

Universidad Nacional de Ingeniería

Programa Académico de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



CRITERIOS TECNICOS GENERALES PARA EL
DISEÑO DE PLANTAS CERVECERAS DE
PEQUEÑA CAPACIDAD

Trabajo Monografico

Para optar el Grado de Bachiller en
INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

JORGE ALBERTO FLORES GARCIA RADA

Promoción 1967

LIMA - PERU

1979

M O N O G R A F I A
=====

" CRITERIOS TECNICOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE
PLANTAS CERVECERAS DE PEQUEÑA CAPACIDAD "

Trabajo presentado por:

J. Alberto Flórez García Rada

Para la obtención del Grado
de Bachiller

Mayo 1979

TEMARIO

1.- INTRODUCCION

- 1.1.- Alcance del presente trabajo
- 1.2.- Descripción del proceso de Elaboración de Cerveza y Areas Auxiliares

2.- DISEÑO DE PLANTA

- 2.1.- Características de una Fábrica de Cerveza de Pequeña Capacidad
- 2.2.- Sectores o áreas
- 2.3.- Consumos de Energía o demandas de Servicios de las Máquinas y Equipos principales.
- 2.4.- Disposición de la Planta y ubicación de Máquinas.
- 2.5.- Pautas para el desarrollo del proyecto.

3.- INSTALACIONES ELECTROMECANICAS Y SERVICIOS

- 3.1.- Tipos de Instalaciones:
 - 3.1.1.- Estructuras
 - 3.1.2.- Tanques
 - 3.1.3.- Tuberías
 - 3.1.4.- Transportadores de Botellas
 - 3.1.5.- Transportadores de Cajas
 - 3.1.6.- Puertos grua.
- 3.2.- Servicios:
 - 3.2.1.- Agua
 - 3.2.2.- Agua Tratada para Elaboración
 - 3.2.3.- Agua Caliente y Agua Helada
 - 3.2.4.- Aire Comprimido
 - 3.2.5.- Vapor

- 3.2.6.- Electricidad
- 3.2.7.- Amoniac
- 3.2.8.- Anhídrido Carbónico
- 3.2.9.- Soda Cáustica y Desinfectantes
- 3.3.- Otras Instalaciones:
Coberturas, Aislamientos, etc.

4.- MONTAJE

- 4.1.- Introducción
- 4.2.- Programación de Avance de Obra de los diferentes grupos de Montaje
- 4.3.- Facilidades
- 4.4.- Transporte, Ubicación final y montaje individual de todos los equipos y máquinas.
- 4.5.- Interconexión de Servicios.

5.- PUESTA EN MARCHA

- 5.1.- Pruebas Preliminares
- 5.2.- Ajuste para prueba de rendimientos individuales de todos los equipos.
- 5.3.- Arranque de equipos por sectores y análisis de funcionamiento.
- 5.4.- Puesta en Marcha.

6.- RECOMENDACIONES

- 6.1.- Operación de Máquinas, Selección y Adiestramiento del personal técnico.
- 6.2.- Mantenimiento y Repuestos.

1.- INTRODUCCION

1.1.- Alcance del presente trabajo

Habiendo trabajado en la Industria Cervecera durante varios años y pasado por casi todos los departamentos técnicos, además de haber tenido la responsabilidad y la coordinación de supervisión de montaje de una cervecería de pequeña capacidad, ubicada en el norte del país, he creído que ha de ser un modesto aporte al futuro planeamiento de cervecerías, el presente trabajo monográfico, tanto en lo referente a diseño de las mismas como a su implementación y puesta en marcha.

No es mi intención, desarrollar teóricamente, todos los conceptos involucrados en la Ingeniería de un proyecto de la envergadura de una cervecería, cuanto establecer criterios técnicos generales que tiene y debe de tener en cuenta un Ingeniero Mecánico, si le toca la suerte de acometer tal proyecto, en cualquiera de sus fases.

Con muchas frecuencia y a través de toda mi carrera profesional, ya en el campo de la experiencia, he observado que los diseños de ciertos proyectos, por haber sido hechos solo por ingenieros de diseño, o por gente que no tenía el conocimiento o información necesarias, adolecen de criterios prácticos de montaje, rapidez de erección y lo que es

más importante, mayor costo del necesario. Esto es explicable, por cuanto no todos tienen la oportunidad de "vivir" en el lugar las experiencias del montaje y por tanto aplicar esta retroinformación o experiencia a futuros proyectos.

Muy importante ha de ser la peculiar consideración que los dueños de la cervecería dan a un sector u otro de la planta, pues algunos preferirán el sector de Elaboración, otros Envasado y los menos Planta de Fuerza. Por lo general, los Maestros Cerveceros son muy exigentes en cuanto a los acabados, facilidades, amplitud y belleza del sector de Elaboración, pero no se prestaría igual atención, desde el punto de vista del dueño o dueños a las instalaciones electromecánicas y a la Planta de Fuerza, con la finalidad en mente de que cumpla sus objetivos de proveer sus servicios en forma oportuna, en la cantidad y/o capacidad requerida, y lo que tantas veces se deja de lado, confiablemente, es decir en forma segura y sin interrupciones.

Con lo expresado en el párrafo anterior, se tendrá en cuenta que el acometer un proyecto de una cervecería requerirá precisar muy claramente y desde el principio todas las características de la fábrica, información del proceso, maquinaria escogida, plazos de ejecución y política de la empresa.

Resumiendo, el presente trabajo tiene por objeto establecer las pautas, normas, consejos, conceptos y cuestionamientos necesarios para lograr un diseño de una cervecería, con el menor costo de montaje

para lograr que ésta entre en producción lo antes que sea posible, dentro del marco establecido por la empresa. Es la Ingeniería inicial y el correcto planeamiento lo que dará este resultado.

1.2.- Descripción del proceso de Elaboración de Cerveza y Areas Auxiliares

Para que el o los Ingenieros encargados del Diseño de la Cervecería, puedan cumplir su trabajo con éxito y eficiencia, será necesario que conozcan, si no profundamente, al menos bastante bien el funcionamiento de toda la planta. De este modo las decisiones a ser tomadas serán seguras y rápidas. Asimismo las reuniones que tendrá que sostener obligadamente con el Maestro Cervecerero encargado del proyecto serán fructíferas, por cuanto se "habla el mismo idioma". Con el fin de facilitar la comprensión o entendimiento de la descripción del proceso, es conveniente familiarizarse con algunos nombres y su significado. A continuación una breve descripción de los principales términos cerveceros:

- Cerveza: Bebida de bajo contenido alcohólico, usualmente de un 3.5 a un 5% por volumen, producida por la fermentación del mosto, de sabor amargo y contenido de anhídrido carbónico.
- Mosto: Líquido amargo azucarado, org

ducto de la dilución y ebullición de los insumos y agua en el Cocimiento.

- Cocimiento: Acción de cocinar o hacer ebullicir el Mosto hasta que alcance su concentración final. Se llama así también a cada "batch" elaborado, e igualmente el área en la cual están todos los equipos para producir el Mosto.
- Malta: Materia prima fundamental de la cerveza. Es la cebada maltera que ha sufrido un proceso de germinación controlada para la formación de enzimas y fácil cocción posterior.
- Adjuntos: Se definen así a los ingredientes adicionales, esto es el arroz partido o ñelén, maíz desgrasado o gritz y azúcar.
- Lúpulo: Sustancia aromática de muy amargo sabor, proveniente de la flor de la planta llamada lúpulo. Da el característico amargor de la cerveza.
- Levadura: Micro-organismo viviente, de muy alta reproducción, perteneciente al género *Sacharomices Cerevisiae* o *Sacharomices Carlsbergensis*. Hace posible la fermentación.
- Fermentación: Acción mediante la cual, los a

zúcares del mosto (fermenteci-
bles) son transformados o conver-
tidos en alcohol y CO₂ por medio
de la levadura.

- Grados Plato: Unidad de medida de la concentra-
ción de sólidos en el mosto y
cerveza.
- Reposo: Estado que permite a la cerveza
joven ó verde alcanzar su madu-
rez óptima de concentración, al-
cohol, carbonatación y brillantez.
- Filtración: Acción de filtrado para retirar
de la cerveza madura, los últi-
mos restos de levadura, dándole
la brillantez final.
- Embotellamiento: Llamado también Sala de Embote-
llado. Aquí se coloca la cerve-
za dentro de las botellas y se
realizan otras operaciones más
como la pasteurización.
- Pasteurización: Acción de elevar la temperatura
de la cerveza (usualmente ya em-
botellada) a 60°C durante unos
minutos, para inhibir la acción
posterior de los pocos micro-or-
ganismos (células de levadura)
que hayan quedado aún luego de
la filtración.
- Afrecho: Sub-producto del cocimiento el
cual está constituido por cas-
carilla de malta, almidones y

proteínas no disueltos, lúpulo y un 90% de agua. Es retirado por filtración en el Cocimiento.

