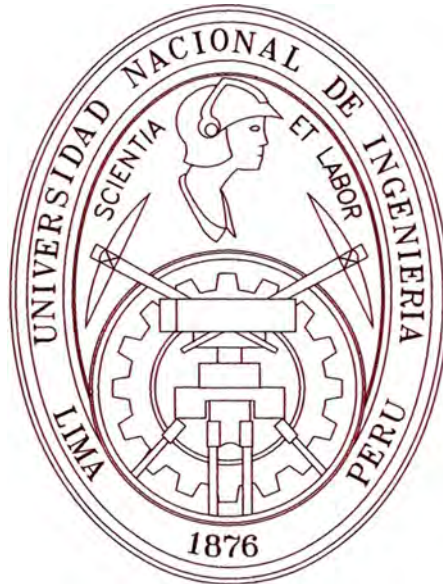


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
ESTERILIZACIÓN TÉRMICO CONTINUO DE
ANTIESPUMANTE AL 1% EN UNA PLANTA
INDUSTRIAL**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:
FERNANDO RUBEN GARCÍA HUISA**

**PROMOCIÓN
2000 - I**

**LIMA – PERÚ
2006**

Dedicado a mi señora madre Ana Maria la que formó ante todas las adversidades y circunstancias el sendero de mi vida y a mi querida esposa Jossy, por su amor y su estímulo, ángel y luz en mi camino.

INDICE

PROLOGO	01
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	04
1.1. Objetivo	04
1.2. Descripción General del Proceso Productivo en Ajinomoto del Perú S.A.	04
1.3. Alcances y Limitaciones	06
CAPÍTULO 2: DIAGNOSTICO ACTUAL DEL SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE ANTIESPUMANTE	08
2.1. Operación del Sistema Actual	08
2.2. Análisis Técnico del Sistema Actual	11
2.2.1. Esterilización	11
2.2.2. Enfriamiento 1era Etapa	13
2.2.3. Enfriamiento 2da Etapa	16
2.2.4. Calentamiento a Condiciones Normales de Operación	18
2.3. Costos de Producción Actual	19
2.4. Problemática del Sistema Actual	20
2.5. Alternativas de Solución Planteadas	21

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS TÉCNICO-ECONOMICO DE**ALTERNATIVAS**

3.1.	Evaluación Técnica de Alternativas	22
3.1.1.	Ampliación del Actual Sistema Tipo Batch	22
3.1.2.	Sistema Térmico Continuo Basado en Intercambiador tipo Tubo Concéntrico	23
3.1.3.	Sistema Térmico Continuo Basado en Intercambiador tipo Tubo y Coraza	35
3.1.4.	Sistema Térmico Continuo Basado en Intercambiador tipo Placas	37
3.2.	Selección de mejor Alternativa	50
3.3.	Análisis de Costos Operativos de Mejor Alternativa	52

CAPÍTULO IV: CALCULO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA TERMICO**CONTINUO PROPUESTO**

		54
4.1.	Tanque de Preparación de Antiespumante Según Norma API 650 y su Sistema de Agitación	54
4.2.	Intercambiador de Calor Compacto tipo Placas	69
4.3.	Torre de Retención a Presión según Norma ASME Sección VIII, División I	74
4.4.	Sistema de Tuberías	78
4.5.	Bomba de Envío de Antiespumante Diluido	79
4.6.	Instalaciones Eléctricas e Instrumentación	84

CAPÍTULO 5: COSTOS DE INVERSIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN

DEL SISTEMA PROPUESTO	88
5.1. Presupuesto de Inversión	88
5.2. Cronograma Base del Proyecto	90
5.3. Memoria Descriptiva del Proceso y Control de Operaciones	92
5.3.1. Objetivo	92
5.3.2. Parámetros de Control	93
5.3.3. Descripción del Proceso	94
5.3.4. Modos de Operación del Sistema	97
5.4. Acta de Entrega del Proyecto	98
CONCLUSIONES	100
BIBLIOGRAFÍA	101
PLANOS	
APENDICES	

PROLOGO

En el presente Informe de Suficiencia que se presenta a consideración del jurado, está basado en el estudio y la ejecución de un cambio de tecnología en la preparación de antiespumante esterilizado, utilizado frecuentemente en el control de las preparaciones en los sistemas de fermentación de la empresa Ajinomoto del Perú S.A.

En ella se hace uso de un número conocido de componentes y equipos industriales usados frecuentemente en las industrias de procesos para realizar operaciones unitarias como por ejemplo: un Tanque de Stock, una bomba centrífuga, un agitador horizontal, dos intercambiadores de calor tipo placas, una torre de retención presurizada entre otros.

El trabajo que consta de cinco capítulos, presenta un procedimiento para una óptima selección de los equipos involucrados, utilizando criterios, conceptos y metodología de cálculo para la definición de las partes y equipos que conforman el Sistema, comprende además la instalación y su puesta en marcha.

En el Capítulo I, se describe el objetivo del presente Informe así como una breve descripción del proceso productivo de la empresa Ajinomoto del Perú S.A., los alcances y limitaciones.

En el Capítulo II, se realiza un diagnóstico general del Actual Sistema de Esterilización de Antiespumante, desde el punto de vista técnico hasta la evaluación de costos de producción; se plantea la problemática actual y sus alternativas de solución

En el Capítulo III, se procede a realizar la evaluación técnico económico de las alternativas planteadas así como la elección de la mejor alternativa.

En el Capítulo IV, se desarrolla todo el cálculo y selección de cada uno de los componentes del Sistema Térmico Continuo propuesto

En el Capítulo V, se presenta de forma resumida los costos de inversión realizados así como la puesta en operación y cierre del proyecto.

Finalmente veremos las conclusiones sobre el trabajo realizado así como una serie de planos e información técnica adjunta que sirve de ilustración al presente informe.

El presente trabajo es fiel testimonio del dominio de algunos temas y conceptos aprendidos como alumno de la facultad y aplicados en la vida

profesional, mi reconocimiento a todos los profesores que han contribuido en mi formación, a mi alma mater, a las personas que me han brindado su apoyo y me han dado la oportunidad de insertarme en el campo de la industria de procesos y así poder contribuir en el desarrollo del país.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

El propósito del presente informe de Suficiencia es presentar una metodología de estudio para el cambio de tecnología en la preparación de antiespumante esterilizado al 1% para procesos de fermentación de la empresa Ajinomoto del Perú S.A. del tipo batch o de lotes al tipo continuo con la consiguiente reducción de costos de producción y mejoras en el proceso de operación; así como la ampliación de la capacidad instalada para responder a futuros incrementos de producción.

1.2 Descripción General del Proceso Productivo en Ajinomoto del Perú S.A.

Ajinomoto del Perú es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de alimentos en general, aditivos, sazónadores y fertilizantes y dentro de su proceso productivo cuenta con casi la totalidad de los procesos unitarios que comúnmente conocemos.

Uno de los principales productos de bandera es el Glutamato Monosódico, un aminoácido resaltador del sabor que proviene principalmente de la fermentación de la caña de azúcar cuyos procesos estrictamente estériles dan como resultado la producción del Ácido Glutámico.

Luego este Ácido Glutámico pasa a una posterior etapa de refinación en el cual son removidos la totalidad de impurezas y la transformación de este ácido en cristales y licores mucho más refinados y puros.

Como etapa final, este licor pasa a una segunda etapa de refinación donde es transformado en tres tipos de cristales (cuyo nombre genérico es Glutamato Monosódico) a través de un proceso de cristalización y separación esterilizado, siendo los más comerciales los del tipo cristal regular cuya venta directa es dirigida al público en general y el de tipo cristal fino dirigido al sector industrial usado como resaltador del sabor de diferentes productos alimenticios.

Uno de los procesos más delicados e importantes para la obtención del Glutamato Monosódico es el proceso de fermentación de la melaza de caña donde se obtiene el ácido glutámico. Todo proceso de fermentación de por sí es muy delicado ya que cualquier alteración en el PH, la temperatura, presión, niveles de oxígeno y contaminación del medio cultivado altera de manera drástica e irreversible las

reacciones biológicas necesarias para la producción de dicho aminoácido, todas estas condiciones son cuidadosamente monitoreadas en un reactor llamado Fermentador.

Producto de la inyección del aire estéril, vital para la oxigenación y crecimiento de las bacterias en un medio fermentado es que se produce una cantidad importante de espuma sobre el medio cultivado lo que en cantidades importantes origina arrastres y sobrecargas que tiene impacto negativo en el rendimiento de la producción.

Para controlar los niveles de espuma dentro del tanque Fermentador, se añade una solución estéril de un antiespumante diluida en agua al 1% convirtiéndose de esta manera en una solución importante que evita los arrastres, pérdidas y bloqueos continuos de los distintos sistemas que tiene como base la fermentación de medios cultivados.

1.3 Alcances y Limitaciones

Con el objeto de presentar una metodología sencilla y de amplia cobertura, se han utilizado los procedimientos y fórmulas de diseño de las diferentes normas que componen el presente trabajo como las normas TEMA para el cálculo, diseño y selección de intercambiadores de calor, Normas API 650 para el diseño y cálculo de tanques atmosféricos, Normas ASME sección VIII, división I para el cálculo y diseño de recipientes a presión, así como otras más de carácter

nacional, técnico y pedagógico que fueron importantes para el desarrollo del presente trabajo.

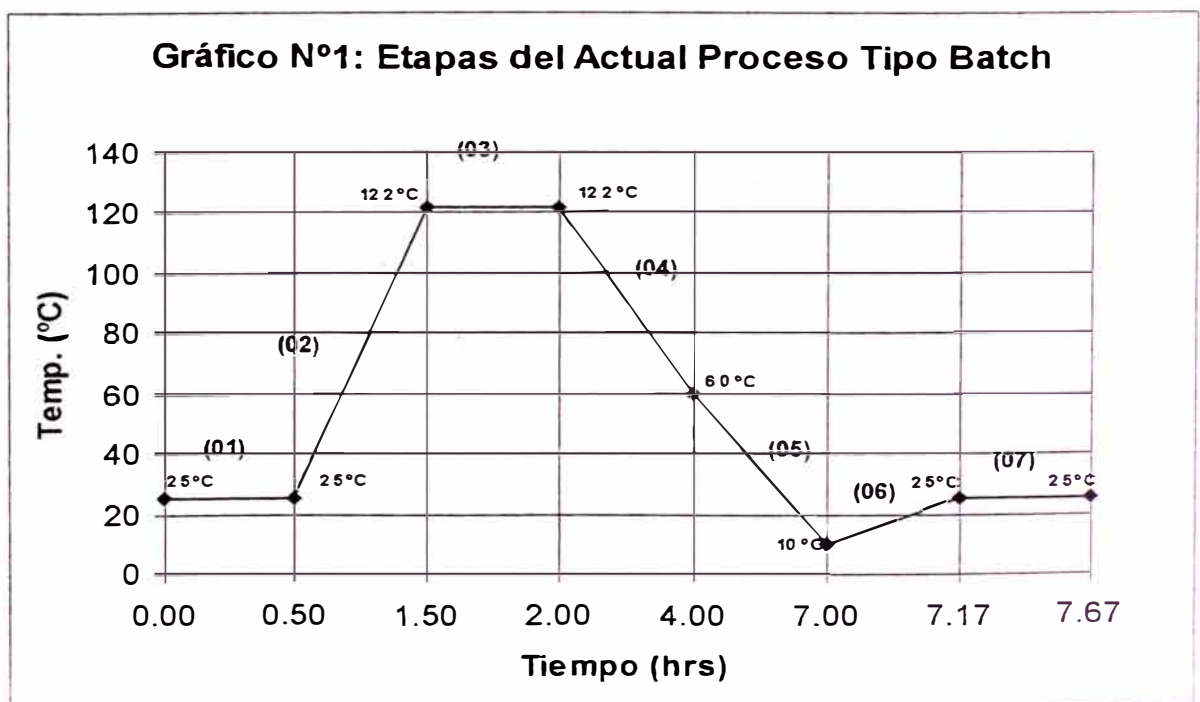
Es importante indicar que el informe presentado se limita a la aplicación de dichas fuentes de información mas no pretende ser un medio de consulta teórico, por lo que se deberá remitir a los medios bibliográficos indicados al final de la presente publicación para un mayor entendimiento y esclarecimiento

CAPÍTULO 2

DIAGNOSTICO ACTUAL DEL SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE ANTIESPUMANTE

2.1 Operación del Sistema Actual

El actual Sistema de Esterilización y preparación de Antiespumante al 1% es del tipo batch, cada batch o preparación dura aproximadamente 08 horas, equivalente a un turno de producción, por lo tanto se realizan 03 batchs por día.



Según el gráfico N°1 se describen las siguientes etapas del actual proceso:

Etapa (01): Preparación de 5M3 de producto que consiste en H2O tratada al 99% en volumen y Antiespumante AZ al 1% en volumen, tiempo estimado: 30 minutos.

Etapa (02): Calentamiento hasta la temperatura de esterilización de 122°C, tiempo estimado: 60 minutos.

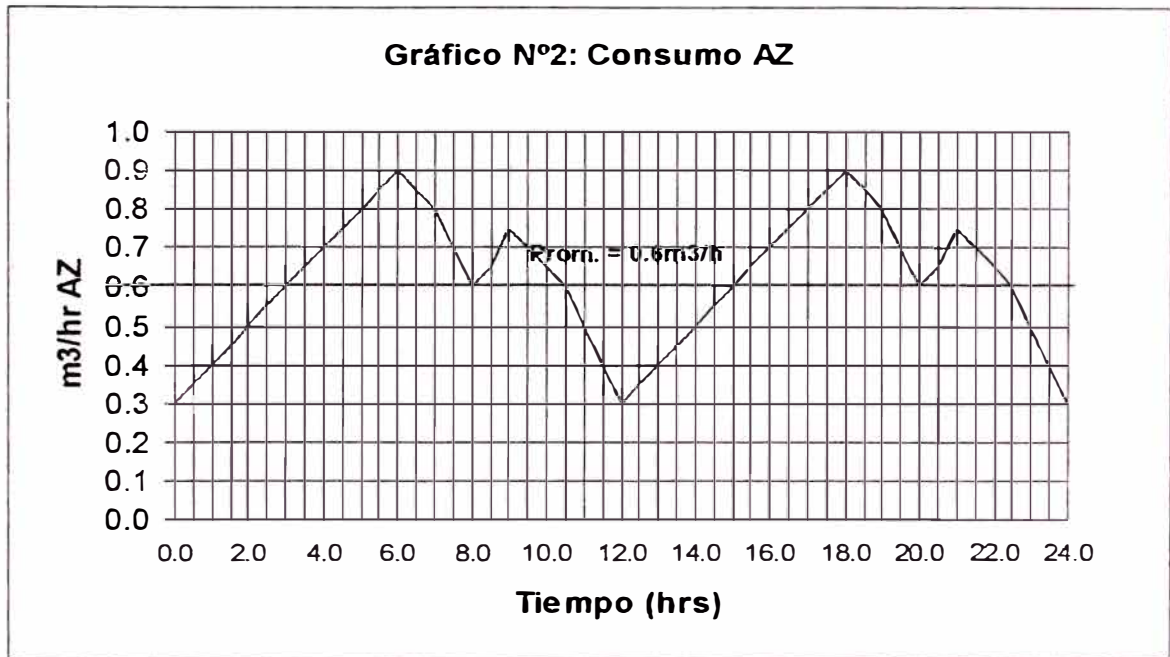
Etapa (03): Reposo a la temperatura de esterilización por un lapso de 30 minutos, como requisito para evitar cualquier rebrote de contaminación.

Etapa (04): Primera etapa de enfriamiento con agua tipo II (WII) hasta la temperatura de 60°C, tiempo estimado: 120 minutos.

Etapa (05): Segunda etapa de enfriamiento con agua refrigerada (CW) hasta la temperatura de 10°C, condición de mezcla de componentes del agua y AZ, tiempo estimado: 180 minutos.

Etapa (06): Calentamiento hasta la temperatura de utilización en proceso de 25°C, tiempo estimado de 10 minutos.

Etapa (07): Traspaso de los 5m³ de producto a tanque de Stock, tiempo estimado de 30 minutos



Tiempo Total = 30'+60'+30'+120'+180'+10'+30' = 460' aprox. 08 horas.

Según el gráfico N°2 el promedio actual de producción es $0.6\text{m}^3/\text{h} \times 24\text{h}/\text{día} = 14.4\text{m}^3/\text{día}$.

Se cuenta con un tanque de preparación de $5\text{m}^3/\text{batch} \times 3\text{batch}/\text{día} = 15\text{m}^3/\text{día}$.

La capacidad de producción está muy cercano a la capacidad de diseño (96%).

2.2 Análisis Técnico del Sistema Actual

A continuación, se realizará el cálculo térmico en cada una de las etapas para la determinación estimada de costos operativos:

(Ver diagrama simple del actual proceso tipo batch en planos adjuntos).

Datos técnicos:

Diámetro del tanque = 1.90m.

Diámetro del agitador = 1.00m.

Tipo de agitador = Agitador de paletas sin deflectores.

Velocidad de agitación = 51 rpm constante.

Volumen de preparación (V) = 5m³.

Área de transferencia de la chaqueta = 9.60m².

$\rho \times c_{pAZ}$ = 4.186x10³ kJ/m³.K (Consideramos propiedades físico – químicas idénticas al agua pura)

2.2.1 Esterilización

Corresponde a la Etapa 02, en ella se realiza el calentamiento del producto (Agua 99% + AZ 1%) desde la temperatura ambiente de 25°C hasta la temperatura de esterilización de 122°C con el uso de vapor saturado en el interior de la chaqueta a 2kg/cm².

Haciendo uso de la ecuación simplificada para calentamiento de producto tipo batch a través de un medio de calentamiento isotérmico:

$$\text{LN} [(T_M - t_{b1}) / (T_M - t_{b2})] = [(U.A) / (M_b.c_p)] . \theta$$

Donde:

T_M : Temp. medio calentamiento = Temp. vapor saturado a $2 \text{ kg/cm}^2 = 133^\circ\text{C}$

T_{b1} : Temp. inicial del batch = 25°C .

T_{b2} : Temp. final de batch = 122°C .

c_p : Capacidad calorífica del producto idéntico al agua pura

M_b : Masa total de batch = $\rho \times V$, entonces $M_b \times c_p = \rho \times c_{p_{AZ}} \times V$
 $= 5 \times 4.186 \times 10^3 \text{ kJ/K}$

θ : Tiempo de duración de la etapa (02) = 01hr.

U : Coeficiente total de transferencia de calor ($\text{W/m}^2.\text{K}$)

Reemplazando datos:

$$\text{LN} [(133-25)/(133-122)] = [(U \times 9.60) / (5 \times 4.186 \times 10^3)] \times 1 \times 3.6$$

$$U = 1,383 \text{ W/m}^2.\text{K}$$

Según D. Kern, para calentadores del tipo vapor de agua – agua:

$$U = 1,130 \sim 3,970 \text{ W/ m}^2.\text{K}$$

Experiencia Ajinomoto para tanques enchaquetados y agitados tipo batch:

$$U = 800 \sim 1,700 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{K}$$

Transferencia de calor (Q):

$$Q = M \times c_p \times (t_{b2} - t_{b1}) / \theta = \rho \times c_{pAZ} \times V \times (t_{b2} - t_{b1}) / \theta$$

$$Q = 5 \times 4.186 \times 10^3 \times (122 - 25) / (1 \times 3.6)$$

$$Q = 564 \times 10^3 \text{ W} = 564 \text{ kW}$$

Consumo de vapor (m_{vapor}):

$$Q = m_{\text{vapor}} \times \lambda_{st}$$

Donde:

$$564 = m_{\text{vapor}} \times 2,163 / 3,600$$

m_{vapor} : Flujo de vapor (kg/hr)

$$m_{\text{vapor}} = 938 \text{ kg/hr}$$

λ_{st} : Calor latente vapor a

$$133^\circ\text{C} = 2,163 \text{ kJ/kg}$$

2.2.2 Enfriamiento 1era Etapa

Luego de la esterilización y posterior etapa de reposo por un lapso de 30 minutos (tiempo suficiente para garantizar que el producto este libre de cualquier tipo de contaminación) se da inicio al enfriamiento en dos fases, la primera de ella (Etapa 04) haciendo uso de agua de enfriamiento tipo II (WII), proveniente de torres de enfriamiento que tiene la función de bajar la temperatura del producto desde 122°C hasta 60°C, luego del cual es nuevamente enfriada con agua refrigerada (CW) hasta

10°C constituyendo de esta forma la segunda fase de enfriamiento (Etapa 05).

Haciendo uso de la ecuación simplificada para el enfriamiento del producto tipo batch a través de un medio frío no isotérmico:

$$\text{LN} [(T_{b1} - t_{c1}) / (T_{b2} - t_{c1})] = [(m_{WII} \cdot c_{WII}) / (M_b \cdot c_p)] \cdot (1 - 1/k) \cdot \theta$$

$$k = e^{(U \cdot A) / (m_{WII} \cdot c_{WII})}$$

Donde:

T_{b1} : Temp. inicial del batch = 122°C.

T_{b2} : Temp. final de batch = 60°C.

t_{c1} : Temp. Ingreso WII = 32°C

t_{c2} : Temp. Salida WII = 42°C

c_{WII} : Capacidad calorífica del WII = c_p

m_{WII} : Flujo de masa del WII (kg/h)

c_p : Capacidad calorífica del producto idéntico al agua pura

M_b : Masa total de batch = ρ × V, entonces M_b × c_p = ρ × c_p × V
= 5 × 4.186 × 10³ kJ/K

θ : Tiempo de duración de la etapa = 2hr.

U : Coeficiente total de transferencia de calor (W/m².K)

Además: c_{WII} = c_p y m_{WII} = ρ × V_{WII}, M_b = ρ × V

$$m_{WII} \cdot c_{WII} = \rho \times c_p \times V_{WII}$$

$$M_{bxc_p} = \rho \times c_p \times V$$

$$m_{WII} \cdot c_{WII} / M_{bxc_p} = V_{WII} / V = V_{WII} / 5, \text{ donde } V_{WII} \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

Reemplazando datos:

$$\ln [(122-32)/(60-32)] = (V_{WII}/5) \times (1-1/k) \times 2 \dots \dots \dots (1)$$

Transferencia de calor (Q):

$$Q = M_{bxc_p} (T_{b1} - T_{b2}) / \theta = \rho \times c_p \times V \times (T_{b1} - T_{b2}) / \theta$$

$$Q = 5 \times 4.186 \times 10^3 \times (122 - 60) / (2 \times 3.6)$$

$$Q = 180 \times 10^3 \text{ W} = 180 \text{ kW}$$

Consumo de WII (m³/hr):

$$Q = m_{WII} \times c_{WII} \times (t_{c2} - t_{c1}) = \rho \times c_p \times V_{WII} \times (t_{c2} - t_{c1})$$

$$180 = V_{WII} \times 4.186 \times 10^3 \times (42 - 32) / 3,600$$

$$V_{WII} = 15.50 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Reemplazando en (1), $k = 1.232$

$$\text{Sabido que: } k = e^{(U \cdot A) / (\rho \times c_p \times V_{WII})}$$

Hallamos el valor de U:

$$U = 392 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Experiencia Ajinomoto para tanques enchaquetados y agitados tipo batch:

$$U = 350 \sim 800 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{K}$$

2.2.3 Enfriamiento 2da Etapa

Siguiendo el mismo principio de enfriamiento del item 2.2.2:

$$\ln [(T_{b1} - t_{c1}) / (T_{b2} - t_{c1})] = [(m_{cw} \cdot c_{cw}) / (M_b \cdot c_p)] \cdot (1 - 1/k) \cdot \theta$$

$$k = e^{(U \cdot A) / (m_{CW} \cdot c_{CW})}$$

Donde:

T_{b1} : Temp. inicial del batch = 60°C.

T_{b2} : Temp. final de batch = 10°C.

t_{c1} : Temp. Ingreso CW = 8°C

t_{c2} : Temp. Salida CW = 12°C

c_{cw} : Capacidad calorífica del CW = c_p

m_{cw}: Flujo de masa del CW (kg/h)

c_p : Capacidad calorífica del producto idéntico al agua pura

M_b : Masa total de batch = ρxV, entonces M_bxcp = ρxc_pAZxV
= 5x4.186x10³ kJ/K

θ : Tiempo de duración de la etapa = 3hr.

U : Coeficiente total de transferencia de calor (W/m².K)

Además: c_{cw} = c_p y m_{cw} = ρxV_{cw}, M_b = ρxV

$$m_{cw} \cdot c_{cw} = \rho \cdot c_p \cdot V_{cw}$$

$$M_b \cdot c_p = \rho \cdot c_p \cdot V$$

$$m_{cw} \cdot c_{cw} / M_b \cdot c_p = V_{cw} / V = V_{cw} / 5, \text{ donde } V_{cw} \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

Reemplazando datos:

$$\ln \left[\frac{60 - 8}{10 - 8} \right] = (V_{CW}/5) \times (1 - 1/k) \times 3 \dots \dots \dots (1)$$

Transferencia de calor (Q):

$$Q = M \times c_p \times (T_{b1} - T_{b2}) / \theta = \rho \times c_p \times V \times (T_{b1} - T_{b2}) / \theta$$

$$Q = 5 \times 4.186 \times 10^3 \times (60 - 10) / (3 \times 3.6)$$

$$Q = 96.85 \times 10^3 \text{ W} = 96.85 \text{ kW}$$

Consumo de CW (m³/hr):

$$Q = m_{CW} \times c_{CW} \times (t_{c2} - t_{c1}) = \rho \times c_p \times V_{CW} \times (t_{c2} - t_{c1})$$

$$96.85 = V_{CW} \times 4.186 \times 10^3 \times (12 - 8) / 3,600$$

$$V_{CW} = 20.80 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Reemplazando en (1), $k = 1.353$

$$\text{Sabido que: } k = e^{(U \cdot A) / (\rho \times c_p \times V_{CW})}$$

Hallamos el valor de U:

$$U = 761 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Experiencia Ajinomoto para tanques enchaquetados y agitados

tipo batch:

$$U = 350 \sim 800 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{K}$$

2.2.4 Calentamiento a Condiciones Normales de Operación

Corresponde a la Etapa 06 y el principio de cálculo se asemeja al del proceso de Esterilización:

$$\text{LN} [(T_M - t_{b1}) / (T_M - t_{b2})] = [(U.A) / (M_b \cdot c_p)] \cdot \theta$$

Donde:

T_M : Temp. medio calentamiento = Temp. vapor saturado a $2 \text{ kg/cm}^2 = 133^\circ\text{C}$

t_{b1} : Temp. inicial del batch = 10°C .

t_{b2} : Temp. final de batch = 25°C .

c_p : Capacidad calorífica del producto idéntico al agua pura

M_b : Masa total de batch = $\rho \times V$, entonces $M_b \times c_p = \rho \times c_p \times V$
 $= 5 \times 4.186 \times 10^3 \text{ kJ/K}$

θ : Tiempo de duración de la etapa (02) = 10 minutos =
 0.167 hr .

U : Coeficiente total de transferencia de calor ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$)

Reemplazando datos:

$$\text{LN}[(133-10)/(133-25)] = [(U \times 9.60) / (5 \times 4.186 \times 10^3)] \times 0.167 \times 3.6$$

$$U = 472 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

En este caso por ser un proceso de calentamiento bastante rápido, se origina un proceso de calentamiento algo inestable y poco confiable en el cálculo del U.

Transferencia de calor (Q):

$$Q = M \times c_p \times (t_{b2} - t_{b1}) / \theta = \rho \times c_p \times V \times (t_{b2} - t_{b1}) / \theta$$

$$Q = 5 \times 4.186 \times 10^3 \times (25 - 10) / (0.167 \times 3.6)$$

$$Q = 522 \times 10^3 \text{ W} = 522 \text{ kW}$$

Consumo de vapor (m_{vapor}):

$$Q = m_{\text{vapor}} \times \lambda_{st}$$

$$522 = m_{\text{vapor}} \times 2,163 / 3,600$$

$$m_{\text{vapor}} = 869 \text{ kg/hr}$$

Donde:

m_{vapor} : Flujo de vapor (kg/hr)

λ_{st} : Calor latente vapor a

133°C = 2,163 kJ/kg

2.3 Costos de Producción Actual

Luego de haber analizado la evaluación técnica en cada uno de los procesos y determinar los consumos unitarios de vapor, WII y CW, considerando los consumos de energía eléctrica (kW-h) del agitador en casi todas las etapas se elabora el siguiente cuadro resumen:

Proceso	Energía (kW-h)	Vapor (kg/h)	WII (m ³)	CW (m ³)
Etapa (01)	2.2 ^{kW} x 0.5h = 1.10			
Etapa (02)	2.2 ^{kW} x 1h = 2.20	938 x 1 = 938		
Etapa (03)	2.2 ^{kW} x 0.5h = 1.10			
Etapa (04)	2.2 ^{kW} x 2h = 4.40		15.5 x 2 = 31	
Etapa (05)	2.2 ^{kW} x 3h = 6.60			20.8 x 3 = 62.4
Etapa (06)	2.2 ^{kW} x 0.167h = 0.37			
Etapa (07)		869 x 0.167 = 145		
Total	15.77kW-h	1,083kg	31m³	62.4m³
Total x día	15.77 x 3 = 47.31kW-h	1,083 x 3 = 3,249kg.vapor	31 x 3 = 93m³	62.4 x 3 = 187.20m³
Costo Unitario	\$0.05/kW-h	\$0.014/kg.vapor	\$0.15/m ³	\$0.35/m ³
Costo diario	\$2.37	\$45.49	\$13.95	\$65.52

$$\Sigma = 2.37 + 45.49 + 13.95 + 65.52 = \$127.33/\text{día} \times 29 \text{ días/mes} \times 11 \text{ meses/año}$$

Costo anual de producción AZ = **\$40,618.27/año**

Producción anual de AZ:

$$5\text{m}^3/\text{bx}3\text{b}/\text{dx}29\text{d}/\text{mes} \times 11\text{m}/\text{año} = \mathbf{4,785\text{m}^3\text{AZ/año}}$$

$$\text{Costo de Producción AZ: } 40,618.27/4,785 = \mathbf{\$8.49/\text{m}^3\text{AZ}}$$

2.4 Problemática del Sistema Actual

Se pueden sacar algunas conclusiones del actual sistema tipo batch:

- Altos costos operativos. El costo de producción de AZ es:

$$\$127.33/\text{día}/(5\text{m}^3 \times 3) = \mathbf{\$8.50/\text{m}^3\text{AZ}}$$

- Se realizan muchas producción. En cada una de las etapas se llevan a cabo varias producción de apertura y cierre de válvulas lo que origina mayor número de horas hombre.
- La economía de procesar producción un lote grande justifica el procesamiento de una corriente pequeña, pero en este caso la demanda producción coincide con la capacidad de diseño, lo que resulta un proceso poco práctico y operativo.

Considerando la capacidad a futuro (2010 ~ 2012) el caudal promedio será de $0.9 \text{ m}^3/\text{h}$, entonces la capacidad de producción diaria de antiespumante es de $0.9 \times 24 = 21.6 \text{ m}^3$ lo que representa un 44% más con respecto a la capacidad actual de producción ($5 \times 3 = 15 \text{ m}^3$).

2.5 Alternativas de Solución Planteadas

Se puede optar por las siguientes opciones de ampliación:

- 1.0 Ampliación del actual sistema tipo Batch.
- 2.0 Sistema continuo basado en intercambiadores de doble tubo.
- 3.0 Sistema continuo basado en intercambiadores del tipo tubo coraza.
- 4.0 Sistema continuo basado en intercambiadores de platos.

Cada una de las opciones descritas serán analizadas en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO DE ALTERNATIVAS

3.1 Evaluación técnica de alternativas

En ocasiones, las industrias de procesos realizan operaciones unitarias que involucran transferencia de calor sobre algún fluido produciendo calentamiento o enfriamiento de una corriente o bien modificar su estado físico en operaciones de evaporación o condensación.

La gran tarea del ingeniero de planta no solo se limita en diseñar o calcular los equipos que involucran dichas operaciones sino la de seleccionar el equipo más idóneo que se ajuste a las condiciones operativas y económicas más favorables.

Para el caso particular del presente trabajo se realizará un análisis técnico general que permitió la selección de la alternativa técnica mas favorable.

3.1.1 Ampliación del Actual Sistema tipo Batch.

Como se mencionó anteriormente, la demanda de producción de antiespumante es ligeramente inferior respecto a la capacidad nominal del sistema, además se requiere producir en los siguientes años un 44% más de AZ lo que supondría contar con un nuevo tanque enchaquetado o en su defecto el actual tanque de stock convertirlo en un gemelo del actual tanque de preparación.

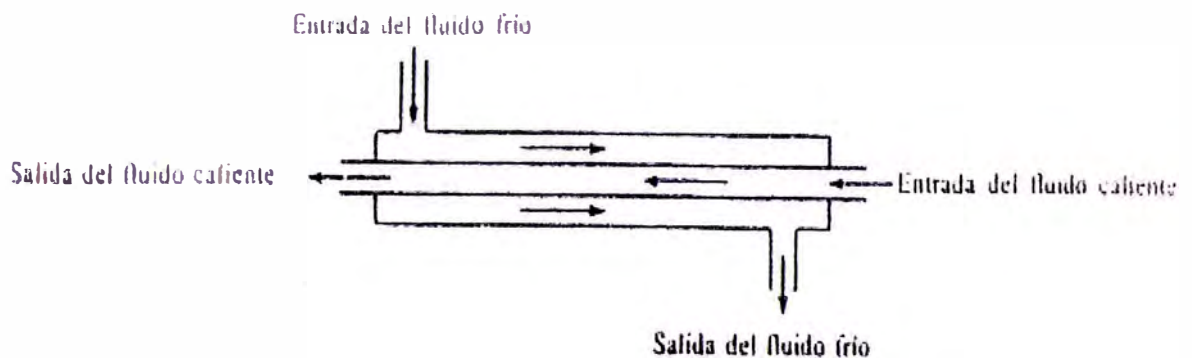
Si bien optar por convertir el actual tanque de stock en uno de preparación sería la alternativa más económica referente al costo de inversión, se continuaría con un proceso que resulta bastante caro y poco práctico elevando de este modo el costo total de producción.

Se podría concluir que dicha alternativa no es viable técnica ni económicamente.

3.1.2 Sistema Térmico Continuo Basado en Intercambiador del tipo Tubo Concéntrico.

El intercambiador más simple es el intercambiador de doble tubo o de tubo concéntrico como se muestra en la figura N° 01, uno de los fluidos fluye en el interior de la tubería y el otro lo hace en el espacio anular entre ambas. Dichos fluidos pueden

circular en paralelo o contracorriente siendo el último el más utilizado ya que permite una mayor capacidad de transferencia de calor.



Flujo de corrientes en un intercambiador de tubo concéntrico

Figura N° 01

En el esquema adjunto se presenta un esquema típico de cómo sería un sistema continuo basado en intercambiadores de doble tubo, en ella se observa una optimización del calor cedido por una corriente caliente que necesita ser enfriado y que es aprovechado por una corriente fría, de este modo se utilizan menos recursos (llámese vapor, agua refrigerada u otros) para producir la misma cantidad de producto que el de un sistema del tipo batch o de lotes.

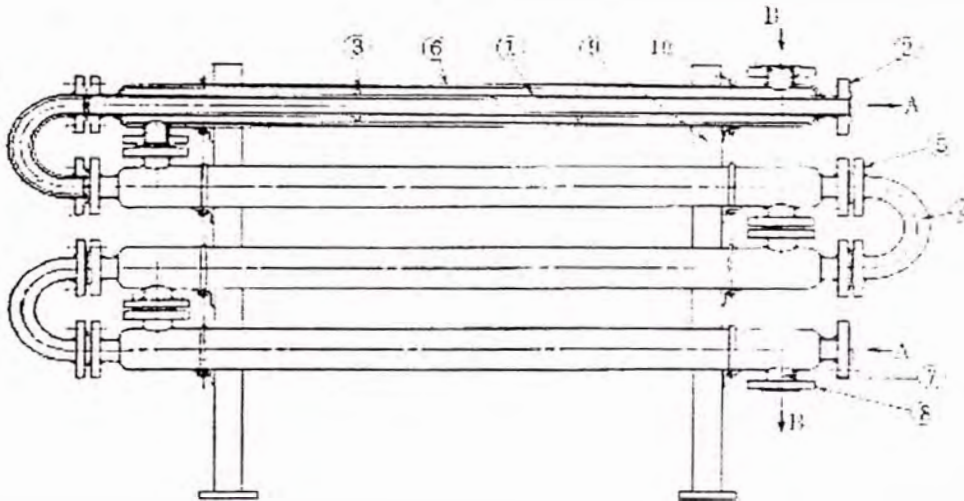
La necesidad de producción es la de abastecer de antiespumante en los próximos años a través de un medio

económico, si bien el consumo actual llega a picos de hasta $0.9\text{m}^3/\text{hr}$ según gráfico N°2, para una producción a futuro se estima que estos picos lleguen a $1.1\text{m}^3/\text{hr}$, dicho sistema continuo deberá tener la capacidad de suministrar este flujo en todo momento por lo que se llega a la conclusión de considerar un flujo de diseño de $1.2\text{m}^3/\text{hr}$.

