12 °C con etilenglicol (limitado a -10 °C para determinados tamaños) y -8 °C con propilenglicol (limitado a -6 °C para determinados tamaños)	Cubre determinadas aplicaciones, como el almacenamiento de hielo y los procesos industriales	30XA 252-1702
Caja de control IP 54	20A	Mayor estanqueidad de las cajas de control	Mayor protección de la caja de control	30XA 252-1702
Aplicaciones tropicales	22	Caja de control de la unidad adecuada para aplicaciones tropicales	Humedad relativa reducida en la caja de control para el funcionamiento en entornos tropicales (calientes y húmedos)	30XA 252-1702
Rejillas	23	Rejillas metálicas en la partes delantera, trasera y laterales de la unidad	Estética mejorada, protección contra la intrusión en el interior de la unidad	30XA 252-1702
Funcionamiento en régimen de invierno	28	Control de la velocidad del ventilador mediante un convertidor de frecuencia	Funcionamiento estable de la unidad cuando la temperatura del aire oscila entre -10°C y -20°C	30XA 252-1702
Protección frente a congelación del evaporador	41A	Resistencia eléctrica del evaporador	Protección frente a congelación del evaporador hasta una temperatura exterior de -20°C	30XA 252-1702
Protección frente a congelación del módulo hidrónico y del evaporador	41B	Resistencia eléctrica del evaporador y del módulo hidrónico	Protección frente a congelación del evaporador y del módulo hidrónico hasta una temperatura exterior de -20°C	30XA 252-502
Recuperación de calor	50	Recuperación absoluta del calor que expulsa el condensador	Producción de agua caliente gratuita, vinculada a la producción de agua fría	30XA 252-1002
Punto único de conexión a la alimentación	81	Conexión de la máquina a la red de alimentación a través de una conexión a la red de alimentación	Instalación rápida y fácil	30XA 252-1502
Válvula de aspiración	92	Válvulas de corte en la tubería de aspiración del compresor, la línea del economizador y la tubería de descarga del compresor	Mantenimiento simplificado	30XA 252-1702
Evaporador de tres pasos	100A	Evaporador con lado del agua de tres pasos	Más pérdidas de presión en la entrada y salida del agua en lados opuestos	30XA 252-602
Evaporador de un paso	100C	Evaporador con lado del agua de un paso	Menos pérdidas de presión en la entrada y salida del agua en lados opuestos	30XA 252-1002
Evaporador de 21 bar	104	Evaporador reforzado para la ampliación a 21 bar del intervalo máximo de presión de servicio en el lado del agua	Cubre aplicaciones con una columna de agua alta (edificios altos)	30XA 252-1702
Conexiones de agua invertidas	107	Evaporador con entrada/salida de agua inversa	Simplificación de la conducción de agua	30XA 252-1702
Módulo hidrónico de bomba simple de alta presión	116B	Véase el capítulo correspondiente al módulo hidrónico	Instalación fácil y rápida	30XA 252-502
Módulo hidrónico de bomba doble de alta presión	116C	Véase el capítulo correspondiente al módulo hidrónico	Instalación fácil y rápida, seguridad en el funcionamiento	30XA 252-502
Módulo hidrónico de bomba simple de baja presión	116F	Véase el capítulo correspondiente al módulo hidrónico	Instalación fácil y rápida	30XA 252-502
Módulo hidrónico de bomba doble de baja presión	116G	Véase el capítulo correspondiente al módulo hidrónico	Instalación fácil y rápida, seguridad en el funcionamiento	30XA 252-502
Sistema de enfriamiento gratuito de expansión directa	118A	Producción de agua enfriada sin necesidad de compresores, mediante intercambio de calor por expansión directa en los condensadores	Producción de agua enfriada a precios muy económicos en condiciones de temperaturas exteriores bajas	30XA 252-1002
Alta eficiencia energética	119	Mayor rendimiento del condensador	Reducción del coste de energía, funcionamiento a plena carga a temperaturas del aire más altas	30XA 252-1702
Gateway JBus	148B	Tarjeta de comunicaciones bidireccional, cumple el protocolo JBus	Conexión fácil a un sistema de gestión de edificios mediante un bus de comunicación	30XA 252-1702
Gateway BacNet	148C	Tarjeta de comunicaciones bidireccional, cumple el protocolo BacNet	Conexión fácil a un sistema de gestión de edificios mediante un bus de comunicación	30XA 252-1702
Gateway LON	148D	Tarjeta de comunicaciones bidireccional, cumple el protocolo LON	Conexión fácil a un sistema de gestión de edificios mediante un bus de comunicación	30XA 252-1702
Módulo de gestión de energía EMM	156	Véase el capítulo "Módulo de gestión de energía"	Conexión fácil a un sistema de gestión de edificios mediante un cable	30XA 252-1702
Unidad sin encapsulamiento	253	Compresores no equipados con aislamiento acústico	Más económico	30XA 252-1702
Baterías tradicionales (Cu/Al)	254	Baterías con tubos de cobre y aletas de aluminio	Posibilidad de aplicar un tratamiento especializado al condensador	30XA 252-1702
Baterías tradicionales (Cu/Al) sin ranuras	255	Baterías con tubos de cobre y aletas de aluminio sin ranuras	Recomendada para Oriente Medio, donde hay tormentas de arena. Posibilidad de aplicar un tratamiento especializado al condensador.	30XA 252-1702
Aislamiento de tubería de aspiración	256	Aislamiento térmico de la tubería de aspiración con aislante flexible contra rayos UV	Impide la condensación en la conducción de aspiración	30XA 252-1702
Bajo nivel de ruido	267	Aislamiento acústico de determinados componentes del circuito de refrigerante de la unidad (aspiración, evaporador y tubería del economizador)	Reducción del nivel sonoro de la unidad de -3 dB(A)	30XA 252-1702
<b>Accesorios</b>		<b>Descripción</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Uso</b>
JBus gateway CCN		Véase la opción 148B	Véase la opción 148B	Véase la opción 148B
BacNet gateway CCN		Véase la opción 148C	Véase la opción 148C	Véase la opción 148C
LON Talk gateway CCN		Véase la opción 148D	Véase la opción 148D	Véase la opción 148D
Manguito de conexión		Tubería que debe soldarse con la conexión Victaulic	Facilidad de instalación	30XA 252-1702
Módulo de gestión de energía EMM		Véase el manual de los controles	Conexión fácil a un sistema de gestión de edificios mediante un cable	30XA 252-1702
Kit sondas de temperatura Maestro/Esclavo		El kit de sensor de temperatura de salida de agua suplementario, instalado en el lugar de instalación, permite el funcionamiento maestro/esclavo de dos enfriadoras conectadas en paralelo.	Funcionamiento optimizado de dos enfriadoras conectadas en paralelo con compensación del tiempo de funcionamiento.	30XA 252-1502
Soportes antivibración		Soportes antivibración elastoméricos para cada punto de distribución de peso de la unidad	Absorción de vibraciones, vinculada al funcionamiento de la unidad (básicamente el compresor)	30XA 252-1702

# Módulo hidrónico (opción)

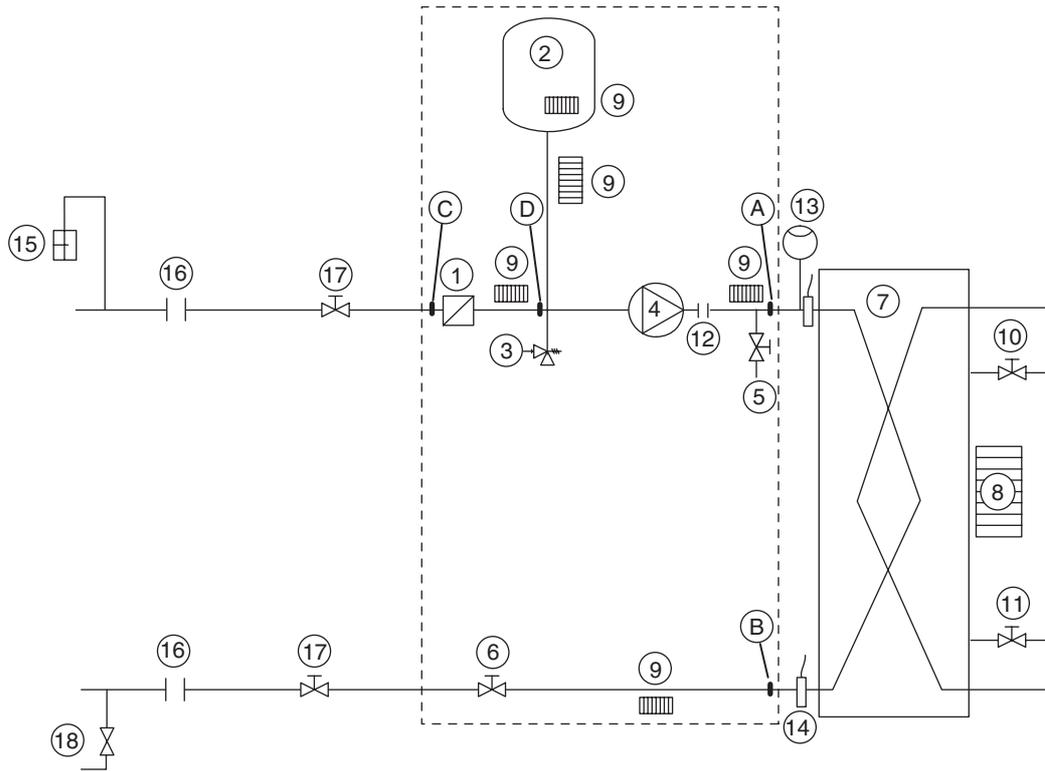


Diagrama típico del circuito hidrónico

**Leyenda**

**Componentes de la unidad y el módulo hidrónico**

- A Sensor de presión (A-B =  $\Delta p$  evaporador)
- B Sensor de presión
- C Sensor de presión (C-D =  $\Delta p$  filtro de agua)
- D Sensor de presión
- 1 Filtro de pantalla Victaulic
- 2 Depósito de expansión
- 3 Válvula de seguridad
- 4 Bomba de presión disponible
- 5 Válvula de drenaje
- 6 Válvula de control del caudal de agua
- 7 Evaporador
- 8 Resistencia anticongelación del evaporador (opción)

- 9 Resistencia anticongelación del módulo hidrónico
- 10 Purga (evaporador)
- 11 Purga de agua (evaporador)
- 12 Compensador de expansión (conexiones flexibles)
- 13 Interruptor de caudal
- 14 Sensor de temperatura del agua

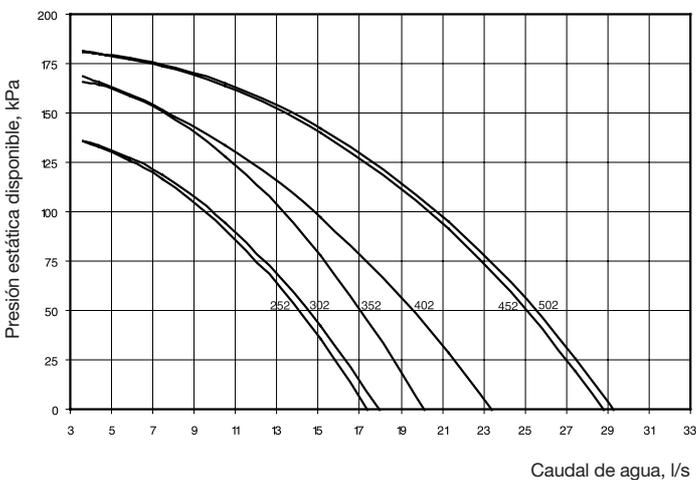
**Componentes del sistema**

- 15 Purga
- 16 Conexión flexible
- 17 Válvulas de cierre
- 18 Válvula de carga

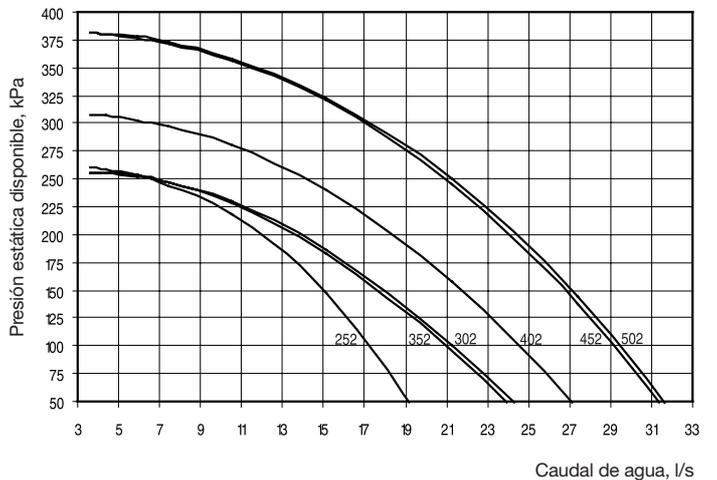
--- Módulo hidrónico (opción)

## Presión estática del sistema disponible

Bomba de baja presión (opción de módulo hidrónico)



Bomba de alta presión (opción de módulo hidrónico)



# Recuperación de calor total (opción)

Adecuada para calefacción, preparación doméstica de agua caliente, sector agrícola y de alimentación, procesos industriales y otras necesidades de agua caliente.

Con la opción de recuperación total de calor, es posible reducir la factura de consumo de energía considerablemente en comparación con los equipos de calefacción convencionales, como los calderas de combustibles fósiles y los depósitos eléctricos de agua.

## Principio operativo

Si es preciso producir agua caliente, se dirigen los gases de descarga del compresor hacia el condensador de recuperación de calor. El refrigerante libera su calor al agua caliente, que abandona el condensador a una temperatura de hasta 60°C. De este forma, el 100 % del calor que expulsa la enfriadora de líquido puede utilizarse para producir agua caliente. Una vez satisfecha la demanda de calor, se vuelve a dirigir el gas caliente al condensador de aire, donde los ventiladores expulsan el calor al aire exterior. El control Pro-Dialog de la enfriadora regula la temperatura del agua caliente y controla de forma independiente la operación de recuperación de cada circuito de refrigerante.

## Datos físicos

Como los de la unidad normal, con las siguientes excepciones:

Modo de recuperación de calor de la 30XA		252	302	352	402	452	502	602	702	752	802	852	902	1002
Capacidad frigorífica*	kW	261	291	311	379	438	493	603	665	707	775	814	875	971
Capacidad calorífica en el modo de recuperación de calor**	kW	336	373	401	481	554	620	760	832	894	974	1027	1105	1229
Consumo total (unidad)*	kW	82	90	99	113	128	140	172	183	206	219	234	253	283
Índice europeo de eficiencia energética total (EER/COP)	kW/kW	3,16/ 4,07	3,22/ 4,13	3,15/ 4,06	3,36/ 4,27	3,40/ 4,31	3,53/ 4,46	3,52/ 4,44	3,63/ 4,55	3,43/ 4,35	3,53/ 4,45	3,48/ 4,40	3,45/ 4,38	3,42/ 4,35
Peso en funcionamiento**	kg	4230	4270	4280	5260	5380	5880	7000	7100	7470	7680	8320	8670	9280
<b>Refrigerante</b>														
Circuito A	kg	36	37	37	53	54,5	62	62	62	70	74	77	74	96
Circuito B	kg	38	38	39	37	39	39	62	66	62	69	68	77	94
<b>Condensador de recuperación de calor</b>														
Volumen de agua	l	Multitubular inundado												
Conexiones de agua		Victaulic												
Diámetro	pulg.	3 1/2	3 1/2	3 1/2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Diámetro exterior	mm	93	93	93	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106

\* Temperatura del agua de entrada/salida del evaporador 12°C/7°C; temperatura del agua de entrada/salida del condensador de recuperación de calor 40°C/45°C

\*\* Los pesos se proporcionan sólo a efectos de orientación

# Sistema de enfriamiento gratuito DX (opcional)

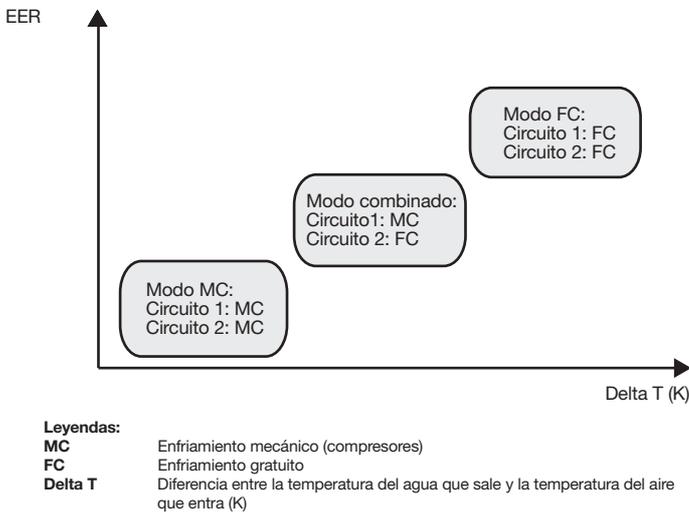
La opción de enfriamiento gratuito DX proporciona un ahorro energético considerable para todas las aplicaciones que necesitan enfriamiento en funcionamiento en invierno. En el modo de enfriamiento gratuito, los compresores se detienen y sólo funcionan el ventilador y la microbomba de refrigeración. El cambio del modo de enfriamiento con compresor al de enfriamiento gratuito se efectúa automáticamente mediante el control Pro-Dialog en función de la carga térmica de la enfriadora y de la diferencia de temperaturas entre el agua enfriada y el aire exterior.

Importante: para optimizar el rendimiento de la enfriadora, se recomienda utilizar la función de reinicio del punto de consigna del agua.

## Principio operativo

Cuando la diferencia de temperatura entre el agua enfriada y el aire sobrepasa cierto valor umbral, el control Pro-Dialog compara el enfriamiento instantáneo de la enfriadora y la capacidad de enfriamiento gratuito. Si las condiciones operativas permiten el funcionamiento gratuito, los compresores se detienen, un conjunto de válvulas montado en la tubería de succión pone el evaporador en comunicación con el condensador y deja que los vapores de refrigerante migren al condensador. El refrigerante se condensa en la batería y el líquido se conduce al evaporador con una microbomba de refrigeración. La capacidad de enfriamiento gratuito se controla con la válvula electrónica de expansión EXV.

Es posible el funcionamiento en el modo combinado de FC (enfriamiento gratuito) y MC (enfriamiento mecánico) en los dos circuitos de refrigerante independientes. Así se favorece la optimización de las operaciones de enfriamiento gratuito y se asegura, al mismo tiempo, el cumplimiento de los requisitos de enfriamiento del sistema.



## Ventajas del sistema de enfriamiento gratuito DX

- Funciona sin glicol  
 A diferencia de los sistemas gratuitos hidrónicos tradicionales, que necesitan una solución de glicol, el sistema de enfriamiento gratuito Aquaforce DX funciona con agua pura; el evaporador se protege frente a la congelación hasta -20°C con una resistencia eléctrica (opcional).
- Baja pérdida de presión del agua  
 La enfriadora con enfriamiento gratuito Aquaforce DX no lleva válvula de tres vías ni batería de enfriamiento gratuito conectados en serie con el evaporador. El sistema gratuito Aquaforce tiene las mismas pérdidas de carga hidráulica que una enfriadora corriente.
- Ventaja de peso y dimensiones
  - La opción de enfriamiento gratuito DX afecta poco al peso de la enfriadora de líquido.
  - El sistema gratuito Aquaforce tiene las mismas dimensiones que una enfriadora corriente.
- Aumento de la eficacia energética
  - En el modo de enfriamiento gratuito sólo funcionan los ventiladores y la microbomba de refrigeración. Con una diferencia de temperatura entre el aire y el agua de 10 K, la eficacia energética media (EER) de la enfriadora es de 23 (kW/kW).
  - En el modo de enfriamiento mecánico, los rendimientos térmico y energético de la enfriadora no se ven reducidos por el uso de una solución de agua y glicol.
  - Como las pérdidas de presión del agua en el circuito son bajas, las bombas de agua consumen menos energía.

## Capacidades frigoríficas

### 30XA 252-1002 en el modo de enfriamiento gratuito

LWT (°C)	Temperatura de entrada del condensador, °C								
	0			-5			-10		
	Cap kW	Unit kW	EER kW/kW	Cap kW	Unit kW	EER kW/kW	Cap kW	Unit kW	EER kW/kW
<b>252</b>	146	6	24,3	186	6	30,8	189	6	31
<b>302</b>	146	6	24,5	186	6	31	190	6	31,3
<b>352</b>	146	6	24,6	186	6	31	189	6	31,3
<b>402</b>	188	8	23,1	261	8	31,9	281	8	33,9
<b>452</b>	191	8	24	266	8	33,2	286	8	35,4
<b>502</b>	214	9	24	299	9	33,2	323	9	35,5
<b>602</b>	260	11	24	382	11	34,3	425	11	37,8
<b>702</b>	280	12	23,4	412	12	34,1	459	12	37,6
<b>752</b>	282	12	24,1	414	12	35,1	461	12	38,7
<b>802</b>	282	12	23,6	412	12	34,3	459	12	37,8
<b>852</b>	326	14	23,4	480	14	34,1	534	14	37,6
<b>902</b>	330	14	23,9	485	14	34,7	540	14	38,3
<b>1002</b>	370	15	24,1	544	15	35	605	16	38,6

#### Legenda

LWT	Temperatura de salida del agua
CAP kW	Capacidad frigorífica
UNIT kW	Consumo de unidad (compresores, ventiladores, circuito de control)
EER kW/kW	Eficiencia energética

## Límites de funcionamiento

	Enfriamiento gratuito	Enfriamiento mecánico (compresores)
<b>Temperatura del agua del evaporador, °C</b>		
Temperatura mínima de salida del agua	3,3	3,3
Temperatura máxima de salida del agua	25	15,6
<b>Temperatura del aire del condensador, °C</b>		
Temperatura mínima de entrada del aire	-20	-20*
Temperatura máxima de entrada del aire	20	55

\* Si la temperatura del aire es inferior a -10°C debe utilizarse la opción 28 (régimen de invierno).

# Datos físicos

30XA		252	302	352	402	452	502	602	702	752	802	852	902	1002	1102	1202	1302	1352	1402	1502	1702
<b>Capacidad frigorífica nominal*</b>																					
Unidad estándar	kW	268	293	320	382	437	492	605	653	706	764	802	869	952	1116	1216	1297	1382	1426	1478	1605
Opción 119***	kW	274	300	326	393	451	508	616	677	726	792	838	899	1000	1147	1247	1354	1442	1468	1523	1675
<b>Peso en orden de funcionamiento** ‡</b>																					
Unidad estándar y opción 119***	kg	3840	3880	3920	4780	4850	5330	6260	6410	6710	7010	7560	7860	8440	10440	10880	11260	11620	4250/8380	4250/8530	7560/7560
Opción 254***	kg	4160	4190	4710	5190	5260	5830	6870	7030	7820	8140	8260	9010	9260	11470	11890	12250	12640	4650/9180	4650/9340	8270/8270
<b>Refrigerante</b> R134a																					
<b>Unidad estándar y opción 119***</b>																					
Circuito A	kg	36	37	37	53	55	62	62	62	70	70	77	70	80	69	85	87	87	100	92	77
Circuito B	kg	38	38	39	37	39	39	62	66	62	57	66	75	84	66	66	68	80	85	95	66
Circuito C	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	96	100	100	77
Circuito D	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66
<b>Opción 254***</b>																					
Circuito A	kg	60	64	70	85	85	102	102	100	129	112	130	129	140	102	112	112	112	140	140	130
Circuito B	kg	64	64	56	56	56	88	95	88	95	95	103	129	92	92	92	98	103	129	95	95
Circuito C	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135	135	135	122	135	135	130
Circuito D	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95
<b>Compresores</b> Compresores de tornillo semiherméticos 06T, 50 r/s																					
Circuito A		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Circuito B		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Circuito C		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1
Circuito D		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Capacidad mínima</b>	%	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	8
<b>Control</b>	PRO-DIALOG, válvula electrónica de expansión (EXV)																				
<b>Condensadores</b>	Intercambiador de calor de aluminio con microcanales (MCHX)																				
<b>Ventiladores</b>	Flying Bird 4 axial con anillo exterior																				
<b>Cantidad</b>																					
Unidad estándar		6	6	6	8	8	9	11	12	12	12	14	14	16	19	20	20	20	24	24	28
Opción 119***		6	6	6	8	8	9	11	12	12	12	14	14	16	19	20	20	20	24	24	28
Opción 254***		6	6	7	8	8	9	11	12	13	13	14	15	16	19	20	20	20	24	24	28
<b>Caudal de aire total</b>																					
estándar	l/s	20500	20500	20500	27333	27333	30750	37583	41000	41000	41000	47833	47833	54667	64917	68333	68333	68333	82000	82000	95667
Velocidad estándar	r/s	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7
<b>Evaporador</b> Multitubular inundado																					
Contenido de agua	l	58	61	61	66	70	77	79	94	98	119	119	130	140	168	182	203	224	230	240	240
Presión de funcionamiento máxima****	kPa	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Conexiones de agua</b> Victaulic																					
<b>Sin módulo hidrónico, entrada/salida</b>																					
Diámetro‡	pulg	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	8	6	6	6	6/8	6/8	6/8	6
Diámetro exterior‡	mm	141,3	141,3	141,3	141,3	141,3	141,3	141,3	168,3	168,3	168,3	168,3	168,3	219,1	168,3	168,3	168,3	168,3/219,3	168,3/219,3	168,3/219,3	168,3
<b>Con módulo hidrónico, (opción), entrada/salida</b>																					
Diámetro	pulg	4	4	4	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diámetro exterior	mm	114,3	114,3	114,3	139,7	139,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Volumen del depósito de dilatación	l	50	50	50	50	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Presión de funcionamiento máxima	kPa	400	400	400	400	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* Condiciones nominales: temperatura de entrada/salida del agua del evaporador = 12°C/7°C. Temperatura del aire exterior = 35°C, factor de ensuciamiento del evaporador = 0,00018 m² K/W

\*\* Los pesos son sólo orientativos. La carga de refrigerante se indica también en la placa de características de la unidad.

\*\*\* Opciones: 119 = alta eficiencia energética; 254 = baterías Cu/Al tradicionales.

\*\*\*\* Presión de funcionamiento máxima sin módulo hidrónico

‡ Peso y diámetros de los módulos de conexión 1 y 2 para los tamaños 1402 a 1702.

## Notas:

Los tamaños de unidades 30XA 1402 a 1702 se suministran en dos módulos que se montan en el lugar de instalación.