- **Trub:** Sub-Producto de la ebullición final del mosto, con algunos compuestos similares a los del afrecho. De consistencia líquido-pastosa, es retirado por centrifugado.
- **Elaboración:** Proceso general desde el tratamiento de las materias primas hasta la entrega de la cerveza filtrada y lista para embotellar.

Proceso de Elaboración de Cerveza:

Es usual que el proceso de elaboración empiece con la recepción del Materias Primas y termine con la venta del producto terminado, es decir la cerveza embotellada, etiquetada y encajonada, a los clientes o distribuidores. Sin embargo algunas cerveceras, mucho más grandes por cierto, producen algunos de sus insumos, es decir tienen malterías para la conversión de cebada en malta, fábricas de botellas, latas, chapas, etiquetas, cajas plásticas, etc. Este no es nuestro caso.

- Recepción de Materias Primas: La malta y adjuntos son recibidos a gra-

nel o en sacos. Dependiendo del tamaño de la planta y de las condiciones climáticas, podrá ser posteriormente almacenado en sacos o lo que es usual, en silos. Estos son de metal o concreto y su capacidad varía de acuerdo a la política de la empresa, pudiendo llegar hasta un almacenamiento máximo de un año de producción. Lo usual, son tres meses. Para colocar estos productos en los silos, se utilizan hasta tres sistemas: (a) Vacío; (b) Soplado; (c) Cangilones. Cada uno tiene sus ventajas y desventajas, según la particular aplicación. Para retirar estos materiales de los silos y enviarlos al área de Cocimiento (Pesaje y Molienda), se usan transportadores de gusano, cangilones y vacío o combinaciones de ellos.

Pesaje y Molienda: Para lograr que todos los lotes producidos o "cocimientos" sean uniformes, es necesario suministrar los ingredientes ya pesados, para asegurar que las proporciones y cantidades son las requeridas por los cerveceros. Estas varían de acuerdo a la calidad, composición, humedad, disponibilidad y precio de las materias primas, lo cual hace imposible una "fórmula" única para un mismo tipo de cerveza.

Asimismo, las materias primas deberán ser molidas previamente para hacer que la acción del agua caliente, en el momento que entren en contacto, sea más rápida por la mayor área expuesta. Esto no quiere decir que moler en granos muy finos, será necesariamente lo mejor, puesto

que se dificultaría su transporte y aumentarían las mermas.

Para cada tipo de adjunto, hay un molino especial, así como para la malta. Una vez pesados y molidos (previa limpieza por zarandeo), los ingredientes son depositados en las tolvas de espera, listos para ser enviados a las pailas o tanques del Cocimiento. Ciertos procesos implican una molienda húmeda; lo cual permite un mejor aprovechamiento de los compuestos de la malta, pero tiene algunos inconvenientes de operación, pues se puede afectar la calidad del producto.

Maceración y Cocimiento: La maceración es el proceso mediante el cual se logra la dilución de los adjuntos y algo de malta en agua, a presión, bajo temperatura y tiempo controlados, obteniéndose un líquido de alto contenido de almidones por desdoblamiento. Este líquido es bombeado a una paila de mezcla, donde previamente se ha disuelto malta a temperatura y tiempo controlados. Esta mezcla, se vuelve a temperatura fija, mediante vapor, hasta lograr lo que se denomina sacarificación completa. Esto ha sido posible por la acción enzimática de la malta, de poder convertir sus propios almidones y los de los adjuntos en azúcares, lo cual es vital e indispensable, pues la levadura se alimenta de azúcares los cuales convierte en alcohol y CO₂.

Una vez lograda la sacarificación, se filtra la mezcla, mediante filtros

prensa o filtros circulares, de donde se separa el afrecho. Este líquido llamado "Primer Mosto", es bombeado luego a la paila de ebullición o cocimiento. Aquí se le agrega el lúpulo y el azúcar necesarios según la "receta". Se hace ebullicir a 100°C hasta lograr la concentración de Grados Plato requerida.

Usualmente esta concentración varía de 11 a 12°P. Ultimamente se ha desarrollado bastante una tecnología basada en concentrar aún más el mosto hasta 16°P para diluirlo posteriormente con agua tratada y deaerada⁽¹⁾. Esto permite un mayor aprovechamiento o ahorro de la capacidad instalada de todos los equipos de Elaboración hasta por un 30%, lo cual en los volúmenes normales significan millones de soles. Sin embargo y por criterios seguros y tradicionales aún hay muchísimas cervecerías en el mundo entero que aún no adoptan este sistema.

Al terminar la cocción, se bombea el mosto a unos separadores de trub, los cuales son unos tanques en los cuales se crea un movimiento circular por la inyección tangencial del mosto. De esta forma, el trub se sedimenta en forma cónica y una vez retirado el mosto, este trub puede aún ser centrifugado para extraerle mosto, lo cual es un ahorro de hasta un 5%.

(1) "High Gravity Brewing".

Enfriamiento de Mosto: En esta etapa del proceso, el mosto está a unos 95°C de temperatura y se le debe enfriar hasta 8°C, antes de agregarle la levadura y enviarlo a las tinas de fermentación.

Creo que antes de seguir, conviene destacar un punto que debe ser clarificado. El proceso de elaboración de cerveza es un proceso de fabricación por lotes, tan grandes como lo permita la capacidad máxima utilizable de las pailas de cocimiento. Este sistema continúa en Fermentación y Reposo, pues no es un proceso continuo. Hace unos quince años se inició una tendencia por desarrollar procesos de fermentación continua, pero han sido prácticamente inútiles. En lo que se ha progresado mucho es en la cerveza a partir de mosto concentrado, cervezas ligeras, y tanques de fermentación y reposo gigantes, es decir con una capacidad de 1'000,000 de litros ó 10,000 hectólitros. Estos tanques deben ser llenados en no más de un día de operación y siendo la capacidad ordinaria de las cerveceras de 800 a 1,000 Hl/cocimiento, un tanque de éstos absorbe de 10 a 13 cocimientos.

Para el enfriamiento del mosto se usan intercambiadores de placas, en contra-corriente, siendo agua helada el líquido empleado para enfriar. Este agua ingresa a 1°C y sale a 76°C. Siendo esta temperatura elevada,

para aprovechar esa energía, se usa dicha agua en el nuevo cocimiento y así se evita tener que calentarla con vapor, desde la temperatura ambiente, lo grandose ahorro de dinero y rapidez de proceso. Esta agua se almacena en tanques aislados.

Una vez enfriado el mosto se le inyecta aire estéril y levadura, enviándosele a las tinas de arranque. En procesos modernos, antes de la adición de aire y levadura se filtra nuevamente el mosto en filtros especiales, los cuales usan tierra diatomea o tierra de infusorios como ayuda filtrante. Esto permite separar proteínas que en caliente no es posible y que son dañinas para el sabor de la cerveza.

Tinas de Fermentación: La palabra tina se ha generalizado en el ambiente cervecero y se refiere a un tanque cerrado de diferentes formas. Antiguamente eran de madera, luego de fierro enlozado y hoy son de acero inoxidable.

En ellas se realiza el proceso de la fermentación, es decir la progresiva conversión de azúcares fermentecibles en alcohol y CO_2 . La levadura se nutre de los azúcares, se reproduce y por esta acción genera calor, es decir una reacción exotérmica, lo cual, hace elevar la temperatura de la cerveza y esto será controlado, según la concentración de °P por enfriamiento a través de chaquetas o serpentines. El anhídrido carbónico es retenido en parte por la cerveza y

parte es soltado a la atmósfera. Esto es aprovechado, y al tener las tinas cerradas, se recupera ese CO₂ y es bombeado a la Planta de Fuerza para su posterior tratamiento y uso. Transcurridos 7 u 8 días, la fermentación prácticamente ha concluido, al haberse alcanzado los valores de °P requeridos. La levadura se ha asentado o precipitado y es fácil bombear esta cerveza verde o joven a las tinas de maduración o reposo, recuperando luego la levadura, la cual mediante bombas especiales es enviada a una sala especial para su uso posterior en nuevas fermentaciones. Es usual usar la levadura 4 y 5 veces.

Tanques de Reposo: Aquí la cerveza debe "descansar" en todo el sentido de la palabra. Aun hay una muy leve actividad de fermentación, pero lo fundamental es lograr que este reposo "amalgame" fuertemente todos sus componentes, lográndose por tanto la estabilidad posterior de la cerveza en color, sabor, aroma, contenido de gas, una vez que haya sido embotellada. Esta "maduración" es hecha a una temperatura de 0°C, lo cual impide cualquier deformación por la presencia aún de células de levadura.

Transcurrido el tiempo destinado al reposo, usualmente 21 días, la cerveza estará lista para ser filtrada. Actualmente, mediante el análisis de ciertos compuestos químicos, se puede determinar cuando ésta "lista" la cerveza, pero eso es materia de otro trabajo.

