

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Diseño y Selección de los Componentes de un
Sistema de Precocción de Camarón”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Jesse Richard Hunter Valle

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2009

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis Padres y hermanas, por confiar siempre en mí, a mis profesores por formarme académicamente y en especial al Ing. Manuel Helguero, Director de esta Tesis, por la ayuda prestada para la elaboración de la misma.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANAS

A MI SOBRINO

A MI NOVIA

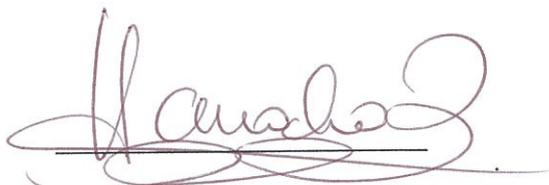
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Manuel Helguero G.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Federico Camacho B.
VOCAL



Ing. Ernesto Martínez L.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Jesse Richard Hunter Valle

RESUMEN

La exportación de camarón se ha convertido, durante las dos últimas décadas, en un rubro importante en las exportaciones ecuatorianas. El camarón blanco que se envía desde Ecuador es reconocido en mercados internacionales por su calidad y frescura, a esto se suma que las emparadoras están sometidas a procesos de calificación, con el fin de mejorar las condiciones del producto, y que se aplican normas internacionales de seguridad alimenticia, lo que garantiza un producto seguro.

En este trabajo desarrolló el diseño de un proceso de precocción de camarón, analizando diversas etapas, así como los equipos que se necesitan, teniendo como objetivo incrementar significativamente la producción, debido a la gran demanda del camarón ecuatoriano en el campo internacional.

Se realizó una descripción de la planta empacadora de camarones KARPICORP S.A. situada en la ciudad de Guayaquil, y analizando sus necesidades se procedió a diseñar y seleccionar en base a cálculos de grado de eficiencia, ergonomía y facilidad de mantenimiento.

Una central de fluido térmico como la que se necesita para el proceso de precocción se compone de: el calentador propiamente tal, con un quemador

de gas, la bomba de recirculación que mueven el fluido y la red de distribución hacia la planta. La selección de cada uno de los materiales y componentes de los equipos diseñados será justificada de acuerdo a los existentes en el mercado.

Finalmente se indican los costos de los equipos, así mismo como los gastos necesarios para poder instalar este proceso en una planta.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ABREVIATURAS.....	XI
SIMBOLOGÍA.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ÍNDICE DE PLANOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. PROCESO DE PRECOCIDO DE CAMARON.....	3
1.1 Descripción del proceso	3
1.2 Historia	6
1.3 Beneficios	7
1.4 Riesgos	9
CAPÍTULO 2	
2. CLIENTE	12
2.1 Breve historia	13
2.2 Mercado.....	14
2.3 Volumen de ventas	14
2.4 Diferentes procesos realizados	15

2.4.1	Proceso de precocido.....	21
2.4.2	Volumen de ventas actual.....	21
2.4.3	Objetivos.....	22

CAPÍTULO 3

3.	DISEÑO DEL PROCESO	24
3.1	Análisis de los componentes necesarios.....	24
3.2	Diseño de forma de la planta.....	26
3.3	Toma de decisiones.....	30
3.4	Diseño definitivo.....	32

CAPÍTULO 4

4.	DISEÑO DE LOS COMPONENTES PARA EL PROCESO.....	33
4.1	Diseño del Sistema para el aceite térmico.....	33
4.1.1	Descripción del aceite térmico.....	34
4.1.2	Diseño del tanque de almacenamiento.....	37
4.1.3	Selección de bomba y de tuberías para transporte de aceite.....	40
4.1.4	Filtro de aceite.....	41
4.1.5	Quemadores atmosféricos.....	44
4.1.6	Serpentín de tubos.....	47
4.2	Diseño del sistema de cocción	52
4.2.1	Olla de Precocido.....	52

4.2.2	Serpentín helicoidal.....	77
4.2.3	Canastilla.....	81
4.2.4	Selección y descripción de los controladores electrónicos...85	

CAPÍTULO 5

5.	ANÁLISIS DE COSTOS	90
5.1	Maquinaria y equipos	91
5.2	Mano de obra	95
5.3	Materia Prima	98

CAPÍTULO 6

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
----	-------------------------------------	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

IQF	Congelado Rápido Individual
P&D	Pelado y Desvenado
HON	Camarón con cabeza
HLSO	Camarón sin cabeza
TON	Camarón con cola
TOFF	Camarón sin cola
GLP	Gas licuado de petróleo
°C	Grados centigrados
°F	Grados Farenheit
GPM	Galones por minuto
RPM	Revoluciones por minuto
Cm	Centímetros
cm ³	Centímetros cúbicos
M ³	Metros cúbicos
KJ	Kilo Joules
Kg	Kilo gramos
Pulg	Pulgadas
Pa	Pascal
MPa	Mega Pascal
N	Newton
Fe	Hierro
Cu	Cobre
Ni	Níquel

SIMBOLOGÍA

\dot{Q}	Potencia calorífica
\dot{m}	Flujo másico de combustible
Δh	Poder calorífico del combustible
A	Área
V	Volumen
ϕ	Diámetro
π	Pi
ρ	Densidad
g	Gravedad
m	Masa
F	Fuerza
σ	Esfuerzo normal
τ	Esfuerzo de corte
L	Longitud
Re	Número de Reynolds
μ	Viscosidad
M	Momento
I _u	Momento de Inercia unitario
Se'	Límite de fatiga
Cc	Punto de inflexión
Le	Longitud efectiva
f	Factor de fricción
E	Módulo de elasticidad
S _{ut}	Resistencia última
S _y	Resistencia de fluencia

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1	Butterfly TON..... 17
Figura 2.2	Butterfly TOFF..... 17
Figura 2.3	P&D TON..... 18
Figura 2.4	P&D TOFF..... 18
Figura 2.5	PUD TON..... 18
Figura 2.6	PUD TOFF..... 19
Figura 2.7	KABOOPS..... 19
Figura 2.8	Big del Pacifico..... 20
Figura 2.9	Triton..... 20
Figura 3.1	Diseño de Forma del Proceso de Precocido..... 28
Figura 3.2	Diseño Definitivo - Vista en Planta..... 32
Figura 4.1	Filtro de Aceite..... 44
Figura 4.2	Esquema de un Quemador Atmosferico 45
Figura 4.3	Serpentin de Tubos 52
Figura 4.4	Cuerpo de la Olla..... 54
Figura 4.5	Corte en Seccion Semiesferica..... 57
Figura 4.6	Vistas Lateral y Superior del Protector..... 60
Figura 4.7	Partes del soporte de la Olla..... 61
Figura 4.8	Columna de Soporte para la Olla 73
Figura 4.9	Olla para Precocido de Camaron 77
Figura 4.10	Diseño de Forma del Serpentin Helicoidal..... 80
Figura 4.11	Descripcion de Entrada y Salida de Aceite..... 81
Figura 4.12	Diseño de Forma de Canastilla..... 82
Figura 4.13	Base de la Canastilla..... 83
Figura 4.14	Esquema de un Sistema Básico de Control de Temperatura..... 86
Figura 4.15	Termocupla Tipo J 87
Figura 4.16	Controlador de Temperatura HANYOUNG NX9..... 89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Selección de Camarones de Acuerdo a la Talla.....	15
Tabla 2	Valores de los Esfuerzos en el Cuerpo de la Olla.....	59
Tabla 3	Valores de los Factores Kf para la Soldadura.....	69
Tabla 4	Factores de Longitud Efectivas para Columnas.....	72
Tabla 5	Costos de Construcción del Tanque.....	91
Tabla 6	Costos de Construcción del Filtro de aceite.....	92
Tabla 7	Costos de Construcción Serpentin de Tubos.....	92
Tabla 8	Costos de Construcción de Quemadores.....	93
Tabla 9	Costos de Construcción de Olla.....	93
Tabla 10	Costos de Construcción del Serpentin Helicoidal.....	94
Tabla 11	Costos de Construcción de Canastilla.....	94
Tabla 12	Costos de Acople de Tuberías y Accesorios.....	95
Tabla 13	Mano de Obra Empleada en el Tanque de Almacenamiento.....	95
Tabla 14	Mano de Obra Empleada en Filtro de Aceite.....	96
Tabla 15	Mano de Obra Empleada en Serpentin de Tubos.....	96
Tabla 16	Mano de Obra Empleada en Quemadores.....	96
Tabla 17	Mano de Obra Empleada en Olla de Coccion.....	97
Tabla 18	Mano de Obra Empleada en Serpentin Helicoidal.....	97
Tabla 19	Mano de Obra Empleada en Construcción de Canastilla.....	98
Tabla 20	Mano de Obra en Acople de Tuberías y Accesorios.....	98
Tabla 21	Materiales y Accesorios para el Tanque de Almacenamiento.....	99
Tabla 22	Materiales y Accesorios para Filtro de Aceite.....	99
Tabla 23	Materiales y Accesorios para Quemadores Atmosfericos.....	100
Tabla 24	Materiales y Accesorios para Serpentin de Tubos.....	100
Tabla 25	Materiales y Accesorios para Olla de Precocido.....	101
Tabla 26	Materiales y Accesorios para Serpentin Helicoidal.....	102
Tabla 27	Materiales y Accesorios para Canastilla.....	102
Tabla 28	Materiales y Accesorios en la Instalacion y Acople de Tuberías.....	103
Tabla 29	Costos Finales de los Equipos Diseñados.....	104

INTRODUCCIÓN

Los camarones en sus diferentes especies son criaturas relativamente abundantes en los cuerpos de agua dulce o salada en todo el mundo, lo cual los convierte en un importante recurso pesquero y alimenticio.

Prácticamente cada país posee recetas y formas particulares para preparar y consumir estos crustáceos. Si existe algún punto en común, es que para consumirlos se procede a su cocimiento y que es común que se remueva la cabeza, la coraza corporal, las aletas anteriores y posteriores, todas ellas partes ricas en quitina y por ello indigestas.

Socialmente, esta actividad es de gran impacto en la economía ecuatoriana puesto que cerca del 60% de los empleos generados se dan en zonas marginales del país; permitiéndoles tener a sus habitantes infraestructura básica y salarios estables. El 80% de los trabajadores en las plantas empacadoras son mujeres, brindándoles un mayor ingreso a sus familias.

En términos económicos, la exportación de camarón ha representado durante las dos últimas décadas un rubro importante en las exportaciones del Ecuador ubicándose en los primeros lugares entre los productos exportados.

El cultivo de camarón en cautiverio se realiza en 17 países de América, desde Estados Unidos hasta Brasil.

Y a pesar de que la producción de América, representa menos del 30% de la producción mundial de camarón en cautiverio, compartiéndola con diferentes países asiáticos, el producto ecuatoriano es reconocido en mercados internacionales por su calidad y frescura.

Gracias a las condiciones climatológicas, su ubicación geográfica y la estructura de sus costas, la adaptación en Ecuador de la especie *Litopenaeus Vanamei* en cautiverio ha sido un éxito. Estos factores, sumados a los exigentes controles en la post-cosecha y empaque han dado como resultado un camarón de excelente sabor, color y textura; que le hacen meritorio su reconocimiento internacional como el mejor camarón blanco del mundo.

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Tanque de Almacenamiento
Plano 2	Filtro de aceite
Plano 3	Quemadores Atmosféricos
Plano 4	Serpentín Helicoidal
Plano 5	Cuerpo de Olla

CAPÍTULO 1

1. PROCESO DE PRECOCIDO DE CAMARÓN

La industria acuícola ecuatoriana ha crecido vertiginosamente en la elaboración de productos con valor agregado, convirtiendo al país en líder del desarrollo de mercados internacionales con una variada gama de presentaciones. Tecnológicamente, Ecuador está lo suficientemente dotado de equipos necesarios para la elaboración de los productos industrializados. Ofrece durante todo el año alrededor de 21 presentaciones de camarón utilizando modernos sistemas de procesamiento y atractivos empaques herméticos, satisfaciendo los requerimientos de los mercados más exigentes.

1.1 Descripción del Proceso

El mercado internacional del camarón ha obligado a incrementar y mejorar su producción en piscinas o camaroneras, es así que tanto

el Ecuador como otros países productores y exportadores de camarón se han visto obligados en implementar distintos tipos de procesamientos realizados además del descabezado que permiten darle un valor agregado a su producción y así abrirle más campo al crustáceo a nivel internacional.

Es ahí, donde las plantas empacadoras de camarón comienzan a implementar procesamientos como el sancochado, precocado, el pelado y desvenado, el empanizado, entre otros.

Se conoce como precocado a la acción de hervir los camarones en agua potable, agua de mar limpia o salmuera, o de calentarlos al vapor durante un período para que el centro térmico del camarón alcance una temperatura suficiente para coagular la proteína.

El precocado es una operación crítica que influye en la textura, color y sabor, y que si se lleva a cabo descuidadamente puede determinar una pérdida considerable de peso, es decir, se debe ser muy cuidadoso con este proceso o cualquier otro tratamiento térmico en cuanto al rendimiento y calidad del producto final.

Los camarones pueden ser cocidos en vapor o en agua dulce, con o sin adición de sal. Para especies como *Pandalus*, el tiempo total de cocción no deberá pasar de 30 a 40 segundos, a la temperatura

de 99°C a 100°C (210°F a 212°F) si se quieren evitar cambios inconvenientes en la textura de la carne y pérdidas innecesarias de peso.

La capacidad térmica del cocedor deberá ser suficiente para que el agua alcance el punto de ebullición uno o dos minutos después de haberse introducido los camarones. En algunas especies de camarones podría ser necesario agitar el producto durante la cocción.

El tiempo del precocido deberá medirse desde el momento en que se ha alcanzado la temperatura requerida. Basar el tiempo de cocción en el tiempo que el camarón tarde en flotar no es un criterio apropiado para determinar que la cocción ha sido suficiente.

En general, se sugiere que cuando se trate de una operación nueva, se lleve a cabo una buena experimentación en el propio establecimiento para establecer las condiciones óptimas de la cocción que convengan a las especies locales y satisfagan las preferencias del mercado.

1.2. Historia

A inicios de la década de los 70 en países asiáticos como China y Tailandia se empezaron a desarrollar diferentes procesos en la producción de camarón como alternativa a los únicos procesos existentes en aquella época que eran el descabezado y pelado del crustáceo.

Es así que de manera muy elemental surgieron los primeros intentos de precocido de camarón en agua dulce. Al principio este proceso se lo realizó en pequeñas ollas, las mismas que eran calentadas por medio de hornillas, e introducían el camarón en rejillas similar al proceso de fritura de papas, sin tomar en cuenta los tiempos necesarios para una adecuada cocción.

No paso mucho tiempo en que necesitaron aumentar el volumen de producción debido a la gran aceptación en el mercado internacional. Asimismo, a mediados de esta misma década, el horno microondas estaba en auge de manera que las empacadoras de camarón no dudaron en adaptarse a las nuevas necesidades de un gran mercado en potencia.

El proceso de precocido fue mejorando dando paso a la cocción del camarón en grandes ollas, recibiendo calor de quemadores a gas, industrializando así un poco más el proceso.

Los grandes países productores buscaron alternativas para el precocido, y fue así donde surgieron las ideas de realizarlo al vapor, donde los camarones una vez descabezados y pelados los introducían en una banda transportadora la misma que atravesaba por una cámara donde eran expuestos a grandes cantidades de vapor por un determinado tiempo, logrando así el objetivo deseado. Actualmente el precocido es un proceso estrictamente necesario en las plantas empacadoras de camarón alrededor del planeta, debido a que de éste y el resto de procesos de valor agregado depende su comercialización en el mercado mundial.

1.3. Beneficios

Camarón con Valor Agregado

En la industria del camarón, "valor agregado" se refiere a cualquier otro proceso al que se haya sometido el camarón, aparte de la eliminación de la cabeza (o "descabezado"). La cantidad de presentaciones de valor agregado ha crecido durante los últimos años. El valor agregado incluye las siguientes presentaciones:

- Congelado rápido individual con cáscara ("IQF"),
- Pelado
- Pelado con cola
- Pelado y desvenado ("P&D")
- P&D con cola
- Pelado y desvenado IQF (P&D IQF)
- Pelado y desvenado con cola IQF (IQF P&D tail-on)
- Precocido y pelado
- Precocido P&D IQF
- Precocido P&D con cola
- Fácil de pelar
- Vena jalada
- Mariposa (P&D con cola con un pequeño corte para aplanar ligeramente el camarón)
- "Redondo" (pelado y desvenado con cola)
- "Corte western" (un corte mariposa profundo que aplanar el camarón)

La popularidad de los productos con valor agregado va en aumento. Todas estas presentaciones de camarón están diseñadas con el fin de ahorrar tiempo y trabajo en restaurantes,

hoteles, comercios al menudeo, o en la cocina del consumidor. También le proporciona a los procesadores la oportunidad de presentar una mayor variedad de presentaciones y una estructura de precios variada dependiendo de la cantidad de procesamiento adicional. Mucho de este proceso de "valor agregado" se realiza en países en los que la mano de obra es más económica y en los que la acuicultura se ha convertido en una industria que sigue creciendo.

1.4 Riesgos

En el 2002, un estudio realizado en la Universidad de Mississippi encontró que el llamado camarón listo para comer puede ser un reservorio de bacterias resistentes a los antibióticos y podría ser peligroso para las personas que tienen comprometido su sistema inmunológico.

Douglas L. Marshall, microbiólogo y profesor de tecnología y ciencias alimenticias de esta universidad, luego de analizar 13 paquetes de productos de camarón preparados, incluyendo camarones para cócteles y ensaladas de camarones, citó que se encontraron 657 diferentes cultivos resistentes a los antibióticos. De 131 diferentes bacterias encontradas, algunas eran resistentes

a los antibióticos más frecuentemente prescritos y algunos eran capaces de causar enfermedades.