Opción 119 (alta eficiencia energética): puede utilizarse con las opciones 254 y 255. Póngase en contacto con el representante de Carrier para conocer los rendimientos

# Datos eléctricos

30XA		252	302	352	402	452	502	602	702	752	802	852	902	1002	1102	1202	1302	1352	1402	1502	1702
<b>Circuito de alimentación</b>																					
Alimentación																					
nominal	V-fases-Hz	400-3-50																			
Intervalo de tensiones		V	360-440																		
<b>Sección máxima del cable de alimentación</b>																					
Circuitos A+B	mm <sup>2</sup>	2x240	2x240	2x240	2x240	2x240	2x240	4x240	4x240	4x240	4x240	4x240	6x240	6x240	4x240	4x240	4x240	6x240	6x240	6x240	4x240
Circuitos C+D †	mm <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2x240	2x240	2x240	2x240	2x240	2x240	4x240
Opción 81	mm <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8x240	8x240	8x240	8x240	8x240	8x240	-
<b>Corriente de retención de cortocircuito (sistema TN)*</b>																					
Circuitos A+B	kA	38	38	38	38	38	38	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Circuitos C+D †	kA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50	50	50	50	50	50
Opción 81	kA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50	50	50	50	50	-
<b>Circuito de control</b> 24 V mediante transformador interno																					
<b>Unidad estándar</b>																					
<b>Corriente máxima de arranque**</b>																					
Circuitos A+B	A	269	269	287	402	505	505	574	606	773	803	805	893	941	574	773	803	891	893	941	805
Circuitos C+D †	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	587	587	587	587	587	587	805
Opción 81	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	991	1079	1155	1242	1248	1294	-
<b>Corriente nominal de arranque***</b>																					
Circuitos A+B	A	245	245	262	378	480	480	536	562	735	759	761	845	865	536	735	759	859	845	865	761
Circuitos C+D †	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	587	587	587	587	587	587	761
Opción 81	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	909	993	1036	1156	1125	1143	-
<b>Coseno de φ (máximo)****</b> 0,88 0,88 0,87 0,88 0,88 0,88 0,88 0,88 0,86 0,86 0,87 0,85 0,86 0,88 0,86 0,87 0,85 0,85 0,85 0,86 0,87																					
<b>Coseno de φ (nominal) ††</b> 0,85 0,85 0,84 0,84 0,86 0,86 0,87 0,87 0,84 0,85 0,85 0,83 0,84 0,85 0,84 0,85 0,84 0,85 0,83 0,83 0,84 0,85																					
<b>Consumo máximo ‡</b>																					
Circuitos A+B	kW	121	131	141	165	185	204	247	267	293	312	343	359	420	247	293	342	388	390	420	343
Circuitos C+D †	kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	210	210	210	209	210	210	343
Opción 81	kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	457	503	552	597	600	630	-
<b>Intensidad nominal de la unidad ††</b>																					
Circuitos A+B	A	151	167	184	210	240	266	322	349	406	431	452	516	556	322	406	449	569	538	556	452
Circuitos C+D †	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	278	278	278	292	278	278	452
Opción 81	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600	684	727	861	816	834	-
<b>Intensidad máxima de la unidad (Un) ‡</b>																					
Circuitos A+B	A	198	215	233	270	303	335	404	436	492	522	572	611	707	404	492	568	655	661	707	572
Circuitos C+D †	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	354	354	354	352	354	354	572
Opción 81	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	758	845	922	1007	1015	1061	-
<b>Intensidad máxima de la unidad (Un - 10%)****</b>																					
Circuitos A+B	A	208	232	251	290	326	360	435	469	529	561	615	657	760	435	529	611	705	711	760	615
Circuitos C+D †	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	380	380	380	378	380	380	615
Opción 81	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	815	909	991	1083	1091	1141	-
<b>Versión de alta eficiencia energética (opción 119)</b>																					
<b>Corriente máxima de arranque**</b>																					
Circuitos A+B	A	274	274	292	407	510	583	616	782	812	815	905	954	583	782	812	901	905	905	954	815
Circuitos C+D †	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	587	587	587	587	587	587	815
Opción 81	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1010	1099	1175	1265	1275	1321	-
<b>Corriente nominal de arranque***</b>																					
Circuitos A+B	A	246	246	261	379	479	479	535	561	734	757	760	845	860	535	734	757	846	845	860	760
Circuitos C+D †	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	587	587	587	587	587	587	760
Opción 81	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	907	991	1026	1124	1122	1133	-
<b>Coseno de φ (máximo)****</b> 0,88 0,87 0,87 0,88 0,88 0,88 0,88 0,88 0,86 0,86 0,86 0,85 0,86 0,88 0,86 0,86 0,87 0,85 0,85 0,86 0,86																					
<b>Coseno de φ (nominal) ††</b> 0,84 0,84 0,83 0,83 0,85 0,85 0,86 0,86 0,84 0,84 0,84 0,82 0,82 0,84 0,83 0,83 0,83 0,83 0,82 0,82 0,82 0,84																					
<b>Consumo máximo ‡</b>																					
Circuitos A+B	kW	126	136	147	172	192	212	257	278	304	323	356	372	435	257	304	353	400	405	435	356
Circuitos C+D †	kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	217	217	217	216	217	217	356
Opción 81	kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	475	522	570	615	622	652	712
<b>Intensidad nominal de la unidad ††</b>																					
Circuitos A+B	A	151	167	182	210	237	264	320	346	404	427	446	516	546	320	404	439	537	535	546	446
Circuitos C+D †	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	273	273	273	275	273	273	446
Opción 81	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	593	678	712	812	808	820	893
<b>Intensidad máxima de la unidad (Un) ‡</b>																					
Circuitos A+B	A	208	226	243	284	316	350	423	457	512	542	596	635	734	423	512	588	678	688	734	596
Circuitos C+D †	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	367	367	367	364	367	367	596
Opción 81	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	790	879	956	1041	1056	1102	1191
<b>Intensidad máxima de la unidad (Un - 10%)****</b>																					
Circuitos A+B	A	219	243	262	305	340	376	455	491	551	583	640	683	790	455	551	633	729	740	790	640
Circuitos C+D †	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	395	395	395	391	395	395	640
Opción 81	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	850	946	1028	1120	1135	1185	1281

\* kA eff: valor de eficiencia

\*\* Corriente instantánea de arranque (corriente operativa del compresor más pequeño + corriente del ventilador + corriente del rotor inmóvil en conexión en estrella del compresor más grande). Valores obtenidos en funcionamiento con consumo máximo de la unidad.

\*\*\* Corriente instantánea de arranque (corriente operativa del compresor más pequeño + corriente del ventilador + corriente del rotor inmóvil en conexión en estrella del compresor más grande). Valores obtenidos en condiciones de funcionamiento conforme a la norma Eurovent de la unidad: aire 35°C, agua 12/7°C

\*\*\*\* Valores obtenidos en funcionamiento con consumo máximo de la unidad.

† Circuito D sólo para tamaño 1702

†† Valores obtenidos en condiciones de funcionamiento conforme a la norma Eurovent de la unidad: aire 35 °C, agua 12/7 °C

‡ Valores obtenidos en funcionamiento con consumo máximo de la unidad. Valores proporcionados en la placa de características de la unidad

**Nota:**  
 Datos eléctricos del motor y del ventilador si la unidad funciona en las condiciones Eurovent (temperatura ambiente del motor 50°C); 1,9 A (unidad estándar); 3,6 A (unidad con opción 119)  
 Corriente de arranque: 8,4 A (unidad estándar); 20 A (unidad con opción 119)  
 Potencia de entrada: 760 W (unidad estándar); 1650 W (unidad con opción 119)

**Nota:** Los tamaños de unidades 30XA 1102 a 1702 tienen dos puntos de conexión de alimentación (circuitos A + B y circuitos C + D).

# Datos eléctricos

## Módulo hidrónico (opción)\*

30XA		252	302	352	402	452	502
<b>Bomba simple o doble de baja presión</b>							
Potencia del motor	kW	2,2	2,2	3	4	5,5	5,5
Consumo	kW	2,8	2,8	3,9	5,1	7,2	7,2
Intensidad máxima	A	4,7	4,7	6,4	8,2	11,7	11,7
<b>Bomba simple o doble de alta presión</b>							
Potencia del motor	kW	4	5,5	5,5	7,5	11	11
Consumo	kW	5,1	7,2	7,2	9,2	13,2	13,2
Intensidad máxima	A	8,2	11,7	11,7	15	21,2	21,2

\* Alimentación y corriente adicionales

### Datos eléctricos

- Las unidades 30XA 252-1002 tienen un único punto de conexión de alimentación en una posición inmediatamente anterior a los interruptores principales de desconexión.
- Las unidades 30XA 1102-1702 tienen dos puntos de conexión de alimentación en posiciones anteriores a los interruptores principales de desconexión.
- La caja de control incluye:
  - Un interruptor principal de desconexión por circuito
  - Arranque y dispositivos de protección del motor para cada compresor, los ventiladores y la bomba
  - Dispositivos de control
- Conexiones a pie de obra:**  
Todas las conexiones al sistema y las instalaciones eléctricas deben cumplir las normas locales aplicables.
- Las unidades Carrier 30XA están diseñadas y fabricadas para asegurar el cumplimiento de estas normas. Se tienen en cuenta concretamente las recomendaciones de la norma europea EN 60204-1 (corresponde a la IEC 60204-1) (seguridad de maquinaria – equipo eléctrico de máquinas - parte 1: normas generales) al diseñar el equipo eléctrico.

### Notas:

- Generalmente, las recomendaciones de la norma IEC 60364 se aceptan al cumplir los requisitos de las directivas de instalación. El cumplimiento de la norma EN 60204 es la mejor manera de asegurar la conformidad con la Directiva de máquinas § 1.5.1.
- El anexo B de la norma EN 60204-1 describe las características eléctricas utilizadas para el funcionamiento de las máquinas.

- A continuación se especifica el entorno de trabajo de las unidades 30XA: Entorno\* - clasificado en la norma EN 60721 (corresponde a la IEC 60721):
  - instalación exterior\*
  - intervalo de temperatura ambiente - temperatura mínima -20°C a +55°C, clase 4K4H\*
  - altitud - inferior o igual a 2000 m
  - presencia de sólidos duros, clase 4S2 (no hay presencia significativa de polvo)
  - presencia de sustancias corrosivas y contaminantes, clase 4C2 (insignificante)
- Variación de frecuencia de alimentación:  $\pm 2$  Hz.
- La línea neutra (N) no debe conectarse directamente a la unidad (utilice un transformador, si es preciso).
- No se proporciona con la unidad protección contra sobrecorriente de los conductores de alimentación.
- Los interruptores de desconexión/disyuntores instalados en fábrica son adecuados para la interrupción de alimentación conforme a la norma EN 60947-3 (corresponde a la IEC 60947-3).
- Las unidades están diseñadas para una fácil conexión a redes TN(s) (IEC 60364). Como las corrientes derivadas de redes IT pueden interferir con elementos de supervisión de redes, se recomienda crear un divisor de tipo IT para las unidades del sistema que lo requieran y un divisor de tipo TN para las unidades Carrier. Consulte a las organizaciones locales pertinentes para definir los elementos de supervisión y protección, y llevar a cabo la instalación eléctrica.

**NOTA: si los aspectos concretos de una instalación real no cumplen las condiciones descritas más arriba, o si hay otras condiciones a tener en cuenta, póngase en contacto con el representante local de Carrier.**

\*El nivel de protección necesario para esta clase es IP43B (conforme al documento de referencia IEC 60529). Todas las unidades 30XA están protegidas según IP44CW y cumplen esta condición de protección.

# Niveles sonoros

30XA		252	302	352	402	452	502	602	702	752	802	852	902	1002	1102	1202	1302	1352	1402	1502	1702
<b>Unidad estándar</b>																					
Nivel de potencia sonora*	dB(A)	89	89	89	92	93	93	94	93	95	95	94	96	95	96	96	96	97	97	97	97
Nivel de presión sonora a 10 m**	dB(A)	57	57	57	60	61	61	62	61	63	63	62	63	63	63	63	63	64	64	64	64
<b>Unidad estándar + opción 257</b>																					
Nivel de potencia sonora*	dB(A)	86	86	86	89	90	90	91	90	92	92	91	93	92	93	93	93	94	94	94	94
Nivel de presión sonora a 10 m**	dB(A)	54	54	54	57	58	58	59	57	60	59	58	60	59	60	60	60	61	61	61	61
<b>Versión de alta eficiencia energética (opción 119)</b>																					
Nivel de potencia sonora*	dB(A)	94	94	94	95	95	95	96	96	98	98	98	99	98	99	100	99	100	101	100	101
Nivel de presión sonora a 10 m**	dB(A)	62	62	62	62	62	62	63	64	65	66	65	66	65	66	67	66	67	68	67	67
<b>Unidad con opciones 119 + 257</b>																					
Nivel de potencia sonora*	dB(A)	92	92	92	94	94	94	95	95	96	96	96	97	97	98	98	98	98	99	99	99
Nivel de presión sonora a 10 m**	dB(A)	60	60	60	62	62	62	62	62	63	63	63	64	64	65	65	65	62	66	66	65

\* 10<sup>-12</sup> W - De conformidad con la norma ISO 9614-1 y certificación de Eurovent  
 \*\* Nivel de presión sonora media, unidad en campo libre sobre una superficie reflectora

## Rendimiento a carga parcial

Con el rápido aumento del coste de la energía y la preocupación por la repercusión de la producción de electricidad en el medio ambiente, el consumo del equipo de acondicionamiento de aire se ha convertido en una cuestión importante. La eficiencia energética de una enfriadora de agua a plena carga raramente es representativa del rendimiento real de las unidades, pues como media una máquina de este tipo trabaja a plena carga menos del 5% del tiempo.

### IPLV (según ARI 550/590-98)

El IPLV (valor integrado a carga parcial) permite evaluar la eficiencia energética media sobre la base de cuatro condiciones operativas definidas por el ARI (Instituto Norteamericano de Refrigeración). El IPLV es la media ponderada de los índices de eficiencia energética (EER) en distintas condiciones de funcionamiento ponderadas para el tiempo de funcionamiento.

### IPLV (valor integral a carga parcial)

Carga %	Temperatura del aire °C	Eficiencia energética	Tiempo de funcionamiento, %
100	35	EER <sub>1</sub>	1
75	26,7	EER <sub>2</sub>	42
50	18,3	EER <sub>3</sub>	45
25	12,8	EER <sub>4</sub>	12

IPLV = EER<sub>1</sub> x 1% + EER<sub>2</sub> x 42% + EER<sub>3</sub> x 45% + EER<sub>4</sub> x 12%

La carga térmica de un edificio depende de muchos factores, como la temperatura del aire exterior, la exposición al sol o el grado de ocupación.

Por tanto, es preferible utilizar la eficiencia energética media calculada en varios puntos operativos representativos del uso de la unidad.

### ESEER (según EUROVENT)

El ESEER (índice europeo de eficiencia energética estacional) permite evaluar la eficiencia energética media a carga parcial en cuatro condiciones operativas definidas por Eurovent. El ESEER es la media de los índices de eficiencia energética (EER) en distintas condiciones operativas ponderadas para el tiempo de funcionamiento.

### ESEER (índice europeo de eficiencia energética estacional)

Carga %	Temperatura del aire °C	Índice de eficiencia energética	Tiempo de funcionamiento, %
100	35	EER <sub>1</sub>	3
75	30	EER <sub>2</sub>	33
50	25	EER <sub>3</sub>	41
25	20	EER <sub>4</sub>	23

ESEER = EER<sub>1</sub> x 3% + EER<sub>2</sub> x 33% + EER<sub>3</sub> x 41% + EER<sub>4</sub> x 23%

## Rendimiento a carga parcial

30XA estándar		252	302	352	402	452	502	602	702	752	802	852	902	1002	1102	1202	1302	1352	1402	1502	1702
IPLV	kW/kW	4,53	4,63	4,81	4,50	4,58	4,75	4,61	4,67	4,48	4,42	4,46	4,35	4,39	4,64	4,53	4,56	4,35	4,61	4,58	4,31
ESEER	kW/kW	4,11	4,20	4,31	4,05	4,07	4,20	4,13	4,21	4,00	3,95	3,93	3,91	3,91	4,11	4,02	4,03	3,83	4,10	4,11	3,86

# Límites de funcionamiento

## Temperatura del agua del evaporador

	°C	Mínimo	Máximo
Temperatura de entrada del agua en arranque	-		45
Temperatura de entrada del agua en funcionamiento	6,8		21
Temperatura de salida del agua en funcionamiento	3,3		15

**Nota:** Si la temperatura de salida del agua es inferior a 4°C, debe utilizarse una solución de glicol/agua o la opción de protección frente a congelación.

## Temperatura del aire del condensador

	°C	Mínimo	Máximo
Almacenamiento		-20	68
Funcionamiento			
Unidad estándar		-10	55*
Con opción de funcionamiento invernal (opción 28)		-20	55*
Con opción de alta eficiencia energética (opción 119)**		-10	55*

**Nota:** Si la temperatura del aire es inferior a 0°C, debe utilizarse una solución de glicol/agua o la opción de protección frente a congelación.

\* Funcionamiento a carga parcial

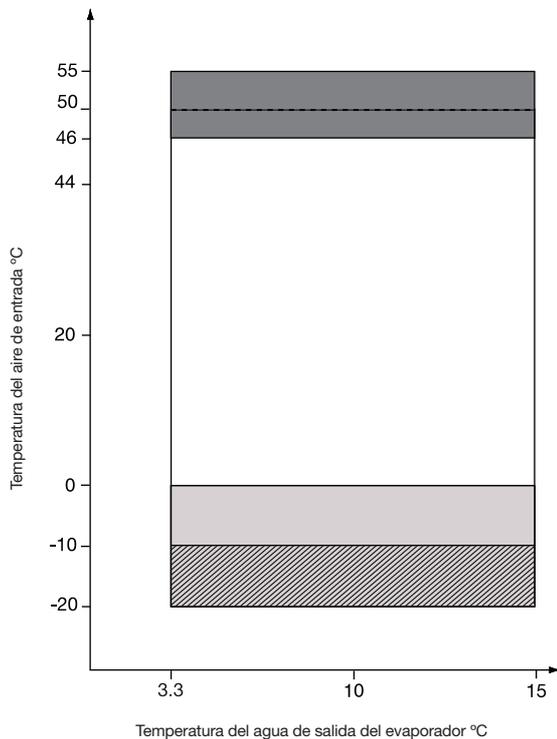
\*\* Recomendada para funcionamiento con una temperatura superior a 46 °C

## Caudal de agua del evaporador, l/s

<b>30XA</b>	Caudal mínimo de agua	Caudal máximo de agua*
<b>252</b>	3,6	37,5
<b>302</b>	4	40,5
<b>352</b>	4,3	40,5
<b>402</b>	5,3	34,1
<b>452</b>	6	36,9
<b>502</b>	6,7	42
<b>602</b>	8,1	45
<b>702</b>	8,9	56,1
<b>752</b>	9,6	59,1
<b>802</b>	10,4	67,1
<b>852</b>	11	67,1
<b>902</b>	11,8	73,9
<b>1002</b>	13,1	83,9
<b>1102</b>	15,1	87,8
<b>1202</b>	16,4	92,9
<b>1302</b>	17,5	96,1
<b>1352</b>	18,8	107,4
<b>1402</b>	19,3	107,4
<b>1502</b>	19,9	109,4
<b>1702</b>	22	107,4

\* Caudal máximo para una caída de presión del evaporador de 100 kPa

# Intervalo de funcionamiento

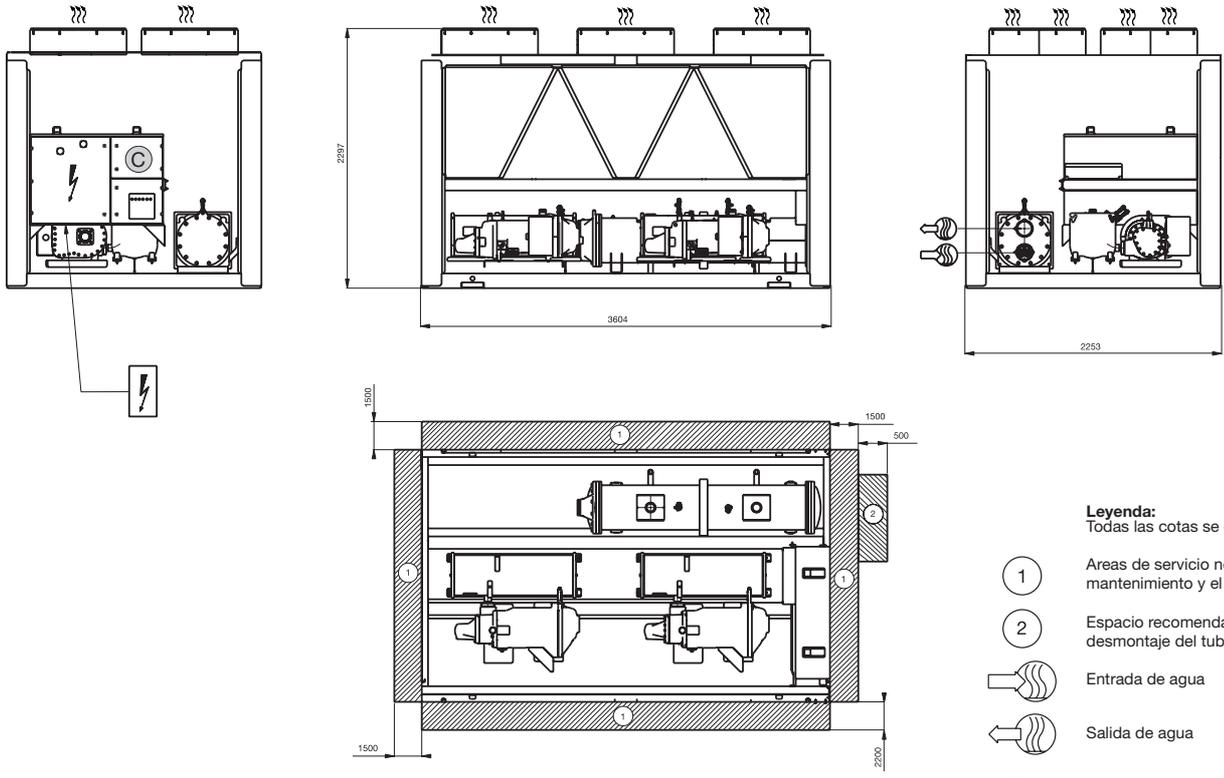


### Legenda:

- Carga parcial de 46 °C para unidad estándar y de 50 °C con opción 119.
- Intervalo de funcionamiento, unidad estándar.
- A una temperatura del aire inferior a 0 °C, la unidad debe estar equipada con la opción de protección contra congelación del evaporador (41A o 41B) o el circuito de agua debe protegerse contra la congelación utilizando la solución pertinente (el instalador).
- Intervalo de funcionamiento, unidad equipada con la opción 28 (régimen de invierno).

# Dimensiones/áreas de servicio

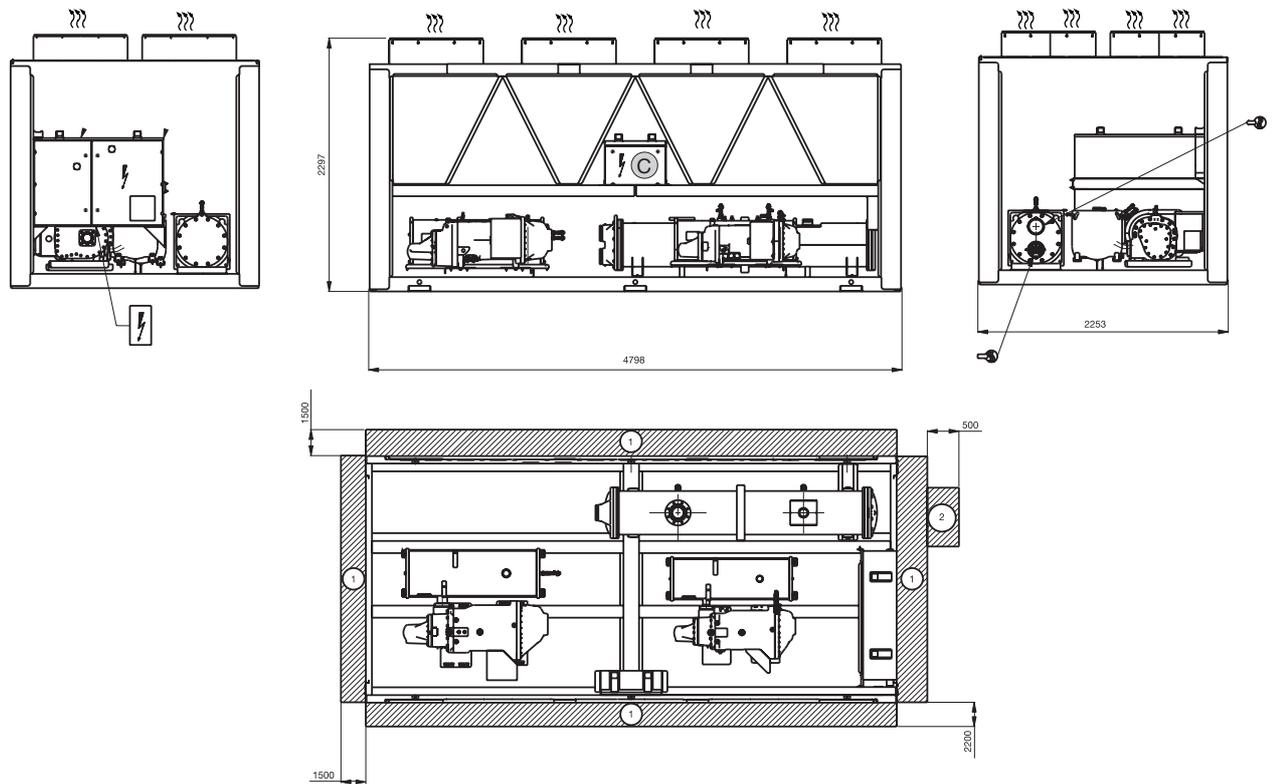
30XA 252-352 – intercambiador de calor MCHX (estándar)  
 30XA 252-302 – intercambiador de calor Cu/Al (opción 254/255)



**Leyenda:**  
 Todas las cotas se dan en mm.

- ① Áreas de servicio necesarias para el mantenimiento y el caudal de aire
- ② Espacio recomendado para el desmontaje del tubo del evaporador
- ↻ Entrada de agua
- ↻ Salida de agua
- ⋯ Salida de aire, no la obstruya
- ⚡ Entrada de alimentación
- Ⓢ Conexión del circuito de control

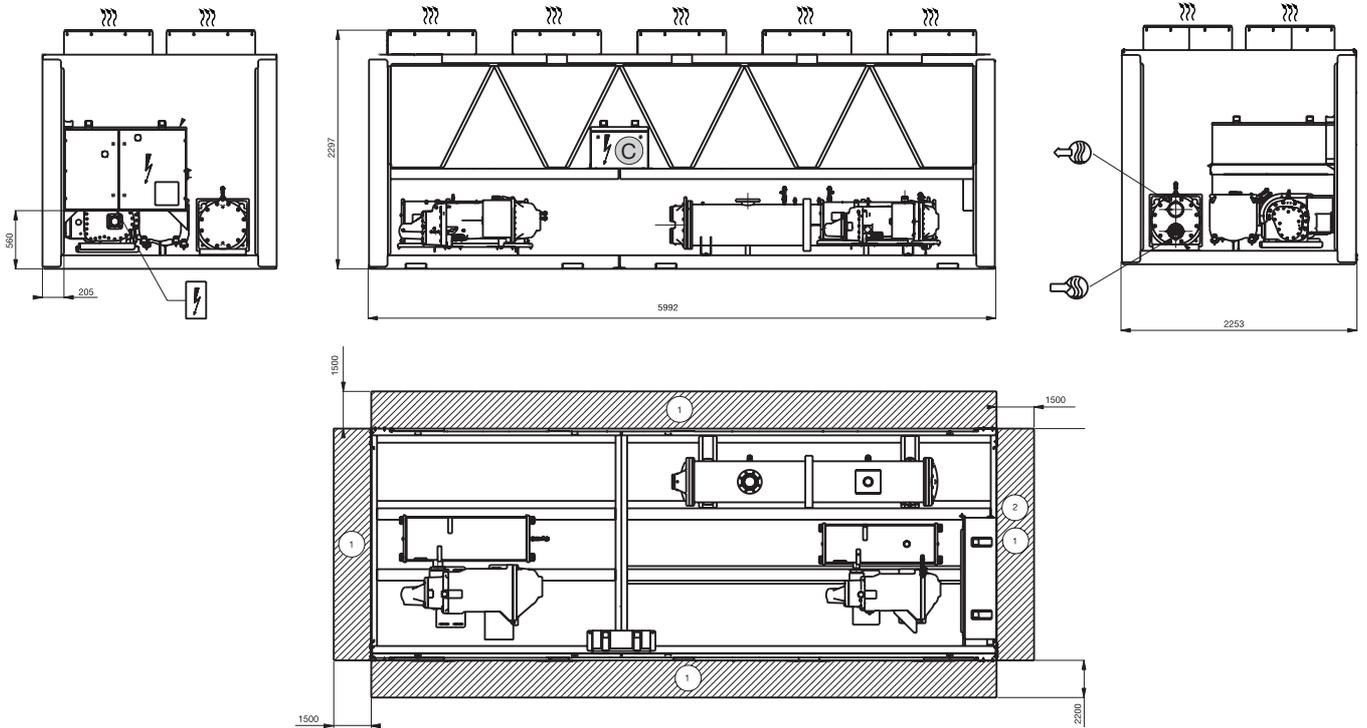
30XA 402-452 – intercambiador de calor MCHX (estándar)  
 30XA 352-452 – intercambiador de calor Cu/Al (opción 254/255)



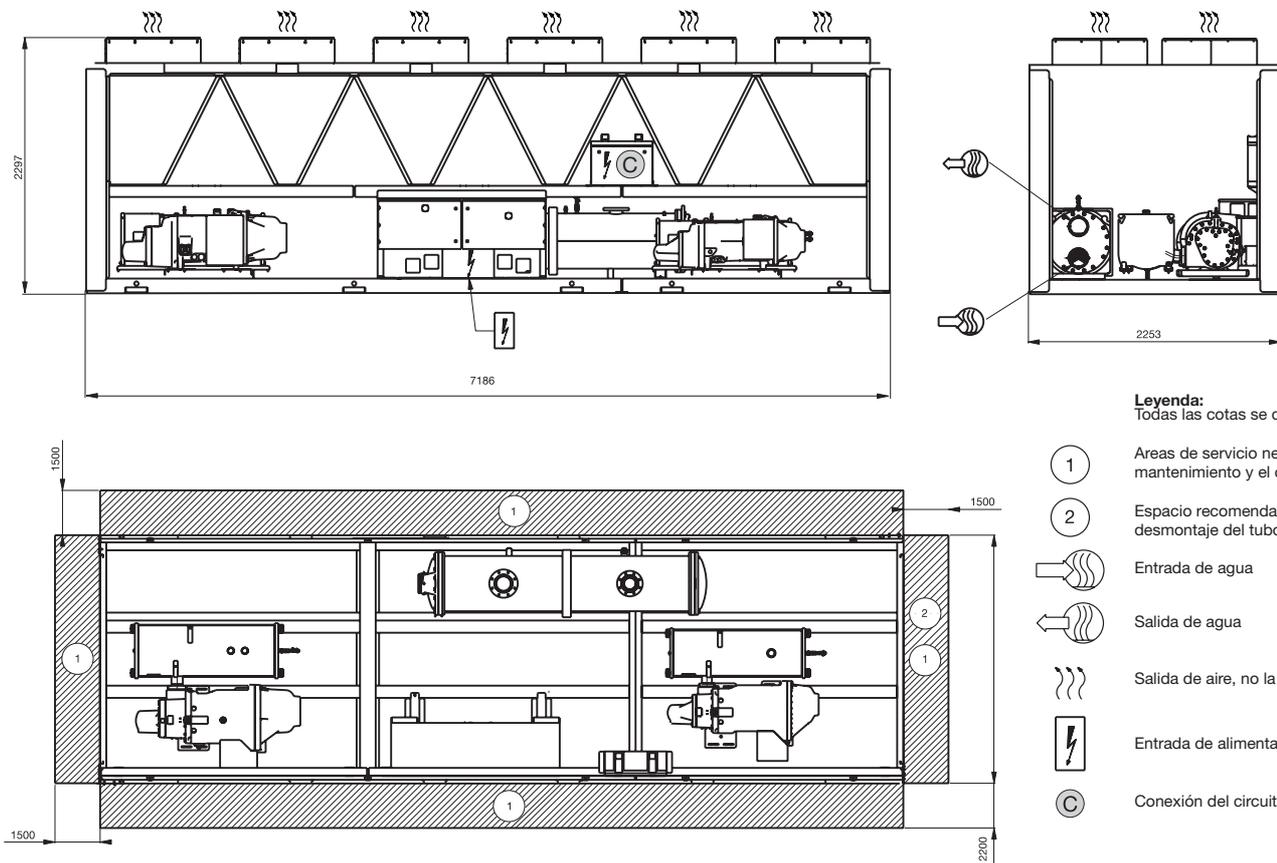
**NOTA:** los dibujos no son vinculantes desde el punto de vista contractual; antes de diseñar una instalación, consulte los planos certificados disponibles previa solicitud.