Filtración: En esta área están los filtros que eliminarán prácticamente todos los rastros de levadura que aún hayan en la cerveza, dándole la brillantez característica. Estos filtros trabajan con tierra de infusorios como ayuda filtrante. Se forma una capa de tierra delante de unas mallas muy finas y a través de esa "torta", se hace pasar, a presión la cerveza. A la salida de los filtros se encuentra un equipo de carbonatación, el cual permite reincorporar anhídrido carbónico recuperado y limpio al 99.97% de pureza, hasta lograr que el contenido de CO₂ esté dentro de la norma. En el supuesto caso de que la brillantez obtenida en una primera filtración esté fuera de norma, se volverá a filtrar o recircular. Previamente al filtrado, la cerveza es enfriada a -2°C a través de enfriadores de amoníaco. Una vez filtrada la cerveza, es almacenada en tanques previos o de espera de embotellamiento. Estos tanques son llamados comúnmente "tanques de gobierno".

Embotellamiento: En esta área y tal como viene del nombre, se embotella la cerveza. Para esto es necesario que previamente haya un tratamiento previo a las botellas vacías. En el caso de latas, éstas siempre son nuevas y por tanto son alimentadas mediante transportadores especiales, a las máquinas llenadoras. Las botellas vacías se clasifican en dos tipos: Retornables y no re-

tornables. En ambos casos, la recepción de las mismas es en cajas, las cuales vienen en camiones. Estas son descargadas manualmente o mediante carros montacargas, los cuales dejan las paletas llenas de cajas en la máquina depaletizadora, la cual entrega las cajas a un transportador.

Desde aquí las cajas van a la máquina desempacadora, la cual retira las botellas de las cajas. Las botellas, sean nuevas o usadas, retornables o de un solo uso, van en transportadores especiales de botellas hacia la lavadora de botellas donde por acción inmersión y chorro en varios tanques con soda cáustica a elevadas temperaturas se lava la botella y enjuaga hasta dejarla en condiciones casi estériles, lista para recibir la cerveza. Luego las botellas pasan a través de inspectores electrónicos de limpieza, los cuales rechazan las botellas sucias o con cuerpos extraños.

Las botellas ya inspeccionadas son luego enviadas a la máquina llenadora-tapadora, en la cual se llena y se enchapa la botella, procurándose mantener el llenado uniforme haciéndose rebosar ligeramente antes de tapar, para que la espuma desaloje la mayor cantidad posible de aire, el cual es perjudicial para la estabilidad de la cerveza.

Una vez llenas, las botellas entran al pasteurizador, donde se pasteuriza la cer

veza por acción de un baño con agua caliente. Tanto en la máquina llenadora como en el pasteurizador, se eleva y baja la temperatura en forma gradual a través de los tanques y zonas respectivamente, pues de otro modo los cambios bruscos de temperatura romperían las botellas. Las botellas que entran al pasteurizador están a más o menos 3 ó 4°C, pues la cerveza se llena a 1°C y salen del pasteurizador a 32°C aproximadamente. Luego, se inspecciona electrónicamente el nivel de cerveza en cada botella y pasan éstas a la máquina etiquetadora, como ocurre en un 95% de los casos. Pocas veces se usa en cervecería botellas grabadas, lo cual sí es usual en los embotelladores de gaseosas.

Una vez etiquetadas las botellas, se les hace llegar a la máquina encajonadora, donde se vuelven a juntar con las cajas que salieron de la desempacadora. De aquí son enviadas a la máquina paletizadora, la cual acomoda las cajas sobre una paleta y un carro montacarga la retira de dicha máquina y la lleva al almacén de producto terminado, donde finaliza el proceso.

Áreas Auxiliares: Son los sectores no involucrados en el proceso mismo de fabricación, pero cuya existencia es vital para el continuo trabajo de la planta.

Servicios: Bajo esta denominación general cae el sector o área responsable de la generación y suministro de los fluidos necesarios. El área es usualmente llamada Casa de Máquinas o Planta de Fuerza. Aquí se genera Vapor, Aire Comprimido, y se entrega o distribuye Electricidad, Agua, Amoníaco, CO₂.

Talleres de Maestranza y Mantenimiento: Vitales para la conservación y rápida reparación de los desperfectos electro-mecánicos en toda la maquinaria de la fábrica.

Almacén de Repuestos: Lugar de indispensable servicio al mantenimiento.

Sectores Administrativos, Comedores, Baños y Vestuarios: Aún cuando no son áreas que quedan bajo la supervisión de Planta, son necesarias para que ésta pueda operar, pues el personal las necesita.

2.- DISEÑO DE PLANTA

2.1.- Características de una Fábrica de Cerveza de Pequeña Capacidad:

El objeto de nuestro estudio abarca cervecerías con producciones anuales desde 100,000 a 350,000 Hectólitros de cerveza elaborada y embotellada. Este parámetro define fundamentalmente el tamaño de la planta. Como referencia una cervecería de mediana capacidad varía desde unos 500,000 a

2'000,000 de Hectólitros/año y una de gran capacidad está por encima de los 3'000,000 de Hectólitros/año.

Características Generales:

- a) Capacidad: 100,000 - 350,000 hl/año.
- b) Almacenamiento de Materia Prima: - en sacos
- en silos
- c) Turnos de Trabajo: máximo 2.
- d) Líneas de Cocimiento: una
- e) Líneas de Embotellamiento: una
- f) Mano de Obra: uso abundante, poca automatización.
- g) Localización: zonas de poca población, mano de obra barata, lejos de centros poblados.
- h) Máxima Ampliación: doble de su capacidad.
- i) Recursos Energéticos: Propios o contratados
- j) Agua: propia de pozo.
- k) Arquitectura: muy simple y todos los edificios a un solo nivel.
- l) Tratamiento de Desagües: Sólo si es requerido, no hay reuso.
- m) Extensión o Área: 5 a 6 Hectáreas.
- n) Personal requerido: 100 personas.

Por definición, una cervecería como la que nos ocupamos, es aquella planta que no siendo artesanal, tiene el mínimo de automatización requeridos para

lograr una baja inversión inicial que permita un punto de equilibrio bajo con relación al volumen estimado de ventas y que no necesite grandes inversiones en equipo y/o instalaciones para aumentar radicalmente su capacidad.

Asimismo, no tendrá equipos sofisticados y su arquitectura será simple, manteniéndose las condiciones sanitarias mínimas requeridas.

→ 2.2.- Sectores o Areas

a) Recepción y Tratamiento de Granos:

En este sector están ubicados los silos, elevadores de granos, tolvas de espera, balanzas, molinos, transportadores de granos, tanques de agua caliente y de azúcar líquida.

Para una capacidad promedio de 300,000 Hl/año, considerando 300 días útiles de trabajo al año, tenemos:

$$\frac{300,000 \text{ hl/año}}{300 \text{ días/año}} = 1,000 \text{ Hl/día}$$

Por cada hectólitro se usan más o menos 16 kg. de granos. O sea:

$$1,000 \text{ Hl/día} \times 16 \text{ kg/Hl} = 16,000 \text{ kg/día}$$

Esta producción se hace en lotes o "batches" de 300 Hl c/u. La duración de cada lote o cocimiento es de 7 horas, pero como hay traslape,

se pueden hacer 4 cocimientos en 16 horas, es decir 1 cocimiento cada 4 horas. Por tanto, si dividimos los 16,000 kg o 16 toneladas entre 16 horas, nos dará 1 ton/hr de movimiento de granos. Sin embargo, debido a que los equipos de molienda deben ser sobredimensionados para cubrir la eventualidad de un mal funcionamiento, el régimen debe ser aumentado a 2 ton/hr. Por ampliación o súbita demanda 50% más, o sea 3 ton/hr. Esta será entonces la capacidad del sector.

Desde el punto de vista de diseño, los equipos del sector, que necesitan ser diseñados son:

- Estructuras soporte de tolvas, Balanzas, Molinos: Muy rígidas.
- Tolvas: de acuerdo a la capacidad. Serán de 4 toneladas para la Malta y de 1.5 toneladas para los adyuntos.
- Elevadores: si el propietario decide que sean de cangilones, habrá que tener especial cuidado en la faja. No es recomendable los de cadena, pues hacen mucho ruido. Si se escoge sistemas neumáticos deberá preverse una adecuada ventilación. En muchos casos es necesario un sistema colector de polvillo.
- Transportadores de gusano: es sumamente importante que se diseñen teniendo en cuenta que deberán ser muy rápidamente limpiados y que al finalizar los turnos no deberá que-

dar grano. Por la misma condición de ser un grano destinado a la elaboración de un producto de consumo humano, la lubricación de cojinetes será nula y tendrá rodamientos sellados.