Escherichia coli, *salmonella choleraesuis* y *staphylococcus aureus* son las bacterias más altamente resistentes encontradas en los productos de camarón.

Estas bacterias están alrededor nuestro todo el tiempo y raramente se deriva en enfermedades, así pues, para el consumidor promedio, los productos de camarones precocidos ó listos para comer no son asunto de preocupación. Marshall citó también " Las personas con su sistema de inmunidad comprometidas, incluyendo personas muy jóvenes, muy ancianas infectadas con VIH, cáncer y pacientes con tratamientos de quimioterapias, deberían ser más cuidadosas".

Finalmente lo recomendable para estas personas que se encuentran en alto riesgo es recocinar los mariscos precocidos para eliminar definitivamente las posibles bacterias.

CAPÍTULO 2

2. CLIENTE

La industria camaronera ecuatoriana posee una infraestructura con un potencial que todavía puede ser explotado. El sector se ha propuesto llegar a todos los mercados consumidores con productos de calidad.

El potencial desarrollo que posee el Ecuador en el campo de la acuicultura, abre la posibilidad de invitar a un seleccionado grupo de inversionistas nacionales y extranjeros a combinar fuerzas, y beneficios con los productores ecuatorianos y conjuntamente generar productos industrializados, abrir nuevos mercados para productos con valor agregado, brindar asistencia técnica y transferir tecnología.

2.1. Breve Historia

KARPICORP S.A. se inició en la actividad camaronera hace más de 15 años contando en la actualidad con 1200 hectáreas. de cultivo, ubicadas en la provincia de El Oro al suroeste del Ecuador, en las cuales el camarón vive en armonía con el medio ambiente.

En el 2002 adquiere una planta procesadora de camarones, para ofrecer un producto fresco y de excelente calidad que satisfaga los gustos más exigentes.

A pesar de ser nuevos en el área de procesos y exportación del camarón, KARPICORP S.A., se ha desarrollado como una compañía dedicada a la producción y exportación de camarón de la más alta calidad, para ello cuenta con un grupo humano altamente calificado y en constante capacitación, lo que se refleja en sus productos y satisfacción de los clientes en Estados Unidos, Europa y Asia, lo cual los ha ubicado en los primeros lugares de exportación. El objetivo principal de la empacadora es obtener la confianza de sus clientes, a través de una diversificación e innovación de productos de excelente distinción, que satisfagan los gustos más exigentes, y que cumplan con las normas internacionales de calidad.

2.2. Mercado

Las exportaciones de camarón se dirigen en su gran mayoría a Estados Unidos y hacia países de la Unión Europea como España, Francia, Italia, Holanda, Bélgica, y en menor proporción a zonas francas y Japón.

Actualmente el volumen mayor de exportación del camarón ecuatoriano se dirige hacia Europa con un 70%. Antes de la demanda anti-dumping, a mediados de 2004, el 60% del volumen de exportación del camarón ecuatoriano iba al mercado de los Estados Unidos; hoy, ese volumen bajó a 30%.

Uno de los mercados que se encuentra en un acelerado desarrollo es el colombiano, al que se están exportando en su mayoría el camarón catalogado como rechazo para otros países demandantes.

2.3. Volumen de Ventas

Pese a la grave crisis que vivió aquel sector productivo en el año 1999, donde la denominada “**mancha blanca**” amenazó con hacer desaparecer esta actividad, se luchó mucho para convivir con dicho mal y hasta ahora se ha logrado ir superando las

expectativas y, es por ello que Ecuador sigue liderando las exportaciones de camarón a nivel mundial.

Este sector productivo se ha recuperado notablemente y sigue empujándose a su máximo desarrollo utilizando los avances tecnológicos y, lo que es más importante, la mano de profesionales nacionales, como ocurre en la provincia de El Oro, donde la mayoría de profesionales acuicultores son orenses.

2.4. Diferentes Procesos Realizados

Entre los procesos realizados en la planta para obtener un producto de exportación se destacan principalmente el HON(head on shrimp) y el HLSO (headless shell on), los mismos que junto con el precocido se aplican a cualquiera de los productos a realizarse dependiendo de las exigencias del cliente.

Los camarones recibidos en planta provenientes del mar y de las piscinas de cultivo se los seleccionan por tamaño o tallas, las mismas que son definidas dependiendo al número de camarones que conformen una libra. En la siguiente tabla se detallan las distintas tallas de camarones.

TABLA 1

SELECCIÓN DE CAMARONES DE ACUERDO A LA TALLA

POMADA- Camarón de mar	
Tallas	Promedio de camarones por libra
110- 130	120
130- 150	140
200- 300	250
300- 500	400

SMALL- MEDIUM- Camarón	
Tallas	Promedio de camarones por
91- 110	100
71- 90	82
61- 70	78
51- 60	57
41- 50	47
36- 40	38
31- 35	33
26- 30	28
21- 25	24
16- 20	19

LANGOSTINOS- Camarones	
Tallas	Camarones por libra
U6	6
U10	10
U12	12
U15	15

Los productos con valor agregado para la exportación se clasifican en:

- Butterfly TON (camarón abierto en forma de mariposa con cola).



FIGURA 2.1 Butterfly TON

- Butterfly TOFF (camarón abierto en forma de mariposa sin cola).



FIGURA 2.2 Butterfly TOFF

- P& D TON (camarón pelado, desvenado, con cola).



FIGURA 2.3 P&D TON

- P& D TOFF (camarón pelado, desvenado, sin cola).



FIGURA 2.4 P&D TOFF

- PUD TON (camarón completamente pelado, con vena y cola).



FIGURA 2.5 PUD TON

- PUD TOFF (camarón completamente pelado, con vena, sin cola).



FIGURA 2.6 PUD TOFF

- KABOBS (chuzos de camarón en palillos, generalmente de 25 PUD TON o como lo pida el cliente).



FIGURA 2.7 KABOBS

Los productos terminados se los dividen en dos marcas:

- BIG DEL PACIFICO



FIGURA 2.8 BIG DEL PACIFICO

- TRITON

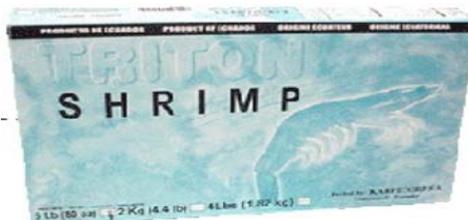


FIGURA 2.9 TRITON

En cualquiera de estos productos la presentación puede ser en tipo BLOQUE que se realizan en cajas de 5 libras y se congelan en túneles de frío e IQF en donde el producto es congelado individualmente a requerimiento de los clientes.

2.4.1. Proceso de Precocido

En la planta empacadora KARPICORP S.A. el precocido es uno de los procesos más importantes en el implemento del valor agregado en el camarón.

El tipo de camarón al que se le aplica el precocido en mayor volumen es a la POMADA, los mismos que requieren un lapso de tiempo de 15 a 20 segundos para realizarlo exitosamente.

Una de las ventajas del proceso de precocido es de poder desaparecer ciertas fallas en los camarones estropeados debido al transporte de éstos desde las piscinas de cultivo hasta la empacadora y que son catalogados como rechazo para determinados mercados, y así comercializarlos con precio de producto con valor agregado.

2.4.2. Volumen de Ventas Actual

La planta industrial tiene capacidad de proceso para **10000 libras diarias de camarón**. Para su congelación y mantenimiento cuenta con cámaras, IQF y plaqueros.

La producción varía dependiendo de la demanda de sus clientes, pero se estima que aproximadamente de las 10000 libras de camarón, alrededor de un 25% se le realiza el precocido. Este proceso en el cual son cocinados en agua dulce solo se lo aplican a los camarones de menor talla, es decir a los que se clasifican como Pomada y los Small-Medium, mientras que el langostino únicamente es sometido al proceso de descabezado, pelado y desvenado mas no le realizan precocido.

Un porcentaje cercano al 30% de las casi 2500 libras de camarón a las que diariamente se le realiza el precocido se lo aplica al camarón tipo Pomada de mar, y el restante 70% se lo distribuyen entre los camarones denominados como Small- Medium.

2.4.3. Objetivos

El objetivo principal al que se pretende llegar es emplear un sistema completamente industrializado en el que se logre cocinar las 2500 libras de camarón diarias que actualmente se demandan en un menor tiempo.

Se espera también que al implementar este sistema que vamos a diseñar no se necesiten más de dos operadores, ya que normalmente se requieren hasta 5 personas para llevar a cabo el precocido, el mismo que se lo realiza en pequeñas ollas calentadas por hornillas, pudiendo así emplearlos en el área de descabezado y pelado que es donde se necesita mayor cantidad de personal.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL PROCESO

Se procederá a analizar la factibilidad del proyecto, dentro de dos corrientes referenciales que servirán para conocer si el proyecto es viable y la subsiguiente toma de decisión. Estos dos puntos de vista son los análisis técnico y económico, el cual incluye presupuesto referencial y programación de obra.

3.1. Análisis de los Componentes Necesarios

Para el proceso se contará con los siguientes componentes:

Tanque de almacenamiento

Es donde se va a encontrar almacenado el aceite térmico, es aquí donde empieza el proceso.

Bomba para circulación de aceite

Es el equipo encargado de transportar el aceite térmico a lo largo de todo el proceso.

Filtro de aceite

Componente necesario del diseño, es aquí que se van a retener sólidos o impurezas que se encuentren circulando con el aceite.

Serpentines

Son los elementos donde se va a realizar la transferencia de calor tanto en el primer serpentín que son calentados por acción de los quemadores, así como el serpentín dentro de la olla que es el que efectúa el intercambio de calor con el agua para la cocción.

Quemadores

Son llamados también quemadores atmosféricos, en ellos se realiza la mezcla del aire con el combustible, que en este caso será GLP, y sirven para generar la llama que es la fuente de calor con la que se va a trabajar.

Tuberías para transporte del aceite

Es por donde va a circular el aceite térmico a lo largo del proceso.

Olla para el cocido

Es aquí donde, por medio del serpentín que se encuentra dentro de la misma, se va a realizar el intercambio de calor entre el aceite y el agua y por ende se va a efectuar el precocido de los camarones.

Canastillas para el producto

Son canastas estéticamente diseñadas para sumergir el producto en el medio de cocción.

Controladores electrónicos

Dispositivos que se van a encargar de de mantener la temperatura de trabajo adecuada.

3.2. Diseño de Forma de la Planta

Análisis Técnico

El sistema de olla para precocido de camarón consta de un tanque en el cual se almacenará el aceite térmico, mediante una bomba se

extraerá el aceite del tanque de almacenamiento y lo enviará por medio de tuberías hacia un serpentín que será calentado por medio de quemadores a gas, los mismos que son accionados por medio de una llama piloto, todo este primer proceso se lo realiza de preferencia en los exteriores del área de cocinado de camarón en las empacadoras, por cuanto las temperaturas son elevadas y así se evitará que el calor se encierre y disminuya la eficiencia de los operarios.

En la segunda parte del proceso el aceite ya calentado en el serpentín fluye por tuberías hacia otro serpentín que se encuentra dentro de la olla de precocido, ésta a su vez se encuentra con un elevado nivel de agua y es ahí, que por transferencia de calor, el agua aumenta su temperatura y posteriormente cuando se llega a la temperatura óptima para el proceso se introduce una canastilla perforada que contiene los camarones que van a ser precocidos, los mismos que se mantienen sumergidos durante unos pocos segundos y, finalmente son retirados para dar paso a otra canastilla con producto. Esta segunda parte del proceso de precocido se lo realiza en un área dentro de la planta exclusivamente adecuada para el cocido de camarón.

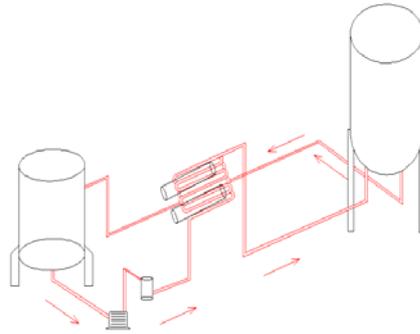


FIG. 3.1 DISEÑO DE FORMA DEL PROCESO DE
PRECOCIDO

Confort

Para el proceso se va a contar con dos personas que básicamente se van a encargar del llenado de las canastillas y de la reposición de las mismas en la olla. Para el confort de los trabajadores, los mangos de las canastillas serán de nylon lo que impide cualquier tipo de quemaduras y además tendrán un soporte para descansar las canastillas en la olla mientras se cocina.

Economía

El sistema para precocido de camarón tendrá un determinado costo dependiendo de la cantidad de producto que se vaya a cocinar porque de esto a su vez depende el tamaño de la olla y del resto de sus elementos.

Ergonomía y Estética

El diseño de la olla va a ser agradable estéticamente aún cuando no sea lo más importante en este tipo de trabajos.

Lo que sí es importante recalcar es que las espiras del serpentín dentro de la olla deben ser espaciadas para facilitar la limpieza entre ellas y evitar que se formen incrustaciones que podrían disminuir la transferencia de calor.

Seguridad

En este diseño la seguridad juega un papel extremadamente importante por lo que se está trabajando con elevadas temperaturas y para evitar cualquier tipo de accidentes, la olla de cocción de camarón será construida con doble pared y entre ellas se colocará aislante térmico. Este aislante aparte de servir para evitar quemaduras a los trabajadores en caso de entrar en contacto con la olla sirve también para disminuir las pérdidas de calor y hacer más eficiente el proceso.

Post Venta

Con la compra del sistema de olla para precocido de camarón el cliente recibirá un manual de operación, así como asistencia técnica y tiempo de garantía de un año.

3.3. Toma de Decisiones

La industria camaronera y la industria alimenticia en general son regidas bajo normas internacionales para un correcto procesamiento de los productos, es así que la exigencia principal es que sus equipos de operación sean construidas en su totalidad en materiales apropiados resistentes a la corrosión, impermeables, exentos de picaduras, hendiduras o incrustaciones, no tóxicos y específicamente para las industrias camaroneras y pesqueras dichos materiales deben ser también resistentes a la acción del agua de mar, el hielo, la mucosidad del pescado, u otras sustancias corrosivas con las que puedan entrar en contacto. Las superficies de los equipos de trabajo deberán ser lisos y resistentes a las limpiezas frecuentes, incluido el empleo de detergentes; es por ello que se va a diseñar los equipos para el proceso de precocido íntegramente utilizando aceros inoxidable, tanto el AISI 316 que es de grado alimenticio, como el AISI 304 que es de uso general.

El acero inoxidable AISI 316, debido a sus propiedades es un acero de bajo contenido de C que presenta una resistencia a la corrosión muy enérgica. Este tipo de acero es resistente a la corrosión intercrystalina y tiene propiedades para ser embutido profundo, no es templable ni magnético. Su aplicación es frecuente en la industria alimenticia, embotelladoras, tanques de fermentación, almacenamiento, barriles, equipos de leche, cereales, cocina, cubiertos, químicos maquinaria industrial como en los cuerpos de bombas y tubos; por su parte el AISI 304 es un acero inoxidable de grado austenítico, tiene buena resistencia a la corrosión y buenas propiedades para soldar.

Debido a todos los requerimientos anteriormente mencionados, la decisión mas importante que se procede a tomar en el diseño es que, tanto la olla como el serpentín que van a encontrarse en contacto con el producto van a ser construidos en acero inoxidable AISI 316 que es de grado alimenticio, mientras que el resto de los componentes serán de acero inoxidable AISI 304 para reducir los costos de los materiales. Esto se debe a que la diferencia de precios entre los aceros inoxidables; ambos de la serie 300 es altamente considerable.

3.4. Diseño Definitivo

En la figura 3.2 se muestra la vista en planta del diseño del mismo y se puede recalcar que la olla para el precocido se encuentra dentro de un área especialmente asignada en las empacadoras para este proceso. Se puede observar también en la figura que los componentes de nuestro diseño se encuentran numerados, pudiendo destacar los mas importantes: 1) Olla de precocido, 2) Serpentín helicoidal, situado dentro de la olla, 3) Tuberías para el transporte del aceite térmico, 4) Tanque de almacenamiento de aceite, 5) Bomba, 6) Filtro de aceite, 7) Serpentín, 8) Quemadores atmosféricos, 9) Tanque de gas y conexiones.

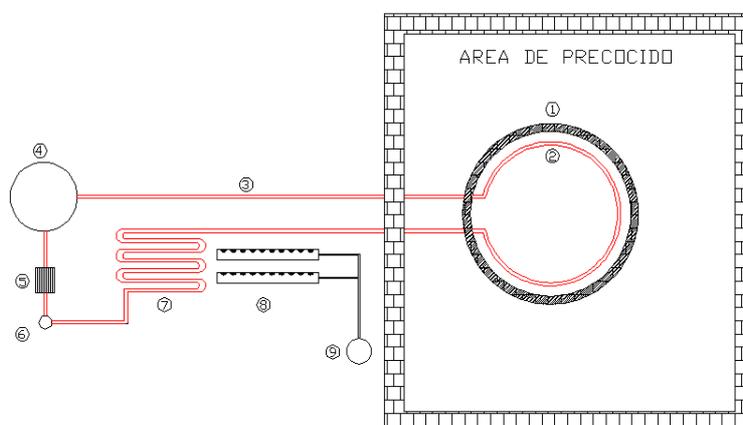


FIGURA 3.2 DISEÑO DEFINITIVO – VISTA EN PLANTA

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DE LOS COMPONENTES PARA EL PROCESO

4.1 Diseño del Sistema para el Aceite Térmico

Originalmente los primeros procesos que usaron aceite térmico fueron aquellos que requerían elevadas temperaturas de calentamiento. Dicho de otro modo, aquellos procesos donde la aplicación del vapor no representaba una alternativa cómoda. De esta forma, fueron ganado terreno las calderas de aceite térmico, dado que a ese nivel de temperaturas, por tratarse de equipos sin presión (o con la presión de la bomba de recirculación, pero en general a unos 3 bar)- representaban una opción más simple y más económica.