Analizando el precalentador correspondiente a la primera etapa del proceso se obtienen los siguientes resultados:

RESULTADOS DEL PROCESO

DOUBLE PIPE HEAT EXCHANGER



- | | |
|--|---|
| <p>A: Fluido ingreso tubo interno</p> <p>(01) inner pipe: heat transfer pipe</p> <p>(02) inner pipe flange</p> <p>(03) support piece</p> <p>(04) return bend</p> <p>(05) return bend flange</p> | <p>B: Fluido ingreso en ánulo</p> <p>(06) shell pipe</p> <p>(07) shell nozzle</p> <p>(08) shell nozzle flange</p> <p>(09) support</p> <p>(10) U-bolt</p> |
|--|---|

Usos hasta 15m²

Flujo Contracorriente

Condición Intercambio de calor entre 02 fluidos sin cambio de fase

Circulación	interior
Producto:	Az al 1%
t1 (°C)	20.00
t2 (°C)	100.00
tm (°C)	60.00

Propiedades a tm

ρ _c (kg/m ³)	1,000
c _c (J/kg.K)	4,187.00
μ _c (kg/m.s)	0.0004688
k _c (J/s.m.K)	0.6488
*W _c (kg/s)	0.33

1kg/m.s = 1Pa.s = 10³cp

Circulación	ánulo
Producto:	Az al 1%
T1 (°C)	122.00
T2 (°C)	42.00
Tm (°C)	82.00

Propiedades a Tm

ρ _h (kg/m ³)	1,000
c _h (J/kg.K)	4,200.00
μ _h (kg/m.s)	0.0003478
k _h (J/s.m.K)	0.6694
W _h (kg/s)	0.33

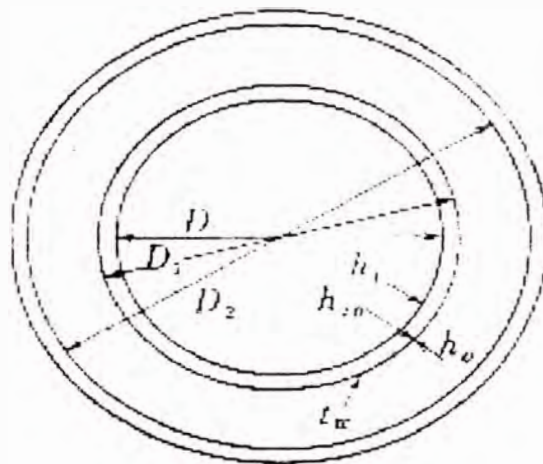
Res. ensuciamiento cara interna tubo interior Rfi (m2.K/W)	0.0000
Res. ensuciamiento cara externa tubo interior Rfo (m2.K/W)	0.0000
Resistencia de ensuciamiento combinado Rf (m2.K/W)	0.0000

(*) Balance de Calor:

$$Q = W_h \cdot c_h \cdot (T1 - T2) = W_c \cdot c_c \cdot (t2 - t1) \quad \text{Se obtiene } W_c$$

$$Q \text{ (W)} = \boxed{112,000}$$

Selección del Diámetro de Tubos



Flujo interno:

Velocidad v (m/s) $\boxed{1.00}$

área de flujo $a_t = W_h / \rho_h \cdot v$ (m²)

a_t (m²) $\boxed{0.000334}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot a_t}{\pi}}$$

D (m) $\boxed{0.021}$

Selección tubo interno:

Material	$\boxed{\text{AISI316L}}$
Pipe size (in)	$\boxed{3/4}$

D (m) =	$\boxed{0.0225}$
D_1 (m) =	$\boxed{0.0267}$

Schedule	SCH10		
Outside diameter (in)	1.050	at (m ²)	0.00040 corregido
Wall thickness (in)	0.083	v (m/s)	0.84 corregido

ver tabla dimensiones nominales de tuberías

Selección tubo externo:

Se puede ver en la tabla que una combinación estandar es la de utilizar para el tubo externo:

Material	AISI316L	D2 (m) =	0.0427
Pipe size (in)	1-1/2	área de flujo del ánulo: as (m ²)	
Schedule	SCH10	as = $\frac{\pi \times (D_2^2 - D_1^2)}{4}$	
Outside diameter (in)	1.900	as =	0.00087
Wall thickness (in)	0.109	v = $W_c / (as \cdot \rho_c)$ (en el ánulo)	
		v (m/s)	0.38

Cálculo de los coeficientes peliculares

Cálculos para el fluido del tubo interior:

Az al 1%

$$Re_t = D \cdot v \cdot \rho_c / \mu_c$$

$$Re_t = 40,444.70$$

$$Pr_t = c_p \cdot \mu_c / k_c$$

$$Pr_t = 3.03$$

Para número de Re > 10,000 y número de Pr entre 0.7 y 120 se tiene:

$$Nu = h \cdot D / k = 0.027 \times Re^{0.8} \times Pr^{1/3} \times (\mu / \mu_w)^{0.14}$$

Reordenando y reemplazando las variables correspondientes:

$$hi' = 0.027 \times Re_t^{0.8} \times Pr_t^{1/3} \times (\mu_c / \mu_w)^{0.14} \times k_c / D$$

$$hi' \text{ (J/s.m}^2\text{.K)} = \boxed{5,469.38}$$

En primera aproximación:

$$(\mu_c/\mu_w)^{0.14} = 1$$

luego: $hio = hi \times D / D1$

$$hio' \text{ (J/s.m}^2\text{.K)} = \boxed{4,604.69}$$

Cálculos para el fluido del ánulo:

Az al 1%

$$Deq = (D2^2 - D1^2) / D1;$$

$$Deq \text{ (m)} = \boxed{0.041768}$$

$$Re_s = Deq \cdot v \cdot \rho_h / \mu_h$$

$$Re_s = \boxed{45,754.65}$$

$$Pr_s = c_h \cdot \mu_h / k_h$$

$$Pr_s = \boxed{2.18}$$

Para número de $Re > 10,000$ y número de Pr entre 0.7 y 120 se tiene:

$$Nu = h \cdot D / k = 0.027 \times Re^{0.8} \times Pr^{1/3} \times (\mu/\mu_w)^{0.14}$$

Reordenando y reemplazando las variables correspondientes:

$$ho' = 0.027 \times Re_s^{0.8} \times Pr_s^{1/3} \times (\mu_h/\mu_w)^{0.14} \times k_h / Deq$$

$$ho' \text{ (J/s.m}^2\text{.K)} = \boxed{3,002.75}$$

En primera aproximación:

$$(\mu_c/\mu_w)^{0.14} = 1$$

Cálculo de la temperatura media de la pared (T_w):

será: $hio \times (T_w - tm) = ho \times (Tm - T_w)$

$$T_w = (ho \times Tm + hio \times tm) / (hio + ho);$$

$$T_w \text{ (}^\circ\text{C)} = \boxed{68.68}$$

A esta temperatura la viscosidad del

Az al 1%

$$\mu_w \text{ (kg/m.s)} = \boxed{0.0004117}$$

Luego, los factores de corrección serán:

$$(\mu_c/\mu_w)^{0.14} = \boxed{1.02}$$

$$(\mu_h/\mu_w)^{0.14} = \boxed{0.98}$$

Luego: $h_{io} = h_{io}' \times (\mu_c/\mu_w)^{0.14}$,

$$h_o = h_o' \times (\mu_h/\mu_w)^{0.14}$$

$$h_{io} \text{ (J/s.m}^2\text{.K)} = \boxed{4,689.19}$$

$$h_o \text{ (J/s.m}^2\text{.K)} = \boxed{2,932.68}$$

Cálculo del Coeficiente Total (U):

$$U = (1/h_o + 1/h_{io} + R_f)^{-1}$$

$$U \text{ (J/s.m}^2\text{.K)} = \boxed{1,804.27}$$

Cálculo de la DMLT:

$$DMLT = T_1 - T_2 = t_2 - t_1$$

$$DMLT \text{ (}^\circ\text{C)} = \boxed{80.00}$$

Cálculo del Área:

El área de diseño requerida será:

$$A_d = Q / (U \times DMLT)$$

$$A_d \text{ (m}^2\text{)} = \boxed{0.78}$$

el área de cada tubo es:

$$A_t = \pi \times D_1 \times L_t, \text{ donde } L_t = 3\text{m por razones de espacio}$$

$$A_t \text{ (m}^2\text{)} = \boxed{0.25}$$

Por lo tanto el número de tubos de 3m c/u será:

$$N = A_d / A_t$$

$$N = \boxed{4.00} \text{ tubos}$$

Entonces, el área de transferencia nominal es:

$$A_N = A_t \times N$$

$$A_N \text{ (m}^2\text{)} = \boxed{1.01}$$

Cálculos de la pérdida de carga:

Cálculos para el lado del ánulo

$$D'_{eq} = D_2 - D_1$$

$$D'_{eq} \text{ (m)} = \boxed{0.016053}$$

$$Re'_s = D'_{eq} \cdot v \cdot \rho_h / \mu_h$$

$$Re'_s = \boxed{17,585.06}$$

Para régimen turbulento (tubos de acero comercial):

$$f = 0.0035 + 0.264 / Re'_s{}^{0.42};$$

$$f = \boxed{0.007}$$

$$DP = 4 \cdot f \times (L/D'_{eq}) \times (\rho_h v^2 / 2) \times (\mu_h / \mu_w)^{-0.14}$$

$$DP \text{ (Mpa)} = \boxed{0.0017}$$

Para este caso:

$$L \text{ (m)} = L_t \times N = 3 \times N = \boxed{12.00}$$

Para fluidos isotérmicos $(\mu/\mu_w) = 1$

Para los casos que se presente calentamiento o enfriamiento: $(\mu/\mu_w)^a$, donde $a = -0.14$, para régimen turbulento y $a = -0.25$ para régimen laminar

Cálculos para el lado del tubo interior

Para régimen turbulento (tubos de acero comercial):

$$f = 0.0035 + 0.264 / Re_t{}^{0.42};$$

$$f = \boxed{0.0066}$$

$$DP = 4.f \times (L/D) \times (\rho_c v^2 / 2) \times (\mu_c / \mu_w)^{-0.14}$$

$$DP \text{ (Mpa)} = \boxed{0.0049}$$

Nota: En ambos casos la caída de presión no es significativa, mayores pérdidas se originarán en los accesorios de conexión del tubo interior y tubo exterior.

Todo indica que tendremos muchos metros de tuberías, esta situación es desfavorable considerando el poco espacio que se tiene destinado para este equipo en particular, ahora si se requiere equipos completamente desarmables para su limpieza deben colocarse empaquetaduras en los extremos con sus correspondientes prensaestopas, en estas uniones suelen producirse fugas de fluidos y permanentemente se debe controlar el grado de ajuste de las prensaestopas, además el desarme del equipo para la limpieza es bastante complicado y laborioso. Ver figura N° 02.

Para el caso particular del presente trabajo se debe de evitar dichas fugas porque representa un peligro potencial de contaminación lo que amerita realizar uniones soldadas y bridas complicando aún más la limpieza del equipo. Esta es una razón por la que este tipo de intercambiador no es muy utilizado en la industria.



Intercambiador tubo concéntrico

Figura N° 02

Otra limitante es la longitud máxima del tubo utilizado en la construcción de hasta 6m. Si se emplearan tubos más largos se flexionarían y se distorsionaría el área anular originándose una mala distribución del flujo. El área máxima que puede tener una horquilla es entonces muy reducida con lo que resulta necesario emplear un número grande de horquillas para la mayor parte de las aplicaciones industriales. Esto hace que el equipo resultante sea muy poco compacto, ocupe mucho espacio y requiera gran mantenimiento.

Si bien al aumentar el diámetro de los tubos, aumentan las secciones de pasaje y se podrían manejar caudales de fluidos mayores, la relación área de transferencia / área de flujo

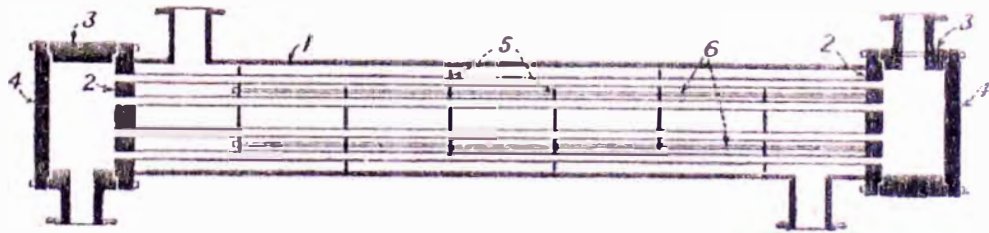
empeora al aumentar el diámetro de los tubos. Esta es la razón por la que el diámetro de los tubos no puede aumentarse indefinidamente. En el caso en que los caudales de fluido a manejar requieran mayores secciones de pasaje, se puede recurrir a la colocación de equipos en paralelo. Sin embargo, por lo que ya se ha explicado, a medida que el equipo se va haciendo más importante, se hacen más notorias las desventajas de este tipo de aparato frente a otras clases de intercambiadores que serán estudiados más adelante. Por lo tanto, se puede afirmar que los intercambiadores de doble tubo están limitados a aplicaciones en las que la superficie de transferencia requerida es del orden de 10 a 15 m² o menos.

Por lo expuesto, queda descartado el uso de este tipo de intercambiador para el presente proyecto.

3.1.3 Sistema Térmico Continuo Basado en Intercambiador tipo Tubo y Coraza

Cuando se manejan flujos más grandes y la alternativa de usar intercambiadores de doble tubo requieren de un gran número de horquillas es decir grandes superficies de transferencia de calor se recurre a utilizar intercambiadores de tubo y coraza como se muestra en la figura N° 03, ya que estos equipos

resultan ser más compactos reduciendo considerablemente el espacio a ser utilizado.

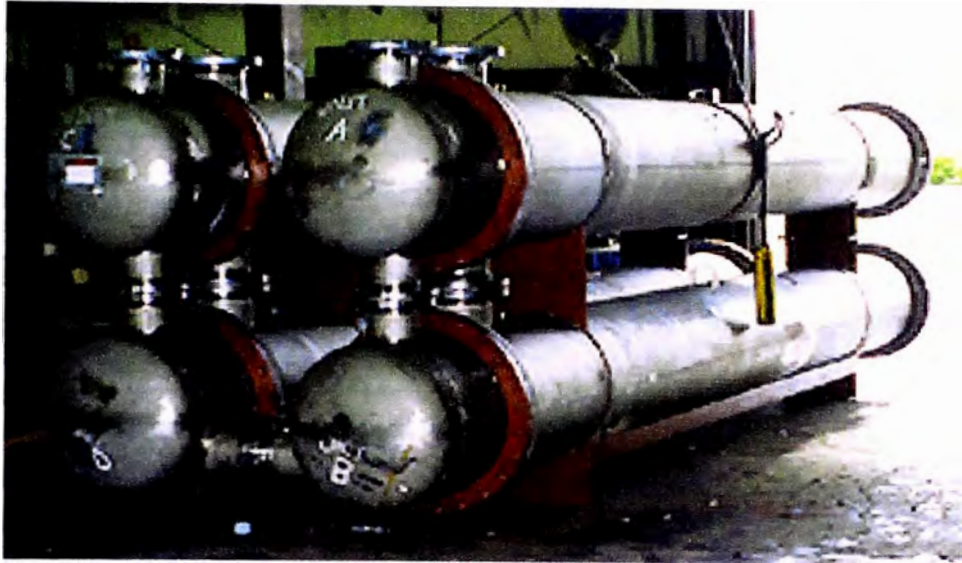


Intercambiador de tubo y coraza

Figura N° 03

- | | |
|-----------------------|------------------|
| (1) Coraza | (4) tapas |
| (2) Placa porta tubos | (5) Deflectores |
| (3) Cabezal | (6) espaciadores |

Su construcción es más compleja y depende del trabajo a ser destinado, para el caso particular del proyecto se puede emplear cabezales desarmables que permita la limpieza óptima del equipo. Sin embargo su costo de fabricación es más caro y no justifica para proceso en los cuales se requieren poca área de transferencia de calor.



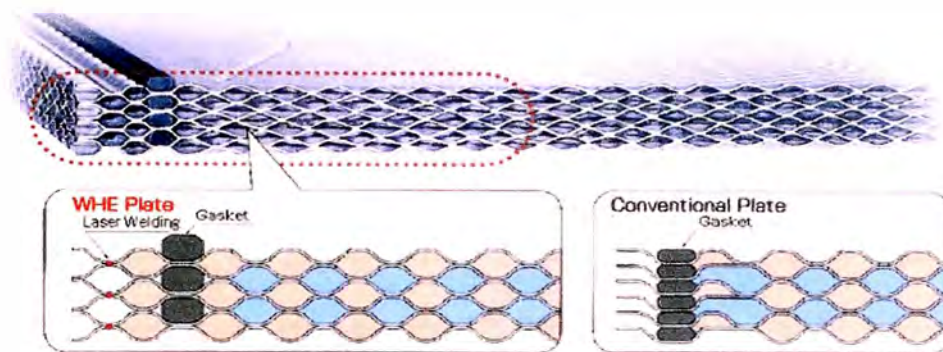
Arreglo en paralelo de Intercambiadores de tubo y coraza

Figura N° 04

Se contaría con cuatro intercambiadores de este tipo (ver figura N° 04) que si bien reducen bastante el espacio a utilizar, su costo de fabricación como se mencionó resulta caro y no tendría la posibilidad de poder ser ampliado a futuro, además resulta aún complicado su limpieza. Es necesario optar por otra alternativa más práctica y a la vez económica.

3.1.4 Sistema Térmico Continuo Basado en Intercambiador tipo Placas

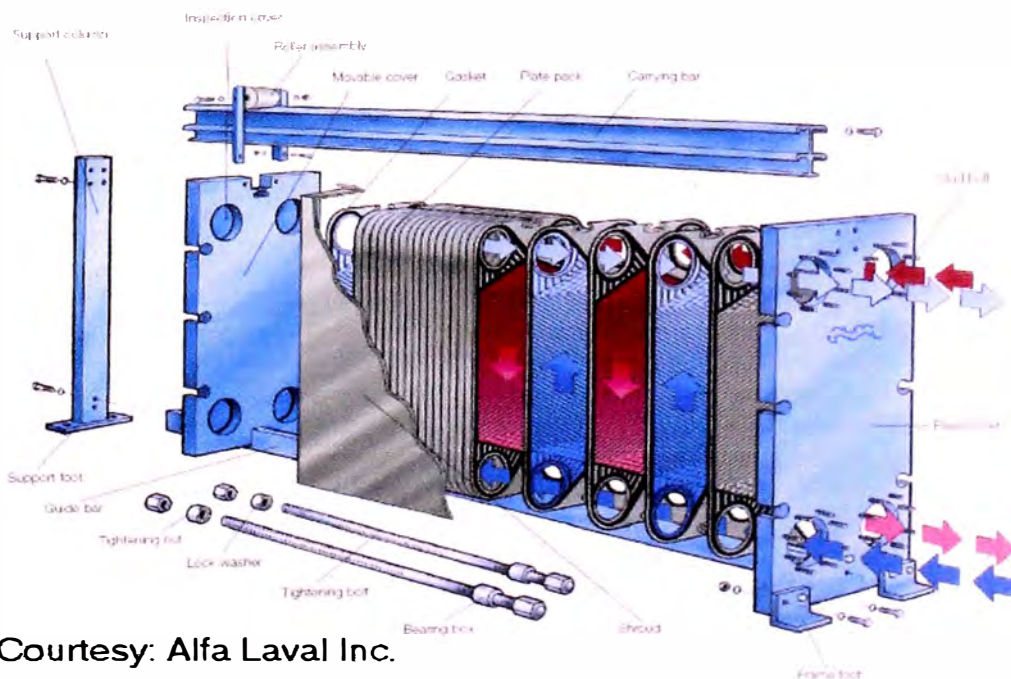
Un intercambiador de placas es un conjunto de platos muy delgados por el cual circulan fluidos por ambas caras, entre los canales generado por platos adyacentes permitiendo de esta manera el intercambio de calor entre ambos fluidos.



Empaques entre platos

Figura N° 05

Este conjunto de platos se mantienen separadas entre sí por medio de juntas de un material elastómero (ver figura N° 05), a la vez todo el conjunto se mantiene apretado por medio de dos cabezales o marcos que poseen tornillos pasantes que permiten ejercer la presión necesaria para mantener unidas las placas.



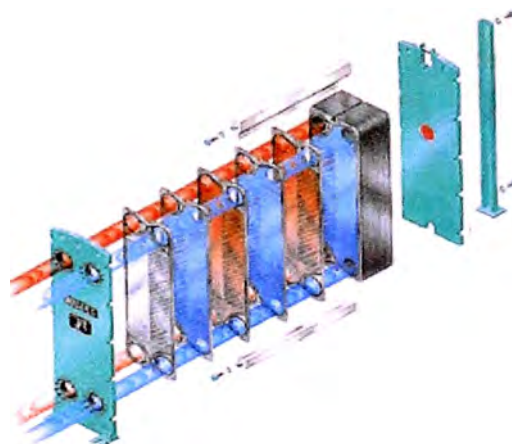
Courtesy: Alfa Laval Inc.

Flujo de fluidos en un intercambiador de placas

Figura N° 06

Entre dos placas consecutivas queda un espacio libre para la circulación de los fluidos, estos espacios llamados canales son de unos pocos milímetros (entre 5 y 6mm) para lograr alta velocidad de circulación y por lo tanto alto coeficiente de transferencia. (ver figura N° 06).

Obviamente los caudales a manejar entre platos son pequeños y su superficie de transmisión de calor es muy reducido ya que no sería práctico aumentar indefinidamente el tamaño de las placas cuando los requerimientos de caudales y cantidad de calor a transferir se hacen mayores, en esos casos es conveniente aumentar el número de platos y lograr que ambos fluidos recorran los espacios comprendidos entre placas adyacentes como se muestra en la figura N° 07:

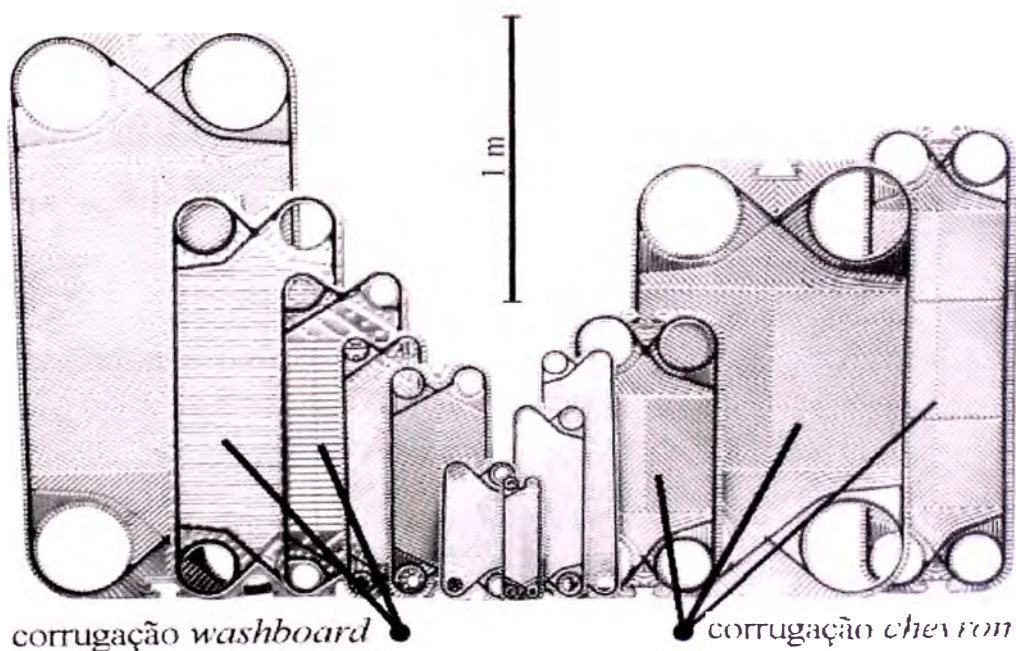


Intercambiador de calor tipo placas

Figura N° 07

Su diseño puede hacer recordar a un filtro prensa.

Las placas de estos intercambiadores son de superficie corrugada, su forma es una característica de cada modelo y es un factor cuidadosamente estudiado por cada fabricante, su finalidad es promover la suficiente turbulencia en el flujo a través de la placa como para aumentar los coeficientes de transferencia de calor, al mismo tiempo de aumentar la resistencia estructural de la misma.



Diferentes modelos de placas

Figura N° 08

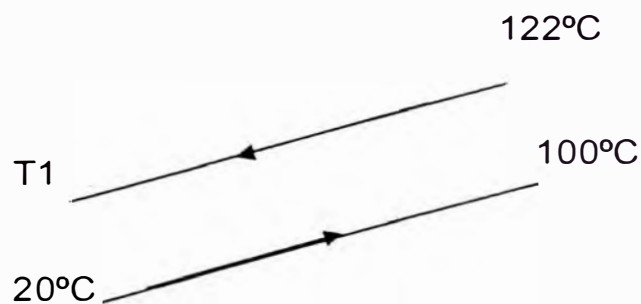
Normalmente cada fabricante posee varios modelos de placas para diferentes aplicaciones (ver figura N° 08). La selección de la placa a utilizar dependerá de las necesidades de proceso en cuanto a coeficientes de transmisión de calor y caída de presión permisible en el intercambiador. Aquellos modelos de

placa que para un cierto caudal de líquido posean mayores coeficientes de transferencia son también los que dan la caída de presión más elevada. Se deberá por lo tanto, para un servicio dado, seleccionar la placa que mejor balancee ambos aspectos.

Cálculo térmico:

De acuerdo al diagrama simple del proceso con el uso de intercambiadores de placas, en el diagrama D-02 (ver planos adjuntos) se hace un análisis en cada una de las etapas de operación:

Pre-Calentamiento:



Por tratarse del mismo fluido que ingresa y sale (Antiespumante), por balance de calor:

$$122 - T1 = 100 - 20, \text{ entonces } T1 = 42^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Temperatura Media } DT = 122 - 100 = 42 - 20 = 22^{\circ}\text{C}$$

Cantidad de calor (Q):

$$Q = V \times \rho \times c_p \times (122 - T_1)$$

$$Q = 1.2 \text{ m}^3/\text{h} \times 1000 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 4.186 \text{ kJ}/\text{kg} \cdot \text{K} \times (122 - 42) \text{ K} / 3600$$

$$Q = 112 \text{ kW}$$

Para fines prácticos se utilizarán los siguientes valores constantes para el Antiespumante AZ al 1% y agua refrigerada (CW) en todos los casos:

$$\text{Densidad } (\rho) = 1,000 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$\text{Capacidad calorífica o Calor específico } (c_p) = 4.186 \text{ kJ}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

Área de Transferencia (m^2)

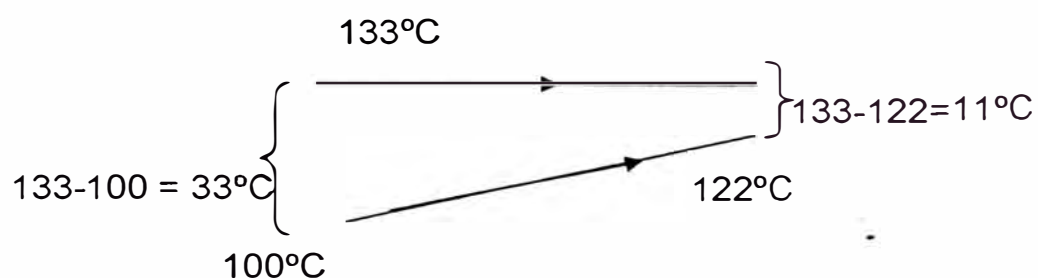
$$Q = U \times A \times \Delta T$$

$$A = Q / (U \times \Delta T) = 112 \times 1000 \text{ W} / [4,100 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K}) \times 22 \text{ K}]$$

$$A = 1.24 \text{ m}^2$$

(Por experiencia se supone $U = 4,100 \text{ W}/\text{m}^2 \text{K}$ que luego será confirmado con diseño de fabricante)

Calentamiento (Esterilización):



Diferencia Media Logarítmica de Temperaturas (DMLT):

$$DMLT = (33 - 11)/LN(33/11) = 20.025^{\circ}\text{C}$$

Cantidad de calor (Q):

$$Q = V \times \rho \times c_p \times (122 - T_1)$$

$$Q = 1.2 \text{m}^3/\text{h} \times 1000 \text{kg}/\text{m}^3 \times 4.186 \text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K} \times (122 - 100) \text{K} / 3600$$

$$Q = 31 \text{ kW}$$

Área de Transferencia (m^2)

$$Q = U \times A \times DMLT$$

$$A = Q / (U \times DMLT) = 31 \times 1000 \text{W} / [2,900 \text{W}/(\text{m}^2 \text{K}) \times 20.025 \text{K}]$$

$$A = 0.53 \text{m}^2$$

(Por experiencia se supone $U = 2,900 \text{W}/\text{m}^2 \text{K}$ que luego será confirmado con diseño de fabricante)

Consumo de vapor (m_{vapor}):

$$Q = m_{\text{vapor}} \times \lambda_{\text{st}}$$

$$31 = m_{\text{vapor}} \times 2,163 / 3,600$$

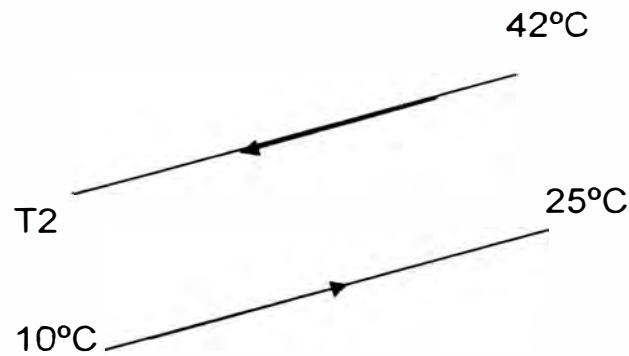
$$m_{\text{vapor}} = 51 \text{ kg}/\text{hr}$$

Donde:

m_{vapor} : Flujo de vapor (kg/hr)

λ_{st} : Calor latente vapor a

$$133^{\circ}\text{C} = 2,163 \text{ kJ}/\text{kg}$$

Pre-Enfriamiento:

Por tratarse del mismo fluido que ingresa y sale (Antiespumante), por balance de calor:

$$42 - T2 = 25 - 10, \text{ entonces } T2 = 27^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Temperatura Media } \Delta T = 27 - 10 = 42 - 25 = 17^{\circ}\text{C}$$

Cantidad de calor (Q):

$$Q = V \times \rho \times c_p \times (42 - T2)$$

$$Q = 1.2 \text{ m}^3/\text{h} \times 1000 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 4.186 \text{ kJ}/\text{kg} \cdot \text{K} \times (42 - 27) \text{ K} / 3600$$

$$Q = 21 \text{ kW}$$

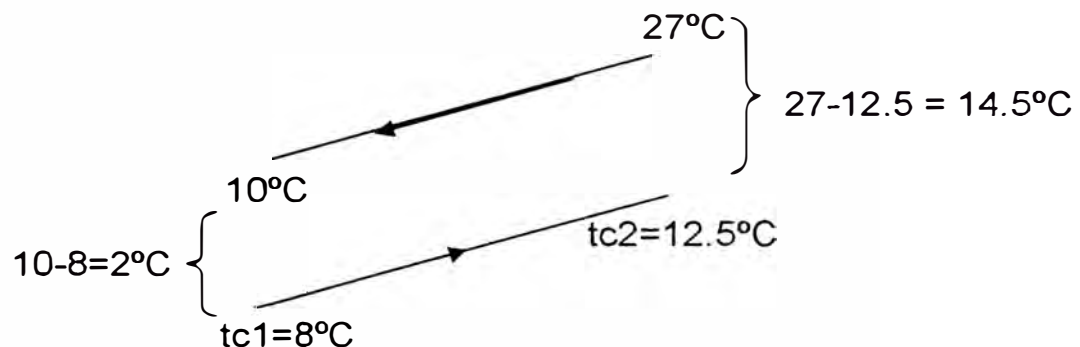
Área de Transferencia (m^2)

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

$$A = Q / (U \times \Delta T) = 21 \times 1000 \text{ W} / [2,700 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) \times 17 \text{ K}]$$

$$A = 0.46 \text{ m}^2$$

(Por experiencia se supone $U = 2,700 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ que luego será confirmado con diseño de fabricante)

Enfriamiento:

Diferencia Media Logarítmica de Temperaturas (DMLT):

$$\text{DMLT} = (14.5 - 2) / \text{LN}(14.5/2) = 6.31^{\circ}\text{C}$$

Cantidad de calor (Q):

$$Q = V \times \rho \times c_p \times (122 - T_1)$$

$$Q = 1.2 \text{m}^3/\text{h} \times 1000 \text{kg}/\text{m}^3 \times 4.186 \text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K} \times (27 - 10) \text{K} / 3600$$

$$Q = 23.7 \text{ kW}$$

Área de Transferencia (m^2)

$$Q = U \times A \times \text{DT}$$

$$A = Q / (U \times \text{DT}) = 23.7 \times 1000 \text{W} / [2,400 \text{W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 6.31 \text{K}]$$

$$A = 1.56 \text{m}^2$$

(Por experiencia se supone $U = 2,400 \text{W}/\text{m}^2\text{K}$ que luego será confirmado con diseño de fabricante)

Consumo de CW (m^3/hr):

$$Q = m_{\text{CW}} \times c_{\text{CW}} \times (t_{c2} - t_{c1}) = \rho \times c_p \times V_{\text{CW}} \times (t_{c2} - t_{c1})$$

$$23.7 = V_{CW} \times 4.186 \times 10^3 \times (12.5 - 8) / 3,600$$

$$V_{CW} = 4.53 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Características de los Intercambiadores de placas:

1. El intercambiador de placas es un equipo apto para servicios en los que las condiciones de presión y temperatura sean moderadas.
2. Fue inicialmente concebido para ser usado en la industria alimenticia en procesos de pasteurización.
3. El equipo es totalmente desarmable para su limpieza, condición ésta exigida por la industria de la alimentación.
4. Este tipo de intercambiador, presenta además la característica de ser ampliable, ya que pueden agregarse o quitarse placas de intercambio cuando el proceso lo requiera. Para ello, basta simplemente con sobredimensionar un poco la longitud del bastidor de modo que éste pueda alojar un mayor número de placas que las originalmente provistas.
5. El mantenimiento es sumamente sencillo, y la limpieza se efectúa por cepillado o con agua a presión.
6. También la limpieza química es llevada a cabo muy eficazmente debido a la alta turbulencia que se logra en el equipo.

7. El cambio de juntas es también una operación simple de realizar, y si aparece corrosión en alguna placa, simplemente se la cambia.
8. Una de las principales ventajas de los intercambiadores de placas deriva del hecho que son equipos prácticamente estándar y, por lo tanto, los plazos de entrega suelen ser rápidos.
9. Los intercambiadores de placas suelen tener coeficientes de transferencia mucho mayores que los intercambiadores tubulares, y la superficie de transferencia es, por lo tanto, menor.
10. Además, dado que el equipo es compacto por naturaleza, suelen ocupar mucho menos espacio que los modelos de casco y tubos.
11. Si además se tiene en cuenta que al instalar un intercambiador de casco y tubos se debe dejar libre a uno de sus extremos una distancia igual al largo de los tubos para poder efectuar la limpieza, entonces la diferencia en cuanto a requerimientos de espacio se torna muy importante.
12. Debido al reducido espacio que ocupan, estos equipos han encontrado un importante campo de aplicación en los circuitos de refrigeración de los motores de barco, donde se

los utiliza para refrigerar con agua de mar el agua del circuito primario que a su vez enfría los cilindros del motor.

Límites operativos

1. Las máximas temperaturas de trabajo están definidas por la resistencia de las juntas o empaques.
2. La máxima presión de servicio está determinada por la resistencia del marco, la estanqueidad de las juntas y la resistencia a la deformación de las placas.
3. Algunos fabricantes tienen distintos modelos de marcos, de forma de poder ofrecer un marco de bajo costo para presiones reducidas y otro más robusto para presiones mayores.
4. El límite superior de presiones que pueden resistir estos equipos es del orden de los 16 bar.
5. Dado que los tamaños de las placas varían desde $0,03 \text{ m}^2$ hasta $1,5 \text{ m}^2$, se pueden construir equipos con superficie total variable desde $0,03 \text{ m}^2$ hasta 650 m^2 (existe un límite al número de placas que se pueden acomodar en un bastidor, superado el cual el cierre del equipo se hace muy dificultoso).
6. En cuanto al caudal máximo que puede procesarse, el mismo está limitado por el diámetro del colector de distribución.

7. El mayor diámetro normalmente disponible es de 300 mm, permitiendo en el caso de líquidos viscosos caudales de hasta 1000 m³ por hora.
8. Debido a esta limitación, es por lo general difícil lograr diseños económicos cuando se deben manejar grandes cantidades de fluido de densidad reducida como son gases o vapores, a menos que sea aceptable una pérdida de carga relativamente alta.

Intercambiador de placas vs intercambiador de casco y tubos.

1. Con frecuencia, la decisión acerca del tipo de equipo a emplear es una cuestión de costos relativos.
2. En este sentido, resulta difícil dar pautas generales de aplicación en el Perú, por cuanto todos los modelos de placas no se fabrican en el país, con lo que las comparaciones se distorsionan como consecuencia de factores comerciales como son recargos de importación, fluctuaciones de la paridad cambiaria, aranceles, etc.
3. Uno de los factores que más afectan el costo relativo de los intercambiadores de placas frente a los de casco y tubos es el material de construcción.

4. Los intercambiadores de placas se fabrican por lo general en acero inoxidable como calidad mínima de material.
5. Por lo tanto, en aquellos casos en que no existen problemas de corrosión, el intercambiador tubular se ve favorecido ya que puede construirse apelando a materiales más baratos (acero al carbono).
6. En cambio, si por problemas de resistencia química es obligatoria la utilización de materiales más costosos, el intercambiador de placas suele resultar más económico dado que se trata de equipos mucho más livianos.
7. No obstante, existen además otros factores que influyen en la selección y que pueden condicionar la elección de uno u otro tipo de equipo.

3.2 Selección de Mejor Alternativa

Se darán a continuación algunos lineamientos generales que pueden orientar acerca de la alternativa que puede resultar más conveniente según la naturaleza de los fluidos que participan del intercambio:

- 1) Líquido no viscoso a líquido no viscoso.

El intercambiador de placas requiere por lo general menor superficie, pero para grandes caudales o condiciones de servicio exigentes debe usarse el intercambiador de casco y tubos.

2) Líquido no viscoso a vapor

Cuando se pueden emplear, materiales de bajo costo el intercambiador de casco y tubos suele ser más económico. Los intercambiadores de placas pueden ser más ventajosos cuando se requieren materiales más caros o por razones sanitarias o de limpieza (caso de los pasteurizadores o sistemas de esterilización).

3) Líquido viscoso a agua o vapor

Igual que en el caso anterior, el intercambiador de casco y tubos suele ser más económico para materiales comunes.

4) Líquido viscoso a líquido viscoso

Los intercambiadores de placas son muy convenientes debido a que el flujo tortuoso en ambos fluidos permite lograr flujos turbulentos a bajos valores del Reynolds. Los intercambiadores de placas han sido usados para viscosidades cinemáticas de hasta 50,000 cSt.

5) Líquidos sensibles al calor

En el caso de la industria alimentaria, es frecuente que las operaciones de calentamiento deban ser llevadas a cabo procurando no someter a los productos a temperaturas muy altas o tiempos de calentamiento excesivos para evitar descomposiciones o alteraciones del sabor. El intercambiador de placas es muy apropiado para estos casos debido a que al tener elevados coeficientes de transferencia

permite trabajar con menores temperaturas de pared al tiempo que ofrece un bajo tiempo de residencia.

Para nuestro caso por tratarse de un sistema estéril, es indispensable que todo el sistema sea construido en acero inoxidable además que ofrezca un fácil mantenimiento, limpieza y sea sumamente compacto por lo que se ajusta a los puntos 1 y 2 para la utilización de intercambiadores de placas.

3.3 Análisis de Costos Operativos de Mejor Alternativa

En el cuadro adjunto se resumen los consumos unitarios de la alternativa de uso de intercambiadores de placas con sus respectivos costos operativos (Se supone una potencia eléctrica tanto de la bomba como del agitador de 1.5kW cada uno que luego será confirmada por el fabricante, en todo caso costos de consumo de energía eléctrica son pequeñas comparado con el costo total de producción)

Proceso	Bomba (kW-h)	Agitador (kW-h)	Vapor (kg)	CW (m ³)
Continuo	1.5 ^{kW} x20h	1.5 ^{kW} x20h	51kg/hx20h	4.53m ³ /hx20h
Total x día	30 kW-h	30 kW-h	1,020 kg	90.6m³
Costo Unitario	\$0.05/kW-h	\$0.05/kW-h	\$0.014/kg.vapor	\$0.35/m³
Costo diario	\$1.5	\$1.5	\$14.28	\$31.75

$$\Sigma = 1.5 + 1.5 + 14.28 + 31.75 = \$49.03/\text{día} \times$$

$$29\text{días/mes} \times 11\text{meses/año}$$

Costo anual de producción AZ

$$= \$15,640.57/\text{año}$$

Producción anual de AZ:

$$1.2\text{m}^3/\text{hx}20\text{h}/\text{dx}29\text{d}/\text{mes} \times 11\text{m}/\text{año} = 7,656\text{m}^3\text{AZ}/\text{año}$$

Costo de Producción AZ:

$$15,640.57/7,656 = \$2.04/\text{m}^3\text{AZ}$$

Según evaluación de costos operativos actuales del Capítulo 2.3 (Costos de Producción Actual) el costo del metro cúbico de AZ es de \$8.45 lo que implica un ahorro de $8.45 - 2.04 = \$6.41/\text{m}^3\text{AZ}$.

El ahorro generado sólo por el cambio de tecnología es el siguiente:

Producción actual de AZ:

$$5\text{m}^3/\text{bx}3\text{b}/\text{dx}29\text{d}/\text{mes} \times 11\text{m}/\text{año} = 4,785\text{m}^3\text{AZ}/\text{año}$$

$$4,785\text{m}^3\text{AZ}/\text{año} \times \$6.41/\text{m}^3\text{AZ} = \$30,671.85/\text{año de ahorro.}$$

Todo indica que el tiempo de recuperación de la inversión será a corto plazo

CAPÍTULO 4

CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA TERMICO CONTINUO

PROPUESTO

4.1 Tanque de Preparación de Antiespumante Según Norma API 650 y su Sistema de Agitación

En muchos países del mundo, incluyendo el nuestro, el diseño y cálculo de tanques de almacenamiento, se basa en la publicación que realiza el “Instituto Americano del Petróleo”, al que esta institución designa como “ESTÁNDAR A.P.I. 650”, para tanques de almacenamiento a presión atmosférica y “ESTÁNDAR A.P.I. 620”, para tanques de almacenamiento sometidos a presiones cercanas a 1kg/cm^2 (14lb/pulg^2).

El estándar A.P.I. 650 sólo cubre aquellos tanques en los cuales se almacena fluidos líquidos y están contruidos de acero con el fondo uniformemente soportado por una cama de arena, grava, concreto, asfalto, etc, diseñados para soportar una presión de operación atmosférica o presiones internas que no excedan el peso del techo por unidad de área y una temperatura de operación no mayor de 93°C (200°F), ya que no se usan para servicio de refrigeración. Este

estándar cubre el diseño y cálculo de los elementos constitutivos del tanque.

En la tabla N°1 se muestra los diferentes requerimientos de diversos estándares para la fabricación de tanques de almacenamiento.