# Dimensiones/áreas de servicio

30XA 502 – intercambiador de calor MCHX (estándar)  
 30XA 502 – intercambiador de calor Cu/Al (opción 254/255)



30XA 602-802 – intercambiador de calor MCHX (estándar)  
 30XA 602-702 – intercambiador de calor Cu/Al (opción 254/255)



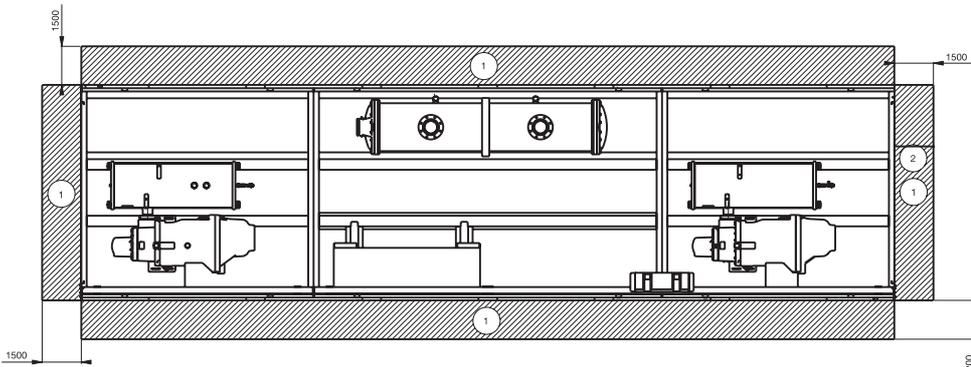
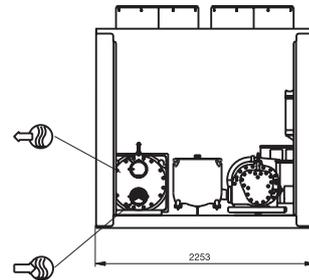
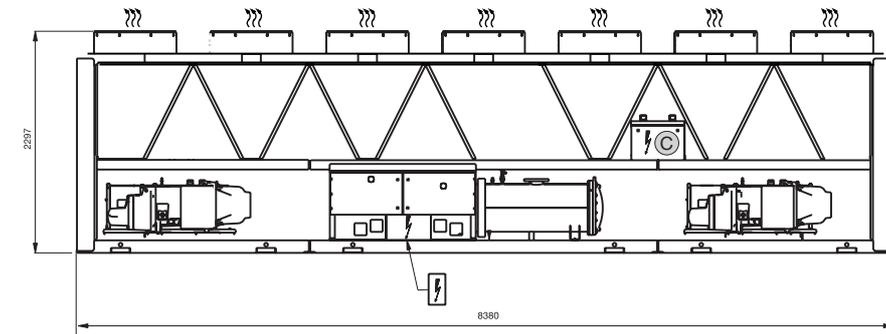
**Leyenda:**  
 Todas las cotas se dan en mm.

- ① Áreas de servicio necesarias para el mantenimiento y el caudal de aire
- ② Espacio recomendado para el desmontaje del tubo del evaporador
- Entrada de agua
- Salida de agua
- Salida de aire, no la obstruya
- Entrada de alimentación
- Ⓢ Conexión del circuito de control

**NOTA:** los dibujos no son vinculantes desde el punto de vista contractual; antes de diseñar una instalación, consulte los planos certificados disponibles previa solicitud.

# Dimensiones/áreas de servicio

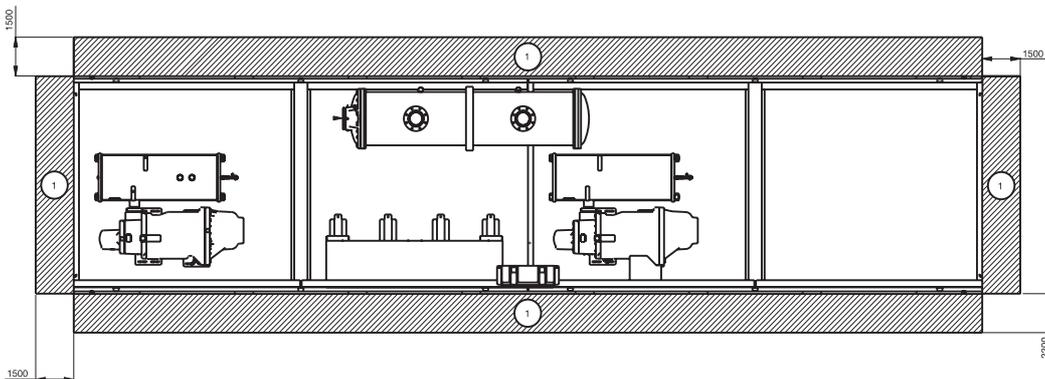
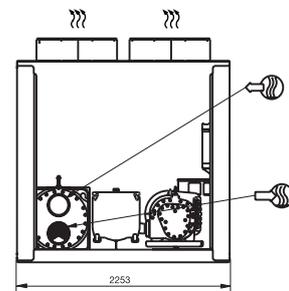
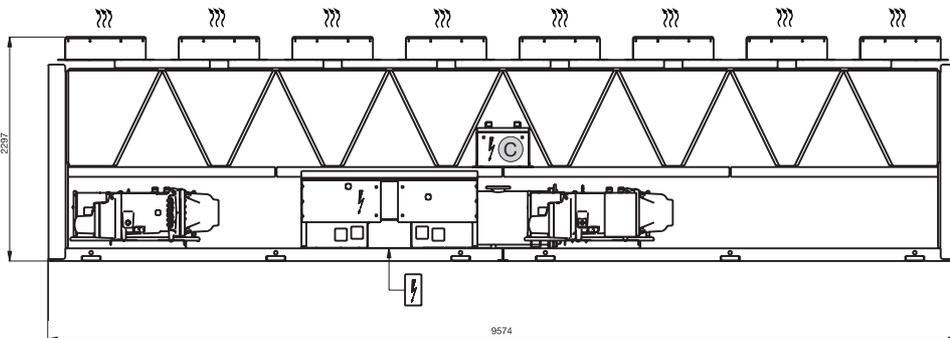
30XA 852-902 – intercambiador de calor MCHX (estándar)  
 30XA 752-852 – intercambiador de calor Cu/Al (opción 254/255)



**Leyenda:**  
 Todas las cotas se dan en mm.

- ① Áreas de servicio necesarias para el mantenimiento y el caudal de aire
- ② Espacio recomendado para el desmontaje del tubo del evaporador
- Entrada de agua
- Salida de agua
- Salida de aire, no la obstruya
- Entrada de alimentación
- Ⓢ Conexión del circuito de control

30XA 1002 – intercambiador de calor MCHX (estándar)  
 30XA 902-1002 – intercambiador de calor Cu/Al (opción 254/255)

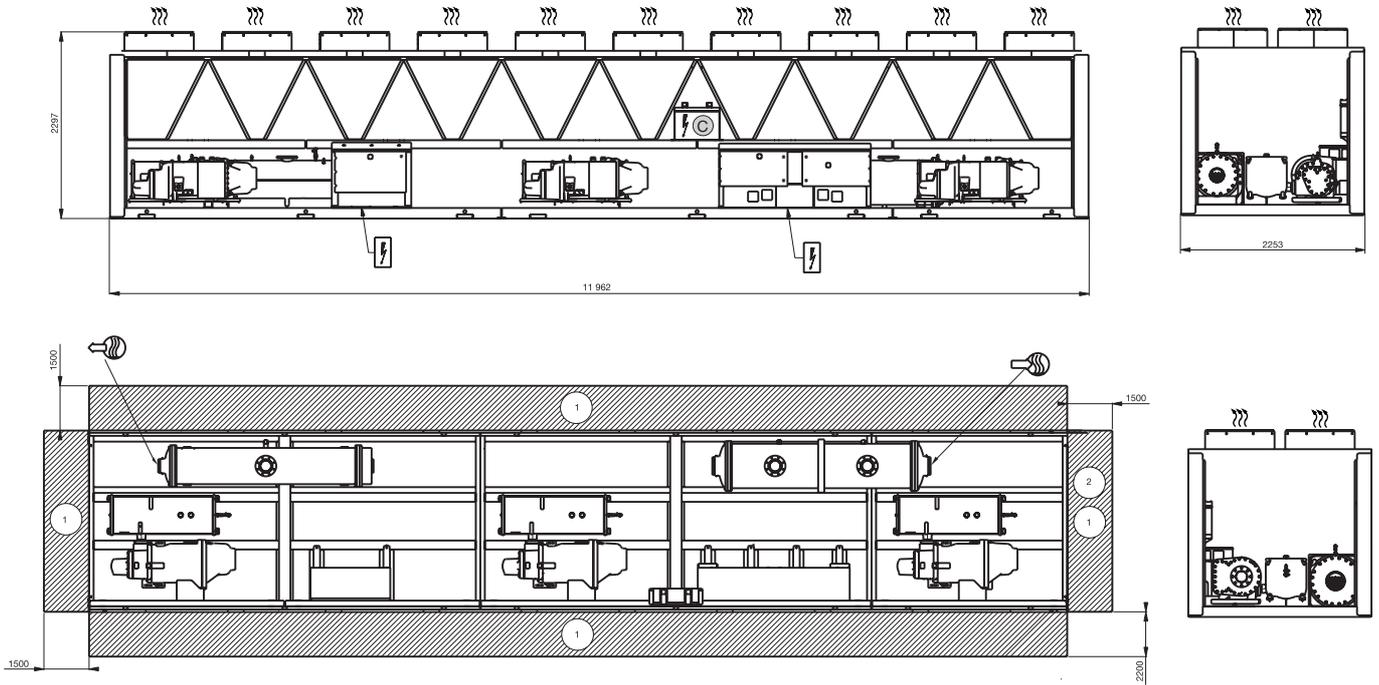


**NOTA:** los dibujos no son vinculantes desde el punto de vista contractual; antes de diseñar una instalación, consulte los planos certificados disponibles previa solicitud.

# Dimensiones/áreas de servicio

30XA 1102-1352 – intercambiador de calor MCHX (estándar)

30XA 1102-1352 – intercambiador de calor Cu/Al (opción 254/255)



**Leyenda:**

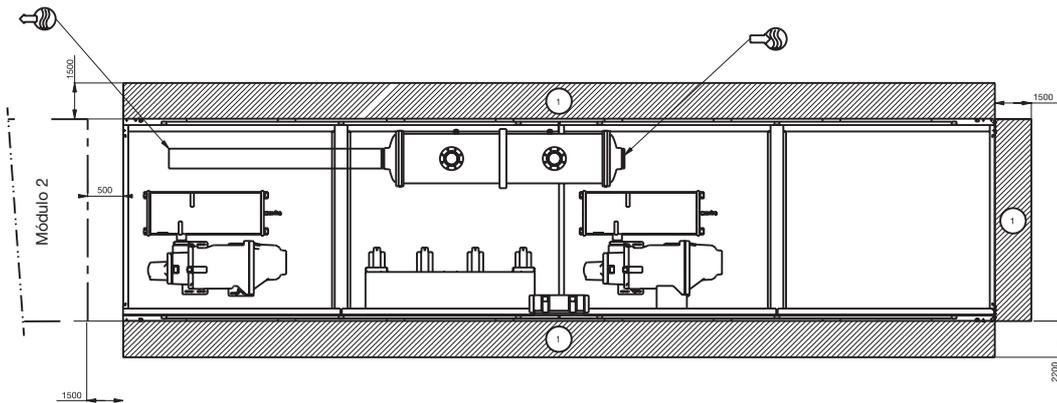
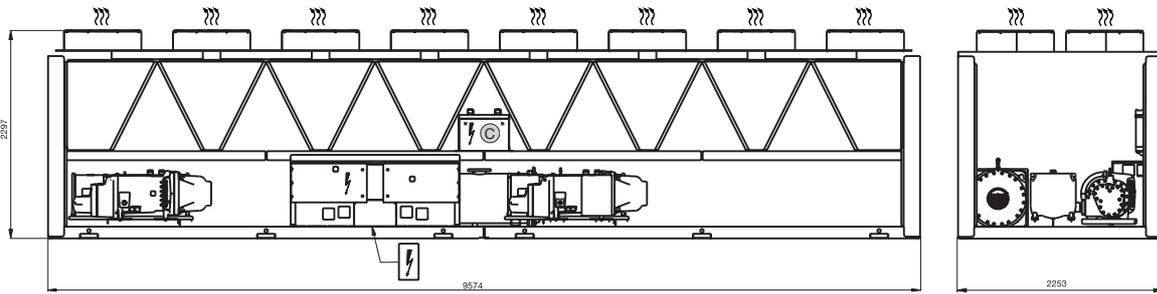
Todas las cotas se dan en mm.

- 
Áreas de servicio necesarias para el mantenimiento y el caudal de aire
- 
Espacio recomendado para el desmontaje del tubo del evaporador
- 
Entrada de agua
- 
Salida de agua
- 
Salida de aire, no la obstruya
- 
Entrada de alimentación
- 
Conexión del circuito de control

**NOTA:** los dibujos no son vinculantes desde el punto de vista contractual; antes de diseñar una instalación, consulte los planos certificados disponibles previa solicitud.

# Dimensiones/áreas de servicio

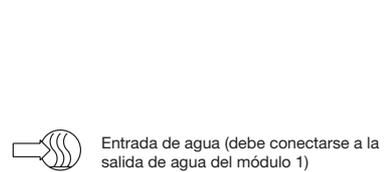
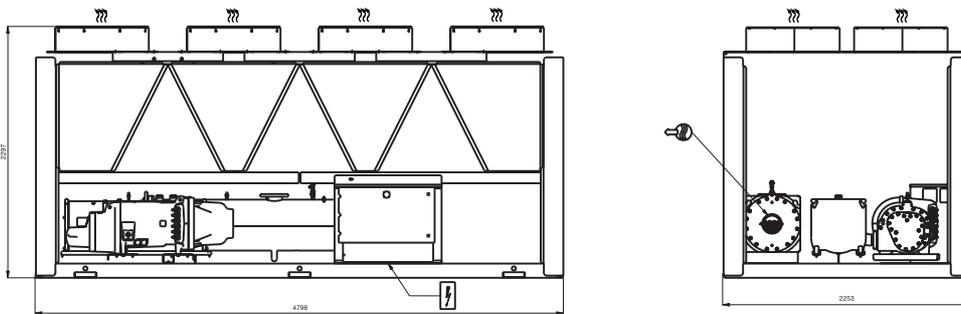
30XA 1402-1502, modulo 1/2 – intercambiador de calor MCHX (estándar)  
 30XA 1402-1502, modulo 1/2 – intercambiador de calor Cu/Al (opción 254/255)



**Leyenda:**  
 Todas las cotas se dan en mm.

- ① Áreas de servicio necesarias para el mantenimiento y el caudal de aire
- ② Espacio recomendado para el desmontaje del tubo del evaporador
- Entrada de agua
- Salida de agua (debe conectarse a la entrada de agua del módulo 2)
- Salida de aire, no la obstruya
- Entrada de alimentación
- Ⓢ Conexión del circuito de control

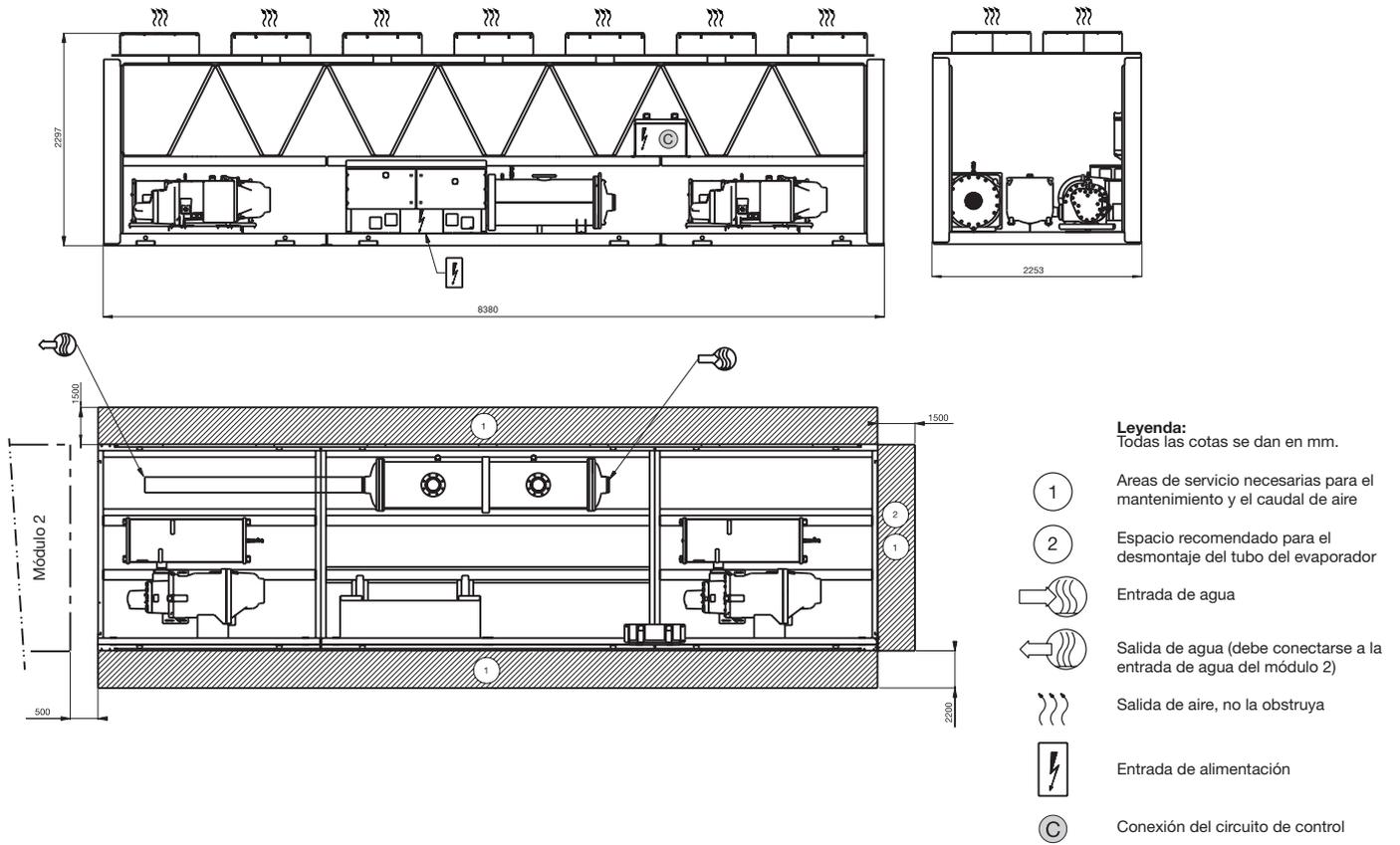
30XA 1402-1502, module 2/2 - MCHX heat exchanger (standard)  
 30XA 1402-1502, module 2/2 - Cu/Al heat exchanger (option 254/255)



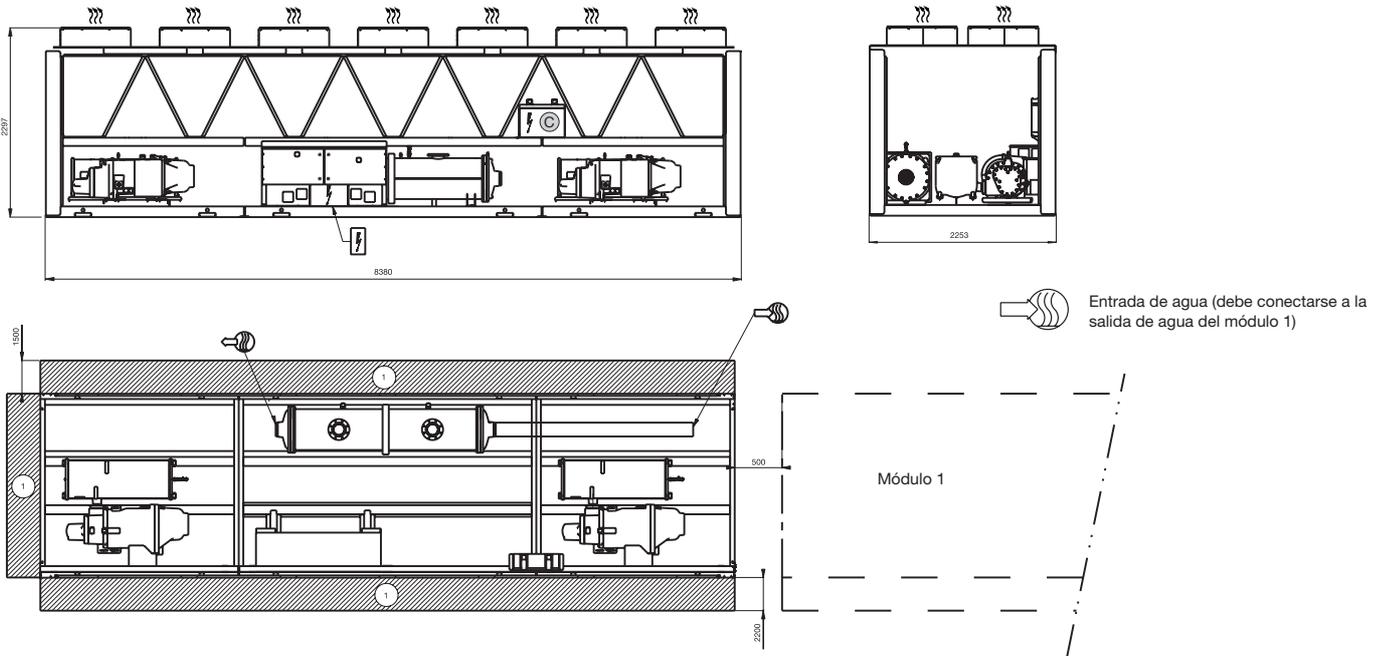
**NOTA:** los dibujos no son vinculantes desde el punto de vista contractual; antes de diseñar una instalación, consulte los planos certificados disponibles previa solicitud.

# Dimensions/clearances

30XA 1702, module 1/2 - MCHX heat exchanger (standard)  
 30XA 1702, module 1/2 - Cu/Al heat exchanger (option 254/255)



30XA 1702, module 2/2 - MCHX heat exchanger (standard)  
 30XA 1702, module 2/2 - Cu/Al heat exchanger (option 254/255)



**NOTA:** los dibujos no son vinculantes desde el punto de vista contractual; antes de diseñar una instalación, consulte los planos certificados disponibles previa solicitud.  
 El tamaño de unidad 1702 se proporciona en dos módulos que se montan en el lugar de instalación (el instalador tiene que terminar la conducción de conexión).

# Capacidades frigoríficas

Unidad estándar

Unidad estándar, temperatura de salida del agua = 5°C

Temperatura del aire, °C

30XA	25						30						35						40						46					
	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	COOL kPa
252	272	66	71	13	14	14	282	73	77	12	13	13	252	80	84	12	12	12	241	87	92	11	11	11	227	97	102	11	10	
302	300	75	80	14	14	14	289	82	87	14	14	13	277	90	95	13	12	12	263	99	103	13	11	11	247	111	115	12	10	
352	329	81	85	16	17	17	316	89	93	15	16	16	302	98	102	14	14	14	287	107	111	14	13	13	268	120	124	13	12	
402	386	95	101	18	32	373	104	110	18	18	18	303	360	113	120	17	28	346	124	130	16	26	26	328	138	144	16	24		
452	444	113	119	21	35	429	124	130	20	33	33	413	136	142	20	30	396	149	154	19	28	28	374	166	172	18	25			
502	499	124	131	24	34	482	136	143	23	32	32	464	149	156	22	30	444	164	170	21	27	27	419	183	190	20	25			
602	613	153	161	29	43	591	167	175	28	41	41	569	183	191	27	38	546	200	208	26	35	35	515	224	231	25	31			
702	662	161	170	32	34	640	176	185	30	32	32	616	192	201	29	30	590	211	219	28	28	28	557	235	244	27	25			
802	779	201	210	37	33	779	201	229	36	31	31	722	240	249	34	31	639	239	248	30	29	29	605	267	275	29	26			
852	815	205	216	39	36	787	224	235	37	34	34	757	245	256	36	31	726	269	279	35	29	29	686	301	311	33	26			
902	885	230	241	42	34	854	252	262	41	32	32	821	276	286	39	30	787	302	312	37	28	28	737	333	343	35	25			
1002	988	248	260	46	33	935	271	283	45	31	31	899	297	309	43	29	862	326	338	41	27	27	814	365	377	39	24			
1102	1133	280	295	54	40	1094	307	321	52	37	37	1053	335	350	50	35	1009	367	381	48	32	32	953	410	424	45	29			
1202	1236	314	329	59	41	1194	343	358	57	39	39	1149	375	390	55	36	1102	411	426	52	33	33	1035	455	470	49	30			
1302	1323	345	360	63	44	1276	378	393	61	41	41	1226	414	429	58	38	1173	454	469	56	35	35	1017	451	466	48	27			
1352	1413	392	407	67	41	1362	429	444	65	38	38	1308	470	485	62	36	1251	516	530	60	33	33	922	420	434	44	19			
1402	1452	366	384	69	44	1401	400	418	67	41	41	1348	438	455	64	38	1291	480	497	61	35	35	1191	518	535	57	30			
1502	1505	382	400	72	45	1452	417	436	69	42	42	1397	457	475	67	39	1339	501	519	64	36	36	1252	553	571	60	32			
1702	1631	408	429	78	53	1575	446	467	75	50	50	1516	488	509	72	46	1453	535	556	69	43	43	1367	595	616	65	38			

Unidad estándar, temperatura de salida del agua = 6°C

Temperatura del aire, °C

30XA	25						30						35						40						46					
	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	COOL kPa	CAP kW	COMP kW	UNIT kW	COOL l/s	COOL kPa	COOL kPa
252	280	67	72	13	14	14	270	74	78	13	14	14	260	81	86	12	13	13	248	89	93	12	12	12	234	99	103	11	10	
302	309	77	81	15	15	15	297	84	88	14	14	14	285	92	96	14	13	13	272	101	105	13	12	12	255	113	117	12	10	
352	338	83	87	16	18	18	325	91	95	15	15	16	311	100	104	15	15	15	295	109	113	14	14	14	276	122	126	13	12	
402	398	96	102	19	34	385	105	112	18	18	18	371	115	121	18	30	356	126	132	17	28	28	338	140	146	16	25			
452	457	115	121	22	36	442	126	132	21	34	34	425	138	144	20	32	407	151	157	19	30	30	385	169	175	18	27			
502	514	127	133	25	36	497	139	145	24	34	34	478	152	159	23	31	457	167	173	22	29	29	431	187	193	21	26			
602	632	156	164	30	46	610	171	179	29	43	43	587	187	195	28	40	563	204	212	27	37	37	531	228	236	25	33			
702	683	164	173	33	36	659	179	188	31	34	34	634	196	205	30	31	608	214	223	29	29	29	573	240	248	27	26			
752	739	186	195	35	37	714	203	212	34	35	35	687	222	231	33	33	658	243	252	31	30	30	615	267	275	29	27			
802	802	205	214	38	35	773	224	233	37	32	32	743	245	254	35	30	711	268	277	34	28	28	655	290	299	31	24			
852	840	209	220	40	38	810	228	239	39	35	35	780	250	261	37	33	747	274	284	36	31	31	705	307	317	34	28			
902	911	235	246	43	36	879	257	267	42	34	34	845	281	291	40	31	810	308	318	39	29	29	735	324	335	35	24			
1002	998	253	265	48	35	962	277	289	46	33	33	925	303	315	44	41	887	332	344	42	42	42	831	368	379	40	25			
1102	1167	286	300	56	42	1127	312	327	54	39	39	1084	342	356	52	36	1039	374	388	50	34	34	981	418	432	47	30			
1202	1273	320	335	61	44	1229	350	365	59	41	41	1182	383	398	56	38	1134	419	434	54	35	35	1057	458	473	50	31			
1302	1362	353	368	65	46	1313	385	400	63	43	43	1261	422	437	60	40	1207	463	478	57	37	37	1039	453	467	50	28			
1352	1454	400	415	69	43	1401	438	453	67	40	40	1345	480	494	64	37	1286	526	541	61	34	34	956	427	441	46	20			
1402	1496	373	391	71	46	1443	408	426	69	43	43	1387	446	464	66	40	1329	489	506	63	37	37	1200	511	528	57	31			
1502	1550	390	408	74	47	1495	426	444	71	44	44	1437	466	484	68	41	1377	511	529	66	38	38	1258	544	561	60	32			
1702	1678	415	437	80	56	1621	454	475	77	52	52	1560	497	518	74	49	1495	545	566	71	45	45	1401	602	622	67	40			