Desde esa época hasta hoy, diseños, técnicas de fabricación, rendimientos, equipos de combustión, bombas, etc. no han parado

de evolucionar y han conferido nuevos campos de aplicación en sectores donde la máxima seguridad y fiabilidad son imperativas.

4.1.1. Descripción del Aceite Térmico

Un fluido para transferencia térmica es el fluido al que se le adiciona temperatura, generalmente por acción de un quemador o resistencia eléctrica y es al que posteriormente se le extrae esta energía, normalmente mediante un intercambiador de calor, para ser empleada en un proceso. Si éste se lleva a cabo en un sistema cerrado, el fluido nunca está en contacto con el proceso y sólo se constituye en la fuente de energía para el mismo.

Los aceites térmicos son fluidos basados en aceites minerales parafínicos, altamente refinados y cuidadosamente seleccionados para proporcionar un performance superior en sistemas de transferencia térmica; pueden ser del tipo aceites minerales o aceites con base sintética.

Entre las principales propiedades que deben cumplir los aceites térmicos son las siguientes:

El aceite debe ser **física y químicamente estable** dentro de los rangos de temperatura para el que está especificado, es decir, debe ser resistente al **craqueo**. El craqueo es el quiebre de las moléculas de hidrocarburos como consecuencia del aumento de la temperatura, quiebre que se verifica por el cambio de una molécula larga en moléculas de menor tamaño. En estos casos algunas moléculas se transforman en gases volátiles, otras son inestables y se polimerizan formando depósitos insolubles.

El craqueo se produce principalmente cuando la temperatura de la película de aceite en contacto directo con la pared del tubo dentro del hogar de la caldera o con la pared del calefactor eléctrico, superior a valor máximo aceptado para el aceite empleado.

Debe tener una buena resistencia a la oxidación. Esta reacción de oxidación ocurre en forma lenta a temperatura ambiental, pero a medida que la temperatura del aceite se incrementa, la reacción de oxidación se acelera rápidamente. El efecto de la oxidación dentro del aceite es la de producir ácidos, los que en una etapa siguiente se traducen en la formación de borras. En estos casos de

formación de oxidación y por ende de borras, la viscosidad del aceite aumenta, disminuyendo el poder de transferencia térmica.

Poseer un alto coeficiente de transferencia de calor. En el caso específico de la transferencia de calor entre un metal y un líquido, los mejores resultados se logran al trabajar con velocidades del fluido sobre la superficie del tubo en régimen turbulento.

Prolongada vida útil. La vida de los aceites térmicos depende fundamentalmente del diseño y operación adecuados del sistema.

Los aceites térmicos son empleados en diversos procesos industriales, especialmente en aquellos en que las temperaturas requeridas para la operación no pueden ser alcanzadas mediante la instalación sencilla de calderas de vapor, ya que para rangos de temperatura entre 150 [°C] a 350 [°C] las calderas de vapor requieren de instalaciones anexas, tales como plantas de tratamiento de agua, trampas de vapor, bombas de vapor. Además las presiones de vapor para alcanzar estas temperaturas son alrededor de 45 [bar]

para llegar a 250 [°C] y de 105 [bar] para temperaturas de 320 [°C], lo que requiere instalaciones de alto costo.

En cambio, para lograr estas mismas temperaturas en un fluido en base a aceite, no se requiere de instalaciones anexas y las presiones de trabajo de la bomba son sólo aquellas necesarias para vencer las pérdidas de carga del sistema, aproximadamente en el rango de los 10 [bar] a 30 [bar].

Si bien el aceite térmico es más caro que el agua, el aceite circula en un circuito cerrado, sin pérdidas y por un período de varios años, minimizando los costos de manutención y operación.

Las características principales del aceite térmico se las encuentra en el ANEXO 1.

4.1.2. Diseño del Tanque de Almacenamiento

El tanque de almacenamiento es el equipo que va a contener el aceite térmico, se puede decir que es aquí donde empieza y donde termina el proceso, ya que es en este tanque de donde se empieza a bombear el aceite hacia los serpentines y es en este mismo equipo donde regresa el

aceite térmico luego de realizar la transferencia de calor con el agua dentro de la olla.

Para el diseño del equipo se lo va a considerar como un cilindro de pared delgada ya que el espesor de la plancha con que se va a construir es de 1 mm. Se aplican las fórmulas de esfuerzos circunferenciales y longitudinales:

$$\sigma_{t,med} = \frac{P d_i}{2t} \quad \text{EC. 4.1}$$

$$\sigma_{t,máx} = \frac{P(d_i + t)}{2t} \quad \text{EC. 4.2}$$

$$\sigma_l = \frac{P d_i}{4t} \quad \text{EC. 4.3}$$

Donde P es la presión dentro del tanque, d_i el diámetro interno y t el espesor de la pared. Al aplicar las dos ecuaciones anteriores se tiene que sacar la resultante de las mismas para poder evaluar por el criterio de falla estática el factor de seguridad del tanque de almacenamiento de aceite.

Se ha decidido que la capacidad del tanque sea de 50 litros y sus dimensiones sean $L = 0.4$ m y $d = 0.4$ m, la densidad del aceite térmico $\rho = 821$ Kg / m³ por tanto reemplazando los datos en las ecuaciones anteriores se tiene que:

$$\sigma_{t,med} = \frac{(821 \times 9.8 \times 0.4) \times 0.4}{2(0.001)} = 643664 Pa$$

$$\sigma_{t,m\acute{a}x} = \frac{(821 \times 9.8 \times 0.4) \times (0.4 + 0.001)}{2 \times 0.001} = 645273.16 Pa$$

$$\sigma_l = \frac{(821 \times 9.8 \times 0.4) \times 0.4}{4(0.001)} = 321832 Pa$$

$$\sigma_{prin} = \sqrt{(645273.16^2 + 321832^2)} = 721077.86 Pa$$

$$n = \frac{0.577 \times S_y}{\sigma_{prin}} = \frac{0.577 \times 276}{0.721}$$

EC. 4.4

El factor de seguridad es $n = 220$

Se puede observar que el factor de seguridad es muy elevado, no se le puede disminuir el espesor de la plancha con la que se diseña porque el tanque pierde rigidez, se recomienda también que la soldadura del tanque sea del mismo espesor que la pared.

El material en que se va a construir el tanque es acero inoxidable 304 L, ya que no tiene contacto directo con el producto.

4.1.3. Selección de Bomba y de Tuberías para Transporte de Aceite

Sistema de Tuberías

El sistema completo está compuesto por tubería de acero inoxidable 304 L no pulida para soldar, de diámetro 26.67 mm. cédula 10, es decir 2.11 mm. de pared y se la puede encontrar en el ANEXO 2.

Selección de Bomba

Las bombas son equipos muy necesarios para la transportación de fluidos a través de tuberías, en este caso, el aceite térmico es el fluido por lo que se necesitará una bomba que debe resistir elevadas temperaturas.

Para poder seleccionar una bomba para este proceso, es necesario saber los requerimientos del mismo, es decir el caudal y las condiciones de trabajo con las que se va a operar el sistema.

Poniendo en consideración que el trabajo que va a realizar la bomba en este proyecto es de recirculación del aceite y que en el tanque de almacenamiento se tienen 45 litros de

aceite térmico, y, teniendo en cuenta también que para obtener un eficiente proceso aproximadamente la mitad de la cantidad de aceite almacenado es el que se debe encontrar en movimiento mientras que la otra mitad se debe encontrar en el tanque para evitar que se quemé el aceite y por ende una posible polimerización del mismo, se concluye que el caudal con el que va a operar nuestra bomba es de 5.6 GPM.

Debido a todos estos requerimientos la bomba que se seleccionará será Dayton No.2P105, 3450 RPM y con sellos mecánicos reemplazables de acero inoxidable 316SS Viton Carbon Ceramic, los mismos que pueden operar en un rango de temperaturas de 4° C a 200° C. La descripción detallada de la bomba se la encuentra en el ANEXO 3.

4.1.4. Filtro de Aceite

Los filtros están concebidos para la “limpieza” de los fluidos en circulación. El fluido circula en el sentido de la parte superior a la inferior del filtro y consecuentemente las partículas sólidas quedan retenidas en el tamiz interior del filtro contribuyendo así a la disminución de problemas en válvulas y otros elementos mecánicos de la instalación.

Se puede detallar que el filtro en su totalidad será construido en acero inoxidable 304 L, el cuerpo del filtro será diseñado en plancha de 1mm, el tamiz es de plancha perforada R1 T2, donde R indica el diámetro de la perforación y T es la separación de centros, la descripción de la malla se la encuentra en el ANEXO 4.

La tapa será de material de 6mm, abisagrada, que poseerá un empaque de caucho a su alrededor para sellar completamente y evitar derrame de aceite. Tanto en la parte superior como en la parte inferior se colocan uniones universales de $\frac{3}{4}$ " para el acople del filtro con el sistema de tuberías que se las encuentran en el ANEXO 5.

Diseño del Filtro

Para diseñar el cuerpo del filtro se puede acotar que no está sometido a presión, es decir la única presión que se encontrará se deberá al peso del fluido, es por ello que el análisis que se realiza será el de un cilindro de pared delgada.

Primero se definen las dimensiones que llevará el filtro:

$$D = 0.12\text{m}$$

$$h = 0.2\text{m}$$

$$t = 0.001\text{ m}$$

Se utilizan las ecuaciones 4.1, 4.2 y 4.3 para hallar los esfuerzos tangencial y circunferencial, de las que se obtiene lo siguiente:

$$\sigma_{t,med} = \frac{(821 \times 9.8 \times 0.12) \times 0.2}{2(0.001)} = 96549.6\text{Pa}$$

$$\sigma_{t,m\acute{a}x} = \frac{(821 \times 9.8 \times 0.2) \times (0.12 + 0.001)}{2 \times 0.001} = 97354.18\text{Pa}$$

$$\sigma_l = \frac{(821 \times 9.8 \times 0.2) \times 0.12}{4(0.001)} = 48274.8\text{Pa}$$

$$\sigma_{prin} = \sqrt{(97354.18^2 + 48274.8^2)} = 108665.70\text{Pa}$$

De la ecuaci3n 4.4 se obtiene el factor de seguridad:

$$n = \frac{0.577 \times S_y}{\sigma_{prin}} = \frac{0.577 \times 276}{0.10866}$$

El factor de seguridad $n = 1460$

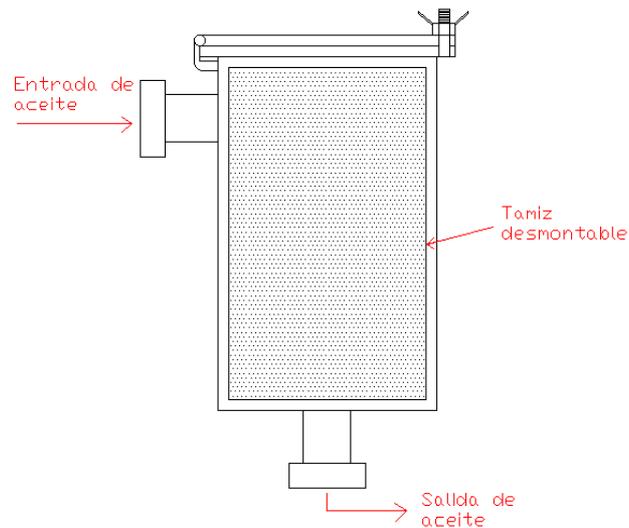


FIGURA 4.1 FILTRO DE ACEITE

4.1.5. Quemadores Atmosféricos

Los quemadores son los equipos donde se realiza la combustión, por tanto deben contener los tres vértices del triángulo de combustión, es decir que deben lograr la mezcla íntima del combustible con el aire y además proporcionar la energía de activación.

El tipo de quemadores que se van a utilizar son los llamados quemadores atmosféricos debido a que el combustible será GLP (Gas Licuado de Petróleo).

Una parte del aire necesario para la combustión (Aire Primario) se induce en el propio quemador por el chorro de

gas salido de un inyector (efecto Venturi); el aire restante (Aire Secundario) se obtiene por difusión del aire ambiente alrededor de la llama. En este tipo de quemadores se tienen combustiones con altos índices de exceso de aire.

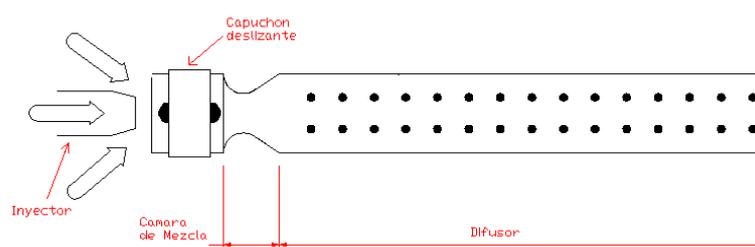


FIGURA 4.2 ESQUEMA DE UN QUEMADOR
ATMOSFÉRICO

La energía de activación se logra mediante llama piloto, que debe estar permanentemente encendida, o con encendidos automáticos (electrónicos, tren de chispas, etc). La regulación del gas se obtiene por variación de la presión en el inyector (abriendo y cerrando progresivamente la válvula de gas); esto permite que el quemador pueda ser modulante con relativa facilidad.

La regulación del aire (con gas a presión constante) se puede conseguir variando la sección de entrada de aire, por obturación de los orificios por donde entra, mediante capuchón deslizante.

Lo más habitual es que únicamente se module la válvula de gas, dejando en una posición fija la entrada de aire en la puesta en marcha.

Diseño de los Quemadores Atmosféricos

Para diseñar un quemador existen dos parámetros de diseño principales, que son el tipo de combustible a quemar que es Gas Licuado de Petróleo (GLP) y la potencia calorífica que se va a utilizar que será de 24 KW.

El poder calorífico promedio para el GLP es de 45,814 KJ / Kg y la densidad es de 559 Kg / m³. La masa de combustible necesaria, es entonces la relación entre la potencia calorífica solicitada, y el poder calorífico del combustible.

Donde:

$$\dot{Q} = \dot{m} \Delta h \quad \text{EC. 4.7}$$

\dot{Q} : Potencia calorífica en kJ / h.

\dot{m} : Flujo másico de combustible en kg/ h.

Δh : Poder calorífico del combustible en kJ / kg.

Así entonces el flujo másico de combustible será:

$$\dot{m} = \frac{86400}{45814} = 1,88588 \frac{kg}{h}$$

La sección de entrada de gas y de aire tiene una longitud de 5cm, éstos se juntan perfectamente en la cámara de mezcla que tiene una longitud de 7cm, para finalmente pasar al difusor que tiene una longitud de 35cm y es construido de tubo de acero inoxidable 304 L de 25.4mm de diámetro exterior y 1.20mm de pared que se lo encuentra en el ANEXO 2, a esta se le hacen perforaciones de 2.5mm de diámetro que es donde finalmente se realiza la combustión.

4.1.6. Serpentín de Tubos

Un serpentín consiste en un tubo metálico, en este caso de acero inoxidable 304, de gran longitud, plegado sobre sí mismo numerosas veces de modo que esté contenido en un espacio muy reducido, aunque presentando una gran superficie que permite un intenso intercambio de calor.

Los tubos plegados en serpentín se emplean frecuentemente en cambiadores de calor, en radiadores y en recalentadores de vapor para calderas, en esta tesis se

utilizará para suministrarle calor al aceite térmico que se encuentra circulando dentro del mismo.

Diseño del Serpentín de Tubos

Para efectuar el diseño del serpentín se tiene que tomar en cuenta que el intercambio de calor se efectúa por proceso de convección, la misma que se refiere a la transferencia de calor entre la superficie de los tubos y un fluido en movimiento, que es el generado por los quemadores.

Para analizar que tipo de flujo se tiene circulando dentro del serpentín procedemos a calcular el número de Reynolds dado por la siguiente ecuación.

$$Re = \frac{4\dot{m}}{\pi D \mu} \quad \text{EC. 4.8}$$

Donde:

Viscosidad dinámica (μ) = 0.0192 Ns / m² .

Flujo másico $\dot{m} = 0.292 \text{ Kg/s}$

Diámetro del serpentín D = 22.45 mm

Reemplazando en la ecuación 4.8.

$$Re = \frac{4 \times 0.292}{\pi \times (22.45 \times 10^{-3}) \times (0.0192)}$$

Re = 862 → flujo laminar

Habiendo obtenido el resultado anterior, se procede a analizar la transferencia de calor por convección de un flujo laminar en tuberías circulares.

Asumiendo el flujo de calor q''_s es constante y por tanto se tiene que el número de Nusselt es una constante:

$$Nu = \frac{hD}{k} = 4.36 \quad \text{EC.4.9}$$

Para hallar la conductividad térmica (k) del material se acude al ANEXO 6, y se encuentra que acero inoxidable AISI 304 a 400° K tiene un valor de $k = 16.6 \frac{W}{m^{\circ}K}$.

Teniendo este valor se vuelve a la ecuación 4.9 para obtener el valor del coeficiente de transferencia de calor por convección (h).

$$h = \frac{16.6 \times 4.36}{26.67 \times 10^{-3}}$$

$$h = 2713.73 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Se procede ahora a encontrar el flujo de calor utilizando la ecuación a continuación, asumiendo que la temperatura en el ambiente alrededor del serpentín es $T_{\infty} = 145^{\circ}C$.

$$q'' = h(T - T_{\infty}) \quad \text{EC. 4. 10}$$

La temperatura superficial de los tubos a la que queremos llegar es $T = 125^{\circ}C$, así entonces reemplazando en la ecuación anterior se obtiene lo siguiente:

$$q'' = 2713.73 \times (125 - 145)$$

$$q'' = -54274.6 \frac{W}{m^2}$$

El signo negativo indica que el calor transferido se realiza del ambiente al serpentín.