Tabla N° 1: Requerimiento de diversos estándares para Tanques de fondo plano

Tabla	A.P.I. 650			A.P.I. 620			A.N.S.I.	AWWA
	Básico	Apéndice A	Apéndice F	Básico	Apéndice R	Apéndice Q	B96.1	
Presión interna máxima	Atm.	Atm.	0.17 kg/cm ²	1kg/cm ²	1kg/cm ²	1kg/cm ²	Atm.	Atm.
Temp.. mínima	NS	(-)28.8°C	NS	(-)45.5°C	(-)54.4°C	(-)167°C	(-)28.8°C	(-)48.3°C
Temp.. máxima	93.3°C	93.3°C	93.3°C	93.3°C	(-)40°C	93.3°C	204°C	RT
Esp. Máximo del cuerpo	44.4mm	12.7mm	44.4mm	NS	NS	NS	NS	50.8mm
Espesor mínimo del cuerpo								
D<15.2m	4.76mm			4.76mm			4.76mm	
15.2m<D>36.5m	6.35mm			6.35mm			6.35mm	
36.5m<D>60.9m	7.93mm			7.93mm			7.93mm	
D>60.9m	9.52mm			9.52mm				9.52mm
Esp. Mínimo del techo	4.76mm			NS			4.76mm	4.76mm
Esp. Máximo del techo	6.35mm + CA			NS			6.35mm	NS
Ángulo mínimo de coronamiento								
D<10.6m	50.8mmx50.8mmx4.76mm			NS			63.5x63.5x6.35mm	
10.6m<D>18.2m	50.8mmx50.8mmx6.35mm			NS			63.5x63.5x7.93mm	
D>18.2m	76.2mmx76.2mmx9.52mm			NS			76.2x76.2x9.52mm	

NS = Sin especificación.

CA = Corrosión permisible.

RT = Temperatura Ambiente.

Es importante que para el diseño y cálculo de tanques de almacenamiento, el usuario deba proporcionar los datos y la información necesaria para llevar a cabo el proyecto. La información mínima requerida (condiciones de operación y de diseño) es: volumen, temperatura, peso específico del líquido, corrosión permisible, velocidad del viento, coeficientes sísmicos de la zona, etc. Dado que es el que conoce con exactitud las características tanto del fluido que desea almacenar y el lugar donde se ha de instalar dicho tanque, por lo que el fabricante no deberá suponer estas condiciones, y si así fuera, el fabricante tiene la obligación de informar al usuario, quien tiene la responsabilidad de autorizar o no las condiciones expuestas por la compañía constructora.

Así también el usuario establecerá la magnitud y dirección de las cargas externas que pudieran ocasionar deformaciones en el tanque, con el fin de diseñar los elementos involucrados con este.

El sobre espesor por corrosión que especificará el usuario se incluirá en cuerpo, fondo, techo y estructura, y sólo se agrega al final del cálculo de cada uno de los elementos del tanque, debido a que la agresividad química no es lo mismo para el fluido en estado líquido o gaseoso y en algunos casos hasta para los lodos.

El usuario podrá especificar el material a utilizar en el tanque, así como el de sus componentes. El fabricante y/o diseñador podrá sugerir los materiales recomendables en cada caso para que el usuario los apruebe.

El fabricante tiene la obligación de cumplir con todas las especificaciones y Normas que marca el estándar y que acuerde con el usuario, las cuales serán supervisadas y evaluadas por el personal que designe el usuario.

En el caso particular del presente proyecto se hará uso de la norma API 650, 10^o Edición, Noviembre de 1998 **Apéndice S Tanques de Almacenamiento de acero inoxidable**, ya que se trata de un tanque cuya condición de manejo de producto sanitario como el AZ que va directo a Fermentadores, amerite que el material sea en acero inoxidable al igual que el agitador que lo contenga.

Por tratarse de un producto con PH neutro (PH = 7) será suficiente que el material sea de calidad 304L.

Bases de Diseño

Producto	AZ al 1%
Código de Diseño	API-650, Apéndice S
Tipo de Techo	Cónico autosoportado

Tipo de Fondo	:	Plano inclinado
Volumen	:	14.5m ³
Viscosidad	:	1cp
Densidad relativa del producto	:	1.00
Número de anillos	:	02
Altura del anillo	:	5 pies c/u
Diámetro interior	:	2.600 m
Altura total	:	2.850 m
Material del cuerpo	:	SA-240 Tipo 304L
Material del fondo	:	SA-240 Tipo 304L
Material del techo	:	SA-240 Tipo 304L

Diseño del Fondo:

Generalmente el espesor del fondo es equivalente al espesor del primer anillo del cuerpo del tanque pero nunca será menor a 3/16" o 4.76mm según Norma API.

Diseño del cuerpo:

El espesor mínimo requerido del cuerpo será el valor más grande calculado de las siguientes fórmulas (en el SI unidades):

$$t_d = \frac{4.9D(H - 0.3)G + CA}{S_d E}$$

$$t_t = \frac{4.9D(H - 0.3)}{S_t E}$$

Donde:

t_d = Espesor de diseño del cuerpo (mm)

t_t = Espesor del cuerpo por prueba hidrostática (mm)

D = Diámetro nominal del tanque (m)

H = Nivel de diseño del líquido (m)

G = Gravedad específica del líquido a almacenar

E = Eficiencia de la junta, 1.0, 0.85 o 0.70

CA = Corrosión admisible (mm)

S_d = Esfuerzo admisible para la condición de diseño (MPa), ver tabla N° 2

S_t = Esfuerzo admisible para la condición de prueba hidrostática (MPa), ver tabla N° 2.

Tabla N°2 Esfuerzos Permisibles para cuerpo de tanques

Type	Min. Yield Mpa (psi)	Min. Tensile Mpa (psi)	Allowable Stress [in Mpa (psi) for design temperature not exceeding (S_d)]					S_t Ambient
			40°C (100°F)	90°C (200°F)	150°C (300°F)	200°C (400°F)	260°C (500°F)	
304	205 (30,000)	515 (75,000)	155 (22,500)	155 (22,500)	140 (20,300)	128 (18,600)	121 (17,500)	186 (27,000)
304L	170 (25,000)	485 (70,000)	145 (21,000)	132 (19,200)	119 (17,200)	109 (15,800)	101 (14,700)	155 (22,500)
316	205 (30,000)	515 (75,000)	155 (22,500)	155 (22,500)	145 (21,000)	133 (19,300)	123 (17,900)	186 (27,000)
316L	170 (25,000)	485 (70,000)	145 (21,000)	131 (19,000)	117 (17,000)	107 (15,500)	99 (14,300)	155 (22,500)
317	205 (30,000)	515 (75,000)	155 (22,500)	155 (22,500)	145 (21,000)	133 (19,300)	123 (17,900)	186 (27,000)
317L	205 (30,000)	515 (75,000)	155 (22,500)	155 (22,500)	145 (21,000)	133 (19,300)	123 (17,900)	186 (27,000)

$$t_d = \frac{4.9 \times 2.60 (2.85 - 0.3) 1.0 + 0}{145 \times 0.70} = 0.32 \text{ mm}$$

$$t_i = \frac{4.9 \times 2.60 (2.85 - 0.3)}{155 \times 0.70} = 0.299 \text{ mm}$$

El espesor mínimo requerido según norma API es de 3/16" o 4.76mm, en este caso se escogerá este espesor como nominal.

Diseño del techo cónico autoportado:

Los techos cónicos, autoportados son empleados en tanques relativamente pequeños. Este consiste en un cono formado de placas soldadas a tope, el cual por su forma física, además de confirmar mediante un análisis de flexión basado en la teoría de placas, es capaz de sostenerse sin ningún elemento estructural y únicamente soportado en su periferia por el perfil de coronamiento.

Estos techos son diseñados y calculados para tanques que no exceden de un diámetro de 18,288mm. (60 pies), pero es recomendable fabricar estos en un diámetro máximo de 12,192mm (40 pies), y cualquier dimensión mayor de las mostradas requiere el uso de una estructura capaz de soportar al techo.

Los techos cónicos autoportados tendrán como máximo una pendiente de 9:12 (37°), y como mínimo 2:12 (9.5°), con respecto a la horizontal. El espesor estará determinado por la siguiente expresión,

pero no deberá ser menor de 4.76 mm. (3/16 pulg.), y no mayor de 12.7 mm. (1/2 pulg.).

$$T_t = \frac{D}{4800 \text{sen}\theta}$$

Donde:

T_t = Espesor mínimo requerido (mm.).

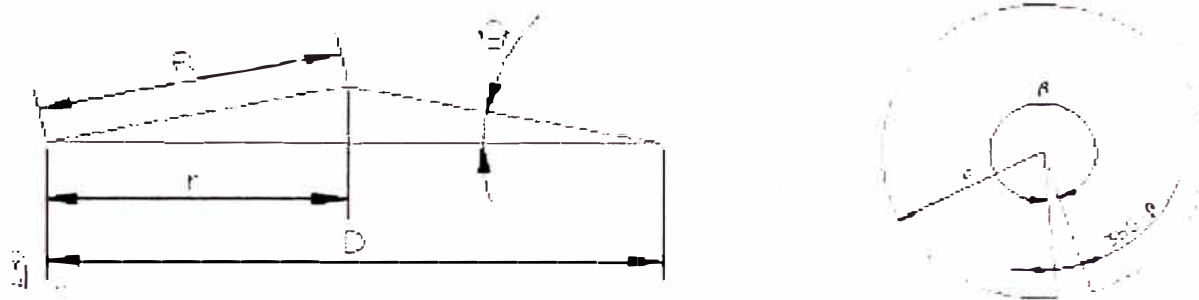
D = Diámetro medio del tanque (mm.).

θ = Ángulo con respecto a la horizontal (grados).

$$T_t = \frac{2600}{4800 \text{sen}15^\circ} = 2.09 \text{mm}$$

Por norma escogemos el espesor mínimo de diseño, esto es 3/16" o 4.76mm.

El armado del techo sigue los mismos requerimientos y procedimientos que el fondo; estos son generalmente fabricados por placas rectangulares soldadas a tope, partiendo de un disco cuyo radio es la hipotenusa del cono en el cual se distribuirán las placas. A dicho disco se le practicará un corte para que el techo, al ser izado, cierre y tome forma de cono, de acuerdo con lo siguiente:



$$\gamma = 360^\circ - \beta = 360 - 360r/R = 12.30^\circ$$

Donde:

D = Diámetro de asientos del cono (mm.).

$r = D/2$

R = Radio del disco o hipotenusa del cono (mm.).

θ = Angulo del cono con respecto a la horizontal (grados).

γ = Angulo de corte del disco

Estos techos por sus dimensiones son armados al nivel del piso, para posteriormente ser levantados y colocados sobre el tanque, lo cual puede ser por sectores o totalmente armado.

Conexiones:

Todas las conexiones y/o manholes serán del mismo espesor del tanque (3/16") o en su defecto conexiones con tuberías y accesorios estándar de cédula SCH10S. Para mejores detalles ver plano MEC-01 en planos adjuntos.

Sistema de Agitación

En las industrias químicas de procesos y en otras semejantes, muchas operaciones dependen en alto grado de la agitación y mezclado eficaz de los fluidos. Por lo general, la agitación se refiere a forzar un fluido por medios mecánicos para que adquiera un movimiento circulatorio en el interior de un recipiente. El mezclado implica partir de dos fases individuales, tales como un fluido y un sólido pulverizado o dos fluidos, y lograr que ambas fases se distribuyan al azar entre sí.

Existen varios objetivos en la agitación de fluidos y algunos de ellos son:

1. Mezclado de dos líquidos miscibles, tales como alcohol etílico y agua.
2. Disolución de sólidos en líquidos, tales como sal en agua.
3. Dispersión de un gas en un líquido en forma de burbujas pequeñas, como en el caso del oxígeno del aire en una suspensión de microorganismos para la fermentación, o para el caso de activación de lodos en el tratamiento de aguas residuales.
4. Suspensión de partículas sólidas finas en un líquido, tal como en la hidrogenación catalítica de un líquido, donde las partículas del

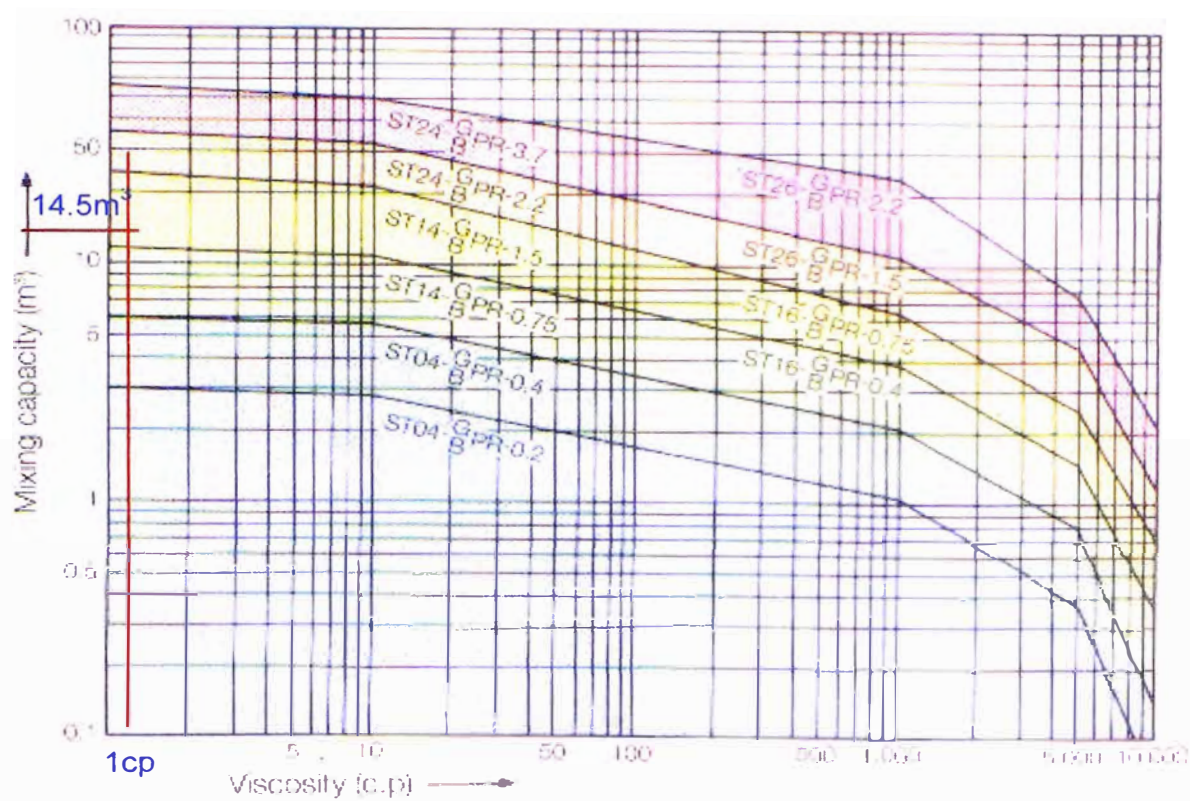
catalizador sólido y las burbujas de hidrógeno se dispersan en un líquido.

5. Agitación de un fluido para aumentar la transferencia de calor entre dicho fluido y un serpentín o una camisa en las paredes del recipiente.

En nuestro caso, el objetivo principal del sistema de agitación del presente proyecto corresponde al indicado en el objetivo N°1 descrito.

Existen varios sistemas de agitación típicos para cada tipo de aplicación, en nuestro caso por tratarse de un recipiente de poco volumen y baja viscosidad usaremos el agitador del tipo propulsor de tres aspas en posición lateral u horizontal para optimizar el espacio. Al igual que los intercambiadores de calor tipo placas, se tiene un pacto estratégico entre la corporación Ajinomoto y la empresa japonesa SATAKE para el suministro e intercambio tecnológico entre las partes. Para la selección del equipo más apropiado se tomo la curva suministrada por el fabricante (ver figura N° 09) teniendo en cuenta un volumen de 14.50m^3 y viscosidad de 1cp.

Mixing capacity selection chart



Carta de selección de la capacidad de agitación

Figura N° 09

El modelo corresponde al ST14-BPR-1.5 que también equivale a un agitador de disposición lateral es decir, el modelo seleccionado sería: **SS14-BPR-1.5** que según el código de descripción en cuadro adjunto (ver figura N° 10) corresponde a un agitador Satake Multi S Mixer de disposición lateral de la serie S-1, 4 polos, con reducción a través de faja y polea, sello con prensa estopa, brida circular normalizada japonesa JIS 10k y con motor de 1.5kW (En la práctica para sistemas de mezclado de dos líquidos se toma como referencia aproximada la siguiente correspondencia: 0.1kW/m³)

Medium-speed type standard specifications (Vertical type)

Series	Model	Motor Motor output (kW)	HR500 impeller		Shaft length (below the flange)	
			Speed (rpm)	Diameter (mm)	Standard (mm)	Overhang (Max. length) (mm)
			60/50Hz	60/50Hz		
S-0	ST04-GP(N)R(S)-0.2	0.2	350	310	1,700	2,000 or below
	ST04-GP(N)R(S)-0.4	0.4	350	310	1,700	1,800
	ST04-BP(N)R(S)-0.2	0.2	350	310	1,650	2,000
	ST04-BP(N)R(S)-0.4	0.4	350	310	1,650	1,800
S-1	ST14-GP(N)R(S)-0.75	0.75	350	400	2,130	2,600
	ST14-GP(N)R(S)-1.5	1.5	350	410	2,130	2,200
	ST14-BP(N)R(S)-0.75	0.75	350	400	2,065	2,600
	ST14-BP(N)R(S)-1.5	1.5	350	410	2,065	2,200
	ST16-GP(N)R(S)-0.4	0.4	230	410	2,130	2,700
	ST16-GP(N)R(S)-0.75	0.75	230	490	2,130	2,500
	ST16-BP(N)R(S)-0.4	0.4	230	410	2,065	2,700
	ST16-BP(N)R(S)-0.75	0.75	230	490	2,065	2,500
	ST24-GP(N)R(S)-2.2	2.2	350	490	2,350	3,000
	ST24-GP(N)R(S)-3.7	3.7	350	490	2,350	2,700
S-2	ST24-BP(N)R(S)-2.2	2.2	350	490	2,275	3,000
	ST24-BP(N)R(S)-3.7	3.7	350	490	2,275	2,700
	ST26-GP(N)R(S)-1.5	1.5	230	490	2,350	3,000
	ST26-GP(N)R(S)-2.2	2.2	230	515	2,350	2,800
	ST26-BP(N)R(S)-1.5	1.5	230	490	2,275	3,000
	ST26-BP(N)R(S)-2.2	2.2	230	515	2,275	2,800

* The dimensions in the table above are based on the installation of a single HR500 impeller (standard)
 * Specifications are the same for models with either letter P or N and either letter R or S in the model number

Model coding is as follows

S T 1 4 - G P R - 1.5 (Example)

Motor capacity
0.2 to 3.7 kW

Mounting flange type
R Round flange
S Square flange
(Top-entering type only)

Shaft sealing system
P: Gland packing seal
M: Mechanical seal
N: V ring
W: Water seal

Drive system
G: Single gear reduction
G2: Double gear reduction
G3: Triple gear reduction
B: Belt reduction
D: Direct coupling
with reduction gear
V: Direct coupling
with speed changer

Motor pole number
4 4 poles
6 6 poles

Multi Mixer Series
0 S-0 series
(up to a torque of 1.5 kg-m)
1 S-1 series
(up to a torque of 7.0 kg-m)
2 S-2 series
(up to a torque of 15.0 kg-m)

Mixer mounting direction
T Top-entering
S Side-entering
(B Bottom-entering)

Satake Multi S Mixer

Código de modelo a escoger

Figura N° 10

Es importante señalar que la decisión de escoger un agitador lateral o de disposición horizontal respecto a uno del tipo vertical radica básicamente en la falta de espacio que se tiene entre la tapa del tanque y el techo del edificio en donde se ubica, además de ser un agitador versátil, compacto y de gran confiabilidad para fluidos de poca viscosidad y volúmenes pequeños.

4.2 Intercambiador de Calor Compacto tipo Placas

En el capítulo 3.1.4, se realizó el cálculo térmico de los intercambiadores de placas necesarios para cumplir con los requerimientos de producción. Se determinó los consumos unitarios en cada una de las etapas logrando significativos ahorros, eligiendo dicha alternativa como la mejor alternativa tanto técnica como económica de acuerdo a las evaluaciones desarrolladas en dicho capítulo.

Para el dimensionamiento de los equipos se estimó el área de transferencia de calor en base a los coeficientes globales suministrados por la empresa japonesa HISAKA con el cual tenemos un pacto estratégico a nivel corporativo.

La determinación final de estos equipos es evaluado finalmente por esta empresa que no difiere mucho de los cálculos realizados anteriormente. (ver hojas técnicas en planos adjuntos).

A continuación se presenta la evaluación realizada por HISAKA:

HISAKA PLATE HEAT EXCHANGER (PHE) DATA SHEET			
Model:	UX-016 ^a -JCR-23	Number of PHE	1 Unit(s)
Surface area:	0.52 m ² /unit	Number of Plates	8 pcs/unit
(Performance per PHE)			
	Hot Side	Cold Side	
Fluid Name	STEAM	AZ 1%	
Total Flow Rate	50.82 kg/h	1.20 m ³ /h	
Specific Gravity	***** -----	1.0000 -----	
Specific Heat	***** kJ/(kg·°C)	4.1860 kJ/(kg·°C)	
Thermal Conductivity	***** W/(m·°C)	0.6834 W/(m·°C)	
Viscosity	***** mPa·s	0.2543 mPa·s	
Temperature In	130.00 °C	100.00 °C	
Temperature Out	130.00 °C	122.00 °C	
Pressure Drop	***** MPa	0.030 MPa	
Operating Pressure	----- MPa (abs)	----- MPa (abs)	
Heat Exchanged		31 kW	
Flow Direction		Counter	
(Construction)			
Pass Arrangement	3x1	2x2	
Design Pressure	0.28 MPa G	0.50 MPa G	
Test Pressure (PNEU)	0.55 MPa G	0.55 MPa G	
Test Pressure (HYDRST)	----- MPa G	----- MPa G	
Design Temperature	142 °C	142 °C	
Mass(Empty)/Mass(Filled)			
Overall Dimension			
Connection	JIS10K-50A	JIS10K-20A	
Drain Blow		15A(PT ½)	
(Material)			
Plate		SUS316	
Gasket	A-EPDM	A-EPDM	
Connection	SUS316	SUS316	
Frame / Bolt	Carbon Steel, Painted / Carbon Steel		

HISAKA PLATE HEAT EXCHANGER (PHE) DATA SHEET

Model:	UX-016 ^a -JCR-23	Number of PHE	1 Unit(s)
Surface area:	1.13 m ² /unit	Number of Plates	15 pcs/unit

(Performance per PHE)	Hot Side	Cold Side
Fluid Name	AZ 1%	AZ 1%
Total Flow Rate	1.20 m ³ /h	1.20 m ³ /h
Specific Gravity	1.0000 —	1.0000 —
Specific Heat	4.1860 kJ/(kg·°C)	4.1860 kJ/(kg·°C)
Thermal Conductivity	0.6703 W/(m·°C)	0.6515 W/(m·°C)
Viscosity	0.3478 mPa·s	0.4687 mPa·s
Temperature In	122.00 °C	20.00 °C
Temperature Out	42.00 °C	100.00 °C
Pressure Drop	0.039 MPa	0.040 MPa
Operating Pressure	—— MPa (abs)	—— MPa (abs)
Heat Exchanged	112 kW	
Flow Direction	Counter	

(Construction)		
Pass Arrangement	3x1, 2x2	3x1, 2x2
Design Pressure	0.50 MPa G	0.50 MPa G
Test Pressure (PNEU)	0.55 MPa G	0.55 MPa G
Test Pressure (HYDRST)	—— MPa G	—— MPa G
Design Temperature	142 °C	99 °C
Mass(Empty)/Mass(Filled)		
Overall Dimension		
Connection	JIS10K-25A	JIS10K-25A
Drain Blow	15A(PT ½)	15A(PT ½)

(Material)		
Plate	SUS316	
Gasket	A-EPDM	A-EPDM
Connection	SUS316	SUS316
Frame / Bolt	Carbon Steel, Painted / Carbon Steel	

HISAKA PLATE HEAT EXCHANGER (PHE) DATA SHEET

Model:	UX-016 ^a -JC-26	Number of PHE	1 Unit(s)
Surface area:	0.44 m ² /unit	Number of Plates	7 pcs/unit
(Performance per PHE)			
	Hot Side	Cold Side	
Fluid Name	AZ 1%	AZ 1%	
Total Flow Rate	1.20 m ³ /h	1.20 m ³ /h	
Specific Gravity	1.0000 —	1.0000 —	
Specific Heat	4.1860 kJ/(kg·°C)	4.1860 kJ/(kg·°C)	
Thermal Conductivity	0.6198 W/(m·°C)	0.5928 W/(m·°C)	
Viscosity	0.7298 mPa·s	1.0691 mPa·s	
Temperature In	42.00 °C	10.00 °C	
Temperature Out	27.00 °C	25.00 °C	
Pressure Drop	0.008 MPa	0.008 MPa	
Operating Pressure	—— MPa (abs)	—— MPa (abs)	
Heat Exchanged	21 kW		
Flow Direction	Counter		
(Construction)			
Pass Arrangement	3x1	3x1	
Design Pressure	0.50 MPa G	0.50 MPa G	
Test Pressure (PNEU)	0.55 MPa G	0.55 MPa G	
Test Pressure (HYDRST)	—— MPa G	—— MPa G	
Design Temperature	99 °C	99 °C	
Mass(Empty)/Mass(Filled)			
Overall Dimension			
Connection	JIS10K-50A	JIS10K-20A	
Drain Blow			
(Material)			
Plate	SUS316		
Gasket	A-EPDM	A-EPDM	
Connection	SUS316	SUS316	
Frame / Bolt	Carbon Steel, Painted / Carbon Steel		

HISAKA PLATE HEAT EXCHANGER (PHE) DATA SHEET

Model:	UX-016A-JC-26	Number of PHE	1 Unit(s)
Surface area:	1.48 m ² /unit	Number of Plates	19 pcs/unit
(Performance per PHE)			
	Hot Side	Cold Side	
Fluid Name	AZ 1%	WATER	
Total Flow Rate	1.20 m ³ /h	4.53 m ³ /h	
Specific Gravity	1.0000 —	1.0000 —	
Specific Heat	4.1860 kJ/(kg·°C)	4.1860 kJ/(kg·°C)	
Thermal Conductivity	0.5945 W/(m·°C)	0.5799 W/(m·°C)	
Viscosity	1.0427 mPa·s	1.2984 mPa·s	
Temperature In	27.00 °C	8.00 °C	
Temperature Out	10.00 °C	12.50 °C	
Pressure Drop	0.008 MPa	0.099 MPa	
Operating Pressure	——— MPa (abs)	——— MPa (abs)	
Heat Exchanged	24 kW		
Flow Direction	Counter		
(Construction)			
Pass Arrangement	5x1, 4x1	5x1, 4x1	
Design Pressure	0.28 MPa G	0.50 Mpa G	
Test Pressure (PNEU)	0.55 MPa G	0.55 Mpa G	
Test Pressure (HYDRST)	——— MPa G	——— Mpa G	
Design Temperature	99 °C	99 °C	
Mass(Empty)/Mass(Filled)			
Overall Dimension			
Connection	JIS10K-20A	JIS10K-20A	
Drain Blow	15A(PT ½)	15A(PT ½)	
(Material)			
Plate	SUS316		
Gasket	A-EPDM	A-EPDM	
Connection	SUS316	SUS316	
Frame / Bolt	Carbon Steel, Painted / Carbon Steel		

4.3 Torre de Retención a Presión según Norma ASME Sección VIII, División I

Como se comentó en el capítulo 2.1 Operación actual del sistema, se requiere que el producto luego de ser calentado hasta la temperatura de esterilización de 122°C, se deba mantener a dicha temperatura por espacio de 30 minutos para garantizar la eliminación total de cualquier bacteria. Este tiempo de reposo se realizaba en el mismo tanque por tratarse de un sistema tipo batch, pero al considerar un sistema continuo, se requiere de un recipiente adicional donde se pueda mantener el producto en el tiempo solicitado (30min) a la temperatura requerida (122°C)

El recipiente entonces tendrá un volumen de:

$$V = 1.2\text{m}^3/\text{hr} \times 30\text{min} \times 1\text{hr}/60\text{min} = 0.60\text{m}^3$$

Considerando un diámetro interno de 600mm, se obtiene una altura del recipiente de 2.0m aproximadamente.

Datos Generales:

Diámetro interior (D)	: 23.622 in (600mm)
Material :	: SA-240 304L
Esfuerzo del material (S)	: 13,500 PSI
Eficiencia costura longitudinal (El)	: 0.65
Eficiencia costura circunferencial (Ec)	: 0.65

Eficiencia junta de cabeza toriférica (E)	: 0.85
Eficiencia junta de cabeza cónica (E)	: 0.65
Mitad del ángulo, vértice del cono (α)	: 20° ($\alpha < 30^\circ$)
Presión interior de diseño (P)	: 71 PSI (5kg/cm ²)
Presión exterior de diseño (Pa)	: 0 PSI (manométrica)
Margen por corrosión (C.A.)	: 0 in

Radio interior: $R = D/2 + C.A. = 23.622/2 + 0 = 11.811$ in (300mm)

Radio interior del casquete: $L = 2R = 23.622$ in (600mm)

Radio interior de la curvatura: $r = L/10 = 2.3622$ in (60mm)

Casco Cilíndrico:

Espesor de pared costura longitudinal:

$$t_a = PR / (SEI - 0.6P)$$

$$t_a = 71 \times 11.811 / (13,500 \times 0.65 - 0.6 \times 71) = 0.096$$
 in (2.44mm)

Espesor de pared costura circunferencial:

$$t_b = PR / (2SEc + 0.4P)$$

$$t_b = 71 \times 11.811 / (2 \times 13,500 \times 0.65 + 0.4 \times 71) = 0.048$$
 in (1.21mm)

Espesor mínimo: $t_{min} = \text{Máx}(t_a, t_b) = 0.096$ in (2.44mm)

Escogemos un espesor de plancha de: $t = 0.1575$ in (4mm)

Presión máxima de trabajo:

Costura longitudinal (Esfuerzo circular):

$$P_{\max A} = S.E.t/(R+0.6t) = 13,500 \times 0.65 \times 0.1575 / (11.811 + 0.6 \times 0.1575)$$

$$P_{\max A} = 116.09 \text{ PSI}$$

Costura circunferencial (Esfuerzo longitudinal):

$$P_{\max B} = 2S.E.c.t/(R-0.4t) = 2 \times 13,500 \times 0.65 \times 0.1575 / (11.811 - 0.4 \times 0.1575)$$

$$P_{\max B} = 235.28 \text{ PSI}$$

$$P_{\max} = \text{Min}(P_{\max A}, P_{\max B}) = 116.09 \text{ PSI} > P \text{ (OK)}$$

Cabeza superior ASME bridada y alabeada toriférica:

Cálculo del factor M:

$$L/r = L/(L/10) = 10;$$

$$M = \frac{1}{4}[3 + (L/r)^{1/2}] = \frac{1}{4}[3 + 10^{1/2}] = 1.541$$

Espesor de pared:

$$t_{\min} = PLM/(2SE - 0.2P) = 71 \times 23.622 \times 1.541 / (2 \times 13,500 \times 0.85 - 0.2 \times 71)$$

$$t_{\min} = 0.113 \text{ in (2.86mm)}$$

Escogemos un espesor de plancha de: $t = 0.1575 \text{ in (4mm)}$

Presión máxima de trabajo:

$$P_{\max} = 2SEt/(LM + 0.2t)$$

$$P_{\max} = 2 \times 13,500 \times 0.85 \times 0.1575 / (23.622 \times 1.541 + 0.2 \times 0.1575)$$

$$P_{\max} = 99.21 \text{ PSI} > P \text{ (OK)}$$

Cabeza inferior de Sección Cónica bridada:

Espesor de pared:

$$t_{\min} = PD / [2\cos\alpha(SE-0.6P)]$$

$$= 71 \times 23.622 / [2\cos 20^\circ(13,500 \times 0.65 - 0.6 \times 71)]$$

$$t_{\min} = 0.102 \text{ in (2.60mm)}$$

Escogemos un espesor de plancha de: $t = 0.1575 \text{ in (4mm)}$

Presión máxima de trabajo:

$$P_{\max} = 2SEt\cos\alpha / (D + 1.2t\cos\alpha)$$

$$P_{\max} = 2 \times 13,500 \times 0.65 \times 0.1575 \times \cos 20^\circ / (23.622 + 1.2 \times 0.1575 \times \cos 20^\circ)$$

$$P_{\max} = 109.14 \text{ PSI} > P \text{ (OK)}$$

En todos los casos se escogió plancha de espesor 4mm para obtener una mayor rigidez por ser un tanque con 2m de altura (para evitar el uso de anillos atiesadores).

Para el caso de las bridas de conexión de las cabezas toriférica y cónica se utilizarán bridas normadas DIN 2611, medida nominal 600mm, presión hasta 6 atmósferas indicadas en plano mecánico de Torre de retención.

Las conexiones de ingreso y salida serán de 2" SCH10S y las bridas en norma japonesa JIS10K (equivalente al ANSI 150).

Estas conexiones de por sí superan ampliamente las condiciones de presiones internas en todo el sistema. Para mejores detalles ver plano MEC-02 en planos adjuntos, al final del informe.

4.4 Sistema de Tuberías

Según el Diagrama de Flujo mecánico e instrumental (plano D-02) se tiene identificado las líneas de proceso y su dimensión adecuada para el flujo de diseño ($1.2\text{m}^3/\text{h}$) además de obtener una caída de presión baja ya que los equipos de por sí (intercambiadores de calor y actual tanque de stock de AZ que está a una presión de $1.5\text{kg}/\text{cm}^2$) presentan una alta caída de presión que la bomba de envío debe vencer.

Las válvulas seleccionadas tanto manuales como las de globo, y automáticas como las on-off y de control han sido seleccionadas acorde al tipo de operación a ser ejecutado por el controlador de las operaciones.

Para el caso de la dimensión adecuada de la línea de vapor, según hoja técnica del Intercambiador de calor UX-016A-JCR-23 en el capítulo 4.2 se tiene un consumo nominal de 50.82 kg/hr a $2\text{kg}/\text{cm}^2$ de presión de vapor manométrico que sería suficiente con una línea de $\frac{3}{4}$ " pero para reducir al mínimo las pérdidas y estar acorde con la

dimensión de la válvula de control de ingreso de vapor, se selecciona una tubería de 1" Fe. SCH40.

De igual manera para la línea de ingreso de agua refrigerada que según hoja técnica del intercambiador UX-016A-JC-26 tiene un consumo nominal de $4.53\text{m}^3/\text{hr}$ lo que sería suficiente con una línea de $\frac{3}{4}$ " pero se escoge una tubería de 1" Fe. SCH40 siguiendo las mismas conclusiones que la línea de vapor.

En el siguiente capítulo se presenta un cálculo rápido de las caídas de presión de la línea de envío de AZ diluido en cada una de las etapas donde se podrá apreciar la alta caída de presión que debe vencer la bomba, principalmente por la originada en el paso de cada intercambiador y posterior descarga al tanque de stock de AZ presurizado a $1.5\text{kg}/\text{cm}^2$.

4.5 Bomba de Envío de Antiespumante Diluido

Según cuadros adjuntos (tabla N° 3, N° 4 y N° 5) se tiene la caída de presión total del sistema que corresponde a la altura de la bomba de envío de AZ diluido la cual redondeando se selecciona en 45m con un caudal nominal de $1.2\text{m}^3/\text{hr}$ o 20lit/min.

En esta oportunidad al ser una bomba con un bajo caudal, de por sí trabajan a muy baja eficiencia, pero se requiere una del tipo radial para llegar a las presiones adecuadas de trabajo.

En este caso se escogió trabajar con la empresa MALHATY PUMP, otro proveedor de la corporación al igual que las empresas EBARA, SANWA o FURUKAWA, sin embargo ninguna de las otras podía suministrarnos una bomba de las características solicitadas (bajo caudal y alta cabeza).

El equipo suministrado es una bomba radial Modelo 25mmCB-27M en material acero inoxidable 304, 1.5kW motor Toshiba con impulsor del tipo cascada y sello mecánico con caras de carburo de Silicio. (Ver hojas técnicas en planos adjuntos).