# Capacidades frigoríficas

Unidad estándar

Unidad estándar, temperatura de salida del agua = 7°C

Temperatura del aire, °C																									
25				30				35				40				46									
30XA	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL COOL kPa	COOL COOL I/s	COOL COOL kPa	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL COOL I/s	COOL COOL kPa	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL COOL I/s	COOL COOL kPa	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL COOL I/s	COOL COOL kPa	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL COOL I/s	COOL COOL kPa				
252	289	68	73	14	15	279	75	80	13	14	268	82	87	13	13	256	94	12	12	241	100	105	11	11	
302	318	78	82	15	16	306	86	90	15	15	293	94	98	14	13	279	103	13	12	262	115	119	12	11	
352	349	85	89	17	19	335	93	97	16	17	320	102	106	15	16	304	111	14	14	284	125	129	14	13	
402	410	98	104	20	22	397	107	113	19	20	382	117	123	18	18	367	128	18	17	347	142	148	17	16	
452	471	117	123	22	24	455	129	134	22	22	437	141	147	21	21	419	154	20	20	396	172	178	19	18	
502	530	129	136	25	28	511	141	148	24	25	492	155	161	23	23	470	170	22	22	444	190	197	21	20	
602	651	159	167	31	34	629	174	182	30	30	605	190	198	29	29	580	208	28	28	547	232	240	26	25	
702	703	167	176	34	38	679	182	191	32	35	653	200	208	31	33	626	218	227	30	30	590	244	253	28	27
802	825	209	218	39	42	795	228	237	38	34	764	250	258	36	32	731	273	282	35	29	658	284	293	31	24
852	864	213	224	41	40	834	233	243	40	37	802	255	265	38	35	769	279	289	37	32	719	308	318	34	28
902	938	240	250	45	38	904	262	272	43	35	869	286	297	41	33	832	313	324	40	30	741	321	331	35	25
1002	1027	258	270	49	37	990	282	294	47	34	952	309	321	45	32	912	338	350	43	30	830	359	370	40	25
1102	1202	292	306	57	44	1160	319	333	55	41	1116	348	363	53	38	1069	381	395	51	35	989	412	426	47	30
1202	1311	327	342	62	46	1265	357	372	60	43	1216	390	405	58	40	1166	427	441	56	37	1057	448	462	50	31
1302	1401	360	375	67	49	1350	393	408	64	45	1297	430	445	62	42	1240	472	487	59	39	1055	451	465	50	29
1352	1496	409	424	71	45	1440	447	462	69	42	1382	490	504	66	39	1320	537	551	63	36	990	434	448	47	21
1402	1539	381	399	73	48	1484	416	434	71	45	1426	455	473	68	42	1366	498	516	65	39	1174	485	502	56	29
1502	1596	398	416	76	49	1538	434	452	73	46	1478	475	493	70	43	1416	520	538	68	39	1222	513	530	58	30
1702	1728	424	445	82	59	1668	463	484	80	55	1605	507	528	77	51	1539	555	576	73	47	1429	605	625	68	41

Unidad estándar, temperatura de salida del agua = 10°C

Temperatura del aire, °C																									
25				30				35				40				46									
30XA	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL COOL kPa	COOL COOL I/s	COOL COOL kPa	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL COOL I/s	COOL COOL kPa	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL COOL I/s	COOL COOL kPa	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL COOL I/s	COOL COOL kPa	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL COOL I/s	COOL COOL kPa				
252	316	72	77	15	18	304	79	83	15	16	292	86	91	14	15	280	94	99	13	14	263	104	109	13	13
302	348	82	87	17	18	335	90	94	16	17	320	99	103	15	16	305	108	112	15	14	285	121	125	14	13
352	381	89	94	18	22	366	98	102	17	20	348	107	111	17	18	331	118	122	16	17	309	132	136	15	15
402	447	103	109	21	41	433	113	119	21	38	417	123	129	20	36	400	134	140	19	33	378	149	155	18	30
452	513	124	130	24	44	495	136	142	24	41	476	148	154	23	38	456	162	168	22	35	422	176	182	20	31
502	578	137	143	28	43	557	149	156	27	40	535	163	170	26	38	512	179	186	24	35	483	201	207	23	31
602	710	169	177	34	55	686	184	192	33	52	659	201	209	31	48	632	219	227	30	45	588	239	247	28	39
702	766	177	186	37	43	739	193	202	35	41	711	211	220	34	38	681	231	239	33	35	642	257	266	31	31
752	829	201	210	40	45	799	219	228	38	42	768	239	248	37	39	736	261	270	35	36	699	233	242	29	25
802	897	222	231	43	42	864	242	251	41	39	829	265	273	40	36	793	289	298	38	33	631	248	257	30	22
852	941	226	237	45	46	908	247	258	43	43	872	270	280	42	40	835	295	306	40	37	702	279	289	33	27
902	1020	255	265	49	44	983	278	288	47	41	943	303	314	45	38	903	331	341	43	35	674	261	272	32	20
1002	1118	275	287	53	42	1077	300	312	51	39	1034	327	339	49	37	989	358	370	47	34	760	299	310	36	21
1102	1308	310	324	62	50	1261	338	352	60	47	1213	369	383	58	44	1162	403	417	55	40	969	374	388	46	29
1202	1425	347	362	68	53	1374	378	393	66	49	1321	413	428	63	46	1265	451	466	60	42	990	381	395	47	27
1302	1522	384	399	73	56	1466	418	433	70	52	1406	457	472	67	48	1331	492	507	64	43	1023	404	418	49	27
1352	1622	437	452	77	52	1561	477	492	75	48	1496	521	536	71	44	1374	534	549	66	38	1047	434	448	50	23
1402	1674	405	423	80	55	1612	442	460	77	52	1548	482	500	74	48	1481	527	545	71	44	1135	431	449	54	27
1502	1736	423	441	83	57	1672	461	480	80	53	1606	504	522	77	49	1536	551	569	73	45	1186	459	476	57	28
1702	1881	450	471	90	68	1815	491	512	87	63	1745	536	557	83	59	1671	587	608	80	54	1455	578	598	69	42

Legenda:

- CAP kW Capacidad frigorífica
- COMP kW Consumo del compresor
- UNIT kW Consumo de unidad (compresores, ventiladores y circuito de control)
- COOL I/s Caudal de agua del evaporador
- COOL kPa Caída de presión en el evaporador

Datos de aplicación:

- Unidades estándar, refrigerante: R134a
- Incremento de temperatura del evaporador: 5 K
- Fluido del evaporador: agua enfriada
- Factor de ensuciamiento: 0,18 x 10<sup>-4</sup> (m<sup>2</sup>.K)/W
- Rendimientos conforme a la norma EN 14511.

# Capacidades frigoríficas

Unidad con opción 119 (alta eficiencia energética)

Unidad con opción, temperatura de salida del agua = 5°C

		Temperatura del aire, °C						35						40						46											
		25						30						35						40						46					
30XA		CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	COOL I/s	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	COOL I/s	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	COOL I/s	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	COOL I/s	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	COOL I/s	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	COOL I/s
252		277	63	73	13	14	268	70	79	13	13	257	76	85	12	12	247	84	93	12	12	233	93	102	11	10	233	93	102	11	10
302		305	70	79	15	15	294	77	86	14	14	282	84	93	13	13	269	93	102	13	12	253	104	112	12	10	253	104	112	12	10
352		333	77	86	16	17	321	84	93	15	16	307	93	102	15	15	292	101	110	14	14	273	114	123	13	12	273	114	123	13	12
402		395	88	101	19	33	382	97	109	18	31	369	106	118	18	30	356	116	128	17	28	338	130	141	16	25	338	130	141	16	25
452		455	103	115	22	36	440	113	125	21	34	425	125	136	20	32	408	137	148	19	30	387	153	164	18	27	387	153	164	18	27
502		513	113	127	24	36	497	124	138	24	34	479	136	150	23	32	460	149	163	22	29	435	167	180	21	26	435	167	180	21	26
602		620	141	158	29	44	600	154	171	29	42	579	169	186	28	39	556	185	202	26	36	528	206	223	25	33	528	206	223	25	33
702		682	148	168	32	36	660	163	182	31	34	637	178	197	30	32	613	195	214	29	30	581	218	237	28	27	581	218	237	28	27
752		732	173	193	35	37	708	190	209	34	35	684	208	226	33	32	658	228	246	31	30	625	254	273	30	28	625	254	273	30	28
802		846	189	212	40	39	818	206	230	39	36	789	226	249	38	34	759	248	271	36	32	681	272	291	32	26	681	272	291	32	26
852		908	213	237	43	36	879	232	256	42	34	848	254	278	40	32	815	279	302	39	30	774	312	334	37	27	774	312	334	37	27
902		1009	228	257	48	36	976	249	278	46	34	942	272	301	45	32	905	299	327	43	30	859	334	362	41	27	859	334	362	41	27
1002		1156	257	288	55	41	1119	281	312	53	39	1080	307	338	51	36	1039	336	367	49	34	985	376	405	47	31	985	376	405	47	31
1202		1257	287	320	60	43	1216	314	347	58	40	1174	344	376	56	38	1130	377	409	54	35	1073	421	452	51	32	1073	421	452	51	32
1302		1367	317	350	65	47	1322	346	379	63	44	1275	379	412	61	41	1226	416	449	58	38	1163	466	498	55	35	1163	466	498	55	35
1352		1460	348	379	70	44	1411	380	411	67	41	1360	417	448	65	38	1306	457	488	62	35	1238	512	542	59	32	1238	512	542	59	32
1402		1482	333	373	71	45	1434	363	404	68	43	1383	397	437	66	40	1330	436	475	63	37	1263	487	526	60	34	1263	487	526	60	34
1502		1540	347	388	73	47	1489	379	420	71	44	1436	415	455	68	41	1380	455	495	66	38	1309	509	548	62	35	1309	509	548	62	35
1702		1691	377	424	80	57	1636	413	459	78	53	1578	452	498	75	50	1518	495	541	72	46	1440	554	599	69	42	1440	554	599	69	42

Unidad con opción, temperatura de salida del agua = 6°C

		Temperatura del aire, °C						35						40						46											
		25						30						35						40						46					
30XA		CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	COOL I/s	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	COOL I/s	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	COOL I/s	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	COOL I/s	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	COOL I/s	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	COOL I/s
252		286	64	74	14	15	276	71	80	13	14	276	71	80	13	14	255	85	94	12	12	240	95	104	11	11	240	95	104	11	11
302		315	71	80	15	15	303	78	87	14	14	303	78	87	14	14	278	94	103	13	12	261	105	114	12	11	261	105	114	12	11
352		344	78	87	16	18	330	86	95	16	17	330	86	95	16	17	301	103	112	14	14	282	116	124	13	13	282	116	124	13	13
402		407	90	102	19	35	395	98	110	19	33	395	98	110	19	33	367	118	130	17	29	349	131	143	17	26	349	131	143	17	26
452		469	105	117	22	38	454	115	127	22	36	454	115	127	22	36	421	139	150	20	31	399	155	167	19	28	399	155	167	19	28
502		529	115	129	25	38	512	126	140	24	35	512	126	140	24	35	474	151	165	23	31	448	169	183	21	28	448	169	183	21	28
602		640	143	160	30	47	619	157	174	29	44	619	157	174	29	44	575	188	205	27	38	545	210	226	26	35	545	210	226	26	35
702		704	151	171	34	38	681	165	185	32	36	681	165	185	32	36	632	198	217	30	31	599	221	240	29	28	599	221	240	29	28
752		755	177	196	36	39	730	193	212	35	36	730	193	212	35	36	678	231	250	32	32	644	258	277	31	29	644	258	277	31	29
802		824	188	209	39	36	797	206	226	38	34	797	206	226	38	34	740	247	267	35	30	702	276	295	33	27	702	276	295	33	27
852		872	192	216	42	41	843	210	233	40	38	843	210	233	40	38	782	252	275	37	33	742	281	304	35	30	742	281	304	35	30
902		937	217	241	45	38	906	237	260	43	36	906	237	260	43	36	839	283	306	40	31	797	316	339	38	28	797	316	339	38	28
1002		1041	232	261	50	38	1007	253	282	48	36	1007	253	282	48	36	933	304	332	44	31	885	340	367	42	28	885	340	367	42	28
1102		1192	261	292	57	43	1153	286	316	55	41	1153	286	316	55	41	1070	342	372	51	35	1016	382	412	48	32	1016	382	412	48	32
1202		1296	293	326	62	45	1254	319	352	60	42	1254	319	352	60	42	1164	383	415	55	37	1105	427	459	53	33	1105	427	459	53	33
1302		1409	322	356	67	49	1363	352	386	65	46	1363	352	386	65	46	1263	423	456	60	40	1198	473	505	57	36	1198	473	505	57	36
1352		1505	355	386	72	46	1454	388	419	69	43	1454	388	419	69	43	1346	466	496	64	37	1275	521	551	61	34	1275	521	551	61	34
1402		1529	339	379	73	48	1478	370	410	70	45	1478	370	410	70	45	1371	443	483	65	39	1301	495	534	62	36	1301	495	534	62	36
1502		1587	354	395	76	49	1535	386	427	73	46	1535	386	427	73	46	1421	463	503	68	40	1348	517	557	64	36	1348	517	557	64	36
1702		1742	384	431	83	60	1685	420	466	80	56	1685	420	466	80	56	1563	503	549	74	49	1483	562	607	71	44	1483	562	607	71	44

# Capacidades frigoríficas

## Unidad con opción 119 (alta eficiencia energética)

Unidad con opción, temperatura de salida del agua = 7°C

		Temperatura del aire, °C																							
		30			40			46																	
	25	30		35		40		46																	
30XA	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa													
252	295	65	75	14	16	285	72	81	14	15	274	78	88	13	14	263	86	95	13	13	248	96	105	12	11
302	325	72	82	15	16	313	79	89	15	15	300	87	96	14	14	286	95	104	14	13	269	107	116	13	12
352	354	79	89	17	19	341	87	96	16	16	326	96	105	16	16	310	105	114	15	15	291	118	126	14	13
402	420	91	103	20	37	407	99	112	19	35	393	109	121	19	33	378	119	131	18	31	359	133	145	17	28
452	483	107	119	23	40	468	117	129	22	38	451	129	141	22	35	433	141	153	21	33	411	157	169	20	30
502	545	117	131	26	39	527	128	142	25	37	508	140	154	24	35	488	154	168	23	32	462	172	186	22	29
602	660	146	163	31	49	638	159	177	30	46	616	174	191	29	43	593	191	208	28	40	562	213	229	27	37
702	726	154	173	35	40	702	168	188	33	37	677	184	203	32	35	651	201	221	31	33	617	225	244	29	30
752	778	180	199	37	41	753	196	215	36	38	726	215	233	35	36	698	235	254	33	33	663	262	281	32	30
802	849	192	212	40	38	821	209	230	39	36	792	229	249	38	34	762	251	271	36	31	723	280	300	34	28
852	899	196	219	43	43	869	214	237	41	40	838	234	257	40	37	805	256	279	38	35	764	286	308	36	32
902	965	221	244	46	40	933	241	264	44	38	899	263	286	43	35	864	288	311	41	33	820	321	344	39	30
1002	1073	236	265	51	40	1037	258	286	49	37	1000	282	310	48	35	961	309	337	46	33	911	345	373	43	30
1102	1229	266	297	59	46	1189	291	322	57	43	1147	318	348	55	40	1103	348	378	53	37	1046	388	418	50	34
1202	1336	298	331	64	47	1292	325	358	62	45	1247	355	388	59	42	1199	389	421	57	39	1138	434	466	54	35
1302	1452	328	362	69	52	1404	359	392	67	49	1354	393	425	65	46	1301	430	463	62	42	1233	481	513	59	38
1352	1550	362	393	74	48	1497	395	426	71	45	1442	433	463	69	42	1385	474	504	66	39	1311	530	560	62	35
1402	1575	345	386	75	50	1523	376	417	73	47	1468	411	451	70	44	1411	450	490	67	41	1339	503	542	64	37
1502	1636	360	401	78	52	1631	393	434	75	48	1523	430	470	73	45	1463	471	511	70	42	1387	526	565	66	38
1702	1795	391	438	86	63	1736	427	474	83	59	1675	467	513	80	55	1610	512	557	77	51	1527	572	616	73	46

Unidad con opción, temperatura de salida del agua = 10°C

		Temperatura del aire, °C																							
		30			35			40			46														
	25	30		35		40		46																	
30XA	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa	CAP kW	COMP UNIT kW	COOL I/s	COOL kPa													
252	323	68	78	15	18	312	75	84	15	17	300	82	91	14	16	287	90	99	14	15	271	100	109	13	13
302	355	76	85	17	19	342	83	93	16	18	328	91	100	16	16	313	100	109	15	15	294	112	121	14	13
352	387	84	93	19	22	372	92	101	18	21	356	101	110	17	19	339	110	119	16	17	318	124	133	15	15
402	460	95	107	22	43	446	104	116	21	41	430	113	126	21	38	414	124	136	20	35	393	138	150	19	32
452	527	113	125	25	46	510	124	136	24	44	492	135	147	23	41	472	148	160	23	38	448	165	177	21	34
502	595	123	138	28	46	575	135	149	27	43	554	147	162	26	40	532	162	176	25	37	504	181	194	24	34
602	722	154	171	34	57	699	168	185	33	54	674	183	200	32	50	648	200	217	31	47	614	223	240	29	42
702	793	162	182	38	46	767	177	197	37	43	740	193	213	35	41	711	211	231	34	38	673	236	255	32	34
752	851	190	209	41	47	823	207	226	39	44	793	226	245	38	41	762	247	266	36	39	723	275	293	35	35
802	929	202	223	44	44	898	220	241	43	42	865	241	261	41	39	832	263	283	40	36	789	293	313	38	33
852	981	207	230	47	49	948	225	249	45	46	914	246	269	44	43	878	269	292	42	40	832	300	323	40	36
902	1055	233	257	50	46	1019	254	277	49	43	981	277	300	47	41	942	303	326	45	38	893	337	360	43	34
1002	1173	250	279	56	46	1133	272	301	54	43	1051	297	326	52	40	1048	325	353	50	38	993	363	390	47	34
1102	1341	281	312	64	53	1297	307	337	62	50	1251	335	365	60	46	1202	365	396	57	43	1140	407	437	54	39
1202	1458	315	348	70	55	1410	343	376	67	52	1359	374	407	65	48	1306	409	441	62	45	1239	456	487	59	41
1302	1586	347	381	76	60	1532	379	412	73	56	1476	414	447	70	53	1418	453	486	68	49	1322	494	525	63	43
1352	1691	384	415	81	56	1632	419	450	78	52	1571	458	489	75	49	1506	501	531	72	45	1351	517	547	65	37
1402	1721	365	405	82	58	1663	397	438	79	55	1602	434	474	76	51	1538	474	513	73	47	1458	528	567	70	43
1502	1786	381	422	85	60	1724	415	456	82	56	1660	453	494	79	52	1594	496	536	76	48	1509	553	592	72	44
1702	1959	413	460	94	73	1894	450	497	90	69	1826	492	538	87	64	1754	538	584	84	59	1663	600	645	79	54

Legenda:

CAP kW Capacidad frigorífica  
 COMP kW Consumo del compresor  
 UNID kW Consumo de unidad (compresores, ventiladores y circuito de control)  
 COOL I/s Caudal de agua del evaporador  
 COOL kPa Caída de presión en el evaporador

Datos de aplicación:

Unidades estándar; refrigerante: R134a  
 Incremento de temperatura del evaporador: 5 K  
 Fluido del evaporador: agua enfriada  
 Factor de ensuciamiento: 0,18 x 10<sup>-4</sup> (m<sup>2</sup>·K)/W  
 Rendimientos conforme a la norma EN 14511.



Número de pedido: 83450-20, 10.2007. Reemplaza no. de pedido: 83450-20, 10.2006.  
El fabricante se reserva el derecho de hacer cualquier modificación sin previo aviso.



Environmental Management System Approval

Fabricado por: Carrier SCS, Montluel, France.  
Impreso en Holanda.

# REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A  
LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN  
ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA

CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

ABRIL 2008

La normativa según la cual se rige el presente proyecto denominado "*Diseño de una instalación destinada a los procesos de fermentación alcohólica y maloláctica*" corresponden a las siguientes:

1. Ley Integral de Prevención y Control integrados de la contaminación, dispuesto en la ley 16/2002, del 1 de julio.
2. REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
3. REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. BOE núm. 112 de 10 de mayo de 2001.
4. Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria. Tramitación y puesta en marcha de las actividades industriales.
5. REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

### **1. Ley Integral de Prevención y Control integrados de la contaminación, dispuesto en la ley 16/2002, del 1 de julio.**

En el artículo 1, del Título I de la Ley 16/2002, de 1 de julio, dentro de las disposiciones generales se dicta el objeto de dicha ley.

*"Esta Ley tiene por objeto evitar o, cuando ello no sea posible, reducir y controlar la contaminación de la atmósfera, del agua y del suelo, mediante el establecimiento de un sistema de prevención y control integrados de la contaminación, con el fin de alcanzar una elevada protección del medio ambiente en su conjunto".*

En el artículo 2, del Título I, de la presente ley se indica con detalle el ámbito de aplicación, el texto es el siguiente:

*"Sin perjuicio de lo establecido en la disposición final quinta, esta Ley será aplicable a las instalaciones de titularidad pública o privada en las que se desarrolle alguna de las **actividades industriales** incluidas en las categorías enumeradas en el **anejo 1**, con excepción de las instalaciones o partes de las mismas utilizadas para la investigación, desarrollo y experimentación de nuevos productos y procesos".*

El Anejo 1 de la Ley Prevención y Control integrados de la Contaminación, clasifica las actividades industriales. La lista corresponde a la siguiente:

### **1. Instalaciones de combustión.**

*1.1 Instalaciones de combustión con una potencia térmica de combustión superior a 50 MW:*

a) Instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen ordinario o en régimen especial, en las que se produzca la combustión de combustibles fósiles, residuos o biomasa.

b) Instalaciones de cogeneración, calderas, hornos, generadores de vapor o cualquier otro equipamiento o instalación de combustión existente en una industria, sea ésta o no su actividad principal.

*1.2 Refinerías de petróleo y gas:*

a) Instalaciones para el refinado de petróleo o de crudo de petróleo.

b) Instalaciones para la producción de gas combustible distinto del gas natural y gases licuados del petróleo.

*1.3 Coquerías.*

*1.4 Instalaciones de gasificación y licuefacción de carbón.*

### **2. Producción y transformación de metales.**

*2.1 Instalaciones de calcinación o sinterización de minerales metálicos incluido el mineral sulfuroso.*

*2.2 Instalaciones para la producción de fundición o de aceros brutos (fusión primaria o secundaria), incluidas las correspondientes instalaciones de fundición continua de una capacidad de más de 2,5 toneladas por hora.*

### *2.3 Instalaciones para la transformación de metales ferrosos:*

a) Laminado en caliente con una capacidad superior a 20 toneladas de acero bruto por hora.

b) Forjado con martillos cuya energía de impacto sea superior a 50 kilojulios por martillo y cuando la potencia térmica utilizada sea superior a 20 MW. BOE núm. 157 Martes 2 julio 2002 23925

c) Aplicación de capas de protección de metal fundido con una capacidad de tratamiento de más de 2 toneladas de acero bruto por hora.

### *2.4 Fundiciones de metales ferrosos con una capacidad de producción de más de 20 toneladas por día.*

### *2.5 Instalaciones:*

a) Para la producción de metales en bruto no ferrosos a partir de minerales, de concentrados o de materias primas secundarias mediante procedimientos metalúrgicos, químicos o electrolíticos.

b) Para la fusión de metales no ferrosos, inclusive la aleación, así como los productos de recuperación (refinado, moldeado en fundición) con una capacidad de fusión de más de 4 toneladas para el plomo y el cadmio o 20 toneladas para todos los demás metales, por día.

### *2.6 Instalaciones para el tratamiento de superficie de metales y materiales plásticos por procedimiento electrolítico o químico, cuando el volumen de las cubetas o de las líneas completas destinadas al tratamiento empleadas sea superior a 30 m<sup>3</sup>.*

## **3. Industrias minerales.**

### *3.1 Instalaciones de fabricación de cemento y/o clínker en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 500 toneladas diarias, o de cal en*

*hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día, o en hornos de otro tipo con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día.*

*3.2 Instalaciones para la obtención de amianto y para la fabricación de productos a base de amianto.*

*3.3 Instalaciones para la fabricación de vidrio incluida la fibra de vidrio, con una capacidad de fusión superior a 20 toneladas por día.*

*3.4 Instalaciones para la fundición de materiales minerales, incluida la fabricación de fibras minerales con una capacidad de fundición superior a 20 toneladas por día.*

*3.5 Instalaciones para la fabricación de productos cerámicos mediante horneado, en particular tejas, ladrillos, refractarios, azulejos o productos cerámicos ornamentales o de uso doméstico, con una capacidad de producción superior a 75 toneladas por día, y/o una capacidad de horneado de más de 4 m<sup>3</sup> y de más de 300 kg/m<sup>3</sup> de densidad de carga por horno.*

### **3. Industrias químicas.**

La fabricación, a efectos de las categorías de actividades de esta Ley, designa la fabricación a escala industrial, mediante transformación química de los productos o grupos de productos mencionados en los epígrafes 4.1 a 4.6.

*4.1 Instalaciones químicas para la fabricación de productos químicos orgánicos de base, en particular:*

a) Hidrocarburos simples (lineales o cíclicos, saturados o insaturados, alifáticos o aromáticos).

- b) Hidrocarburos oxigenados, tales como alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos orgánicos, ésteres, acetatos, éteres, peróxidos, resinas, epóxidos.
- c) Hidrocarburos sulfurados.
- d) Hidrocarburos nitrogenados, en particular, aminas, amidas, compuestos nitrosos, nítricos o nitratos, nitrilos, cianatos e isocianatos.
- e) Hidrocarburos fosforados.
- f) Hidrocarburos halogenados.
- g) Compuestos orgánicos metálicos.
- h) Materias plásticas de base (polímeros, fibras sintéticas, fibras a base de celulosa).
- i) Cauchos sintéticos.
- j) Colorantes y pigmentos.
- k) Tensioactivos y agentes de superficie.

### *4.2 Instalaciones químicas para la fabricación de productos químicos inorgánicos de base, como:*

- a) Gases y, en particular, el amoníaco, el cloro o el cloruro de hidrógeno, el flúor o fluoruro de hidrógeno, los óxidos de carbono, los compuestos de azufre, los óxidos del nitrógeno, el hidrógeno, el dióxido de azufre, el dicloruro de carbonilo.
- b) Ácidos y, en particular, el ácido crómico, el ácido fluorhídrico, el ácido fosfórico, el ácido nítrico, el ácido clorhídrico, el ácido sulfúrico, el ácido sulfúrico fumante, los ácidos sulfurados.
- c) Bases y, en particular, el hidróxido de amonio, el hidróxido potásico, el hidróxido sódico.
- d) Sales como el cloruro de amonio, el clorato potásico, el carbonato potásico (potasa), el carbonato sódico (sosa), los perboratos, el nitrato argéntico.

e) No metales, óxidos metálicos u otros compuestos inorgánicos como el carburo de calcio, el silicio, el carburo de silicio.

*4.3 Instalaciones químicas para la fabricación de fertilizantes a base de fósforo, de nitrógeno o de potasio (fertilizantes simples o compuestos).*

*4.4 Instalaciones químicas para la fabricación de productos de base fitofarmacéuticos y de biocidas.*

*4.5 Instalaciones químicas que utilicen un procedimiento químico o biológico para la fabricación de medicamentos de base.*

*4.6 Instalaciones químicas para la fabricación de explosivos.*

### **5. Gestión de residuos.**

Se excluyen de la siguiente enumeración las actividades e instalaciones en las que, en su caso, resulte de aplicación lo establecido en el artículo 14 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

*5.1 Instalaciones para la valorización de residuos peligrosos, incluida la gestión de aceites usados, o para la eliminación de dichos residuos en lugares distintos de los vertederos, de una capacidad de más de 10 toneladas por día.*

*5.2 Instalaciones para la incineración de los residuos municipales, de una capacidad de más de 3 toneladas por hora.*

*5.3 Instalaciones para la eliminación de los residuos no peligrosos, en lugares distintos de los vertederos, con una capacidad de más de 50 toneladas por día.*

*5.4 Vertederos de todo tipo de residuos que reciban más de 10 toneladas por día o que tengan una capacidad total de más de 25.000 toneladas con exclusión de los vertederos de residuos inertes.*

### **6. Industria del papel y cartón.**

*6.1 Instalaciones industriales destinadas a la fabricación de:*

- a) Pasta de papel a partir de madera o de otras materias fibrosas.
- b) Papel y cartón con una capacidad de producción de más de 20 toneladas diarias.

*6.2 Instalaciones de producción y tratamiento de celulosa con una capacidad de producción superior a 20 toneladas diarias.*

### **7. Industria textil.**

*7.1 Instalaciones para el tratamiento previo (operaciones de lavado, blanqueo, mercerización) o para el tinte de fibras o productos textiles cuando la capacidad de tratamiento supere las 10 toneladas diarias. 23926 Martes 2 julio 2002 BOE núm. 157*

### **8. Industria del cuero.**

*8.1 Instalaciones para el curtido de cueros cuando la capacidad de tratamiento supere las 12 toneladas de productos acabados por día.*

### **9. Industrias agroalimentarias y explotaciones ganaderas.**

*9.1 Instalaciones para:*

a) Mataderos con una capacidad de producción de canales superior a 50 toneladas/día.

b) Tratamiento y transformación destinados a la fabricación de productos alimenticios a partir de:

b.1) Materia prima animal (que no sea la leche) de una capacidad de producción de productos acabados superior a 75 toneladas/día.

b.2) Materia prima vegetal de una capacidad de producción de productos acabados superior a 300 toneladas/ día (valor medio trimestral).

c) Tratamiento y transformación de la leche, con una cantidad de leche recibida superior a 200 toneladas por día (valor medio anual).