El siguiente paso será encontrar la longitud total de la tubería a la que se va a transferir el calor para posteriormente modificarlo y darle la forma en la que se quiere el serpentín. Para ello se usa la siguiente ecuación:

$$L = \frac{\dot{m} \times Cp}{\pi \times D \times q''_s} (T_o - T_i) \quad \text{EC. 4. 11}$$

En esta ecuación se requiere saber el valor de la capacidad calorífica C_p del aceite térmico, valor que se lo encuentra en el ANEXO 1. Se recalca también que el proceso entero va a operar entre los rangos de temperatura de 90°C como temperatura de entrada de aceite al serpentín y 125°C para la temperatura de salida como ya lo se mencionó anteriormente.

Reemplazando valores se obtiene:

$$L = \frac{(0.292) \times (0.573 \times 4.184 \times 10^3)}{\pi \times (26.67 \times 10^{-3}) \times (54274.6)} (125 - 90)$$

$$L = 5.4\text{ m}$$

Con este resultado se puede realizar un diseño de un serpentín de 3 pisos, con 6 tubos de 0.3 metros de longitud en cada piso debidamente espaciados y con uniones universales de $\frac{3}{4}$ " en la entrada y la salida de aceite, tal como las utilizadas en el diseño del filtro de aceite que se la encuentra en el ANEXO 5.

En la siguiente figura se mostrará un esquema de la forma del serpentín de tubos.

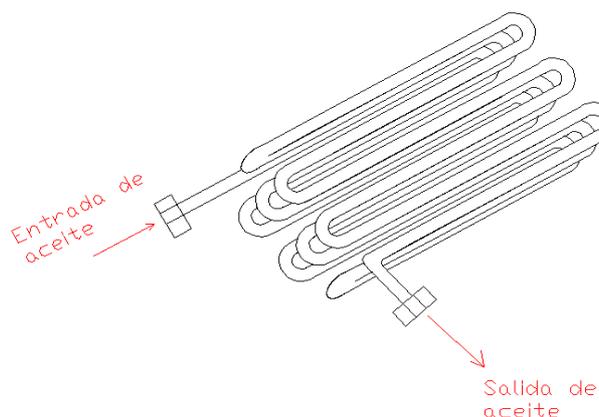


FIGURA 4.3 SERPENTÍN DE TUBOS

4.2 Diseño del Sistema de Cocción

4.2.1 Olla de Precocido

La olla que se va a diseñar debe poseer ciertas características que debido a su importancia se han tomado como exigencias para el tratamiento del producto, porque como se ha indicado anteriormente, la cocción o cualquier otro tratamiento térmico de los camarones es un proceso muy crítico en cuanto se refiere al rendimiento y calidad del producto. Para lograr la adecuación y uniformidad del tratamiento, el equipo utilizado debe estar proyectado para trabajar a la carga máxima de elaboración que se haya calculado. Para proteger la calidad del producto, el equipo debe ser de material resistente a la corrosión y estar

construido en forma que pueda ser fácilmente vaciado, lavado y sometido a tratamiento sanitario.

Tomando en cuenta las características mencionadas en el párrafo anterior, la olla de cocción será diseñada de la siguiente manera:

Cuerpo de la Olla

El cuerpo de la olla es cilíndrico, mientras que la base tiene forma de cascaron semiesférico con la finalidad de tener los bordes redondeados y así facilitar la limpieza y evitar tener filos donde se puedan quedar impurezas o restos de producto.

A continuación se muestra un esquema del cuerpo de la olla, indicando con letras cada una de las medidas a tomarse en consideración.

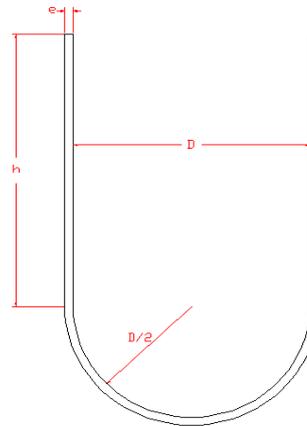


FIGURA 4.4 CUERPO DE LA OLLA

Donde:

h : Altura de la parte cilíndrica.

D : Diámetro interno.

e : Espesor de la pared de la olla.

Para el adecuado diseño de la olla se realizará en dos partes, la primera para el cuerpo cilíndrico, y la segunda para la base semiesférica.

Se deben analizar dos tipos de esfuerzos, los esfuerzos meridionales (σ_{θ}) también conocidos como esfuerzos longitudinales, y los esfuerzos circunferenciales (σ_{ϕ}). La ecuación 4.12 relaciona estos esfuerzos con la presión interna (P) a la que está sometida el recipiente.

$$\frac{\sigma_{\phi}}{R_{\phi}} + \frac{\sigma_{\theta}}{R_{\theta}} = \frac{P}{e} \quad \text{EC. 4.12}$$

Donde los subíndices θ y ϕ indican la dirección del esfuerzo, siendo R, el radio de curvatura en cada dirección.

Para analizar la parte cilíndrica se tiene que hacer un corte transversal a una distancia X medida desde la parte superior del cuerpo, además en esta parte por ser recta en la dirección longitudinal, el radio meridional (R_{θ}) es infinito por lo que se tendría que reemplazar en la ecuación 4.12 lo siguiente:

$$\frac{\sigma_{\phi}}{\infty} + \frac{\sigma_{\theta}}{R_{\theta}} = \frac{P}{e}$$

Como el límite de la función dividida para infinito es igual a cero, el primer término de esta ecuación se hace cero, y la presión esta en función del peso del fluido por el volumen del mismo entonces se tendría lo siguiente:

$$\sigma_{\theta} = \frac{W \times X \times R}{e} \quad \text{EC. 4.13}$$

Donde W es el peso del fluido en (N / m^3), y como se puede observar el mayor valor del esfuerzo circunferencial será a la distancia $X = h$.

Ahora para determinar el valor del esfuerzo meridional, es necesario hacer una sumatoria de fuerzas en dirección Y , en donde se realiza el corte esto puede quedar expresado de la siguiente manera:

$$\sum Fy = 0 = \sigma_{\phi} \times (2\pi Re) = W \times Volumen$$

$$\sigma_{\phi} = \frac{W \times \pi R^2 \times X}{2\pi Re} \quad \text{EC. 4.14}$$

El volumen total sería igual a una constante, así mismo, el mayor valor de este esfuerzo será cuando X sea igual a h .

Se procederá ahora a evaluar la parte semiesférica del cuerpo de la olla. Como se realizó en la parte cilíndrica, también aquí se debe realizar un corte, a continuación se puede apreciar lo siguiente:

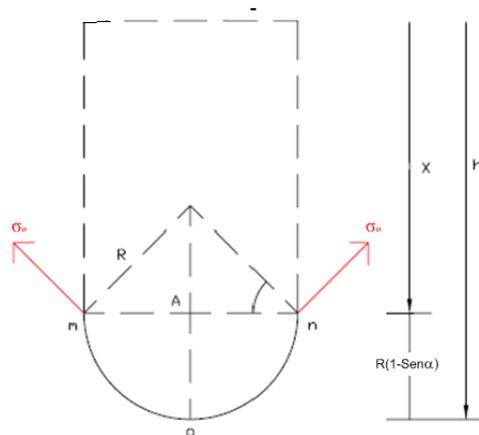


FIGURA 4.5 CORTE EN SECCIÓN SEMIESFÉRICA

En este caso, la magnitud del radio meridional y circunferencial es la misma y tiene el valor de R . Al reemplazar estos datos en la ecuación 4.12 se tiene lo siguiente:

$$\sigma_{\theta} = \frac{PR}{e} - \sigma_{\phi}$$

Se debe realizar una sumatoria de fuerzas en la dirección vertical e igualarla a cero, se tendría lo siguiente:

$$\sigma_{\phi} \times [2\pi \times (nA) \times e] \times \cos \alpha = W \times Volumen$$

Por geometría: $nA = R \cos \alpha$

Resolviendo esto se tiene lo siguiente:

$$\sigma_{\phi} = \frac{W \times R}{e} \times \left[\frac{Z - R}{2} - \frac{R}{3} \times \frac{1 - \operatorname{sen}^3 \alpha}{\cos^2 \alpha} \right]$$

$$\sigma_{\theta} = \frac{W \times R}{e} \times \left[\frac{Z - R}{2} + \frac{R}{3} \times \operatorname{sen}^3 \alpha + 3 \frac{\operatorname{sen} \alpha \times \cos^2 \alpha - 1}{\cos^2 \alpha} \right]$$

De estas dos ecuaciones se puede decir que el máximo valor sería cuando el valor de α es igual a 0 y 90° y se tendría las siguientes ecuaciones:

$$\sigma_{\phi} \max = \sigma_{\theta} \max = \frac{W \times R \times (h + R)}{2e} \quad \text{EC. 4.15}$$

Una vez determinados los esfuerzos se deben dar dimensiones al equipo y después compararlos con el esfuerzo de fluencia del material, que debe ser acero inoxidable 316L. Las dimensiones serán dadas a continuación según los requerimientos de producción:

- h = 0.60 m
- D = 0.5 m
- e = 0.002 m
- W = 9800 N / m³

Evaluando en las ecuaciones 4.13, 4.14 y 4.15 se obtienen los esfuerzos a los que van a estar sometidas las diversas

partes del cuerpo de la olla, los mismos que se los encuentran en la siguiente tabla.

TABLA 2
VALORES DE LOS ESFUERZOS EN EL CUERPO DE LA
OLLA

CUERPO DE LA OLLA	ESFUERZOS MERID σ_{θ} (Pa)	ESFUERZOS CIRC σ_{ϕ} (Pa)
PARTE CILINDRICA	367500	183750
PARTE SEMIESFER	260312,5	260312,5

Al comparar los resultados obtenidos con la resistencia de fluencia del acero inoxidable 304 en el ANEXO 7, que es menor que la del acero 316L, se ve que el cuerpo de olla no va a fallar estáticamente.

Protector del Serpentin

En la parte superior se coloca un protector que cubre el perímetro de la olla con el fin de que el serpentín que se encuentra dentro de la misma se proteja de ser golpeado por la canastilla que se introduce con el producto que va a

ser cocido; este protector es abatible de forma que permita la limpieza del serpentín.

En la figura 4.6 (a) se puede observar la vista lateral de el protector con sus respectivas medidas, mientras que en la (b) se tiene la vista superior pudiendo observar las perforaciones de $\varnothing 10\text{mm}$ en la parte superior para drenar el agua que cae al introducir o al sacar la canastilla.

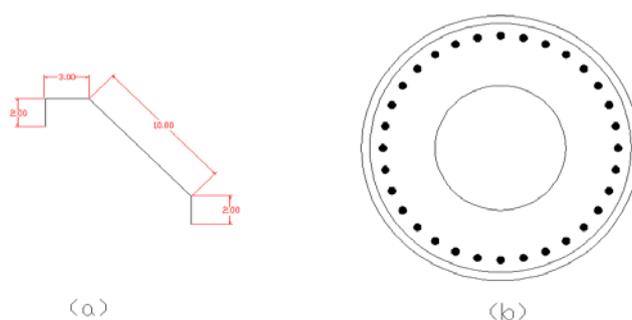


FIGURA 4.6 VISTAS LATERAL Y SUPERIOR DEL PROTECTOR

Debido a que no soporta ningún peso ni está sometido a fuerzas externas, se puede decir que los cordones de soldadura que llevará serán del mismo espesor de la plancha que es de 1.5 mm. y tienen que estar bien pulidos.

La olla posee también doble pared, ya que en medio de estas existirá un espacio de 3cm y se va a colocar lana de

vidrio que sirve como aislante térmico y tiene la función de proteger a los operarios en caso de existir algún contacto con ella.

Esta pared se va a realizar de acero inoxidable 304 ya que en ningún momento entrará en contacto con el producto, será de 1mm. de espesor porque tampoco va a existir fuerzas de presión ni cargas sobre ella.

Soporte de la Olla

La olla estará soportada por tres patas de tubo redondo de acero inoxidable de \varnothing 50 mm, cédula 40, es decir 5 mm de espesor. El esquema de la ubicación de las patas sería el siguiente:

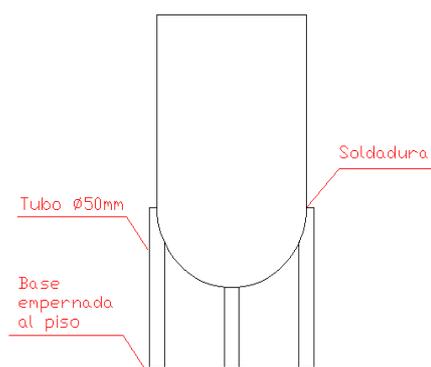


FIGURA 4.7 PARTES DEL SOPORTE DE LA OLLA

Análisis de la Soldadura

Para el diseño de la SOLDADURA se debe considerar el peso del cuerpo de la olla y el peso del agua. Para determinar estos valores se deben encontrar el volumen del equipo primeramente, debido a su geometría se usa la siguiente fórmula:

$$V_{olla} = h \times (\pi \times ((R + e)^2 - R^2)) + \frac{4\pi R^2}{2} \times e$$

Reemplazando los valores de cada una de estas variables definidas anteriormente se tiene que:

$$V_{olla} = 0.002677 \text{ m}^3$$

Ahora para determinar el peso del equipo se lo multiplica por el peso específico del acero inoxidable que es de 76000 N/m³ y se tiene:

$$W_{olla} = 0.002677 \times 76000 = 203.52 \text{ N}$$

El volumen de la camisa es:

$$V_{camisa} = 0.001055 \text{ m}^3$$

$$W_{camisa} = 0.001055 \times 76000 = 80.22 \text{ N}$$

El volumen del protector del serpentín será:

$$V_{\text{protector}} = 0.004086 \text{ m}^3$$

$$W_{\text{protector}} = 0.004086 \times 76000 = 310.53 \text{ N}$$

Ahora se procede de igual forma para determinar el peso del agua, sabiendo que el peso específico es 9800 N / m^3 :

$$W_{\text{agua}} = 9800 \times \left[h \times \pi \times R^2 + \frac{2}{3} \pi R^3 \right]$$

$$W_{\text{agua}} = 1475.243 \text{ N}$$

El peso total sería la suma de estos dos valores y así se tiene que:

$$W_{\text{total}} = 203.52 + 80.22 + 310.53 + 1475.243 = 2069.513 \text{ N}$$

Determinada la fuerza, cabe recalcar que la soldadura va a realizar el trabajo con cargas alternantes que van desde la fuerza sola del peso del equipo, hasta el peso total incluido el agua. Debido a esta razón se debe diseñar bajo el criterio de fatiga de Goodman que dice:

$$\frac{\tau_a}{S_e'} + \frac{\tau_m}{S_{su}} = \frac{1}{n}$$

EC. 4.16

Donde los esfuerzos medios y alternantes van determinados por las ecuaciones:

$$\tau_a = \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{2} \quad \text{EC. 4.17}$$

$$\tau_m = \frac{\tau_{\max} + \tau_{\min}}{2} \quad \text{EC. 4.18}$$

Con estas ecuaciones se determinan los esfuerzos alternantes y los esfuerzos medios, usando el máximo esfuerzo (τ_{\max}) y el mínimo esfuerzo (τ_{\min}) que son determinados para la carga del peso total y la del peso del equipo respectivamente.

Para determinar estos valores se debe indicar que las juntas soldadas son a tope con refuerzo, y además que el tipo de esfuerzo que van a soportar las mismas son el esfuerzo cortante y el esfuerzo normal debido al momento que se crea ya que se ha decidido concentrar todo el peso en el centro del cuerpo, debido a esto se crea un momento ya que como se sabe existe una distancia ($R + e$) hasta las juntas soldadas. Se utilizará el criterio de diseño de Shigley para este tipo de juntas soldadas sometidas a flexión.

El esfuerzo máximo y mínimo va a estar formados por dos componentes anteriormente mencionadas y serán determinadas mediante las siguientes fórmulas:

$$\tau' = \frac{V}{A} \quad \text{EC. 4.19}$$

$$\sigma = \frac{V \times (R + e) \times (d / 2)}{I} \quad \text{EC. 4.20}$$

A: Área de la soldadura (ANEXO 8) = 1.414 ed

V : Fuerza actuante

d : Longitud del cordón

I : Momento de inercia total de la soldadura

R : Radio interno del cuerpo de la olla

e : Espesor de la plancha del cuerpo de la olla

t : Ancho de la garganta de soldadura.

Iu : Momento de inercia unitario (ANEXO 9) = $d^3 / 6$

$$I = 0.707 \times t \times Iu \quad \text{EC. 4.21}$$

El valor de la altura de la garganta de la soldadura (t) es el valor que se debe evaluar para que al final el coeficiente de seguridad (n) de la ecuación 4.16 sea mayor que 1. Además en la ecuación 4.19 se ha dividido para 3 veces el área ya que son 3 patas las que se van a poner.