Tabla N° 3 Cálculo Factor de Fricción "f"

$$f = 64/Re$$

Flujo Laminar $Re \leq 2000$

$$1/f^{1/2} = -2\log\{2,51/(Re \cdot f^{1/2}) + \varepsilon/3,71\}$$

Flujo Turbulento $Re \geq 4000$

$$Re = \frac{\rho \times V \times D}{\mu}$$

Re : Número de Reynolds

Material tubería	Rugosidad "e" (pie)
Acero Remachado	0.003 - 0.03
Concreto	0.001 - 0.01
Duela de madera	0.0006 - 0.003
Fundición de hierro	0.00085
Fierro galvanizado	0.0005
Fundición de fierro asfaltado	0.0004
Acero comercial o fierro dulce	0.00015
Tubería estriada	0.000005
Laton, plomo, vidrio, cemento centrifugado y ligninos bituminosos, transita, etc	0.000005

Item	Q (m3/hr)	ρ (kg/m3)	T (°C)	μ (cp)	Pipe size (in)	Schedule Number	Material	Rugosidad (in)	Outside Diameter (in)	Wall Thickness (in)	ϕ Int (mm)	V (m/s)	Re	Condición	Factor Fricción f
1.0	1.20	999.70	10.00	1.3070	1	sch10S	SUS	0.0018	1.315	0.109	27.86	0.55	11,650	Turbulento	0.0322
2.0	1.20	998.15	20.00	1.0020	1	sch10S	SUS	0.0018	1.315	0.109	27.86	0.55	15,173	Turbulento	0.0306
3.0	1.20	998.15	20.00	1.0020	2	sch10S	SUS	0.0018	2.375	0.109	54.79	0.14	7,717	Turbulento	0.0342
4.0	1.20	997.00	25.00	0.8903	1	sch10S	SUS	0.0018	1.315	0.109	27.86	0.55	17,057	Turbulento	0.0300
5.0	1.20	991.40	42.00	0.6290	1	sch10S	SUS	0.0018	1.315	0.109	27.86	0.55	24,007	Turbulento	0.0283
6.0	1.20	941.50	122.00	0.2280	1	sch10S	SUS	0.0018	1.315	0.109	27.86	0.55	62,897	Turbulento	0.0251

Tabla N° 4 Cálculo Caída Presión Total

N° línea	Pipe (in)	Diametro Interno (mm)	Factor Fricción (f)	V (m/s)	Lp Longitud Tramo (mts)	Valvula Globo L/D = 340 Qty	Codo 90° L/D = 30 Qty	Tee directo L/D = 20 Qty	Tee derivación L/D = 60 Qty	Ls perdida en accesorios (mts)	Le = Lp + Ls (mts)	H: perdidas totales (mts)
Succión												
1	2	54.79	0.0342	0.14	1.00	01	01	00	00	20.27	21.27	0.01
Descarga												
2	1	27.86	0.0306	0.55	7.00	01	04	01	00	13.37	20.37	0.34
3	1	27.86	0.0251	0.55	2.20	01	02	00	01	12.82	15.02	0.21
4	1	27.86	0.0251	0.55	5.10	01	04	00	00	12.82	17.92	0.25
5	1	27.86	0.0283	0.55	5.40	02	04	01	0	22.85	28.25	0.44
6	1	27.86	0.0322	0.55	1.80	01	06	00	00	14.49	16.29	0.29
7	1	27.86	0.0300	0.55	28.00	02	11	00	02	31.49	59.49	0.97
Pérdidas totales en succión y descarga en mts. H =											2.50	

H perdidas totales en líneas (mts) =	2.50
Pérdida intercambiador de 20 a 100°C	4.00
Pérdida intercambiador de 100 a 122°C	3.00
Torre de Retención (mts) =	4.50
Pérdida intercambiador de 122 a 42°C	3.90
Pérdida intercambiador de 42 a 27°C	0.80
Pérdida intercambiador de 27 a 10°C	0.80
Pérdida intercambiador de 10 a 25°C	0.80
H geodésica (mts) =	6
Presión T2704 (mts) =	15
H total (mts) =	41.30

Tabla N° 05 Espesores nominales de pared por número de cédula

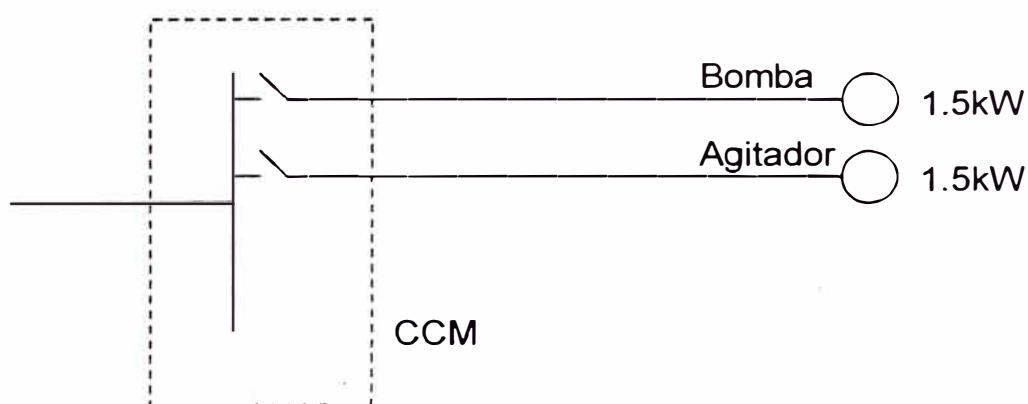
Seamless and Welded - Carbon, Alloy and Stainless Steels
 ASA B 36.10 and ASA B 36.19

Pipe Size	Outside Diameter	Schedule 10	Schedule 20	Schedule 30	Schedule 40	Schedule 60	Schedule 80	Schedule 100	Schedule 120	Schedule 140	Schedule 160	Double extra Strong	Schedule 5S	Schedule 10S	Schedule 40S	Schedule 80S	Pipe Size
1/8	0.405				0.068		0.095							0.049	0.068	0.095	1/8
1/4	0.540				0.088		0.119							0.065	0.088	0.119	1/4
3/8	0.675				0.091		0.126							0.065	0.091	0.126	3/8
1/2	0.840				0.109		0.147				0.188	0.294	0.065	0.083	0.109	0.147	1/2
3/4	1.050				0.113		0.154				0.219	0.308	0.065	0.083	0.113	0.154	3/4
1	1.315				0.133		0.179				0.250	0.358	0.065	0.109	0.133	0.179	1
1-1/4	1.660				0.140		0.191				0.250	0.382	0.065	0.109	0.140	0.191	1-1/4
1-1/2	1.900				0.145		0.200				0.281	0.400	0.065	0.109	0.145	0.200	1-1/2
2	2.375				0.154		0.218				0.344	0.436	0.065	0.109	0.154	0.218	2
2-1/2	2.875				0.203		0.276				0.375	0.552	0.083	0.120	0.203	0.276	2-1/2
3	3.500				0.216		0.300				0.438	0.600	0.083	0.120	0.216	0.300	3
3-1/2	4.000				0.226		0.318						0.083	0.120	0.226	0.318	3-1/2
4	4.500				0.237		0.337		0.438		0.531	0.674	0.083	0.120	0.237	0.337	4
5	5.563				0.258		0.375		0.500		0.625	0.750	0.109	0.134	0.258	0.375	5
6	6.625				0.280		0.432		0.562		0.719	0.864	0.109	0.134	0.280	0.432	6
8	8.625		0.250	0.277	0.322	0.406	0.500	0.594	0.719	0.812	0.906	0.875	0.109	0.148	0.322	0.500	8
10	10.750		0.250	0.307	0.365	0.500	0.594	0.719	0.844	1.000	1.125		0.134	0.165	0.365	0.500	10
12	12.750		0.250	0.330	0.406	0.562	0.688	0.844	1.000	1.125	1.312		0.156	0.180	0.375	0.500	12
14	14.000	0.250	0.312	0.375	0.438	0.594	0.750	0.938	1.094	1.250	1.406		0.156	0.188	0.375	0.500	14
16	16.000	0.250	0.312	0.375	0.500	0.656	0.844	1.031	1.219	1.438	1.594		0.165	0.188	0.375	0.500	16
18	18.000	0.250	0.312	0.438	0.562	0.750	0.938	1.156	1.375	1.562	1.781		0.165	0.188	0.375	0.500	18
20	20.000	0.250	0.375	0.500	0.594	0.812	1.031	1.281	1.500	1.750	1.969		0.188	0.218	0.375	0.500	20
22	22.000	0.250	0.375	0.500		0.875	1.125	1.375	1.625	1.875	2.125		0.188	0.218	0.375	0.500	22
24	24.000	0.250	0.375	0.562	0.688	0.969	1.219	1.531	1.812	2.062	2.344		0.218	0.250	0.375	0.500	24
30	30.000	0.312	0.500	0.625													30

All dimensions are in inches

4.6 Instalaciones Eléctricas e Instrumentación

Se tienen dos cargas de 1.5kW cada uno que corresponden a los motores eléctricos de la Bomba de Envío de Antiespumante Diluido y el Agitador Horizontal instalado en el Tanque de Preparación, ambos poseen los mismos datos que a continuación se detallan:



Tensión Nominal	:	380V
Longitud	:	40m
Fases	:	Trifásico
Potencia Instalada	:	1.5kW
Factor de Potencia ($\cos\phi$)	:	0.85

Cálculo del Alimentador:

a. Por capacidad de corriente:

$$I = \frac{PI}{k \times V \times \cos\phi} = \frac{1,500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.85} = 2.7A$$

Donde: $k = 1$ (monofásico) y $k = \sqrt{3}$ (trifásico)

- b. Sección mínima del conductor por caída de tensión:

$$S = \frac{1.25 \times k \times I \times L \times 100}{57 \times V \times \Delta V\%} = \frac{1.25 \times \sqrt{3} \times 2.7 \times 40 \times 100}{57 \times 380 \times 2.5} = 0.43 \text{mm}^2$$

Donde: $k = 2$ (monofásico) y $k = \sqrt{3}$ (trifásico)

Por intensidad de corriente admisible y sección mínima del conductor por caída de tensión escogemos:

NPT – 0.6KV tripolar 1-3x12AWG (19A, 3.31mm²)

Sección mínima a utilizar en instalaciones eléctricas Industriales por política de la Empresa

- c. Caída de tensión:

$$\Delta V\% = \frac{k \times PI \times L \times 100}{57 \times V^2 \times S} = \frac{1 \times 1,500 \times 40 \times 100}{57 \times 380^2 \times 3.31} = 0.22\%$$

Donde: $k = 2$ (monofásico) y $k = 1$ (trifásico)

Protección:

La norma del C.N.E. indica que el conductor debe trabajar al 80% de su capacidad, por lo tanto los interruptores de protección deberán ser dimensionados a este 80% de capacidad, es decir para el conductor NPT de calibre 12AWG que admite una corriente permisible de 19A deberá

seleccionarse un interruptor al 80% de su capacidad es decir 15Amp.

Además se hará uso de la tabla 3-X del tomo V del C.N.E. para la selección del conductor de puesta a tierra y la tabla 4-VIII, catálogo del fabricante para determinar el calibre del tubo de pvc como elemento de canalización.

El sistema de arranque a emplear en ambos casos será: Arranque Directo, indicado para máquinas de pequeña y mediana potencia y donde se requiera un par inicial conveniente que permita arrancar las máquinas incluso en plena carga.

La tensión del circuito de mando es 110V alterna según circuito desarrollado de fuerza y control indicado en la sección de planos adjuntos del presente informe. (ver plano ELEC-01).

Dentro de los trabajos de carácter instrumental, se contó con la participación del personal técnico del área de Mantenimiento Eléctrico-Instrumental de la empresa quienes son los encargados de desarrollar las tareas relacionadas a su área además del desarrollo de proyectos instrumentales quienes calculan y seleccionan todos los elementos actuantes en estos

sistemas de control, por lo que no compete al presente estudio el cálculo y selección de válvulas de control, PLC's u otros elementos que componen el presente trabajo.

CAPÍTULO 5

COSTOS DE INVERSIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

5.1 Presupuesto de Inversión

Dentro del Presupuesto de inversiones programada para el año 2002 se estimó un monto de \$65,000.00 que corresponde a los gastos a realizar para la implementación del presente sistema, si comparamos dicho monto con los ahorros generados solo por el cambio de tecnología evaluado en el Capítulo 3.3, cuyo monto asciende a \$30,671.85 por año, el tiempo de retorno resulta en poco más de Dos años lo cual es sumamente atractivo si consideramos además la necesidad de ampliación de Producción como segundo objetivo del presente proyecto.

A continuación se muestra la tabla N° 06 de los gastos generados:

TABLA N° 06

FECHA: Abril 2002

T/C = 3.5

HOJA DE CONTROL PRESUPUESTAL

TITULO
O/T PRINCIPAL
CUENTA PRESUPUESTAL =
MONTO ASIGNADO (US\$) =

NUEVO SISTEMA CS DE AZ

H2-2002-102-00

MEJORAS EN PLANTA

85,000.00

# O/T, O/C, PUP	DESCRIPCION	CONTRATA	MONTO		F/PAGO	MONTO PARCIAL
			SI.	US\$		
H2-2002-102-01						37,861.38
PU-P02-024	ADQUISICION VALVULAS: 50-UDB (01), 25-UDB (15), 15-UDB (09), 25-10SPDBF (03), 15-10SPDBF (02)	KITZ		3,303.60		
744/02	FABRICACION TK INOX 15 KL P/DISOLUCION AZ INSTALACION DE EQUIPOS	IMANPRO		6,910.00	50+50	
	TENDIDO DE LINEAS			520.00		
748/02	CONSTRUCCION BASE DE TANQUE	KOIZUMI	5,088.76	1,453.93	F/30 DIAS	
	ADQUISICION VALVULA CHECK Y TRAMPA DE VAPOR	MAFREY		260.00	F/15 DIAS	
	ADQUISICION 02 VALVULAS MACHO, TUBO NIVEL	SINDELVA		775.00	F/15 DIAS	
	ADQUISICION 02 VALVULAS BOLA 1" Y 01 DE 1/2"	V&S		54.00	F/30 DIAS	
811/02	MOV TQ 5610, MODIF BASE, BASES DE INTERCAMBIADORES, DESMONTAJE D/P CELL, MODIF SOPORTE DE TUBERIAS	SERMAGEN	1,500.00	428.57	C/ENTREGA	
14/03	ADICIONALES CS AZ (MODIFICACIONES)	IMANPRO		2,090.00	C/ENTREGA	
107/03	AISLAMIENTO LINEAS INSTRUMENTACION	KOSTEC		692.28	F/30 DIAS	
				14,600.00		
H2-2002-102-02						2,689.95
PU-P02-012	ADQ BOMBA ENVIO DE AZ AL 1%. MOD CB-27M SUS304 1.2M3x45Mx380Vx1.5KW (INCLUYE SELLO MECANICO)	MALHATY		2,689.95		
H2-2002-102-03						7,439.86
PU-P02-010	ADQUISICION INTERC PLATOS UX-016A-JCR-23 PRECALENTADOR-ESTERILIZADOR	HISAKA		7,439.86	FLETE AEREO	
H2-2002-102-04						7,759.85
PU-P02-010	ADQUISICION INTERC PLATOS UX-016A-JC-26 CALENTADOR-ENFRIADOR	HISAKA		7,759.85	FLETE AEREO	
H2-2002-102-05						4,536.00
PU-P02-033	ADQUISICION AGITADOR HORIZONTAL SATAKE MODELO SS14-BPR-1.5; 1.5kw, 380V, 60Hz, 4P, 3 FASES, JIS 10K, 150A	SATAKE		4,536.00		
H2-2002-102-06						4,155.00
745/02	FABRICACION TORRE RETENCION 0.6 M3	IMANPRO		3,875.00	50+50	
213/03	AISLAMIENTO TERMICO TORRE RETENCION	KOSTEC		280.00	F/30 DIAS	
O/T SECUNDARIAS			MONTO ASIGNADO (US\$)			
H2-2002-102-01	FABRICACION TANQUE E INST ELECTROMECANICAS			26,300.00		
H2-2002-102-02	ADQUISICION BOMBA ENVIO DE AZ AL 1%			3,000.00		
H2-2002-102-03	ADQUISICION INTERC PLATOS (PRECALENTADOR-ESTERILIZADOR)			5,200.00		
H2-2002-102-04	ADQUISICION INTERC PLATOS (CALENTADOR-ENFRIADOR)			5,500.00		
H2-2002-102-05	ADQUISICION AGITADOR HORIZONTAL SATAKE			4,600.00		
H2-2002-102-06	FABRICACION TORRE RETENCION			4,000.00		
				48,600.00		

TOTAL ACUMULADO (US\$)= 64,442.04

64,442.04

SALDO (US\$)= 557.96

5.2 Cronograma Base del Proyecto

El presente proyecto desde su concepción y desarrollo hasta su finalización y entrega al usuario final (Departamento de Producción) tomó un total de 240 días calendarios siendo el tema de importaciones, una de las rutas críticas que originó una extensión adicional en el cronograma. El trabajo comenzó el día Lunes 15 de Abril del 2002 y finalizó el día martes 28 de Enero del 2003.

Se adjunta el Cronograma General elaborado en MS Project donde se podrá visualizar los tiempos destinados en cada una de las tareas.

5.3 Memoria Descriptiva del Proceso y Control de Operaciones

Para un correcto entendimiento de la operación y control del nuevo sistema se mencionan los siguientes puntos a tener en cuenta

5.3.1 Objetivo

Presentar el memorial descriptivo del proceso del Sistema de Esterilización Continua de Antiespumante diluido en agua al 1%, que pretende reducir los costos operativos y tiempos de operación, además de cubrir una necesidad de capacidad actual y prepararlo para futuras ampliaciones de producción.

Con el objetivo de facilitar la descripción del proceso a ser implantado, agrupamos las unidades de la siguiente manera:

- 01 (un) tanque de 15 m³ capacidad con serpentín hecho en acero inoxidable calidad 304L (2705)
- 01 (un) agitador lateral Marca Satake modelo SS14-BPR-1.5, de 1.5kW, 380V, 60Hz, 4P, 3φ, Jis 10k 150A en acero inoxidable calidad 304L (2705)
- 01 (una) bomba 1.2m³/h x 45m Marca Malhaty Pump, tipo cascada modelo CB-27M de 1.5kW, 380V, 60Hz, 3□, 4P, incluye sello mecánico hecho en acero inoxidable calidad 304 (2706)

- 01 (una) torre de retención de 600lts capacidad hecho en acero inoxidable calidad 304L (2708)
- 01 (un) intercambiador de calor tipo platos Marca Hisaka modelo UX-016A-JCR-23 de acero inoxidable calidad 316 (2707)
- 01 (un) intercambiador de calor tipo platos Marca Hisaka modelo UX-016A-JC-26 de acero inoxidable calidad 316 (2709)
- 01 (un) Tanque Esterilizador de antiespumante de 5m³ en acero inoxidable calidad 316 (2703)
- 01 (un) Tanque Stock de antiespumante de 6m³ en acero inoxidable calidad 316 (2704)

5.3.2 Parámetros de Control

Los parámetros básicos a controlar y verificar se muestran en la tabla N° 07:

Tabla N° 07 Parámetros de Control

Parámetros	Unidad	Medida
Viscosidad AZ puro (antiespumante)	cst	240 +/- 13
Densidad del AZ al 1%	Kg/m ³	1080
Viscosidad AZ al 1%	cp	1 (Como el agua)
Acidez	PH	6.5 +/- 0.5
Caudal Nominal	m ³ /h	1.2
Temperatura de la mezcla AZ+H ₂ O en 2705	°C	20
Temperatura Esterilización AZ al 1%	°C	122
Tiempo de Retención	min	30
Temp. Necesaria de mezcla de AZ + H ₂ O	°C	10
Temp. ingreso agua Refrigerada	°C	8 (Condición verano)
Temp. Salida agua Refrigerada	°C	12.5
Presión Manométrica Vapor Saturado	Kg/cm ²	2
Presión ingreso AZ al 1% en tanque 2704	Kg/cm ²	0.8
Temp. ingreso AZ + H ₂ O a tanque stock 2704	°C	25

5.3.3 Descripción del Proceso

Disolución

El antiespumante utilizado en este proceso es de origen viscoso de propiedades físicas muy parecidas al aceite; como toda mezcla de aceite con agua, estas sustancias no son miscibles por lo que es necesario mantener la proporción

requerida (AZ 1%, H₂O 99% en volumen) en agitación en un tanque de disolución (2705). El volumen de preparación es de 12m³. Con estas condiciones aún no se consigue la mezcla óptima entre el agua y el antiespumante, solo se generan las condiciones para la posterior etapa miscible de dichos productos.

Esterilización

El antiespumante disuelto en agua es enviado a través de una bomba (2706) al Esterilizador Continuo (2707) cuyo flujo es regulado por un variador de velocidad. En una primera etapa ingresa a un precalentador elevando la temperatura de 20°C a 100°C, calor que es entregado por el mismo producto que sale del Esterilizador enfriándose de 122°C a 42°C.

El producto precalentado ingresa a una siguiente etapa donde recibe calor con vapor saturado a 2kg/c² hasta la temperatura de esterilización de 122°C, luego para garantizar la total esterilización del antiespumante es necesario que dicho producto mantenga esta temperatura de 122°C por un período de 30 minutos la cual se consigue en una Torre de Retención (2708).

El circuito termina precalentando el antiespumante de ingreso descrito líneas arriba.

Si el producto no alcanza la temperatura de Esterilización de 122°C, este retorna al tanque de Disolución, de lo contrario hace su ingreso al Enfriador continuo (2709) y posterior almacenamiento y consumo.

Enfriador

El producto ingresa al Enfriador continuo (2709) realizando una primera etapa de pre-enfriamiento de 42°C a 27°C, calor que es ganado por el producto que sale del sistema de 10°C a 25°C. Luego pasa a una etapa de enfriamiento de 27°C a 10°C a través del intercambio de calor con el agua refrigerada que ingresa a 8°C y sale a 12.5°C. El circuito termina pre-enfriando el antiespumante de ingreso al sistema descrito líneas arriba.

Si el producto no alcanza la temperatura de 10°C (temperatura en el cual se produce la mezcla total del antiespumante con el agua), este retorna al Tanque de Disolución, de lo contrario hace su ingreso al tanque de Stock 2704 o abastece de antiespumante al Proceso de Producción que lo requiera. (Presión de almacenamiento de 1.5kg/cm²).

5.3.4 Modos de Operación del Sistema

Automático

El control es hecho automáticamente por el PLC y monitoreado por el supervisor. En panel ubicado en la sala de control se programa el caudal de trabajo de la bomba y el arranque del sistema, el enclavamiento de las válvulas on/off tanto del esterilizador (13 y 15) como del enfriador (20 y 22) así como la operación de las válvulas de control de vapor (27) y agua refrigerada (32) es operada por el PLC del sistema en modo automático.

Manual

Cuando el proceso así lo requiera o por problemas de índole electrónico se puede operar el sistema en modo manual, para eso en el panel ubicado en la sala de control se realiza la selección de operación en modo manual, el control de las válvulas on/off a través de una llave selectora y la regulación del ingreso de vapor y agua refrigerada a través de las válvulas manuales presentes así como la regulación del flujo de envío. Se cuenta con termómetros, manómetros e indicadores de flujo y temperatura en el sistema para facilitar las labores de operación y control.

5.4 Acta de Entrega del Proyecto

El Acta de entrega es un documento que establece la entrega formal del Proyecto al usuario final, en ella se cita las distintas tareas y pruebas a estas tareas realizadas, además de una serie de documentos entregables para las distintas áreas involucradas. Se adjunta el formato respectivo en tabla N° 08, donde se indican los puntos mencionados anteriormente.

Tabla N° 08

Ajinomoto del Perú S.A.	ACTA DE ENTREGA	MT-R-906 / Rev 00
-------------------------	-----------------	-------------------

Título del Proyecto: Nuevo Sistema de Esterilización Continua de AZ al 1%			
Proyecto N°: 12	Dpto Usuario: Producción I	Área Usuaa: Fermentación	Fecha: 10.Abr.02

Trabajos Realizados Fabricación e Instalación Tanque de Preparación de Antiespumante Fabricación e Instalación Torre de Retención Adquisición Bomba de envío de Az al 1% Adquisición Intercambiador de Placas Precalentador - Esterilizador Adquisición Intercambiador de Placas Calentador - Enfriador Adquisición Agitador Horizontal Satake Piping / Fittings Instalaciones Eléctricas e Instrumentación
--

Pruebas Realizadas y Resultados Presión y fugas en todas las líneas y equipos - No se evidenciaron fugas importantes, se corrigieron en su momento Arranque de Sistema con agua - Para confirmar pruebas de hermeticidad con equipos en funcionamiento, en manual Pruebas de Agitación en tanque de preparación - Se evidenció buena mezcla con adecuado número de Reynolds Funcionamiento del Sistema con agua - Medición de temperaturas, funcionamiento de la instrumentación, control de la contaminación Puesta en Operación del Sistema - No presentó fugas. Instrumentación OK, caudales y presiones verificadas a las condiciones de diseño

Documentos Entregables:						
Descripción	Usuario	N° copias	Mantenimiento	N° copias	G.Gral. Planta	N° copias
Manual de Operación Bomba envío AZ al 1%	<input checked="" type="checkbox"/>	02	<input checked="" type="checkbox"/>	01	<input type="checkbox"/>	
Manual de Operación Agitador Horizontal Satake	<input checked="" type="checkbox"/>	02	<input checked="" type="checkbox"/>	01	<input type="checkbox"/>	
Manual de Operación Intercambiadores de placas	<input checked="" type="checkbox"/>	02	<input checked="" type="checkbox"/>	01	<input type="checkbox"/>	
Planos Generales de las instalaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	02	<input checked="" type="checkbox"/>	01	<input checked="" type="checkbox"/>	01
Planes de Prueba realizados	<input checked="" type="checkbox"/>	01	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Control Presupuestal	<input checked="" type="checkbox"/>	01	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	01
Memoa Descrptiva del Proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	01	<input checked="" type="checkbox"/>	01	<input checked="" type="checkbox"/>	01
Acta de Entrega	<input checked="" type="checkbox"/>	01	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	01
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Observaciones: Se cumplió con los tiempos de entrega y los gastos de mantuvieron dentro de los montos de inversión proyectados
--

APROBACIÓN DE OBRA

V°B° Responsable del Proyecto Firma: Nombre: Fecha:	V°B° Jefe del área usuaria Firma: Nombre: Fecha:
--	---

CIERRE DEL PROYECTO

V°B° Gerencia Area Solicitante	V°B° Gerencia Fza y Mto	V°B° SubGerencia General Planta	V°B° Gerencia General Planta
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

CONCLUSIONES

Se pueden mencionar las siguientes conclusiones al presente trabajo:

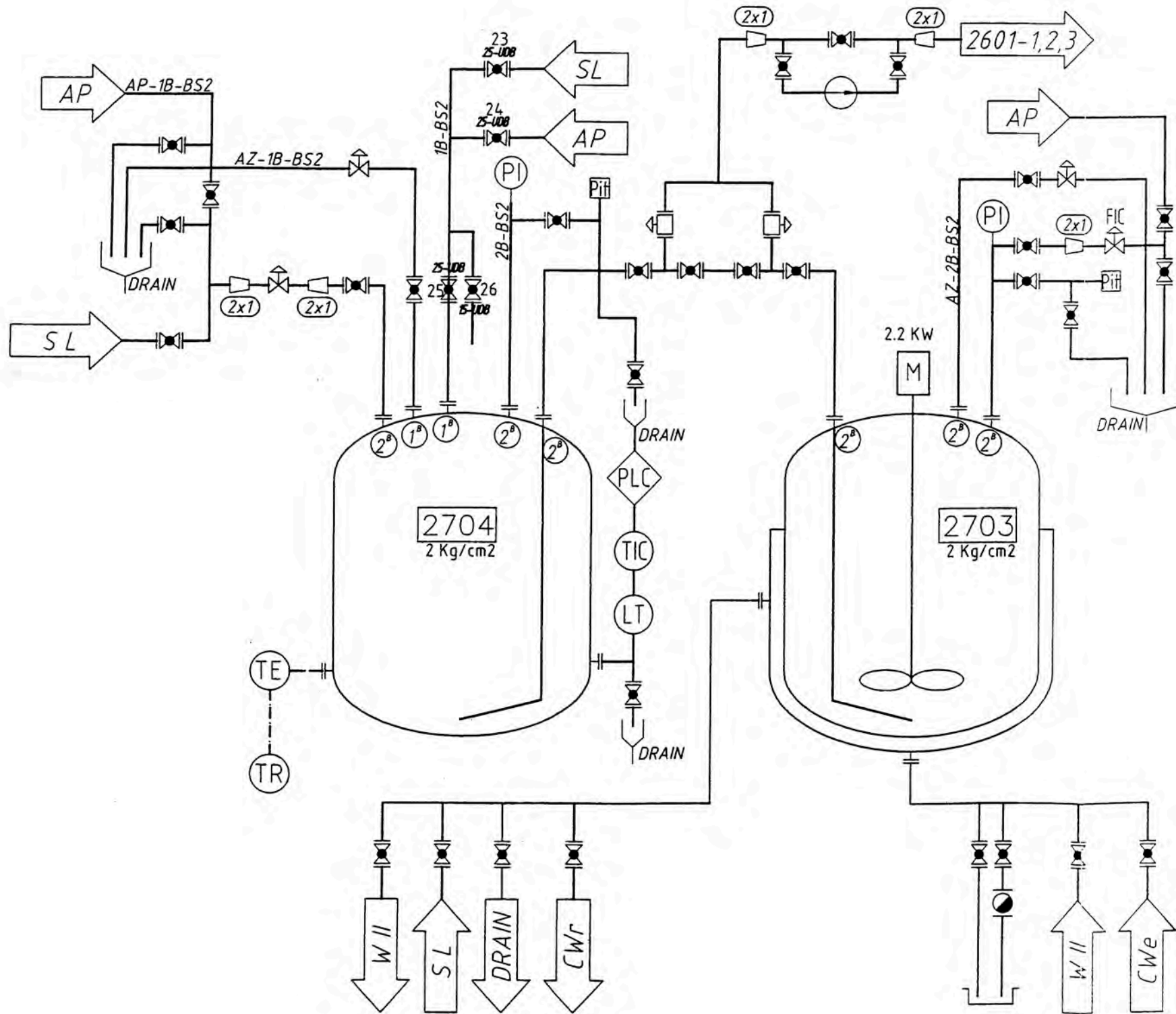
1. El cambio de tecnología en la preparación de antiespumante diluido utilizado en los procesos de fermentación del tipo batch o de lotes a uno del tipo continuo compacto con el uso de intercambiadores de calor de placas que permita una mayor versatilidad, practicidad y flexibilidad en la operación y control de puntos críticos.
2. El sistema esta diseñado para niveles de producción mayores a los actuales y que fueron requeridas por el área usuaria
3. Se logra una importante reducción en los costos de producción merito del cual el tiempo estimado de retomo de la inversión resulta en poco más de dos años.
4. Sirve como precedente para evaluar otros múltiples sistemas térmicos y de mayor envergadura e impacto que pueden ser reconfigurados para obtener un mayor beneficio y rendimiento en los procesos productivos donde intervienen procesos unitarios importantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. API Standard 650, Welded Steel Tanks for Oil Storage, 10ma Edición 1998, American Petroleum Institute.
2. ASME, Sección VIII, División I, Recipientes sujetos a Presión, 1986, ASME.
3. C.R. Westaway & A.W. Loomis, Cameron Hidraulic Data, 15va Edición 1977, Ingersoll-Rand Company.
4. Christie J. Geankopolis, Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias, 3ra Edición 1998, Compañía Editorial Continental.
5. Donald Q. Kern, Procesos de Transferencia de Calor, Decimoctava impresión 1984, Compañía Editorial Continental.
6. Eugene F. Megyesy, Manual de Tanques y Recipientes a Presión, 2000, Editorial Limusa.
7. Frederick M. Golden, Termofluidos, Turbomáquinas y Máquinas Térmicas, 1era Edición 1989, Compañía Editorial Continental.
8. McCabe, Smith, Harriott, Unit Operations of Chemical Engineering, 4ta Edición 1985, McGraw-Hill Book Company Co.

9. Perry, R.H. y Chilton C.H. Chemical Engineers Handbook, 5ta Edición 1973, McGraw-Hill Book Company Co.
10. PMBOK Guide, A guide to the Project Management Body of Knowledge, 2000 Edition, Project Management Institute.

PLANOS



MIFD - ACTUAL

General Notes

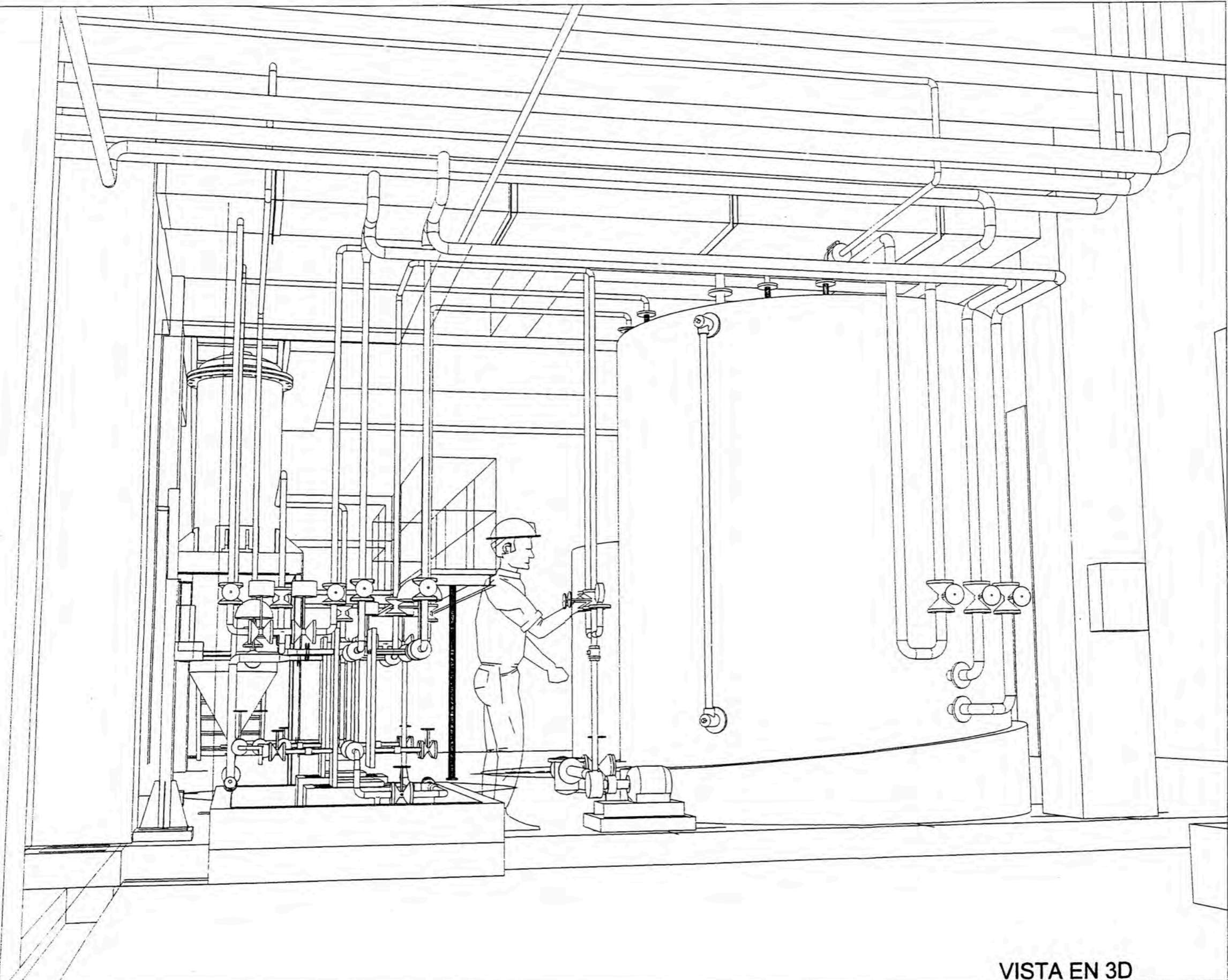
No.	Revision/Issue	Date

File Name and Address
 FERNANDO GARCIA

Project Name and Address
 SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
 DE ANTIESPUMANTE AZ AL 1%

Project	Sheet
PROYECTO AZ	D-01
Date	
Scale	

General Notes



No.	Revision/Issue	Date

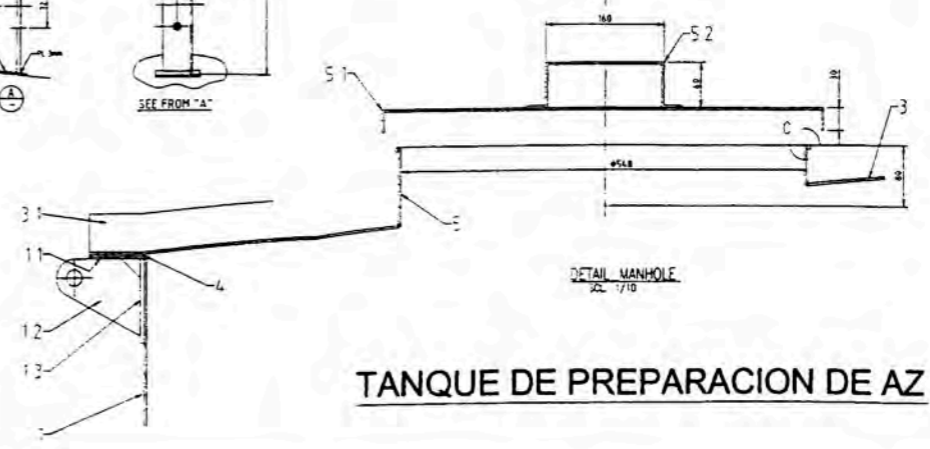
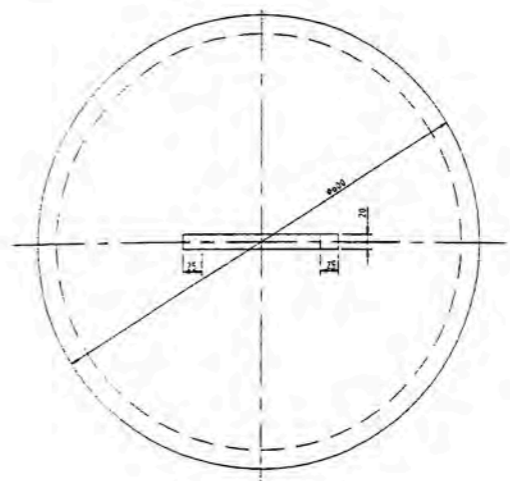
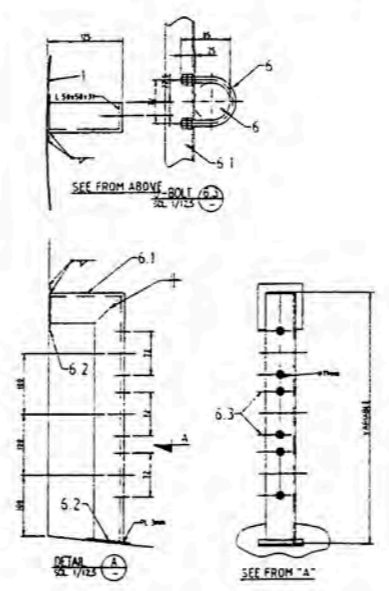
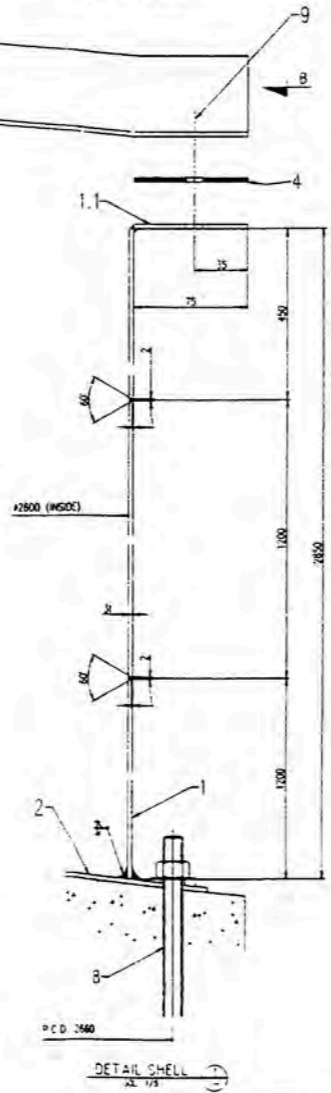
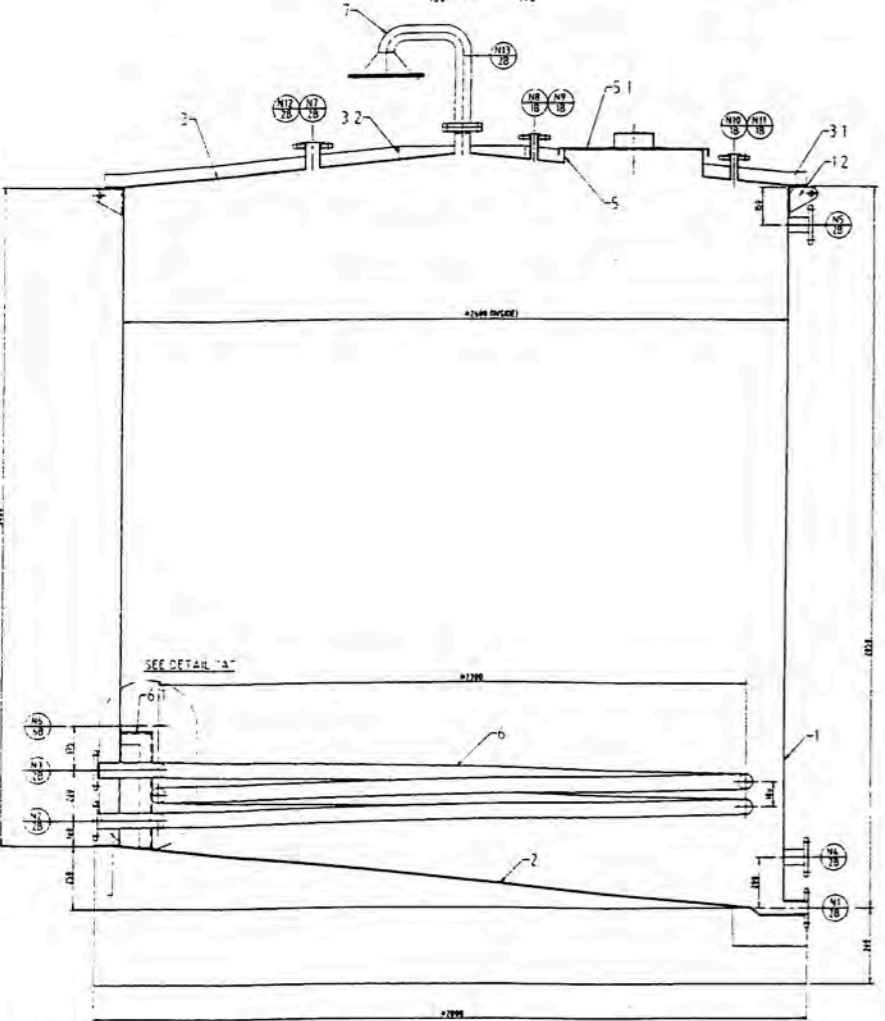
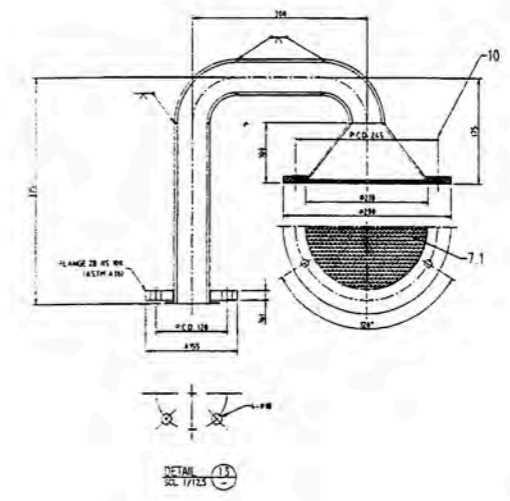
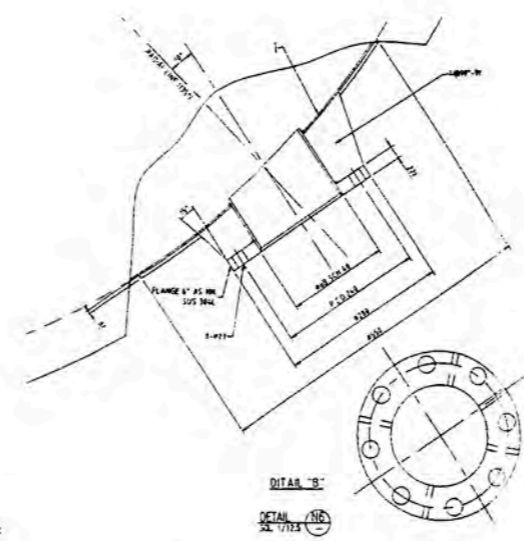
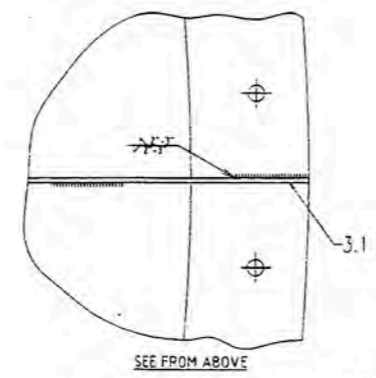
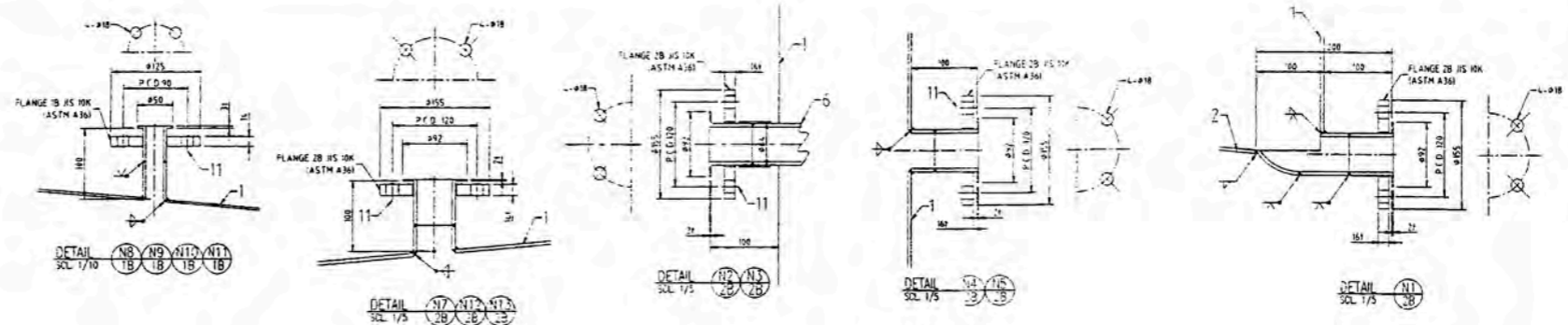
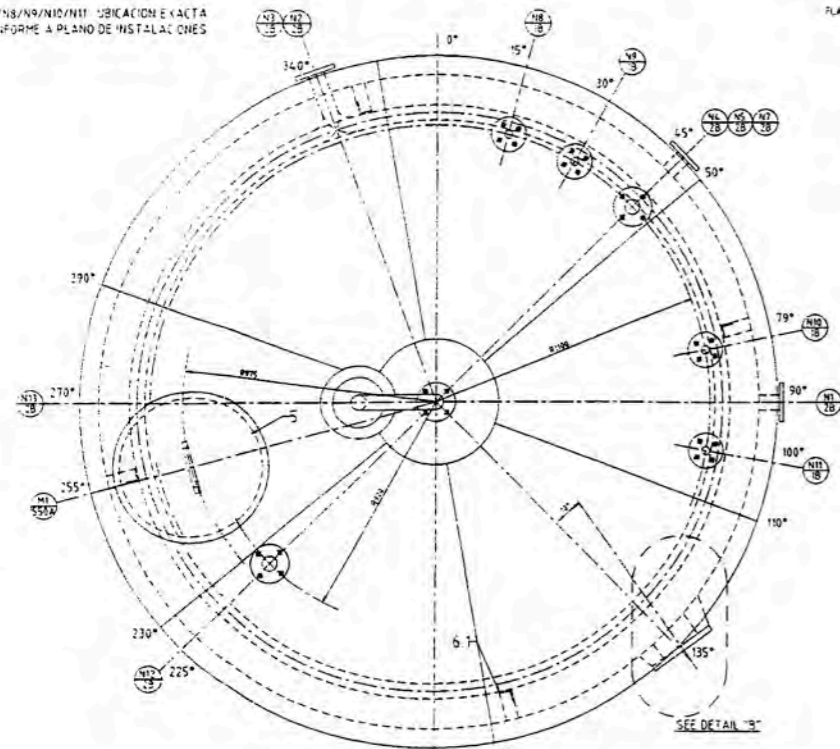
Firm Name and Address
FERNANDO GARCIA