*9.2 Instalaciones para la eliminación o el aprovechamiento de canales o desechos de animales con una capacidad de tratamiento superior a 10 toneladas/día.*

*9.3 Instalaciones destinadas a la cría intensiva de aves de corral o de cerdos que dispongan de más de:*

a) 40.000 emplazamientos si se trata de gallinas ponedoras o del número equivalente para otras orientaciones productivas de aves.

b) 2.000 emplazamientos para cerdos de cría (de más de 30 Kg).

c) 750 emplazamientos para cerdas.

## **10. Consumo de disolventes orgánicos.**

*10.1 Instalaciones para el tratamiento de superficies de materiales, de objetos o productos con utilización de disolventes orgánicos, en particular para aprestarlos, estamparlos, revestirlos y desengrasarlos, impermeabilizarlos, pegarlos, enlazarlos, limpiarlos o impregnarlos, con una capacidad de consumo de más de 150 Kg de disolvente por hora o más de 200 toneladas/año.*

### 11. Industria del carbono.

#### *11.1 Instalaciones para la fabricación de carbono sinterizado o electrografito por combustión o grafitación.*

Después de realizar un análisis a las categorías de las actividades industriales anteriormente enumeradas, se ubica la instalación industrial correspondiente al presente proyecto básico en el apartado 4.1, titulado "Instalaciones químicas para la fabricación de productos químicos orgánicos de base", incluido en el subapartado b) "hidrocarburos oxigenados".

En el artículo 9, del Capítulo I, incluido en el Título III de la Ley 16/2002, denominado: "Instalaciones sometidas a la autorización ambiental integrada" dice lo siguiente:

*"Se somete a autorización ambiental integrada la construcción, montaje, explotación o traslado, así como la modificación sustancial, de las instalaciones en las que se desarrollen alguna de las actividades incluidas en el anejo 1."*

Después de analizar lo dispuesto en el artículo 9, la instalación en estudio en el presente proyecto básico, requiere autorización ambiental integrada. Su definición establecida en el artículo 3, del Título I, incluido en las Disposiciones generales, es la siguiente:

**«Autorización ambiental integrada»:** es la resolución del órgano competente de la *Comunidad Autónoma* en la que se ubique la instalación, por la que se permite, a los solos efectos de la protección del medio ambiente y de la salud de las personas, explotar la totalidad o parte de una instalación, bajo determinadas condiciones destinadas a garantizar que la misma cumple el

objeto y las disposiciones de esta Ley. Tal autorización podrá ser válida para una o más instalaciones o partes de instalaciones que tengan la misma.

En el artículo 11, del Capítulo I, incluido en el Título III, de la presente Ley, nos indica con detalle la finalidad de la autorización ambiental integrada. A continuación se detalla la misma:

1. La finalidad de la autorización ambiental integrada es:

a) Establecer todas aquellas condiciones que garanticen el cumplimiento del objeto de esta Ley por parte de las instalaciones sometidas a la misma, a través de un procedimiento que asegure la coordinación de las distintas Administraciones públicas que deben intervenir en la concesión de dicha autorización para agilizar trámites y reducir las cargas administrativas de los particulares.

b) Disponer de un sistema de prevención y control de la contaminación, que integre en un solo acto de intervención administrativa todas las autorizaciones ambientales existentes en materia de producción y gestión de residuos, incluidas las de incineración de residuos municipales y peligrosos y, en su caso, las de vertido de residuos; de vertidos a las aguas continentales, incluidos los vertidos al sistema integral de saneamiento, y de vertidos desde tierra al mar, así como las determinaciones de carácter ambiental en materia de contaminación atmosférica, incluidas las referentes a los compuestos orgánicos volátiles.

El Anejo 3 de la Ley 16/2002, del 1 julio, de prevención y control integrados de la contaminación, se establece una lista de las principales sustancias contaminantes, las cuales, poseen obligatoriedad de ser tomadas en

consideración a la hora de su emisión a la atmósfera como al agua. La lista es la siguiente:

Atmósfera:

1. Óxido de azufre y otros compuestos de azufre.
  2. Óxido de nitrógeno y otros compuestos de nitrógeno.
  3. Monóxido de carbono.
  4. Compuestos orgánicos volátiles.
  5. Metales y sus compuestos.
  6. Polvos.
  7. Amianto (partículas en suspensión, fibras).
- BOE núm. 157 Martes 2 julio 2002 23927
8. Cloro y sus compuestos.
  9. Flúor y sus compuestos.
  10. Arsénico y sus compuestos.
  11. Cianuros.
  12. Sustancias y preparados respecto de los cuales se haya demostrado que poseen propiedades cancerígenas, mutágenas o puedan afectar a la reproducción a través del aire.
  13. Policlorodibenzodioxina y policlorodibenzofuranos.

Agua:

1. Compuestos organohalogenados y sustancias que puedan dar origen a compuestos de esta clase en el medio acuático.
2. Compuestos organofosforados.
3. Compuestos organoestánicos.
4. Sustancias y preparados cuyas propiedades cancerígenas, mutágenas o que puedan afectar a la reproducción en el medio acuático o vía el medio acuático estén demostradas.

5. Hidrocarburos persistentes y sustancias orgánicas tóxicas persistentes y bioacumulables.
6. Cianuros.
7. Metales y sus compuestos.
8. Arsénico y sus compuestos.
9. Biocidas y productos fitosanitarios.
10. Materias en suspensión.
11. Sustancias que contribuyen a la eutrofización (en particular nitratos y fosfatos).
12. Sustancias que ejercen una influencia desfavorable sobre el balance de oxígeno (y computables mediante parámetros tales como DBO, DQO).

Según las sustancias anteriormente dictadas, se pueden excluir los subproductos generados en la instalación industrial correspondiente en el presente proyecto básico. Siendo este subproducto el dióxido de carbono.

### **2. REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.**

Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

En el capítulo 1, en su artículo 2, del Real Decreto 2267/2004, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, se observa el ámbito de aplicación, el cual, indica lo siguiente:

1. El ámbito de aplicación de este reglamento son los establecimientos industriales. Se entenderán como tales:
  - a. Las industrias, tal como se definen en el artículo 3, punto 1, de la *Ley 21/1992*, de 16 de julio, de Industria.
  - b. Los almacenamientos industriales.
  - c. Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.
  - d. Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los párrafos anteriores.
2. Se aplicará, además, a todos los almacenamientos de cualquier tipo de establecimiento cuando su carga de fuego total, calculada según el anexo I, sea igual o superior a tres millones de Megajulios (MJ).



**NIVEL RIESGO INTRÍNSECO** (especificada en el punto 3 del anexo I)

$$Q_s = \frac{\sum G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a$$

Donde,

$Q_s$  = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$G_i$  = Masa, en Kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

$q_i$  = Poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

$C_i$  = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

$R_a$  = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

$A$  = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.

Mediante el uso de la tabla 1.1, la cual define el grado de peligrosidad de los combustibles, se obtiene el valor de  $C_i$ .

## REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA

---

La única sustancia combustible empleada en el proyecto corresponde al porcentaje de alcohol etílico que se produce durante el proceso de fermentación que tiene lugar en el interior de los depósitos. Haciendo uso de la reglamentación de almacenamiento de productos químicos, en su ITC MIE-APQ1 esta sustancia corresponde a la clase B<sub>2</sub>. Por tanto, el coeficiente adimensional de ponderación del grado de peligrosidad posee un nivel medio, teniendo por tanto un valor de 1.3.

Mediante el uso de la tabla 1.4, la cual define el poder calorífico de diversas sustancias, se obtiene el valor de q<sub>i</sub>.

En dicha tabla podemos encontrar el valor del poder calorífico correspondiente al alcohol etílico, siendo este de 25,1 MJ/Kg..

La tabla 1.2 define los valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado (Ra).

Según esta tabla, para los depósitos en estudio el valor del coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad, Ra, posee un valor de 1.

El valor de G<sub>i</sub> corresponde a la cantidad en kilogramos que existe en el interior de los fermentadores.

- *Riesgo intrínseco en el fermentador alcohólico* (considerado por ser el mayor de los depósitos).

$$Q_s = \frac{\sum G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot Ra$$

$$Q_s = \frac{(1062 \cdot 1.3 \cdot 46)}{1655.45} \cdot 2 = 76.72$$

Según lo establecido por la tabla 1.3 del anexo I del presente Real Decreto, la planta en estudio posee un nivel de **riesgo intrínseco bajo**.

- RESTRICCIONES Y DISPOSICIONES DE LA PLANTA

Según el anexo II del presente Real Decreto, en el punto 2.1, se indica la máxima superficie construida por cada sector de incendios en función de la configuración de dicho sector y del valor de riesgo intrínseco. En nuestro caso, Tipo A y Valor bajo (1); el área máxima constructiva posee un valor de 2000 m<sup>2</sup>.

La tabla 2.2, incluida en el anexo II, muestra la estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras. Para la planta de fermentación es R90 (EF-90).

Como en la planta fermentativa coexisten actividades industriales y no industriales, la evacuación se realizará mediante elementos comunes del edificio; además, como el número de trabajadores no supera los 50, no se requiere una salida independiente al resto del edificio.

Las vías de evacuación se verán dotadas de sistemas de alumbrado de emergencia; así como, las señales de evacuación correspondientes.

- INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En primer lugar la planta fermentativa caracterizada como una planta de configuración tipo A con un sector de incendios superior a 300 m<sup>2</sup>, los sistemas de alarma contra incendios corresponderá a un sistema automático. No requiriendo sistemas de comunicación de alarmas contra incendios debido a que el sector de incendio posee un valor pequeño de superficie. Estas condiciones se observan en los puntos 3 y 5 del anexo III del Real Decreto 2267/2004.

Hidrantes: Determinados en el punto 7 del anexo III

Mediante el conocimiento del área del sector industrial, nivel de riesgo intrínseco junto con la configuración de la planta, se determina la cantidad de hidrantes y las condiciones de caudal requerido y autonomía de los mismos.

Según estos valores se hace uso de la tabla 3.1, estableciendo que la planta de fermentación no requiere este tipo de protección contra incendios.

Extintores de incendios: Determinados en el punto 8 del anexo III

Según el Real Decreto 2267, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, se deberá instalar extintores de incendios portátiles en todos los sectores de incendio.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

Con un extintor móvil sobre ruedas de eficacia 21 A queda protegida unos 600 m<sup>2</sup> de la planta en estudio; por tanto, se dispondrá de dos extintores móviles.

Sistemas de bocas de incendio equipadas: Determinados en el punto 9 del anexo III

Mediante el conocimiento del área del sector industrial, nivel de riesgo intrínseco junto con la configuración de la planta, se determina la cantidad de bocas de incendios requeridos por dicha planta.

Con el conocimiento de estos datos se establece que la planta fermentativa requiere dispositivos contra incendios basados en bocas de incendio equipadas.

## **REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA**

---

Las BIEs usados corresponden al tipo DN 25 mm, con una simultaneidad de 2 y un tiempo en minutos de autonomía de 60.

Sistemas de columna seca: Determinados en el punto 10 del anexo III

Según lo dispuesto en este apartado del Real Decreto, el sistema en estudio queda exento de emplear este método de protección.

Sistemas de rociadores automáticos con agua: Determinados en el punto 11 del anexo III.

La planta al poseer un nivel de riesgo intrínseco bajo, no requiere la utilización de rociadores automáticos con agua.

Sistemas de agua pulverizada: Determinados en el punto 12 del anexo III.

Según lo dispuesto en este apartado del Real Decreto, el sistema en estudio queda exento de emplear este método de protección.

Sistemas de espuma física: Determinados en el punto 13 del anexo III.

Según lo dispuesto en este apartado del Real Decreto, el sistema en estudio queda exento de emplear este método de protección.

Sistemas de extinción por polvo: Determinados en el punto 14 del anexo III.

Según lo dispuesto en este apartado del Real Decreto, el sistema en estudio queda exento de emplear este método de protección.

Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos: Determinados en el punto 15 del anexo III.

Según lo dispuesto en este apartado del Real Decreto, el sistema en estudio queda exento de emplear este método de protección.

### **3. REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. BOE núm. 112 de 10 de mayo de 2001**

En el artículo 1 se detalla el objeto del presente Real Decreto, indicando lo siguiente:

*"El presente Reglamento tiene por objeto establecer las **condiciones de seguridad de las instalaciones de almacenamiento, carga, descarga y trasiego de productos químicos peligrosos**, entendiéndose por tales las sustancias o preparados considerados como peligrosos en el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, modificado por el Real Decreto 700/1998, de 24 de abril, y el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 1078/1993, de 2 de julio, modificado por el Real Decreto 1425/1998, de 3 de julio, tanto en estado sólido como líquido o gaseoso, y sus servicios auxiliares en toda clase de establecimientos y almacenes, incluidos los recintos, comerciales y de servicios".*

En el artículo 2, del Real Decreto 379/2001, se detalla el ámbito de aplicación. El texto dice así:

*"El presente Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias (ITCs) se aplicarán a las instalaciones de nueva construcción, así como a las ampliaciones o modificaciones de las existentes, referidas en el artículo anterior no integradas en las unidades de proceso y no serán aplicables a los productos*

*y actividades para los que existan reglamentaciones de seguridad industrial específicas, que se registrarán por ellas.*

*Quedan excluidos del ámbito de aplicación de este reglamento, además de los indicados en las diferentes ITCs, los almacenamientos de productos químicos de capacidad inferior a la que se indica a continuación:*

*Sólidos tóxicos: clase T+, 50 kgs; clase T, 250 kgs; clase Xn, 1.000 kgs.*

*Comburentes: 500 kgs.*

*Sólidos corrosivos: clase a, 200 kgs; clase b, 400 kgs; clase c, 1.000 kgs.*

*Irritantes: 1.000 kgs.*

*Sensibilizantes: 1.000 kgs.*

*Carcinogénicos: 1.000 kgs.*

*Mutagénicos: 1.000 kgs.*

*Tóxicos para la reproducción: 1.000 kgs.*

*Peligrosos para el medio ambiente: 1.000 kgs.*

*La aplicación de este Reglamento se entiende sin perjuicio de la exigencia, cuando corresponda, de los preceptos de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y normativa que la desarrolla, del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, de medidas de control en los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y de las disposiciones reguladoras del transporte de mercancías peligrosas”.*

Al ser el proyecto básico en estudio una instalación de nueva construcción, se encuentra regulado por el Real Decreto 379/2001. No obstante, según análisis al listado de sustancias peligrosas, dicha instalación industrial se encuentra excluida. Esto se debe, a que el producto final (vino tinto) no es clasificado como sustancia peligrosa, por lo que no requiere un tratamiento especial referente a la seguridad.

#### **4. Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria. Tramitación y puesta en marcha de una industria alimentaria; concretamente "elaboración de vino".**

La Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, establece las normas básicas reguladoras de la Ordenación de las actividades e instalaciones industriales. Según el artículo 3, del TÍTULO I "Disposiciones Generales", de la presente ley; la planta de fermentación en estudio, corresponde a una actividad industrial (Punto 4, apartado e).

Al localizar la planta fermentativa en la Comunidad Autónoma de Andalucía, su instalación y puesta en funcionamiento se encuentra regulada por el Decreto 59/2005, del 1 de marzo.

El Decreto 59/2005, del 1 de marzo, establece un sistema de control administrativo que permite vigilar el cumplimiento de las disposiciones y condiciones técnicas de seguridad industrial por todos los agentes que intervienen en el diseño, construcción, puesta en servicio y mantenimiento de los establecimientos e instalaciones industriales, con objeto de evitar aquellas circunstancias que pudieran dar lugar a la aparición de riesgos que produzcan lesiones o daños a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente.

Por ello, en el Capítulo II, en su artículo 3; las actividades industriales se clasifican en dos grupos:

*Grupo I* \_ Establecimientos e Instalaciones sometidos a autorización administrativa.

*Grupo II* \_ Establecimientos e Instalaciones no sometidos a autorización administrativa.

La autorización administrativa de una actividad industrial se encuentra vinculada con la necesidad de realización del procedimiento de Evaluación de informe ambiental, el cual viene definido en la Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental.

La Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental, recoge el presente proyecto en el Anexo II, punto 8 *"Destilación de alcoholes y elaboración de vino"*.

Por lo que, mediante el Artículo 8 de la presente ley, la prevención ambiental a la que se encuentra sometida la actividad en estudio se articula a través de un informe ambiental. Establecida esta relación, se admite que la planta en cuestión se engloba dentro del grupo II del Decreto 59/2005, del 1 de marzo.

En el Decreto 59/2005, las actividades incluidas en el Grupo II vienen definidos de la siguiente manera:

*"Se incluyen en el Grupo II aquellos establecimientos o instalaciones industriales que tengan reconocida la libertad para su instalación, ampliación o traslado y que por lo tanto no requieran de autorización administrativa para su puesta en funcionamiento, sin perjuicio de lo dispuesto en los artículos siguientes"*.

Una vez establecido al grupo que pertenece el presente proyecto, se procede a analizar la puesta en funcionamiento de dicho establecimiento.

El Artículo 5 incluido en el CAPÍTULO TERCERO del Decreto 59/2005 dicta, para la instalación, ampliación y traslado de los establecimientos e instalaciones industriales, los siguientes trámites.

*"1. La instalación, ampliación y traslado de los establecimientos e instalaciones industriales relacionadas en el Grupo II, requerirá para su puesta en*

funcionamiento de la **presentación ante la correspondiente Delegación Provincial de la Consejería titular de las competencias de Industria, de un proyecto general** o proyectos independientes de aquellas actividades, instalaciones o equipos para los que resulten preceptivos, a tenor de lo exigido en la reglamentación aplicable. El proyecto será **redactado y firmado por técnico competente y visado por el correspondiente Colegio Oficial**. Dicho proyecto general, o los complementarios que en su caso se precisen, deberán cumplir las normas que resulten aplicables, según lo dispuesto en el artículo 2.1.

**2.** El proyecto vendrá acompañado de un **certificado expedido por técnico competente y visado por Colegio Oficial en el que se ponga de manifiesto la adaptación de la obra al proyecto**; relacione e identifique las instalaciones que comprende y manifieste el cumplimiento de todas las condiciones técnicas y prescripciones establecidas en la reglamentación aplicable”.

**3.** El proyecto, los certificados, boletines y restante documentación se presentarán en **ejemplar duplicado**. Uno de los ejemplares se archivará en la Delegación Provincial de la Consejería titular de las competencias en materia de Industria y constituirá el documento base de cotejo para cualquier actuación futura. El otro, debidamente diligenciado, se devolverá en el acto al titular, que vendrá obligado a conservarlo y a exhibirlo ante la Administración cuando fuese requerido para ello.

**4.** Para la inscripción en el Registro de Establecimientos Industriales de Andalucía, en los casos en que ésta resulte obligatoria el titular del establecimiento deberá acompañar a la documentación técnica señalada en el punto anterior el **modelo oficial de la hoja de comunicación de datos al Registro debidamente cumplimentada**.

**5.** Tras la presentación de la documentación anteriormente reseñada, la Administración actuará conforme a uno de los siguientes procedimientos:

*a) Si se trata de instalaciones o actividades **incluidas** en la relación del **Anexo**, el justificante de la presentación ante la Delegación Provincial competente servirá al interesado como acreditación del cumplimiento reglamentario en materia de seguridad industrial, **no existiendo objeción por la Administración competente** en materia de industria para su puesta en funcionamiento. La forma y contenido del justificante de la presentación se desarrollará reglamentariamente.*

(EL PROYECTO EN ESTUDIO CORRESPONDE A ESTE CASO).

### **5. REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.**

En el artículo 1, incluido dentro del Capítulo I del presente Real Decreto se expresa el objeto del mismo.

*"El presente Real Decreto establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo".*

Lugar de trabajo se define como *"las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo. Se consideran incluidos en esta definición los servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores".*

En este Real Decreto queda excluido los siguientes lugares:

- a. Los medios de transporte utilizados fuera de la empresa o centro de trabajo, así como a los lugares de trabajo situados dentro de los medios de transporte.
- b. Las obras de construcción temporales o móviles.
- c. Las industrias de extracción.
- d. Los buques de pesca.
- e. Los campos de cultivo, bosques y otros terrenos que formen parte de una empresa o centro de trabajo agrícola o forestal pero que estén situados fuera de la zona edificada de los mismos.

El Capítulo II presenta las obligaciones a las que está sometido el empresario, expresando el siguiente texto:

*"El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo.*

*En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios".*

Dichas disposiciones vienen determinadas en los anexos I, II, III, IV, V y VI del presente Real Decreto.

Para la facilitación de la aplicación del Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo elaborará y mantendrá actualizada una ***Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo.***

# BIBLIOGRAFÍA

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DESTINADA A  
LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN  
ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA

CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

JUNIO 2008

**1. TEORÍA Y PRÁCTICA DE LA ELABORACIÓN DEL VINO**

**Autores: R.B. Boulson  
V.L. Singleton  
L.F. Bisson  
R.E. Kunkee**

**Editorial ACRIBIA, SA  
Año 1995**

**2. TRATADO BÁSICO DE ENOLOGÍA**

**Autor: C.S. Ough  
Editorial ACRIBIA, SA  
Año 1992**

**3. TODOS LOS VINOS DEL MUNDO**

**Autores: Juan Muñoz Ramos  
Jesús Ávila Granados**

**Editorial Planeta  
Año 2000 (Edición actualizada y en color)**

**4. CÓDIGO ASME SECCIÓN VII DIVISIÓN 1 (ANSI/ASME BPV Code VIII 1 2000);** donde se establece los requerimientos mínimos para el diseño, fabricación e inspección para los recipientes a presión.

**5. CÓDIGO ASME B31.2 "Process Piping Guide".**

**6. <http://www.biologia.edu.ar/microind/crecimiento%20bacteriano.htm>**

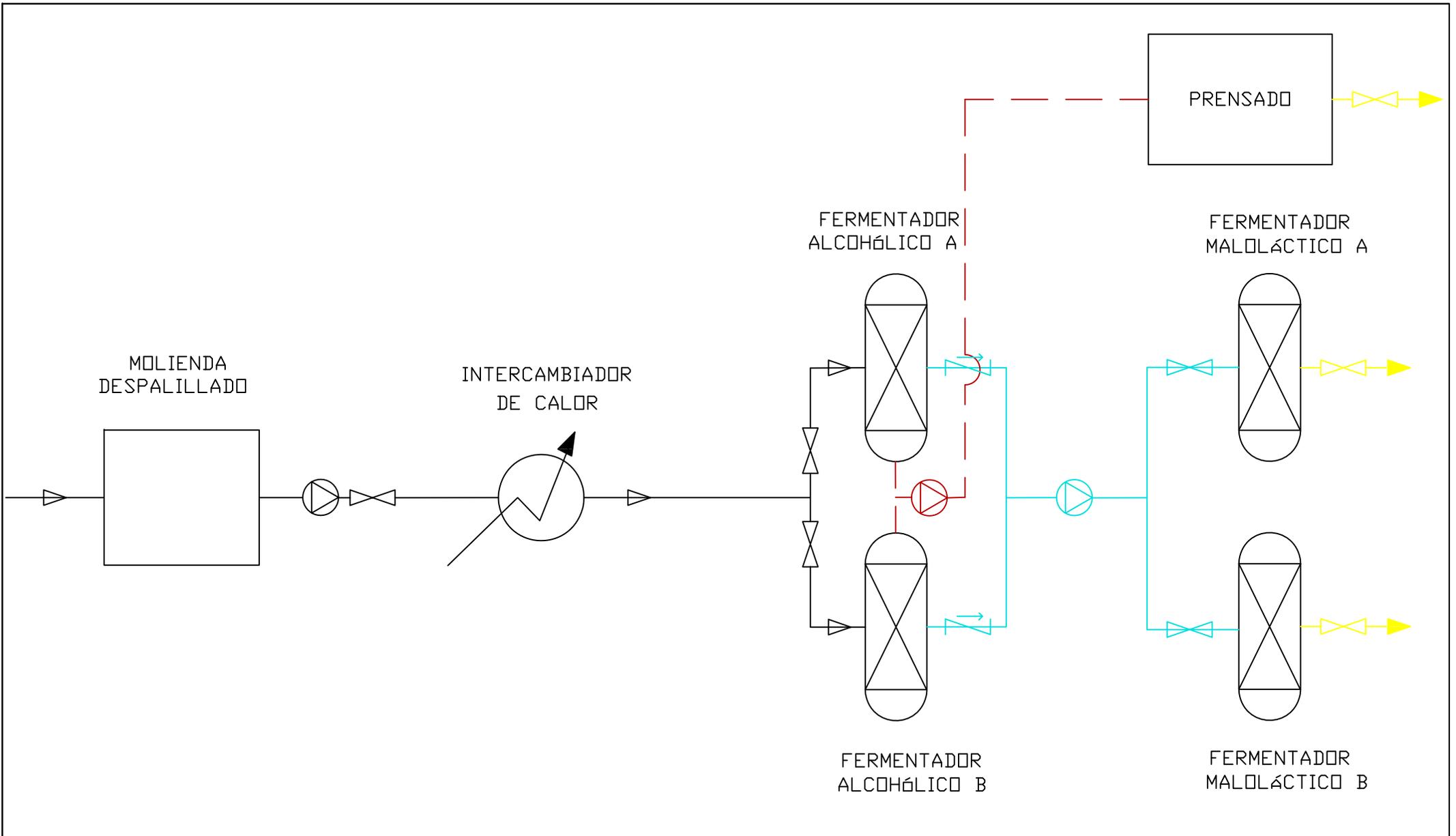
**7. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)**

**8. [http://circe.cps.unizar.es/spanish/vitivinicola/res\\_1\\_4.html](http://circe.cps.unizar.es/spanish/vitivinicola/res_1_4.html)**

## BIBLIOGRAFÍA

---

9. <http://www.miliarium.com/Paginas/Prontu/MedioAmbiente/CrecimientoBacteriano.htm#Monod>
10. <http://www.alcoholinformate.org>



INGENIERO QUÍMICO:  
CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

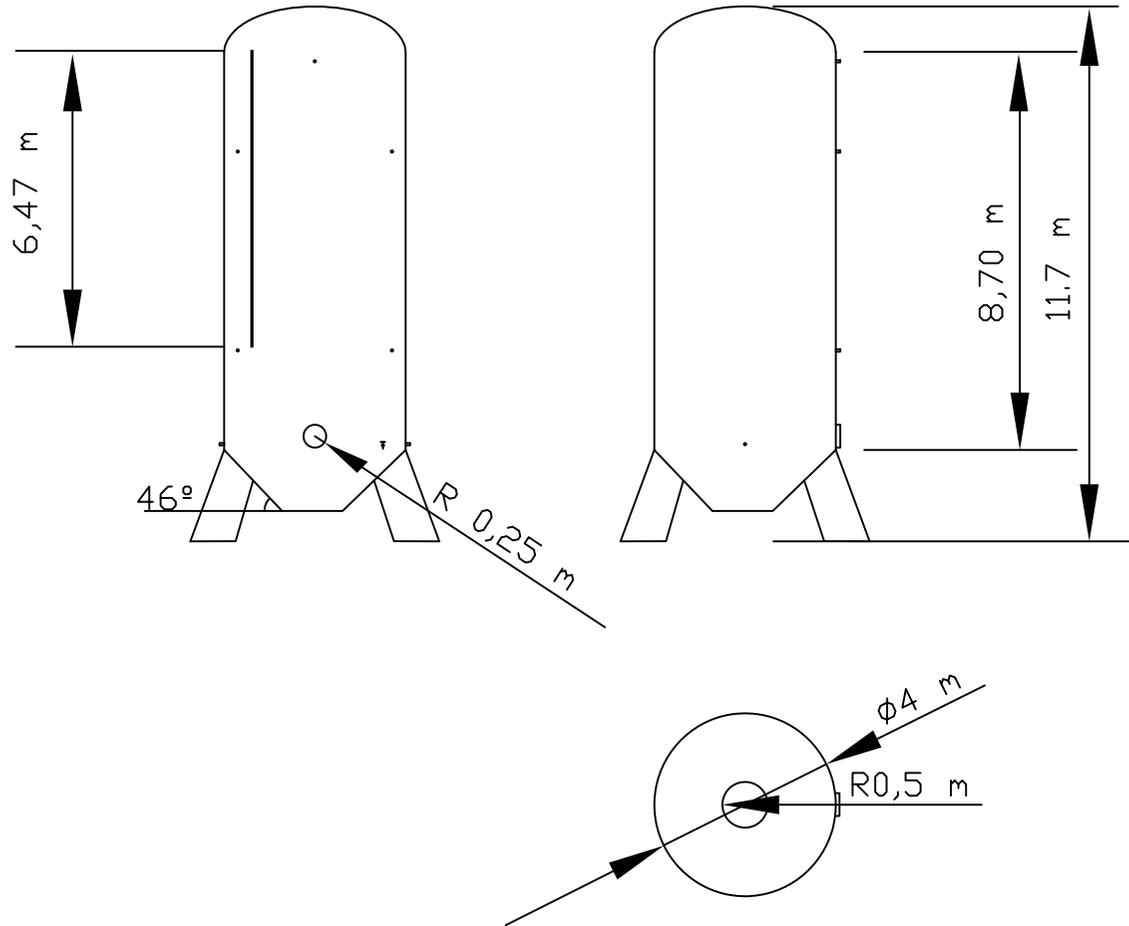
# DIAGRAMA DE FLUJO

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS  
PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA.