- Instalaciones Eléctricas: a diferencia de los sectores de Cocimiento, Fermentación, Bodegas de Reposo y Embotellamiento, no hay humedad, pero sí un peligro potencial de explosión por ignición del polvillo de malta. Por tanto, todos los equipos y artefactos eléctricos, cajas, condulets, arrancadores termomagnéticos, lámparas, deberán ser a prueba de explosión.
- Tuberías de Agua y Vapor: sólo para los tanques de agua caliente.
- Tuberías de Aire Comprimido: para algunos controles y válvulas de apertura y cierre neumático.
- Tanques de Agua Caliente: su capacidad debe ser para 2 cocimientos, esto es de 60 ton, o sea 2 tanques de 30 ton c/u. Tendrán un serpentín de vapor que podrá calentar el agua desde 20 hasta 80°C en aproximadamente 6 horas. Serán hechos de fierro y estarán aislados con lana de vidrio y forro de fibra de vidrio.

NOTA: Entre la zona de la torre o estructura donde están los equipos para granos y los tanques de agua caliente debe haber un tabique divisorio de mampostería.

- Tanques de Azúcar Líquida: su capacidad debe ser la necesaria para garantizar un suministro

permanente. Para nuestro caso 20 ton. es suficiente, en 2 tanques de 10 ton c/u. Serán de acero inoxidable, con superficie interior pulida, sin pasos, y fondo inclinado o cónico para facilitar limpieza.

b) Cocimiento:

En este sector, usualmente o tradicionalmente se ha intentado tener mayor "belleza" para impresionar a los visitantes. Los equipos de cocimiento son los tanques, muy especiales, que usualmente son suministrados por el proveedor del total del equipamiento. Los equipos factibles de ser diseñados, y que no constituyen el "paquete" son:

- Tanques Sedimentadores (Whirlpool): serán de acero inoxidable, cilíndricos, con una proporción 1 altura x 2 base, con una capacidad igual a un cocimiento, o sea 300 hl ó 30,000 litros.
- Tuberías de Mosto: por ser de acero inoxidable, el cual es importado, es preferible que sean suministrados por el proveedor del equipamiento.
- Tuberías de Vapor, Agua, Aire: deberán formar parte del diseño integral de las redes de cada servicio y ser empalmadas a cada equipo en particular.
- Instalaciones Eléctricas: serán a prueba de agua.

- Tolva de Afrecho: este tolva o tanque, estará suspendida a una altura de 4 mts, para permitir el ingreso de los camiones recogedores y descargar por gravedad. Será de fierro y tendrá una capacidad de 2 cocimientos, es decir unas 8.5 ton.

c) Fermentación:

Las tinajas de fermentación o tanques fermentadores son de diferente forma. Sin embargo, lo usual es que cada fermentador pueda tener capacidad para 1 1/2 cocimientos, es decir unos 450 hl. Deben ser hechos de acero inoxidable y con fondo cóncavo para facilitar la recuperación y sedimentación de la levadura. Los tanques cerrados, a baja presión (15 psi. máx.). Tendrán chaquetas o serpentines de enfriamiento para algún líquido refrigerante como salmuera, solución de etanol, amoníaco líquido, etc.

Todas las tuberías de cerveza, y esto es válido para toda la planta, serán de acero inoxidable, acabado sanitario, al igual que los accesorios como las bombas, conexiones, etc.

Las instalaciones eléctricas serán a prueba de agua. Asimismo, los tableros de distribución o mando tendrán resistencias para evitar la condensación de la humedad del aire frío (7°C).

d) Bodegas de Reposo:

Los tanques son cilíndrico-horizontales de ace

ro inoxidable con capacidad para 2 cocimientos, esto es 600 hl. No tienen choqueta (se trata de un proceso estandar de fabricación de cerveza) puesto que todo el sector es mantenido a temperatura baja de 0°C.

El resto de instalaciones es similar a las de la Fermentación, excepto en las estructuras para colgar los tanques, si se ubican en 2 niveles. Es práctica usual colgar los tanques con fajas para absorber mejor las variaciones. Sin embargo deberán estar calzados para evitar un martilleo en el caso de sismos de regular intensidad.

e) Filtración:

En este sector sólo se encuentran el Filtro de Cerveza y el Enfriador. Ambos equipos son bastante sofisticados y son suministrados por un proveedor extranjero.

Es usual que los tanques de gobierno estén muy cerca y son de similar capacidad a los de reposo.

Asímismo, en esta área se encuentran las bombas de cerveza que la llevan desde este sector al embotellamiento. (llenadoras).

f) Embotellamiento:

En este sector sólo son susceptibles de diseño, a nuestro nivel los transportadores de cajas y botellas, instalaciones eléctricas y servicios

en general. Todos los demás equipos son suministrados por los diferentes proveedores de maquinaria desde diversas partes del mundo.

Para los transportadores, ya hay compañías especializadas en nuestro medio y sólo es necesario especificarles el tamaño de botellas y cajas y la capacidad en unidades por hora.

Las instalaciones eléctricas serán a prueba de agua y tanto éstas como los demás servicios se sujetarán en capacidad y ubicación a lo solicitado por los proveedores del equipo.

Habiéndose decidido que sólo se debe embotellar en un turno, deberá embotellarse 100,000 lts. de cerveza en 8 horas. Si asumimos que la botella a ser usada es la tradicional botella de cerveza peruana, cuya capacidad es de 620 cc, esto nos dará:

$$\frac{100,000 \text{ lt/día}}{0.62} = 161,290 \text{ botellas}$$

Si se usan cajas de 12 botellas cada una:

$$\frac{161,290}{12} = 13,440 \frac{\text{cajas}}{\text{día}}$$

y la capacidad de los transportadores de cajas será:

$$\frac{13,440}{8} = 1,680 \text{ cajas/hora}$$

pero como debe haber un margen para evitar acumulaciones, ésto daría:

$$2,000 \frac{\text{cajas}}{\text{hora}}$$

En el caso de botellas, la línea de embotellamiento de por sí tiene, si trabajara al 100% de eficiencia, una capacidad dada por las llenadoras, máquinas que son las de menor capacidad individual.

Esta capacidad es de 240 botellas por minuto (tamaño estándar en llenadoras de baja velocidad). Luego tendríamos:

$$240 \frac{\text{bot}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ caja}}{12 \text{ bot}} = 1,200 \frac{\text{cajas}}{\text{hora}}$$

Con 1,200 $\frac{\text{cajas}}{\text{hora}}$ no cubrimos los 1000 hl que hay que embotellar, luego debemos tener 2 llenadoras y asumiendo que trabajan a una eficiencia del 80%, tendremos

$$1200 \times 2 \times 0.8 = 1,920 \frac{\text{caj}}{\text{hora}} \quad 2,000$$

Sin embargo, la desembacadora y la encajonadora son más rápidas. Por tanto, es necesario subir aún más la velocidad de los transportadores de cajas en un 25%, digamos 2,500 cajas/hora. Esta velocidad cubre las necesidades. Sabiendo la dimensión de la caja y el peso se puede fácilmente estimar entonces la velocidad de la faja y la potencia requerida.

g) Planta de Fuerza:

El dimensionamiento y cantidad de equipos requeridos, es definitivamente una función de los requerimientos de los diferentes sectores en su demanda de servicios. Esto lo veremos más adelante.

Equipos necesarios:

- Generadores de Energía Eléctrica: si el suministro externo no está disponible o puede ser irregular. De todas maneras será necesario un generador en stand-by para mantener, como mínimo, las necesidades de refrigeración de la cerveza que está en Fermentación y Reposo, pues de otro modo puede sufrir graves daños.
- Compresores de Aire: mínimo 2, para tener siempre uno en stand-by. Mejor es 3, dos funcionando. Cuando baja el consumo, se deja sólo uno.
- Compresores de NH₃: igual razonamiento que para los compresores de aire.
- Calderos: igual razonamiento que para los compresores de aire. Sólo podría haber una variación sustantiva en caso de que el Embotellamiento se haga en un horario diferente al de Cocimiento y de esta forma bajar las máximas demandas en forma considerable.
- Planta de Tratamiento de CO₂: es un "paquete" completo, con capacidad de recuperar, lavar,

secar, deodorizar y licuar el anhídrido carbónico proveniente de los fermentadores, para enviarlo después al carbonatador.

- Pozos y Bombas de Agua: Esto forma parte del sistema completo, el cual incluye como mínimo y por seguridad dos pozos, con capacidad, cada uno, para toda la producción, un tanque elevado y las tuberías troncales. Normalmente bien apartados y separados entre sí. El tanque debe tener una altura de 30 mt. para garantizar una presión mínima de 35 psi en el punto más lejano del sistema. Para los 1,000 hl/día de cerveza cada pozo debe dar, durante las 12 horas:

$$\frac{1000 \text{ hl}}{12 \text{ hr}} \times \frac{12 \text{ hl de agua}}{\text{hl de cerveza}} = 1000 \frac{\text{hl}}{\text{hr}} =$$

$$= 100,000 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} = 30 \text{ lts/seg}$$

- Pero como esto no da margen de reserva, debe aumentarse en 100%, o sea:

$$60 \text{ lts/seg agua/pozo}$$

- Tanques de Petróleo: por razones económicas debe usarse petróleo Bunker # 5 para los Calderos. Alternativamente se podrá usar Bunker # 6 y los tanques y la red tendrán sistemas de calentamiento por vapor que permitan la fácil circulación de este petróleo que es de por sí muy denso.