Project Name and Address
SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTROLADA
DE ANTIESPUMANTE AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet	D-03
Date	2002	Scale	
Scale	5E		

VISTA EN 3D

N7/N8/N9/N10/N11 UBICACION E AXES
CONFORME A PLANO DE INSTALACIONES



TANQUE DE PREPARACION DE AZ

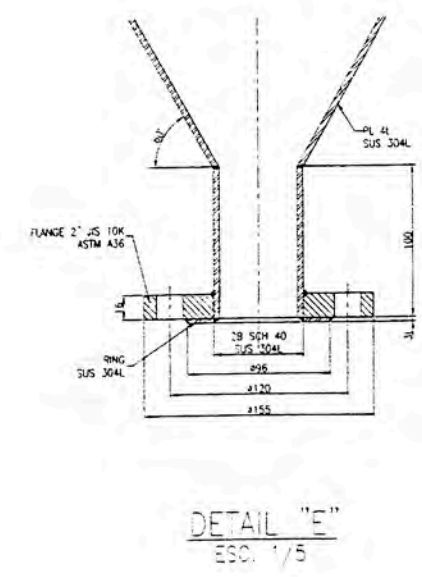
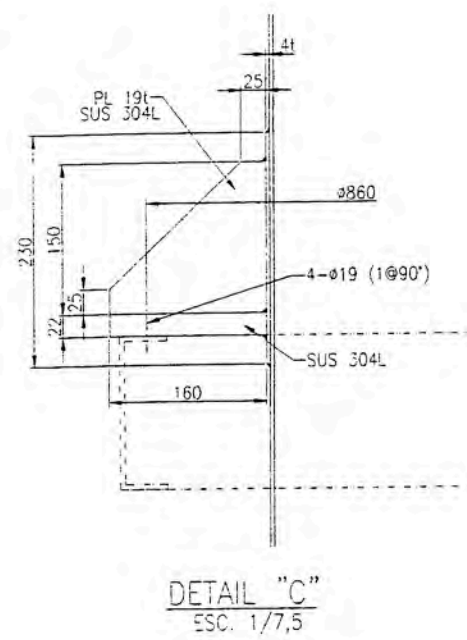
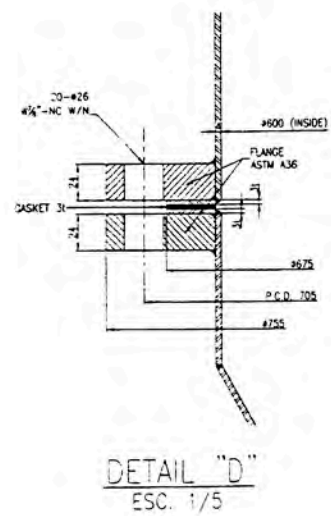
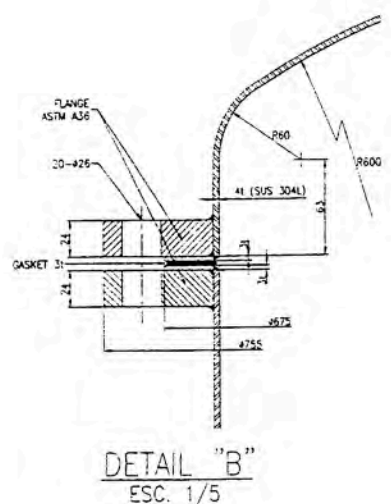
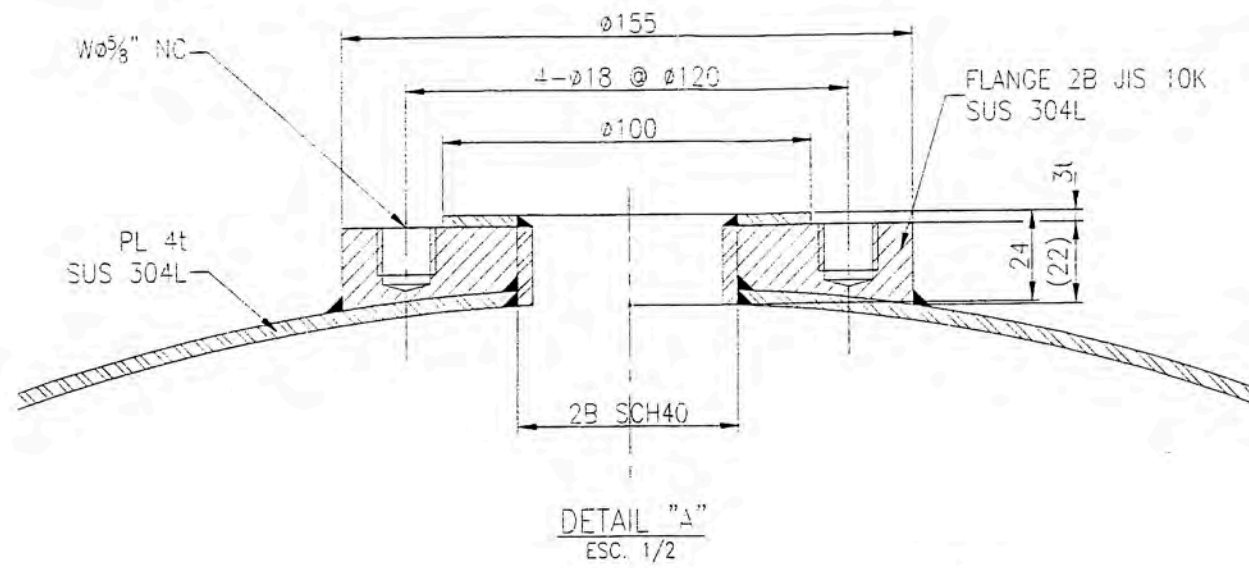
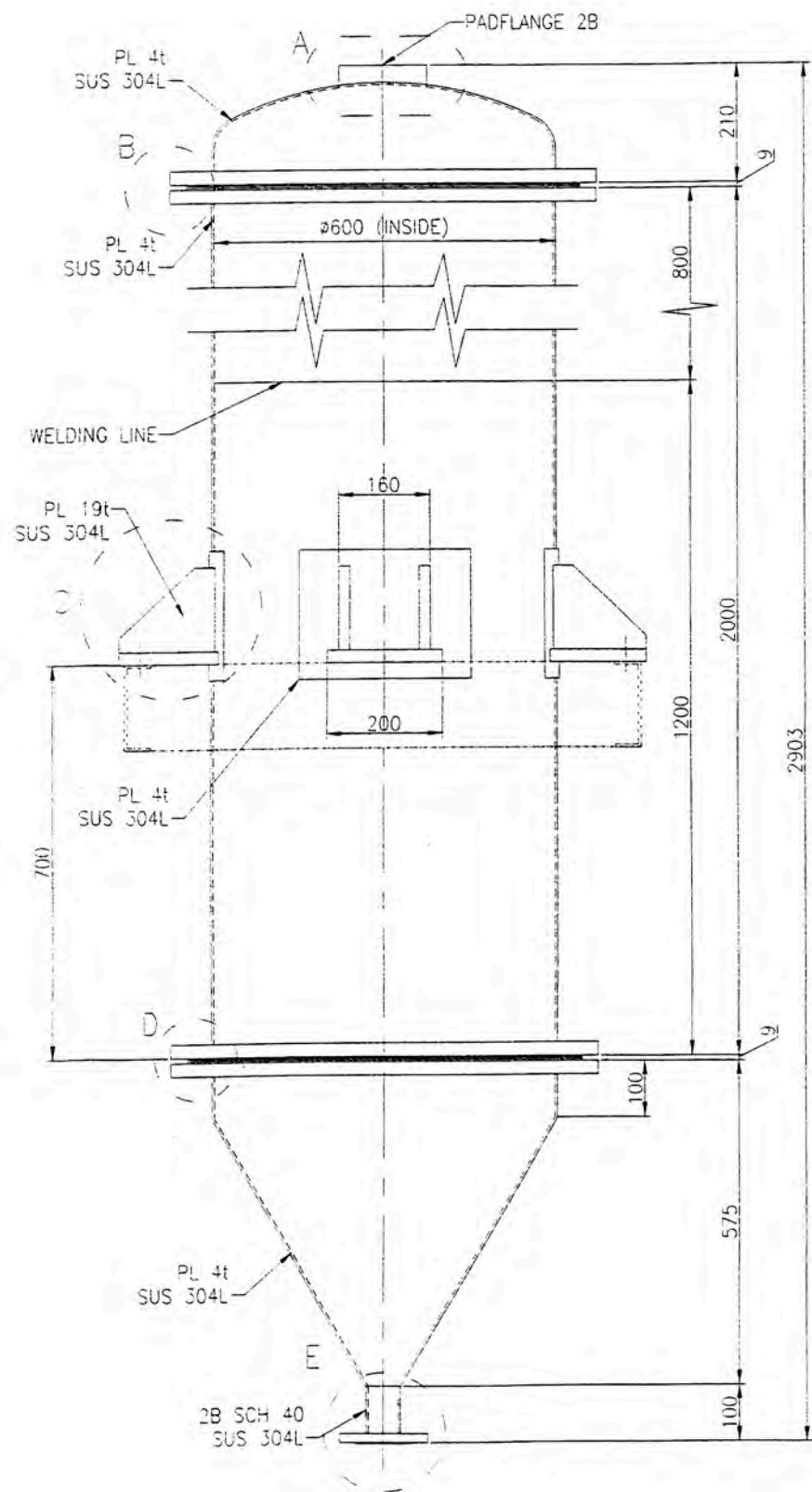
General Notes

No.	Revision/issue	Date

Firm Name and Address
FERNANDO GARCIA

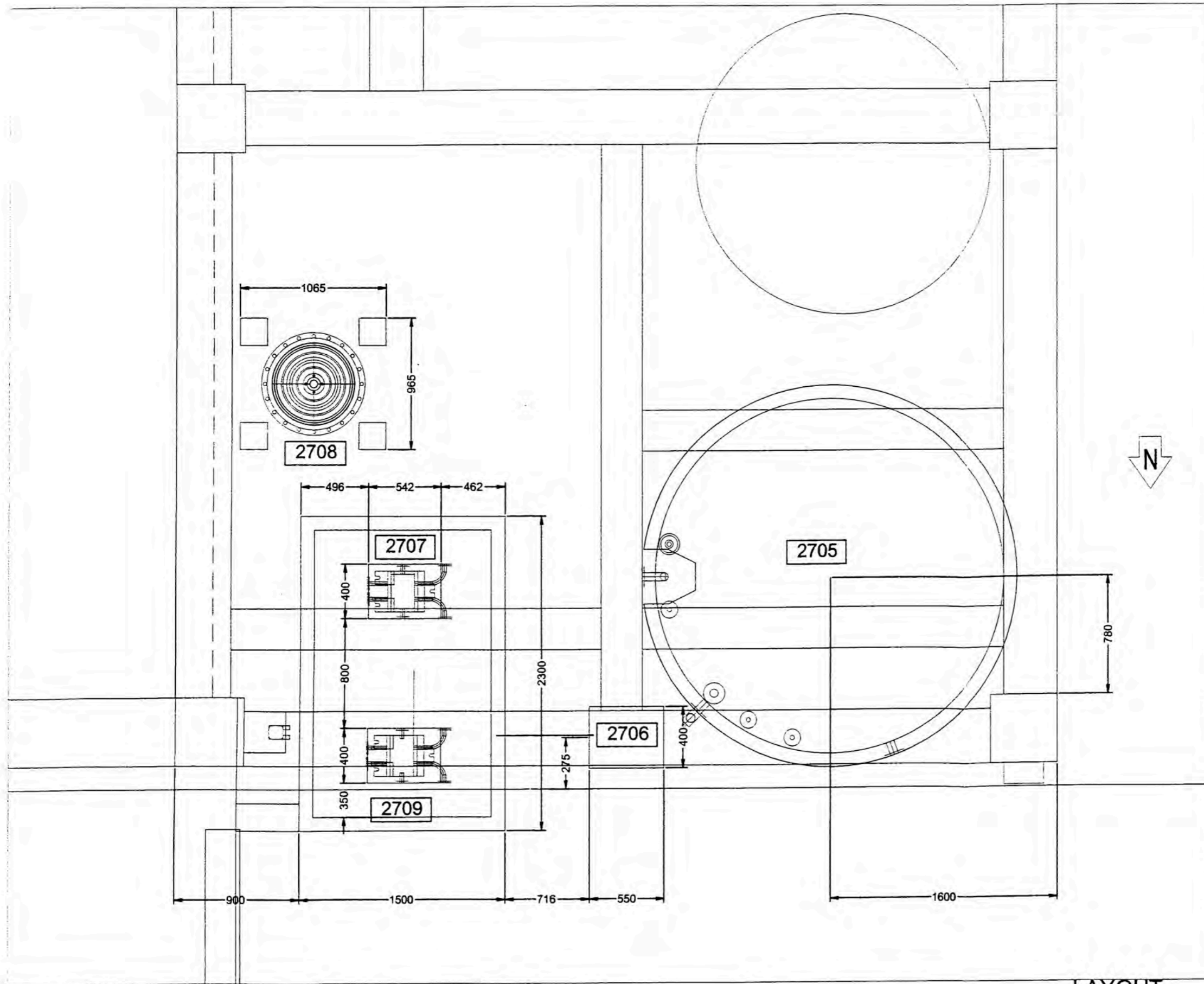
Project Name and Address
SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA DE ANTIESPUMANTE AZ AL 1%

Project PROYECTO AZ	Drawn
Date 2002	MEC-01
Scale INDICADA	



TORRE DE RETENCION

General Notes		
No.	Revision/Issue	Date
Firm Name and Address FERNANDO GARCIA		
Project Name and Address SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA DE ANTIESPUMANTE AZ AL 1%		
Project PROYECTO AZ	Sheet MEC-02	
Date 2002		
Scale INDICADA		



LAYOUT

General Notes

No.	Revision/Issue	Date

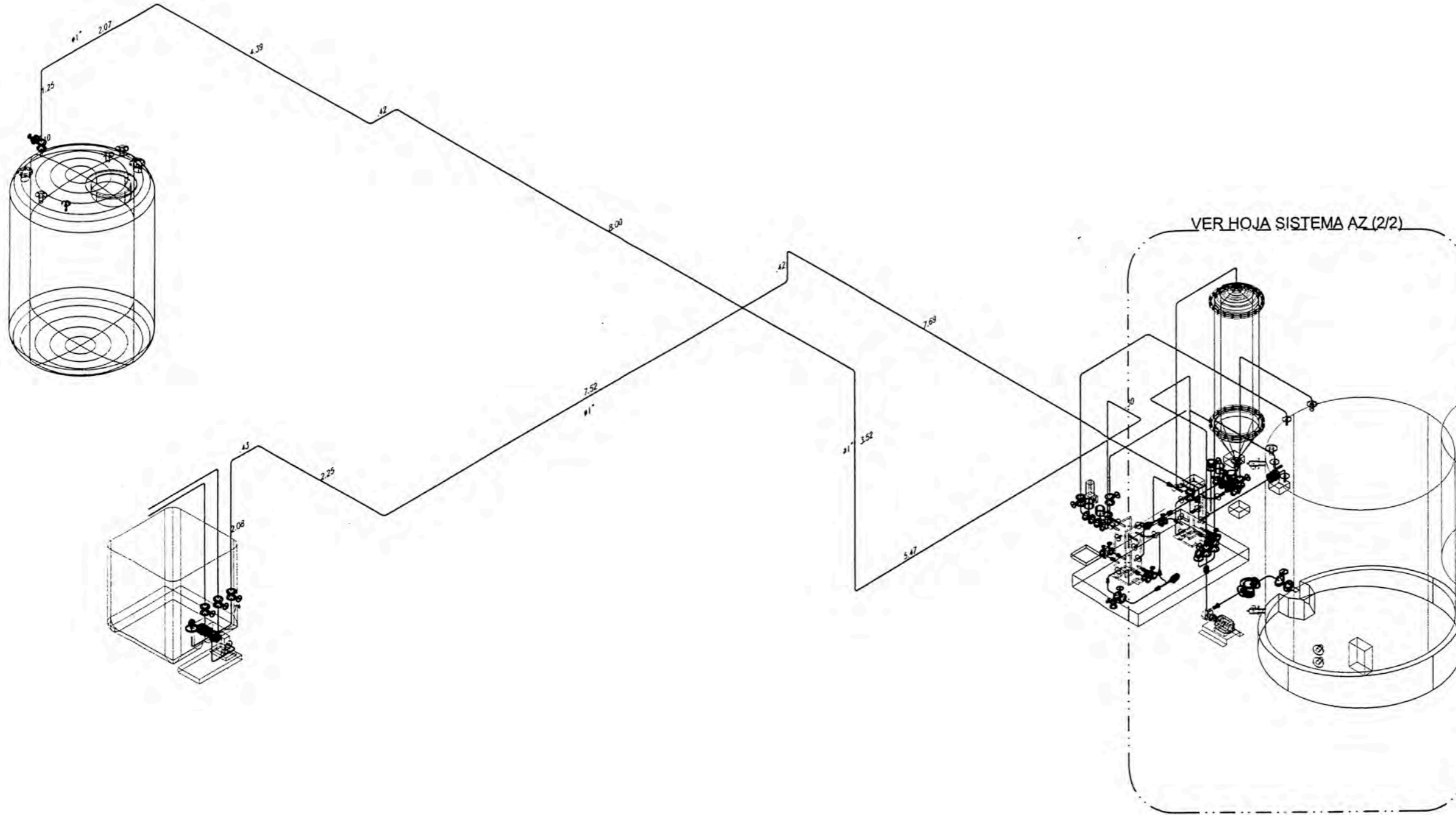
File Name and Address
 FERNANDO GARCIA

Project Name and Address
 SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
 DE ANTIESPUMANTE AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet	MEC-03
Date	2002		
Scale	1/20		

SISTEMA AZ (1/2) - SUS 304L

ESC. 1/75



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

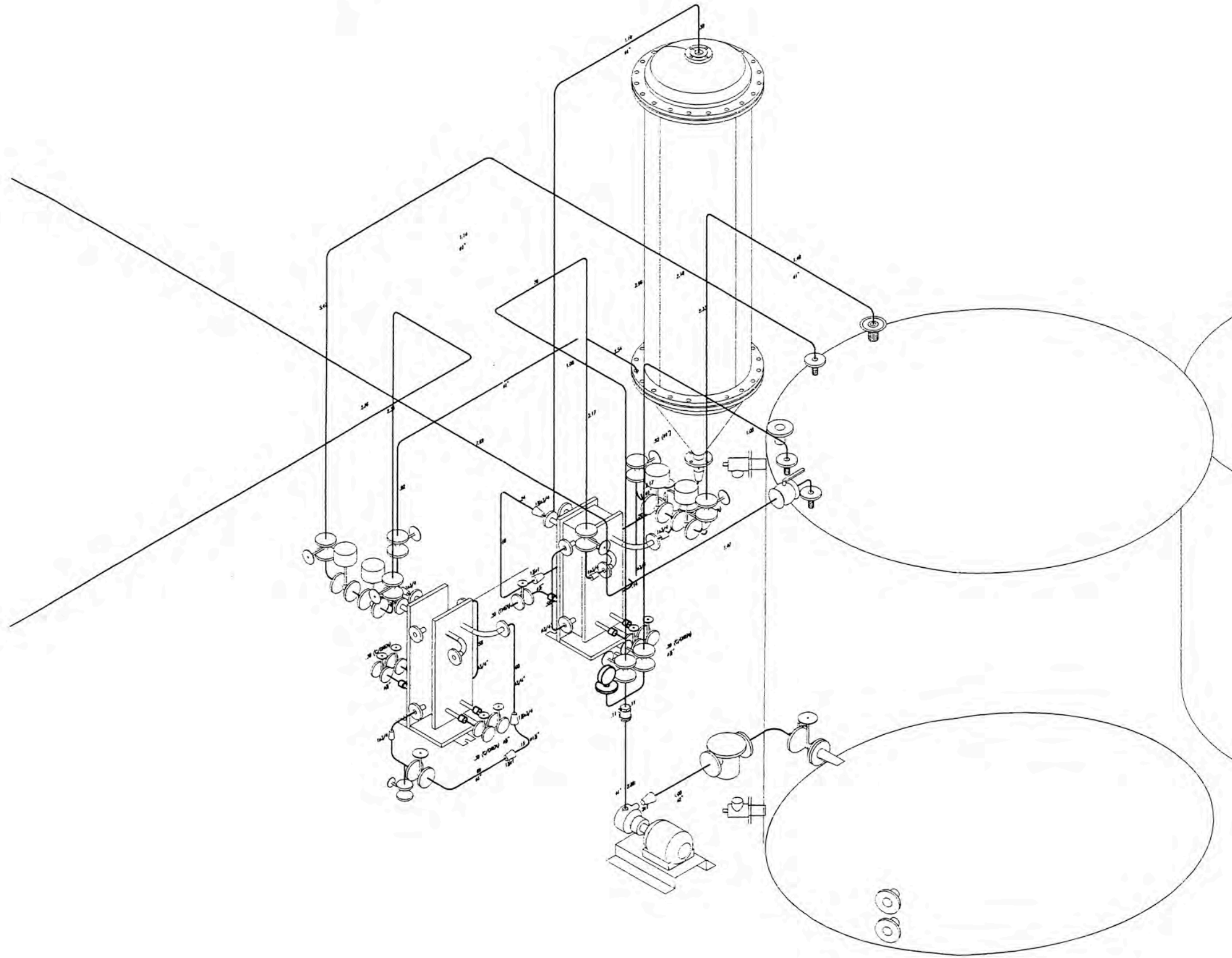
Pipe Name and Address
 FERNANDO GARCIA

Project Name and Address
 SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
 DE ANTIESPUMANTE AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet MEC-04
Date	2002	
Scale	INDICADA	

SISTEMA AZ (2/2) - SUS 304L

ESC. 1/30



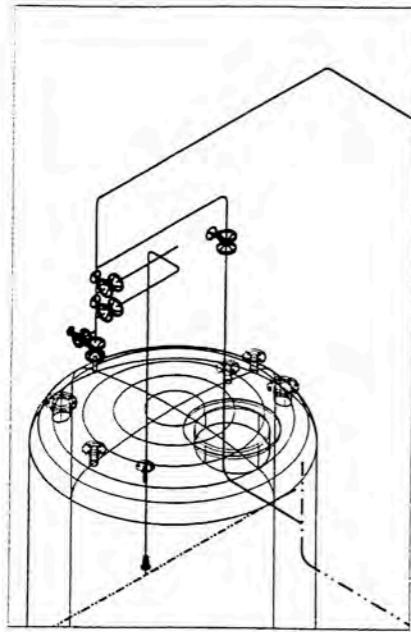
General Notes

No.	Revision/Issue	Date

File Name and Address
 FERNANDO GARCIA

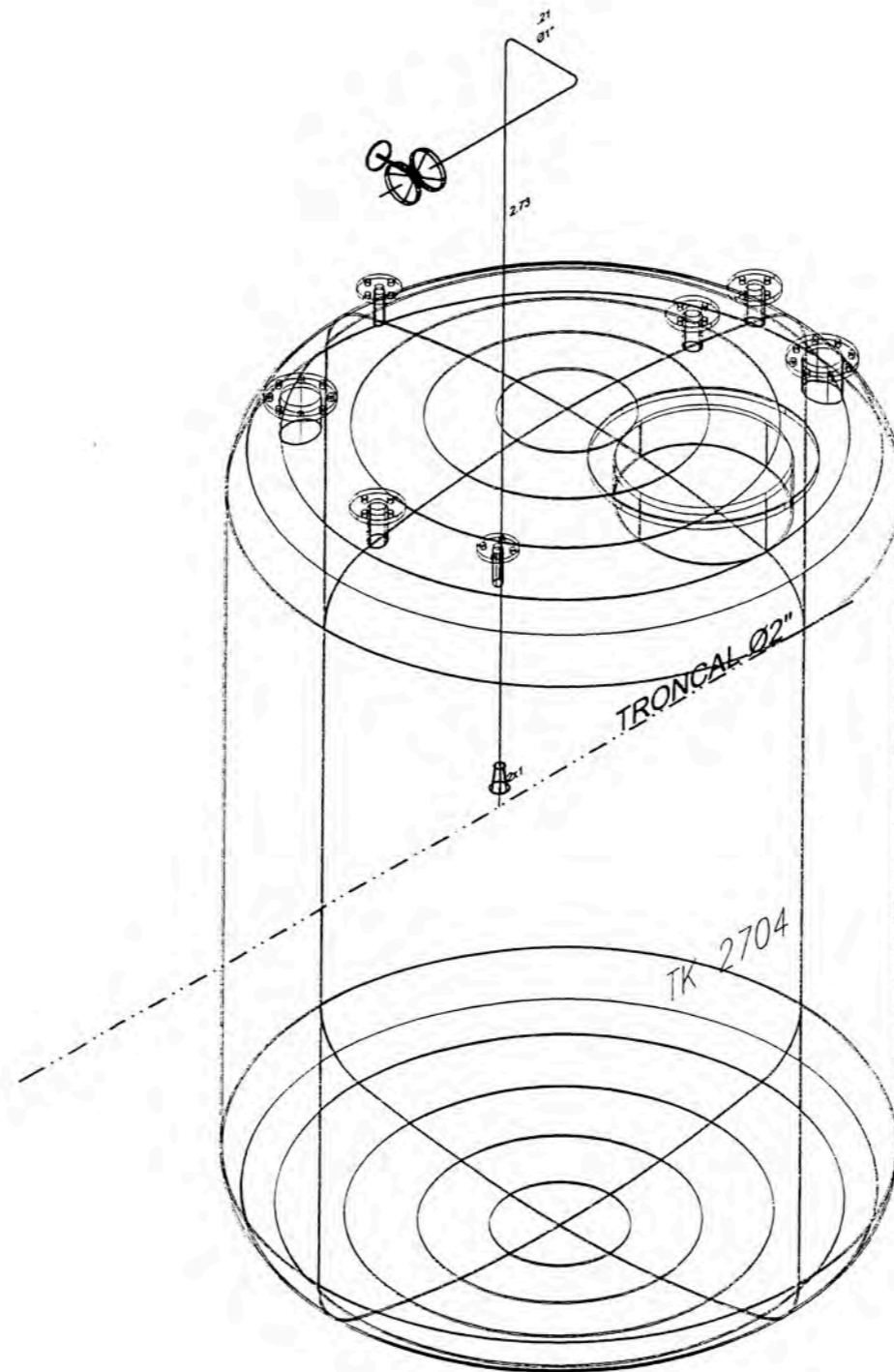
Project Name and Address
 SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
 DE ANTRESPLUMANTE AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet	MEC-05
Date	2002		
Scale	INDICADA		



SISTEMA AP (SUS 304L)

ESC. 1/25



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Firm Name and Address
 FERNANDO GARCIA

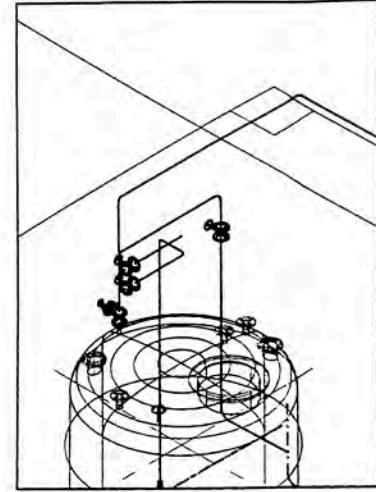
Project Name and Address
 SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
 DE ANTIESpumante AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet
Date	2002	
Scale	INDICADA	

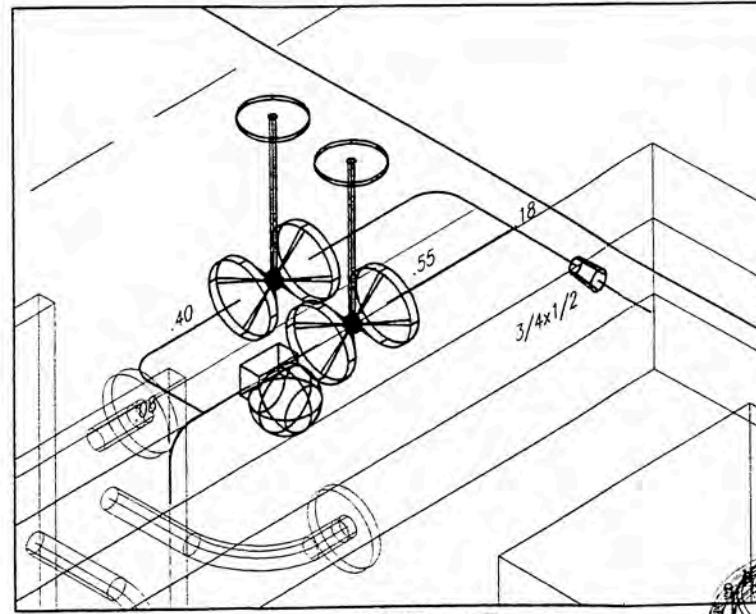
MEC-06

SISTEMA SL (ASTM A36)

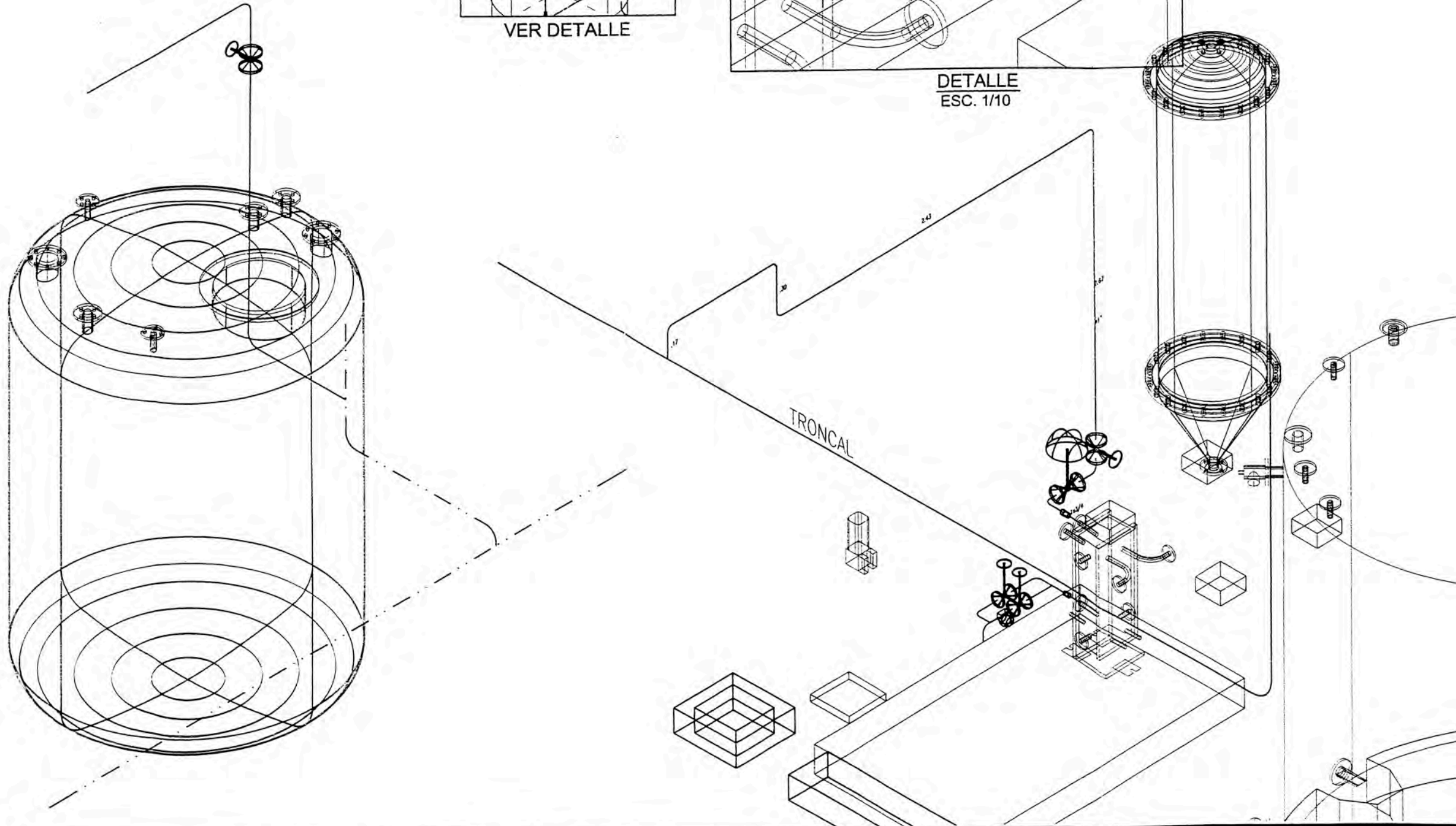
ESC. 1/30



VER DETALLE



DETALLE
ESC. 1/10



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

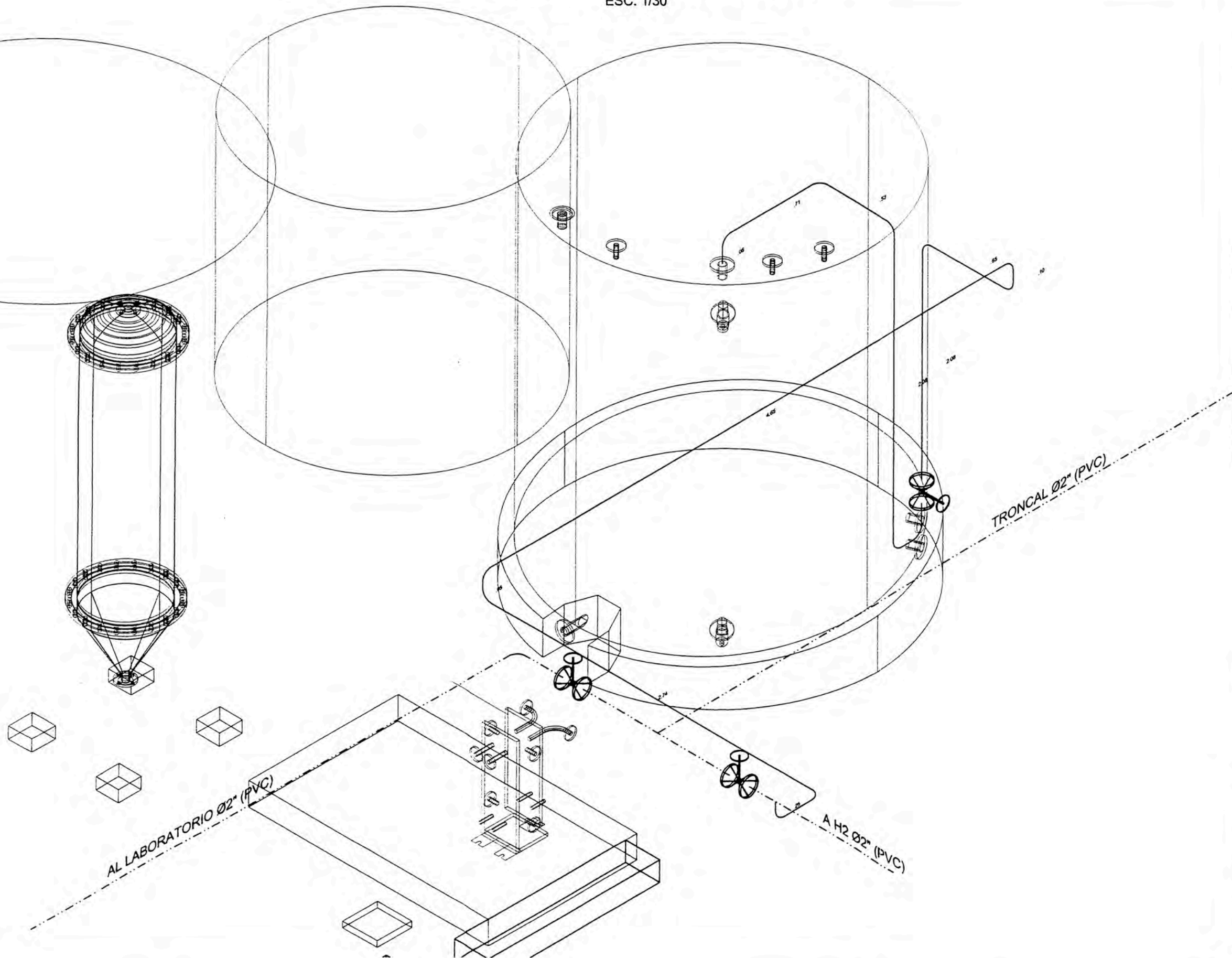
File Name and Address
 FERNANDO GARCIA

Project Name and Address
 SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
 DE ANTIESPLAMANTE AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet	MEC-07
Date	2002		
Scale	INDICADA		