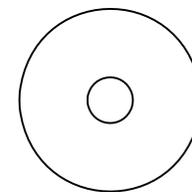
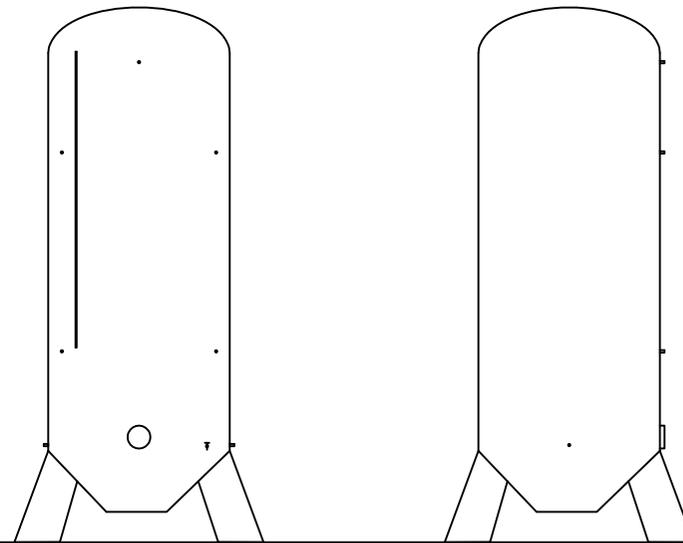
ESCALA: S/E

PLANO N° 1

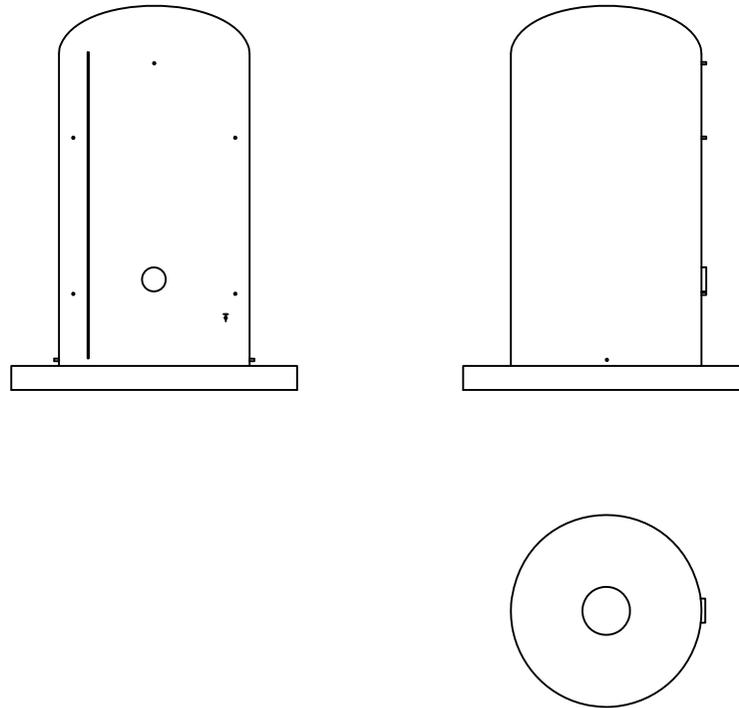
ABRIL 2008



<p>INGENIERO QUÍMICO: CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ</p>	<p>FERMENTADOR ALCOHÓLICO COTAS</p>		
	<p>DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA.</p>		
	<p>ESCALA: 1:50</p>	<p>PLANO N° 2</p>	<p>JUNIO 2008</p>



INGENIERO QUÍMICO: CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ	FERMENTADOR ALCOHÓLICO		
	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA.		
	ESCALA: 1:50	PLANO N° 3	JUNIO 2008



INGENIERO QUÍMICO:  
CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

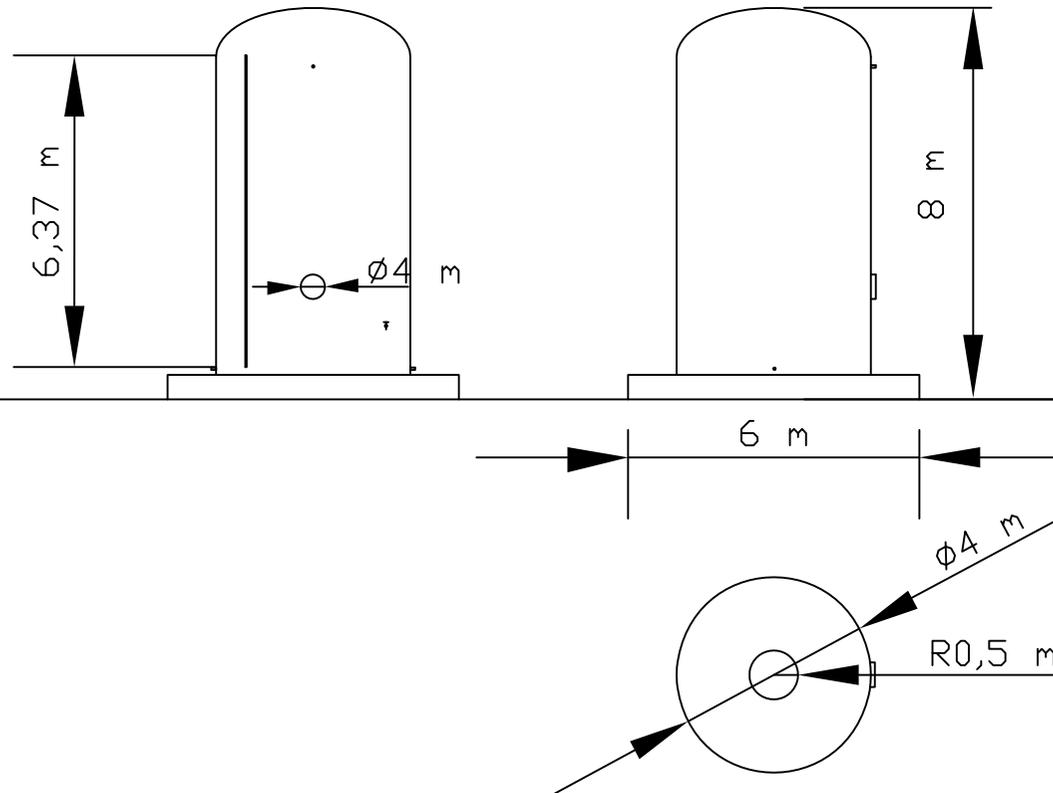
FERMENTADOR MALOLÁCTICO

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS  
PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA.

ESCALA: 1:50

PLANO N° 4

JUNIO 2008



INGENIERO QUÍMICO:  
CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

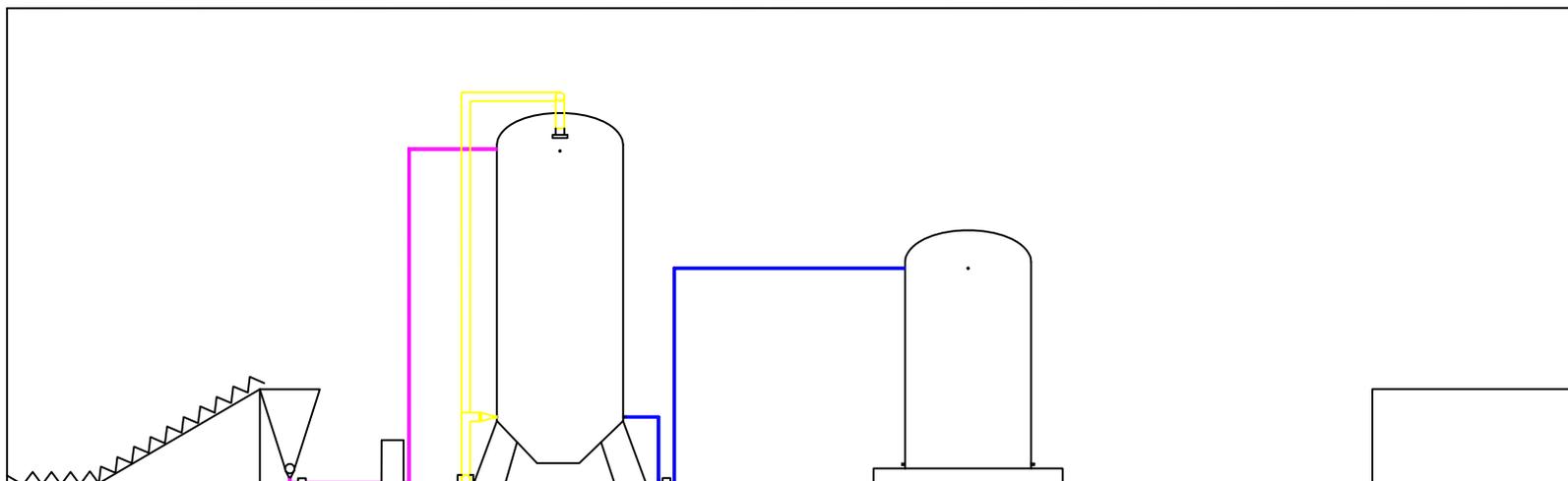
FERMENTADOR MALOLÁCTICO COTAS

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS  
PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA.

ESCALA: 1:50

PLANO N° 5

JUNIO 2008



INGENIERO QUÍMICO:  
CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

## SISTEMA DE TUBERÍAS, 1, 2 Y 3

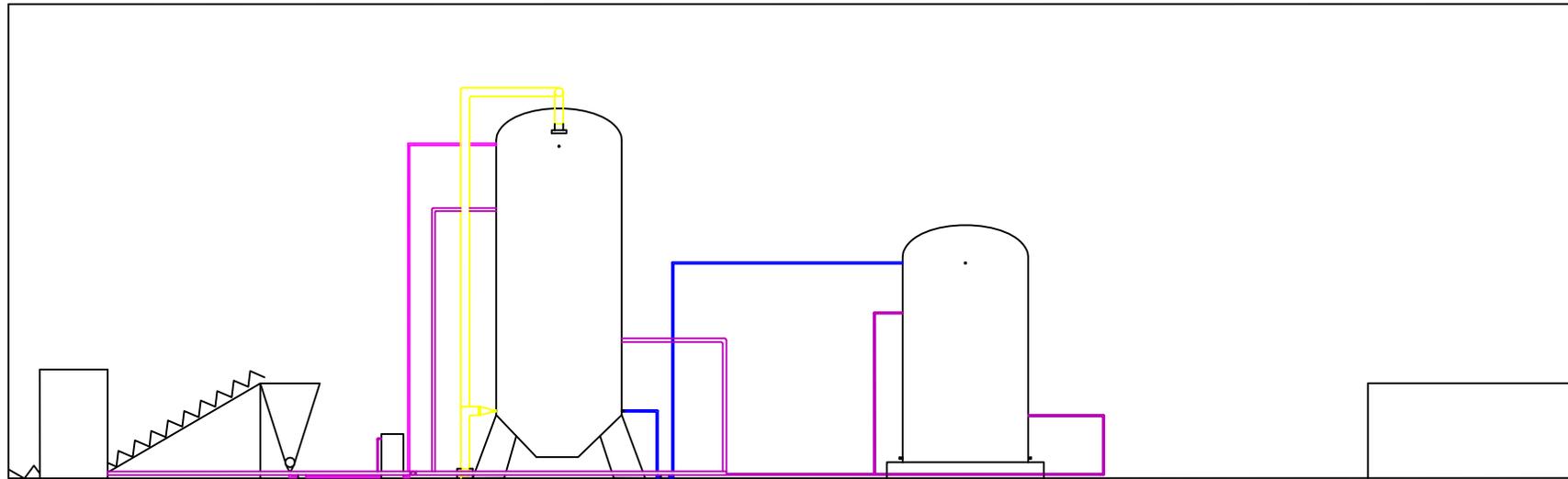
DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS  
PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA.

ESCALA: 1:50

PLANO N° 6

JUNIO 2008





INGENIERO QUÍMICO:  
CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

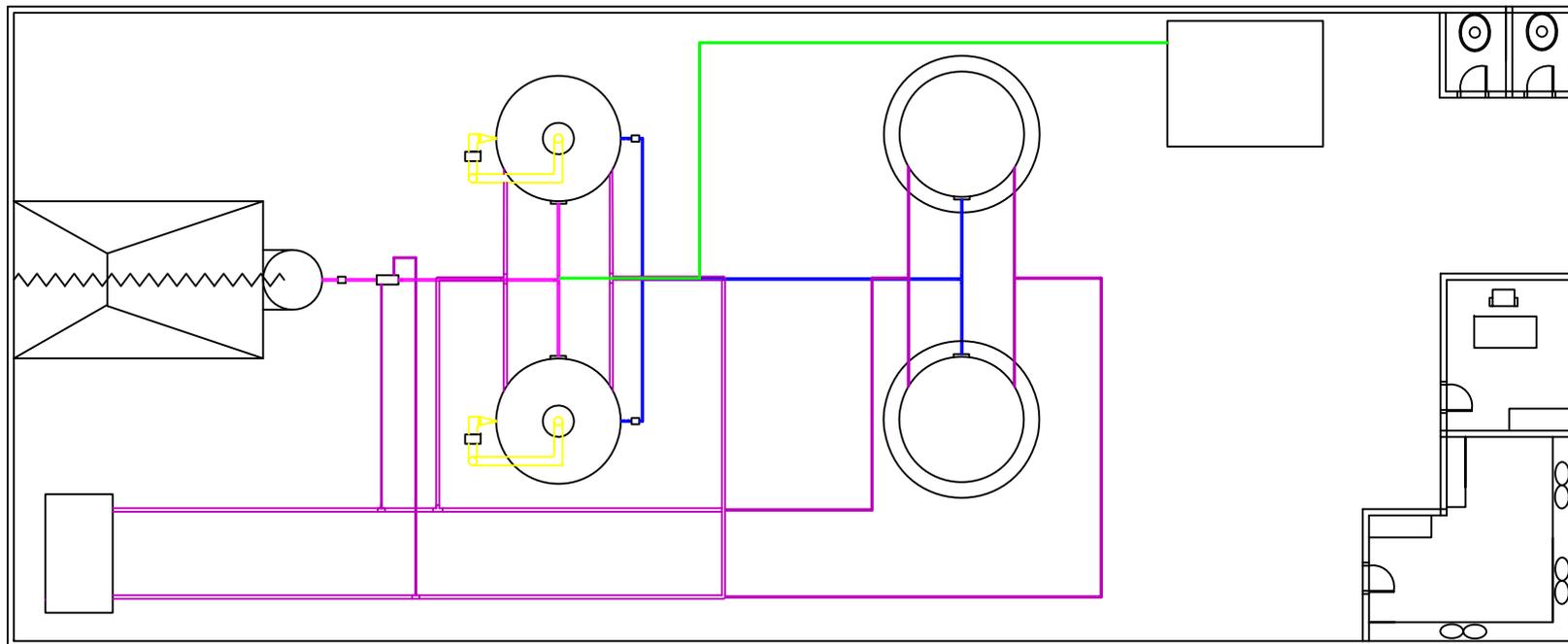
## SISTEMA DE TUBERIAS 5

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS  
PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA.

ESCALA: 1:50

PLANO N° 8

JUNIO 2008



INGENIERO QUÍMICO:  
CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

## PLANTA DE PROCESOS

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS  
PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA.

ESCALA: 1:50

PLANO N° 9

JUNIO 2008

**PLIEGO  
DE  
CONDICIONES**

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DESTINADA A  
LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN  
ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA

CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

JUNIO 2008

## **INTRODUCCIÓN: DEFINICIÓN Y ALCANCE DE LOS PLIEGOS**

### **1. OBJETO**

El presente Pliego establece las condiciones fundamentales, especificaciones y requisitos que deben cumplir la ejecución del presente proyecto, denominado:

*"Diseño de una instalación destinada a los procesos de fermentación alcohólica y maloláctica de uvas tintas".*

### **2. CUERPO NORMATIVO**

El cuerpo normativo de aplicación en la ejecución de las obras objeto del presente proyecto será formado por toda la Legislación de Obligado Cumplimiento que le sea de aplicación en su fecha de realización.

### **3. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE DOCUMENTOS**

Lo mencionado en los Pliegos de Condiciones y omitido en los Planos, o viceversa, deberá ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y los Pliegos de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en éstos últimos.

### **4. RESPONSABILIDADES**

El Contratista proveerá todos los materiales, mano de obra y las maquinarias que sean necesarias para la construcción total de los ITEMS. Todo aquello que sea cuenta del cliente está indicado expresamente en este Pliego. El Contratista Adjudicatario de la Obra se compromete a aceptar íntegramente todas y cada una de las cláusulas del Pliego de Condiciones.

**ORDENACIÓN DEL PLIEGO DE CONDICIONES:**

A fin de que queden ordenadas, con carácter general, las condiciones facultativas, económicas y legales que han de regir en los concursos y contratos destinados a la ejecución de los trabajos de la Obra del presente proyecto, se incluye el Pliego de Condiciones, compuesto por:

**I. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA**

En este escrito se describirá de forma somera cada una de las unidades constructivas que forman parte del Proyecto y la secuencia de ejecución, a fin de que el Director de Obra, con su experiencia y conocimiento, elabore un escrito detallado que introduzca lo necesario para desarrollar convenientemente la Obra.

**II. CONDICIONES GENERALES**

Especificará las condiciones de índole facultativa, económica y legal que regirán durante la ejecución de la Obra entre la Propiedad, el Contratista y la Dirección de la Obra; siempre subordinadas a lo contemplado en las Condiciones Particulares.

**III. CONDICIONES PARTICULARES**

Especificará las normas, condiciones técnicas y de seguridad que deben cumplirse en la ejecución de la Obra, así como especificaciones técnicas que deben satisfacer los distintos equipos y materiales para que sean aceptados en el presente Proyecto.

**DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA:**

Las distintas Unidades de Obra y su secuencia son:

★ **Unidad de Obra nº1: Replanteo y preparación de la Obra.**

Se definirá una cota de referencia que se marcará sobre la solera de tal forma que permanecerá durante la ejecución de la Obra. Se reflejarán sobre la Solera los ejes y líneas principales de la Obra. El replanteo será ejecutado por la Dirección de Facultativa o por el Contratista, siendo esencial, en este caso, la comprobación del mismo por la Dirección Facultativa, que redactará y firmará junto con el Contratista el Acta de Replanteo e Inicio de la Obra, cuya fecha se considerará como la fecha de comienzo de la misma.

★ **Unidad de Obra nº2: Reactores biológicos.**

Los fermentadores alcohólicos y malolácticos correspondientes, una vez que estén a disposición, se trasladarán desde el lugar de fabricación al emplazamiento final en la Solera. Se procede entonces a su anclaje y montaje de todos los accesorios que por integridad de la mercancía durante su transporte no se hubiesen instalado.

★ **Unidad de Obra nº3: Plataforma de trabajo.**

La plataforma de trabajo, así como sus escaleras de acceso, una vez construidas, se trasladarán desde los talleres de construcción a su emplazamiento final en la Solera, se procederá entonces a su anclaje y al montaje de las partes que por integridad de la mercancía durante su transporte no se hubieran instalado.

★ **Unidad de Obra nº4: Intercambiador y Molienda.**

Los aparatos correspondientes al intercambio de calor y a la molienda, una vez contruidos, se trasladarán desde sus lugares de fabricación a sus emplazamientos finales en la Solera. Se procederá entonces a su anclaje y montaje de los accesorios que por integridad de la mercancía durante su transporte no se hubiesen instaladazo.

★ **Unidad de Obra nº5: Bombas, red de tuberías y valvulería.**

Se llevará el anclaje y conexionado entre sí de los distintos elementos según la red de tuberías proyectada. El montaje implicará trabajos de soldadura, cortes etc.

★ **Unidad de Obra nº6: Instalación eléctrica.**

Según el proyecto se desarrollará la instalación eléctrica. Consistirá básicamente en montar el cuadro eléctrico, donde se alojan entre otros elementos los arrancadores y sistemas de protección, tender las líneas de tierra y de corriente a los distintos elementos eléctricos y realizar las distintas conexiones.

**CONDICIONES GENERALES:**

Las Condiciones Generales se encuentran divididas en tres títulos, cada uno de los cuales se encuentra formado por sus correspondientes capítulos. Los Títulos y capítulos que describen a las Condiciones Generales son los siguientes:

**TÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE FACULTATIVA**

- ★ Capítulo 1. De la Dirección Facultativa.
- ★ Capítulo 2. Obligaciones y Derechos Generales del Contratista.
- ★ Capítulo 3. De las Obras y su Ejecución.
- ★ Capítulo 4. De la Recepción de las Obras.

**TÍTULO II: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

- ★ Capítulo 1. Base Fundamental.
- ★ Capítulo 2. Fianzas.
- ★ Capítulo 3. Precios.
- ★ Capítulo 4. Valoración y Abono de los Trabajos.
- ★ Capítulo 5. Indemnización.
- ★ Capítulo 6. Otros Pagos a Cuenta del Contratista.

**TÍTULO III: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL**

**TÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE FACULTATIVA**

**CAPÍTULO 1. DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA**

**Art. 1. Dirección Facultativa.**

La Dirección Facultativa de la Obra e Instalación recaerá en el ingeniero que suscribe, salvo posterior acuerdo con la Propiedad.

**Art. 2. Facultad general de la Dirección Facultativa.**

Además de las facultades particulares que corresponden a la Dirección Facultativa, expresadas en los artículos siguientes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que se realicen, con autoridad técnica legal, completa e indiscutible sobre las personas y cosas situadas en Obra y en relación con los trabajos que para la ejecución del Contrato se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar en nombre de la Propiedad al Contratista, si considera que el adoptar esta solución es útil y necesaria para la debida marcha de la Obra. Con este fin, el Contratista se obliga a designar sus representantes de obra, los cuales atenderán en todo las observaciones e indicaciones de la Dirección Facultativa, la inspección y vigilancia de todos los trabajos y a proporcionar la información necesaria sobre el cumplimiento de las condiciones de la Contrata y del ritmo de realización de los trabajos, tal y como está previsto en el Plan de Obra.

A todos estos efectos el Adjudicatario estará obligado a tener en la Obra durante la ejecución de los trabajos el personal técnico y los capataces y encargados necesarios que, a juicio de la Dirección Facultativa, sean necesarios para la debida conducción y vigilancia de la Obra e Instalación.

**CAPÍTULO 2. OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONTRATISTA**

**Art. 3. Representación del Contratista.**

Desde que se produzca el inicio de la Obra hasta su recepción provisional, el Contratista designará un Jefe de Obra como representante suyo autorizado que cuidará de que los trabajos sean llevados con diligencia y competencia. Este jefe estará expresamente autorizado por el Contratista para recibir notificaciones escritas o verbales emitidas por la Dirección Facultativa y para asegurar que dichas órdenes se ejecuten. Asimismo estará expresamente autorizado para firmar y aceptar las mediciones realizadas por la Dirección Facultativa.

Cualquier cambio que el Contratista desee efectuar respecto a sus representantes y personal cualificado, y en especial del Jefe de Obras, deberá comunicarse a la Dirección Facultativa no pudiendo el relevo hasta la aceptación de la Dirección Facultativa de las personas designadas.

**Art. 4. Presencia del Contratista en la Obra y de su personal en la Instalación.**

El Contratista, por sí o por medio de sus representantes o encargados, estará en la Obra durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa en las visitas que haga a la Obra. Asimismo, por sí o por medio de sus representantes, asistirá a las reuniones de obra que se convoquen, no pudiendo justificar por motivo de ausencia ninguna reclamación a las órdenes cruzadas por la Dirección Facultativa en el transcurso de las reuniones.

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

---

Para el buen desarrollo de los trabajos planificados, la Propiedad habilitará tantas acreditaciones como sean exigidas por el Contratista para garantizar el acceso de su personal a cualquier hora del día a la Instalación, para realizar los trabajos especificados en el Calendario de Trabajo, cuyas características se recogen en el artículo 16 del presente Pliego de Condiciones. También facilitará un acceso a la Instalación propio de la Obra disponible las 24 horas del día.

El Contratista garantizará a la Propiedad la conservación por parte de todos sus empleados de la instalación. Cualquier incidencia provocada por los trabajos ejecutados que afecte a la instalación, será responsabilidad del Contratista.

### **Art. 5. Oficina en la Obra.**

El Contratista habilitará, en la zona que la Propiedad considere oportuna, una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado en el que puedan extenderse y consultarse los Planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista una copia autorizada de todos los documentos del Proyecto que le hayan sido facilitados por la Dirección Facultativa y el Libro de Órdenes.

### **Art. 6. Trabajos no estipulados expresamente en el Pliego de Condiciones.**

Es obligación de la Contrata ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de la Obra, aun cuando no se halle expresamente estipulado en el Pliego de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga la Dirección Facultativa y dentro de los límites de posibilidades que el Presupuesto determine para cada unidad de obra.

**Art. 7. Insuficiente especificación en la documentación del Proyecto.**

Si a juicio de la Contrata o de la Propiedad, alguna parte de la Obra no quedara suficientemente especificada en esta documentación, no se realizará hasta que la Dirección Facultativa de las indicaciones precisas y concretas para su ejecución. Este extremo se advertirá a la citada Dirección por escrito, con la antelación suficiente para que pueda estudiar el problema y aportar la solución más acertada, sin que ello suponga retraso en la marcha de la Obra. El tiempo de antelación variará con la importancia del estudio, siendo el mínimo de una semana.

**Art. 8. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del Proyecto.**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones o indicaciones de los Planos, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, asimismo el Enterado figurará, suscribiendo con su firma, en todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto de la Propiedad como de la Dirección Facultativa.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por estos crea oportuno hacer el Contratista, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de 15 días, a la Dirección Facultativa, la cual dará al Contratista el correspondiente recibo si este lo solicitase.

**Art. 9. Información del Contratista a subcontratas, instaladores y oficios.**

El Contratista se verá obligado a suministrar toda la información precisa a las diferentes subcontratas, instaladoras y oficios, para que su labor se ajuste al Proyecto. En cualquier caso, el Contratista será el único responsable de las variaciones o errores que se hubieran podido cometer en Obra por desconocimiento de las especificaciones aquí detalladas.

**Art. 10. Copias de documentos.**

El Contratista tiene derecho a sacar copias, a su costa, de los Planos, Presupuesto, Pliego de Condiciones y demás documentos del Proyecto. La Dirección Facultativa, si el Contratista lo solicita, autorizará estas copias con su firma una vez confrontadas. En la Obra siempre se encontrará una copia completa del Proyecto, copia que no se utilizará como planos de obra, sino en contados casos de comprobaciones.

**Art.11. Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección Facultativa.**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes dadas por la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través de la misma, ante la Propiedad, si ellas son de orden económico, y de acuerdo con las condiciones estipuladas en el Pliego de Condiciones.

Contra disposiciones de orden técnico o facultativo de la Dirección Facultativa, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad si lo estima oportuno, mediante exposición razonada,

dirigida a la Dirección Facultativa, la cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

**Art. 12. Recusación por el Contratista del personal nombrado por la Dirección Facultativa.**

El Contratista no podrá recusar el personal técnico o de cualquier índole, dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad, encargado de la vigilancia de la Obra, ni pedir que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado con los resultados de estos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

**Art. 13. Recusación por la Dirección Facultativa del representante del Contratista.**

Cuando esté ausente el Contratista, o si este no fuese práctico en las artes de la construcción y siempre que por cualquier causa, la Dirección Facultativa lo estime necesario, el Contratista tendrá obligación de poner al frente de su personal un facultativo legalmente autorizado.

Sus funciones serán: vigilar los trabajos y colocación de medios auxiliares, verificar las operaciones técnicas, así como cumplir las instrucciones de la Dirección Facultativa y firmar el Libro de Órdenes con el Enterado, a las órdenes del citado facultativo.

Será objeto de recusación el facultativo si carece de carné que acredite su cualificación, o de los conocimientos necesarios para poder realizar su

cometido, probados por su experiencia y que le permitan la interpretación de los Planos y órdenes, de forma que pueda cumplir sus funciones.

**Art. 14. Del Personal del Contratista.**

Al adjudicarse el contrato, el Contratista designará por escrito:

**a. Encargado:**

El encargado, es el representante general, nombrado por el Contratista. Se considerará a las órdenes de la Dirección Facultativa, siempre que esta o la persona que la sustituya se lo requiera para el mejor cumplimiento de su misión.

**b. Técnicos especializados:**

Son los únicos autorizados para tratar y resolver los problemas técnicos relativos a la obra.

**c. Capataz de Obra:**

El Capataz de la Obra es la persona que estará directamente encargado de los trabajos en el sitio y tendrá la responsabilidad directa de la ejecución de los trabajos, de acuerdo con la documentación del proyecto y de las órdenes del Director de Obra.

Los representantes del Contratista que se refiere este artículo serán personas de probada capacidad técnica en los cometidos respectivos y la Dirección Facultativa deberá aprobar su designación. Tendrán facultades para resolver en las cuestiones de su incumbencia y sus decisiones obligarán al Contratista.

La Dirección Facultativa, de considerarlo necesario, podrá requerir la sustitución de un representante en cualquier momento durante la vigencia del contrato. No estando obligada a expresar los motivos de su decisión.