Para el cálculo del momento de inercia (I) se aplicará el teorema de los ejes paralelos y junto a la ecuación 4.21 se tendría lo siguiente:

$$I = 3 \times \left[0.707 \times t \times \frac{d^3}{6} \right] + 3 \times \left[1.414 \times e \times d \times (R + e)^2 \right] \quad \text{EC. 4.22}$$

Ahora para determinar los valores de los esfuerzos resolviendo por Pitágoras se obtendría que la magnitud del esfuerzo principal (τ) vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$\tau = \sqrt{(\tau^2 + \sigma^2)} \quad \text{EC. 4.23}$$

Se toma una altura de garganta $t = 3\text{mm}$ y $d = 50\text{mm}$; se puede apreciar los resultados de la aplicación de las ecuaciones para determinar el valor máximo y mínimo del esfuerzo principal. Si la fuerza máxima es el peso total (2069.513 N) y la fuerza mínima es el peso del equipo (594.27 N), mediante las ecuaciones anteriores los valores de esfuerzos máximo y mínimo son:

$$\tau_{\text{max}} = 4.90 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{min}} = 1.40 \text{ Mpa}$$

Para determinar los valores del límite a la fatiga corregido (S_e) y la resistencia última por soldadura (S_{su}) de la ecuación 4.16 se define lo siguiente:

$$S_e = K_a \times K_b \times K_c \times K_d \times K_e \times S_e' \quad \text{EC. 4.24}$$

$$S_{su} = 0.67 \times S_{ut} \quad \text{EC. 4.25}$$

El factor límite a la fatiga está corregido por una serie de factores, los mismos que se detallan a continuación:

El factor de superficie K_a está en base al acabado superficial del elemento y se puede calcular bajo la siguiente ecuación:

$$K_a = a S_{ut}^b \quad \text{EC. 4.26}$$

Los valores de a y b están dados en el ANEXO 10, pero cabe recalcar que para soldadura se requiere que la superficie sea basta, por lo que se utilizará el acabado forjado.

El factor de tamaño K_b está en base a la geometría de la superficie y se calcula de la siguiente manera:

$$K_b = \left(\frac{d}{7.62} \right)^{-0.1133} \quad \text{EC. 4.27}$$

Donde d es el diámetro (entre 2.79 y 51mm) de la sección y se pone en milímetros. En el caso de que la sección no sea cilíndrica maciza se utiliza un diámetro equivalente (d_e) que para ejes tubulares y ejes de sección rectangular se calculan bajo las fórmulas:

$$d_e = 0.37 \times d \quad \text{EC. 4.28}$$

$$d_e = 0.808 \times \sqrt{(h \times b)} \quad \text{EC. 4.29}$$

La ecuación 4.28 se usa para ejes cilíndricos huecos, y la 4.29 se usa para secciones rectangulares donde h y b son las dimensiones de sección, donde todas las medidas se ponen en milímetros.

El factor de carga K_c y el factor temperatura K_d están dados en el ANEXO 11.

El factor de varios efectos K_e está dado por la siguiente ecuación:

$$K_e = \frac{1}{K_f} \quad \text{EC. 4.30}$$

Kf varía de acuerdo a lo que se está analizando, en el caso particular de soldaduras la siguiente tabla ofrece los valores de Kf.

Por último para determinar el límite de fatiga (Se') se define como:

$$Se' = 0.504 \times Sut \quad \text{EC. 4.31}$$

Donde Sut es la resistencia ultima del material base que está dado en el ANEXO 7.

TABLA 3
VALORES DE LOS FACTORES Kf PARA SOLDADURA

TIPO DE JUNTA	Kf
A tope con refuerzo	1.2
De filete transversal, en la punta	1.5
De filetes paralelos, en el extremo	2.7
A tope en T, con esquinas agudas	2

Una vez definidos cada uno de los componentes se comienza a evaluar usando el acero inoxidable 304 ($S_{ut} = 568 \text{ Mpa}$) y se tiene lo siguiente:

$$K_a = 272 \times 568^{-0.995} = 0.5$$

$$K_b = 0.6$$

$$K_c = 0.577$$

$$K_e = \frac{1}{K_f} = \frac{1}{1.2} = 0.83$$

$$K_d = 1.020$$

$$S_e' = 286.72 \text{ MPa}$$

$$S_e = 0.5 \times 0.6 \times 0.577 \times 0.83 \times 1.020 \times 1.2 \times 286.72 = 50.42 \text{ MPa}$$

Reemplazando los valores en la ecuación 4.16 se tiene:

$$\frac{1.75}{50.42} + \frac{3.151}{380.56} = \frac{1}{n}$$

El factor de seguridad $n = 23$

Se puede apreciar que el factor de seguridad es alto por lo que no va a fallar la soldadura.

Análisis de las Patas

Para analizar las patas que se pondrán en el equipo se lo hace con referencia al DISEÑO DE COLUMNAS. La primera consideración que debe hacerse es acerca del pandeo de las columnas y la segunda es el diseño por fatiga.

Para analizar el pandeo de columnas se usará como referencia la columna de Euler para el diseño de columnas en donde se relacionan dos parámetros, la longitud efectiva de la curva sobre el radio de curvatura y en el otro eje la mitad esfuerzo de fluencia. Esta curva permite determinar que tipo de ecuación utilizar donde existe un punto de inflexión (C_c), si la columna posee un valor de longitud efectiva sobre el radio mayor a ese punto se pueden usar las ecuaciones de la hipérbola de Euler, de lo contrario se deben usar ecuaciones determinadas de manera experimental; a continuación se mostrarán las ecuaciones que permiten determinar que tipo de ecuaciones utilizar.

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \times \pi^2 \times E}{\sigma_y}} \quad \text{EC 4.32}$$

$$\frac{Le}{r} = \frac{K \times L}{\sqrt{I/A}} \quad \text{EC. 4.33}$$

Donde Le se denomina longitud efectiva de la columna, L es la longitud de la columna y K se denomina factor de longitud efectiva y su valor depende de la disposición de los apoyos de la columna, estos valores están tabulados en la siguiente tabla:

TABLA 4
FACTORES DE LONGITUD EFECTIVAS PARA
COLUMNAS

DISPOSICION DE LOS APOYOS	K
Simplemente apoyada	1
Empotrada en ambos extremos	0.5
Empotrada y simplemente apoyada	0.7
Empotrada y libre	2

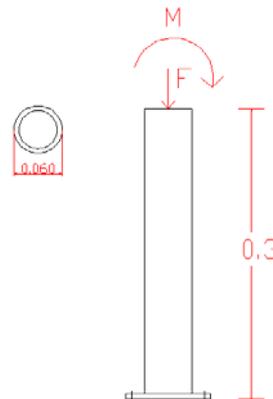


FIGURA 4.8 COLUMNA DE SOPORTE PARA LA OLLA

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 \times 190 \times 10^9}{276 \times 10^6}} = 116.57$$

$$\frac{L_e}{r} = \frac{0.5 \times 0.3}{\sqrt{\frac{\pi/64 \times (0.060^4 - 0.05479^4)}{\left(\pi \frac{0.060^2}{4} - \pi \frac{0.05479^2}{4}\right)}}} = 7.36$$

Por efecto de que (L_e / r) es menor que el valor de C_c , se usarán las ecuaciones experimentales de Euler para la zona parabólica, entonces:

$$P_{cr} = \left[1 - \frac{1}{2} \times \left(\frac{L_e / r}{C_c} \right)^2 \right] \times \sigma_y \times A \quad \text{EC. 4.34}$$

P_{cr} es la fuerza crítica máxima que puede soportar la columna, aplicando la ecuación anterior se tiene lo siguiente:

$$P_{cr} = \left[1 - \frac{1}{2} \times \left(\frac{7.36}{116.57} \right)^2 \right] \times 276 \times 10^6 \times 5.009 \times 10^{-4} = 137972.84 N$$

Luego se realizan los cálculos por fatiga, en estas columnas se producen esfuerzos normales que vienen dados por la fuerza axial y el momento flexionante, se tiene entonces:

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{Mc}{I} \quad \text{EC. 4.35}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{2069.513/3}{5.009 \times 10^{-4}} + \frac{2069.513/3 \times 0.25 \times 0.03155}{2.0792 \times 10^{-7}} = 27.5463 MPa$$

$$\sigma_{\min} = \frac{594.27/3}{5.009 \times 10^{-4}} + \frac{594.27/3 \times 0.25 \times 0.03155}{2.0792 \times 10^{-7}} = 7.9100 MPa$$

Luego se obtiene los valores de los esfuerzos alternantes y medio con las ecuaciones 4.17 y 4.18 y estos valores son:

$$\sigma_a = 9.81 MPa$$

$$\sigma_m = 17.72 MPa$$

Se procede ahora a calcular los factores de corrección del límite de fatiga.

$$Se' = 0.54 (568) = 306.72 MPa$$

$$Ka = 272 \times 568^{-0.995} = 0.5$$

$$K_b = 0.6$$

$$K_c = 0.923$$

$$K_d = 1$$

$$K_e = \frac{1}{K_f} = \frac{1}{1.2} = 0.83$$

$$S_e = 0.5 \times 0.6 \times 0.923 \times 1 \times 1.2 \times 0.83 \times 306.72 = 84.59 \text{ MPa}$$

Se utiliza la ecuación 4.16 con la diferencia de que se utiliza el término S_{ut} en lugar de S_{su} y se obtiene:

$$\frac{9.81}{84.59} + \frac{17.72}{568} = \frac{1}{n}$$

El factor de seguridad es $n = 6.7$

Se llega a un factor de seguridad aceptable para el diseño de columnas, es decir que las dimensiones escogidas trabajarán sin problema alguno.

Selección y Localización de Tuberías y Accesorios

Se van a colocar dos tipos de tuberías que serán una que sirva para rebose y la otra que cumplirá la función de drenaje. Ambas se las pueden encontrar en el ANEXO 2.

La primera se encontrará localizada a 10 cm del borde superior, es una tubería para soldar, el material es de acero

inoxidable AISI – 316 L su diámetro externo es de 33.40mm cedula 10, es decir 2.77 mm de pared.

La tubería que servirá de drenaje será también del mismo material pero con la diferencia que es tubería para roscar, su diámetro exterior es de 48.26mm. y un espesor de pared de 3.68mm. Esta es tubería para roscar debido a que se colocará también una válvula esférica de acero inoxidable.

En la parte inferior de la parte cilíndrica del cuerpo de la olla se va a soldar una unión roscada de $\frac{1}{2}$ " donde se colocará la termocupla que por medio de ella darán las lecturas de temperatura.

Se tiene que acotar también que en la parte del cascarón semiesférico se van a realizar dos perforaciones de 27 mm. que es donde se colocan la entrada y salida del serpentín que trabaja dentro de la olla.

En la figura a continuación se mostrará el diseño completo de la olla con sus accesorios.

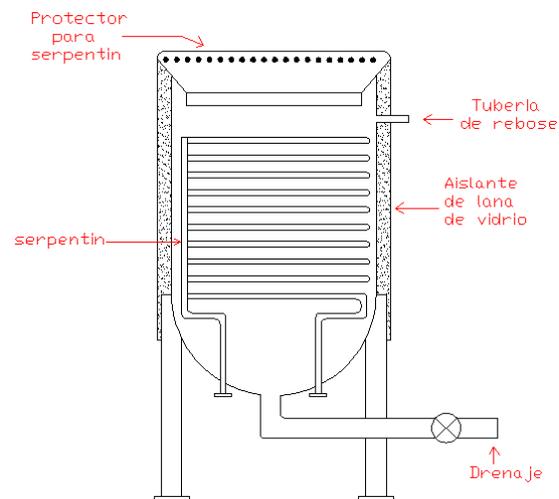


FIGURA 4.9 OLLA PARA PRECOCIDO DE CAMARÓN

4.2.2 Serpentín Helicoidal

Los intercambiadores de tubo en espiral consisten en un grupo de serpentines concéntricos enrollados en espiral, por lo general conectados por múltiples (manifolds).

Este serpentín va a servir para suministrarle el calor necesario al agua que se encuentra dentro de la olla para efectuar la cocción de los camarones.

Diseño del Serpentín Helicoidal

Para su diseño se a tomará en consideración que el material a utilizarse es tubería de acero inoxidable AISI -316 L de $\frac{3}{4}$ "

cédula 10 ó 26.67mm. de diámetro exterior por 2.11mm. de pared y se lo encuentra en el ANEXO 12.

El análisis de flujo es el mismo que se realizó en el diseño del serpentín de tubos, así que se sabe que se trabaja con un flujo laminar completamente desarrollado. Se asume también que el flujo de calor sea constante por lo que se utiliza la ecuación 4.9 para hallar el número de Nusselt.

$$Nu = \frac{hD}{k} = 4.36$$

La conductividad térmica (k) del material se acudirá al ANEXO 6, y se encuentra que acero inoxidable AISI 316-L a 400° K tiene un valor de $k = 15.2 \frac{W}{m^{\circ}K}$.

Se obtiene el valor del coeficiente de transferencia de calor por convección (h).

$$h = \frac{15.2 \times 4.36}{26.67 \times 10^{-3}}$$

$$h = 2484.88 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Para determinar el flujo de calor del serpentín helicoidal hacia el agua de cocción se debe tener en cuenta que la

temperatura óptima a la que el agua se debe encontrar es de 90° C para realizar un eficiente precocido del producto.

Se toma en cuenta también que el aceite térmico cuando ingresa al serpentín tiene una temperatura de 125° C, es decir se asume que no existen pérdidas considerables de calor debido a que las tuberías de transporte desde el serpentín de tubos hasta la olla son de corta longitud, mientras que la temperatura de salida es de 90° C.

Se toma una temperatura de intermedia entre las temperaturas de entrada y de salida. $T \approx 107.5^\circ \text{ C}$ y utilizando la ecuación 4.10 se tiene lo siguiente:

$$q'' = 2484.88 \times (107.5 - 90)$$

$$q'' = 43485.4 \text{ W/m}^2$$

Para encontrar el desarrollo del serpentín, se usará la ecuación 4.11 al igual que en los cálculos del serpentín de tubos.

$$L = \frac{(0.292) \times (0.573 \times 4.184 \times 10^3)}{\pi \times (26.67 \times 10^{-3}) \times (43485.4)} (125 - 90)$$

$$L = 6.72 \text{ m}$$

El serpentín tendrá un diámetro de 0.4m, es así que el número de espiras será:

$$\# \text{Espiras} = \frac{L}{\pi \times D_{\text{serpentin}}}$$

$$\# \text{Espiras} = \frac{6.72}{\pi \times 0.4} = 5.34$$

El serpentín helicoidal poseerá 6 vueltas.

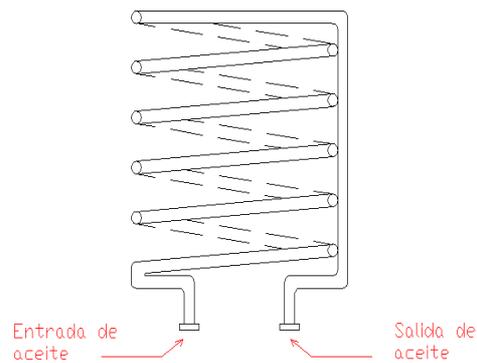


FIGURA 4.10 DISEÑO DE FORMA DEL SERPENTÍN
HELICOIDAL

Tanto en la entrada como en la salida del aceite se colocarán anillos soldados seguidos de dos empaques de vitón que sirven para sellar con el fondo de la olla, anillos móviles, una tuerca y finalmente una unión universal para poder acoplarlos a las tuberías. El detalle de la posición de

cada uno de estos elementos se lo muestra en el gráfico a continuación:

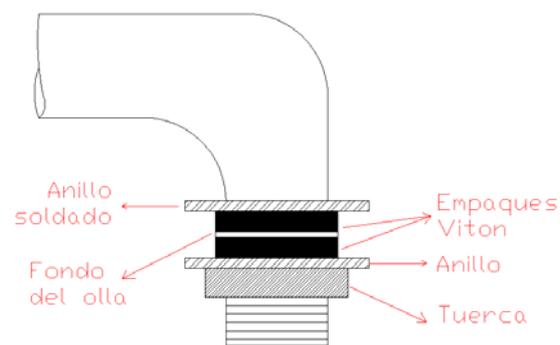


FIGURA 4.11 DESCRIPCIÓN DE ENTRADA Y SALIDA DE ACEITE

4.2.3 Canastilla

Como ya se lo ha mencionado anteriormente la canastilla será la que va a contener el producto dentro de la olla en el momento de la cocción y se harán las consideraciones para el diseño de la canastilla con un peso aproximado de 20 libras de camarón que es lo que se manejará entre 1 a 1 minuto y medio entre cocido y cocido dependiendo también de la rapidez de los trabajadores; pudiendo sobrepasar la meta tope de aproximadamente 2500 libras de camarón cocidas diariamente entre las clases Pomada y Small-Medium.

La forma que llevará la canastilla es cilíndrica, se trabajará con plancha de acero inoxidable 316 L de 1.5 mm. de espesor y se la manda a realizar perforaciones de ϕ 6 mm. al 30% del total de lo que se va a utilizar; los bordes estarán libres de perforaciones para poder realizar sin ningún problema la soldadura. El diseño de forma de la canastilla será el siguiente:

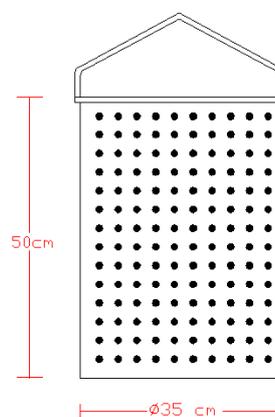


FIGURA 4.12 DISEÑO DE FORMA DE CANASTILLA

Como se va a utilizar plancha perforada, la presión no es un factor a considerar, el análisis más profundo que se realiza es en cuanto a la soldadura de la parte inferior debido a que va a soportar todo el peso del producto más el de la canasta. En la parte superior se colocará una varilla rolada de 9.5 mm. de diámetro para darle mayor rigidez al cuerpo de la canastilla y sobre esta se colocará el gancho de donde

se sujeta la canasta. En la siguiente figura se aprecia la disposición de la soldadura alrededor de toda la base a analizarse.