El petróleo Diesel # 2 se usará para el arranque de calderos, motores diesel de los generadores y vehículos petroleros.

- Sistema Eléctrico: es usual en nuestro país la tensión de 220 voltios para red de alumbrado y fuerza monofásica. Para los sistemas de mando a distancia debe emplearse 110 voltios, por su bajo peligro. Puede escogerse entonces como tensiones las siguientes:

- . Generadores: 440 ó 380 V.
- . Alumbrado: 220 V.
- . Controles: 110 V.
- . Alta Tensión: 10,000 V.

Si la distancia a los pozos de agua fuera de 200 mt. o más, conviene hacer un cálculo económico para ver la justificación de instalar celdas de elevación y transformación de voltaje de 440 ó 380 a 10,000 V. en lugar del costoso cable en baja tensión.

Es preferible escoger la generación trifásica en 440 V., pues la mayoría de motores eléctricos están bobinados de fábrica para esta tensión. La otra tensión de 380 V. permite un ahorro en cable, por usar el neutro del triángulo para 220 V., pero si consideramos que las cargas de alumbrado no son tan elevadas, el uso y costo de transformadores puede justificarse por el ahorro en otros conceptos.

- Tratamiento de Desagües: esta zona no tiene equipos electromecánicos que valga la pena considerar.

h) Talleres de Maestranza y Mantenimiento:

Todos los equipos necesarios aquí son máquinas herramientas que serán compradas, según el criterio o necesidad.

i) Almacenes de Repuestos:

Las estructuras metálicas de los anaqueles o estantes son convencionales.

2.3.- Consumos de Energía o Demandas de Servicios de las Máquinas y Equipos Principales:

Una vez decidido el tamaño de la cervecería, es indispensable precisar los equipos necesarios a ser comprados, y así poder solicitar a los proveedores toda la información, mientras se fabrican y envían éstos.

La información requerida debe ser la siguiente:

(modelo)

Proveedor:

Equipo o Máquina:

Sector de Instalación:

Planos de dimensiones:

Planos de cimentación:

Planos de montaje:

Catálogos:

Servicios:

Electricidad: Potencia (Kw)

Nº de Motores

Aire: Presión (PSi)
 Agua: Presiones mínimo
 y máximo (PSi)
 Caída de presión (PSi)
 Temperatura entrada
 y salida (°C)
 Demanda (m³/hr)
 Vapor: Presión (PSi)
 Demanda (lbs/hr)
 Refrigeración: Fluído
 Temperatura entrada (°C)
 Presión entrada (PSi)
 Demanda (BTU/hr)
 Otros: Gráficos diarios de las demandas
 de los equipos (curva de máximo
 demanda) en 24 hrs.
 Desagues: Máximo flujo (m³/hr)

Con esta información se podrá acometer el diseño de todas las redes hasta el punto final de suministro en cada sector. Estos datos son indispensables y deben estar disponibles antes de empezar el diseño.

Sin embargo, para efectos de dimensionamiento general de la planta, existe información proveniente de un estudio estadístico de 41 cervecerías de diferentes partes del mundo, con lo cual se puede decidir con un margen de error muy pequeño, el tamaño de los equipos de generación de servicios y las redes troncales principales. Este estudio fue llevado a cabo por la compañía Schwarz Services International

Limited. A continuación un resumen de la información, la cual está dada mediante ratios comparativos de demanda y hectólitros de cerveza producidos.

- Vapor: 142 - 694 $\frac{\text{lbs vapor}}{\text{hl cerveza}}$

En nuestro caso debe tomarse el promedio, es decir 418 $\frac{\text{lbs v.}}{\text{hl c.}}$ debido a que no hay turbinas o secadores de granos que empleen vapor. No estamos en el lado bajo, pues al trabajar sólo dos turnos en el cocimiento, hay arranques y paradas, al igual que embotellamiento, lo cual son pérdidas regulares.

En el caso de producir, en lugar de 4 cocimientos por día, 9 cocimientos, es decir durante las 24 horas, sin parar, el consumo disminuiría en un 40%, o sea que se necesitaría:

$$0.6 \times 418 = 251 \frac{\text{lbs vap.}}{\text{hl}}$$

En nuestro caso que producimos 1000 hl en 12 horas, tendríamos que la capacidad requerida por el caldero sería de:

$$418 \times \frac{1000}{12} = 35,000 \frac{\text{lbs vap.}}{\text{hr}}$$

Este debe ser el tamaño de los calderos en operación. Se podría comprar 3 calderos de 20,000 lbs/hr c/u, manteniendo uno en stand-by.

- Refrigeración:

En la planta materia de nuestro diseño, se ha escogido el uso de sistemas directos e indirectos de refrigeración.

Se denomina sistema directo, el uso del refrigerante, en nuestro caso amoníaco, para el enfriamiento por expansión en todos los sistemas, o enfriadores o intercambiadores, excepto para el enfriamiento del mosto. Se denomina sistema indirecto, cuando el enfriamiento es en cascada, esto es el amoníaco enfría otro líquido refrigerante, tal como salmuera o etanol. El uso de etanol se ha extendido notablemente durante los últimos años.

Fundamentalmente, la diferencia entre ambos sistemas radica en temperatura de succión del compresor. En sistemas directos la temperatura de succión es de 15 a 20°F, mientras que en sistemas indirectos se necesita una temperatura más baja, usualmente de 0 a 5°F. Estas diferentes temperaturas hacen variar notablemente el comportamiento y potencia absorbida por los motores de los compresores.

Aproximadamente, desde un 25 a un 50% del total de la potencia instalada de la planta puede ser utilizada sólo por los compresores de amoníaco. El enfriamiento del mosto y la atemperación de la fermentación consumen un total de 50 a 60% de la capacidad instalada de enfriamiento.

El enfriamiento de mosto es hecho con agua helada a $1\ 1/2^{\circ}\text{C}$, la cual es almacenada en un tanque aislado, usualmente poliuretano expandido. El enfriamiento del agua se hace en un enfriador que usa amoníaco líquido como refrigerante. Este sistema ha sido adoptado por el 95% de las cervecerías. De esta forma para enfriar el mosto de un cocimiento (1) requerimos aproximadamente 86 ton. de refrigeración ó 261,000 Kcal/hr.

Entonces, el consumo o demanda de refrigeración será:

$$261,000 \times \frac{1}{0.5} = 522,000 \text{ Kcal/hr}$$

L) de 300 hl.

Agua:

Las cervecerías con los mejores procesos, sistemas automáticos de limpieza, recuperación y tratamiento de desagues, etc., han logrado tener coeficientes de 6 hl agua/hl de cerveza y este valor se considera excelente.

En cervecerías medianas el rango de uso es de 9 a 10 hl ag/hl de cerveza y en plantas pequeñas, puede subir hasta 15. Para efectos de nuestro estudio, un valor razonable y seguro es de 12 hl agua/hl cerveza.

Esto nos dio según vimos anteriormente, una necesidad de tener 2 pozos de 60 lts/seg c/u, para

operar uno solo a la vez y tener capacidad de reserva.

La distribución de usos del agua por sectores es como sigue:

. Cocimiento	35%
. Embotellamiento	41%
. Servicios y otros	24%
	<hr/>
TOTAL:	100%

Esta distribución permite el dimensionamiento de las troncales que van a cada uno de los sectores involucrados.

- Electricidad:

El uso de la energía eléctrica es comparativamente menor o más barato, mientras aumenta la producción.

El consumo específico de electricidad dependerá básicamente de lo siguiente:

- 1) Si los compresores de amoníaco son movidos por turbinas de vapor o por motores diesel.
- 2) Si la ubicación de la planta está en lugares muy fríos o muy calientes, lo cual disminuye o aumenta las necesidades de refrigeración del mosto en la fermentación y en las bodegas de reposo.
- 3) Si el enfriamiento de mosto es hecho en forma continua, sin parar.
- 4) El uso de sistemas directos en los equipos de refrigeración.

Sin embargo, algunos datos estadísticos pueden ser mostrados.

- a) El cociente de la potencia total instalada en HP vs HL de cerveza varía desde 0.5 hasta 2.20.
- b) La máxima demanda puede variar de 0.3 a 0.8.
- c) A través de un año, el promedio observado de consumo es de 14 Kwh/hl cerveza. De acuerdo a esta información el consumo diario de electricidad sería:

$$14 \times 1000 = 14,000 \text{ Kwh}$$

y la potencia requerida sería:

$$\frac{14,000}{24 \text{ hrs}} = 583.33 \text{ Kw.}$$

Afectando por el coeficiente de máxima demanda:

$$583.33 \times 1.8 = 1,050 \text{ Kw.}$$

De acuerdo a esto, se debería tener tres generadores de más o menos 500 Kw c/u trabajando 2 en paralelo.