SISTEMA SW (PVC C-10)

ESC. 1/30



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

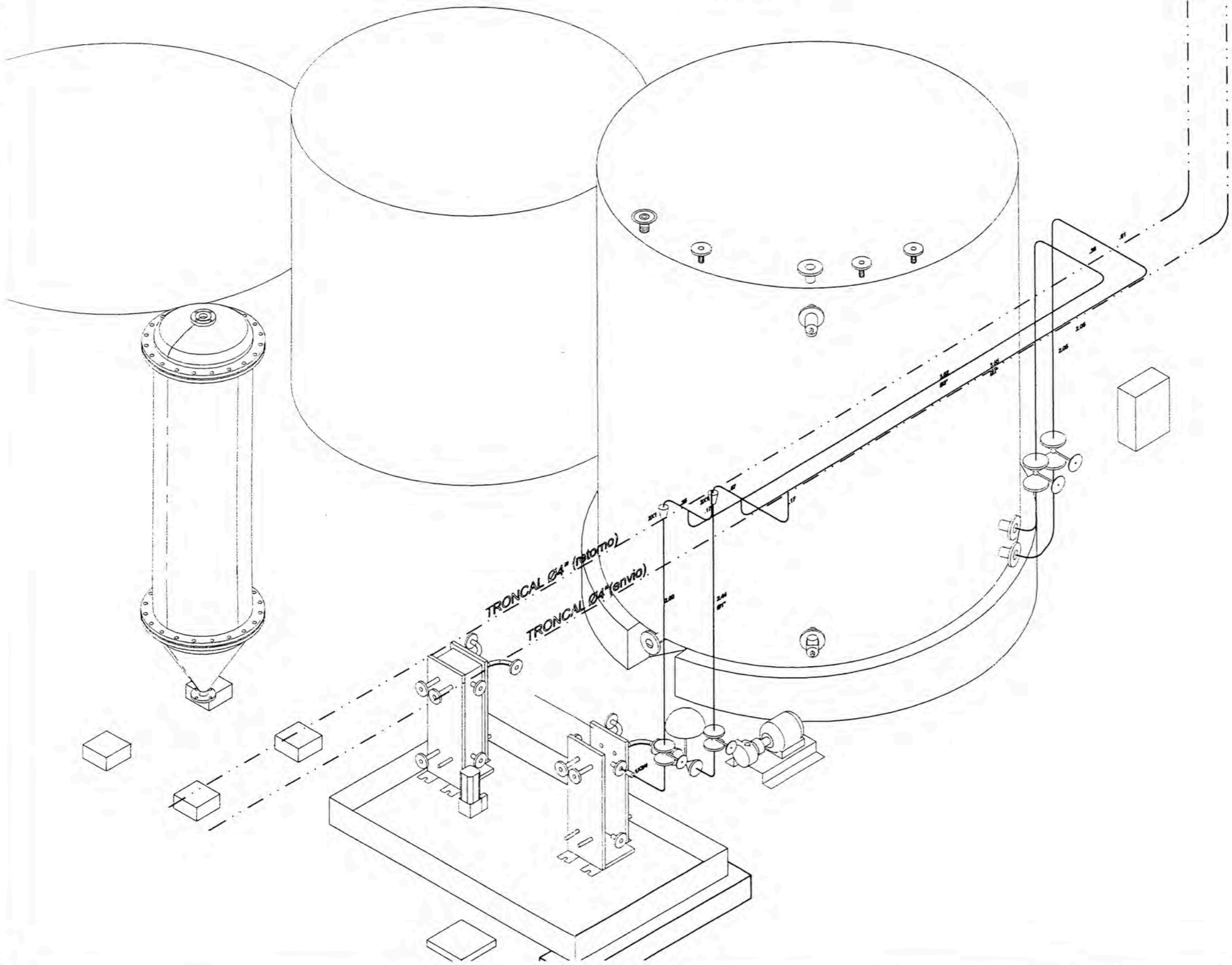
Plan Name and Address
 FERNANDO GARCIA

Project Name and Address
 SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
 DE ANTIESPUMANTE AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet	MEC-08
Date	2022		
Scale	INDICADA		

SISTEMA CW (ASTM A36)

ESC. 1/30



General Notes

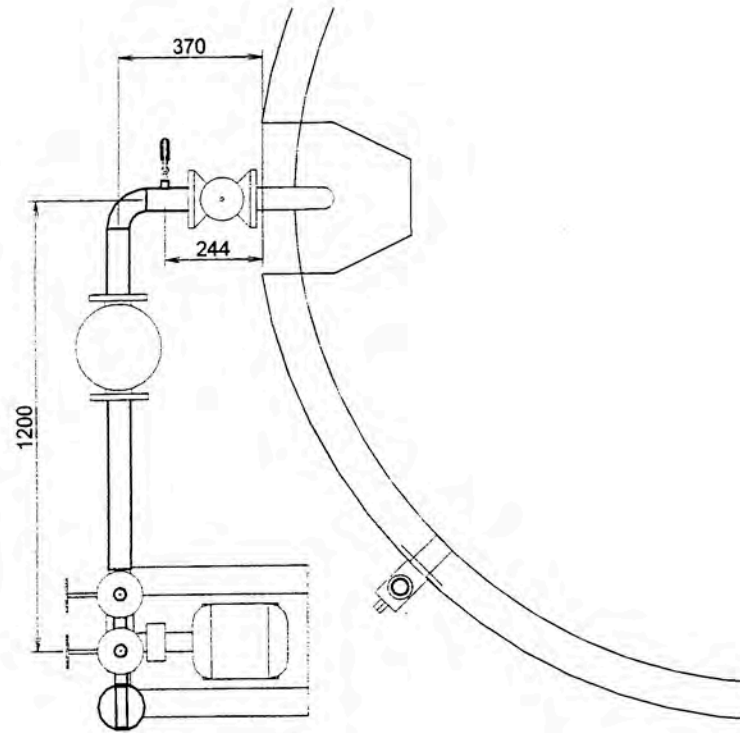
No.	Revision/Issue	Date

Person Name and Address
 FERNANDO GARCIA

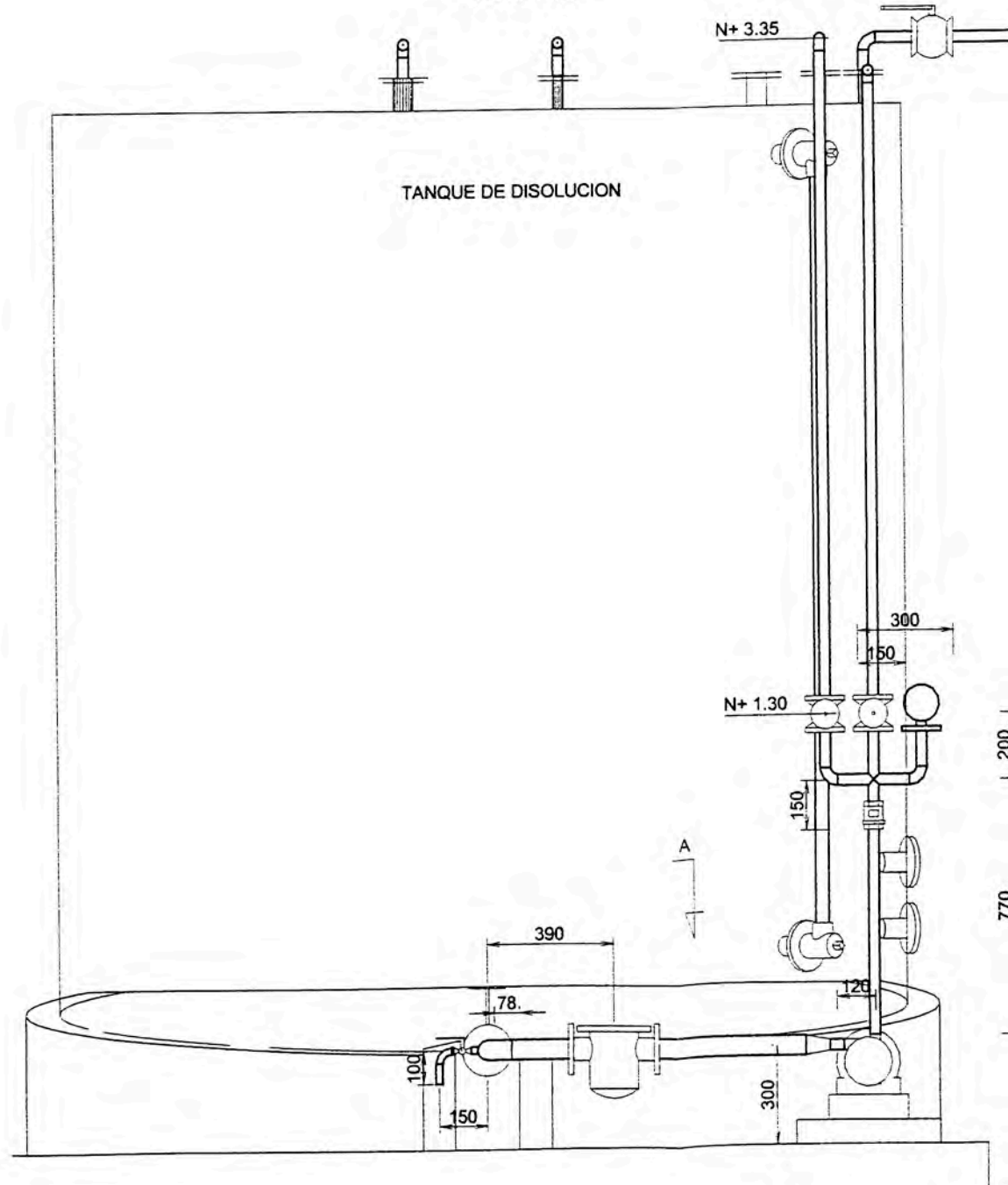
Project Name and Address
 SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
 DE ANTIESPUMANTE AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet	MEC-09
Date	2002		
Scale	INDICADA		

SISTEMA AZ
ESCALA 1/20



VISTO DESDE "A"
ESCALA 1/20



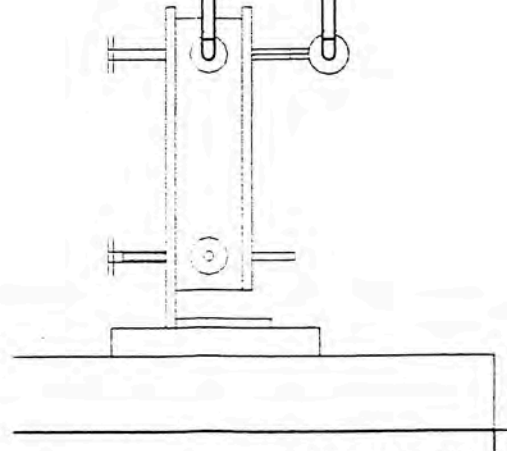
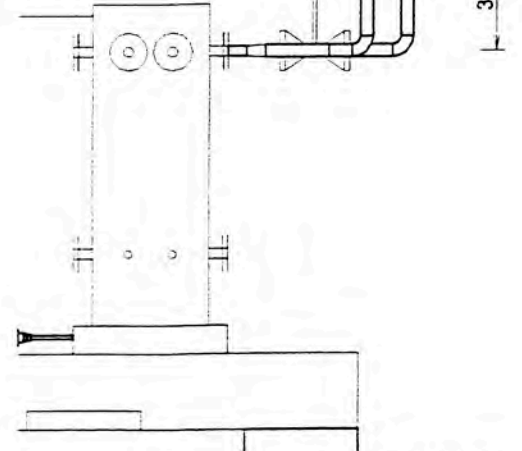
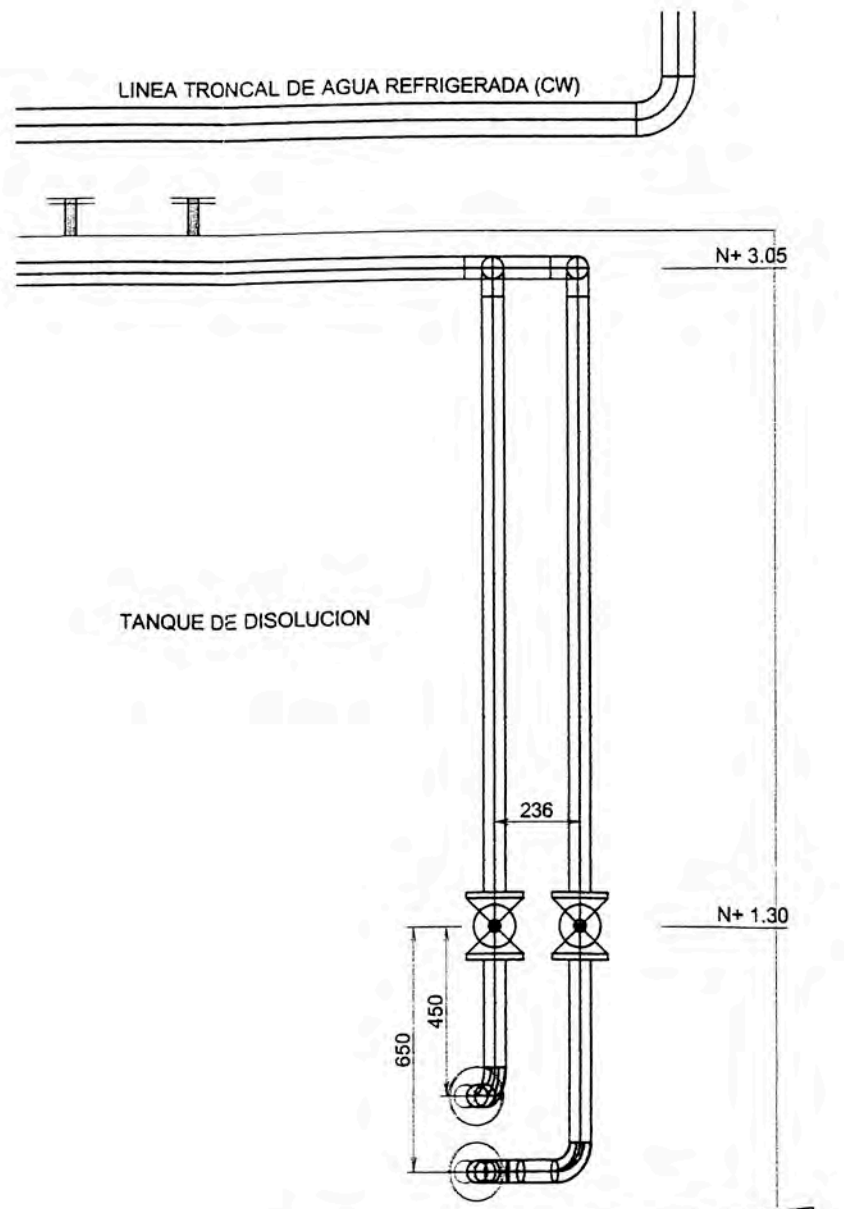
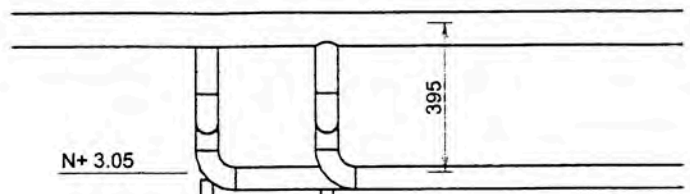
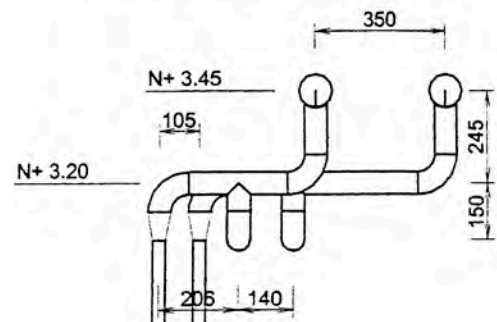
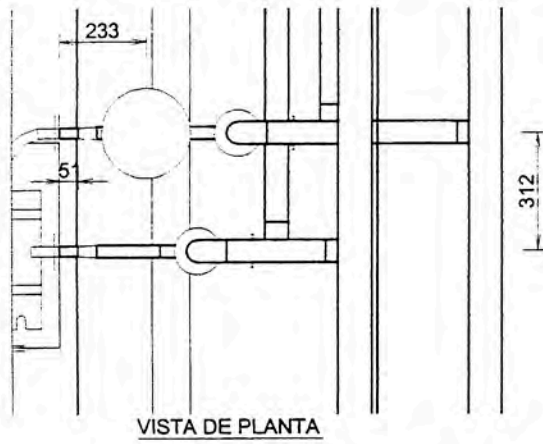
No.	Revision/Issue	Date

Plan Name and Address
FERNANDO GARCIA

Project Name and Address
SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
DE ANTIESPLAMANTE AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet	MEC-10
Date	2002		
Name	INOCADA		

SISTEMA CW
ESCALA 1/20



General Notes

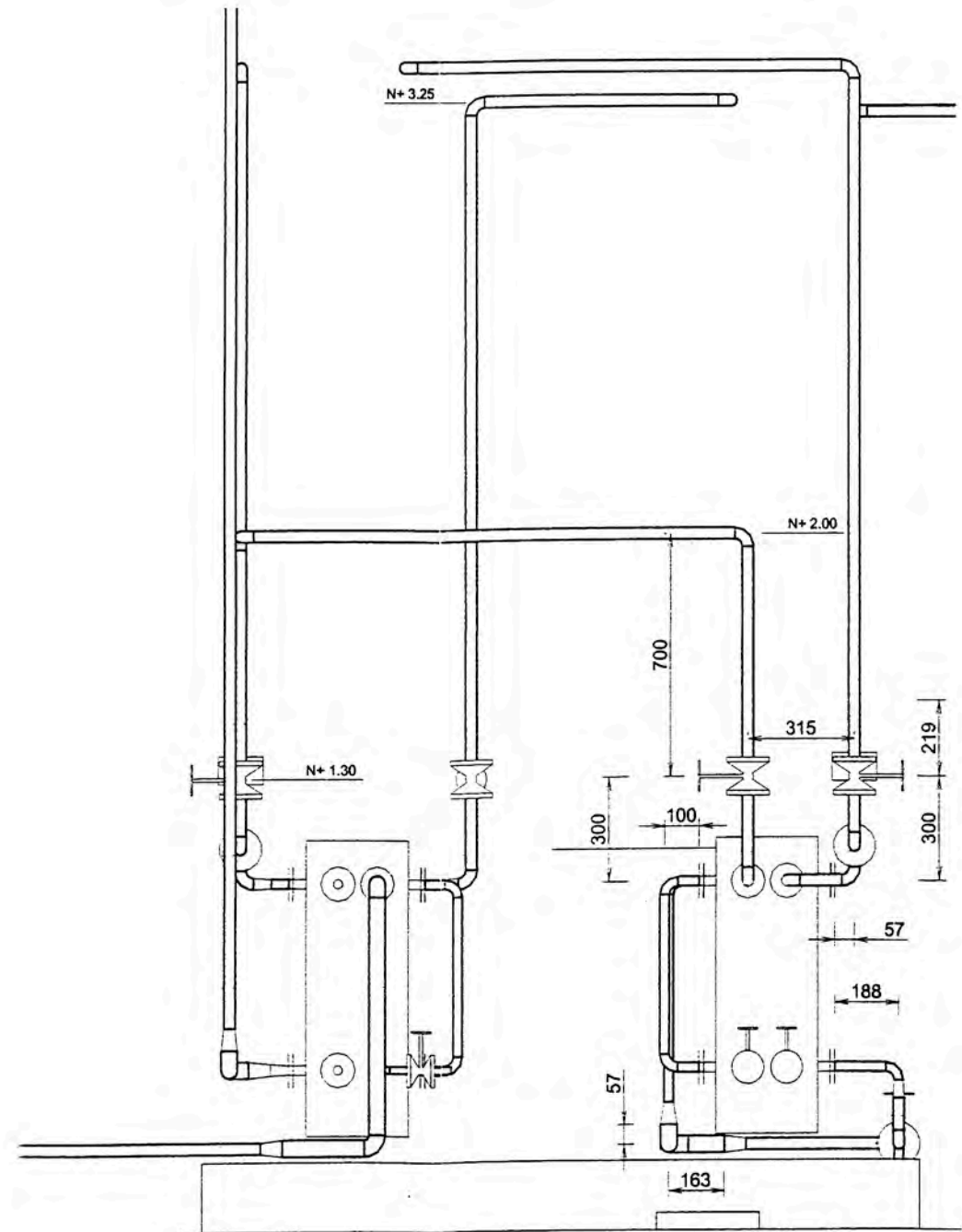
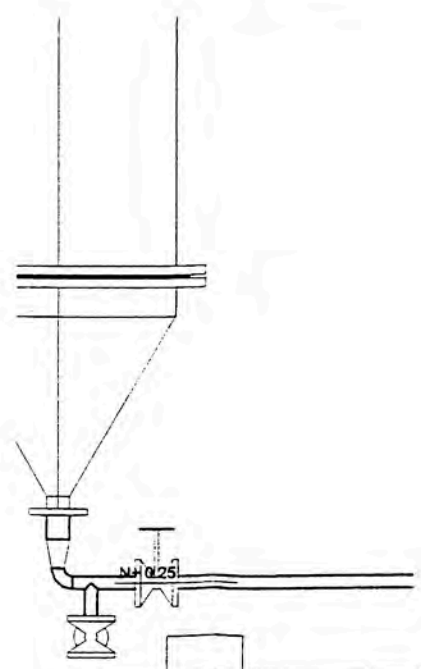
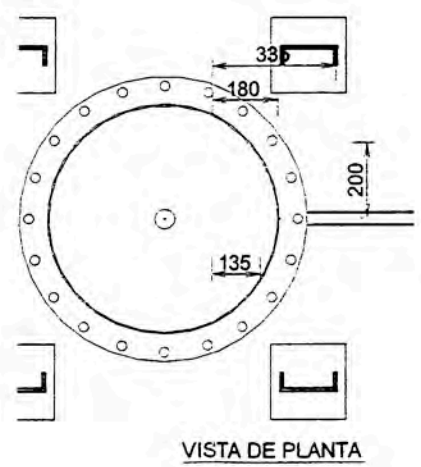
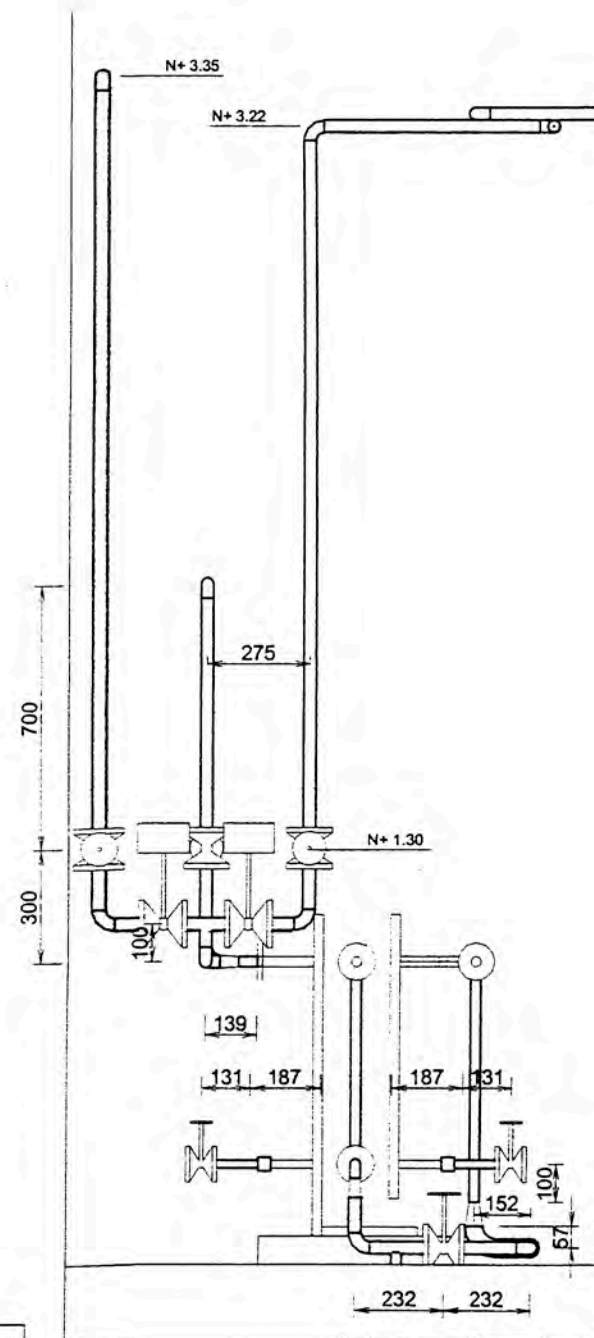
No.	Revision/Issue	Date

Prepared Name and Address
FERNANDO GARCIA

Project Name and Address
SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
DE ANTIESPUMANTE AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet	MEC-11
Date	2002		
Scale	INDICADA		

SISTEMA AZ
 ESCALA 1/20



General Notes

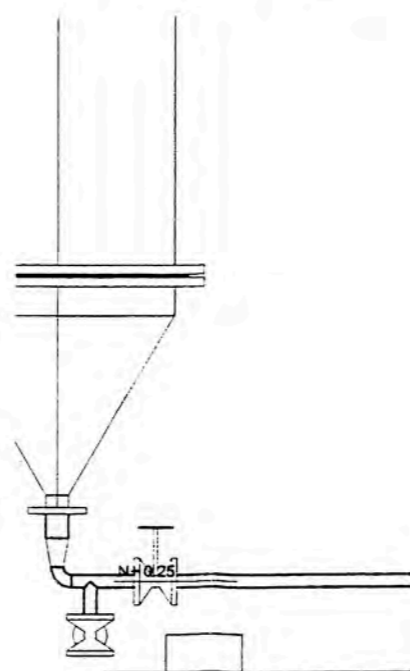
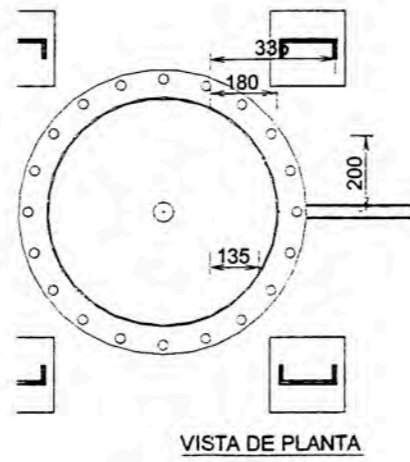
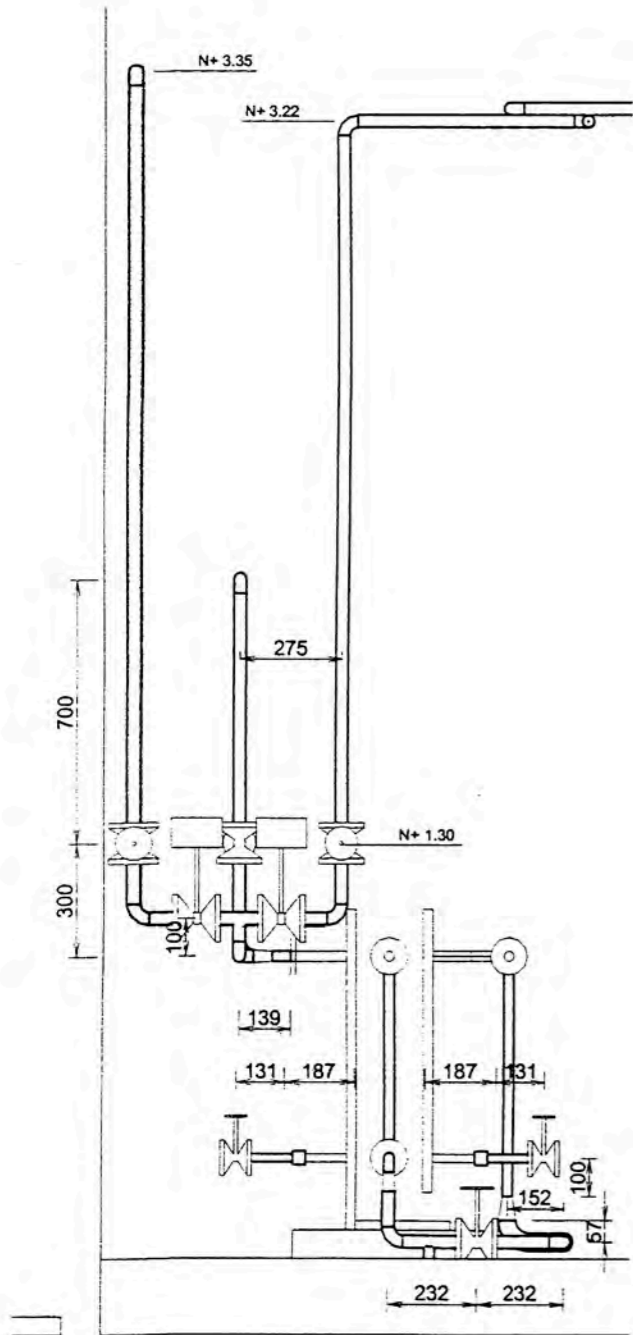
No.	Revision/Issue	Date

Plan Name and Address
 FERNANDO GARCIA

Project Name and Address
 SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
 DE ANTIESPUMANTE AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet	MEC-12
Date	2002		
Scale	INDICADA		

SISTEMA AZ
ESCALA 1/20



General Notes

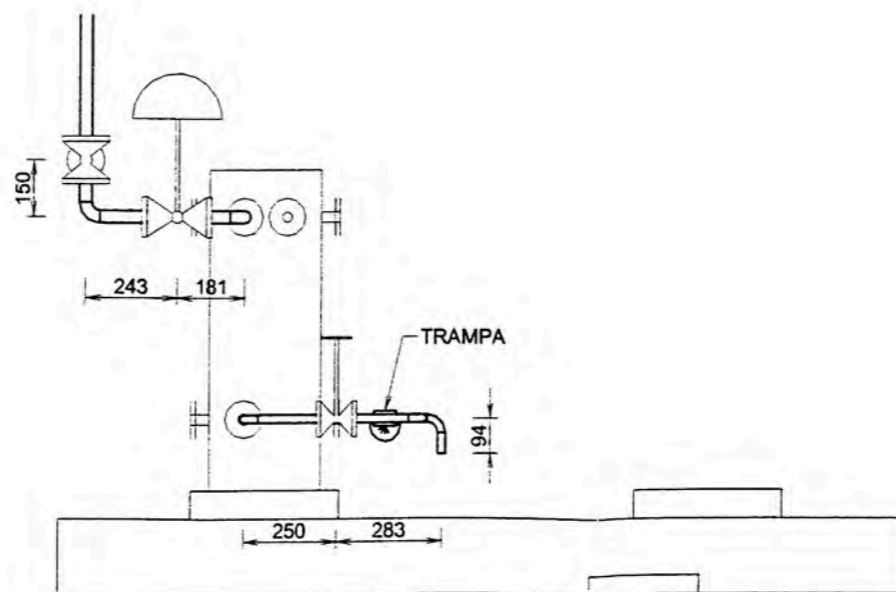
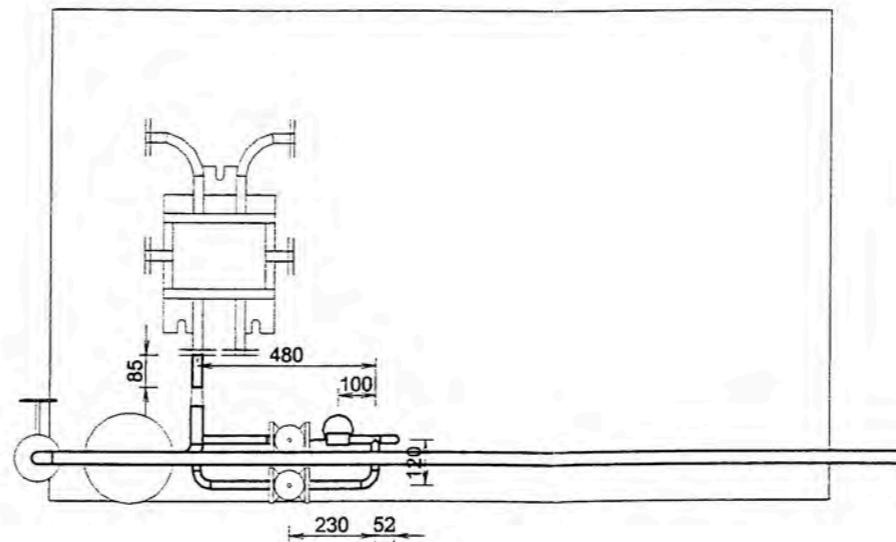
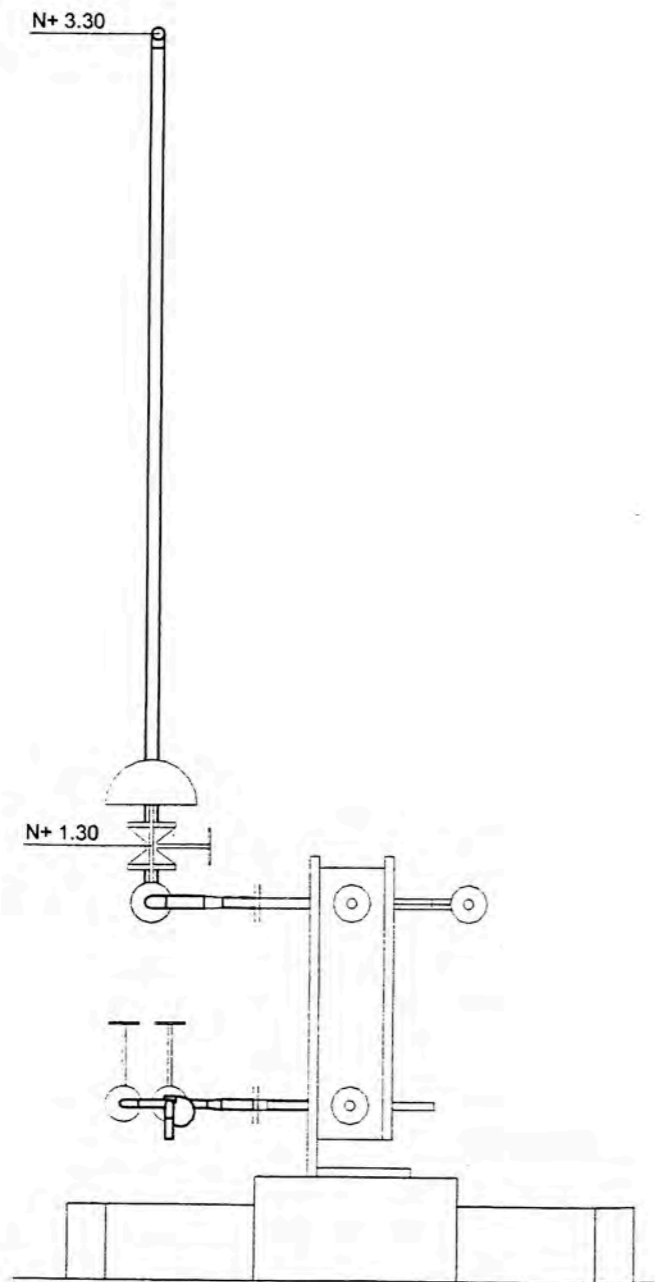
No.	Revision/Issue	Date

Person Name and Address
 FERNANDO GARCIA

Project Name and Address
 SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
 DE ANTIESPUMANTE AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet	MEC-12
Date	2002		
Scale	INDICADA		

SISTEMA SL
ESCALA 1/20



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

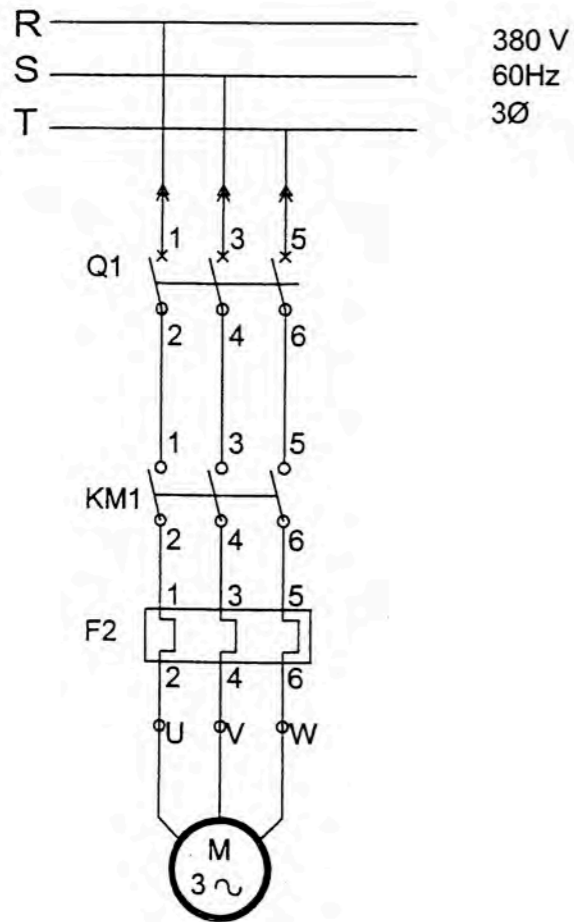
Plant Name and Address
 FERNANDO GARCIA

Project Name and Address
 SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA
 DE ANTIESPLUMANTE AZ AL 1%

Project	PROYECTO AZ	Sheet	MEC-13
Date	2002		
Scale	INDICADA		

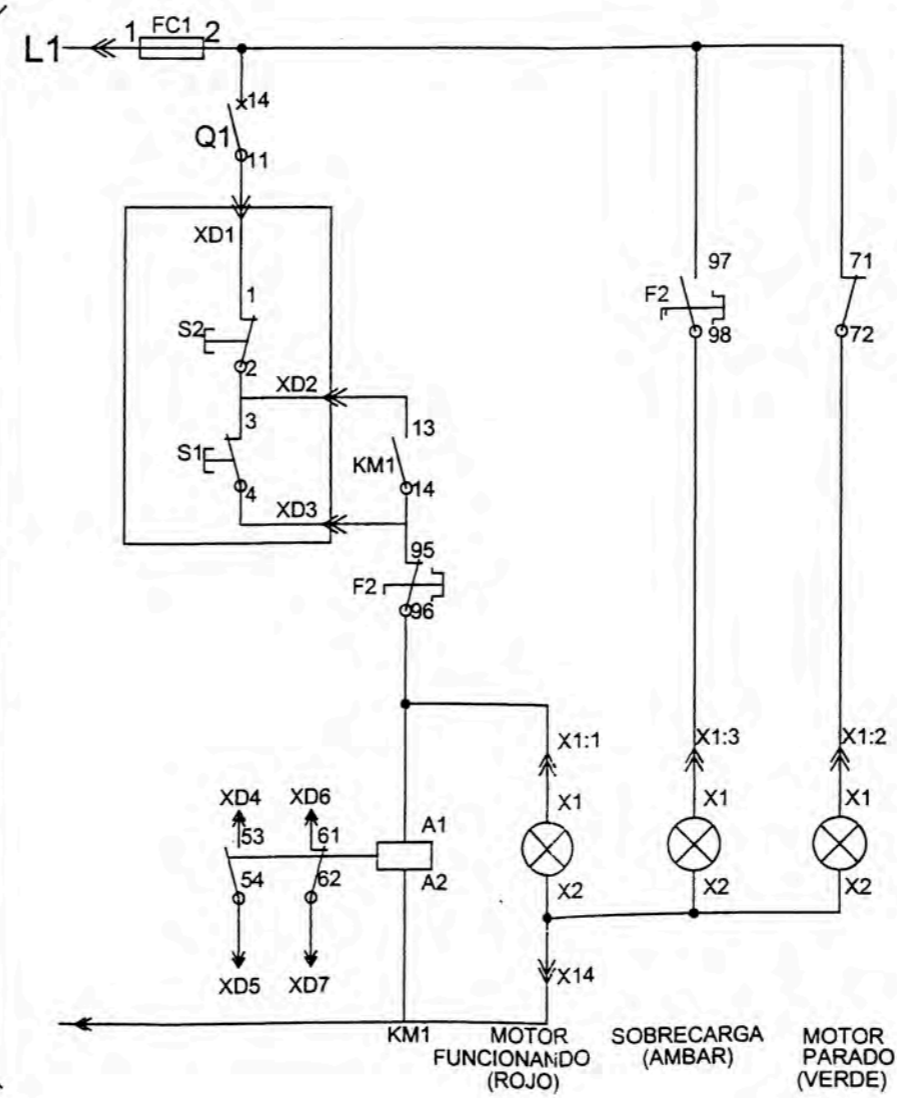
SISTEMA DE ARRANQUE DIRECTO

CIRCUITO DESARROLLADO DE FUERZA



CIRCUITO FUNCIONAL DE CONTROL

VIENE DE TT 115 V



General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Plant Name and Address

FERNANDO GARCIA

Project Name and Address

SISTEMA DE ESTERILIZACION CONTINUA DE ANTIESPUMANTE AZ AL 1%

Project

PROYECTO AZ

Date

2002

Sheet

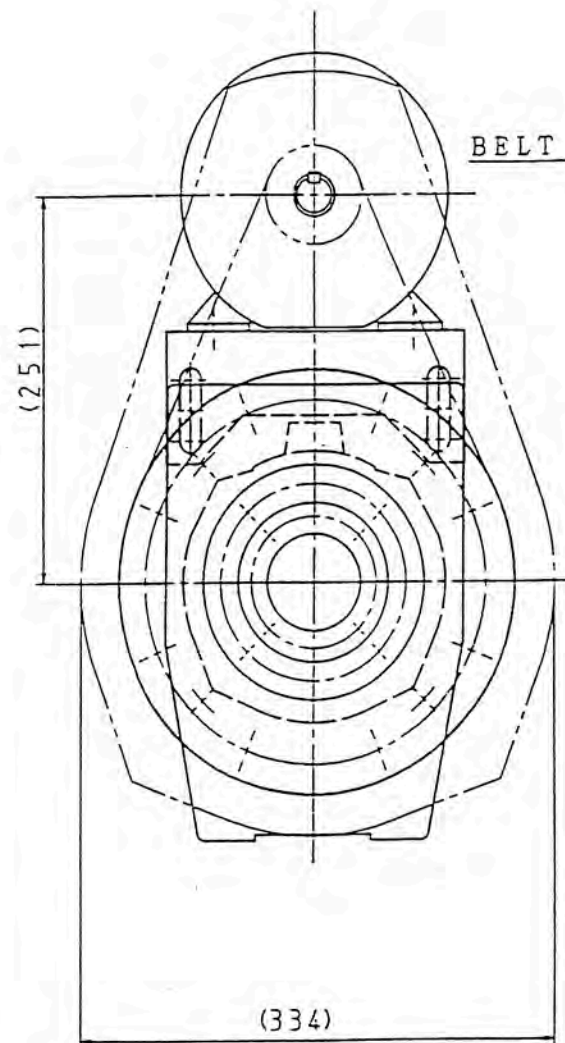
S/E

Sheet

ELEC-01

APÉNDICES

REV.	DATE	REMARKS	APP.
①			
②			
③			
④			



BELT COVER
PVC

YASKAWA MOTOR
T. E. F. C. OUTDOOR

MIN. L

HR-700 IMPELLER
(3-BLADES)
SUS304
2-M10 SET SCREW
SUS304

GLAND PACKING
VALQUA#7132
φ35×φ55×□9.5

'V'RING NBR
ALP31204

SUS304

AC4A
SAFETY GUARD
SUS304
(BLIND)
FC200

350 min⁻¹
S35508 NBR
SUS304
8-φ23
(M20 B. N. SW. PW
PROVIDED BY
VESSEL MAKER)

360

(419)

400



MANHOLE SIZE: LARGER THAN I. D. φ450

SERVICE:

PURPOSE:

CONTENTS:

SP. GR. : 1.0

VIS : 1.0 [mPa·s]

D. P/O. P: ATM / [MPaG]

D. T/O. T: AMB. / [°C]

CAPACITY: 12 [m³]

CODE : NONE

PAINTING: MUNSELL 7.5GY6/3

DON' T RACING

CUSTOMER

AJINOMOTO, PERU, CO., LTD.