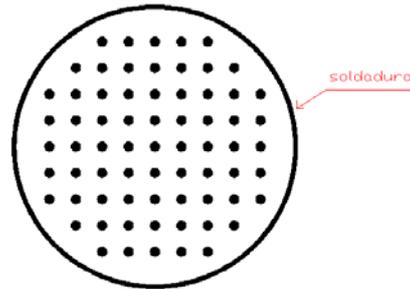


FIGURA 4.13 BASE DE LA CANASTILLA

En el ANEXO 13 se puede encontrar tanto el área como el momento de inercia unitario I_u :

$$A = 1.414 \pi r h$$

$$I_u = \pi r^3$$

Donde h que es la altura de la garganta de la soldadura se lo toma igual a 1.5 mm. Para calcular el factor de seguridad por soldadura estática se utiliza la siguiente ecuación:

$$n = \frac{0.577 \times S_y}{\tau} \quad \text{EC. 4.36}$$

Se encuentra que τ es el esfuerzo principal por las componentes cortantes y de flexión, definidas por las

ecuaciones 4.19 y 4.20 y el principal por la 4.23. Evaluando se obtiene:

$$\tau' = \frac{111.36 + 44.43 + 9.298}{1.414 \times \pi \times 0.17 \times 0.0015} = 1.45 MPa$$

$$\sigma = \frac{165.088 \times (0.175) \times 0.0015}{0.707 \times 0.0015 \times \pi \times (0.175)^3} = 0.002426 MPa$$

$$\tau' = \sqrt{1.45^2 + 0.002426^2} = 1.45 MPa$$

Se evalúa el factor de seguridad sabiendo que el material es acero inoxidable.

$$n = \frac{0.577 \times 276}{1.45}$$

El factor de seguridad es: $n = 109.8$

Este factor de seguridad elevado, se lo acepta, ya que en el momento de trabajo las canastillas son sometidas al maltrato y rudeza de los operarios quienes por no perder tiempo son poco cuidadosos y las golpean. El diseño podría ser de menor espesor pero se expone a una pronta desmejora.

4.2.4 Selección y Descripción de los Controladores Electrónicos

En esta tesis se utiliza un sistema básico para el control de la temperatura en la olla de precocido, para ello se trabaja con un sistema de lazo cerrado que incluye cuatro elementos esenciales y de igual importancia que son:

1. Carga: Es el objeto cuya temperatura se va a mantener en una constante, un valor específico.
2. Calentadores: Proveen calor al sistema, en este caso los quemadores atmosféricos.
3. Sensor: Es el encargado de leer las temperaturas en el sistema, así como una termocupla, y alimenta de información al controlador.
4. Controlador: Dispositivo el cual compara la información recibida del sensor (valor del proceso) con la temperatura decidida (set point). Los controladores ajustan automáticamente el poder con que son alimentados los quemadores para compensar algún aumento o baja de temperatura, cerrando así el lazo.

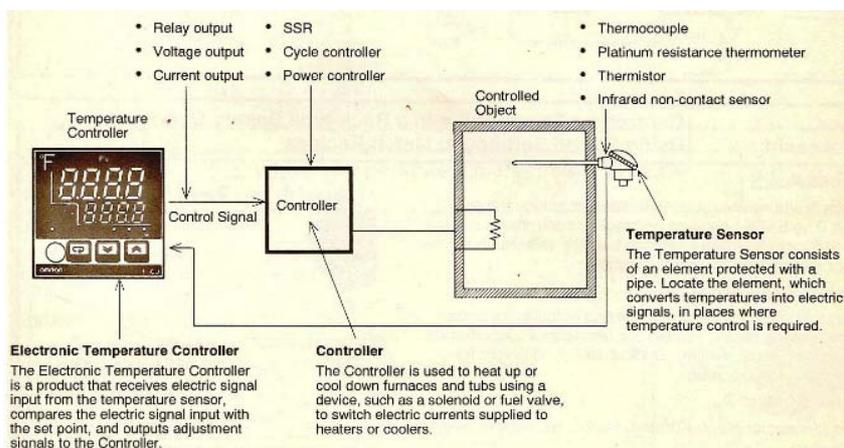


FIGURA 4.14 ESQUEMA DE UN SISTEMA BÁSICO DE CONTROL DE TEMPERATURA

Sensor de Temperatura

Las termocuplas son el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los milivolts el cual aumenta con la temperatura.

Existen una infinidad de tipos de termocuplas, pero casi el 90% de las termocuplas utilizadas son del tipo J ó del tipo K. En esta tesis se usará la termocupla tipo J.

Termocupla Tipo J (Fe - CuNi)

La termocupla Tipo J, conocida como la termocupla hierro - constantán, es la segunda más utilizada en los EE.UU. El hierro es el conductor positivo, mientras que para el conductor negativo se recurre a una aleación de 55 % de cobre y 45 % de níquel (constantán).

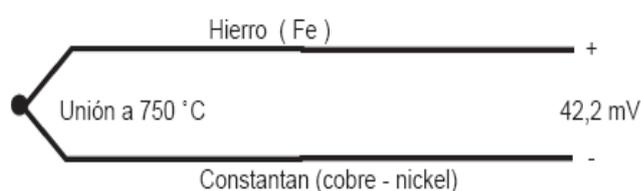


FIGURA 4.15 TERMOCUPLA TIPO J

Las termocuplas Tipo J resultan satisfactorias para uso continuo en atmósferas oxidantes, reductoras e inertes y en vacío hasta 760° C. Por encima de 540° C, el alambre de hierro se oxida rápidamente, requiriéndose entonces alambre de mayor diámetro para extender su vida en servicio. La ventaja fundamental de la termocupla Tipo J es su bajo costo. Las siguientes limitaciones se aplican al uso de termocuplas Tipo J:

- No se deben usar en atmósferas sulfurosas por encima de 540° C.

- A causa de la oxidación y fragilidad potencial, no se las recomienda para temperaturas inferiores a 0° C .
- No deben someterse a ciclos por encima de 760° C , aún durante cortos períodos de tiempo, si en algún momento posterior llegaran a necesitarse lecturas exactas por debajo de esa temperatura.

Controlador de Temperatura

Como se dijo anteriormente, el controlador de temperatura es un dispositivo el cual compara la información recibida del sensor con la temperatura seteada. Para que un controlador de temperatura trabaje correctamente, debe ser considerado mayor energía que la que se requiere para mantener el sistema, y esta se pierde a la mayor temperatura que sea necesitada. Luego, el trabajo de un controlador es regular la energía de entrada a la carga, de acuerdo con las demandas del sistema. La forma en la cual el controlador realiza este cambio de operaciones, en relación con las constantes de tiempo, determinará la exactitud del control.

El controlador de temperatura digital que se va a utilizar en este proyecto es el HANYOUNG NX9 y se lo puede encontrar detalladamente en el ANEXO 14.



FIGURA 4.16 CONTROLADOR DE TEMPERATURA
HANYOUNG NX9

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS DE COSTOS

El análisis de costos es una de los pasos más importantes a seguir para llevar a cabo un proyecto, a fin de poder establecer la inversión que necesitará el mismo.

En este capítulo se realizará el análisis de costos de fabricación de todos los equipos y accesorios descritos en capítulos anteriores, se incluirá también los costos de mano de obra y el beneficio o ganancia que se recibirá por la construcción del equipo.

Las cotizaciones se han realizado enteramente en el mercado nacional contemporáneo a la elaboración de esta tesis.

5.1 Maquinarias y Equipos

El análisis a realizarse en esta sección será en cuanto a la construcción de los equipos ya diseñados y de los accesorios complementarios que se incluyen en dichos equipos. A continuación se mostrarán las tablas con los costos máquina – hora que se necesitan para la construcción de los equipos.

TABLA 5
COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE

PROCESO	HORAS DE USO	COSTO / HORA	COSTO PARCIAL
Cizalla Manual	1	\$7	\$7
Roladora	1	\$25	\$25
Soldadora TIG	5	\$20	\$20
Equipo para Pulido	3	\$12	\$12
Dobladora	1	\$10	\$10
COSTO TOTAL			\$74

TABLA 6

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL FILTRO DE ACEITE

PROCESO	HORAS DE USO	COSTO / HORA	COSTO PARCIAL
Cizalla Manual	1	\$7	\$7
Taladro	1	\$10	\$10
Equipo de Plasma	1	\$20	\$20
Torno	3	\$15	\$45
Soldadora	3	\$20	\$60
Equipo de Pulir	1	\$12	\$12
COSTO TOTAL			\$154

TABLA 7

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL SERPENTÍN DE TUBOS

PROCESO	HORAS DE USO	COSTO / HORA	COSTO PARCIAL
Cortadora de Disco	1	\$8	\$8
Cizalla Manual	3	\$7	\$21
Torno	5	\$15	\$75
Prensa Hidraulica	5	\$25	\$125
Equipo de Plasma	1	\$20	\$20
Soldadora TIG	10	\$20	\$200
COSTO TOTAL			\$449

TABLA 8

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE QUEMADORES

PROCESO	HORAS DE USO	COSTO / HORA	COSTO PARCIAL
Cortadora de Disco	1	\$8	\$8
Cizalla Manual	1	\$7	\$7
Roladora	2	\$25	\$50
Taladro Pedestal	3	\$10	\$30
Soldadora TIG	1	\$20	\$20
Dobladora	1	\$10	\$10
COSTO TOTAL			\$125

TABLA 9

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE OLLA

PROCESO	HORAS DE USO	COSTO / HORA	COSTO PARCIAL
Cizalla Manual	3	\$7	\$21
Equipo de Plasma	1	\$20	\$20
Prensa Hidráulica	5	\$25	\$125
Equipo de Pulido	10	\$12	\$120
Roladora	4	\$25	\$100
Soldadora TIG	24	\$20	\$480
Cortadora de Disco	1	\$8	\$8
Taladro Pedestal	2	\$10	\$20
COSTO TOTAL			\$894

TABLA 10

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE SERPENTÍN HELICOIDAL

PROCESO	HORAS DE USO	COSTO / HORA	COSTO PARCIAL
Cortadora de Disco	1	\$8	\$8
Torno	2	\$15	\$30
Roladora	2	\$25	\$50
Soldadora TIG	4	\$20	\$80
COSTO TOTAL			\$168

TABLA 11

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CANASTILLA

PROCESO	HORAS DE USO	COSTO / HORA	COSTO PARCIAL
Cizalla	1	\$7	\$7
Roladora	1	\$25	\$25
Soldadora TIG	2	\$20	\$40
Pulidora	1	\$12	\$12
COSTO TOTAL			\$84

TABLA 12

COSTOS DE ACOPLA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

PROCESO	HORAS DE USO	COSTO / HORA	COSTO PARCIAL
Cortadora de Disco	1	\$8	\$8
Torno	4	\$15	\$60
Soldadora TIG	4	\$20	\$80
COSTO TOTAL			\$148

5.2 Mano de Obra

A continuación se detallarán los costos en cuanto se refiere a la mano de obra, es decir lo que se les pagará a los trabajadores y operarios de las máquinas herramientas por la construcción de los equipos.

TABLA 13

MANO DE OBRA EMPLEADA EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

TRABAJADOR	TIEMPO	COSTO / DIA	COSTO PARCIAL
Armador	2 días	\$20	\$40
Soldador	2 días	\$25	\$50
Ayudante	2 días	\$12	\$24
COSTO TOTAL			\$114

TABLA 14

MANO DE OBRA EMPLEADA EN FILTRO DE ACEITE

TRABAJADOR	TIEMPO	COSTO / DIA	COSTO PARCIAL
Armador	1 día	\$20	\$20
Soldador	1 día	\$25	\$25
Tornero	1 día	\$20	\$20
2 ayudantes	1 día	\$24	\$24
COSTO TOTAL			\$89

TABLA 15

MANO DE OBRA EMPLEADA EN EL SERPENTÍN DE TUBOS

TRABAJADOR	TIEMPO	COSTO / DIA	COSTO PARCIAL
Armador	3 días	\$20	\$60
Tornero	2 días	\$20	\$40
Soldador	2 días	\$25	\$50
2 ayudantes	3 días	\$24	\$72
COSTO TOTAL			\$222

TABLA 16

MANO DE OBRA EMPLEADA EN LOS QUEMADORES

TRABAJADOR	TIEMPO	COSTO / DIA	COSTO PARCIAL
Armador	2 días	\$20	\$40
Soldador	1 días	\$25	\$25
1 ayudante	2 días	\$12	\$24
COSTO TOTAL			\$89

TABLA 17

MANO DE OBRA EMPLEADA EN LA OLLA DE COCCIÓN

TRABAJADOR	TIEMPO	COSTO / DIA	COSTO PARCIAL
Armador	5 días	\$20	\$100
Soldador	5 días	\$25	\$125
3 ayudantes	5 días	\$36	\$180
COSTO TOTAL			\$405

TABLA 18

MANO DE OBRA EMPLEADA EN EL SERPENTÍN

HELICOIDAL

TRABAJADOR	TIEMPO	COSTO / DIA	COSTO PARCIAL
Armador	1 día	\$20	\$20
Soldador	1 día	\$25	\$25
Tornero	1 día	\$20	\$20
2 ayudantes	1 día	\$24	\$24
COSTO TOTAL			\$89

TABLA 19
 MANO DE OBRA EMPLEADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA
 CANASTILLA

TRABAJADOR	TIEMPO	COSTO / DIA	COSTO PARCIAL
Armador	1 día	\$20	\$40
Soldador	1 día	\$25	\$25
2 ayudante	1 día	\$12	\$24
COSTO TOTAL			\$89

TABLA 20
 MANO DE OBRA EMPLEADA EN ACOPLA DE TUBERÍAS Y
 ACCESORIOS

TRABAJADOR	TIEMPO	COSTO / DIA	COSTO PARCIAL
Armador	1 día	\$20	\$20
Soldador	1 día	\$25	\$25
Tornero	1 día	\$20	\$20
2 ayudantes	1 día	\$24	\$24
COSTO TOTAL			\$89

5.3 Materia Prima

Se procede a detallar la cantidad de material a utilizarse y los accesorios con sus respectivos costos incluido el IVA.

TABLA 21
MATERIALES Y ACCESORIOS PARA EL TANQUE DE
ALMACENAMIENTO

MATERIAL	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Plancha de AISI 304 de 1mm de espesor	\$195.55	1	\$195.55
Union universal 316- L	\$12	2	\$24
COSTO TOTAL			\$219.55

TABLA 22
MATERIALES Y ACCESORIOS PARA FILTRO DE ACEITE

MATERIAL	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 1.5mm de espesor	\$291.05	$\frac{1}{4}$	\$72.76
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 6mm de espesor	\$1,150	$\frac{1}{8}$	\$143.75
Plancha perforada R1 T2 de 1mm de espesor	\$236.14	$\frac{1}{8}$	\$29.51
Union universal 316- L	\$12	2	\$24
COSTO TOTAL			\$270.02

TABLA 23
MATERIALES Y ACCESORIOS PARA QUEMADORES
ATMOSFÉRICOS

MATERIAL	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Tubería de acero inoxidable redonda 25 x 1.2mm	\$42.73	$\frac{1}{8}$	\$5.34
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 1.2mm de espesor	\$237.82	$\frac{1}{8}$	\$29.72
COSTO TOTAL			\$35.06

TABLA 24
MATERIALES Y ACCESORIOS PARA SERPENTÍN DE TUBOS

MATERIAL	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Tubería 26.67mm cédula 10	\$63.77	1	\$63.77
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 2mm de espesor	\$382.10	$\frac{1}{16}$	\$24
Unión universal 316- L	\$12	2	\$24
COSTO TOTAL			\$111.77

TABLA 25

MATERIALES Y ACCESORIOS PARA OLLA DE PRECOCIDO

MATERIAL	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Plancha de acero inoxidable AISI 316 de 2mm de espesor	\$828.80	1 ½	\$1,243.20
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 1.5mm de espesor	\$291.05	1/12	\$24.25
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 1mm de espesor	\$191.42	1	\$191.42
Tubería de acero inoxidable 50 mm cédula 40	\$280.47	1/6	\$46.74
Termocupla tipo J	\$19.95	1	\$19.95
HANYOUNG NX9	\$45	1	\$45
COSTO TOTAL			\$1,570.55

TABLA 26

MATERIALES Y ACCESORIOS PARA SERPENTÍN HELICOIDAL

MATERIAL	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Tubería acero inoxidable 316 26.67mm cédula 10	\$151.20	1 ½	\$226.80
Unión universal 316- L	\$12	2	\$24
COSTO TOTAL			\$250.80

TABLA 27

MATERIALES Y ACCESORIOS PARA CANASTILLA

MATERIAL	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Plancha perforada R6 T8.5 de acero inoxidable 316, 1.5 mm	\$627.87	½	\$313.93
Varilla 9.5mm de acero inoxidable 316	\$86.32	½	\$43.16
COSTO TOTAL			\$357.10

TABLA 28
MATERIALES Y ACCESORIOS EN LA INSTALACIÓN Y ACOPLE
DE TUBERÍAS

MATERIAL	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO PARCIAL
Bomba Dayton No.2P105, 3450 RPM	\$341	1	\$341
Tubería 26.67mm cédula 10 de AISI 304	\$63.77	1	\$63.77
Codo 90° corto para soldar a tope sch 10 de ¾"	\$2.90	7	\$20.30
Válvulas esféricas de acero inoxidable ¾"	\$4.10	2	\$8.20
COSTO TOTAL			\$433.27

Finalmente se considerará una ganancia del 30% por el diseño y la construcción de los equipos descritos; en la siguiente tabla se mostrarán entonces los valores finales y posteriormente el valor total de los equipos incluyendo la instalación de los mismos.

TABLA 29
COSTOS FINALES DE LOS EQUIPOS DISEÑADOS

	Costos de Construcción	Mano de Obra	Materia Prima	Beneficios del 30%	COSTO TOTAL
TANQUE	\$74	\$114	\$219.55	\$122.26	\$529.81
FILTRO DE ACEITE	\$154	\$89	\$270.02	\$153.90	\$666.92
SERPENTIN DE TUBOS	\$449	\$222	\$111.77	\$234.83	\$1,017.60
QUEMADORES ATMOSFERIC	\$125	\$89	\$35.06	\$74.71	\$323.77
OLLA	\$894	\$405	\$1,570.55	\$860.86	\$2,317.41
SERPENTIN HELICOIDAL	\$168	\$89	\$250.80	\$152.34	\$660.14
CANASTILLA	\$84	\$89	\$357.10	\$159.03	\$689.13
INSTALACION DE TUBERIAS	\$148	\$89	\$433.27	\$201.08	\$871.35

El valor total de la construcción y el diseño del proceso de precocido de camarón es:

\$ 7076.13 (SIETE MIL SETENTA Y SEIS 13/100 DÓLARES AMERICANOS).