2.4.- Disposición de la Planta y Ubicación de Máquinas:

Adjunto se encuentra un plano en el que se puede apreciar maquinaria y equipo en las diferentes áreas.

Pertenece ya a un proyecto ejecutado, el cual va de acuerdo a los lineamientos y criterios técnicos que en este pequeño trabajo monográfico se establece.

2.5. - Plantas para el desarrollo del Proyecto:

1) Definición y Proyección del Mercado:

Deberá haber un estudio de mercado sobre la futura demanda de cerveza, por tipos, incluyéndose la variación estacional, para los 5 años siguientes.

2) Factibilidad económico - financiera y rentabilidad:

A través de este estudio se determinará los tiempos máximos de ejecución, programa de gastos y financiamiento, presupuesto general de diseño, montaje y puesta en marcha.

3) Captación de Recursos:

Base fundamental para el inicio del proyecto.

4) Selección y Compra de Equipos para el tamaño de la cervecería:

Esto es fundamental, pues sólo conociendo los equipos, dimensiones, cantidad, etc., se puede llegar a conocer los requerimientos o necesidades de servicios.

5) Diseño de la Planta:

Deberá comprender un ante-proyecto, proyecto final e Ingeniería de Detalle. Doy especial énfasis a este último punto, pues ha sido usual que los diseños arquitectónicos, estructurales o civiles, y sanitarios, estén bien desarrollados con un grado de detalle muy superior al utilizado en las instalaciones electromecánicas.

No basta que haya diagramas o planos completos de las redes en escalas 1/100 o 1/500 a veces. Es necesario que en todos los ambientes haya cortes, elevaciones y desarrollos muy claros en escala 1/10 ó 1/20, en los cuales se aprecie claramente todas las tuberías, anclajes, estructuras, bombas, tableros eléctricos, etc. Esto permitirá una mayor presión en los metrados, disminuyendo el costo inútil de la sobre estimación y el desperdicio, conducirá a un montaje más rápido y económico. El mayor costo de la ingeniería de detalle es cubierto íntegramente por los ahorros antes citados y ésta debe formar parte de la exigencia de todo Ingeniero Mecánico-Electricista en el análisis, evaluación y aprobación de un proyecto.

Todos los planos deben ser hechos por un solo grupo de personas, bajo el mando de un Encargado o Jefe de Proyecto, quien deberá tener poder de decisión amplio para poder avanzar con rapidez. Debe evitarse que las compañías contratistas hagan los diseños finales, concordados y dibujados nuevamente para la adecuada uniformidad del Proyecto.

El proyecto debe considerar a su costo, un inspector-dibujante para la obra, quien hará las correcciones, concordancias y adecuaciones que fuesen necesarias. Todo tiempo libre, será de supervisión.

La obra no deberá empezar antes de que todo el proyecto esté listo. Aún cuando éste es potes

tad del dueño o propietarios de la planta, esta sugerencia debe ser tomada en cuenta.

3. INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS Y SERVICIOS

Genéricamente se describirá a continuación, criterios generales para el diseño de instalaciones y tuberías de servicios.

3.1.1.- Estructuras:

Todas serán de Plancha de Hierro, arenadas y pintadas según los códigos propios de la empresa. Para el caso de estructuras que son tijerales, debe haber un sobredimensionado de un 20%. La industria cervecera ha crecido y crece muy rápido y lo que no está considerado en el proyecto, será hecho con toda seguridad. La pintura debe ser epóxica, salvo se especifique lo contrario. Esto dará mucho más vida a las estructuras.

3.1.2.- Tanques:

Son de inoxidable y acabado sanitario para cerveza y de hierro para los demás usos. No trabajan como recipientes a presión y en el caso de tanques cerrados, estarán provistos de válvulas de alivio de doble acción, pues abren por sobrepresión y vacío. El único tanque a presión es el de CO₂ líquido (250 PSI).

3.1.3.- Tuberías:

Las de cerveza son de acero inoxidable y serán unidas por conexiones sanitarias y/o soldadas con argón

(acabado liso del cordón).

Las de fierro son todas de baja presión, excepto las de CO₂. Estarán hechas de tubo de fierro negro, sch. 40 o de fierro galvanizado.

Las tuberías para cerveza, tendrán todas pendiente de 1% para que haya drenaje y nunca se queden llenas de líquido. Allí donde haya conexiones, serán de fácil armado y desarmado para la limpieza.

Los soportes de todas las tuberías que estén al alcance de las personas, aún usando escaleras, deben ser robustos. Nuestro personal no es precisamente el más cuidadoso.

Todas las tuberías que no sean de acero inoxidable deben ser pintadas con pintura epóxica. Los ambientes de la cervecería son muy húmedos y tienden a corroerlo todo.

Mediante un adecuado diseño de ingeniería de detalle debe lograrse que todas las tuberías estén o en canaletas bajo el piso o a una altura mínima de 2.20 m. Esto no es aplicable a las tuberías de cerveza, por la necesidad de limpieza permanente y disposición de equipos.

Todas las válvulas estarán al alcance de la mano y serán embridadas, para fácil desmontaje y mantenimiento. Se dispondrá el mínimo de válvulas necesario para la independización de sistemas en stand-by.

3.1.4.- Transportadores de Botellas:

Serán de plancha doblada de fierro o inoxidable (si el cliente así lo prefiere). Tendrán una banda plástica de deslizamiento para el deslizamiento de las tablillas de acero inoxidable. También tendrán bandejas en el retorno, con rodillos para evitar la fricción y jaboneras para el lubricante de cadenas. Las barandas serán de acero inoxidable, con soportes regulables para subir o bajar las barandas y para aumentar o disminuir el ancho.

Los motores eléctricos, tuberías eléctricas y otros servicios, estarán ubicados por encima, nunca por debajo. Si hubiera motores hidráulicos, debe tratar de cumplirse con esta norma.

3.1.5.- Transportadores de Cajas:

Serán hechos con perfiles "U". Los rodillos libres o locos serán de tubo de PVC recortado a la medida con rodamientos plásticos de resina acetal (Delrin). Los rodillos extremos estarán montados sobre chumaceras de plato, con pernos reguladores para ajuste de tensión de la faja. Dependiendo de la disponibilidad, también se podrá fabricar los perfiles con plancha doblada de fierro de 1/8".

3.1.6.- Puentes Gufa:

Uno de ellos y el indispensable está en la Sala de Máquinas y debe tener una capacidad de 10 ton.

El winche para subir o bajar debe ser eléctrico, pero el movimiento longitudinal y transversal deben ser manuales.

Otro winche se necesita en el taller de reparaciones y mantenimiento electromecánico, para poder colocar cualquier pieza a ser reparada en el lugar necesario, sea máquina-herramienta, banco de trabajo o camión. Este winche debe tener capacidad para 2 toneladas.

3.2.- Servicios

3.2.1.- Agua:

Según las necesidades de cada máquina o equipo se hará la instalación adecuada en ubicación y diámetro. Además debe preverse instalaciones adicionales para la red contra incendio y sistemas de limpieza. No instalar grifos cerca de tableros eléctricos o viceversa.

3.2.2.- Agua tratada para Elaboración:

Esta agua es agua caliente, y por tanto debe instalarse a suficiente distancia y altura para que no ofrezca un peligro. La pintura debe ser especial de preferencia y no necesita aislarse, pues siempre hay excedente.

3.2.3.- Agua helada:

Esta agua proviene del enfriador de agua y sirve sólo para el enfriamiento de mosto y/o para el Laboratorio (en muy pequeña cantidad). Para evitar la condensación ex-

terior, esta tubería debe aislarse.

3.2.4.- Aire comprimido:

Debido a la gran cantidad de equipos que usan aire comprimido, será conveniente el uso de mangueras en los tramos finales.

La presión de operación de 90 PSI pero en la mayor parte de equipos se requerirá presiones menores por lo que habrá que colocar reductores de presión.

3.2.5.- Vapor:

Esta red sólo va a los tanques de agua caliente, al Cocimiento, a los tanques de Petróleo Bunker y al Embotellamiento (máquinas lavadoras y pasteurizador).

Se seguirá con las normas y códigos vigentes de montaje en lo referente a soldaduras, juntas de expansión, estaciones reductoras de presión, apoyos deslizantes, etc. Estará aislada y para prevenir deterioro exterior, es preferible usar media-cañas de asbesto-cemento recubiertas por forro de fibra de vidrio (mucho más resistente) o latón. Cerca de todas las válvulas habrá espacio suficiente para un fácil y rápido desmontaje.

3.2.6.- Electricidad:

El desarrollo de todas las tuberías será armónico a fin de evitar cruces o curvas innecesarias. En los ambientes secos será preferible el uso de canaletas metálicas al tubo con-

duit, el cual sólo será empleado para las acometidas finales. En lugares húmedos todas las tuberías, artefactos, tableros, tomacorrientes, serán a prueba de agua y siempre visibles, nunca empotrados y menos en el piso.