ITEM No.

NAME

SATAKE MULTI S MIXER

TYPE

SS14-BPR-1.5

CAPACITY

1.5 kW₃ φ4 P60 Hz 380 V 350 min⁻¹

WEIGHT

APPROX. 80kgf

No. OF REQ'D

1set

SATAKE JOB. No.

82-TS1-36

APPROVED (/) CHECKED (/) DRAWN

on / Lattovion / Lattovion / M. Ohtani

DATE

NOV. 26, 2002

SCALE

Free

DWG. No.

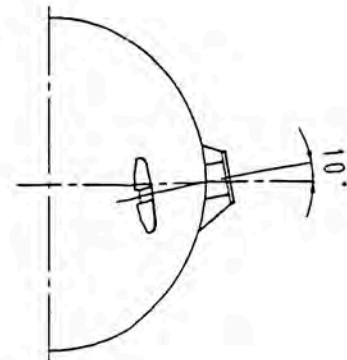
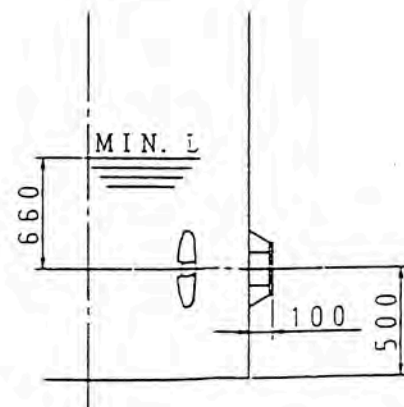
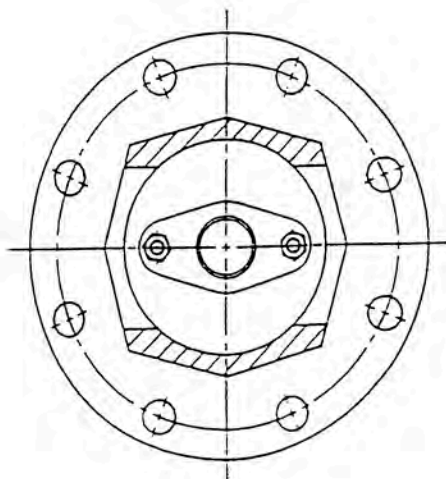
82TS136

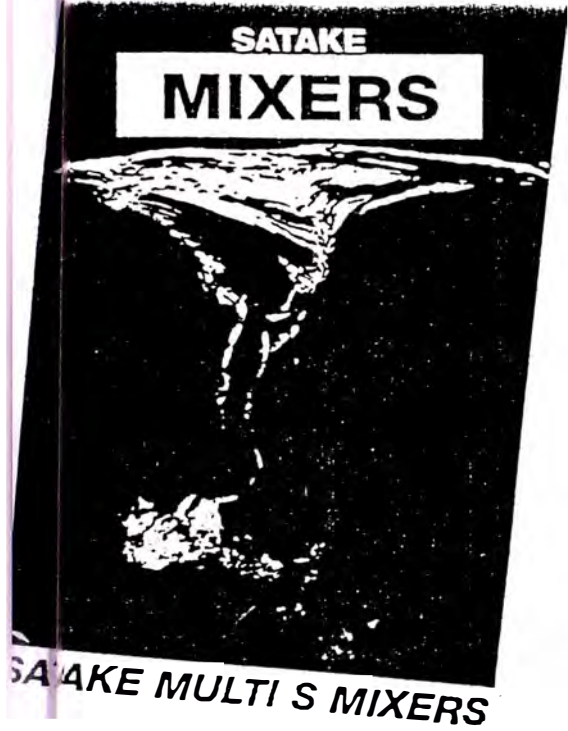


SATAKE

F#428

CHEMICAL EQUIPMENT MFG. LTD.





SATAKE MULTI S MIXERS

Ball Reduction Type (S3, S4, S5 Series)

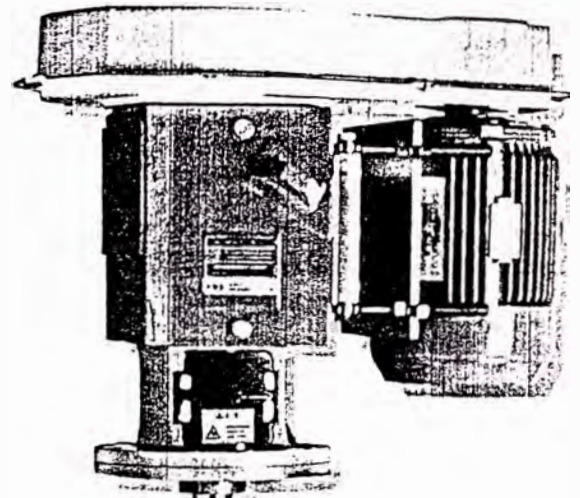
**Revealing Satake's
Trustworthy Technology**



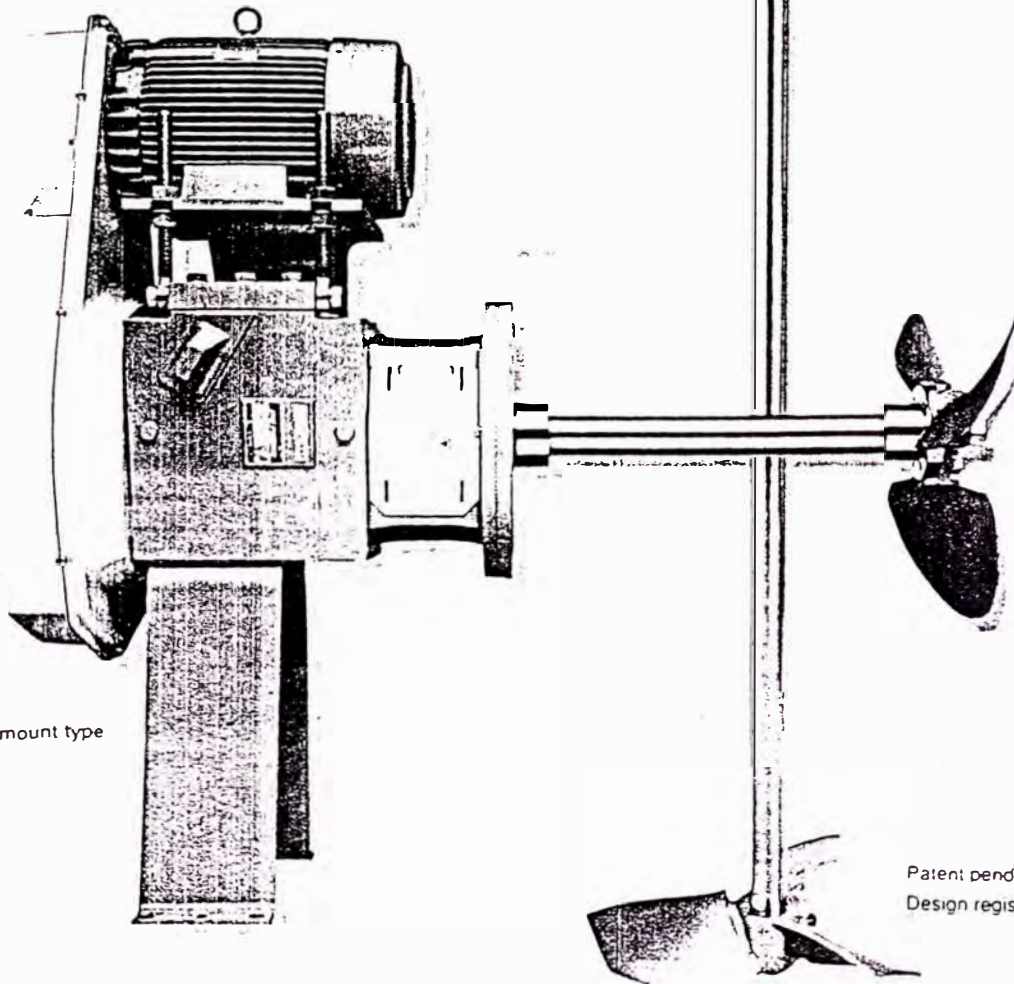
Acclaimed Reliability and Performance

We organized the results of our years of experience and know-how into a database and applied original measuring and analytical techniques to the data to design the extremely efficient impeller used in our Multi "S" Mixers.

A wide range of models are available with capacities from ranging from 3.7kW to 30kW (top or side mount), and all have been developed under the strict supervision of our engineers to ensure high reliability.



Top-mount type (S3)



Side-mount type (SS)

Patent pending
Design registration pending

Main Features

- Extremely simple and compact mechanism ensures easy handling, maintenance, and inspection, all for the sake of our customer.
- Original impeller designs for side-mount (AF100) and top-mount (HR700 Super Mix) models dramatically increase discharge rates.
- A wide variety of shaft seals are available to suit the liquid condition, including a shaft seal that allows gland packing replacement with a full tank.
- The FRP resin belt housing (compliant with Fire Defense regulations in Japan) reduces overall weight, and the two-piece design allows easy assembly and removal.
- The motor base rigidity has been increased to reduce vibration.
- The high-transmission V-belt, is resistant to oil and heat, and is designed to give many years of quiet, low-static operation.
- The deep-groove sealed ball bearing, the critical part of the mixer, ensures a durable output without need for lubrication.

Model Variations (50/60Hz)

Speed (rpm)	Motor output (kW)							
	3.7	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30
350 (4P)		S-3	S-3	S-3	S-4	S-4	S-4	S-5
230 (6P)	S-3	S-3	S-3	S-4	S-4	S-5	S-5	

Main Applications

Chemical industry:

Uniform mixing of raw materials, promotion and dispersion of suspension, reactions, dissolving and heat transfer; chemical plants, etc.

Food industry:

Precision mixing of ingredients, suspension, dissolving, and heat transfer, etc.

Pharmaceutical:

Precision mixing of ingredients, suspension, dissolving, and heat transfer, etc.

Petrochemical:

Blending, gas absorption, reaction, extraction, and sludge suspension, etc.

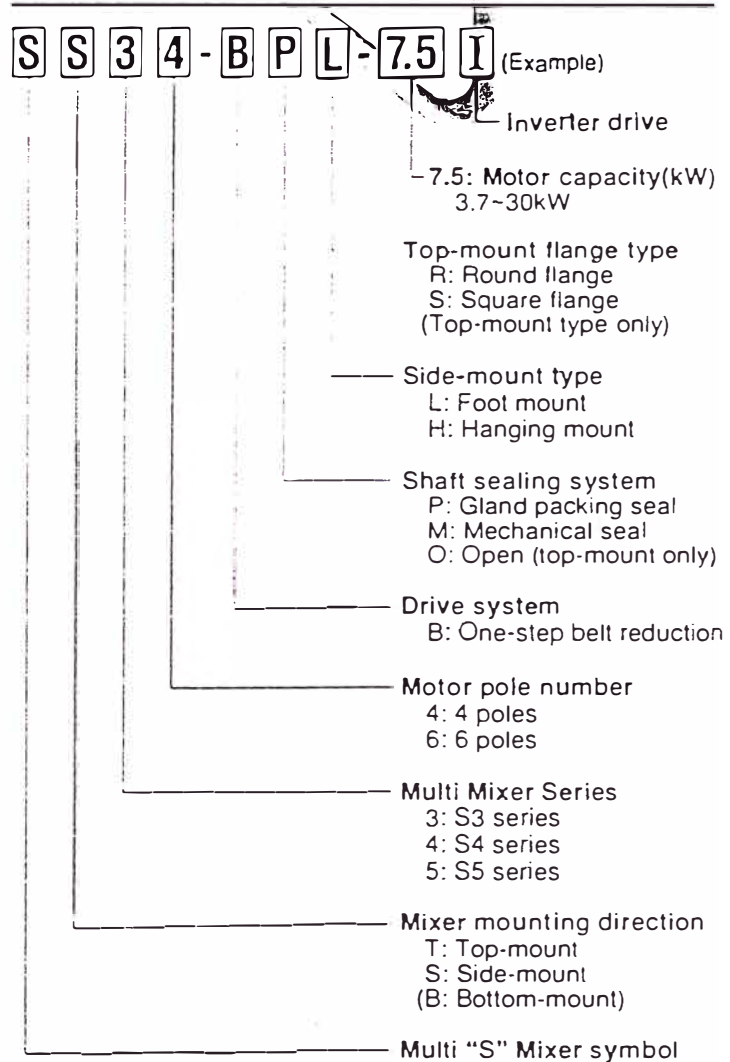
Paper industry:

Uniform agitation of chest and black liquid, etc.

Fermenting industry:

Promotion of fermentation, and mixing of solutions, etc.

Model Coding Is as Follows



(Standard finish color Munsell 7.5GY6/3)

State-of-the-Art Impellers

HR700 Impeller (Top-mount)



Patent pending

Satake is conducting constant research and development into agitation based on advanced fluid-engineering and wing theory. The "Super Mix" impeller series is based on such research and has proven performance.

Now, Satake has added yet another product to this series - the HR700. This model has a twisted-down arc wing design featuring an optimum front blade shape.

The discharge performance of impellers is determined, to a large extent, by the blade's top view (width), the angle of attack (especially at the edge) and the camber ratio. Satake engineers have devised a way to minimize liquid separation from the edge while achieving an optimum shape for the wing top and camber ratio as well as the wing's cathedral angle. As a result, the HR700 impeller has extremely high discharge performance.

The HR700 is an ideal choice for the agitation of different solid and liquid phase combinations.

Flow pattern of the HR700 Impeller

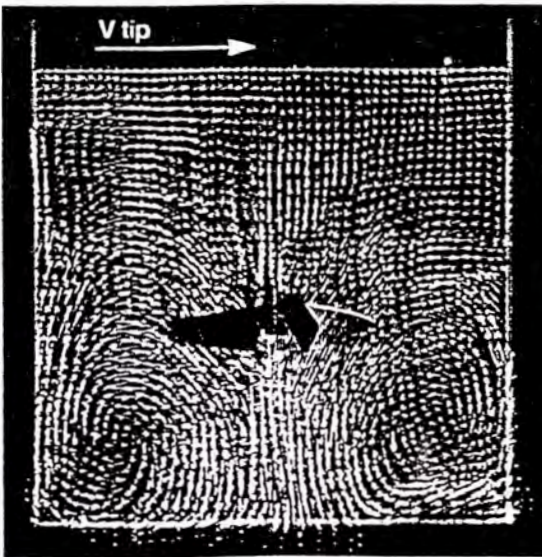
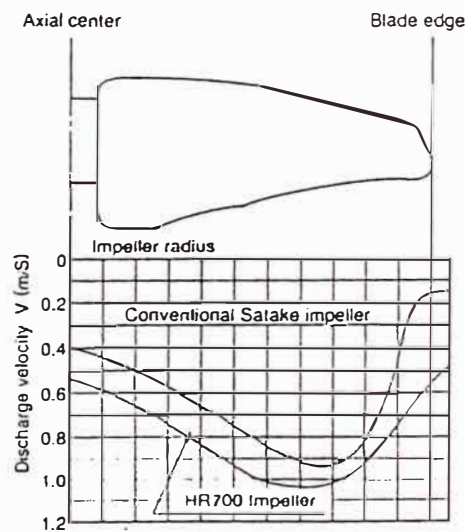


Image processing by the P.I.V. method

- Analytical vectors of flow in a tank observed by a CCD camera and processed by the P.I.V. method.
- Flow pattern of the axial flow type (flat discharge type associated with high-performance blade).

Comparison of HR700 Impeller Discharge Performance (P/V constant)

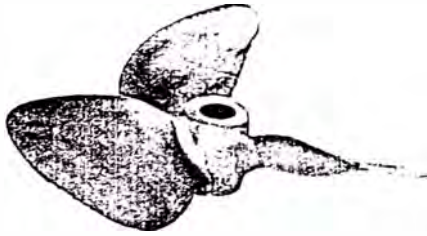


Comparison of Impeller Performance

Impeller name	Power number	Discharge flow coefficient	Discharge flow per power unit
	N_p [—]	N_{qd} [—]	$N_{qd}/N_p^{1/3}$ [—]
3-bladed $\theta = 25^\circ$	0.36	0.51	0.72
HR700 Impeller	0.50	0.71	0.89



AF100 Impeller (Side-mount)



Integral cast type



Assembled type

AF100 features an air-foil cross section obtained after a series of studies and experiments aimed at improvement of the blade discharge performance.

It features a flat blade with a skew-back, designed to minimize impact fluctuation due to inherent cavitation.

This impeller reduces the impact fluctuation during rotation, to dramatically increase the discharge efficiency.

This makes the AF100 an ideal choice for side-mount agitators.

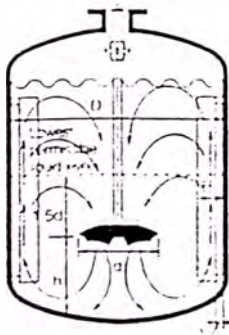
- Stainless steel casting.
- Integral casting (up to 680mm blade diameter) and assembled version (for blade diameters over 700mm).



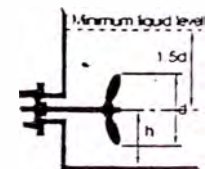
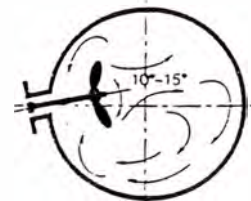
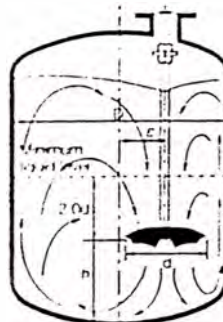
Mounting Position and Agitation Flow

One of the elements that determines the agitation efficiency is the mounting position of the agitator itself. For this reason, the best agitation flow must be determined by carefully taking into consideration various factors including the purpose of agitation, specific gravity and viscosity of liquid involved, mixing ratio, and mixing time.

$h = 1.0 \text{ to } 3.5d$
(or $0.25 \text{ to } 0.5d$ for slurry suspension)
 $B = 0.1D$
 $C = 0.025D$



$h = 1.0 \text{ to } 3.5d$
(or $0.25 \text{ to } 0.5d$ for slurry suspension)
When $d > 0.35D$
 $c = 0.5d$
When $d \leq 0.35D$
 $c = 0.25D$



Side-mount type $h = 1.0 \text{ to } 1.5d$

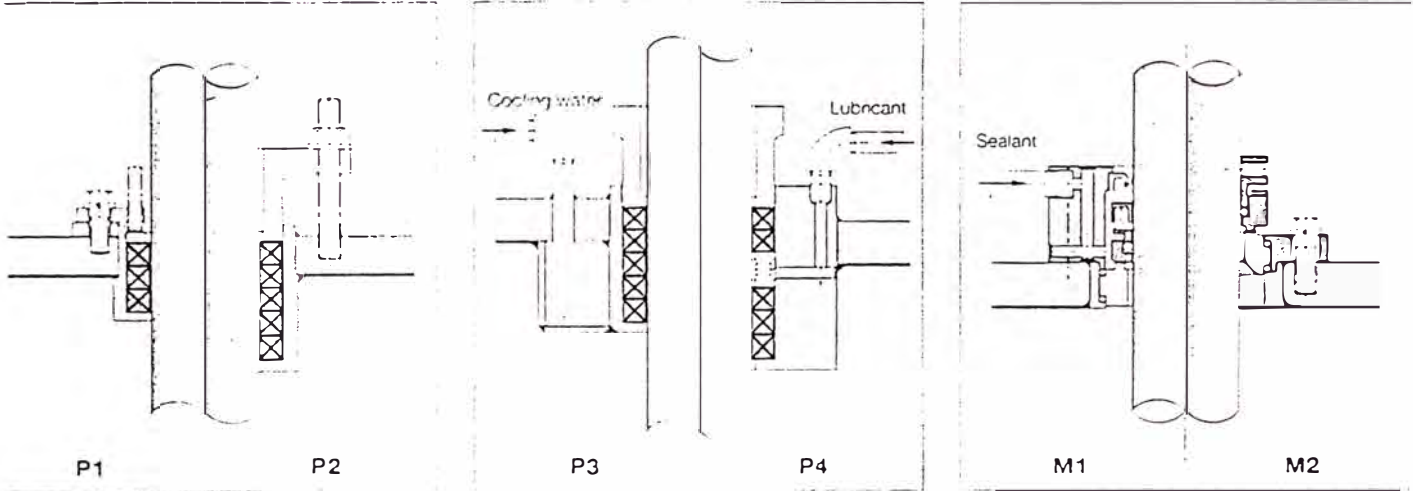
- **Center mount with baffle plates**
Vertical convection is dominant and circulating flow is suppressed. The strong turbulence ensures a high level of agitation. Normally, two to four baffle plates are placed at equal intervals along the side walls of the tank and perpendicular to the rotating flow.

- **Off-center mount**
For agitating liquids of low viscosity, the agitator is normally positioned off center without the baffle plates. This eliminates concentric circulating flow in the tank and creates the necessary turbulence.

- **Side-mount**
The agitation flow is basically the same as that of the top-mount system. Side-mount is normally selected for mixing liquids of medium viscosity in a high-level tank. An eccentric angle of about 10° is necessary as illustrated above. This eliminates the need for baffle plates while preventing circulating flow.

Wide Variety of Shaft Sealing Systems

Top-mount Shaft Sealing Systems



Gland packing seal P1 type

Tank temperature: 80°C or less
 Tank pressure: Atmosphere
 This system is not pressure tight. It is suitable for simple sealing.

P2 type

- Tank temperature: 80°C or less
- Tank pressure: 0.2kgf/cm-G or less (2.94x10⁻² MPaG)
- Suited for use under low tank pressures

Gland packing seal P3 type

- Tank temperature: 80°C to 170°C
- Tank pressure: 0.2kgf/cm-G or less (2.94x10⁻² MPaG)
- Suited for use under the tank temperature of 80°C or more

P4 type

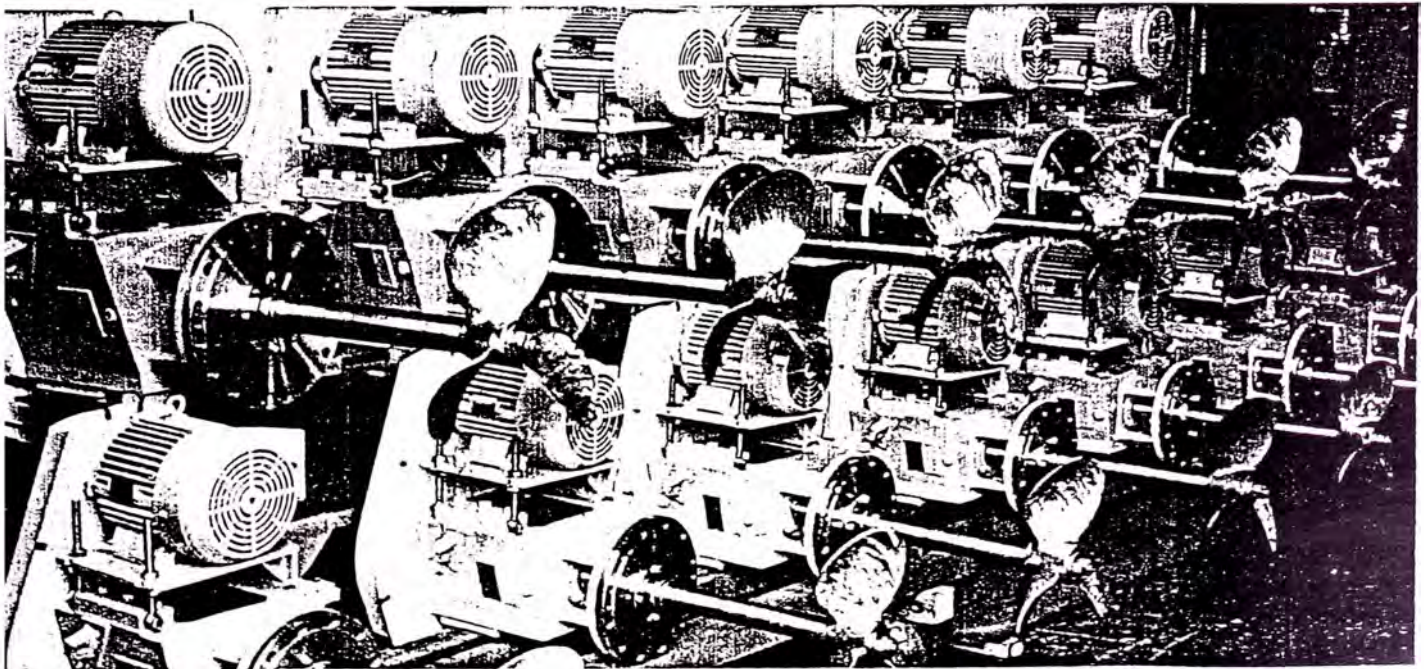
- Tank temperature: 80°C or less
- Tank pressure: 1.0kgf/cm-G or less (9.81x10⁻² MPaG)
- Inject the lubricant periodically through the middle portion of the gland packing. The packing at the rear end of the lantern ring seals off the flow leakage while the packing at the front end seals off the lubricant.

Single mechanical seal M1 type (For use in vacuum type mixing tanks)

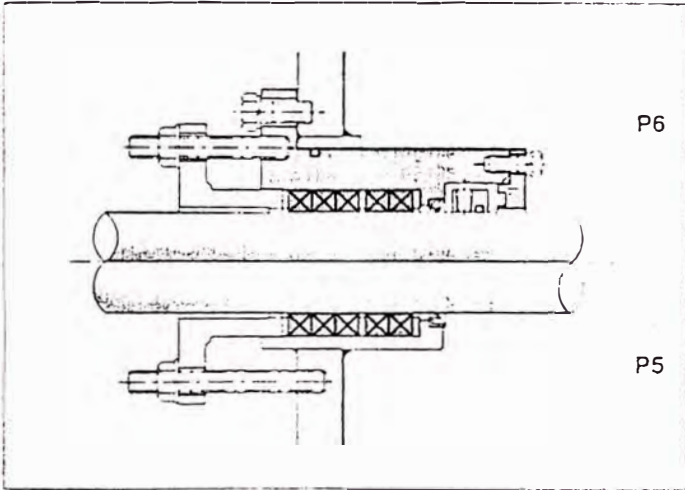
- Tank temperature: 80°C or less
- Tank pressure: F.V. to 1.0kgf/cm-G (9.81x10⁻² MPaG) or less
- Generally used in vacuum type mixing tanks where leakage must be avoided. Provides excellent sealing.

Dry mechanical seal M2 type

- Tank temperature: 100°C or less
- Tank pressure: F.V. to 1.0kgf/cm-G (9.81x10⁻² MPaG) or less
- Does not require the use of any sealant and thereby is ideal when the mixture or reaction between the sealant and the tank gas or liquid must be avoided sealing.



Side-mount Shaft Sealing Systems



Gland packing seal (provisional seal)

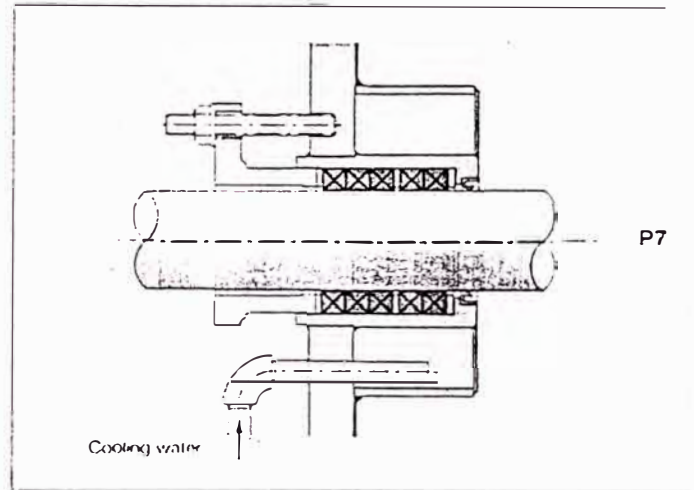
P6 type

- Tank temperature: 80°C or less
- Tank pressure: 1.0kgf/cm²G or less (9.81x10⁻¹MPaG)
- Gland packing can be replaced when the tank is full

Gland packing seal (standard)

P5 type

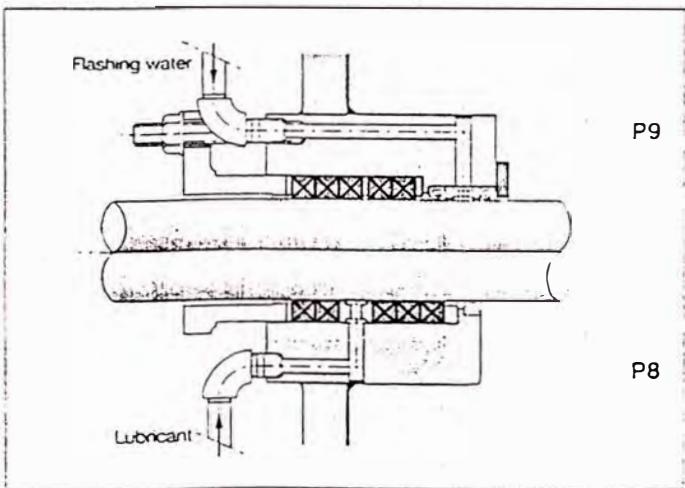
- Tank temperature: 80°C or less
- Tank pressure: 1.0kgf/cm²G or less (9.81x10⁻¹MPaG)



Gland packing seal (forced cooling)

P7 type

- Tank temperature: 80°C to 170°C
- Tank pressure: 1.0kgf/cm²G or less (9.81x10⁻¹MPaG)
- Cooling water introduced in jacket for tank temperatures over 80°C.



Gland packing seal (for slurry applications)

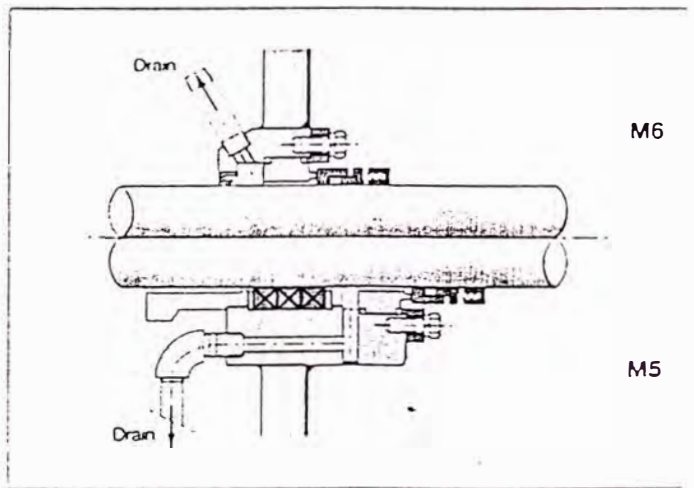
P9 type

- Tank temperature: 80°C or less
- Tank pressure: 1.0kgf/cm²G or less (9.81x10⁻¹MPaG)
- The shaft surface at the seal is hardened and flushing water is introduced (2 to 3 liters/min) to prevent slurry from entering the seal.

Gland packing seal

P8 type

- Tank temperature: 80°C or less
- Tank pressure: 1.0kgf/cm²G or less (9.81x10⁻¹MPaG)
- Inject the lubricant periodically through the middle portion of the gland packing. The packing at the rear end of the lantern ring seals off the flow leakage while the packing at the front end seals off the lubricant.



Single mechanical seal

M6 type

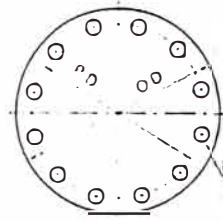
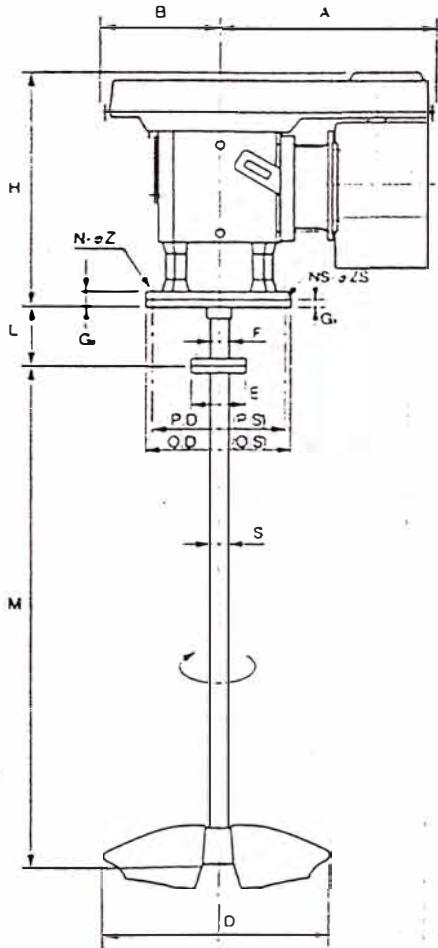
- Tank temperature: 80°C or less
- Tank pressure: 3.0kgf/cm²G or less (2.94x10⁻¹MPaG)
- Generally use where leakage must be avoided. Provides excellent sealing.

Single mechanical seal + Gland packing

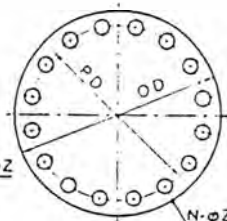
M5 type

- Tank temperature: 80°C or less
- Tank pressure: 3.0kgf/cm²G or less (2.94x10⁻¹MPaG)
- If the mechanical seal fails, the gland packing is retightened to seal the tank contents.

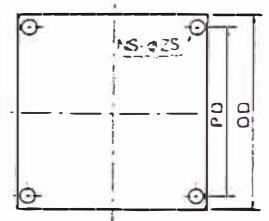
A Extensive Range of Products to Meet Your



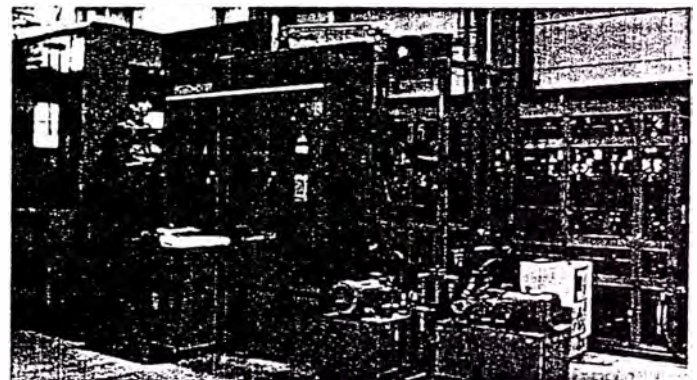
Round flange (S3 series)



Round flange (S4, S5 series)



Square flange (Top-mount)



Standard Dimensions (Top-mount Type)

Series	Speed (rpm)	Power (kW)	O.D	P.D	N-φZ	O.S	P.S	NS-φZS	Q.	Q.	F	S	E	L	H	A	B	M	D	Weight (kg)			
																				Mixer	Motor		
S3	350 (4P)	5.5	φ350	φ310	12-23	□350	□305	4-24	40	20	60	55	147	200	684	520	286	2750	520	236	68		
		7.5																		2500	550	246	78
		11.0																		2250	600	271	100
	230 (6P)	3.7																		2800	550	239	68
		5.5																		2450	580	254	77
		7.5																		2200	600	282	100
S4	350 (4P)	15.0	φ445	φ400	16-25	□445	□395	4-28	46	22	75	70	177	200	858	719	379	2850	640	498	120		
		18.5																		2650	670	564	185
		22.0																		2500	690	569	185
	230 (6P)	11.0																		2750	670	477	120
		15.0																		2550	730	578	185
S5	350 (4P)	30.0	φ560	φ510	16-27	□560	□490	4-35	55	26	85	80	207	250	936	845	445	2400	730	784	215		
		18.5																		2500	750	789	215
	230 (6P)	22.0																		2350	790	792	215

* The weight does not include the mixing shaft and impeller.

* The motor is a fully-enclosed outdoor motor manufactured by Yaskawa.

* Dimension "M" is selected by Satake as it may vary with the tank size.

* Dimension "D" selected by Satake as it may vary with the purpose of agitation, volume, and physical properties.

* Dimension "G" applies to round flange types and "G₁" to square flange types.