En caso de que durante el transcurso de la Obra, el Contratista desee sustituir alguno de sus representantes, deberá comunicar su decisión a la Dirección Facultativa. El nuevo nombramiento tendrá carácter de firme en cuanto la Dirección Facultativa hubiere dado su consentimiento.

**Art. 15. Libro de Órdenes**

La Dirección Técnica tendrá siempre en la oficina de la Obra y a disposición de la Dirección Facultativa un Libro de Órdenes, con sus hojas por triplicado y visado por el Colegio Oficial.

En el mismo se redactarán todas las órdenes que la Dirección Facultativa quiera dar al Contratista, para que adopte las medidas de todo género que puedan sufrir los obreros, los operarios y empleados de la Propiedad ajenos a la Obra, así como la Instalación, las que crean necesarias para subsanar o corregir las posibles deficiencias que haya observado en las visitas de la Obra y, en suma, todas las que juzgue indispensables se lleven a cabo de acuerdo y en armonía con los documentos del Proyecto.

Cada orden deberá ser firmada por la Dirección Facultativa y el Enterado por el Contratista o su representante en la Obra. El hecho de que en el citado Libro no figuren redactadas las órdenes que ya preceptivamente tiene la obligación de cumplimentar el Contratista, de acuerdo con lo establecido en las normas oficiales, ordenanzas, reglamentos, etc., no supone estimante ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

**CAPÍTULO 3. DE LAS OBRAS Y SU EJECUCIÓN**

**Art. 16. Calendario de Trabajo.**

El Contratista propondrá a la Dirección Facultativa el correspondiente Calendario de Trabajo. Aceptado este Calendario, se firmará por la Contrata y por la Dirección Técnica, quedándose cada parte con una copia.

La Contrata se obliga, por este documento, a justificar mensualmente el cumplimiento de las ejecuciones programadas.

**Art. 17. Reglamento General.**

En el plazo fijado por el anterior Calendario de Trabajo, la Contrata procederá al replanteo de las líneas fundamentales y puntos de nivel necesario sobre el terreno para poder delimitar las modificaciones que se van a realizar en la zona.

El Constructor se ceñirá estrictamente a las notas de alineación y niveles que se especifican en los Planos. Si se encontrara alguna anomalía entre lo especificado en los Planos y el replanteo del terreno, se informará inmediatamente a la Dirección Facultativa antes de iniciar la Obra. Una vez realizadas las modificaciones oportunas, si es que dan lugar, se realizará un Acta de Replanteo que será firmada por el Contratista y la Dirección Facultativa por triplicado, en la que la Dirección Facultativa hará constar si se puede iniciar la Obra. A partir de este momento, el Contratista será el único responsable de los errores que pudieran cometerse en dimensiones, alineaciones y cota de nivel, siendo de su cuenta las operaciones necesarias para su rectificación.

**Art. 18. Comienzo de los trabajos.**

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta a la Dirección Facultativa del comienzo de los trabajos antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación.

En cualquier caso, serán requisitos previos para la formalización del Acta de Replanteo la preparación a pie de obra de elementos auxiliares y maquinaria indispensable para el comienzo, la adjudicación de los trabajos que haya lugar y el personal suficiente para el inicio de la Obra.

La fecha en que se vaya a dar principio a la ejecución deberá ir indicada en el Calendario de Trabajo.

**Art. 19. Plazo de ejecución.**

Será el que se señale en el documento privado que se realice entre la Contrata y la Propiedad.

**Art. 20. Orden de los trabajos.**

En general, la determinación del orden de los trabajos será facultad potestativa de la Contrata, salvo aquellos casos en que, por cualquier circunstancia de orden técnico o facultativo, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Estas órdenes deberán comunicarse precisamente por escrito a la Contrata, y esta vendrá obligada a su estricto cumplimiento, siendo directamente responsable de cualquier daño o perjuicio que pudiera sobrevenir por su incumplimiento.

**Art. 21. Ampliación del Proyecto por causas imprevistas de fuerza mayor.**

Cuando sea preciso, por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos. Continuándolos según las instrucciones dadas por la Dirección Facultativa, en tanto se formula o se tramita el Proyecto reformado.

El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales, cuando la Dirección Facultativa de la Obra disponga, aquellas obras de carácter urgente que se estimen, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en el Presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente convengan.

**Art. 22. Prórrogas por causa de fuerza mayor.**

Si por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifican como la rescisión en el título "Condiciones Generales de Índole Legal", si no pudiese comenzar las Obras, o tuviese que suspenderlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la Contrata, previo informe favorable de la Dirección Facultativa de la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

**Art. 23. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la Obra.**

Con objeto de no interferir la marcha de la Obra, y para el cumplimiento del plazo, la Contrata solicitará a la Dirección Facultativa los datos que considere puedan retrasar el mismo.

**Art. 24. Condiciones generales de la ejecución de los trabajos.**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto que haya servido de base a la Contrata, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue la Dirección Facultativa al Contratista, siempre que estas encajen dentro de la cifra a que ascienda el Presupuesto aprobado.

**Art. 25. Obras ocultas.**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación de esta, se levantará los Planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno al Propietario, otro a la Dirección Facultativa y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos. Dichos Planos, que deberán ir acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

**Art. 26. Trabajos defectuosos.**

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las Condiciones Particulares del presente Pliego de Condiciones, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la Instalación, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos contratados y de las faltas y defectos que en estos puedan ocurrir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o de los aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que la Dirección Facultativa o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valoradas en las certificaciones parciales de la Obra.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando la Dirección Facultativa o su representante en la Obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la Obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la Contrata. Si esta no estimase justa la resolución y se negase a dicha sustitución, se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo "Materiales y Aparatos Defectuosos".

**Art. 27. Vicios ocultos.**

Si la Dirección Facultativa tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en la Obra ejecutada, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las modificaciones o sustituciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se ocasionen correspondientes a este concepto serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario correrán a cargo del Propietario.

**Art. 28. De los materiales y aparatos y su procedencia.**

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos que crea oportunos en los puntos que le parezcan convenientes, siempre que reúnan las condiciones exigidas en el Contrato exigidas en el Contrato, que estén perfectamente preparados para el objeto a que se apliquen y sean acordes a lo preceptuado en el Pliego de Condiciones y a las instrucciones de la Dirección Facultativa.

**Art. 29. Empleo de los materiales y aparatos.**

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos, sin que antes sean examinados y aceptados por la Dirección Facultativa en los términos que prescribe el Pliego de Condiciones, depositando al efecto el Contratista las muestras y modelos necesarios previamente contraseñados, para efectuar con ellos las comprobaciones, ensayos o pruebas.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados, serán a cargo del Contratista.

**Art. 30. Materiales no utilizables.**

El Contratista, a su costa, transportará y colocará agrupándolos ordenadamente y en el sitio de la Obra en el que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales que no sean utilizables en la Obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene la Dirección Facultativa, pero acordando previamente con el Contratista su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

**Art. 31. Materiales y aparatos defectuosos.**

Cuando los materiales y aparatos no fuesen de la calidad requerida, o no estuviesen perfectamente preparados, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por el Pliego o, a falta de estas, a las órdenes de la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa podrá, si las circunstancias o el estado de la Obra lo aconsejan, permitir el empleo de aquellos materiales defectuosos que mejor le parezcan o imponer el empleo de otros de superior calidad a la indicada en el Pliego.

**Art. 32. De los medios auxiliares.**

Serán de cuenta y riesgo del Contratista: los andamios, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesitasen, no cabiendo por tanto al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en la Obra por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

**Art. 33. Servicios.**

La Propiedad suministrará los servicios necesarios a pie de obra, tales como agua, electricidad, corriendo estos a cargo de ella.

**CAPÍTULO 4. DE LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS**

**Art. 34. Recepciones provisionales.**

Para proceder a la recepción provisional de la Obra, será necesaria la asistencia del Propietario o de su representación autorizada, que puede recaer en la Dirección Facultativa y en el Contratista o su representante, debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía señalado en la Obra.

Cuando la Obra no se halle en buen estado de ser recibida, se hará constar en el Acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que la Dirección Facultativa debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos. Expirado tal se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la Obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la Contrata con pérdida de fianza, a no ser que el Propietario acceda a conceder un nuevo e improrrogable plazo.

**Art. 35. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía, comprendido entre las recepciones parciales y la definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si las instalaciones fueran utilizadas antes de la recepción definitiva, la vigilancia, limpieza y reparaciones acusadas por el uso correrán a cargo del Propietario, siendo las reparaciones por vicio de obra o por defectos en la instalación a cargo del Contratista.

En caso de duda, será juez inapelable la Dirección Facultativa, sin que contra su resolución quepa ulterior recurso.

**Art. 36. Plazo de Garantía.**

El Plazo de Garantía será un año, contando desde la fecha en que la recepción provisional se verifique, quedando durante dicho plazo la conservación de la Obra y arreglo de desperfectos a cargo del Contratista.

**Art. 37. Recepción definitiva.**

Finalizado el plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva con las mismas formalidades señaladas en los artículos precedentes para la provisional. Si se encontrara la Obra en perfecto estado de uso y conservación, se dará por recibida definitivamente, y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad legal que le pudiera alcanzar derivada de la posible existencia de vicios ocultos.

En caso contrario, se procederá de idéntica forma que la preceptuada para la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía, y siendo obligación suya hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la Obra sea recibida definitivamente.

**TÍTULO II: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

**CAPÍTULO 1. BASE FUNDAMENTAL**

**Art. 1. Base fundamental.**

Como Base fundamental de estas "Condiciones Generales de índole económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y Particulares que fijan la realización de la Obra contratada.

## **CAPÍTULO 2. FIANZAS**

### **Art. 2. Constitución de la fianza.**

Se establecen descuentos del cinco por ciento efectuados sobre el importe de cada certificación abonada al Contratista. El total de las retenciones constituirá la fianza, salvo en el caso en que la obra se adjudique por subasta.

Si lo estipulado en este artículo estuviese recogido en contrato firmado entre la Propiedad y la Contrata, este prevalecerá frente a lo expuesto.

### **Art. 3. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.**

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la Obra en las condiciones contratadas, la Dirección Facultativa, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero o directamente por Administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

### **Art. 4. De su devolución en general.**

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de ocho días, una vez firmada el Acta de la Recepción Definitiva de la Obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificación del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halle emplazada la Obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y

perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

**Art. 5. De su devolución en caso de efectuarse recepciones parciales.**

Si el Propietario creyera conveniente hacer recepciones parciales, no por ello tendrá derecho el Contratista a que se devuelva la parte proporcional de la fianza, cuya cuantía total quedará sujeta a las condiciones preceptuadas en el artículo precedente.

### **CAPÍTULO 3. PRECIOS**

#### **Art. 6. Precios unitarios.**

El Contratista presentará precios unitarios de todas las partidas que figuran en el estado de mediciones que se le entregará.

Los precios unitarios que compongan el presupuesto oferta, tienen valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pudieran sobrevenir.

#### **Art. 7. Alcance de los precios unitarios.**

El Presupuesto se entiende comprensivo de la totalidad de la Obra, y llevará implícito el importe de los trabajos auxiliares, el de la imposición fiscal derivada del Contrato y de la actividad del Contratista en su ejecución, el de las cargas laborales de todo orden, todos los cuales no son objeto de partida específica. Quedarán incluidos en la oferta de la Contrata todos aquellos trabajos y materiales que sean necesarios para la total terminación de la Obra.

#### **Art. 8. Precios contradictorios.**

Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales o mano de obra de trabajos que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre la Dirección Facultativa y el Contratista o su representante autorizado a estos efectos. El Contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y la aprobación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

De los precios así acordados se levantarán actas, que firmarán por duplicado la Dirección Facultativa y el Contratista o los representantes autorizados de estos últimos, designados a dicho fin.

**Art. 9. Precios no señalados.**

La fijación de precios deberá hacerse antes de que se ajuste la unidad de obra a la que hayan de aplicarse pero, si por cualquier circunstancia, en el momento de hacer las mediciones no estuviese aún determinado el precio, el Contratista viene obligado a aceptar el que señale la Dirección Facultativa.

Cuando a consecuencia de rescisión u otra causa, fuese preciso valorar unidades de obra incompletas cuyo precio no coincida con ninguno de los que se consignan en el cuadro de precios, la Dirección Facultativa será la encargada de descomponer el trabajo hecho y compondrá el precio, sin reclamación por parte del Contratista.

**Art. 10. Revisión de los precios.**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello que en principio no se deba admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, y dadas las variabilidades continuas de los precios, de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que son características de determinadas épocas anormales, se admite durante ellas la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en armonía con las oscilaciones de los precios en el mercado. Se entiende, de todas formas, que se admitirá solamente aquellas variaciones de precios y jornales que hayan sido oficialmente autorizados. Por ello, y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla al Propietario, notificándolo por escrito, en cuanto

se produzca cualquier alteración de precios que repercuta aumentando el Contrato.

Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado haya subido, especificándose y acordándose también previamente la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta, y cuando así proceda, al acopio de materiales en la Obra, en el caso de que estuviesen abonados total o parcialmente por el Propietario. Si el propietario o la Dirección Facultativa, en su representación, no estuviesen conformes con los nuevos precios de materiales, transportes, etc., que el Contratista desea recibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y este la obligación de aceptarlas, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores de los pedidos por el Contratista, en cuyo caso, como es lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc., adquiridos por el Contratista a merced a la información del Propietario.

Cuando el Propietario o la Dirección Facultativa en su representación, solicitase al Contratista la revisión de precios por haber bajado los de los jornales, materiales, transportes, etc., se convendrá entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la Obra, y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

**Art. 11. Formas tradicionales de medir o aplicar los precios.**

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país, respecto a la aplicación de los precios o a la forma de medir las unidades de obra ejecutadas, cuando se hallen en contradicción con las normas establecidas a estos efectos en el Pliego de Condiciones Generales.

**CAPÍTULO 4. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS**

**Art. 12. Forma de abono de las unidades de obra.**

La forma de pago será la que se acuerde en el documento privado que firmen la Propiedad y el Contratista.

**Art. 13. Abono de las unidades de obra ejecutadas.**

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado con arreglo y sujeción a los documentos del Proyecto, a las condiciones de la Contrata y a las órdenes e instrucciones que por escrito entregue la Dirección Facultativa, siempre dentro de las cifras a que asciende el Presupuesto aprobado.

**Art. 14. Relaciones valoradas y certificaciones.**

En cada una de las épocas o fechas que estipule el documento privado o Contrato entre Propiedad y Contratista, este último presentará a la Dirección Facultativa una relación valorada de las unidades de obra ejecutadas durante los plazos previstos. Dicha valoración y medición se realizará a origen en todos los casos y teniendo presente lo establecido en el presente Pliego.

Para la realización de las mediciones, el Contratista avisará, con un tiempo suficiente y en las fechas previamente establecidas, a la Dirección Facultativa, por si este o su representante quisieran presenciarlas.

Una vez elaborada la medición y valoración, el Contratista la remitirá a la Dirección Facultativa las correcciones necesarias, si las hubiese, emitirá su certificación firmada al Contratista y Propietario.

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

---

El Contratista podrá acudir contra la resolución de la Dirección Facultativa ante la Propiedad en la forma prevenida en las Condiciones Generales de Índole Facultativa y Legal. Este paso lo comunicará a la Dirección Facultativa, justificando por escrito los motivos.

Si transcurridos diez días desde su envío, en el caso de que no se haya pactado otro plazo, la Dirección Facultativa no recibe notificación alguna, se considerará que el Contratista está conforme con los referidos datos y la certificación será inapelable.

La Dirección Facultativa no aceptará como certificable ninguna partida de obra que se encuentre sin acabar o rematar totalmente. Tampoco aceptará la inclusión en la certificación de unidades de obra que se ejecuten fuera del orden lógico de la Obra o de manera que, al seguir esta, puedan sufrir deterioro.

Las certificaciones tendrán el carácter de documento, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las unidades de obra que comprenden.

Si existiese contradicción entre lo recogido en este artículo y lo firmado en el Contrato entre la Propiedad y la Contrata, prevalecerá lo expuesto en la cláusula del Contrato en todo momento.

### **Art. 15. Mejoras de obras libremente ejecutadas.**

Cuando el Contratista emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto, o ejecutase

con mayores dimensiones cualquier parte de la Obra, o en general introdujese en esta, y sin pedírsela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la Obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

**Art. 16. Abonos por partidas enteras.**

No admitiéndole la índole especial del abono de una partida de obra por sucesivas mediciones parciales, la Dirección Facultativa queda facultada para incluir estas partidas completas cuando lo estime justo, en las periódicas certificaciones parciales.

**Art. 17. Abonos por partidas alzadas.**

Caso, de que por no existir en el Presupuesto precios unitarios que puedan emplearse por asimilación con las unidades de obra ejecutadas por partidas alzadas, estas se abonarán previa presentación de los justificantes de su costo (adquisición de los materiales y lista de jornales debidamente controladas por la Dirección Facultativa).

**Art. 18. Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados.**

Cuando fuese preciso efectuar trabajos de cualquier índole especial u ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si la Dirección Facultativa no los contratase con tercera persona, tendrá aquel la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasiones, los cuales serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata. A este efecto, la Dirección Facultativa designará la persona que deberá

comprobar las listillas de jornales, vales de materiales y medios auxiliares, que unidas a los recibos de su abono, servirán de documentos justificativos de las cuentas, en los cuales firmará el visto bueno la Dirección Facultativa.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el diez por ciento de su importe total, como interés del dinero adelantado y remuneración del trabajo y diligencia que ha tenido que prestar.

Si lo estipulado en este artículo estuviese recogido en contrato firmado entre la Propiedad y la Contrata, este prevalecerá frente a lo expuesto.

**Art. 19. Liquidaciones parciales.**

Periódicamente el Contratista tendrá derecho a percibir una cantidad proporcional a la Obra ejecutada en aquel período. A la vista del Calendario de Obra, se fijará el alcance de cada uno de los períodos y las cantidades a percibir al final de ellos.

Estas cantidades no podrán ser percibidas por el Contratista hasta que no haya dado su conformidad la Dirección Facultativa.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso, suspender los trabajos ni llevarlos con menos incremento del necesario para la terminación de la Obra en el plazo establecido.

**Art. 20. Liquidación general.**

Terminada la Obra se procederá a hacer la liquidación general, que constará de las mediciones y valoraciones de todas las unidades que constituyan la Obra.

**Art. 21. Pagos.**

Los Pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra expedidas por la Dirección Facultativa.

El importe de estos pagos se entregará precisamente al Contratista, o a una persona legalmente autorizada por el mismo.

**Art. 22. Suspensión o retraso en el ritmo de los trabajos.**

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo que el que les corresponda, con arreglo al plazo en que deban terminarse.

Cuando el Contratista proceda de dicha forma, podrá el Propietario rescindir la Contrata.

**Art. 23. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.**

Ejecutada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso de la Instalación, por haber sido estas utilizadas durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios previamente acordados en su día.
  
2. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la Obra o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

**Art. 24. Valoración en el caso de rescisión.**

Siempre que se rescinda la Contrata por causas que no sean de la responsabilidad del Contratista, las herramientas y demás útiles que como medios auxiliares de la construcción se hayan estado empleando en la Obra con autorización de la Dirección Facultativa y la Contrata, de no mediarse acuerdo, se atenderá a:

1. A los precios de tasación sin aumento alguno, recibirá el Propietario aquellos de dichos medios auxiliares que señalan en las condiciones de la Contrata, o en su defecto, los que considere necesarios para terminar la Obra y no quiera reservar para sí el Contratista, entendiéndose que sólo tendrá lugar el abono por este concepto cuando el importe de los trabajos realizados hasta la rescisión no llegue a los dos tercios de la Obra contratada.
  
2. Los medios auxiliares quedarán de propiedad de la Obra si así lo dispone la Dirección Facultativa, siéndoles de abono al Contratista la parte correspondiente, en proporción a la cantidad de obra que falte por ejecutar según los cuadros de precios. Si la Dirección Facultativa resuelve no conservarlos, serán retirados por el Contratista. Se abonarán las unidades de obra ejecutadas con arreglo a las condiciones

establecidas, también los materiales acopiados al pie de la obra, si son de recibo y de aplicación para terminar esta y en calidad proporcionada a la Obra pendiente de ejecución, aplicándose a estos materiales los precios que figuren en el cuadro de precios descompuestos, o cuando no están comprendidos en él, se fijarán contradictoriamente. También se abonarán al Contratista los materiales que, reuniendo las mismas circunstancias, se hallen acopiados fuera de la obra, siempre que los transportes al pie de ella, en el término que al efecto se le fije por la Dirección Facultativa.

En los casos en que rescisión obedezca a falta de pago o retraso en el abono, o a suspensión por plazo superior a un año imputable al Propietario, se concederá al Contratista, además de las cantidades anteriormente expuestas, una indemnización que fijará la Dirección Facultativa en justicia y según su leal saber y entender, al objeto de atender todos los gastos justificados que por cualquier motivo relacionado con la Obra tuviera que hacer al Contratista, tales como derechos de contrato, custodia de fianza, anuncios ,etc.

En los casos en que la rescisión sea producida por falta de cumplimiento de las medidas de seguridad necesarias, tal y como se recoge en el Pliego de Condiciones Generales de Índole Legal, serán abonados los trabajos realizados hasta la fecha, descontándose las sanciones previstas por este concepto en el Contrato firmado entre la Propiedad y la Contrata.

En los casos en que la rescisión sea producida por alteración del Presupuesto o por cualquiera de las causas reseñadas en las Condiciones Generales de Índole Legal, no se procederá más que el reintegro al Contratista de los gastos por custodia de fianza y

formalización del Contrato, sin que pueda reclamar el abono de los útiles y herramientas destinados a la Obra, ni otra indemnización alguna.

Cuando la rescisión se deba a falta de cumplimiento en los plazos de obra, no tendrá tampoco derecho el Contratista a reclamar ninguna indemnización, ni a que se adquiera por el Propietario los útiles y herramientas destinados a la Obra, pero sí a que se abonen las ejecutadas con arreglo a las condiciones y los materiales acopiados a pie de obra que sean de recibo y sean necesarios por la misma.

Cuando fuese preciso valorar la Obra incompleta, si el incompleto de su terminación se refiere al conjunto, pero las unidades de obra lo está en sí, entonces se medirán las unidades ejecutadas y se valorarán a los precios correspondientes del Presupuesto. Si lo incompleto es la unidad de obra, y la parte ejecutada de ella fuese de recibo, entonces se abonará esta parte con arreglo a lo que le corresponda según la descomposición del precio que figura en el cuadro del Proyecto, sin que pueda pretender el Contratista que, por ningún motivo, se efectúe la descomposición en otra forma que la que en dicho cuadro figura.

Toda unidad compuesta o mixta no especificada en el cuadro de precios, se valorará haciendo la descomposición de la misma y aplicando los precios unitarios de dicho cuadro a cada una de las partes que la integran, quedando en esta suma así obtenida, comprendidos todos los medios auxiliares, etc.

A la valoración de la Obra y de las unidades de obra incompletas es aplicable también el tanto por ciento de bonificación acordado sobre el precio de ejecución material, así como la baja que se hubiera obtenido en la adjudicación.

**Art. 25. Acopio de materiales.**

Bien sea al inicio de la Obra o después, en cualquier momento durante el transcurso de la misma, la entidad propietaria, cuando lo crea oportuno, podrá exigir al Contratista que previo pago de los mismos por la Propiedad, acopie parte o la totalidad de los materiales necesarios para la ejecución de la Obra.

Por dichos materiales se abonará el precio que figure en los documentos del Contrato.

## **CAPÍTULO 5. INDEMNIZACIÓN**

### **Art. 26. Importe de la indemnización por retraso.**

El Contratista por causa de retraso no justificado en el plazo de terminación de la Obra, abonará a la Propiedad la cantidad de dieciocho euros durante los días de retraso que no sobrepasen los dos meses siguientes al plazo de terminación. A partir de estos dos meses, la cantidad a abonar por el Contratista en concepto de indemnización se duplicará.

Lo recogido en Contrato firmado entre la Propiedad y la Contrata prevalecerá frente a lo establecido en este artículo, si se recoge este aspecto.

### **Art. 27. Demora de los pagos.**

Si el Propietario no efectuase el pago de la Obra dentro del mes siguiente al que corresponda el plazo convenido, el Contratista tendrá derecho además a percibir el abono de un cuatro y medio por ciento anual, en concepto de interés de demora durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe.

Lo recogido en Contrato firmado entre la Propiedad y la Contrata prevalecerá frente a lo establecido en este artículo, si se recoge este aspecto.

### **Art. 28. Indemnización de daños causados por fuerza mayor.**

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en la Obra, excepto en los casos de fuerza mayor. A los efectos de este artículo, se consideran como tales casos únicamente los que siguen:

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

---

1. Los incendios causados por electricidad atmosférica.
2. Los daños causados por terremotos o maremotos.
3. Los producidos por vientos huracanados e inundaciones, superiores a los que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que, por el Contratista, se tomarán las medidas posibles dentro de sus medios para evitar o atenuar los daños.
4. Los que provengan de movimientos del terreno en que está emplazada la Obra.
5. Los destrozos ocasionados violentamente a mano armada en tiempo de guerra, movimientos silenciosos, populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá exclusivamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra, en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., o propiedad de la Contrata.

**CAPÍTULO 6. OTROS PAGOS A CUENTA DEL CONTRATISTA**

**Art. 29. Arbitrios.**

El pago de arbitrios e impuestos sobre vallas, alumbrados, etc., y por preceptos inherentes a los propios trabajos que se realicen, correrán a cargo del Contratista. No obstante, deberá ser reintegrado el importe de todos aquellos conceptos que no hayan sido previstos en el momento de la oferta, a juicio de la Dirección Facultativa.

**Art. 30. Copia de documentos.**

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costo de los Planos, Pliego de Condiciones y demás documentos de la Contrata. Igualmente, serán de su cuenta los gastos de copias de toda clase de documentos que el Contratista precisa para redactar proposiciones de presupuesto.

**Art. 31. Vigilante de Obra.**

Será también por cuenta del Contratista, el abono de jornales del vigilante de obra.

**Art. 32. Seguro de Obra.**

El Contratista estará obligado a asegurar la Obra durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva.

La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por Contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora en el caso de siniestro se ingresará en cuenta a nombre del Propietario para que, con cargo a ella, se abone la Obra que se construya, a medida que esta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción, a medida que esta se vaya realizando. En ningún caso, salvo conformidad expresa de Contratista, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos de la construcción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la Contrata, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por Dirección Facultativa.

En la obra de reforma o reparación, se fijará previamente la proporción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía y, si nada se previene, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio que afecta la Obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la Póliza de seguro, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de este su previa conformidad o reparos.

### **Art. 33. Medidas de seguridad.**

El Contratista está obligado a imponer todas aquellas medidas de seguridad necesarias para el buen desarrollo de la Obra, corriendo por su cuenta los gastos originados por este concepto.

**TÍTULO III: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL**

Art. 1. Contratista.

Los requisitos que deberá cumplir el Contratista serán impuestos por la Propiedad y consensuados con la Dirección Facultativa de la Obra.

Art. 2. El Contrato y su adjudicación.

La ejecución de la Obra se contratará por unidades de obra, ejecutadas con arreglo a los documentos del Proyecto, admitiéndose subcontratas con firmas especializadas, siempre que estén dentro de los precios que fije el Presupuesto del Proyecto.

La adjudicación de la Obra podrá efectuarse por cualquiera de los procedimientos siguientes:

1. Subasta pública o privada.
2. Concurso público o privado.
3. Adjudicación directa.

Art. 3. Formalización del Contrato.

El Contrato se formalizará mediante un documento privado en general, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes, con arreglo a las disposiciones vigentes. El cuerpo de este documento, si la adjudicación se hace por subasta, contendrá un tanto del acta de subasta que haga referencia exclusivamente a la proposición del rematante, o sea a la declarada más ventajosa: la comunicación de adjudicación, copia del recibo de depósito de la fianza, en el caso de que se haya exigido, y una cláusula en la

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

---

---

que se exprese terminantemente que el Contratista se obliga al cumplimiento exacto del Contrato, conforme a lo previsto en la Contrata y en el Pliego de Condiciones, los Planos y el Presupuesto del Proyecto.

Si la adjudicación se hace por concurso, la escritura contendrá los mismos documentos, sustituyendo el acta de la subasta por la del concurso.

### **Art. 4. Arbitraje obligatorio.**

Ambas partes se comprometen a someterse al arbitraje de amigables componedores, designados uno de ellos por el Propietario, otro por la Contrata y tres ingenieros, uno de los cuales será forzosamente el Director de Obra.

### **Art. 5. Jurisdicción competente.**

En caso de no haberse llegado a un acuerdo por el anterior procedimiento, ambas partes quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones que puedan surgir como derivadas de su Contrato a las Autoridades y Tribunales administrativos, con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese enclavada la Obra.

### **Art. 6. Responsabilidad del Contratista.**

El Contratista es responsable de la ejecución de la Obra en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos contractuales del Proyecto.

Como consecuencia de ello, vendrá obligado a destruir y realizar de nuevo todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que la Dirección

Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante las unidades de obra, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

Art. 7. Reconocimiento de unidades de obra con vicios ocultos.

Si la Dirección Facultativa tiene fundadas razones para sospechar la existencia de vicios ocultos en las unidades de obra ejecutadas, ordenará en cualquier tiempo, antes de la recepción definitiva, la destrucción de las que sean necesarias para reconocer las que suponga defectuosas.