Los tableros eléctricos cumplirán con las normas del C.E.N. y estarán convenientemente ubicados (fácil acceso, ubicación segura o libre de accidentes o golpes).

3.2.7. Amoniaco:

Esta red estará diseñada por el proveedor de los equipos de refrigeración y verificada por los encargados del diseño. Esto es práctica común en la industria cervecera, pues todos los compresores de amoníaco, bombas, controles, enfriadores, evaporadores, etc., son provistos como un "paquete".

Mención especial merece la soldadura, que por razones de seguridad debe ser probada por rayos X. El aislamiento será de poliuretano forrado con fibra de vidrio, debiendo ser hermético pues cualquier fisura, permite el paso de la humedad, lo cual destruye el trabajo. Los soportes de la tubería son de madera, sujetos en marcos de fierro para evitar la transferencia de frío al soporte y que luego éste se corra por oxidación.

3.2.8.- Anhidrido Carbónico:

De cada uno de los fermentadores se saca una conexión, con manguera a una troncal, para conectar manualmente cada vez que se desea recuperar CO_2 de cada fermentador, lo cual ocurre aproximadamente a las 36 horas de haber sido llenado.

Estas tuberías hasta el tanque lavador de gas, son de baja presión, debiendo diseñarse conexiones robustas y seguras, pues es muy frecuente la pérdida de gas.

La planta de tratamiento de CO_2 (lavado, secado, deodorizado y licuefacción) es también un "paquete", completo y debe ser suministrada por un solo proveedor.

Cuidado especial deberá tenerse con las tuberías y el tanque de CO_2 líquido, incluyéndose las válvulas de seguridad.

3.2.9.- Soda Cáustica y Desinfectantes:

La soda cáustica sirve en la planta como agente limpiador. Se le usa en el área de Elaboración para el lavado de tanques y tuberías por recirculación. En Embotellamiento es usada en los tanques de la o las lavadoras para limpiar las botellas.

Los volúmenes de soda son tan considerables que es necesario su recuperación y deberá diseñarse una planta completa de tratamiento y recuperación de soda. Esta debe reunir los siguientes requisitos:

- 1) Debe poderse descargar todos los tanques de una lavadora en no más de 1/2 hora.
- 2) Debe poderse bombear o recargar a la misma velocidad de descarga.
- 3) Habrá un hidrociclón para sedimentar los restos de etiquetas (pulpa de papel) y vidrio molido.
- 4) Tendrá tanques de reserva, para mantener siempre un stock de soda limpia.
- 5) Habrá un tanque de soda al 50%, el cual recibirá la soda líquida. Si hubiera soda en escamas debe hacerse un tanquecito disolutor.
- 6) Siempre habrá grifos y/o duchas de agua, por seguridad, cerca de los sistemas de manipuleo, válvulas, etc.

En el caso de desinfectantes, en cada área habrá un tanque de acuerdo a las necesidades, con un sistema de bombeo y recirculación automáticos, el cual se conecta con las tuberías de cerveza existentes.

4.- MONTAJE

4.1.- Introducción:

Ha de ser un aporte vertir aquí algunos conceptos básicos y experiencias sobre cómo encarar la problemática del montaje de una cervecería. A continuación algunos de ellos.

- a) Empezar SOLO DESPUES de tener todos los planos de Ingeniería de detalle.
- b) Lograr que haya siempre un representante de la empresa, con autorización para decidir y designar un Supervisor de Montaje.
- c) Encargar todo el montaje electromecánico a una sola compañía con las observaciones referentes a los montajes de los "paquetes" o máquinas para los cuales habrán montadores contratados y enviados por el propio proveedor.
- d) Coordinar extremadamente con la Supervisión de Obra Civil. El supervisor general de montaje tendrá esta atribución.
- e) Tener la información total de equipos, máquinas, sistemas, planos, contratos, pagos, embarques, compras, almacén, etc.

4.2.- Programación de Avance de Obra de los Diferentes Grupos de Montaje:

Si todo el montaje es hecho por una sola compañía, de experiencia, lógicamente ésta hará la programación, la cual estará de acuerdo a los plazos estipulados contractuales.

Si así no fuera y hay que tratar con muchos contratistas, se recomienda hacerles llegar pautas y normas generales sobre coordinaciones, encargados, fechas, plazos, etc.

El montaje debe tomar de 6-8 meses en total. Por tanto se hará una revisión mensual del grado de

avance para establecer acciones correctivas.

Dos factores fundamentales hay que cuidar:

- A. Calidad y correcta ejecución del trabajo.
- B. Plazos de entrega parciales y total.

4.3.- Facilidades:

- a) Oficinas para la supervisión general de montaje, supervisión civil y personal de la empresa, incluyendo al dibujante.
- b) Comedores
- c) Vestuarios y Baños
- d) Sistema de Comunicación radial telefónica, telex, etc.
- e) Movilidad interna (bicicletas) y externa (camionetas).
- f) Almacenes para cada compañía contratista .
- g) Almacén General de la planta operativa.
- h) Taller de Máquinas Herramientas, operativo.
- i) Energía Eléctrica y agua disponible. Alumbrado provisional de buena ejecución.
- j). Juegos completos de herramientas para los montadores extranjeros.
- k) Sistemas o Personal de Vigilancia y de Seguridad Industrial, incluyendo posta médica de primeros auxilios.
- l) Lugar de recreación, cancha de futbol.
- m) Expendio de artículos de bodega, bebidas, etc.

4.4.- Transporte, Ubicación Final y Montaje:

De acuerdo a la programación de la obra civil, primero debe hacerse todas las vistas de la planta, incluyendo veredas. Esto permitirá un fácil acceso y transporte de maquinaria y equipo, desde el almacén general, hasta su ubicación final.

La maquinaria debe ser transportada en sus cajones originales, hasta el sitio más cercano a ubicación final, operación a ser realizada por camiones grúa.

El montaje final, el cual incluye el armado, es realizado por los montadores de los proveedores.

Para el caso de tanques, estructuras metálicas, soportes, tuberías, tableros eléctricos, motores, bombas, etc. se procederá siempre de mayor a menor, es decir primero lo más grande. Se procurará evitar que por lograr un adecuado montaje en grupo, perjudique al siguiente.

4.5.- Interconexión de Servicios:

Una vez ubicados todos los equipos grandes y los que le siguen en tamaño, se procederá al tendido de las redes, partiendo siempre desde los tramos de mayor diámetro hacia los de menor diámetro. El tendido de soportes puede hacerse en cualquier sentido, si la Ingeniería de Detalle ha sido bien desarrollada.

Una vez colocadas todas las tuberías, serán éstas soldadas, embridadas, roscadas, se procederá al empalme final, a cada equipo para la prueba hidrog

tática. Una vez hecho esto, si fuera necesario y tanto el equipo generador (aire, agua) como el equipo receptor lo permitiera, se podría ya dar ese servicio.

Particularmente, la red de instalaciones eléctricas y la de agua son las primeras que deben terminarse.

5.- PUESTA EN MARCHA

5.1.- Pruebas Preliminares:

Cada montador podrá decir cuando está listo para la prueba de su equipo, sea el que montó el equipo de pailas de Cocimiento o los filtros de Cerveza, o cualquier otro.

Para las pruebas preliminares, es indispensable, que todos los servicios que debe dar Planta de Fuerza estén operativos. Es decir debe haber Agua, Electricidad, Aire Comprimido y Vapor. Deberá tenerse especial cuidado con los sistemas de seguridad, válvulas de alivio, etc.

Durante la prueba deberá estar presente el futuro personal de mantenimiento, tanto Ingenieros como operarios.

Una prueba preliminar consistiría por ejemplo, en el molino de malta. Debe haber servicio de electricidad, aire y malta por supuesto. El especialista calibrará el equipo para obtener el tanto por ciento de molienda adecuado. Asimismo, se tomará el amperaje al motor, se ali

nearán fajas y se dejará trabajando por un rato para observación.

En el caso de los elevadores de cangilones, el trabajo es algo más delicado, pues hay que observar muy bien el centrado de la faja y hacer los ajustes necesarios. Igualmente debe tenerse sumo cuidado en la abertura de las compuertas y la velocidad de descarga, tanto como observarse bien el estado general del grano, pues podría desmenuzarse o partirse.

5.2.- Ajuste para prueba de Rendimientos Individuales de todos los equipos:

Toda la maquinaria y equipo está encargada o cumple una misión o fin específico. Esto debe medirse como la capacidad del equipo de ejecutar la misión en determinado tiempo.

En la industria cervecera en particular, los procesos están muy ligados a tiempos precisos y es necesario por tanto estar seguros del rendimiento de los equipos.