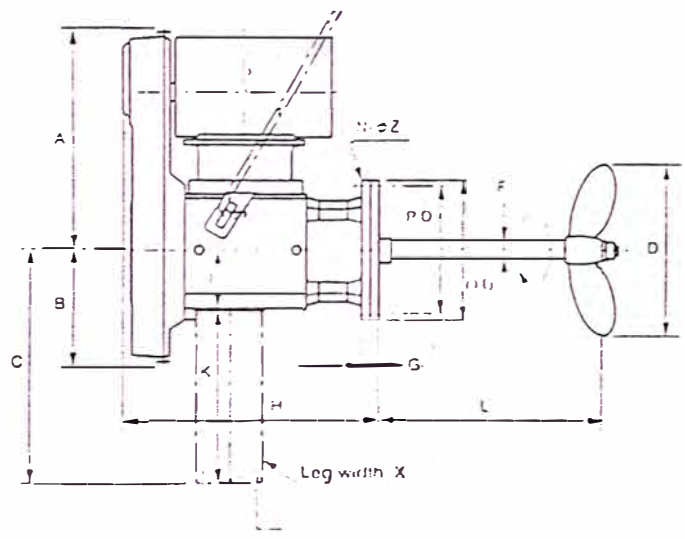
Unit: mm

Nozzle Dimensions for Mounting (Side-mount Type)

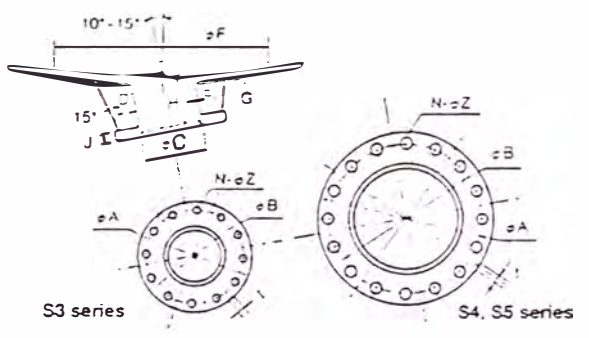
Refer to the table below when mounting a side-mount agitator onto a steel agitation tank. If the tank thickness does not provide sufficient strength, use hanger bars, supports, or other appropriate reinforcements.

Unit: mm

Series	Nozzle size	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	Z
S3	225*	350	310	241.8	50	9.0	750	9	120	22	12	23	
S4	300*	445	400	318.5	55	10.3	950	12	150	24	16	25	
S5	400*	560	510	406.4	70	12.7	1200	12	180	28	19	27	



X: 480mm (S3 series); 600mm (S4 series); 725mm (S5 series)



Standard Dimensions (Side-mount Type)

Series	Speed (rpm)	Power (kW)	O.D	P.D	N-φZ	G.	F	L	H	A	B	C	J	K	D	Weight (kg)	
																Mixer	Motor
S3	350 (4P)	5.5	φ350	φ310	12-23	44	60	600	684	520	286	(750)	135	615	500	246	68
		7.5													530	256	78
		11.0													590	281	100
	230 (6P)	3.7													590	249	68
		5.5													650	264	77
		7.5													680	292	100
S4	350 (4P)	15.0	φ445	φ400	16-25	50	75	720	856	719	379	(950)	190	760	630	511	120
		18.5													650	577	185
		22.0													680	582	185
	230 (6P)	11.0													740	490	120
		15.0													790	591	185
S5	350 (4P)	30.0	φ560	φ510	18-27	60	85	850	936	845	445	(1100)	240	870	710	806	215
		18.5													830	811	215
	230 (6P)	22.0													360	814	215

*The weight does not include supports. The motor is a fully-enclosed outdoor motor manufactured by Yasukawa.

Unit: mm

When making inquiries, please provide the following information so we can recommend the best product to meet your specific requirements:

- (1) Tank shape: Dimensions (round, square)
- (2) Tank condition: Open, closed, atmosphere, internal pressure, vacuum, idle operation
- (3) Liquid: Liquid name, specific gravity, viscosity, temperature
- (4) Solids: Name, absolute and apparent specific gravity, concentration, particle (mesh) distribution
- (5) Liquid volume: Maximum, minimum, change during agitation
- (6) Liquid condition: Batch, continuous in/out, volume, flow rate, holding time
- (7) Purpose of agitation (preferred degree and condition): Liquid-liquid/Solid-liquid: Uniform agitation, mixing, dissolving, suspension, reaction, emulsion, suspension, crystallization, heat transfer, dilution, dispersion, etc.
- (8) Agitation time: Time and number of operations per day
- (9) Preferred material (shaft and impeller): Satake can provide acid-resistant steel, normal steel, rubber, synthetic resin lining, etc.

Because Satake is continually making efforts to improve product quality, the product delivered to you may slightly differ from the shape or specifications contained in this catalog.

FINAL SPECIFICATION & DRAWING

DATE 8.21.02

PURCHASER: AJINO.MOTO DEL PERU

CUSTOMER: AJINO.MOTO DEL PERU

⊖ HISAKA WORKS, LTD.

HEAD OFFICE

〒578-0973

4-6,3-Chome, Hiranomachi,
Chuo-ku, OSAKA 541, JAPAN

Telex : JAPAN 522-8788 HISAKA J

Phone: 06-201-3531

FAX : 06-223-1419

Cable : HISAKA WORKS, OSAKA
KONOIKE PLANT

2-1-48, Higashi Konoike cho,
OSAKA , JAPAN.

JOB No. :

EQPT. NAME : _____

ITEM No. : _____

MEG. No. : 06-7827

MODEL : HISAKA PLATE HEAT EXCHANGER
UX-016A-JCR-23

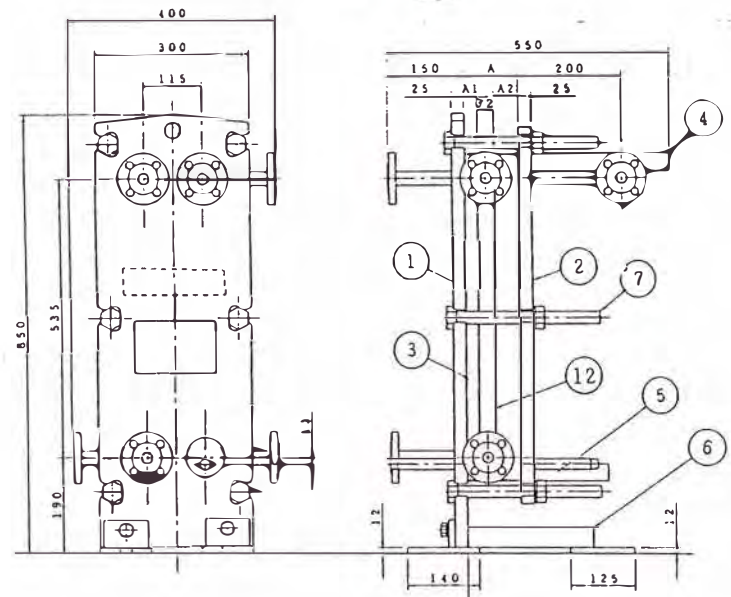
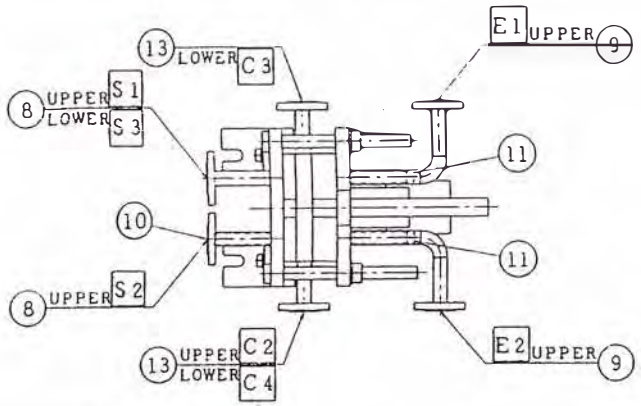
QUANTITY: 1 UNIT(S)

No.	DWG. NAME	DWG. No.	REV.	REMARKS
1	DWG. OF PLATE ARRANGEMENT	A067827		
2	ASSEMBLY DWG.	B067827		
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

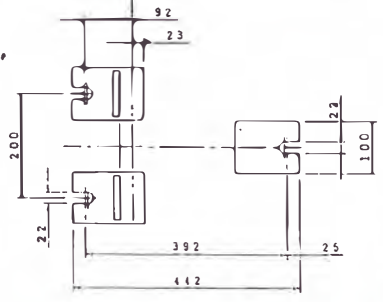
REV	DATE	REVISED BY

図面番号/SAKUBI 067828/B067828_R00

EXHIBITOR, MAKE, MODEL, MARKING.



DIMENSIONS (mm)	
A	MAX. 105 MIN. 101
A1	MAX. 25 MIN. 24
A2	MAX. 48 MIN. 45



NOZZLE ORIENTATION		CONNECTION		
S1	STEAM INLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
S3	STEAM DRAIN OUTLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
C2	AZ1% INLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
S2	AZ1% OUTLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
C3	AZ1% INLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
E1	AZ1% OUTLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
E2	AZ1% INLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
C4	AZ1% OUTLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
MASS (EMPTY)		200 kg	MASS (FILLED)	210 kg
ATTACH-MENT	RATCHET SPANNER	C. S.	M24	1 p.c.
	ANCHOR BOLT & NUT	SS400	M20x150L L-TYPE	3 sets

JOB NO.	
EQUIP. NAME	
ITEM NO.	
APPLICABLE CODE	
PART FINISH: COATING OF ZINC.	

NO.	PART NAME	NO. REQ'D	MATERIALS	REMARKS
13	C. NOZZLE	3	SUS316	
12	C. FRAME	1	SUS316	
11	E. DRAIN BLOW NOZZLE	2	SUS316	1.5A IPT 1/2 WITH SUS316 B.V.I
10	S. DRAIN BLOW NOZZLE	1	SUS316	1.5A IPT 1/2 WITH SUS316 B.V.I
9	E. NOZZLE	2	SUS316	
8	S. NOZZLE	3	SUS316	
7	TIGHTENING BOLT & NUT	6 sets	SS100/SS400	M24 x 2BOL
6	FRAME SUPPORT	1	SS400	
5	LOWER GUIDE BAR	1	SUS304	
4	UPPER GUIDE BAR	1	SUS304	
3	PLATE	23	SUS316	
2	E. FRAME	1	SS400	
1	S. FRAME	1	SS400	

PURCHASER		AJINO MOTO DEL PERU		
CUSTOMER		AJINO MOTO DEL PERU		
MFG. NO.	QUANTITY	SCALE	THIRD ANGLE PROJ.	SHEET NO.
06-7827	1	NONE		2

DESIGNED	S. INAI	AUG. 5. 2002	UX-016 A-JCR-23 ASSEMBLY DWG. OF PLATE TYPE HEAT EXCHANGER DWG. NO.
DRAWN	S. INAI	AUG. 5. 2002	
CHECKED	T. INOUE	AUG. 5. 2002	
APPROVED	J. NAKAMURA	AUG. 5. 2002	

株式会社 日阪製作所
HISAKA WORKS, LTD.

B067827

REV	DATE	REVIEWED BY

This document must not be copied, reproduced, transmitted without our written permission, and the contents thereof must not be disclosed to a third party nor be used for any unauthorized purpose. Consent will be prosecuted. HISAKA WORKS, LTD.

FINAL SPECIFICATION & DRAWING

DATE 8.21.'02

PURCHASER: AJINO.MOTO DEL PERU

CUSTOMER: AJINO.MOTO DEL PERU

⊖ HISAKA WORKS, LTD.

JOB No.:

EQPT. NAME: _____

ITEM No.: _____

MEG. No.: 06-7828

MODEL: HISAKA PLATE HEAT EXCHANGER
UX-016A-JC-26

HEAD OFFICE

〒578-0973

4-6,3-Chome, Hiranomachi,
Chuo-ku, OSAKA 541, JAPAN

Telex : JAPAN 522-8788 HISAKA J

Phone: 06-201-3531

FAX : 06-223-1419

Cable : HISAKA WORKS, OSAKA

KONOIKE PLANT

2-1-48, Higashi Konoike cho,
OSAKA , JAPAN.

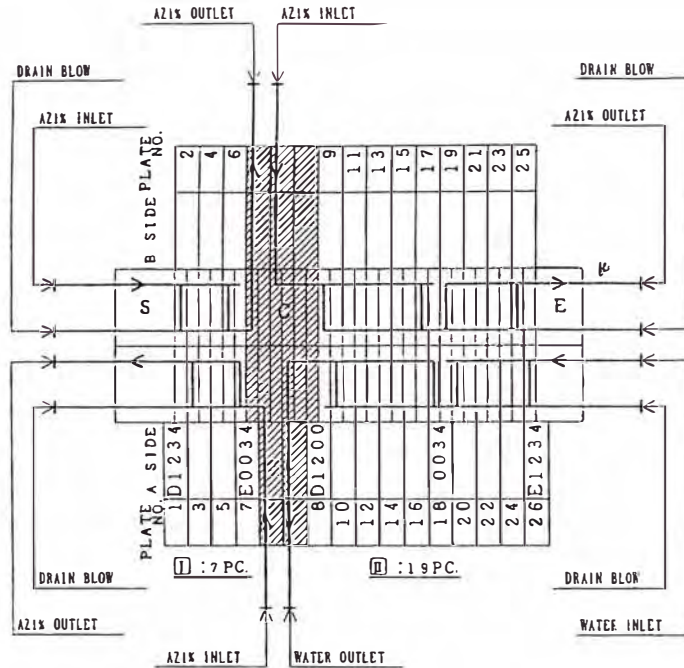
QUANTITY: 1 UNIT(S)

No.	DWG. NAME	DWG. No.	REV.	REMARKS
1	DWG. OF PLATE ARRANGEMENT	A067828		
2	ASSEMBLY DWG.	B067828		
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

REV	DATE	REVISED BY

MEMBER, MAKE, REFER. MARKING.

NOTE) 1. BLANK REPRESENTS 1234 IN THIS FLOW DIAGRAM.
2. S: S. FRAME. E: E. FRAME. C: C. FRAME

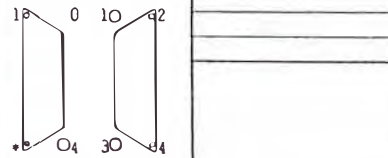


JOB NO.				ITCW NO.			
EQUIP. NAME				APPLICABLE CODE			
PERFORM DATA/ UNIT	(I) SECTION		(II) SECTION		SECTION		
FLUID NAME	AZ1%	AZ1%	AZ1%	WATER			
	(B) SIDE	(A) SIDE	(B) SIDE	(A) SIDE			
TEMP. (IN) (°C)	42.00	10.00	27.00	8.00			
TEMP. (OUT) (°C)	27.00	25.00	10.00	12.50			
FLOW RATE (m³/h)	1.20	1.20	1.20	4.53			
PRESS. DROP (MPa)	0.008	0.008	0.008	0.099			
OP. PRESS. (MPa G)							
HEAT EXCHANGED (kW)	21			24			
FLOW DIRECTION	COUNTER FLOW						
HEAT TRANSFER AREA (m²)	1.9						
DESIGN PRESS. (MPa G)	0.50	0.50	0.50	0.50			
TEST PRESS. (MPa G)	HYDR. -	HYDR. -	HYDR. -	HYDR. -			
	PNEU. 0.55	PNEU. 0.55	PNEU. 0.55	PNEU. 0.55			
DESIGN TEMP. (°C)	99.00	99.00	99.00	99.00			
HOLDING VOLUME (lit)	0.9	0.9	2.7	2.7			
CONSTRUCTION							
PLATE ARRANGEMENT	3x1	3x1	5x1+4x1	5x1+4x1			
NOZZLE CONNECTION	(IN)	20A	20A	20A	20A		
		JIS10K LJ FLANGE	JIS10K LJ FLANGE	JIS10K LJ FLANGE	JIS10K LJ FLANGE		
	(OUT)	20A	20A	20A	20A		
		JIS10K LJ FLANGE	JIS10K LJ FLANGE	JIS10K LJ FLANGE	JIS10K LJ FLANGE		
	(DRAIN BLOW)	15A (PT1/2)	15A (PT1/2)	15A (PT1/2)	15A (PT1/2)		
(AIR VENT)							
MATERIALS							
PLATE	SUS316			SUS316			
PLATE GASKET	A-EPDM	A-EPDM	A-EPDM	A-EPDM			
FRAME	SS400						
NOZZLE / FLANGE	SUS316	/C.S	SUS316	/C.S			
PAINTING COLOR	MUNSELL NO. N4.5/0						
NOZZLE FINISH	(INSIDE)	ACID PICCLE	ACID PICCLE	ACID PICCLE	ACID PICCLE		
	(OUTSIDE)	ACID PICCLE	ACID PICCLE	ACID PICCLE	ACID PICCLE		
PURCHASER	AJINO MOTO DEL PERU						
CUSTOMER	AJINO MOTO DEL PERU						
MFG. NO.	06-7828	QUANTITY	1	SHEET NO.		1	
DESIGNED	S. INAI	AUG. 5. 2002	UX-016A-JC-26				
DRAWN	S. INAI	AUG. 5. 2002	DWG. OF PLATE ARRANGEMENT				
CHECKED	T. INOUE	AUG. 5. 2002					
APPROVED	J. NAKAMURA	AUG. 5. 2002					
			DWG. NO.		A067828		
REV	DATE	REVIEWED BY					

SPECIFICATION OF PLATE HOLE

(B) SIDE	(A) SIDE		
1234	12	1234	9
0234		1230	
1034		1204	
1204		1034	
1230		0234	
0034		1200	
1200		0034	1
0230		0230	
1004		1004	
		D1234	1
		D1200	1
		E0034	1
		E1234	1
TOTAL	12	TOTAL	14

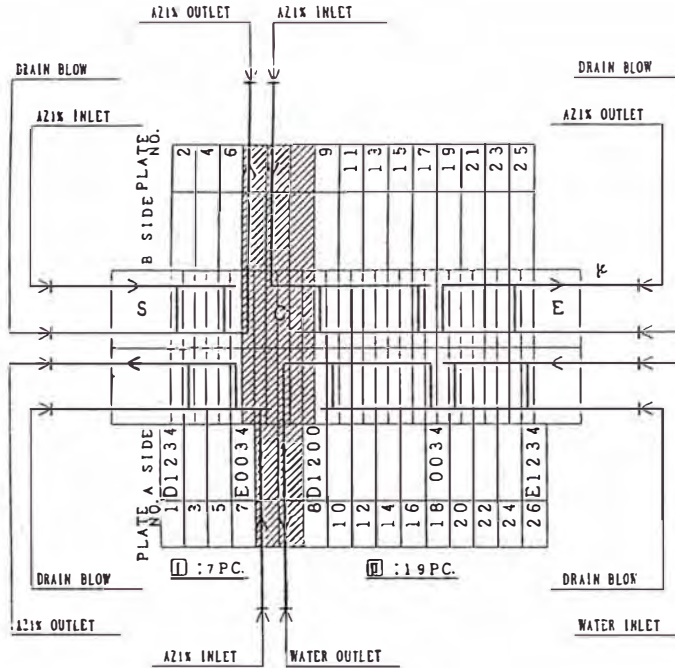
THE POSITIONS OF HOLES ARE CALLED 1, 2, 3 AND 4. THE PART HAVING NO HOLE IS INDICATED BY 0 INSTEAD OF 1, 2, 3 AND 4.
• SHOWS DRAIN HOLES AND AIR VENT.



(EXAMPLE)
B10*4 A1234

This document must not be copied, reproduced, transmitted without our written permission, and its contents should not be disseminated to anyone without our prior written permission. Copyright © 2002 Hisaka Works, Ltd.

NOTE) 1. BLANK REPRESENTS 1234 IN THIS FLOW DIAGRAM.
2. S: S.FRAME. E: E.FRAME. C: C.FRAME

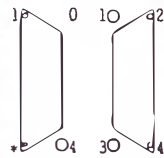


JOB NO.				ITEM NO.			
EQUIP. NAME				APPLICABLE			
PERFORM DATA/UNIT	(I) SECTION		(II) SECTION		SECTION		
FLUID NAME	AZ1%	AZ1%	AZ1%	WATER			
	(B) SIDE	(A) SIDE	(B) SIDE	(A) SIDE			
TEMP.(IN) (°C)	42.00	10.00	27.00	8.00			
TEMP.(OUT) (°C)	27.00	25.00	10.00	12.50			
FLOW RATE (m³/h)	1.20	1.20	1.20	4.53			
PRESS.DROP (MPa)	0.008	0.008	0.008	0.099			
OPR.PRESS. (MPa G)							
HEAT EXCHANGED (kW)	21		24				
FLOW DIRECTION	COUNTER FLOW						
HEAT TRANSFER AREA (m²)	1.9						
DESIGN PRESS. (MPa G)	0.50	0.50	0.50	0.50			
TEST PRESS. (MPa G)	HYDR -	HYDR -	HYDR -	HYDR -			
	PNEU 0.55	PNEU 0.55	PNEU 0.55	PNEU 0.55			
DESIGN TEMP. (°C)	99.00	99.00	99.00	99.00			
HOLDING VOLUME (lit)	0.9	0.9	2.7	2.7			
CONSTRUCTION							
PLATE ARRANGEMENT	3x1	3x1	5x1+4x1	5x1+4x1			
NOZZLE CONNECTION	(IN) 20A	20A	20A	20A			
	JIS10K LJ FLANGE	JIS10K LJ -FLANGE	JIS10K LJ FLANGE	JIS10K LJ FLANGE			
	(OUT) 20A	20A	20A	20A			
	JIS10K LJ FLANGE	JIS10K LJ FLANGE	JIS10K LJ FLANGE	JIS10K LJ FLANGE			
	(DRAIN BLOW) 15A(P1/2)	15A(P1/2)	15A(P1/2)	15A(P1/2)			
	(AIR VENT)						
MATERIALS							
PLATE	SUS316			SUS316			
PLATE GASKET	A-EPDM	A-EPDM	A-EPDM	A-EPDM			
FRAME	SS400						
NOZZLE /FLANGE	SUS316	/C.S	SUS316	/C.S			
PAINTING COLOR	MUNSELL NO. N4.5/0						
NOZZLE FINISH	(INSIDE) ACID PICCLE	(INSIDE) ACID PICCLE	(INSIDE) ACID PICCLE	(INSIDE) ACID PICCLE			
	(OUTSIDE) ACID PICCLE	(OUTSIDE) ACID PICCLE	(OUTSIDE) ACID PICCLE	(OUTSIDE) ACID PICCLE			

SPECIFICATION OF PLATE HOLE

(B) SIDE	(A) SIDE
1234	12
0234	1230
1034	1204
1204	1034
1230	0234
0034	1200
1200	0034
0230	0230
1004	1004
	D1234 1
	D1200 1
	E0034 1
	E1234 1
TOTAL	12
TOTAL	14

THE POSITIONS OF HOLES ARE CALLED 1, 2, 3 AND 4. THE PART HAVING NO HOLE IS INDICATED BY 0 INSTEAD OF 1, 2, 3 AND 4. + SHOWS DRAIN HOLES AND AIR VENT.



(EXAMPLE)
B10+4 A1234

REV DATE REVIEWED BY

PURCHASER
AJINO MOTO DEL PERU
CUSTOMER
AJINO MOTO DEL PERU

MFG. NO. 06-7828 QUANTITY 1 SHEET NO. 1

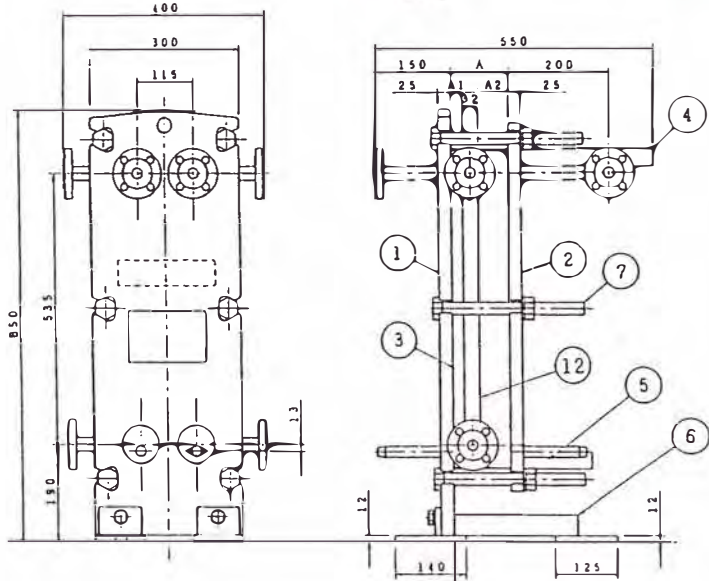
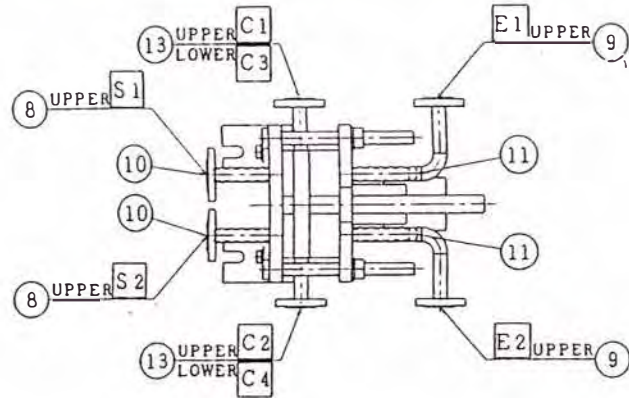
DESIGNED S.INAI AUG. 5.2002
DRAWN S.INAI AUG. 5.2002
CHECKED T.INOUE AUG. 5.2002
APPROVED J.NAKAMURA AUG. 5.2002

UX-016A-JC-26
DWG. OF PLATE ARRANGEMENT

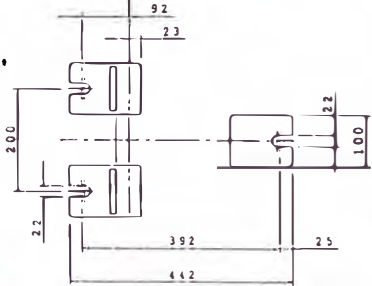
株式会社 日阪製作所
HISAKA WORKS, LTD.

DWG. NO. A067828

This document must not be copied, reproduced, transmitted without our written permission, and the contents thereof must not be divulged to a third party not be used for any unauthorized purpose. Consentation will be processed. HISAKA WORKS, LTD.



DIMENSIONS (mm)	
A	MAX. 114 MIN. 110
A1	MAX. 22 MIN. 21
A2	MAX. 60 MIN. 57



NOZZLE ORIENTATION		CONNECTION		
S 1	AZ1% INLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
C 3	AZ1% OUTLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
C 4	AZ1% INLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
S 2	AZ1% OUTLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
C 1	AZ1% INLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
E 1	AZ1% OUTLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
E 2	WATER INLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
C 2	WATER OUTLET	20A	JIS10K LJ FLANGE (C.S)	
MASS (EMPTY)		200 kg	MASS (FILLED)	210 kg
ATTACH- MENT	RATCHET SPANNER	C.S.	M24	1 pc.
	ANCHOR BOLT & NUT	SS400	M20x150L L-TYPE	3 sets
JOB NO.				
EQUIP. NAME				
ITEM NO.				
APPLICABLE CODE				
PART FINISH: COATING OF ZINC				
13	C. NOZZLE	4	SUS316	
12	C. FRAME	1	SUS316	
11	E. DRAIN BLOW NOZZLE	2	SUS316	15xPT1/2 WITH SUS316 B.V.I
10	S. DRAIN BLOW NOZZLE	2	SUS316	15xPT1/2 WITH SUS316 B.V.I
9	E. NOZZLE	2	SUS316	
8	S. NOZZLE	2	SUS316	
7	TIGHTENING BOLT & NUT	6 sets	SS400/SS400	M24x 280L
6	FRAME SUPPORT	1	SS400	
5	LOWER GUIDE BAR	1	SUS304	
4	UPPER GUIDE BAR	1	SUS304	
3	PLATE	26	SUS316	
2	E. FRAME	1	SS400	
1	S. FRAME	1	SS400	
NO.	PART NAME	NO. REQ'D	MATERIALS	REMARKS
PURCHASER AJINO MOTO DEL PERU				
CUSTOMER AJINO MOTO DEL PERU				
MFG. NO. 06-7828		QUANTITY 1	SCALE NONE	THIRD ANGLE PROJ.
SHEET NO. 2				
DESIGNED	S. INAI	AUG. 5. 2002		
DRAWN	S. INAI	AUG. 5. 2002		
CHECKED	T. INOUE	AUG. 5. 2002		
APPROVED	J. NAKAMURA	AUG. 5. 2002		
			UX-016A-JC-26	
			ASSEMBLY DWG. OF	
			PLATE TYPE HEAT EXCHANGER	
			DWG. NO.	
			B067828	

REV.	DATE	REVIEWED BY

株式会社 日阪製作所
HISAKA WORKS, LTD.

B067828

本図は設計者の責任で作成され、内容に誤りがない限り、本図を複製して使用する権利を保有者（日阪製作所）に帰属する。本図を複製して使用する権利を第三者に譲渡することは、本図の複製権を侵害する行為と見做され、法的責任を負う。

REQUIREMENT
DRAWING

PU - P02 - 012

25mmCB-27M

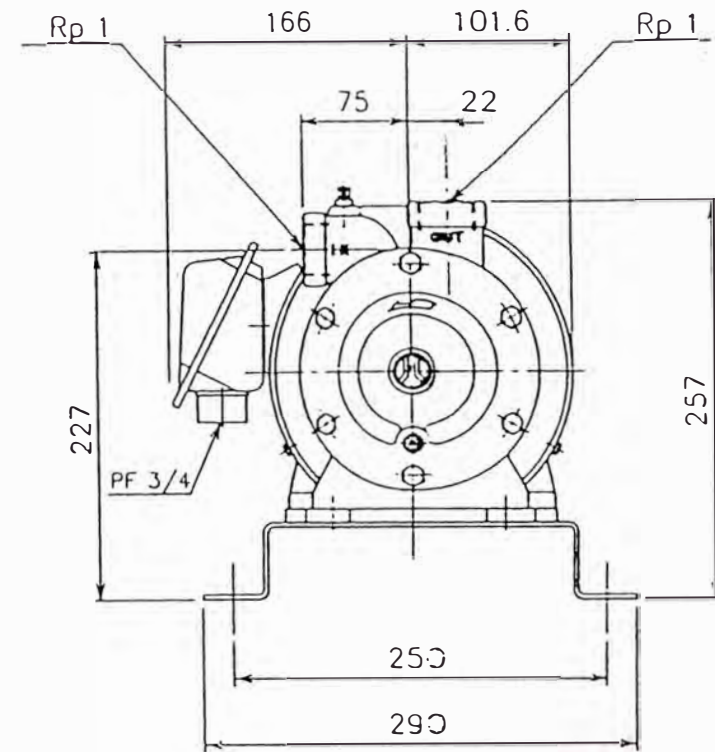
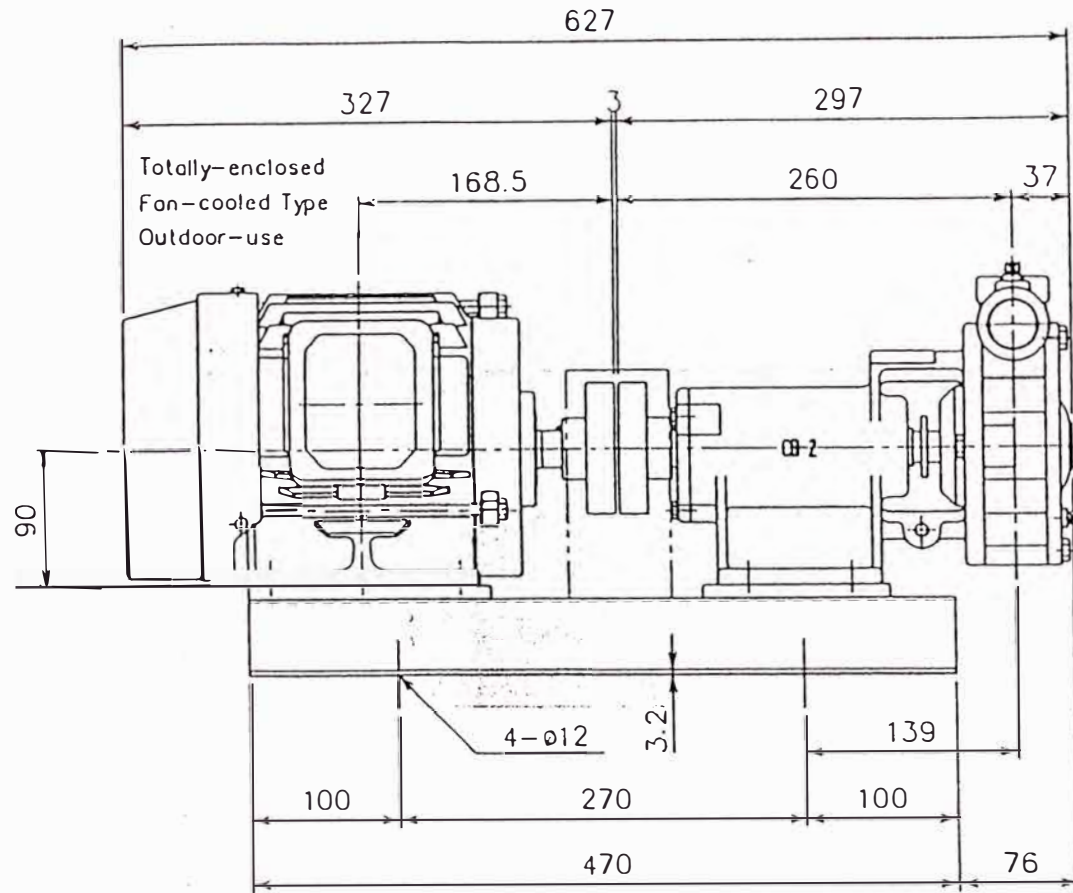
MALHATY PUMP MFG, CO., LTD.

【PUMP SPECIFICATION】

DATA:2002.9.2 P1/1

ITEM No.			
QUANTITY		1	
MODEL		25mmCB-27M	
LIQUID		WATER	
TEMPERATURE	°C	45	
GRAVITY		1.0	
VISCOSITY	mPa·s	1.0	
SOLID		-	
CAPACITY	l/min	20	
TOTAL HEAD	m	45	
MOTOR SPEED	min ⁻¹	1750	
BORE	mm	25/25	
CONNECTION		Rp1	
IMPELLER TYPE		CASCADE	
SEAL TYPE		MECHANICAL SEAL	
SEAL MATERIAL		SiC x SiC	
FLUSHING		-	
PUMP MATERIAL	CASING	SCS13	
	IMPELLER	SUS304	
	SHAFT	SUS304	
	PACKING	PTFE	
MOTOR TYPE	TOSHIBA	TEFC OUTDOOR	
OUTPUT	Kw	1.5	
VOLTAGE	V	380	
POLE	P	4	
HERTZ	Hz	60	
ACCESSORIES		COMMON BASE・COUPLING・COUPLING COVER	
PAINTING	MUNSELL	PUMP:7.5BG5/2 COUPLING COVER:2.5YR6/13	
SPARE PARTS			
TOTAL WEIGHT	Kg	≒ 46	
DRAWING No.		M411728	
		M315285	
REMARKS			

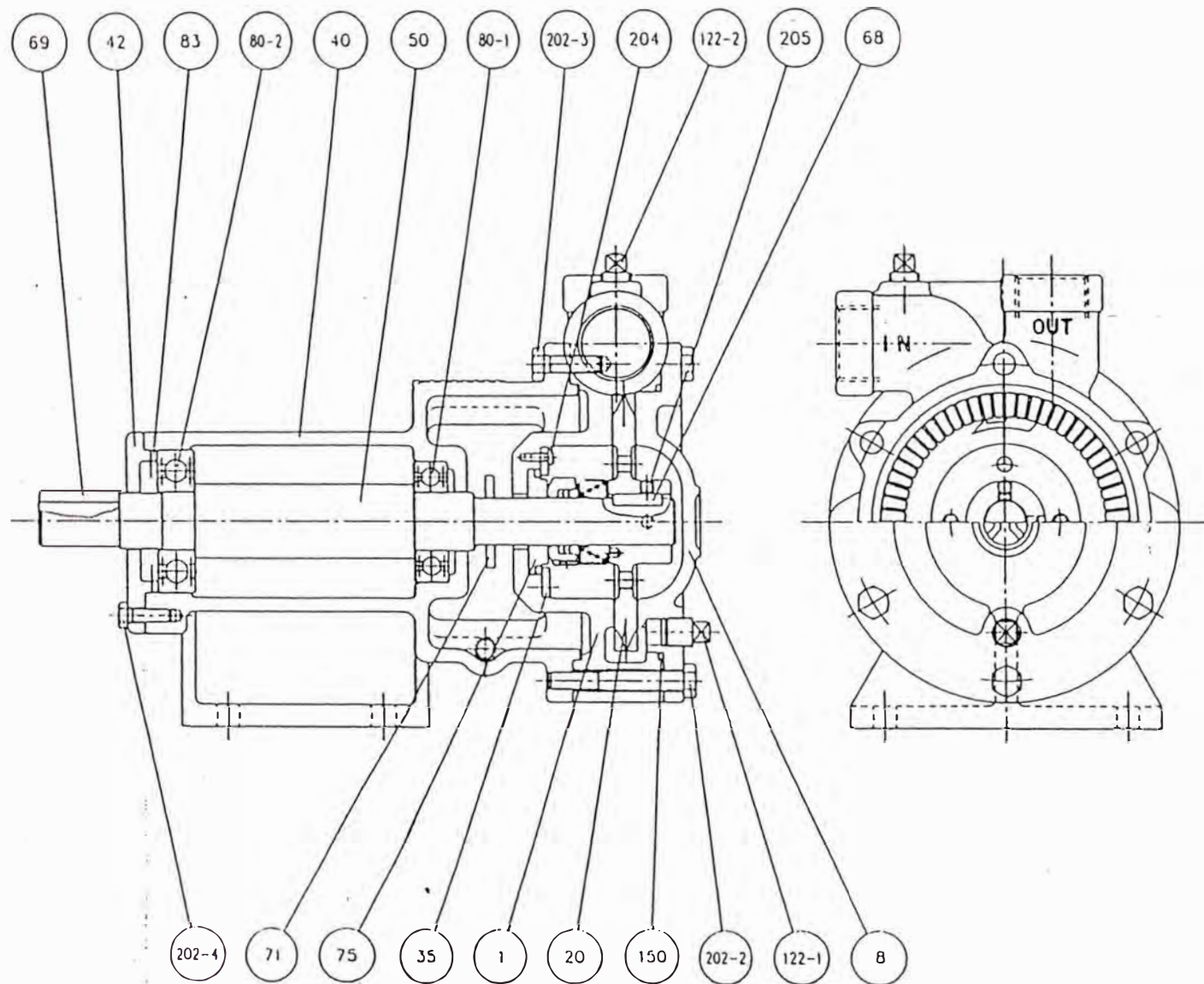
MALHATY PUMP MFG. CO.,LTD.



Pump mass 23 kg

Motor mass 23 kg

20 l/min × 45 m × 1750 min ⁻¹ × 1.5 kW				THIRD ANGLE PROJECTION		APPROVED BY	Y.Saito	ITEM NO.		ORDER NO.	02-10-33-156
BORE	25 mm	TYPE	CB-27M	SCALE	N/S	CHECKED BY		NAME		DWG NO.	M411723
MOTOR	TOSHIBA	1.5 kW, 380 V, 60 Hz, 4 P		DATE	Aug.29.'02	DESIGNED BY	Y.Inukai	MALHATY PUMP MFG. CO.,LTD.			



205	SET SCREW	SUS304	2	
204	PAN MACHINE SCREW	SUS304	4	
202-4	BOLT	SS400	3	
202-3	BOLT	SUS304	2	
202-2	BOLT	SUS304	6	
150	COVER PACKING	TEFLON	1	φ113×3M
122-2	PLUG	SUS304	1	P11/4
122-1	DRAIN PLUG	SUS304	1	P11/4
83	WAVE WASHER	S K 5	3	
80-2	BEARING	SUJ	1	φ6305Z2
80-1	BEARING	SUJ	1	φ6205Z2
75	MECHANICAL SEAL	φ 40	1	MH9T-20
71	DEFLECTOR	N B R	1	
69	KEY	S45C	1	
68	KEY	SUS304	1	
50	SHAFT	SUS304	1	PJ3630-3
42	BEARING COVER	FC200	1	
40	BRACKET	FC200	1	
35	SEAL PLATE	SUS304	1	
20	IMPELLER	SUS304	1	P43589-5
8	COVER	SCS13	1	
1	CASING	SCS13	1	
NO	NAME	MATERIAL	QTY.	REMARKS
BOPE	25 mm	TYPE	CB-27M	
20 l/min × 45 m × 1750 min ⁻¹ × 1.5 kW				
ITEM NO.	APPROVED BY	CHECKED BY	DESIGN BY	
	Y.Saito		Y.Inukai	
ORDER NO.	SCALE	DATE	DRAWING NO.	
02-10-08-156	N/S	Aug 28 '02	M315285	
NALF-ATY PUMP MFG. CO., LTD				

MANUFACTURER'S TEST CURVES

MANUFACTURER'S SERIAL NO.

DATE OF TEST H7.5.22

MANUFACTURER'S TYPE 25mmCB-27M

CHECKED BY

MESSRS.

TESTED BY

REQUIREMENTS 20 $\ell/\text{min} \times$ 45 $\text{m} \times$ 1750 $\text{min}^{-1} \times$ 15 kW

ORDER NO.