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

1. Con las dimensiones que se le ha dado a la canastilla y asumiendo que los operadores no demorarán mas de lo establecido en cocinar el camarón, se lograrán procesar alrededor de 3850 libras, superando las 2500 libras que se cuecen diariamente.
2. Todas las superficies que toque el camarón serán de material apropiado resistente a la corrosión, liso y fácil de limpiar.
3. La olla estará construida en forma que permita un suministro constante y suficiente de calor de tal modo que todos los camarones reciban el mismo tiempo de exposición y a la misma temperatura de cocción.

4. El equipo de calentamiento usado en la cocción deberá estar dotado de dispositivos automáticos de control y registro de temperatura.
5. Cuando deja de trabajar la bomba, automáticamente dejan de trabajar los quemadores, evitando así que el aceite que queda en el serpentín se quemé y por consiguiente se polimerice.
6. Siguiendo las recomendaciones de esta tesis, el sistema de cocción de camarón podrá estar operativo unos 6 años.

RECOMENDACIONES:

1. Se recomienda realizar el cambio del aceite térmico cada 8 meses para evitar así que disminuyan sus propiedades.
2. Realizar limpieza del filtro de cada 30 días para evitar que cualquier impureza obstruya el flujo normal del aceite.
3. Los quemadores y las boquillas del mismo deberán estar sometidos a inspección y limpieza cada 8 meses.
4. Realizar mediciones periódicas de temperatura para observar el comportamiento y desempeño del sistema.

ANEXO 1

CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE TÉRMICO

TEXATHERM 22

Color	ASTM D1500	3 máx
Densidad a 15 °C	Kg/l	0.876
Densidad a 180 °C	Kg/l	0.774
Densidad a 200 °C	Kg/l	0.761
Densidad a 250 °C	Kg/l	0.730
Viscosidad Cinemática a 40 °C	mm ² /s	19-22
Punto de Inflamación	°C	190
Punto de Congelación	°C	<-40
Calor Específico a 20 °C	Kcal/Kg	0.440
Calor Específico a 197 °C	Kcal/Kg	0.573
Calor Específico a 300 °C	Kcal/Kg	0.114
Conductividad Térmica a 45 °C	Kcal/mh °C	0.113
Conductividad Térmica a 90 °C	Kcal/mh °C	0.110
Conductividad Térmica a 320 °C	Kcal/mh °C	0.096
Capacidad Calorífica a 15 °C	Kcal/Kg °C	0.423
Capacidad Calorífica a 50 °C	Kcal/Kg °C	0.456
Capacidad Calorífica a 150 °C	Kcal/Kg °C	0.550
Capacidad Calorífica a 200 °C	Kcal/Kg °C	0.596
Capacidad Calorífica a 300 °C	Kcal/Kg °C	0.693
Presión de Vapor a 45 °C	mm Hg	0.02
Presión de Vapor a 100 °C	mm Hg	0.70
Presión de Vapor a 150 °C	mm Hg	7.90
Corrosión Lámina de Cobre		1 A
Número de Neutralización	mg KOH/g	0.01
Temperatura de Utilización	°C	-40 a +340

ANEXO 2

TUBERÍAS DE ACERO INOXIDABLE

TUBERIA SOLDADA DE ACERO INOXIDABLE AISI-304 L TIPO SCH No Pulida para Soldar y Roscar

ANALISIS TIPICO

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
AISI 304 L	≤ 0.030%	≤ 1.00%	≤ 2.00%	≤ 0.045%	≤ 0.030%	8.00-12.00%	18.00-20.00%

PROPIEDADES MECANICAS A TEMPERATURA AMBIENTE

Resistencia a la tracción (Rm)	78.000 ps
Límite fluencia (Rp 0.2)	34.000 ps
Elongación en 2"	50%

TUBERIA PARA SOLDAR

1/2"	SCH-10	21.34	mm	Ø	EXT. x	2.11	mm	DE PARED
3/4"	SCH-10	26.67	mm	Ø	EXT. x	2.11	mm	DE PARED
1"	SCH-10	33.40	mm	Ø	EXT. x	2.77	mm	DE PARED
1 1/2"	SCH-10	48.26	mm	Ø	EXT. x	2.77	mm	DE PARED
2"	SCH-10	60.33	mm	Ø	EXT. x	2.77	mm	DE PARED

TUBERIA PARA ROSCAR

3/4"	SCH-40	26.67	mm	Ø	EXT. x	2.87	mm	DE PARED
1"	SCH-40	33.40	mm	Ø	EXT. x	3.38	mm	DE PARED
1 1/2"	SCH-40	48.26	mm	Ø	EXT. x	3.68	mm	DE PARED
2"	SCH-40	60.33	mm	Ø	EXT. x	3.91	mm	DE PARED



ANEXO 3

BOMBA PARA FLÚIDO TÉRMICO

All-Bronze Turbine Pumps

- Heavy-duty cast-bronze housing
- Dayton 3450 RPM motors
- NEMA 56J mounting face
- Liquid temperature range: 40° to 160°F

Pumps handle high-pressure liquid transfer applications up to 130 psi, where no suction lift is required, and entrapped gases without vapor locking. Inlet strainer should be used on most applications. Easily accessible front drain plug for draining liquid. Wetted parts are bronze/brass, Buna N, carbon/ceramic, and 316 stainless steel. All motors have ball bearings and threaded stainless steel shafts. Single-phase motors have thermal overload protection; three-phase motors do not have thermal overload protection; see page 2736 to order pump control box. Max viscosity: 100 SSU. No metal-to-metal contact.

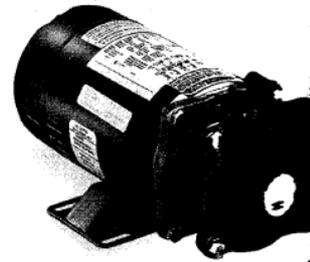
Uses: For Industrial and commercial applications, boiler feed, condensation return, pressure service, water treatment, reverse osmosis filtration, spray equipment, and liquid transfer.

Note: A suitable relief valve, such as No. 2X318 (on page 2907), should be installed to assure maximum psi is not exceeded; otherwise, electric motor/pump may be damaged. Not for use with highly viscous or abrasive liquids.

No. 4VA94



No. 2P105



HP	Motor Type	Volts 60 Hz	Inlet (In.) (F)NPT	Outlet (In.) (F)NPT	Dimensions (In.)				GPM of Water @ Total Pressure (psi)*						Max. psi †	Item No.	
					H	W	L	Ø	10	20	40	60	80	100			120
3/4	1-Phase ODP	115/230	1	1	6½	6½	13¼	5.6	5.2	4.9	4.3	3.8	3.3	2.8	2.2	120	2P105
3/4	3-Phase TEFC	220/440	1	1	6½	6½	13¼	5.6	5.2	4.9	4.3	3.8	3.3	2.8	2.2	120	2P107
1½	1-Phase ODP	115/230	1	1	6½	6½	14¼	9.0	8.9	8.7	8.1	7.2	6.3	5.3	4.3	130	2P106
1½	3-Phase TEFC	220/440	1	1	6½	6½	14¼	9.0	8.9	8.7	8.1	7.2	6.3	5.3	4.3	130	2P108

Replacement Mechanical Seals For Nos. 2P105, 2P106, 2P107, and 2P108

316 SS Buna N Carbon Ceramic, -25° to 160°F Fluid Rating	4VB18
316 SS Viton Carbon Ceramic, 40° to 200°F Fluid Rating	4VA94

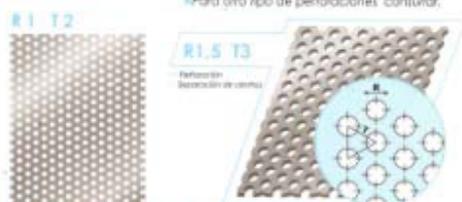
(*) With 1 psi positive suction head (flooded suction). (†) To convert to feet of head, multiply by 2.31.

ANEXO 4

PLANCHAS PERFORADAS

Perforaciones: Desde 0,5 mm. a 50 mm.
Espesores: Desde 0,5 mm. a 10 mm. (según perforación)
Dimensiones: Planchas de 1X2 mts.
Materiales: Hierro, Acero inox, Galvanizado, Aluminio.

*Para otro tipo de perforaciones consultar.



R	T	%	ESPESOR																		
			0,5	0,8	1	1,2	1,5	2	3	4	5	10									
0,5	1,25	14,1	*																		
0,8	1,45	20,1	*																		
0,8	2	14,1	*																		
1	2	23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1,2	2,25	14,1	*																		
1,5	2	23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1,5	3	33	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	2,5	30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	4	20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2,5	4	20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2,5	1	33	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	3	33	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	4	20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3,5	4	31	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	4	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	7	30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	7	44	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	1	33	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	1,5	44	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	10	23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	10	44	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	11	27	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	11	46	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	12	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	16	24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	Mód.	43	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	19	46	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	14	37	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	14	44	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	16	40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	18	26	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	14	31	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	17	42	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	20	23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14	20	44	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14	18	33	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14	22	42	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14	24	24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16	Mód.	23,3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
20	20	50	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
20	27	47	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	27	45	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	42	39	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Aplicaciones:
 Cribas - Zorandas - Clasificación de minerales -
 Clasificación de cereales - Maquinas agrícolas -
 Filtros - Industria del cemento - Fábricas de
 Papel - Azucareras - Instalaciones Carboníferas -
 Electrodomésticos - Protecciones -
 Ornamentación y Decoración - etc.



© REPERMETAL S.A. 2004 Todos los derechos reservados.

ANEXO 5

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS

ACCESORIOS ROSCADOS PARA 150 psi SCH 40

TIPO	DIMENSIONES	
CODO 90° - 316 L	1/2"	
CODO 90° - 316 L	3/4"	
CODO 90° - 316 L	1"	
CODO 90° - 316 L	1 1/4"	
CODO 90° - 316 L	1 1/2"	
CODO 90° - 316 L	2"	
PARA SER USADO CON TUBERIA SCH-40 ROSCADA		
TIPO	DIMENSIONES	
CODO 45° - 316 L	1/2"	
CODO 45° - 316 L	3/4"	
CODO 45° - 316 L	1"	
CODO 45° - 316 L	1 1/4"	
CODO 45° - 316 L	1 1/2"	
CODO 45° - 316 L	2"	
PARA SER USADO CON TUBERIA SCH-40 ROSCADA		
TIPO	DIMENSIONES	
TEE - 316 L	1/2"	
TEE - 316 L	3/4"	
TEE - 316 L	1"	
TEE - 316 L	1 1/4"	
TEE - 316 L	1 1/2"	
TEE - 316 L	2"	
PARA SER USADO CON TUBERIA SCH-40 ROSCADA		
TIPO	DIMENSIONES	
UNION - 316 L	1/2"	
UNION - 316 L	3/4"	
UNION - 316 L	1"	
UNION - 316 L	1 1/4"	
UNION - 316 L	1 1/2"	
UNION - 316 L	2"	
PARA SER USADO CON TUBERIA SCH-40 ROSCADA		

ANEXO 6

PROPIEDADES TERMOFÍSICAS DEL ACERO INOXIDABLE A VARIAS TEMPERATURAS

Composición	de fusión (K)	ρ (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	k (W/m · K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)																
						100	200	400	600	800	1000	1200	1500	2000							
Aceros inoxidable																					
AISI 302		8055	480	15.1	3.91				17.3	20.0	22.8	25.4									
									512	559	585	606									
AISI 304	1670	7900	477	14.9	3.95	9.2	12.6	16.6	19.8	22.6	25.4	28.0	31.7								
						272	402	515	557	582	611	640	682								
AISI 316		8238	468	13.4	3.48			15.2	18.3	21.3	24.2										
								504	550	576	602										
AISI 347		7978	480	14.2	3.71			15.8	18.9	21.9	24.7										
								513	559	585	606										

ANEXO 7

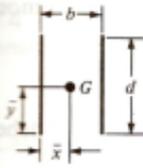
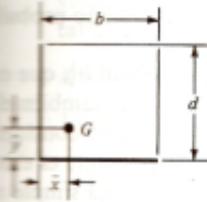
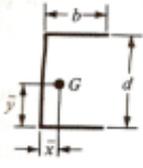
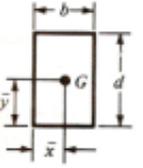
COEFICIENTES DE RESISTENCIA DE MATERIALES

Resultados de pruebas a la tensión de algunos metales*

NÚMERO	MATERIAL	CONDICIÓN	RESISTENCIA				EXP. RESIST. A DEFORM., m	DEFORM. A LA FRACT., ϵ_f
			DE FLUENCIA, S_y , MPa (kpsi)	ÚLTIMA, S_u , MPa (kpsi)	DE FRACTURA, σ_f , MPa (kpsi)	COEFICIENTE DE, σ_o , MPa (kpsi)		
1018	Acero	Recocido	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1)†	620 (90.0)	0.25	1.05
1144	Acero	Recocido	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130)†	992 (144)	0.14	0.49
1212	Acero	HR	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106)†	758 (110)	0.24	0.85
1045	Acero	Q&T 600°F	1520 (220)	1580 (230)	2380 (345)	1880 (273)†	0.041	0.81
4142	Acero	Q&T 600°F	1720 (250)	1930 (210)	2340 (340)	1760 (255)†	0.048	0.43
303	Acero inoxidable	Recocido	241 (35.0)	601 (87.3)	1520 (221)†	1410 (205)	0.51	1.16
304	Acero inoxidable	Recocido	276 (40.0)	568 (82.4)	1600 (233)†	1270 (185)	0.45	1.67
2011	Aleación de aluminio	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2)†	620 (90)	0.28	0.10
2024	Aleación de aluminio	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3)†	689 (100)	0.15	0.18
7075	Aleación de aluminio	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102)†	882 (128)	0.13	0.18

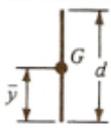
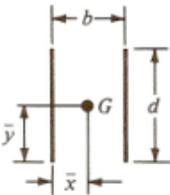
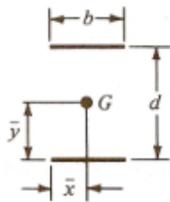
ANEXO 8

PROPIEDADES A LA TORSIÓN DE JUNTAS SOLDADAS A FILETE

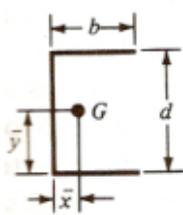
	SOLDADURA	ÁREA DE GARGANTA	UBICACIÓN DE G	SEGUNDO MOMENTO POLAR DE ÁREA UNITARIO
		$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$
		$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
		$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b + d)}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b + d)}$	$J_u = \frac{(b + d)^4 - 6b^2d^2}{12(b + d)}$
		$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b + d}$
		$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{(b + d)^3}{6}$
		$A = 1.414\pi hr$		$J_u = 2\pi r^3$

ANEXO 9

PROPIEDADES A LA FLEXIÓN DE UNIONES DE SOLDADURA DE FILETE

FORMA DE UNIÓN	ÁREA DE GARGANTA	UBICACIÓN DE G	SEGUNDO MOMENTO ÁREA UNITARIO
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hb$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$

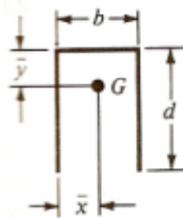
FORMA DE UNIÓN	ÁREA DE GARGANTA	UBICACIÓN DE G	SEGUNDO MOMENTO ÁREA UNITARIO
----------------	------------------	----------------	-------------------------------



$$A = 0.707h(2b + d) \quad \bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$$

$$\bar{y} = d/2$$

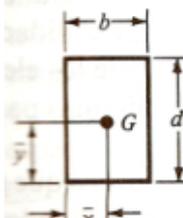
$$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$$



$$A = 0.707h(b + 2d) \quad \bar{x} = b/2$$

$$\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$$

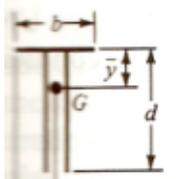
$$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$$



$$A = 1.414h(b + d) \quad \bar{x} = b/2$$

$$\bar{y} = d/2$$

$$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$$



$$A = 0.707h(b + 2d) \quad \bar{x} = b/2$$

$$\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$$

$$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$$

ANEXO 10

FACTORES DE ACABADO DE SUPERFICIE

ACABADO DE SUPERFICIE	FACTOR <i>a</i>		EXPONENTE <i>b</i>
	kpsi	MPa	
Esmerilado (rectificado)	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o estirado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Forjado	39.9	272.	-0.995

ANEXO 11

FACTOR DE CARGA (KC)

$$k_c = \begin{cases} 0.923 & \text{carga axial} & S_{ut} \leq 220 \text{ kpsi (1520 MPa)} \\ 1 & \text{carga axial} & S_{ut} > 220 \text{ kpsi (1520 MPa)} \\ 1 & \text{flexión} & \\ 0.577 & \text{torsión y cortante} & \end{cases}$$

FACTOR DE TEMPERATURA (KD)

TEMPERATURA, °C	S_T/S_{RT}	TEMPERATURA, °F	S_T/S_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.927	700	0.927
400	0.922	800	0.872
450	0.840	900	0.797
500	0.766	1000	0.698
550	0.670	1100	0.567
600	0.546		