Si son tanques de agua caliente, debe medirse la capacidad del serpentín en °C/min para calentar el agua. Si son los elevadores (1), una vez hechos los ajustes, debe medirse cuantas ton/hr mueve cada tipo de grano y bajo qué condiciones de carga o consumo eléctrico. En el caso de las Pailas de Cocimiento, debe determinarse el consumo de vapor

(1) de cangilones

de cada paila, operando por sí sola y medirse la elevación de temperatura en °C/min.

A cada una de las bombas principales o de mayor dimensión debe tomársele amperaje, constatar lo contra su curva y obtener los galones/minuto que efectivamente bombea.

En el caso específico de Planta de Fuerza, debe determinarse el consumo específico de combustible de todos los motores diesel, la potencia absorbida por los compresores de aire y NH₃ y los consumos de petróleo y vapor en los calderos.

En el Embotellamiento, el rendimiento de todos los equipos está determinado por la cantidad de BPM (botellas/min) o CPM (cajas/min). Es así como para el caso de la línea de embotellamiento que nos ocupa la máquina lavadora, deberá dar un 10% más que las dos llenadoras, esto es: $2 \times 240 \times 1.1 = 528$ bpm. Esto es fácilmente medible. Y en igual forma se procede con los demás equipos.

Toda esta información será cuidadosamente anotada y comparada con los datos y/o especificaciones del proyecto o de los proveedores. Cualquier desviación sustantiva será analizada y/o reclamada.

5.3.- Arranque de los Equipos por Sectores y Análisis de Funcionamiento:

Este trabajo es casi una consecuencia de las pruebas individuales y viene a ser una prueba en

"vacío" de la Fábrica. En el caso particular del Cocimiento, se harán cocimientos con grano deteriorado (siempre es posible conseguir) y se pasarán, sin importar mucho el tiempo (la primera vez) por todos los equipos. Se revisarán conexiones, empaquetaduras, motores, fajas, etc., mientras dure la prueba. De esta forma se "limpia" todo el sistema.

En el caso de Embotellamiento la prueba general debe efectuarse durante bastantes días para hacer todos los ajustes necesarios. Como al arrancar la fábrica, pasará un mes (8 días de Fermentación y 21 días de Reposo) antes de que llegue la cerveza, este mes, suponiendo que el montaje haya terminado a la vez, será dedicado a pruebas y adiestramiento del personal.

5.4.- Puesta en Marcha:

Habiéndose probado extensivamente toda la planta por sectores, incluso el frío en las salas de Fermentación y Reposo, el arranque no tendrá dificultad y lo que es más, NO se arriesgará la calidad del producto, máxime si se trata de una nueva marca o nuevo tipo de cerveza, etc. Estarán presentes todo el personal estable de la empresa encargada de la producción, los montadores y ejecutores de montaje:

Habiéndose cumplido las pautas de las pruebas previas citadas anteriormente, no habrá problemas serios realmente. Lo que se presente deberá ser re-

suelto directamente por el propio personal de la cervecería.

6.- RECOMENDACIONES

6.1.- Operación de Máquinas, Selección y Adiestramiento del Personal Técnico:

Los operadores de todas las máquinas deberán ser contratados antes del inicio de las primeras pruebas y estarán al lado de cada máquina o equipo en forma permanente.

El adiestramiento de este personal así como el del personal técnico encargado deberá correr por cuenta de los montadores de los equipos o máquinas que conocen ampliamente, debiendo destinarse tiempo especial a este fin. Debe entrenarse más o mayor cantidad de personas que la requerida, pues es usual tener que prescindir de alguien por no ser capaz.

La selección del personal técnico deberá ser hecha por gente especializada con mucha anticipación, y ésto es sumamente importante. Particularmente, debe verse que los equipos de la Planta de Fuerza operarán desde mucho antes de la puesta en marcha y ésto lo debe hacer personal de la empresa y no de los contratistas de montaje.

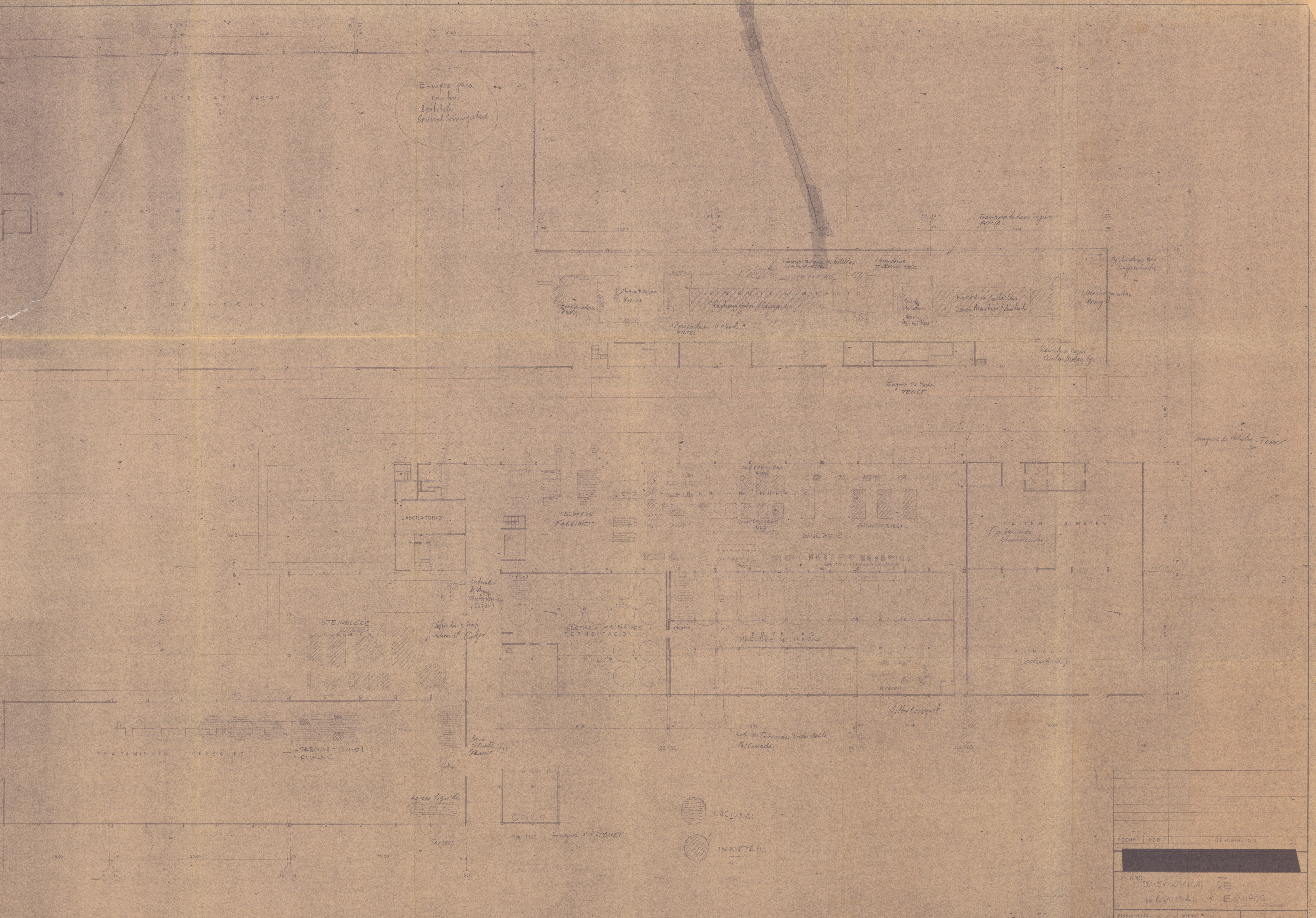
6.2.- Mantenimiento y Repuestos:

Mucho se ha escrito sobre mantenimiento, pero lo que aquí se aconseja es:

- 1) Organizarlo desde que empieza el montaje.
- 2) Conseguir todos los catálogos de todos los equipos, máquinas, sistemas, hasta de los más pequeños y preparar manuales de instrucción.
- 3) Comprar todos los equipos de mantenimiento y de taller tan pronto sea posible.
- 4) Encargarse del mantenimiento, tan pronto los equipos empiecen las pruebas preliminares.

En lo referente a repuestos, al abrir los cajones de la maquinaria, debe inventariarse todos los repuestos, darles clave y ubicarlos inmediatamente en sus anaqueles. Este almacén debe quedar sólo para uso de los montadores extranjeros. Durante el montaje, se podrá hacer las nuevas listas de repuestos, compararlas con lo existente y solicitar tan rápido como se pueda lo necesario.

Con la puesta en marcha de la Planta, se tomará el nuevo inventario.



Equipos para
caja tri
- Botiles
General Comigated

Tanques de Cajas
FEMIL

Tanques de Botiles - TOMET

FECHA	POR	DESCRIPCION
PLANO: DISPOSICION DE MAQUINAS Y EQUIPOS		
ESCALA 1:200	DISEÑO	
FECHA	REVISADO	
DIBUJO	APROBADO	