Los gastos de destrucción y reconstrucción que ocasionen serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario correrán a cargo del Propietario.

Art. 8. Vigilancia de obra.

Serán de cargo y por cuenta del Contratista la vigilancia de la instalación, y aquellas otras medidas que se consideren oportunas para preservar la seguridad en la zona afectada por la Obra.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento de la Dirección Facultativa.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la policía urbana y a las Ordenanzas Municipales vigentes en la localidad en que la edificación esté emplazada.

Art. 9. Accidentes profesionales.

En casos de accidentes ocurridos a los operarios con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de la Obra, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento, sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar posibles accidentes.

De los accidentes y perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será este el único responsable, o sus representantes de la Obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales. Será preceptivo que en el tablón de anuncios de la obra, y durante todo el transcurso de ella, figure el presente artículo del Pliego de Condiciones, sometiéndolo previamente a la firma de la Dirección Facultativa.

### Art. 10. Daños a terceros.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran en la Obra. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones, a quien corresponda y cuando a ello hubiese lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de la Obra.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando ello fuese requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Art. 11. Pago de arbitrios.

El Pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, enganches y acometidas provisionales de obra, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de la Obra y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista.

Se exceptúan los pagos de Licencia Municipal y los enganches definitivos de suministro y evacuación, salvo que se pacte de otro modo en el Contrato.

Art. 12. Obligaciones laborales.

El Contratista es el único responsable del fiel cumplimiento de la vigente legislación laboral, por tanto todo el personal que intervenga en la Obra estará dado de alta, con su cualificación correspondiente, en los Organismos Oficiales que sean indicados.

Art. 13. Anuncios y carteles.

Sin previa autorización de la Propiedad, estará prohibido poner más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos.

Art. 14. Copias de documentos.

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los documentos contractuales del Proyecto.

La Dirección Facultativa, si el Contratista lo solicita, autorizará estas copias con su firma una vez confrontadas.

Art. 15. Causas de rescisión del Contrato.

Se consideran causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacitación del Contratista.
2. La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo la Obra bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derecho a indemnización alguna.

3. Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

- ★ La modificación del Proyecto en forma tal que representen alteraciones fundamentales del mismo a juicio de la Dirección Facultativa, y en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente, en más o en menos, el 25 % como mínimo del importe de aquel.
- ★ La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o menos, del 40 % como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las mediciones del Proyecto, o de más de un 50 % de las unidades de obra del Proyecto.

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

---

---

4. La suspensión de Obra comenzada, y en todo caso que, por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la Obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.
5. No dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado.
6. El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la Obra.
7. La terminación del plazo de ejecución de la Obra, sin haber llegado a dicha ejecución.
8. El abandono de la Obra sin causa justificada.
9. La mala fe en la ejecución de los trabajos.

**CONDICIONES PARTICULARES**

**Art. 1. Forma general de ejecutar los trabajos.**

La Obra se ajustará a los Planos y a estas Condiciones Particulares, resolviéndose cualquier discrepancia que pudiera existir por el Director de Obra. Si por cualquier circunstancia fuese preciso efectuar alguna variación en la Obra a realizar, se redactará el correspondiente Proyecto reformado, el cual desde el día de su fecha, se considerará parte integrante del Proyecto primitivo y, por tanto, sujeto a las mismas especificaciones de todos y cada uno de los documentos de este en cuanto no se le opongan explícitamente.

Si el Proyecto reformado implicase variación en el Presupuesto total de la Obra, se procederá con arreglo a lo que se prevé en las Condiciones Generales de Índole Económica.

**Art. 2. Interpretación de las Condiciones Particulares.**

Para resolver cualquier duda que pueda plantearse en cuanto a la interpretación de un artículo de estas Condiciones, o de algún aspecto del mismo que no quedara suficientemente claro, deberá recurrirse al Director de Obra y a las Normas, Reglamentos y Ordenanzas Oficiales actualmente en vigor.

**Art. 3. Responsabilidades.**

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la Obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que se han contratado, y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, bien sea por mala ejecución o deficiente calidad de los materiales empleados, sin que le otorgue

derecho alguno la circunstancia de que el Director de Obra o sus subalternos no le hayan llamado la atención, ni tampoco el hecho de haber sido valorada en las certificaciones parciales de obra.

**Art. 4. Medios de Seguridad.**

Serán de cuenta y riesgo del Contratista aquellas medidas de seguridad que para la ejecución de la Obra se necesiten, no contrayendo el Propietario responsabilidad alguna debida a accidentes laborales que puedan ocurrir por insuficiencia de dichas medidas.

**Art. 5. Medios auxiliares.**

Serán por cuenta y riesgo del Contratista los andamios, máquinas y demás medios auxiliares que para la ejecución de la Obra se necesiten, no contrayendo el Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería que pueda ocurrir por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

**Art. 6. Servicios.**

Será responsabilidad de la Propiedad suministrar a pie de obra aquellos servicios necesarios para la realización de los trabajos, tales como agua, electricidad, etc.

**Art. 7. Mano de Obra.**

Todo el personal especialista que se emplee en esta Obra, tendrá perfecto conocimiento de su oficio, con arreglo a su categoría. El Contratista tiene obligación de separar de la Obra aquel personal, que a su juicio o al de la Dirección de Obra, no cumpla con sus obligaciones en la forma debida.

**Art. 8. Prescripciones técnicas.**

El conjunto de los diversos trabajos que deban realizarse para ultimar en las condiciones requeridas el conjunto proyectado, así como los materiales y aparatos relacionados y especificados en estas Condiciones Particulares, o que aunque no figuren sean indispensables para la ejecución de la Obra, de acuerdo y en armonía con los documentos del Proyecto, cumplirán las condiciones establecidas por parte de la Dirección Facultativa, cuyo criterio será totalmente inapelable.

**Art. 9. Condiciones que deben satisfacer los materiales.**

Todos los materiales que hayan de emplearse en esta Obra habrán de reunir con todo rigor las condiciones mecánicas, físicas y químicas requeridas para cada uno, reservándose la Dirección de Obra el derecho de ordenar que sean retirados, destruidos o reemplazados, dentro de cualquiera de las épocas de la Obra o de sus plazos de garantía, aquellos que, a su parecer, perjudiquen en cualquier medida el aspecto, la seguridad o la bondad de la Obra.

**Art. 10. Materiales no consignados en el Pliego.**

Cualquier material que no fuera consignado ni descrito en el Pliego, Órdenes o Normas y fuese necesario utilizarlo, reunirá las condiciones que se requieran para su función a juicio de la Dirección de la Obra, y en este sentido su criterio será inapelable.

**Art. 11. Procedencia de materiales y aparatos.**

El Contratista podrá proveerse de materiales y aparatos a utilizar en la Obra en los puntos que le parezcan convenientes, siempre que reúnan las especificaciones técnicas exigidas por el Proyecto.

**Art. 12. Control.**

Antes de proceder al empleo de los materiales, serán examinados y aceptados por el Director de Obra, quién podrá disponer si así lo considera, de todas las pruebas, análisis, ensayos, etc., hasta dar su definitiva aprobación. Los gastos que dichos ensayos ocasionen serán a cargo del Contratista.

**Art. 13. Materiales no utilizables.**

Los materiales que no sean utilizables en la Obra, se retirarán cuando así lo ordene el Director de Obra, acordando previamente con el Contratista su justa tasación.

**Art. 14. Muestras de materiales.**

De cada clase de material presentará el Contratista, oportunamente, muestras a la Dirección Facultativa para su aprobación, las cuales se conservarán para comprobar en su día los materiales que se han empleado.

**Art. 15. Máquinas y herramientas.**

Las máquinas y demás útiles que sean necesarios emplear para la ejecución de la Obra reunirán las mejores condiciones para su funcionamiento.

La Dirección Facultativa puede ordenar la retirada de la Obra de aquellos elementos que no le ofrezcan completa confianza.

**Art. 16. Replanteo.**

Una vez adjudicada la Obra, se procederá al replanteo general, marcando los puntos de referencia, que deberán quedar perfectamente determinados e invariables durante la marcha de la Obra, y reflejando los ejes y líneas principales de la Obra.

Del resultado del replanteo se levantará el Acta de Replanteo e Inicio de la Obra, que redactará la Dirección Facultativa y firmará junto con el Contratista, debiendo hacer constar en ellas si se puede proceder a la ejecución de la Obra y todas las circunstancias en que se encuentra la zona de actuación a ese momento. La fecha del Acta se considerará como la fecha de comienzo de la Obra.

**Art. 17. Fermentadores alcohólicos.**

El número de fermentadores alcohólicos posee un valor de dos.

Los fermentadores alcohólicos serán fabricados según planos. El material de construcción de los fermentadores será acero inoxidable ANSI 304. El volumen del fermentador es de 115 m<sup>3</sup>.

La configuración de los fermentadores corresponde a un cuerpo cilíndrico, una cabeza toriesférica y un fondo toricónico.

Los fermentadores se encuentran dotados de:

- ★ Dos tomas de entrada de mosto a una altura de 10,5 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2,375".
- ★ Una toma de salida de vino primario a una altura de 2 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2".
- ★ Una toma de salida para remontado a una altura de 2 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2".
- ★ Dos tomas de salida de vino secundario a una altura de 1.17 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2".

Los fermentadores alcohólicos incluyen una camisa externa donde circula agua con un caudal de 10.000 L/h, cuyas tomas de entrada y salida al depósito poseen un diámetro de 2".

Las pruebas a que deben someterse los reactores son:

- ★ Prueba mecánica en los talleres del fabricante.

Se atenderá a la resistencia de la estructura interna para ser izada y trasladada empleando el gancho de su eje central. La prueba será efectuada por el Departamento de Control de Calidad del fabricante, quedando en todo caso, constancia de la misma.

- ★ Prueba hidráulica en los talleres del fabricante.

Se atenderá a fugas, deformaciones, y otros posibles defectos de diversa naturaleza. La prueba será efectuada por el Departamento de Control de Calidad del fabricante, quedando en todo caso, constancia de la misma.

- ★ Prueba mecánica e hidráulica en el emplazamiento final.

Se realizarán unas nuevas pruebas en la Instalación. Deberá ser inspeccionado por el Director de Obra en el lugar de emplazamiento, y comprobarse que tanto los reactores como su instalación se ha realizado de acuerdo con lo estipulado en el Proyecto.

### **Art. 18. Fermentadores malolácticos.**

El número de fermentadores malolácticos posee un valor de dos.

Los fermentadores malolácticos serán fabricados según planos. El material de construcción de los fermentadores será acero inoxidable ANSI 304. El volumen del fermentador es de 80 m<sup>3</sup>.

La configuración de los fermentadores corresponde a un cuerpo cilíndrico, una cabeza toriesférica y un fondo plano.

Los fermentadores se encuentran dotados de:

- ★ Dos tomas de entrada de mosto a una altura de 6,7 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2".
- ★ Dos tomas de salida de vino tinto a una altura de 0,5 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2".

Las pruebas a que deben someterse los reactores son:

- ★ Prueba mecánica en los talleres del fabricante.

Se atenderá a la resistencia de la estructura interna para ser izada y trasladada empleando el gancho de su eje central. La prueba será efectuada por el Departamento de Control de Calidad del fabricante, quedando en todo caso, constancia de la misma.

- ★ Prueba hidráulica en los talleres del fabricante.

Se atenderá a fugas, deformaciones, y otros posibles defectos de diversa naturaleza. La prueba será efectuada por el Departamento de Control de Calidad del fabricante, quedando en todo caso, constancia de la misma.

- ★ Prueba mecánica e hidráulica en el emplazamiento final.

Se realizarán unas nuevas pruebas en la Instalación. Deberá ser inspeccionado por el Director de Obra en el lugar de emplazamiento, y comprobarse que tanto los reactores como su instalación se ha realizado de acuerdo con lo estipulado en el Proyecto.

### **Art. 19. Intercambiador de Calor.**

El intercambiador de Calor corresponde a la conexión entre la red de tuberías número 1 y la red de tuberías número 4. El intercambio energético entre ambas asciende a un valor numérico de 94.317 Kcal/h.

El tipo de intercambiador corresponde a un carcasa-tubo constituido por noventa y dos pasos distribuidos en veintitrés niveles; cuyo coeficiente global de pérdidas es de 623,035 Kcal/m<sup>2</sup> °C h.

Las pruebas mecánicas correspondientes serán efectuadas por el Departamento de Control de Calidad del fabricante, quedando en todo caso, constancia de la misma.

### **Art. 20. Enfriadora.**

La enfriadora tiene como objetivo suministrar agua fría a distintos dispositivos de la planta vitivinícola en estudio, entre ellos cabe destacar: el intercambiador de calor, fermentador alcohólico 1, fermentador alcohólico 2, el fermentador maloláctico 1 y el fermentador maloláctico 2.

La capacidad de refrigeración de esta máquina frigorífica asciende al valor numérico de 1.414 Kcal/h (1216,00 Kw).

La máquina frigorífica seleccionada corresponde a una enfriadora de agua de condensación por aire, cuyo compresor es de tornillo de doble rotor y válvula con capacidad variable, el condensador es de aluminio formado por microcanales y el evaporador es inundado multitubular.

Las pruebas mecánicas correspondientes serán efectuadas por el Departamento de Control de Calidad del fabricante, quedando en todo caso, constancia de la misma.

### **Art. 21. Red de tuberías y accesorios.**

La planta vitivinícola en estudio está compuesta por cinco redes de tuberías distintas, las cuales son las siguientes:

- ★ *Red de tubería número 1:* Trasvase desde la molienda-despalilladora hasta los fermentadores alcohólicos.

- ★ *Red de tubería número 2:* Traslase desde fermentadores alcohólicos a los fermentadores malolácticos.
- ★ *Red de tubería número 3:* Tuberías de remontado.
- ★ *Red de tubería número 4:* Traslase desde los fermentadores alcohólicos a la prensa neumática del vino residual procedente de la fermentación alcohólica.
- ★ *Red de tubería número 5:* Red de fluido refrigerante para intercambiador de calor, fermentadores alcohólicos y fermentadores malolácticos.

La red de tuberías y el juego de válvulas se montarán siguiendo los Planos. El material de construcción en la red de tubería número 1, 2, 3 y 4 corresponderá al acero inoxidable AISI 316; mientras, que la red de tubería número 5 se construirá con cobre. La soldadura de los distintos componentes será acorde con el material de construcción y el nivel de corrosión ocasionado por el fluido circulante.

Una vez montada cada una de las redes de tuberías y eliminadas las partículas sólidas del interior de las canalizaciones, se realizarán pruebas de estanqueidad en los distintos tramos que la componen, así como en las distintos accesorios.

### **Art. 22. Bombas.**

La selección de las bombas se establecerá de acuerdo a las especificaciones indicadas en la memoria técnica del presente proyecto.

### **Art. 23. Instalación eléctrica.**

La instalación eléctrica se desarrollará según lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, RBT.

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

---

El montaje implicará el empleo de los accesorios suficientes que garanticen una buena fijación y conservación de la instalación.

Una vez montada se comprobará la adecuada alimentación a los distintos elementos electromecánicos, así como el funcionamiento de las medidas de seguridad con las que cuenta la instalación.

# PRESUPUESTO

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DESTINADA A  
LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN  
ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA

CYNTHIA GRAVÁN PÉREZ

JUNIO 2008

## PRESUPUESTO

---

---

**MEDICIÓN:            DISEÑO DE LA    INSTALACIÓN DESTINADA A LOS  
                                 PROCESOS DE    FERMENTACIÓN    ALCOHÓLICA    Y  
                                 MALOLÁCTICA.**

**CANTIDAD    PRECIO UNITARIO    TOTAL**

1101    FERMENTADOR ALCOHÓLICO.

Depósito industrial encargado de almacenar mosto de uva tinta. El tanque está construido en acero inoxidable de la categoría ANSI 304. Dividido en tres partes, una cabeza toriesférica, un cuerpo cilíndrico y una cola toricónica. La suma de sus volúmenes adquiere un valor de 115 m<sup>3</sup>. El diámetro del cuerpo es de 4 metros lineales, y en total, el fermentador toma una altura (incluyendo a los soportes estructurales hincados en la parte inferior del depósito) de 11,7 m. Constituido por: dos tomas de entrada de mosto a una altura de 10,5 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2,375", una toma de salida de vino primario a una altura de 2 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2", una toma de salida para remontado a una altura de 2 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2", dos tomas de salida de vino secundario a una altura de 1.17 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2". El fermentador alcohólico incluyen una camisa externa donde circula agua con un caudal de 10.000 L/h, cuyas tomas de entrada y salida al depósito poseen un diámetro de 2".

**TOTAL PARTIDA                            2                            242.397,00                            484.794,00.-€.**

1102    FERMENTACIÓN MALOLÁCTICO.

Depósito industrial encargado de almacenar vino yema. El tanque está construido en acero inoxidable de la categoría ANSI 304. Dividido en tres partes, una cabeza toriesférica, un cuerpo cilíndrico y un fondo plano. La suma de sus volúmenes adquiere un valor de 80 m<sup>3</sup>. El diámetro del cuerpo es de 4 metros lineales, y en total, el fermentador toma una altura (incluyendo a los soportes estructurales hincados en la parte inferior del depósito) de 8 m. Constituido por: dos tomas de entrada de mosto a una altura de 6,7 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2", dos tomas de salida de vino tinto a una altura de 0,5 m, tomando el suelo el valor de 0 m, con un diámetro de 2". Los fermentadores malolácticos incluyen una camisa externa donde circula agua con un caudal de 5.000 L/h, cuyas tomas de entrada y salida al depósito poseen un diámetro de 2".

**TOTAL PARTIDA                            2                            169.142,00                            338.284,00.-€.**

## PRESUPUESTO

---

---

**MEDICIÓN: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA.**

	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1201 TUBERÍA ACERO INOXIDABLE DE 2".  Tubería para trasvase de mosto de uva desde la molienda-despalilladora hasta los fermentadores alcohólicos. Construido en acero inoxidable AISI 316 de 2" de diámetro nominal y un espesor de 0,065". Incluyendo parte proporcional de accesorios (codos, tes ect.). Totalmente instalada.			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>67</b>	<b>101,18</b>	<b>6.779,00.-€.</b>
1202 TUBERÍA ACERO INOXIDABLE 1 ½".  Tubería para trasvase de vino yema desde los fermentadores alcohólicos hasta los fermentadores malolácticos. Construido en acero inoxidable AISI 316 de 1 ½" de diámetro nominal y un espesor de 0,065". Incluyendo parte proporcional de accesorios (codos, tes ect.). Totalmente instalada.			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>26,7</b>	<b>95,88</b>	<b>2.560,00.-€.</b>
1203 TUBERÍA ACERO INOXIDABLE 10".  Tubería para el remontado del mosto de uva. Construido en acero inoxidable AISI 316 de 10" de diámetro nominal y un espesor de 0,134". Incluyendo parte proporcional de accesorios (codos, tes ect.). Totalmente instalada.			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>18,05</b>	<b>496,49</b>	<b>8.961,70.-€.</b>
1204 TUBERÍA ACERO INOXIDABLE 1".  Tubería para trasvase del vino secundario desde los fermentadores alcohólicos hasta la prensa neumática. Construido en acero inoxidable AISI 316 de 1" de diámetro nominal y un espesor de 0,065". Incluyendo parte proporcional de accesorios (codos, tes ect.). Totalmente instalada.			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>35,4</b>	<b>54,10</b>	<b>1.915,20.-€.</b>
1205 TUBERÍA COBRE 4".  Tubería para sistema de refrigeración. Construido en cobre de 4" de diámetro nominal y un espesor de 0,083". Incluyendo parte proporcional de accesorios (codos, tes ect.). Totalmente instalada.			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>17,20</b>	<b>207,00</b>	<b>120.000,00.-€.</b>

## PRESUPUESTO

---

---

**MEDICIÓN:            DISEÑO DE LA    INSTALACIÓN DESTINADA A LOS  
                                 PROCESOS DE    FERMENTACIÓN    ALCOHÓLICA    Y  
                                 MALOLÁCTICA.**

	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1206    TUBERÍA COBRE 1 1/4".			
<p>Tubería para sistema de refrigeración. Construido en cobre de 1 1/4" de diámetro nominal y un espesor de 0,065". Incluyendo parte proporcional de accesorios (codos, tes ect.). Totalmente instalada.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>22,37</b>	<b>39,00</b>	<b>872,43.-€.</b>

1207    TUBERÍA COBRE 2 1/2".			
<p>Tubería para sistema de refrigeración. Construido en cobre de 2 1/2" de diámetro nominal y un espesor de 0,083". Incluyendo parte proporcional de accesorios (codos, tes ect.). Totalmente instalada.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>32,30</b>	<b>106,00</b>	<b>3.423,80.-€.</b>

1208    TUBERÍA COBRE 2".			
<p>Tubería para sistema de refrigeración. Construido en cobre de 2" de diámetro nominal y un espesor de 0,065". Incluyendo parte proporcional de accesorios (codos, tes ect.). Totalmente instalada.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>10</b>	<b>81,00</b>	<b>120.000,00.-€.</b>

1301    VÁLVULA DE COMPUERTA 1".			
<p>Válvula de compuerta de 1" diámetro nominal; construida en latón estampado, compuerta de caucho sintético, estopada por anillo tóricos, sin prensa, extremos roscados. Totalmente instalada.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>1</b>	<b>38,00</b>	<b>38,00.-€.</b>

1302    VÁLVULA DE COMPUERTA 1 1/4".			
<p>Válvula de compuerta de 1 1/4" diámetro nominal; construida en latón estampado, compuerta de caucho sintético, estopada por anillo tóricos, sin prensa, extremos roscados. Totalmente instalada.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>1</b>	<b>51,00</b>	<b>51,00.-€.</b>

---

---

## PRESUPUESTO

---

---

**MEDICIÓN: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA.**

**CANTIDAD      PRECIO UNITARIO      TOTAL**

1303    VÁLVULA DE COMPUERTA 1 1/2".

Válvula de compuerta de 1 1/2" diámetro nominal; construida en latón estampado, compuerta de caucho sintético, estopada por anillo tóricos, sin prensa, extremos roscados. Totalmente instalada.

**TOTAL PARTIDA                      3                      65,00                      195,00.-€.**

1304    VÁLVULA DE COMPUERTA 2".

Válvula de compuerta de 2" diámetro nominal; construida en latón estampado, compuerta de caucho sintético, estopada por anillo tóricos, sin prensa, extremos roscados. Totalmente instalada.

**TOTAL PARTIDA                      5                      83,00                      415,00.-€.**

1305    VÁLVULA DE COMPUERTA 2 1/2".

Válvula de compuerta de 2 1/2" diámetro nominal; construida en latón estampado, compuerta de caucho sintético, estopada por anillo tóricos, sin prensa, extremos roscados. Totalmente instalada.

**TOTAL PARTIDA                      1                      167,00                      167,00.-€.**

1306    VÁLVULA DE COMPUERTA 4".

Válvula de compuerta de 4" diámetro nominal; construida en latón estampado, compuerta de caucho sintético, estopada por anillo tóricos, sin prensa, extremos roscados. Totalmente instalada.

**TOTAL PARTIDA                      1                      377,00                      377,00.-€.**

1307    VÁLVULA DE COMPUERTA 10".

Válvula de compuerta de 10" diámetro nominal; construida en latón estampado, compuerta de caucho sintético, estopada por anillo tóricos, sin prensa, extremos bridados. Totalmente instalada.

**TOTAL PARTIDA                      2                      1356,00                      2712,00.-€.**

## PRESUPUESTO

---

---

**MEDICIÓN:            DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS  
                                 PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y  
                                 MALOLÁCTICA.**

	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1308    VÁLVULA DE RETENCIÓN 1".			
<p>Válvula de retención de 1" de diámetro nominal; construida en latón estampado, obturador del delrin, anillo tórico de nitrilo, resorte de inoxidable, extremos roscados. Totalmente instalada.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>2</b>	<b>24,00</b>	<b>48,00.-€.</b>
1309    VÁLVULA DE RETENCIÓN 1 1/4".			
<p>Válvula de retención de 1 1/4" de diámetro nominal; construida en latón estampado, obturador del delrin, anillo tórico de nitrilo, resorte de inoxidable, extremos roscados. Totalmente instalada.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>1</b>	<b>29,00</b>	<b>29,00.-€.</b>
1310    VÁLVULA DE RETENCIÓN 1 1/2".			
<p>Válvula de retención de 1 1/2" de diámetro nominal; construida en latón estampado, obturador del delrin, anillo tórico de nitrilo, resorte de inoxidable, extremos roscados. Totalmente instalada.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>4</b>	<b>36,00</b>	<b>144,00.-€.</b>
1311    VÁLVULA DE RETENCIÓN 2".			
<p>Válvula de retención de 2" de diámetro nominal; construida en latón estampado, obturador del delrin, anillo tórico de nitrilo, resorte de inoxidable, extremos roscados. Totalmente instalada.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>4</b>	<b>47,00</b>	<b>188,00.-€.</b>
1312    VÁLVULA DE RETENCIÓN 2 1/2".			
<p>Válvula de retención de 2 1/2" de diámetro nominal; construida en latón estampado, obturador del delrin, anillo tórico de nitrilo, resorte de inoxidable, extremos roscados. Totalmente instalada.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>2</b>	<b>128,00</b>	<b>256,00.-€.</b>

## PRESUPUESTO

---

---

**MEDICIÓN: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA.**

	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1313 VÁLVULA DE RETENCIÓN 4".			
<p>Válvula de retención de 4" de diámetro nominal; construida en latón estampado, obturador del delrin, anillo tórico de nitrilo, resorte de inoxidable, extremos roscados. Totalmente instalada.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>2</b>	<b>171,00</b>	<b>342,00.-€.</b>

1314 VÁLVULA DE RETENCIÓN 10".			
<p>Válvula de retención de 10" de diámetro nominal; construida en latón estampado, obturador del delrin, anillo tórico de nitrilo, resorte de inoxidable, extremos roscados. Totalmente instalada.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>4</b>	<b>520,00</b>	<b>2.080,00.-€.</b>

1401 BOMBA DE CIRCULACIÓN.			
<p>Bomba centrífuga de eje inoxidable marca PSH modelo CMI 40/160B para el circuito del sistema de tuberías número 1, cumpliendo con las características técnicas de: caudal volumétrico de 11.200 L/h y una pérdida de carga de 29 m.c.a.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>2</b>	<b>2.040,00</b>	<b>4.080,00.-€.</b>

1402 BOMBA DE CIRCULACIÓN.			
<p>Bomba centrífuga de eje inoxidable marca PSH modelo CMI 40/160B para el circuito del sistema de tuberías número 2, cumpliendo con las características técnicas de: caudal volumétrico de 7.840 L/h y una pérdida de carga de 9,76 m.c.a.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>2</b>	<b>2.040,00</b>	<b>4.080,00.-€.</b>

1403 BOMBA DE CIRCULACIÓN.			
<p>Bomba centrífuga de eje inoxidable marca PSH modelo CMI 40/160B para el circuito del sistema de tuberías número 3, cumpliendo con las características técnicas de: caudal volumétrico de 33.600 L/h y una pérdida de carga de 12,90 m.c.a.</p>			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>2</b>	<b>2.040,00</b>	<b>4.080,00.-€.</b>

## PRESUPUESTO

---

---

**MEDICIÓN: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y MALOLÁCTICA.**

**CANTIDAD      PRECIO UNITARIO      TOTAL**

1404      BOMBA DE CIRCULACIÓN.

Bomba centrífuga de eje inoxidable marca PSH modelo CMI 40/160B para el circuito del sistema de tuberías número 4, cumpliendo con las características técnicas de: caudal volumétrico de 5.000 L/h y una pérdida de carga de 6,50 m.c.a.

**TOTAL PARTIDA                      2                      2.040,00                      4.080,00.-€.**

1405      BOMBA DE CIRCULACIÓN.

Bomba centrífuga de eje inoxidable marca PSH modelo CMI 40/160A para el circuito del sistema de tuberías número 5, cumpliendo con las características técnicas de: caudal volumétrico de 55.000 L/h y una pérdida de carga de 31,30 m.c.a.

**TOTAL PARTIDA                      2                      2.157,00                      4.314,00.-€.**

1501      CONTROLADOR DE TEMPERATURA.

Controlador de temperatura para configuración de lazo en cascada, variable a controlar caudal y elemento final de control válvula.

Intercambiador de calor  
Fermentador alcohólico  
Fermentador maloláctico

**TOTAL PARTIDA                      5                      230,00                      1.150,00.-€.**

1502      CONTROLADOR DE NIVEL.

Controlador de nivel para configuración de lazo cerrado, variable a controlar caudal de entrada y elemento final de control válvula.

Fermentador alcohólico  
Fermentador maloláctico

**TOTAL PARTIDA                      4                      540,00                      2.160,00.-€.**

## PRESUPUESTO

---

---

**MEDICIÓN:            DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DESTINADA A LOS  
                                 PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y  
                                 MALOLÁCTICA.**

	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1503    RELOJ PROGRAMADOR.			
Reloj programador para controlar proceso de remontado en fermentadores alcohólicos.			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>2</b>	<b>60,00</b>	<b>120,00.-€.</b>
1601    ENFRIADORA DE AGUA.			
Enfriadora de agua de condensación por aire, cuyo compresor es de tornillo de doble rotor y válvula con capacidad variable, el condensador es de aluminio formado por microcanales y el evaporador es inundado multitubular. Marca CARRIER, modelo 30XA1202 o equivalente. Totalmente instalada y funcionando.			
<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>1</b>	<b>209.707,00</b>	<b>209.707,00.-€.</b>