ANEXO 12

TUBERÍAS DE ACERO INOXIDABLE

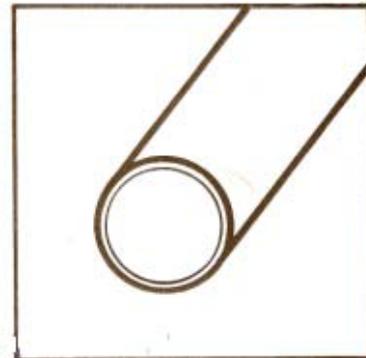
TUBERIA SOLDADA DE ACERO INOXIDABLE AISI-316 L
No Pulida para Soldar

ANALISIS TIPICO

Aisi 316 L	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
	< 0.030%	< 1.00%	< 2.00%	< 0.045%	< 0.030%	10.00-14.00%	16.00-18.00%	2.00-3.00%

PROPIEDADES MECANICAS A TEMPERATURA AMBIENTE

Resistencia a la tracción (Rm)	80.000 psi
Límite fluencia (Rp 0.2)	35.000 psi
Elongación en 2"	55%

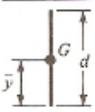
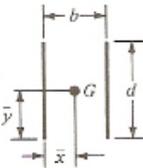
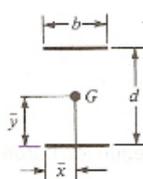
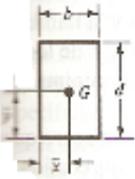
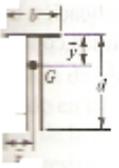
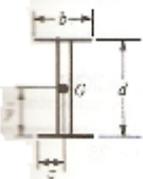


DIMENSIONES

1/2"	SCH-10	21.34	mm	Ø	EXT. x	2.11	mm	DE PARED
3/4"	SCH-10	26.67	mm	Ø	EXT. x	2.11	mm	DE PARED
1"	SCH-10	33.40	mm	Ø	EXT. x	2.77	mm	DE PARED
1 1/4"	SCH-10	42.16	mm	Ø	EXT. x	2.77	mm	DE PARED
1 1/2"	SCH-10	48.26	mm	Ø	EXT. x	2.77	mm	DE PARED
2"	SCH-10	60.33	mm	Ø	EXT. x	2.77	mm	DE PARED

ANEXO 13

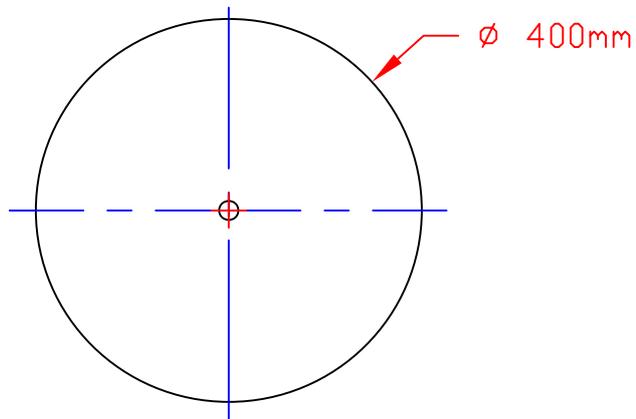
PROPIEDADES A LA FLEXIÓN DE UNIONES DE SOLDADURA DE FILETE

FORMA DE UNIÓN	ÁREA DE GARGANTA	UBICACIÓN DE G	SEGUNDO MOMENTO ÁREA UNITARIO
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hb$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 1.414\pi r^2$	$I_u = \pi r^3$	

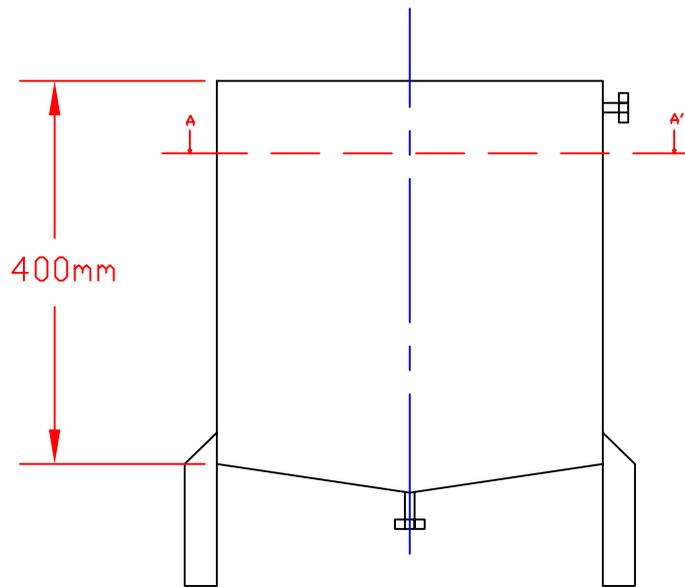
ANEXO 14

HANYOUNG NX9

MODEL	NX9
Appearance (mm)	96(W)X96(H)X100(D)
Function	<ul style="list-style-type: none"> • Fuzzy • External contact input • Input filter : OFF, 1~120sec • 2 Alarm outputs • Interface(RS/485/422) • Group PID • Heating/Cooling control • Heating/Cooling hysteresis • Auto tuning • Heater Break Alarm(HBA1) • Zone PID • Output Limitation • Retransmission output --(PV, SV, MV) • Universal-input/output • IP 65 front facia
Input	Thermocouple : K, J, E, T, R, S, B, L, N, U, WRe 5-26, PL-II R.T.D : Pt 100Ω, KPt 100Ω Direct voltage : 1~5V, 1~10V, -0~20mV, 0~100mV -----(Free scale type)
Sampling cycle	250ms
Input display resolution	Below decimal point of Input signal and Measuring range
Input impedance	T/C and mV input : Min, 1MΩ DC V : 1MΩ
Lead wire tolerable resistance	R.T.D : Max. 150Ω / wire (notice : Identical conductor resistance between 3wires)
Input tolerable voltage	±10V (T/C, R.T.D, Voltage : mV DC), ±20V(Voltage : V DC)
Noise removal rate	NMRR(Nomal mode) : 40dB min. CMRR(Common mode) : 120dB min.(50/60Hz ±1%)
Standard	T/C, R.T.D : KS, IEC, DIN
Standard junction temp.	±1.5°C(15~35°C), ±2.0°C(0~50°C)
Burn-oup	T/C : OFF, Up/Down selectable R.T.D : OFF, UP selectable (Detection current : 50mA)
Accuracy	±0.5% (Full scale)
Power supply for sensor	DC 24V(Internal resistance : 1.2kΩ) Max 50mA DC 15V(Internal resistance : 600°C)



CORTE A-A'



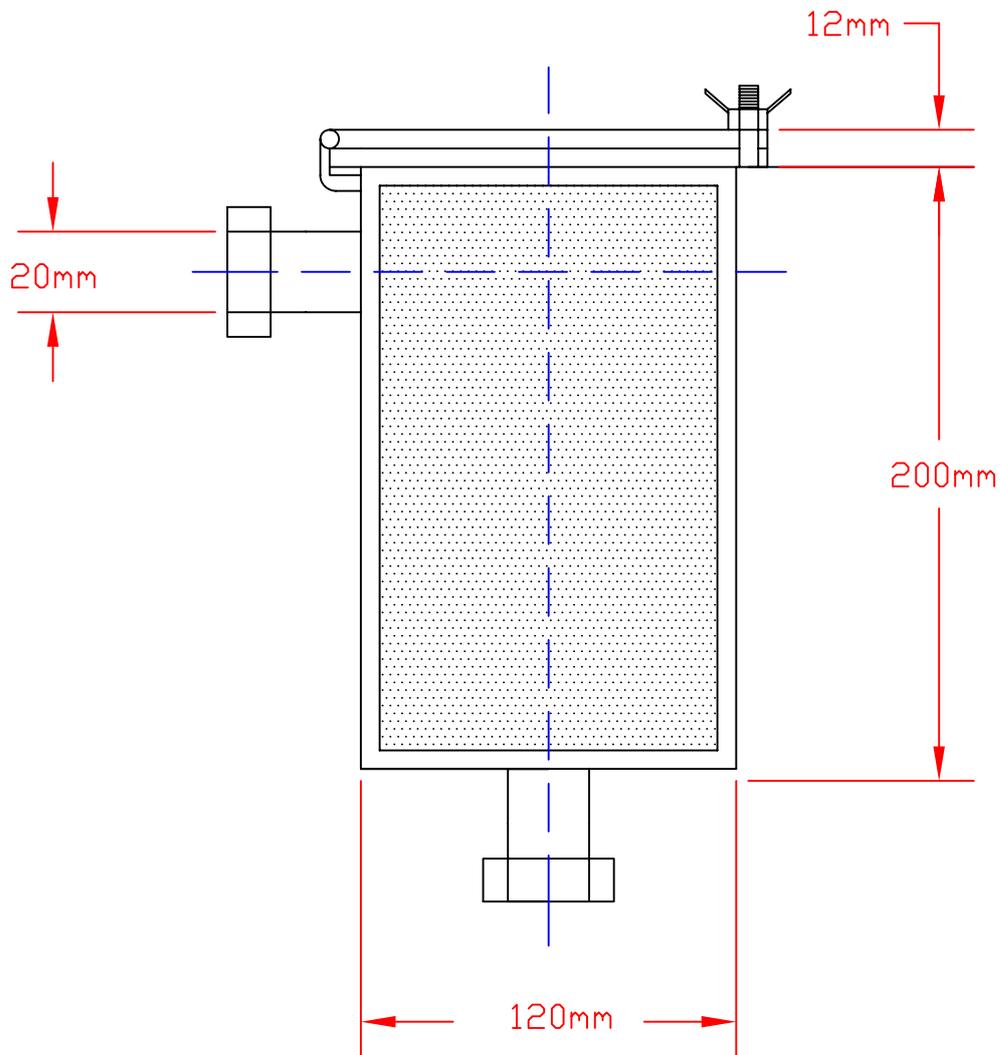
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y
CIENCIAS DE LA PRODUCCION

TANQUE DE
ALMACENAMIENTO

Plano: 1

Nombre: Jesse Hunter Valle

Material: Acero inoxidable 304L

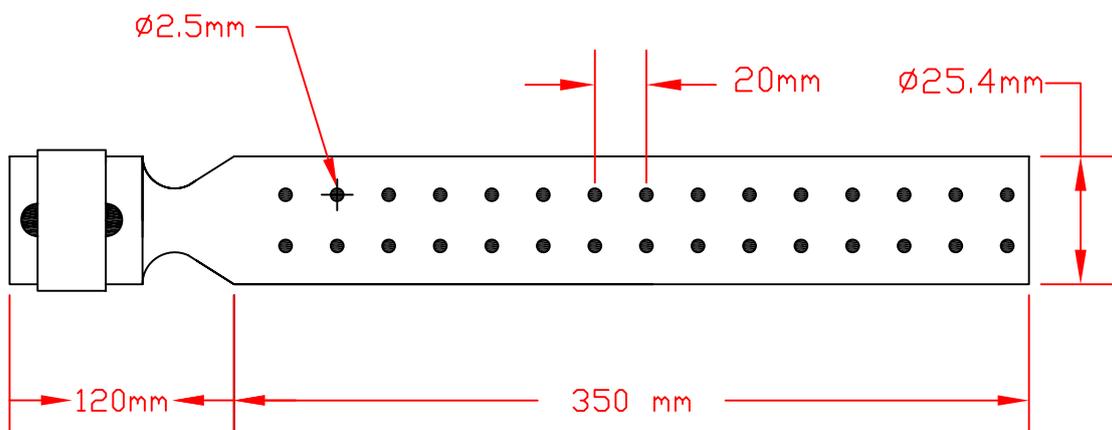


FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y
CIENCIAS DE LA PRODUCCION

FILTRO DE ACEITE

Plano: 2 | Nombre: Jesse Hunter Valle

Material: Acero inoxidable 304

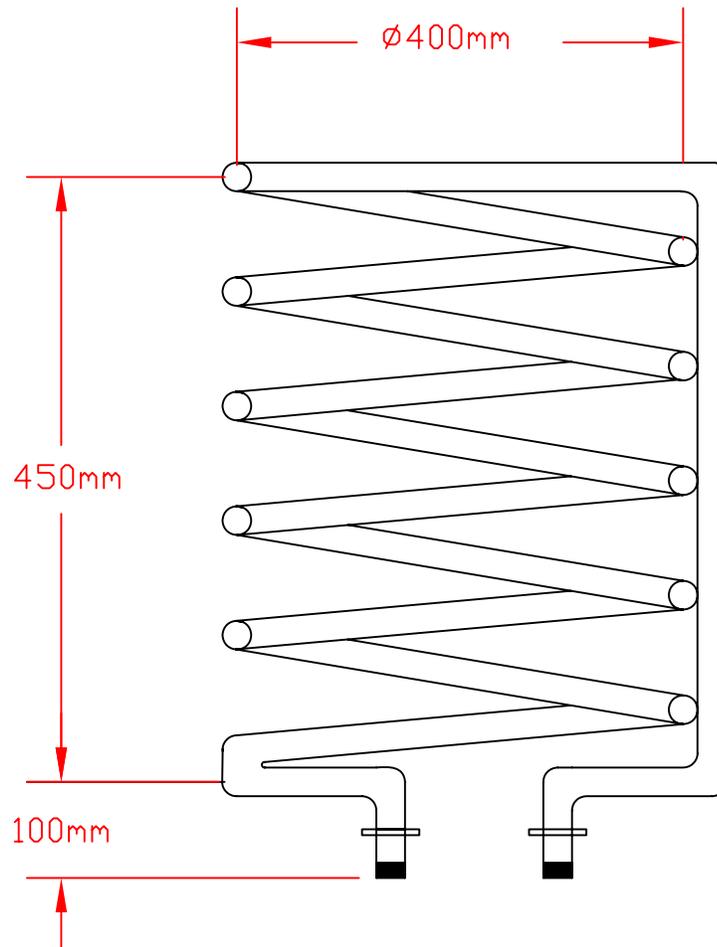


FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y
CIENCIAS DE LA PRODUCCION

QUEMADOR ATMOSFERICO

Plano: 3 | Nombre: Jesse Hunter Valle

Material: Acero inoxidable 304

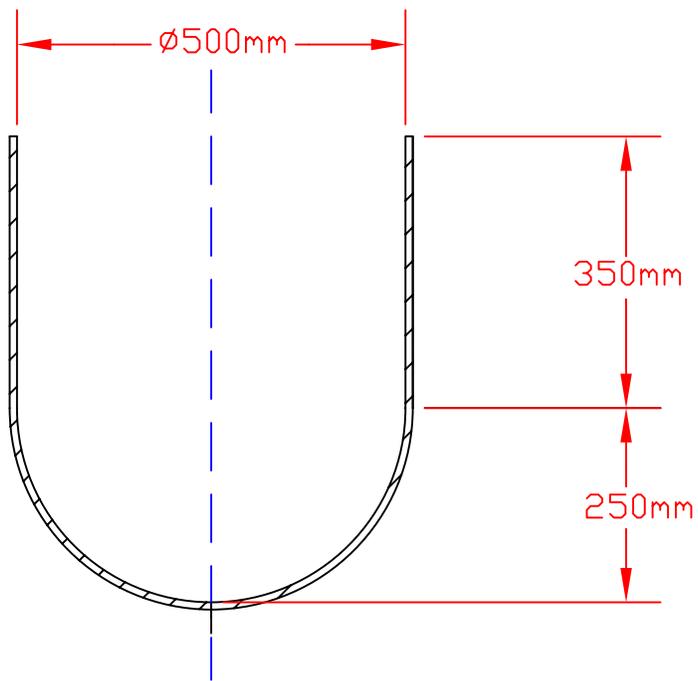
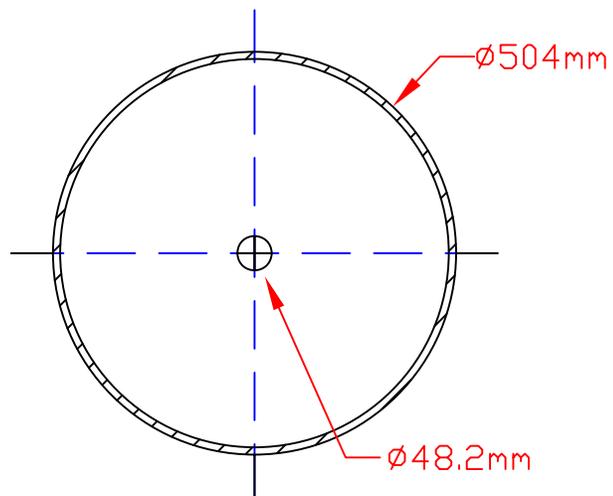


FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y
CIENCIAS DE LA PRODUCCION

SERPENTIN HELICOIDAL

Plano: 4 | Nombre: Jesse Hunter Valle

Material: Acero inoxidable 316L



FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y
CIENCIAS DE LA PRODUCCION

CUERPO DE OLLA

Plano: 5

Nombre: Jesse Hunter Valle

Material: Acero inoxidable 316L

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. GRAINGER, Catálogo de Bombas.
- [2]. IVAN BOHMAN, Catálogo de Aceros Especiales y Productos.
- [3]. REPERMETAL, Catálogo de Productos.
- [4]. SHIGLEY JOSEPH E, Diseño en Ingeniería Mecánica, Editorial Mc Graw Hill, México Septiembre de 1990.
- [5]. INCROPERA FRANK E, DE WITT DAVID P, Fundamentos de Transferencia de Calor, Editorial Prentice Hall, Mexico 1999.
- [6]. KARPICORP S.A., www.karpicorp.com.
- [7]. VASQUEZ, A. "Diagramas de Flujo", Q Grupo Asesor S.A., qgrupoasesor.com/, Julio, 20 Alimentos Argentinos www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/Marco_Regulatorio/normativa/08.

[8]. Exportacion a Estados Unidos,

www.songa.com/es/productos/index.html

[9]. Riesgos de camarón precocido

www.fao.org/DOCREP/003/X3018E/X3018E02.HTM

[10]. Gestión de Calidad

www.gestiopolis.com/recursos/documentos/